



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

---

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS  
AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GANADERÍA

Evaluación nutricional de plantas  
forrajeras consumidas por caprinos  
en pastoreo de la Mixteca  
Oaxaqueña.

**JOSÉ CARLOS LÓPEZ OJEDA**

TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS**

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

SEPTIEMBRE  
2015

La presente tesis titulada: **Evaluación nutricional de plantas forrajeras consumidas por caprinos en pastoreo de la Mixteca Oaxaqueña**, realizada por el alumno: **José Carlos López Ojeda** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS  
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD  
GANADERÍA**

**CONSEJO PARTICULAR**

**CONSEJERO**



**Dr. Jacinto Eirén Ramírez Bribiesca**

**ASESOR**



**Dr. Isaac Almaraz Buendía**

**ASESOR**



**Dr. Germán Buendía Rodríguez**

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Septiembre 2015

## **Evaluación nutricional de plantas forrajeras consumidas por caprinos en pastoreo de la Mixteca Oaxaqueña.**

José Carlos López Ojeda  
Colegio de Postgraduados, 2015.

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue identificar y valorar nutricionalmente plantas forrajeras consumidas por el ganado caprino en pastoreo en dos épocas del año, en 5 comunidades de la región Mixteca en Oaxaca, Chocani, Guadalupe Cuauhtepac, Guadalupe la Huertilla, San Marcos Arteaga y Santa María Tindú. Se recolectaron 182 muestras, las cuales fueron de 81 árboles, 51 arbustivas, 34 herbáceas y 16 vainas. Además, se realizaron 7 mezclas de forraje, árboles, arbustivas, herbáceas, árboles x arbustivas, árboles x herbáceas, arbustivas x herbáceas y árboles x arbustivas x herbáceas. Se determinó su contenido de MS, MO, PC, FDN y DIVMS. Para mezclas se determinó su producción de gas *in vitro* y fracciones de proteína (A, B, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y C). Por estación, en época de lluvia los contenidos de MS y FDN fueron diferentes ( $p < 0.05$ ) respecto a la sequía. Sin embargo, en la sequía la PC fue diferente ( $p < 0.05$ ) respecto a lluvia. Por tipo de forraje, el contenido de MS en vainas fue distinto ( $p < 0.05$ ) respecto a arbustivas. Las concentraciones de MO y FDN en vainas fueron diferentes ( $p < 0.05$ ) en comparación con arbustos y herbáceas. La PC no tuvo diferencias entre forrajes. La DIVMS de árboles fue diferente ( $p < 0.05$ ) a vainas. Por comunidad, la MS fue distinta ( $p < 0.05$ ) entre Tindú, Huertilla y Cuauhtepac, además San Marcos fue igual a Tindú y Huertilla; y Chocani no difirió de la Huertilla y Cuauhtepac. Las concentraciones de MO y FDN no mostraron diferencia ( $p > 0.05$ ) entre comunidades. La Huertilla y Tindú difieren ( $p < 0.05$ ) en PC. La DIVMS es similar en Chocani y Tindú pero difieren ( $p < 0.05$ ) con Cuauhtepac, Huertilla y San Marcos. En cuanto a la producción de gas (mL por  $g^{-1}$  de MS) a 72 h, por mezcla las herbáceas fueron las de mayor producción de gas y son diferentes ( $p < 0.05$ ) con árboles, árboles\*arbustivas y arbustivas. Referente a las fracciones de proteína, en lluvia no se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ) para las diversas mezclas. No obstante, en la estación de lluvia se mostraron diferencias ( $p < 0.05$ ) en las fracciones A (herbáceas), B (arbustivas), B<sub>2</sub> (arbustivas) y B<sub>3</sub> (árboles) respecto a las demás mezclas. Se concluye que en la Mixteca Oaxaqueña el alto valor nutricional de los forrajes consumidos por el ganado caprino representa una alternativa para mejorar la sustentabilidad del sistema de producción.

**PALABRAS CLAVE: Cabras, Pastoreo, Árbol, Arbustiva, Herbácea, FDN, DIVMS, Fracciones de proteína.**

## **Nutritional evaluation of forage consumed by goats grazing on the Mixteca region of Oaxaca.**

José Carlos López Ojeda  
Colegio de Postgraduados, 2015.

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to carry out nutritional assessment of forage plants and its relationship with nutritional status of goats grazing in two seasons. 5 communities in the Mixteca region in Oaxaca, Chocani, Cuautepec Guadalupe, Guadalupe Huertilla, San Marcos Arteaga and Santa Maria Tindú. A total of 182 samples were collected, of which 81 trees were, 51 shrubs, 34 herbs and 16 pods. Besides 7 mixtures of forages were made: trees, shrubs, herbs, trees x shrubs, trees x herbs, trees x herbs and shrubs x trees x herbs. DM content as well as OM, CP, NDF, and IVDMD were determined. For mixtures, *in vitro* production of gas and protein fractions (A, B, B1, B2, B3 and C) was determined. During the rainy season the contents of DM and NDF were different ( $p < 0.05$ ) compared to the drought. However, the PC during drought was different ( $p < 0.05$ ) than during the rainy season. By type of forage DM content in pods was different ( $p < 0.05$ ) compared to shrub. The OM and NDF concentrations in pods were different ( $p < 0.05$ ) compared with shrubs and herbaceous. The PC did not differ between fodders. The IVDMD of trees was different ( $p < 0.05$ ) than pods. By community, the DM was different ( $p < 0.05$ ) between Tindú, Huertilla and Cuautepec, San Marcos also equaled Tindú and Huertilla; Chocani and did not differ from Huertilla and Cuautepec. The concentrations of OM and NDF showed no difference ( $p > 0.05$ ) between communities. The Huertilla and Tindú showed different ( $p < 0.05$ ) CP content. IVDMD was similar in Chocani and Tindú but differ ( $p < 0.05$ ) with Cuautepec, Huertilla and San Marcos. As for gas production of the mixtures (mL GMS-1) to 72 hours, the mixture that had the highest gas production were the herbaceous, ( $p < 0.05$ ) than trees, shrubs and bushes X trees. Regarding protein fractions, in rain no differences ( $p > 0.05$ ) for the various mixtures were found. However, in the rainy season ( $p < 0.05$ ) in sections A (herbs), B (shrub), B2 (shrub) and B3 (trees) for other mixtures were shown. It is concluded that in the Oaxacan Mixteca nutritional value of forage consumed by goats represent an important opportunity to improve the sustainability of the production system.

**KEYWORDS: Goats, Grazing, Feeding, Tree, Shrub, Herb, NDF, IVDMD, Fraction protein.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A los contribuyentes que mediante sus impuestos fue posible mi educación.

Al consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por el otorgamiento de beca para estudios de Postgrado.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) por el otorgamiento de beca referente a tesis de Postgrado.

A la línea 11 Sistemas de producción agrícola, pecuaria, forestal acuícola y pesquera, que por medio del Fideicomiso 167304 para la investigación científica y desarrollo tecnológico del Colegio de Postgraduados financio parte de esta investigación.

A la Fundación PRODUCE Oaxaca por financiar parte de esta investigación.

Al Dr. Jacinto Efrén Ramírez Bribiesca por su confianza, paciencia y consejos para la conclusión del presente trabajo de investigación.

A los doctores que formaron parte de mi consejo particular, Dr. Isaac Almaraz Buendía, Dr. Germán Buendía Rodríguez, Dr. Ramón Soriano Robles y Dr. Samuel Vargas López, por sus consejos, indicaciones y disposición para llevar a buen término la presente investigación.

A los productores y pastores de San Marcos: Roberto y familia, Chain, Joaquín y familia, Bernabe; Cuautepec: Cristino y familia, Yahir, Santiago, Yezmin; Huertilla: Norberto y familia, Alcira y familia; Santa María Tindú: Pedro y familia y Marco Antonio.

Al Dr. Ladislao Arias Margarito mi formador y mentor quien amplio mi panorama y lo guio por el camino científico.

A la Dra. María Magdalena Crosby Galván y al Dr. Marco Meneses Mayo por su asesoría, disponibilidad y conocimientos aportados durante el análisis de muestras.

A mi estimado y gran amigo Oscar por sus atinados comentarios y su contribución a mi formación.

A Omar y Ely, amigos como ustedes pocos, por su apoyo en todos los aspectos, infinitas gracias.

Al personal del laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Posgraduados: Anastasio y Mariana por la ayuda recibida durante el análisis de las muestras.

A mis amigos y compañeros Juan Luis, Rodolfo, Adrián, Cuautle, Alfredo, Felipe, Edgar, Arely que hicieron más amena la estancia durante los estudios. Por sus acertados aportes y comentarios. Y el intercambio de conocimiento.

Al MVZ Mari por sus aportaciones durante el muestreo y facilitar la estancia durante el mismo.

La ciencia es un esfuerzo de colaboración. Los resultados combinados de varias personas que trabajan juntas es a menudo mucho más eficaz de lo que podría ser el de un científico que trabaja solo.

John Bardeen

## DEDICATORÍA

Sin duda alguna a los productores y pastores, que sin su ayuda, aportaciones y disponibilidad no hubiera llevado a cabo esta investigación

A mis padres Alejandrina y Félix por su paciencia, comprensión y esfuerzo para que llegara hacer un profesionista.

A mis herman@s Maribel, Leticia, Antonio y Félix que de una u otra forma han estado en todo momento apoyando mis estudios.

A mis sobrinas, sobrinos y ahijados a quienes les permito comentar que esto es una muestra de algo que se puede hacer en la vida y que para ello es necesario perseverar y esforzarse.

A la familia Juárez Ojeda por el apoyo y los ánimos proporcionados durante la escritura de la presente tesis y en mis estudios.

La ciencia puede enseñarnos a no buscar ayudas imaginarias, a no inventar aliados celestiales, sino más bien a hacer con esfuerzos que este mundo sea un lugar habitable.

Bertrand Russell

## CONTENIDO

RESUMEN.....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	v
DEDICATORÍA.....	vii
CONTENIDO.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Distribución del ganado caprino en el mundo .....	4
2.1.2 Distribución del ganado caprino en México .....	7
2.2 Importancia de especies forrajeras.....	12
2.3 Disponibilidad y calidad del forraje .....	14
2.4 Hábitos, comportamiento y particularidades del ganado caprino .....	14
2.5 Fermentación ruminal.....	16
2.6 Fracciones de proteína .....	17
3. HIPÓTESIS.....	20
4. OBJETIVOS .....	20
4.1 General .....	20
4.2 Particulares .....	20
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	21
5.1 Ubicación geográfica .....	21
5.2 Fases de trabajo .....	22
5.2.1 Primera fase .....	24
5.2.1.1 Introducción a las comunidades .....	24
5.2.1.2 Recolección e identificación taxonómica de material vegetativo .....	24
5.3 Segunda fase .....	25
6. DISEÑO ESTADÍSTICO .....	26
7. RESULTADOS.....	27

<b>7.1 PRIMERA FASE</b> .....	27
<b>7.1.1 Descripción de sistemas de producción caprina</b> .....	27
<b>7.1.1.1 Características sociales</b> .....	28
<b>7.1.1.2 Instalaciones</b> .....	29
<b>7.1.1.4 Reproducción</b> .....	32
<b>7.1.1.5 Manejo sanitario</b> .....	33
<b>7.1.1.6 Enfermedades</b> .....	34
<b>7.1.1.7 Comercialización</b> .....	34
<b>7.1.2 Identificación taxonómica de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo</b> .....	35
<b>7.2 SEGUNDA FASE</b> .....	41
<b>7.2.1 Estimación nutritiva de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo</b> .....	41
<b>7.2.1.1 Materia seca y materia orgánica</b> .....	41
<b>7.2.1.2 Proteína cruda (PC)</b> .....	46
<b>7.2.1.3 Fibra detergente neutro</b> .....	47
<b>7.2.1.4 Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca</b> .....	47
<b>7.2.1.5 Interacciones por estación, forraje y comunidad</b> .....	48
<b>7.2.1.6 Interacciones por estación</b> .....	49
<b>7.2.1.7 Interacciones por forraje</b> .....	49
<b>7.2.1.8 Interacciones por comunidad</b> .....	50
<b>7.2.2 Determinación de la cinética de producción gas y degradación de materia seca <i>in vitro</i> de mezclas de forraje consumidos por cabras a pastoreo</b> .....	53
<b>7.2.3 Fracciones de proteína (a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> y c) de mezclas compuestas del forraje consumido por caprinos en pastoreo</b> .....	58
<b>8. DISCUSIÓN</b> .....	61
<b>8.1 Sistemas de producción en la mixteca oaxaqueña</b> .....	61
<b>8.2 Identificación taxonómica de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo</b> .....	65

<b>8.3 Estimación nutritiva de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo.....</b>	<b>68</b>
<b>8.4 Cinética de producción gas y degradación de materia seca <i>in vitro</i> de mezclas de forraje consumidos por cabras a pastoreo.....</b>	<b>70</b>
<b>8.5 Fracciones de proteína (a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> y c) de mezclas compuestas del forraje consumido por caprinos en pastoreo.....</b>	<b>71</b>
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>75</b>
<b>10. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>76</b>

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características más importantes de las comunidades.....	22
Cuadro 2. Conjunto de especies recolectadas por tipo de forraje, estrato y época. ....	36
Cuadro 3. Especies consumidas en época de lluvia por caprinos a pastoreo en la Mixteca oaxaqueña.....	36
Cuadro 4. Especies consumidas en época de sequía por caprinos a pastoreo en la Mixteca oaxaqueña.....	39
Cuadro 5. Concentración promedio de MS, MO, PC, FDN y DIVMS en g por Kg <sup>-1</sup> de MS de forrajes en época de lluvia.....	41
Cuadro 6. Concentración promedio de MS, MO, PC, FDN y DIVMS en g por Kg <sup>-1</sup> de MS de forrajes en época de sequía.....	45
Cuadro 7. Efecto de las interacciones entre estación, forraje y comunidad en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS.....	49
Cuadro 8. Efecto de la estación en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad <i>in vitro</i> (g por Kg <sup>-1</sup> de MS) en forrajes.....	49
Cuadro 9. Efecto del tipo de forraje en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad <i>in vitro</i> (g por Kg <sup>-1</sup> de MS).....	50
Cuadro 10. Efecto de la comunidad en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad <i>in vitro</i> (g por Kg <sup>-1</sup> de MS) de forrajes.....	51
Cuadro 11. Efecto de la época en la concentración promedio de nutrientes en vainas y su digestibilidad <i>in vitro</i> (g por Kg <sup>-1</sup> de MS).....	52
Cuadro 12. Efecto de la comunidad en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad <i>in vitro</i> (g por Kg <sup>-1</sup> de MS) de vainas.....	53
Cuadro 13. Concentración promedio de nutrientes (g por Kg <sup>-1</sup> de MS) en mezclas compuestas.....	54
Cuadro 14. Efecto de la estación y mezcla en la concentración promedio de MS, MO, PC y FDN.....	54
Cuadro 15. Efecto de la mezcla en la concentración promedio de MS, MO, PC y FDN.....	55
Cuadro 16. Efecto de la estación en la producción de gas <i>in vitro</i> de la materia seca (mL por g de MS <sup>-1</sup> ).....	56
Cuadro 17. Efecto por mezcla en la producción de gas <i>in vitro</i> de la materia seca a 72 horas (mL por g <sup>-1</sup> de MS).....	56
Cuadro 18. Efecto por estación y mezcla en la producción de gas <i>in vitro</i> de la materia seca a 72 h (mL por g <sup>-1</sup> de MS).....	57

<b>Cuadro 19. Contenido de PC (g por Kg<sup>-1</sup> de MS), NT, NTCA, NIBF, NIDN Y NIDA (%) de mezclas compuestas por estación.....</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro 20. Fracciones de proteína (%) por estación.....</b>	<b>59</b>
<b>Cuadro 21. Fracciones de proteína (%) por mezcla.....</b>	<b>60</b>
<b>Cuadro 22. Fracciones de proteína (%) por estación y mezcla.....</b>	<b>61</b>
<b>Cuadro 23. Ritmo de degradación (%/h) de mezclas y su correspondiente cantidad de PC aportada (g/h) .....</b>	<b>72</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Porcentaje de participación por continente en población caprina, animales sacrificados y su producción. ....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 2. Porcentaje de participación mundial por país en cuanto a población caprina, animales sacrificados y su producción. ....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 3. Porcentaje de participación en América por país en cuanto a población caprina, animales sacrificados y su producción.....</b>	<b>6</b>
<b>Figura 4. Porcentaje de participación por estado de cabezas de ganado. ....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 5. Porcentaje de participación de carne en canal por estado. ....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 6. Porcentaje de participación de producción láctea por estado. ....</b>	<b>10</b>
<b>Figura 7. Porcentaje de participación de cabezas caprinas por distrito en Oaxaca. ....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 8. Localización de Comunidades.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 9. Fases de trabajo abordadas en el presente estudio.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 10. Ganado caprino en sistema trashumante de la comunidad de San Marcos Arteaga, Oaxaca. Destaca el número de animales y las características fenotípicas. ....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 11. Ganado caprino en sistema extensivo en la comunidad de Chocani, Oaxaca. Amplia diversidad en fenotipos y menor número de animales.....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 12. Mano de obra familiar para el pastoreo de ganado caprino.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 13. Corral de encierro característico en sistemas extensivos. Hacinamiento de animales. ....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 14. Ganado en sistemas trashumantes descansando antes de salir a pastorear. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 15. Cabras en pastoreo consumiendo forraje de arbustivas y herbáceas. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 16. En época seca los pastores ofrecen ramas de árboles y arbustivas preferidas por el ganado caprino. ....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 17. Pastor marca costillas de madre (Izq) y cría (Der) para identificarlos y rasura la cola de ambos para prevenir posibles infecciones. ....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 18. Cabritos de 2 semanas de edad sujetados de las patas traseras para evitar que salgan a pastorear con el rebaño. Por su corta edad tienden a cansarse y perderse si salen a pastorear. ....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 20. Corral encalado como preventivo para posibles enfermedades. ....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 19. Ganado destinado para la matanza de Huajuapán de León.....</b>	<b>35</b>

<b>Figura 21. Cinética de producción de gas (mL por g<sup>-1</sup> de MS) de mezclas compuestas en estación de lluvia. ....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 22. Cinética de producción de gas (mL por g de MS<sup>-1</sup>) de mezclas compuestas en estación de sequía. ....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En México, al igual que en gran parte del mundo, la crianza de ganado caprino se caracteriza por llevarse a cabo en regiones de difícil subsistencia que por lo general, no son favorables para el desarrollo de agricultura ni de una ganadería intensiva (Arbiza, 1986). Específicamente la región cultural denominada como Mixteca presenta una buena parte de las características antes mencionadas, posee una superficie cercana a los 40,000 km<sup>2</sup>, su territorio abarca los estados de Puebla, Oaxaca y Guerrero. Dichos estados cuentan con el mayor número de cabezas de ganado caprino, pues abarcan el 35.87% del total nacional (SIAP, 2013).

La Mixteca oaxaqueña está catalogada como una de las zonas con alta marginación (CDI-PNUD, 2004). Presenta importantes carencias económicas, educativas, alimenticias y de infraestructura asociadas a un territorio que mayoritariamente posee zonas serranas áridas y semiáridas. La principal fuente de trabajo en esta zona depende de actividades como la agricultura de temporal y la ganadería. Sin embargo, la deforestación y la erosión de suelos que causan estas actividades reducen la productividad de la tierra y provocan una producción alimentaria de subsistencia. Estas condiciones obligan a los pobladores a vender su fuerza de trabajo fuera de su región de origen (Escárcega y Varese, 2004).

En esta zona, la cría de ganado caprino tiene un fuerte arraigo que, junto con la agricultura, han llegado a ser los principales procesos productivos mediante los cuales las comunidades campesinas han logrado subsistir (Romero, 1983; Mendoza, 2002; Hernández *et al.*, 2011). Se trata de sistemas a pequeña escala, con mano de obra familiar y mínimas prácticas de sanidad. La alimentación se basa principalmente en el pastoreo y en el ramoneo en árboles, arbustos y herbáceas, localizados en grandes extensiones de terreno con poco o nulo complemento. Utilizan tierras que generalmente no son aptas para actividades agrícolas y en algunas ocasiones con pronunciadas pendientes (Hernández *et al.*, 2001; Vargas, 2003). El principal producto de la caprinocultura en la zona, es el animal adulto (Hernández *et al.*, 2014), por lo que la condición corporal es el factor que determina el precio de venta.

Uno de los problemas más importantes que se han señalado en los diagnósticos regionales de la producción de caprinos es su baja productividad. Esto se debe a que la producción de biomasa de las plantas consumidas varía a través del año, por lo que en épocas húmedas existe una gran variedad y disponibilidad para los caprinos, mientras que en la época seca sucede lo contrario, ocasionando un ciclo de pérdida-ganancia de peso.

### **1.1 Planteamiento del problema**

El principal factor de la dieta que determina el nivel y eficiencia de un rumiante es el consumo de forraje. Esta variable es difícil de predecir bajo condiciones de pastoreo, ya que cada zona tiene características particulares (Mejía, 2002), como sucede en la Mixteca Oaxaqueña. Las características ecológicas de esta región hacen que la producción caprina sea una actividad muy importante para sus comunidades, sin embargo es necesario conocer los forrajes que consumen estos animales bajo estas condiciones. Se ha estimado que el consumo voluntario de cabras adultas en pastoreo en época de sequía y de lluvias varía de 2.12 a 1.83 kg de MS/animal/día, respectivamente (Macías *et al.*, 2008). Estos valores son mayores a los descritos en el NRC de 1987 (1.20 y 1.25 kg de MS/animal/día); demostrando que las cabras en pastoreo pueden cubrir sus requerimientos con la amplia oferta de forraje. La selectividad está relacionada con el balance de nutrientes del animal, por lo que es necesario conocer la cantidad y calidad del alimento que consumen. Sin embargo, debido a su alta capacidad de elección y frecuencia de alimentación durante el día, es difícil estimar la ingesta diaria de nutrientes de cabras en pastoreo. Hasta ahora no se han reportado valores de fracciones de proteína en plantas forrajeras consumidas por caprinos en pastoreo, y debido a su manera de alimentarse, es necesario investigar el contenido de éstas fracciones en los forrajes que consumen para usarlas como indicadores del balance proteínico en el ganado caprino.

Estudios acerca de la producción caprina en la Mixteca oaxaqueña son aislados, y por su complejidad, muchas investigaciones se han quedado en etapas de identificación de parámetros productivos parciales como son: peso al nacimiento de

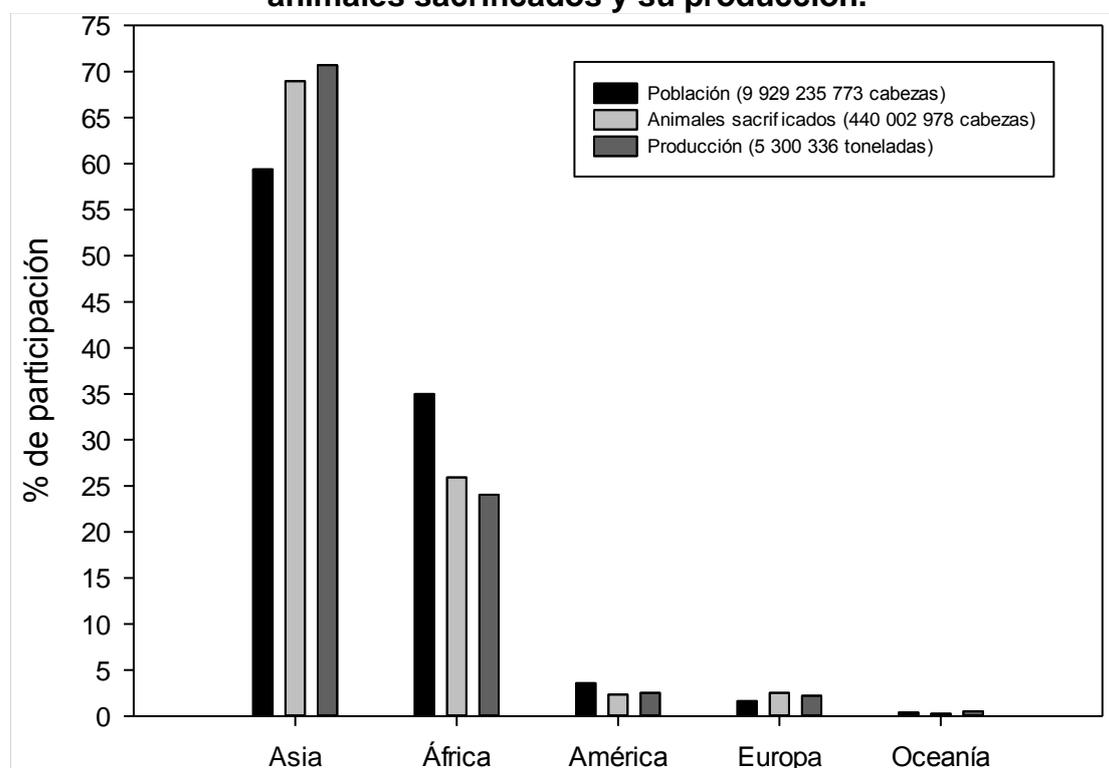
cabritos (Hernández *et al.*, 2005), razas predominantes (Hernández *et al.*, 2001), recursos genéticos (Hernández *et al.*, 2002) y sistemas de producción (Medrano, 2000). Con respecto a la alimentación se han estudiado los hábitos de consumo y se han identificado botánica de árboles y arbustivas forrajeras consumidas por caprinos en pastoreo (Franco *et al.*, 2014), además se han complementado con su composición química y digestibilidad *in vitro* (Arias *et al.*, 2015). Por ser el ganado caprino parte integral del sector económico en esta región es importante analizar su alimentación tomando en cuenta el estado fisiológico del animal y el estado nutricional de las plantas consumidas.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Distribución del ganado caprino en el mundo

De acuerdo con la FAO en 2013 (FAOSTAT), la población caprina en el mundo fue de 9 929 235 773 cabezas. La mayor cantidad de esta población se encuentra en Asia y África y corresponde al 59 y 35%, le siguen América y Europa con 3.6 y 1.6% mientras que Oceanía solo posee 0.4%. Por otro lado, 43.8% (440 002 978 cabezas) de la población fue sacrificada. De mayor a menor participación en caprinos sacrificados se encuentra Asia, África, Europa, América y Oceanía con 69, 25.9, 2.5, 2.3 y 0.3%, respectivamente. La producción de carne en canal fue de 5 300 336 ton de las cuales el 70.7, 24.1, 2.5, 2.2 y 0.5% corresponden a Asia, África, América, Europa y Oceanía respectivamente (Figura 1).

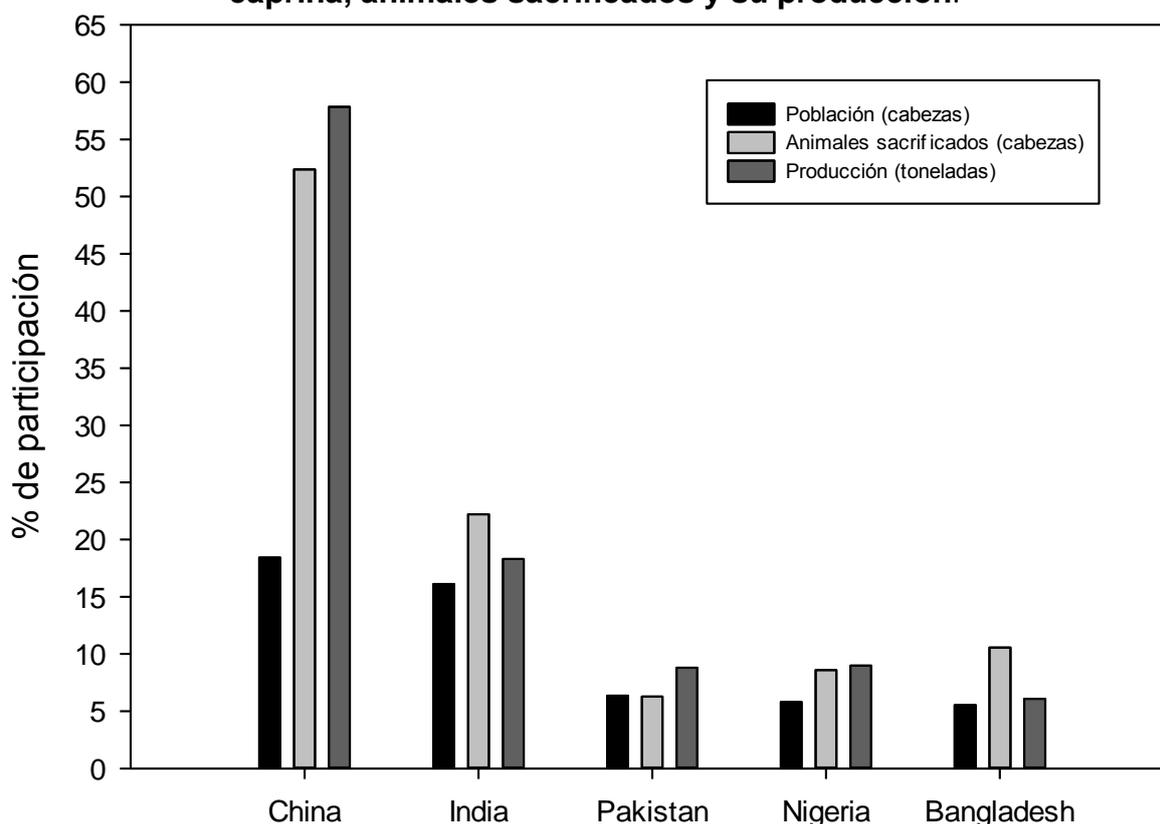
**Figura 1. Porcentaje de participación por continente en población caprina, animales sacrificados y su producción.**



(FAOSTAT, 2013)

En cuanto a las cifras de población, animales sacrificados y producción de carne en el mundo, los mayores porcentajes se distribuyen en 5 países. China India y Pakistán concentran 52, 65 y 61%, respectivamente, países no latinos (Figura 2).

**Figura 2. Porcentaje de participación mundial por país en cuanto a población caprina, animales sacrificados y su producción.**

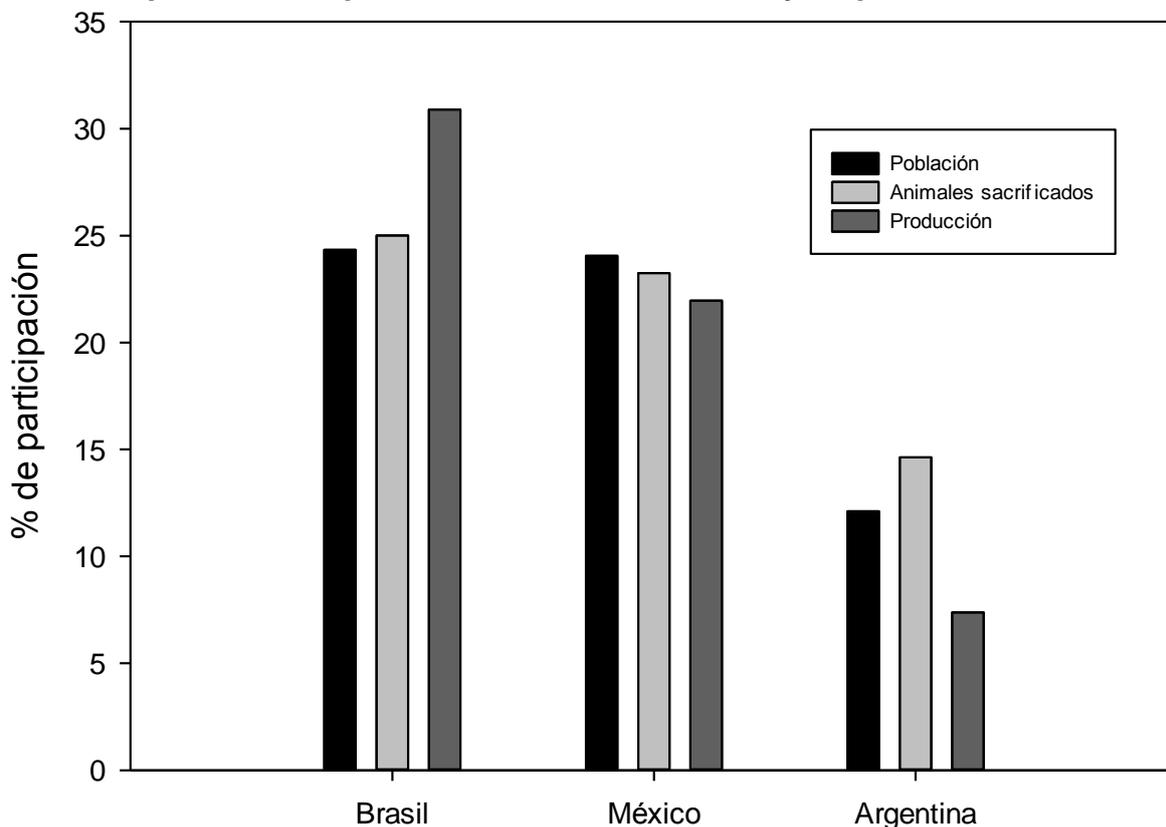


(FAOSTAT, 2013)

Del 52% de la población mundial, China se encuentra en primer lugar con 18.2%, seguido de India, Pakistán, Nigeria y Bangladesh con 16.1, 6.5, 5.8 y 5.5% respectivamente (Figura 2). Del 65% del total mundial de animales sacrificados, China e India se mantienen en los primeros lugares con 32.2 y 13.6%; Bangladesh y Nigeria en tercero y cuarto lugar con 6.4 y 5.2% (Figura 2). En este rubro Sudán con el 4.4% desplaza a Pakistán (3.8%) al sexto lugar. Respecto a la producción de carne caprina por país, el 35.8, 11.3, 5.5, 5.4 y 3.7% corresponden a China, India, Nigeria, Pakistán y Bangladesh (Figura 2).

El continente Americano posee 35 933 607 cabezas de ganado caprino, de los cuales se sacrifican 10 254 969 cabezas con una producción de 134 309 toneladas de carne.

**Figura 3. Porcentaje de participación en América por país en cuanto a población caprina, animales sacrificados y su producción.**



(FAOSTAT, 2013)

En Latinoamérica, México, Brasil y Argentina son los países con mayor población caprina con 24.3, 24.1 y 12.1% (Figura 3). Sin embargo, a nivel mundial se encuentran en la posición 20, 21 y 34 respectivamente, con una participación de apenas el 2.1%. Del ganado sacrificado en el continente Americano, Brasil aporta el 25%, México 23.2% y Argentina 14.6% (Figura 3). En cuanto a producción, México contribuye con 30.9%, Brasil con el 22% (Figura 3) y Argentina con el 7.4%, se ve desplazado del tercer lugar en este rubro por Colombia con el 10.6%.

A nivel mundial, la participación del ganado caprino en la producción de carne es del 3.5% y de leche caprina del 2.3% (FAOSTAT, 2013). La mayor parte de la

producción la consume el propio criador, de esta manera las cabras juegan un papel de subsistencia, mayor que la especie bovina y ovina (Arbiza, 1986).

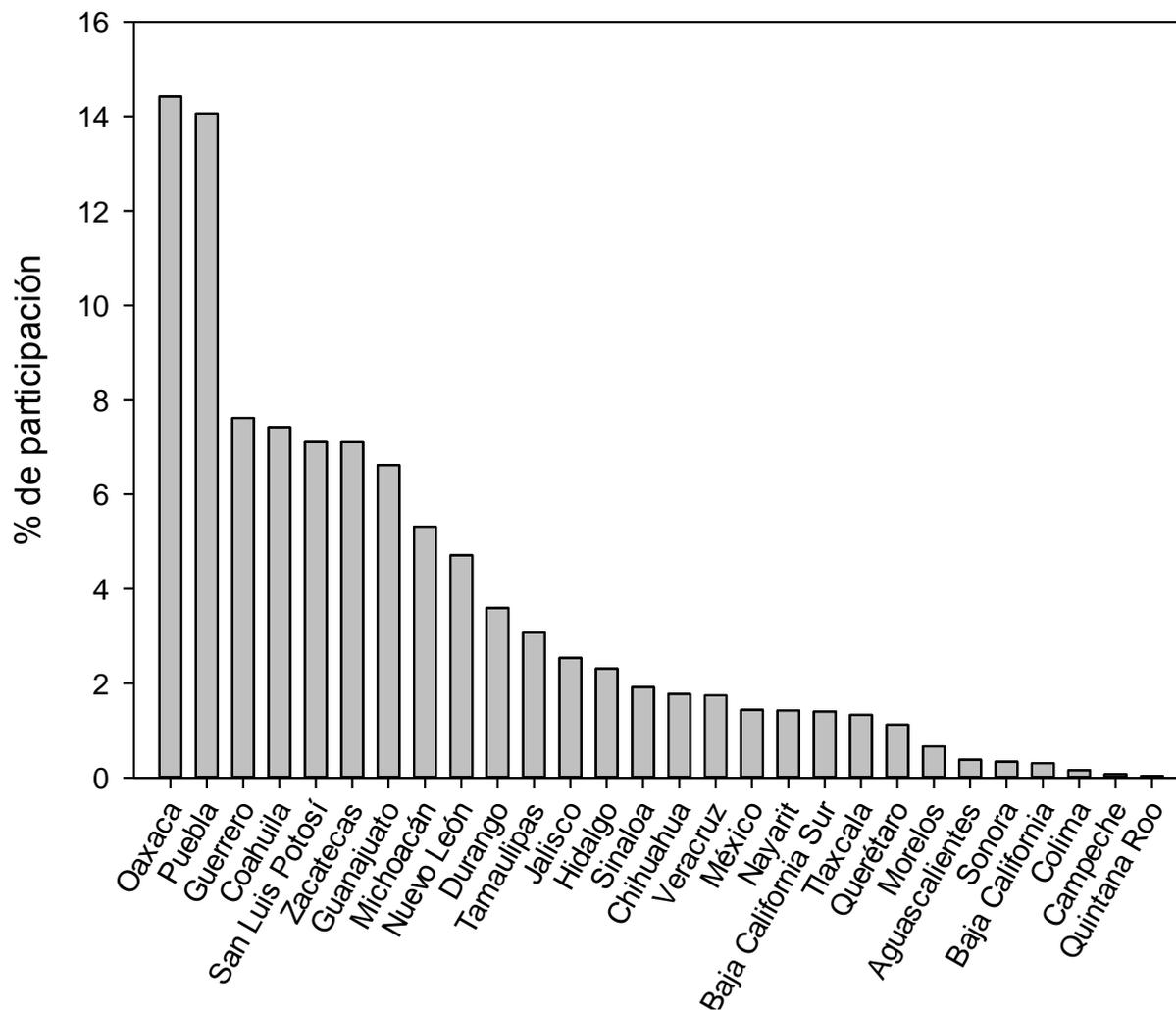
### **2.1.2 Distribución del ganado caprino en México**

La mayor densidad en población caprina en México se distribuye en tres zonas: norte centro, centro y sur. La zona norte, incluye a Zacatecas, Durango, Coahuila y Nuevo León. La zona centro, contempla a Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí. La zona sur, conocida también como Mixteca, comprende los estados de Oaxaca, Puebla y Guerrero (Braña *et al.*, 2013; Gómez *et al.*, 2009).

Los caprinos contribuyen moderadamente a la producción nacional de leche y carne (2% y 0.7% respectivamente) y son importantes desde el punto de vista social y económico ya que representan una fuente de alimento y de ingresos para numerosas familias campesinas, principalmente en las zonas áridas y semiáridas y en la Sierra Madre del Sur en la zona de la Mixteca (Arbiza, 1986).

En este contexto, es importante mencionar que en México un alto porcentaje de los caprinos son consumidos por el propio productor, por lo que posiblemente la información estadística existente no es veraz (Aréchiga *et al.*, 2008). El Servicio de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP, 2013), reporta 8 664 613 cabezas de ganado caprino, siendo el segundo rumiante de importancia en número de cabezas a nivel nacional, donde Oaxaca, Puebla, Guerrero y Coahuila poseen el 14.4, 14.0, 7.6 y 7.4% (Figura 4).

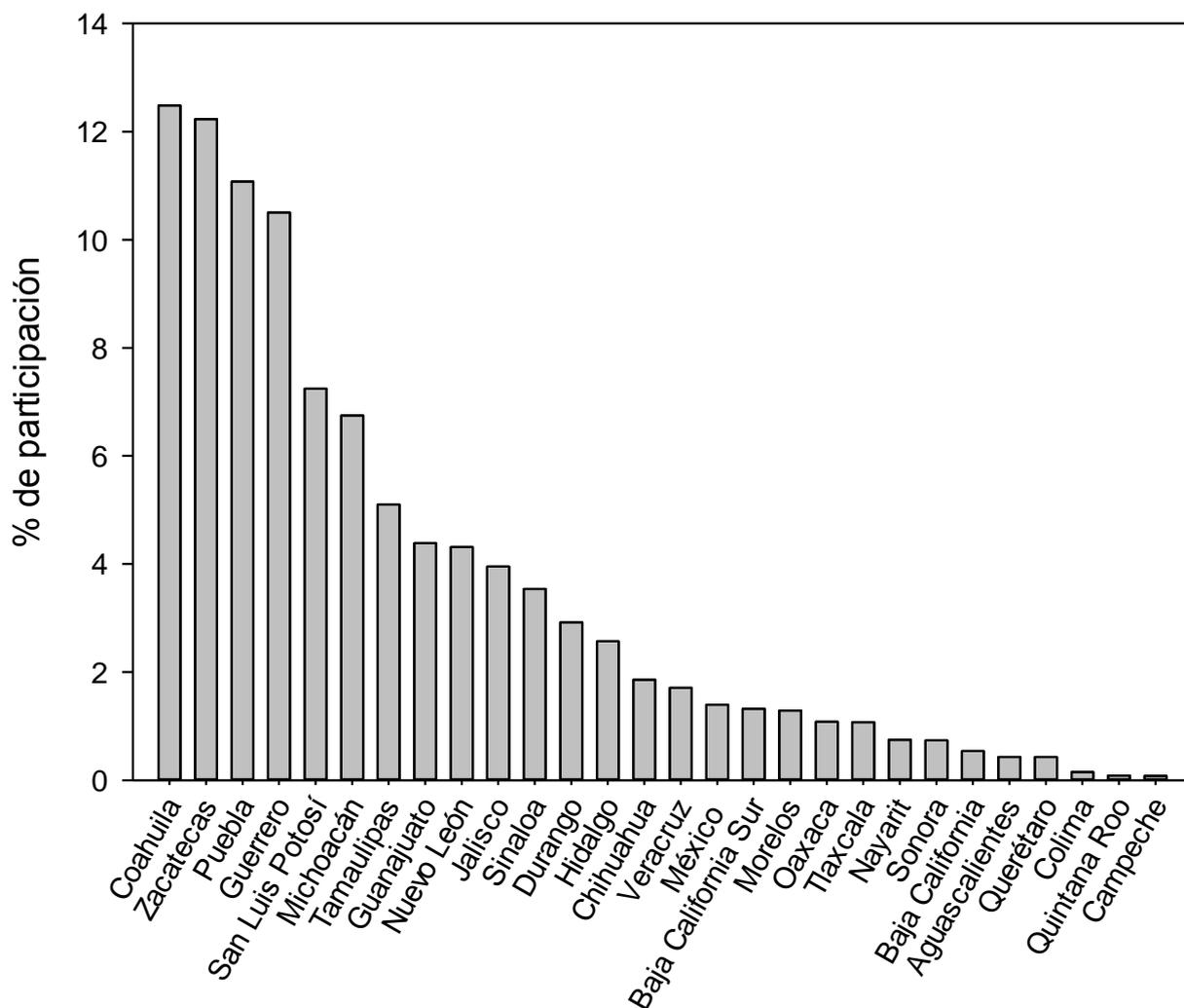
**Figura 4. Porcentaje de participación por estado de cabezas de ganado.**



(SIAP, 2013)

Sin embargo, de la producción nacional de carne en canal (36 240 toneladas), Coahuila y Zacatecas aportan 4 524 y 4 433 toneladas, mientras que Puebla, Guerrero y Oaxaca aportan 4 015, 3 807 y 391 toneladas y ocupan la posición 3, 4 y 19 (Figura 5).

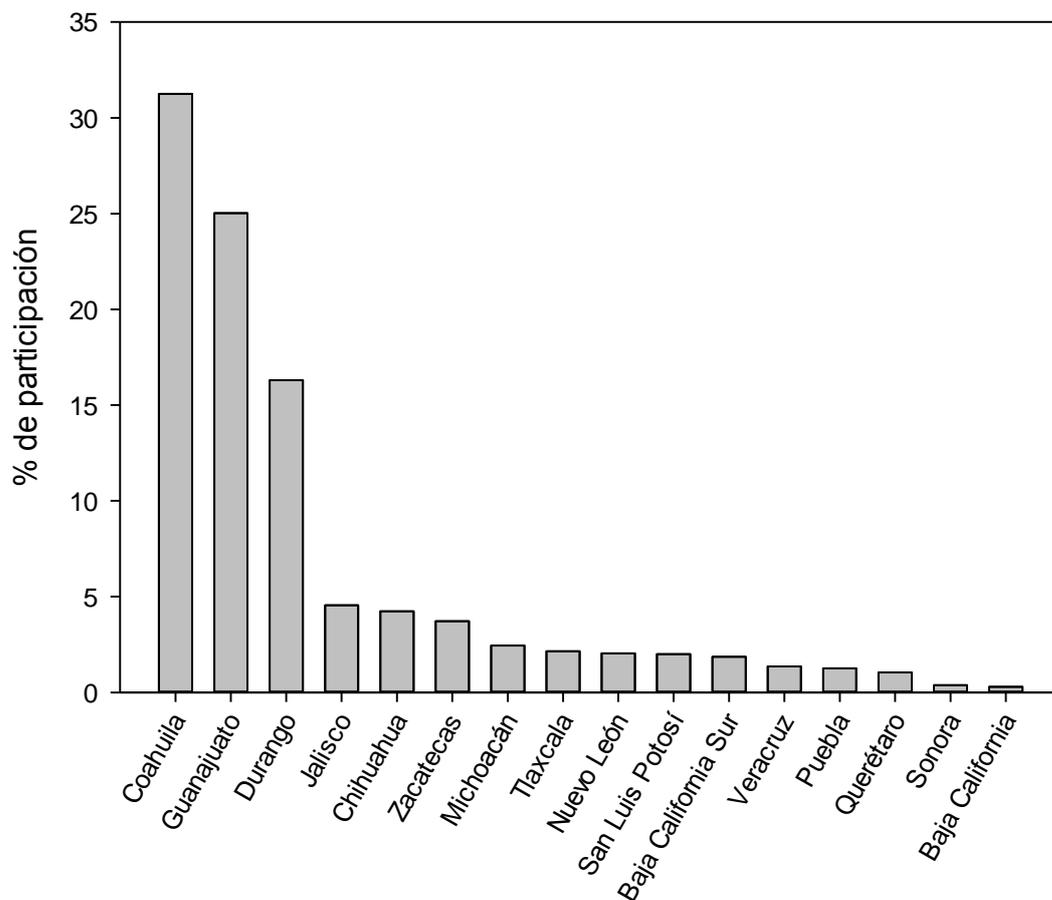
**Figura 5. Porcentaje de participación de carne en canal por estado.**



(SIAP, 2013)

La producción nacional de leche de cabra es de 155 497 litros. Coahuila, Guanajuato y Durango aportan 48 589, 38 914 y 25 358 litros representando más del 72% del total nacional (Figura 6).

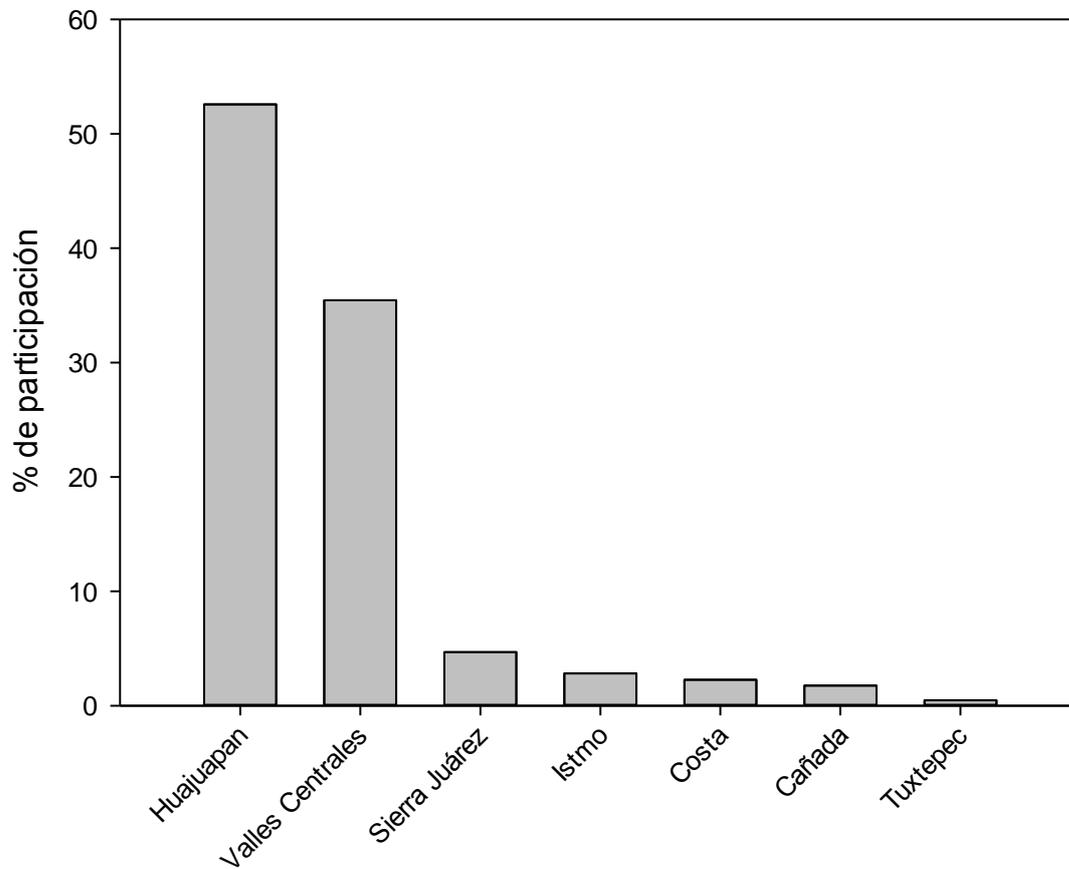
**Figura 6. Porcentaje de participación de producción láctea por estado.**



(SIAP, 2013)

La población caprina en Oaxaca es de 1 249 487 cabezas (SIAP, 2013) y solo el 18% es destinado para el consumo aportando 3 930 toneladas de carne. Huajuapam de León es el distrito que más carne de ganado caprino aporta en el estado con el 52% (Figura 7).

**Figura 7. Porcentaje de participación de cabezas caprinas por distrito en Oaxaca.**



(SIAP, 2013)

Por otro lado, de acuerdo con SAGARPA (2005), la disponibilidad per cápita de carne caprina en el periodo de 1999 a 2005 ha sido de 400 g/habitante/año.

## 2.2 Importancia de especies forrajeras

La coexistencia de diversos estratos vegetales (árboles, arbustivas y herbáceas) permite a los animales una diversificación en el tipo y calidad de forraje que consumen. De esta manera, seleccionan las especies con mejor contenido nutricional y balancean su dieta de acuerdo a sus requerimientos para alcanzar un mayor nivel de producción (Provenza, 1996). Los árboles, arbustivas y herbáceas representan un recurso forrajero de gran potencial en la alimentación de rumiantes y son reconocidos como un recurso estratégico para mejorar los sistemas ganaderos (Jiménez-Ferrer Chiapas, 2008). Sin embargo el deterioro antropogénico ha provocado estragos en estos recursos (Gallego Burbano *et al.*, 2012).

Los diversos estratos vegetales, además de proveer forraje de buena calidad para la alimentación animal, cumplen diferentes funciones. Por ejemplo, las leguminosas tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico al suelo mejorando así los niveles de producción en plantas asociadas. Los vegetales captan CO<sub>2</sub> ambiental y proveen sombra (árboles y arbustivas) a los caprinos generando un menor estrés calórico en el ganado, lo que ocasiona un mayor consumo y eficiencia en la utilización de forraje. Además protegen contra la erosión, pues contribuyen a una mayor infiltración de agua y fertilidad del suelo (Delgado y Ramírez, 2008).

El potencial forrajero de diversas especies arbóreas, arbustivas y herbáceas ha sido resaltado en diferentes regiones del mundo (Kú Vera *et al.*, 1999; Benavides, 1999; Ammar *et al.*, 2004; Papachristou *et al.*, 2005; Ouédraogo-Kone *et al.*, 2006; Sanon *et al.*, 2007; Delgado y Ramírez 2008; Arias *et al.*, 2015).

Ante el aumento constante en los precios de los granos en los últimos años; el estudio de especies forrajeras puede ser una alternativa de bajo costo para la alimentación animal. Sin embargo, a pesar de la gran variedad de especies forrajeras, su establecimiento y aprovechamiento ha sido bajo y en pocas especies. En este sentido se sugiere la necesidad de estudiar y recomendar especies prometedoras en función de su productividad de biomasa y de su valor nutritivo para

entornos agro-ecológicos y sistemas de producción pecuaria específicos (Rosales, 1999).

México es el segundo país del mundo en tipos de ecosistemas, de acuerdo con el Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (CONABIO-PNUD, 2009). A pesar de esto, sufre graves problemas ambientales como son pérdida de biodiversidad, degradación de suelos y deforestación. Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez, (2010) señalan que la pérdida neta anual de bosques y selvas es de 367 mil 224 hectáreas y que la recuperación de la cubierta forestal en el país equivale aproximadamente apenas a 49% en relación con la pérdida de vegetación. En el estado de Oaxaca, Velázquez *et al.*, (2003) reportaron una pérdida de medio millón de hectáreas de vegetación nativa en un periodo de 20 años y predijeron que para el 2022 sólo quedará una superficie cubierta con vegetación nativa equivalente a 22% de su territorio.

La presión demográfica derivada de las actividades económicas, agrícolas y ganaderas, es un factor constante de deterioro de los ecosistemas oaxaqueños, lo cual constituye un motivo de preocupación, pues pone en riesgo una proporción considerable de la diversidad biológica de Oaxaca y de México (Meave *et al.*, 2012). En la Mixteca Oaxaqueña la cría de ganado caprino se basa en el pastoreo extensivo de pastos nativos, arbustos y árboles forrajeros (Franco *et al.*, 2005; Arias *et al.*, 2012), por lo que crea una fuerte dependencia de la producción de biomasa de estas especies, pues de Enero a Mayo desciende drásticamente y ocasiona pérdidas de peso en el ganado afectando la economía familiar (Arias *et al.*, 2015).

Con el fin de promover un uso sostenible de los recursos forrajeros, es necesario identificar los tipos de vegetación consumidos por el ganado. Benavides (1999) menciona que el desarrollo de alternativas tecnológicas adecuadas a las condiciones ecológicas y socioeconómicas de la región, debe jugar un papel decisivo en la generación de bienes de consumo de manera sostenida y acorde con el uso racional de los recursos naturales.

### **2.3 Disponibilidad y calidad del forraje**

La disponibilidad y calidad de forrajes en árboles, arbustos y herbáceas, se encuentran relacionadas con el estado nutricional de cabras en pastoreo, pues de ellos obtienen los nutrientes necesarios para su mantenimiento, crecimiento, reproducción y lactancia (Lu *et al.*, 2005). Las fluctuaciones en sus características físicas y químicas durante el año repercuten seriamente en la producción. Sin embargo, para evaluar la disponibilidad y calidad de especies forrajeras se deben considerar sus características nutricionales, productivas y agronómicas. Begon *et al.*, (1986) y Updhyay *et al.*, (1990) reportaron que la generación tanto de conocimiento productivo como agronómico de especies con potencial forrajero deben estar en función de la disponibilidad de recursos para el crecimiento de las mismas, resaltando la radiación solar, agua y el tipo de nutrientes para cada especie. Asimismo indican que para su establecimiento y manejo deben tomarse en cuenta sus características morfológicas, arreglo espacial y densidad.

En este sentido, Benavides (1999) mencionó que para considerar como forrajera alguna especie, es necesario que su consumo por los animales sea adecuado con cambios en sus parámetros productivos, además de que su contenido de nutrientes sea adecuado para la producción animal. Además, las especies forrajeras deben ser tolerantes a la poda y su rebrote debe ser lo suficientemente vigoroso, como para obtener niveles altos de producción en biomasa comestible por unidad de área. En cuanto a características nutricionales Delgado y Ramírez (2004) mencionan que el contenido de proteína cruda (PC) de árboles y arbustivas generalmente duplica al de las gramíneas y añaden que valores de fibra detergente neutro (FDN) entre 20 y 35% muestran valores altos de digestibilidad.

### **2.4 Hábitos, comportamiento y particularidades del ganado caprino**

La existencia de diversas especies de rumiantes adaptadas al ambiente hace que su alimentación sea diversa, así pues las jirafas y antílopes pueden considerarse como consumidores selectivos, pues ingieren las partes más nutritivas de las planta. El ganado bovino se considera como un consumidor de forrajes fibrosos, relativamente

no selectivo. Entre los dos grupos mencionados se encuentra el ganado caprino, considerado como un consumidor intermedio (Swenson y Reece, 2008); pues cuando la oferta de forraje es alta aprovecha los diversos estratos vegetales, árboles, arbustivas y herbáceas, seleccionando los de mayor contenido nutricional. En época de estiaje, las cabras se adaptan al forraje disponible que por lo regular contiene una mayor proporción de metabolitos tóxicos y de lignina, lo que limita su aprovechamiento y digestibilidad. En este sentido y a diferencia de otros rumiantes, las cabras tienen hocico estrecho pero labios y lengua móviles, lo que les permite una recolección selectiva de forrajes durante el pastoreo (Silanikove *et al.*, 1993). Las cabras poseen una agilidad para adoptar una posición bípeda, de esta manera tienen acceso a forraje de mayor altura. Sus glándulas salivales son de mayor peso respecto a su peso corporal comparados con otros rumiantes y producen una mayor proporción de saliva serosa, que puede ayudar a neutralizar algunos compuestos tóxicos de plantas (Hofmann, 1989 y Robbins *et al.*, 1995).

Las cabras beduinas del desierto que consumen forraje de baja calidad retienen el material consumido por mayor tiempo en rumen (resaltando su eficiencia digestiva) comparadas con cabras Saanen e inclusive, con otro tipo de rumiantes (Tisserand *et al.*, 1991; Silanikove *et al.*, 1993). La mayor eficiencia digestiva del caprino se asocia a diversos factores como son: masticación más prolongada y eficaz (Focant *et al.*, 1986; Domingue *et al.*, 1991), mejor eficiencia del nitrógeno comparadas con los ovinos, mejor síntesis de proteína microbiana en el rumen (Hadjipanayiotou y Antoniou, 1983), microorganismos celulolíticos (Tisserand *et al.*, 1986), eficiencia a la tolerancia de altas cantidades de taninos u otros compuestos secundarios (Silanikove *et al.*, 1996; Yáñez-Ruiz y Molina-Alcaide, 2007), y a la presencia de bacterias rúmiales degradadoras de taninos como *Streptococcus caprinus* (Skene y Brooker, 1994).

Estas características, asociadas a las adaptaciones intrínsecas de cada raza caprina, repercuten en su comportamiento y en sus hábitos de alimentación. El consumo de forraje depende de su disponibilidad, tipo de estrato y de la estación del año en que se encuentre. De esta manera, se desecha la idea que las cabras son consumidoras oportunistas, pues más bien se adaptan a las características

estacionales de la producción de forraje de cada región. Por ejemplo, Ouédraogo *et al.*, (2006) y Sanon *et al.*, (2007), mencionan que la selección de forrajes por los caprinos es la actividad más importante durante el pastoreo, mientras que la altura y el número de especies consumidas dependen de las estaciones del año. En Argentina (Egea *et al.*, 2004), al igual que en el norte (Armenta-Quinta *et al.* 2011) y sur (Franco *et al.*, 2008) de México las cabras criollas muestran un dinamismo y una capacidad de adaptación en la conducta de pastoreo, pues modifican su comportamiento de alimentación en respuesta a las variables condiciones del forraje. En este sentido, las cabras pueden cambiar con facilidad del estrato herbáceo al arbustivo o al arbóreo, o viceversa, depende de la temporada (Franco *et al.*, 2014) lo que les permite elegir forrajes conforme a sus necesidades proteínicas y energéticas.

Los hábitos en el pastoreo de cabras en periodo de lluvia se inclinan hacia el ramoneo de algunas especies de árboles y arbustivas, encontrándose disponibles a una altura de hasta 2.10 m (Bartolome *et al.*, 1998; Ouédraogo *et al.*, 2006 y Sanon *et al.*, 2007).

## **2.5 Fermentación ruminal**

Los rumiantes pueden convertir alimentos fibrosos complejos como la celulosa, y proteínas de baja calidad como la zeína, en nutrientes de calidad, como la proteína microbiana y los ácidos grasos volátiles (AGVs); inclusive pueden aprovechar el nitrógeno no proteínico (NNP) como la urea y el ácido úrico de las heces de aves (Van Soest, 1994). Pero, para realizar dicha conversión estos animales necesitan de los microorganismos del rumen (bacterias, protozoarios y hongos), que se mantienen gracias a un entorno favorable (temperatura, anaerobiosis, pH, potencial redox), que al fermentar el alimento consumido, permiten al rumiante metabolizar los nutrientes requeridos. Así pues, los carbohidratos solubles (almidón, y azúcares simples) o estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectina) y proteínas son transformados durante la fermentación en AGVs (propiónico, acético y butírico), masa microbiana, péptidos, aminoácidos,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  (Van Soest, 1994;

Orskov, 1992). A partir de la fermentación de los carbohidratos, la fauna ruminal y el rumiante obtienen la mayor parte de la energía que requieren.

La eficiencia energética se considera baja en el proceso de fermentación ruminal (Orskov y Ryle, 1998), dado que este proceso se lleva a cabo en un entorno anaeróbico y la oxidación de los sustratos no es completa. Por ello, la disponibilidad de energía fermentable es el principal factor limitante del crecimiento microbiano en el rumen (Mc Donald y Sanz, 2013). La energía requerida para los procesos metabólicos de cabras y demás rumiantes proviene de los AGVs, los cuales se absorben a través de la mucosa ruminal y posteriormente se aprovechan en sus distintos tejidos (Church, 2002). La proteína proveniente del alimento se hidroliza a péptidos y aminoácidos, los cuáles pueden ser utilizados, previo o no a la transaminación, directamente por los microorganismos para la síntesis de proteína microbiana. Si la energía es limitante estas moléculas pueden desaminarse con fines energéticos formando amoníaco y esqueletos carbonados (Church, 1993).

Los componentes no digeridos del alimento junto con nutrientes y bacterias solubles, son removidos del retículo-rumen hacia el omaso para extraer agua,  $\text{NH}_3$ , AGVs y electrolitos orgánicos (Shimada, 2009). Posteriormente, en el abomaso se inicia la degradación de nutrientes de sobrepaso por acción de enzimas segregadas por el animal. Los microorganismos que llegan al abomaso, fundamentalmente bacterias y protozoos, constituyen la principal fuente de proteína para el animal. Por tal razón, se debe tomar en cuenta que el alimento forrajero en los rumiantes, generan microorganismos ruminales, este es un proceso de simbiosis.

## **2.6 Fracciones de proteína**

Los microorganismos ruminales pueden hacer uso de los compuestos resultantes de la hidrólisis de la proteína (NNP, AA y péptidos) contenida en los forrajes consumidos en pastoreo. Sin embargo, un inadecuado aporte y una baja digestibilidad de dicho nutriente ocasionan una disminución del crecimiento microbiano (Cecava *et al.*, 1990), provocando una menor eficiencia en la síntesis de proteína microbiana y a su vez la reducción de la actividad fermentativa (Hoover y

Miller, 1992; Clark *et al.*, 1992; Stern *et al.*, 1994). En este sentido, de acuerdo al sistema Cornell, la proteína tiene diferentes ritmos de degradación en rumen dependiendo el tipo de fracción (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y C); de este modo la fracción A es inmediatamente degradable y corresponde a NNP. La fracción B es catalogada como proteína verdadera pero posee distinto ritmo de degradación ruminal dividiéndose en tres fracciones. La primera es conocida como B<sub>1</sub> y es la de mayor rapidez en degradarse, la B<sub>2</sub> es de degradación intermedia y la B<sub>3</sub> es de degradación lenta. Respecto a la fracción C, esta es clasificada como indigestible e incluye nitrógeno asociado a lignina y es una fracción dañada por tratamiento térmico.

Para medir las fracciones de proteína en muestras vegetales es necesario tomar en cuenta los valores de nitrógeno total (NT), nitrógeno soluble en ácido tricloroacético (NTCA), nitrógeno soluble en solución de boro-fosfato (NIDF), nitrógeno insoluble en detergente neutro (NIDN) y nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA) (Licitra *et al.*, 1999), con estos valores se calculan las fracciones mediante las siguientes formulas:

$$\text{Fracción A} = \text{NT} - \text{NTCA}$$

$$\text{Fracción B} = \text{B}_1 + \text{B}_2 + \text{B}_3$$

$$\text{Fracción B}_1 = \text{NT} - \text{NIDF}$$

$$\text{Fracción B}_2 = \text{NT} - \text{A} - \text{B}_1 - \text{B}_3$$

$$\text{Fracción B}_3 = \text{NIDN} - \text{NIDA}$$

$$\text{Fracción C} = \text{NIDA}$$

Así, a pesar de los contenidos altos de proteína en algunas especies arbóreas, arbustivas o herbáceas alternativas se ha realizado poca investigación en su contenido de fracciones proteínicas. Al respecto, en sistemas silvopastoriles de Colombia, Gaviria *et al.* (2015) mediante el fraccionamiento de proteína, mencionan que más del 71% de la proteína de *Megathyrsus maximus*, *Cynodon plectostachyus* y *Leucaena leucocephala* es degradable en rumen.

Singh *et al.*, (2014) sugieren la incorporación de especies arbóreas multipropósito (*Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Grewia Optiva*) como suplemento en la alimentación de pequeños rumiantes a base de pastos de baja calidad (*Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris* y *Syzygium nervosum*). Pero la cantidad de nitrógeno no proteínico (Fracción A) y nitrógeno soluble en detergente neutro (Fracción B<sub>2</sub>) aumentan en el rumen con la mezcla de especies en ambos forrajes, de este modo se pudiera garantizar una mayor productividad. Boschini-Figueroa (2006) recomienda el uso de *Morus alba* como forraje a los 70 días de corte para vacas lecheras, pues se obtienen los mejores valores de nutrientes digestibles, energía neta para producción de leche y la fracción B correspondiente a proteína verdadera degradable en rumen. Debido a la importancia de las fracciones de proteína, es necesario su análisis en especies forrajeras consumidas por el ganado caprino en pastoreo. Éste análisis puede ser un indicativo de la calidad en la proteína en el forraje que influye directamente en la nutrición del ganado caprino.

### **3. HIPÓTESIS**

Los sistemas de producción caprina en la Mixteca oaxaqueña son homogéneos y algunos forrajes consumidos en pastoreo durante las épocas de sequía y lluvia cubren sus requerimientos mínimos de mantenimiento.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 General**

Identificar los sistemas de producción caprina y evaluar la calidad nutricional de plantas forrajeras consumidas por el ganado en pastoreo, durante la época de sequía y lluvia en la Mixteca Oaxaqueña.

#### **4.2 Particulares**

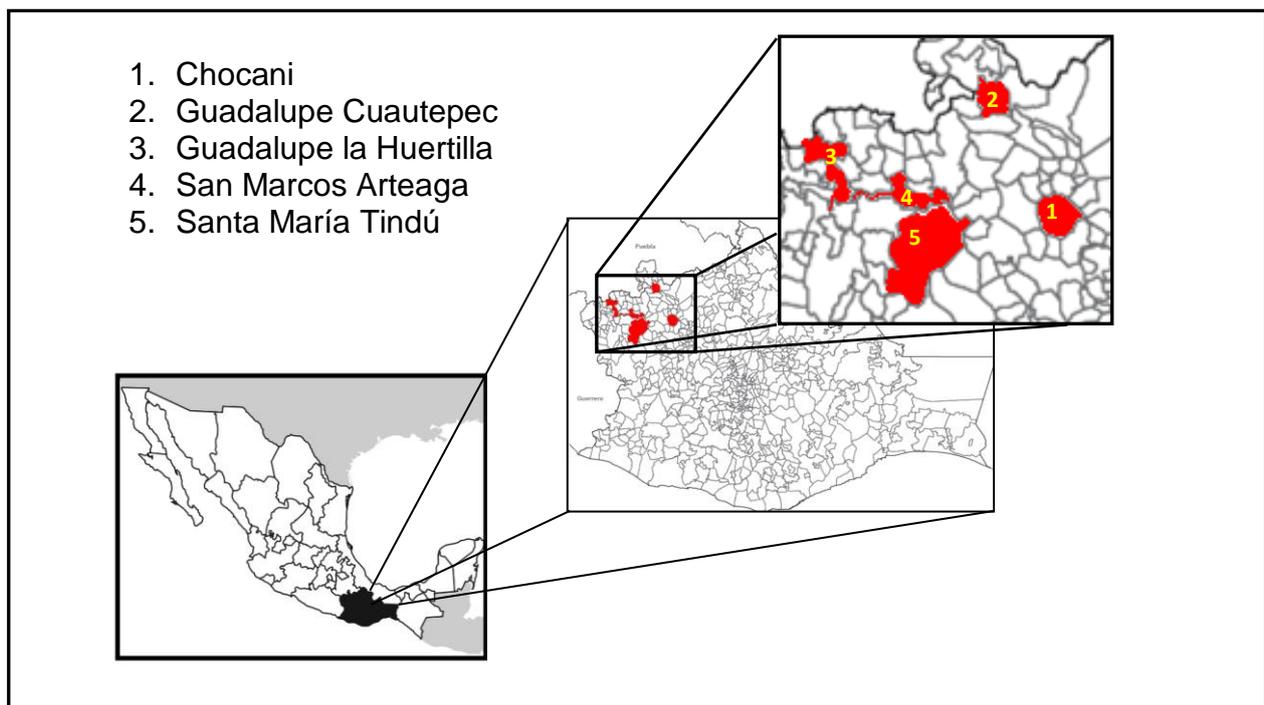
1. Describir los sistemas de producción caprina en la Mixteca oaxaqueña.
2. Identificar los árboles, arbustivos y herbáceos consumidos por las cabras en pastoreo.
3. Determinar la cinética de producción de gas en mezclas compuestas de forraje consumido por las cabras en pastoreo.
4. Calcular las fracciones de proteína degradables en rumen de mezclas compuestas de forraje consumido por las cabras en pastoreo.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Ubicación geográfica

El muestreo se realizó durante la época de lluvia (Agosto-Septiembre, 2013) y sequía (Abril-Mayo, 2014) en 5 comunidades de la Mixteca oaxaqueña, Chocani, Guadalupe la Huertilla, Guadalupe Cuautepec, San Marcos Arteaga y Santa María Tindú (Figura 8). Estas comunidades se ubican fisiográficamente en la Sierra Madre del Sur, caracterizada por tener una gran variación respecto a topografía, orografía, temperatura y vegetación (Cuadro 1). Su altura promedio es de 1862 metros sobre el nivel del mar (msnm); su temperatura media anual oscila entre 16 y 22° C; la precipitación pluvial es de 680 a 940 mm y los suelos más frecuentes son leptosol y regosol. La vegetación va desde bosques de encino hasta selva baja caducifolia.

**Figura 8. Localización de Comunidades**



**Cuadro 1. Características más importantes de las comunidades.**

Comunidad	mns	Temperatura (C°)	Precipitación (mm)	Tipos de suelo	Tipos de vegetación
Chocani	2000-2700	14-18 °	600-1000	Leptosol, Phaeozem, Vertisol y Regosol.	Bosque de encino, Bosque de coníferas
Guadalupe Cuauhtepac	1800-2600	16-20 °	700-800	Leptosol, Luvisol, Vertisol y Regosol	Bosque de encino
Guadalupe la Huertilla	1000-1800	18-26 °	700-1000	Leptosol, Phaeozem, Regosol y Fluvisol	Selva Baja Caducifolia y Matorral xerófilo
San Marcos Arteaga	1300-2200	18-22 °	700-1000	Leptosol, Regosol, Phaeozem y Fluvisol	Selva Baja Caducifolia y Bosque de Encino
Santa María Tindú	1300-2600	16-24 °	700-900	Leptosol, Phaeozem, Luvisol y Regosol	Bosque de encino, Bosque de coníferas

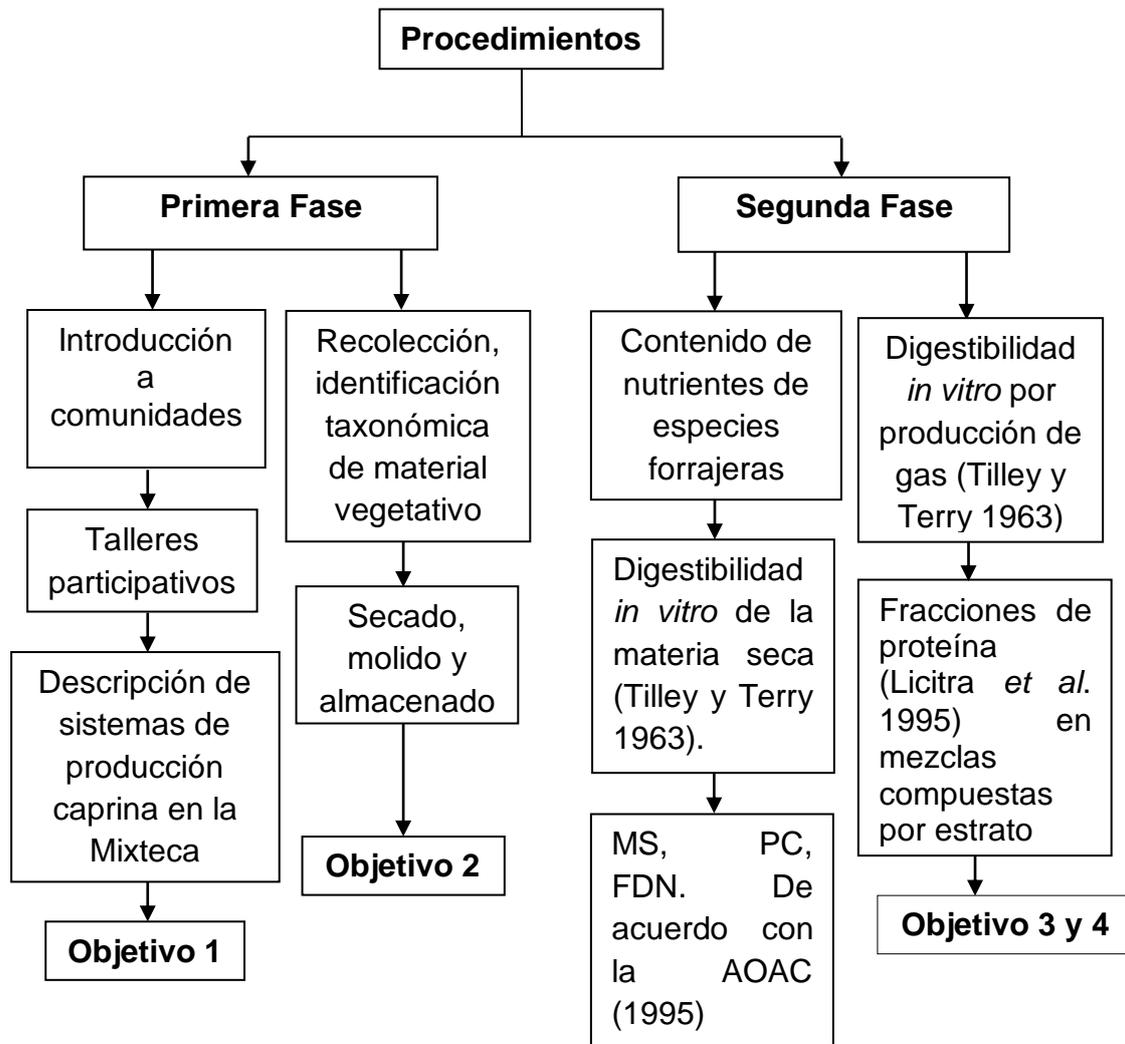
(INEGI, 2004)

Estas comunidades se seleccionaron debido a su condición económica, considerada de alta y media marginación, y por la importancia de la producción caprina como medio de ingreso, ahorro familiar y autoconsumo.

## 5.2 Fases de trabajo

Para evaluar el contenido de nutrientes en las plantas forrajeras que consumen las cabras en pastoreo extensivo y su relación con su estado nutricional, el presente estudio se llevó a cabo en cuatro fases (Figura 9) con el propósito de cumplir con los objetivos planteados.

**Figura 9. Fases de trabajo abordadas en el presente estudio**



## **5.2.1 Primera fase**

### **5.2.1.1 Introducción a las comunidades**

Para conocer las comunidades, se realizaron talleres participativos y entrevistas con informantes clave (Geilfus, 2002). Éstos informantes debían tener conocimientos tradicionales y prácticos, además de percibir lo que pasa en la comunidad, medio ambiente y hábitat natural. En este caso se dialogó con productores, pastores y autoridades municipales, con el fin de caracterizar los sistemas de producción caprina en cuanto a número de animales, instalaciones, sanidad, prácticas de alimentación del ganado en pastoreo, nombre y tipo de plantas que consumen, horas de pastoreo, lugares de pastoreo y comercialización. Las reuniones fueron esenciales para el conocimiento, acercamiento y aceptación del proyecto por los productores, además se contactaron a productores y pastores con las que se recorrerían las rutas de pastoreo.

### **5.2.1.2 Recolección e identificación taxonómica de material vegetativo**

En la recolección de muestras, se utilizó el método de observación directa siguiendo rutas de pastoreo (Geilfus, 2002; Arias *et al.*, 2014) habitualmente utilizadas por productores caprinos de cada comunidad. Se realizaron 4 recorridos por comunidad que duraron de 6 a 9 horas diarias. En este sentido se requirió de la experiencia de los pastores y productores (Geilfus, 2002) para el reconocimiento de árboles, arbustos y herbáceas, además de algunas vainas usadas como recursos forrajeros locales disponibles para la alimentación de ganado caprino. La colecta de muestras se realizó de acuerdo a la parte consumida por el ganado, hojas y vainas de diferentes especies (Arias *et al.*, 2014).

La identificación botánica de las especies recolectadas fue en base a lo reportado por Martínez (1979). Se formó un inventario de árboles, arbustos y herbáceas, además de algunas vainas, como recursos forrajeros locales disponibles para la alimentación de ganado caprino.

Alrededor de 500 g de cada muestra vegetal se conservaron en bolsas de papel debidamente identificadas. Luego se secaron en estufas de aire forzado a 65°C por 48h y se molieron a un tamaño de partícula de 1 mm. De cada muestra colectada por estrato (árbol, arbustiva y herbácea) se pesaron 5 g para elaborar 3 mezclas compuestas y posteriormente de estas muestras se elaboraron 4 réplicas más (Árboles x Arbustivas, Árboles x Herbáceas, Arbustivas x Herbáceas y Árboles x Arbustiva x Herbáceas) para su posterior análisis.

### **5.3 Segunda fase**

La composición química de las muestras vegetales colectadas y de las mezclas compuestas se realizó en Laboratorio de Nutrición Animal del programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados, campus Montecillo. Se analizaron para: Materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) (AOAC, 1995) y fibra detergente neutra (FDN) según la AOAC (1995). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se evaluó de acuerdo al método descrito por Tilley y Terry (1963) y en las mezclas compuestas de forraje se determinaron las fracciones de proteína según el procedimiento de Licitra *et al.* (1995).

## 6. DISEÑO ESTADÍSTICO

La composición química y la digestibilidad *In vitro* de la materia seca (DIVMS) de los forrajes se evaluaron con un diseño en bloques al azar. Los efectos fijos fueron la comunidad (Chocani, Cuauteppec, Huertilla, San Marcos y Tindú), el tipo de forraje (árbol, arbustiva, herbácea y vainas) y la estación (lluvia y sequía). Los datos se analizaron usando el procedimiento GLM y la comparación de medias con la prueba de Tukey ( $P < 0.05$ ) en el paquete estadístico SAS (2002). El modelo estadístico fue el siguiente:

$$y = \mu + C_i + F_j + E_k + CF_{ij} + CE_{ik} + FE_{jk} + e_{ijk}$$

$\mu$  = Media general

$C_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima comunidad

$F_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo forraje

$E_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima estación

$CF_{ij}$  = Efecto fijo de la interacción de la  $i$ -ésima comunidad con el  $j$ -ésimo forraje.

$CE_{ik}$  = Efecto fijo de la interacción de la  $i$ -ésima comunidad con la  $k$ -ésima estación

$FE_{jk}$  = Efecto fijo de la interacción de la  $j$ -ésimo forraje con la  $k$ -ésima estación

$e_{ijk}$  = Error experimental

## 7. RESULTADOS

### 7.1 PRIMERA FASE

#### 7.1.1 Descripción de sistemas de producción caprina

En la zona de estudio se practican dos sistemas de producción caprina, el extensivo (Chocani, Cuauhtepic, Tindú y Huertilla) con mayor extensión y en menor medida el trashumante (San Marcos). En ambos sistemas el pastoreo se realiza en tierras comunales. El número de animales entre sistemas varia, pero es mayor en el trashumante, con rebaños de  $1050 \pm 636$  cabezas, mientras que en el extensivo es de  $106.3 \pm 103.4$  cabezas. El tipo de ganado caprino en el sistema trashumante es el “pastoreño”, con características fenotípicas de la raza Ibérica de estampa blanca (Figura 10). De las cualidades destacadas por pastores y productores sobresalen su precocidad, resistencia y rusticidad para caminar en terrenos de difícil acceso.



**Figura 10. Ganado caprino en sistema trashumante de la comunidad de San Marcos Arteaga, Oaxaca. Destaca el número de animales y las características fenotípicas.**

En el sistema extensivo predomina “El Criollo”; resaltando las estampas de color café, negro, blancas y mezclas de dichos colores; con características fenotípicas de las razas Anglo-Nubia y Alpino Francés (Figura 11); aunque algunos productores han introducido ganado Bóer con algunos problemas de adaptación (entre ellos consumo de plantas tóxicas). El ganado “pastoreño” no es exclusivo del trashumante, pues en Tindú y Cuautepec se cuenta con este tipo de ganado pero con rebaños de menor proporción.



**Figura 11. Ganado caprino en sistema extensivo en la comunidad de Chocani, Oaxaca. Amplia diversidad en fenotipos y menor número de animales.**

#### **7.1.1.1 Características sociales**

La producción del ganado caprino en la mixteca representa el ahorro familiar y es una fuente de auto consumo; pues es utilizado para fiestas religiosas, culturales o ferias populares. No obstante, para algunos productores representa la única forma de ingreso, pues ha llegado a ser su principal actividad económica.

El cuidado y limpieza de corrales se realiza por familiares (Figura 12), mientras que el pastoreo, se realiza principalmente por mujeres y niños; aunque hay algunas excepciones. Por ejemplo, en el sistema trashumante se pagan \$4000 al mes a pastores por realizar dicha actividad.



**Figura 12. Mano de obra familiar para el pastoreo de ganado caprino.**

### **7.1.1.2 Instalaciones**

En los sistemas extensivos los corrales están contruidos con materiales de la región (como postes de madera y forrajes leñosos) y se utilizan solo para el encierro nocturno. Algunos corrales están hechos con malla metálica y cuentan con techo, comederos y bebederos; sus pisos son de tierra con declive natural para un mejor escurrimiento de las excretas y orina (Figura 13).



**Figura 13. Corral de encierro característico en sistemas extensivos. Hacinamiento de animales.**

El espacio por animal no es suficiente (menos de 1 m<sup>2</sup>) y se observaron lesiones y mayor contagio de enfermedades atribuidos a su hacinamiento. Algunos productores poseen corrales de manejo para desparasitar o vacunar a sus caprinos; éstos por lo regular son itinerantes y están hechos de malla metálica. Los bebederos solo los utilizan en época de estiaje. En el trashumante el ganado no es encerrado, duerme en los sitios elegidos por el pastor denominados “majada” dentro del área de pastoreo (Figura 14).



**Figura 14. Ganado en sistemas trashumantes descansando antes de salir a pastorear.**

### **7.1.1.3 Alimentación**

La alimentación en los dos tipos de sistemas se basa en el pastoreo en tierras comunales y en algunas ocasiones en terrenos particulares. El tiempo de pastoreo es de aproximadamente 8 horas. El uso de las tierras de pastoreo en la trashumancia, se paga un arrendamiento promedio de \$5000 anuales, no obstante, el pago depende del tamaño del rebaño, el área y la estancia (Figura 15). El tiempo de pastoreo en el trashumante se divide en dos periodos de 4 horas, el primero es de 08:00-12:00 h y el segundo de 14:00-18:00 h. Al término de cada periodo, el rebaño regresa a la majada para poder descansar y rumiar. Por la cantidad de animales que pueden existir en el sistema trashumante, no es de extrañarse que se

lleguen a rentar grandes extensiones de tierra para su alimentación. El tiempo de permanencia en las zonas de pastoreo depende de la oferta de forraje disponible.



**Figura 15. Cabras en pastoreo consumiendo forraje de arbustivas y herbáceas.**

En el sistema extensivo el horario de pastoreo es continuo de 10:00 a 18:00 h. Algunos productores tienen otras actividades sociales y económicas que realizar antes de poder atender a los animales, es por ello que salen a pastorear es más tarde y no de forma regular (Figura 16).



**Figura 16. En época seca los pastores ofrecen ramas de árboles y arbustivas preferidas por el ganado caprino.**

El sobrepastoreo es algo común en ambos sistemas, sin embargo es más perceptible en el sistema extensivo, pues aunque es menor el número de animales, los productores comparten las áreas de pastoreo. En dicho sistema no se cuenta con los recursos suficientes para rentar terrenos destinados al pastoreo.

#### 7.1.1.4 Reproducción

En ambos sistemas no se realizan empadres controlados y mantienen una relación de 40 hembras por macho. El empadre natural comienza en abril y termina en octubre, las pariciones comienzan a fines de septiembre y concluyen en febrero. Los cabritos pesan en promedio 2.5 kg al nacer y se identifican con el número de la madre a través del corte de pelo en las costillas (Figura 17). Este manejo facilita el amamantamiento del o los cabritos todos los días durante la mañana, medio día y noche, durante 2 meses.



**Figura 17. Pastor marca costillas de madre (Izq.) y cría (Der) para identificarlos y rasura la cola de ambos para prevenir posibles infecciones.**

Para facilitar el pastoreo de las madres, las crías se sujetan de la pata trasera a algún arbusto durante los primeros 15 días de vida (Figura 18). Las crías salen a pastorear junto con el rebaño hasta los dos meses de edad.

El destete de las crías casi no se practica. Los dueños y pastores seleccionan los cabritos para la venta y para remplazos marcándolos con una muesca en la oreja. Ésta selección se realiza con base a la vitalidad del cabrito, la vida productiva y la condición corporal de las madres. La mayor tasa de mortalidad se presenta en

cabritos nacidos en la época de estiaje, que coincide con las últimas hembras que se empadraron.



**Figura 18. Cabritos de 2 semanas de edad sujetados de las patas traseras para evitar que salgan a pastorear con el rebaño. Por su corta edad tienden a cansarse y perderse si salen a pastorear.**

#### **7.1.1.5 Manejo sanitario**

Los productores saben que es necesario desparasitar y vacunar a sus caprinos, pero son muy pocos los que reciben apoyo técnico. La prevención a enfermedades se desconoce. Los corrales solo se limpian, algunas veces se desinfectan y encalan (Figura 20). El estiércol recolectado se utiliza como abono en cultivos. Cuando se compran animales se incorporan con el rebaño sin alguna medida sanitaria; solo se busca ayuda médica cuando los animales se encuentran postrados o en malas condiciones de salud.



**Figura 19. Corral encalado como preventivo para posibles enfermedades.**

#### **7.1.1.6 Enfermedades**

Las enfermedades diagnosticadas por cuadros clínicos y hallazgos a la necropsia por lesiones patognomónicas son la conjuntivitis, timpanismo, linfadenitis caseosa, paratuberculosis, pasteurelosis (*Mannheimia haemolytica*), gabarro (*Fusobacterium necrophorum*) y derrengué (Lyssavirus). Solo se inmuniza contra pasteurelosis y clostridiasis con vacunas o bacterinas dudosas.

#### **7.1.1.7 Comercialización**

La mayor actividad comercial en el ganado caprino se realiza entre los meses de Octubre y Noviembre (Figura 19). En esta zona, el precio se eleva de \$500 hasta \$1100 pesos por cada animal adulto de más de 38 kg. El mejor precio depende del tipo de animal y la condición corporal. El mejor precio se cotiza durante la temporada de “La Matanza” que se realiza en Tehuacán, Puebla y Huajuapán de León, Oaxaca. Comenzando a mediados de Octubre y culmina en la segunda semana de Noviembre. Sin embargo, esta actividad es de particulares y funciona como un duopolio. Durante el resto del año el ganado es vendido a intermediarios y barbacoyeros.



**Figura 20. Ganado destinado para la matanza de Huajuapán de León.**

El ganado que alcanza los mejores precios es el “pastoreño”. Específicamente las hembras de desecho, posteriormente machos de un año y en último lugar, el ganado tipo “criollo”. El destino del ganado en la matanza es para la elaboración de carne seca salada comúnmente llamada “chito” con un precio aproximado de \$300 pesos por kilo, no obstante se aprovechan también las costillas (\$300/kg), ubre (\$550/kg), tripa (\$200/kg) y caderas (\$770/kg). Dentro de los platillos consumidos a base de ganado caprino en esta región se encuentra la barbacoa con un precio aproximado de \$250 pesos por kg y el mole de caderas llegando a valer hasta \$300 pesos por plato. Otro producto comercializable en estos sistemas es el cabrito los cuales son vendidos entre \$300 y \$500 pesos a intermediarios.

### **7.1.2 Identificación taxonómica de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo**

Se colectaron 182 muestras distribuidas de la siguiente manera: 101 de árboles, 38 de arbustivas, 27 de herbáceas y 16 tipos de vainas consumidas por el ganado. La distribución por tipo de forraje y época se muestra en el Cuadro 2. En este caso, la disponibilidad de forraje fue mayor en la estación lluviosa, donde se identificaron 136 especies contra 46 en sequía, distribuyéndose en 82, 20, 23, 11 y 19, 18, 4, 5 especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y vainas respectivamente.

**Cuadro 2. Conjunto de especies recolectadas por tipo de forraje, estrato y época.**

Estación	Tipos de forraje			Vainas	Total estación
	Estrato				
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		
Lluvia	82	20	23	11	136
Sequía	19	18	4	5	46
<b>Total</b>	101	38	27	16	182

En la época de lluvia, se identificaron 26 familias, las más representativas fueron *Mimosoideae*, *Leguminosae*, *Compositae* y *Fagaceae* con 30, 17, 13 y 11, especies. Las comunidades de Huertilla, San Marcos, y Tindú, respectivamente tuvieron la mayor frecuencia. La comunidad de San Marcos presentó la mayor frecuencia en la segunda y tercera familia de forrajes.

En la época de sequía, las familias *Mimosoideae*, *Fagaceae* y *Anacardiaceae* fueron las más frecuentes. Destacando por su contribución, el mayor número de especies se presentó en las comunidades de Cuautepec, Tindú y Chocani (Cuadro 3 y 4).

**Cuadro 3. Especies consumidas en época de lluvia por caprinos a pastoreo en la Mixteca oaxaqueña.**

Comunidad	Nombre común	Nombre científico	Familia	Estrato
Chocani	Mezquite	<i>Prosopis laevigata</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Chocani	Ramoncillo	<i>Cercocarpus betuloides</i>	<i>Rosaceae</i>	Árbol
Chocani	Coatillo	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
Chocani	Encino blanco	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Chocani	Mamey	<i>Saurauia aspera</i>	<i>Saurauiaceae</i>	Árbol
Chocani	Encino colorado	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Chocani	Encino cimarron	<i>Quercus sebifera</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Chocani	Guaje de monte	<i>Leucaena sp.</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Chocani	Espino	<i>Acacia schaffneri</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Chocani	Timbre hoja	<i>Acacia angustissima</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Chocani	Palo de chivo	<i>Lindleya mespilioides</i>	<i>Rosaceae</i>	Arbustiva
Chocani	Quebracho	<i>Rhus standleyi</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Arbustiva
Chocani	Tlacisle	<i>Amelanchier denticulata</i>	<i>Rosaceae</i>	Arbustiva
Chocani	Limon Hoja	<i>Garrya ovata</i>	<i>Garryaceae</i>	Arbustiva

Chocani	S/N hoja redonda	<i>Desmodium orbiculare</i>	<i>Leguminosae</i>	Arbustiva
Chocani	Yucucaba	<i>Montanoa tomentosa</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Chocani	Ticoquio	<i>Salvia lasiantha</i>	<i>Lamiaceae</i>	Herbácea
Chocani	Papalo	<i>Porophyllum ruderale</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Chocani	Hierba blanca bejuquito	<i>Dalea greggii</i>	<i>Leguminosae</i>	Herbácea
Tindú	Zapote blanco	<i>Casimiroa sp.</i>	<i>Rutaceae</i>	Árbol
Tindú	Cuetla	<i>Heliocarpus sp.</i>	<i>Tiliaceae</i>	Árbol
Tindú	Higo	<i>Forestiera rotundifolia</i>	<i>Oleaceae</i>	Árbol
Tindú	Copalillo hoja mediana	<i>Bursera glabrifolia</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
Tindú	Copalillo hoja grande	<i>Actinocheita potentillifolia</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Árbol
Tindú	Encino chaparro	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Tindú	Ocote	<i>Pinus sp.</i>	<i>Pinaceae</i>	Árbol
Tindú	Enebro	<i>Cupressus sp.</i>	<i>Cupressaceae</i>	Árbol
Tindú	Encino cuchara	<i>Quercus rugosa</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Tindú	Encino roble	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Tindú	Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Tindú	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Tindú	Huaje verde	<i>Lucaena macrophylla</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Tindú	Encino hoja delgada	<i>Quercus magnoliifolia</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Tindú	Fresnillo de monte	<i>Fraxinus sp.</i>	<i>Oleaceae</i>	Árbol
Tindú	Copalillo hoja chica	<i>Bursera aptera</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
Tindú	Coatillo	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
Tindú	Cilantrillo	<i>Zanthoxylum liebmanniana</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbustiva
Tindú	Jariya	<i>Dodonaea viscosa</i>	<i>Sapindaceae</i>	Arbustiva
Tindú	Zomaque dulce	<i>Rhus oaxaca</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Arbustiva
Tindú	Zomaque amargo	<i>Rhus standleyi</i>	<i>Anacardiaceae</i>	Arbustiva
Tindú	Timbre hoja	<i>Acacia angustissima</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Tindú	Cubata hoja	<i>Acacia cochliacantha</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Tindú	Bejuco flor blanca	<i>Rhynchosia minima</i>	<i>Fabaceae</i>	Herbácea
Tindú	Acahualt	<i>Tithonia sp.</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Tindú	Girasol	<i>Cosmos sulphureus</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Tindú	Limoncillo	<i>Dalea foliolosa</i>	<i>Leguminosae</i>	Herbácea
Tindú	Chilaco flor blanca	<i>Montanoa sp.</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Tindú	Hieba de coyote	<i>Calea zacatechichi</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Tindú	Hierba de raton	<i>Desmodium sp</i>	<i>Leguminosae</i>	Herbácea
Tindú	Ramoncillo	<i>Cercocarpus sp.</i>	<i>Rosaceae</i>	Herbácea
Tindú	Flor de san miguel	<i>Salvia sessei</i>	<i>Lamiaceae</i>	Herbácea
Tindú	S/N cola de borrego	<i>Dalea greggii</i>	<i>Leguminosae</i>	Herbácea
Huertilla	Copal hoja grande	<i>Bursea asplenniifolia</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
Huertilla	Palo brasil	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	<i>Caesalpinioideae</i>	Árbol
Huertilla	Tlahuitole	<i>Lysiloma divaricatum</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Huertilla	Guayavillo	<i>S.l.</i>	<i>S.l.</i>	Árbol

Huertilla	Palo blanco	<i>Acacia coulteri</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Huertilla	Calahuate	<i>Heliocarpus sp.</i>	<i>Tiliaceae</i>	Árbol
Huertilla	Pata de cabra	<i>Lysiloma tergeminum</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Huertilla	Venenillo hoja	<i>Thevetia thevetioides</i>	<i>Apocynaceae</i>	Árbol
Huertilla	Linoloe	<i>Bursera linanoe</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
Huertilla	Huaje verde	<i>Lucaena leucocephala</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Huertilla	Mezquite hoja	<i>Prosopis laevigata</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Huertilla	Barba de chivo	<i>Pithecollobium acatlense</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Huertilla	Chaparro	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	Arbustiva
Huertilla	Uña de gato	<i>Mimosa polyantha</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Huertilla	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Huertilla	Cubata hoja	<i>Acacia cochliacantha</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Huertilla	Zapotillo hoja	<i>Bourreria obovata</i>	<i>Boraginaceae</i>	Arbustiva
Huertilla	Chilesolote	<i>Gagnebina sp.</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Huertilla	Rompebotas	<i>Cassia pringlei</i>	<i>Caesalpinoideae</i>	Arbustiva
Huertilla	S/N enredadera	<i>S.l.</i>	<i>S.l.</i>	Herbácea
Huertilla	Pancololo	<i>Cissus sp.</i>	<i>Vitaceae</i>	Herbácea
Cuautepec	Palo de ramo blanco	<i>Cercocarpus macrophyllus</i>	<i>Rosaceae</i>	Árbol
Cuautepec	Coatillo	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
Cuautepec	Tehuistle	<i>Acacia bilimekii</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Cuautepec	Coatillo rayado	<i>Brongniartia benthamiana</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
Cuautepec	Encino chaparro	<i>Quercus glaucoides</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Cuautepec	Copalillo	<i>Bursera glabrifolia</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
Cuautepec	Encino tinta	<i>Quercus acutifolia</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Cuautepec	Palo herrero	<i>Mimosa fasciculata</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Cuautepec	Copalillo hoja grande	<i>Bursera aspleniifolia</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
Cuautepec	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Cuautepec	Jariya	<i>Dodonaea viscosa</i>	<i>Sapindaceae</i>	Árbol
Cuautepec	Cubata hoja	<i>Acacia cochliacantha</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Cuautepec	Campanilla	<i>Tecoma stans</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Árbol
Cuautepec	Tlacisle	<i>Amelanchier denticulata</i>	<i>Rosaceae</i>	Árbol
Cuautepec	Rayadito	<i>S.l.</i>	<i>S.l.</i>	Árbol
Cuautepec	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
Cuautepec	Oaxaqueña	<i>Calea ternifolia</i>	<i>Asteraceae</i>	Árbol
Cuautepec	Bejuco rastrero	<i>Dalea greggii</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
Cuautepec	Pasto rosa	<i>Rhynchelytrum repens</i>	<i>Poaceae</i>	Árbol
Cuautepec	Chilaco blanco	<i>Monanoa leucantha</i>	<i>Compositae</i>	Árbol
San Marcos	Cuetla	<i>Heliocarpus sp.</i>	<i>Tiliaceae</i>	Árbol
San Marcos	Copalillo fino	<i>Bursera aptera</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
San Marcos	Palo herrero	<i>Mimosa fasciculata</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
San Marcos	Tlahuitole	<i>Lysiloma divaricatum</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
San Marcos	Coatillo vaina	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
San Marcos	Palo pajarito	<i>S.l.</i>	<i>S.l.</i>	Árbol

San Marcos	Encino tinta	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
San Marcos	Encino chaparro	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
San Marcos	Tehuistle	<i>Acacia bilimekii</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
San Marcos	Coatillo	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
San Marcos	Copalillo hoja gruesa	<i>Busera aspleniifolia</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
San Marcos	Huaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Mimosoideae</i>	Árbol
San Marcos	Cuajote	<i>Bursera fagaroides</i>	<i>Burseraceae</i>	Árbol
San Marcos	Huajillo flor morada	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Leguminosae</i>	Árbol
San Marcos	Coyotomate	S.I.	S.I.	Árbol
San Marcos	Culeandrillo	<i>Zanthoxylum liebmanniana</i>	<i>Rutaceae</i>	Arbustiva
San Marcos	Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
San Marcos	Estoraquillo	<i>Forestiera phillyreoides</i>	<i>Oleaceae</i>	Arbustiva
San Marcos	Canelillo	<i>Caesalpinia melanadenia</i>	<i>Leguminosae</i>	Arbustiva
San Marcos	Uña de gato	<i>Mimosa polyantha</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
San Marcos	Guayavillo	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	<i>Rhamnaceae</i>	Arbustiva
San Marcos	Jariya	<i>Dodonaea viscosa</i>	<i>Sapindaceae</i>	Arbustiva
San Marcos	Chilaco amarillo	<i>Montanoa hibiscifolia</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
San Marcos	Pasto rosa	<i>Rhynchelytrum repens</i>	<i>Poaceae</i>	Herbácea
San Marcos	Huaje de raton	<i>Chamaecrista nictitans</i>	<i>Leguminosae</i>	Herbácea
San Marcos	S/N con vaina	<i>Macrophilium gibbosifolium</i>	<i>Leguminosae</i>	Herbácea
San Marcos	Girasol	<i>Cosmos sulphureus</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
San Marcos	Flor de muerto	<i>Tagetes erecta</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
San Marcos	Aceitillo	<i>Bidens pilosa L</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
San Marcos	Vergonzosa	<i>Mimosa albida</i>	<i>Leguminosae</i>	Herbácea
San Marcos	Chilaco de cruz	<i>Montanoa sp.</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
San Marcos	Flor amarilla	<i>Bidens anthemoides</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea

S.I: Sin Identificación

**Cuadro 4. Especies consumidas en época de sequía por caprinos a pastoreo en la Mixteca oaxaqueña.**

Comunidad	Nombre común	Nombre científico	Familia	Estrato
Chocani	Espinas	<i>Cassia mexicana</i>	<i>Fabaceae</i>	Árbol
Chocani	Palo de incienso	<i>Pistacia mexicana</i>	<i>Anacardiáceae</i>	Árbol
Chocani	Sauce	<i>Salix bonplandiana</i>	<i>Salicaceae</i>	Árbol
Chocani	Zomaque hora redonda	<i>Rhus chondroloma</i>	<i>Anacardiáceae</i>	Arbustiva
Chocani	Espino ejote largo	<i>Mimosa schaffneri</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
Chocani	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
Chocani	Zomaque hoja delgada	<i>Rhus oaxacana</i>	<i>Anacardiáceae</i>	Arbustiva
Chocani	Uña de gato	<i>Mimosa calcicola</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
Chocani	Jariya	<i>Baccharis salicifolia</i>	<i>Asteraceae</i>	Arbustiva
Chocani	Campanilla	<i>Tecoma stans</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Arbustiva

Chocani	Palo fino	S.I	S.I	Herbácea
Chocani	Chamizo	<i>Senecio salignus</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Chocani	Barredor	<i>Baccharis pteronioides</i>	<i>Asteraceae</i>	Herbácea
Chocani	Pegajoso	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	<i>Compositae</i>	Herbácea
Tindú	Encino chaparro	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Tindú	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	<i>Mimosaceae</i>	Árbol
Tindú	Encino amarillo	<i>Quercus magnoliifolia.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Tindú	Capulin	<i>Pseudosmodingium multifolium</i>	<i>Anacardiáceae</i>	Árbol
Tindú	Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i>	<i>Mimosaceae</i>	Árbol
Tindú	Encino roble	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Tindú	Enebro	<i>Cupressus sp.</i>	<i>Cupressaceae</i>	Árbol
Tindú	Ocote	<i>Pinus sp.</i>	<i>Pinaceae</i>	Árbol
Tindú	Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
Huertilla	Amate	<i>Ficus sp.</i>	<i>Moraceae</i>	Árbol
Huertilla	Venenillo	<i>Thevetia thevetioides</i>	<i>Apocynaceae</i>	Árbol
Huertilla	Hoja sierecillo	<i>Mimosa benthamii</i>	<i>Mimosoideae</i>	Arbustiva
Huertilla	Chaparro	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	<i>Nyctaginaceae</i>	Arbustiva
Cuatepec	Palo de ramo blanco	<i>Cercocarpus macrophyllus</i>	<i>Rosaceae</i>	Árbol
Cuatepec	Tepehuaje	<i>Lysiloma acapulcense</i>	<i>Mimosaceae</i>	Árbol
Cuatepec	Enebro	<i>Cupressus sp.</i>	<i>Cupressaceae</i>	Árbol
Cuatepec	Encino chaparro	<i>Quercus glaucoides</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
Cuatepec	Tehuistle	<i>Acacia bilimekii</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
Cuatepec	Jariya	<i>Dodonaea viscosa</i>	<i>Sapindaceae</i>	Arbustiva
Cuatepec	Palo herrero	<i>Mimosa fasciculata</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
Cuatepec	Huizache hoja	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
Cuatepec	Campanilla	<i>Tecoma stans</i>	<i>Bignoniaceae</i>	Arbustiva
Cuatepec	Cubata	<i>Acacia cochliacantha</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
San Marcos	Encino chaparro	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
San Marcos	Encino tinta	<i>Quercus sp.</i>	<i>Fagaceae</i>	Árbol
San Marcos	Huizache hoja	<i>Acacia farnesiana</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva
San Marcos	Cubata retoño	<i>Acacia cochliacantha</i>	<i>Mimosaceae</i>	Arbustiva

S.I: Sin Identificación

## 7.2 SEGUDA FASE

### 7.2.1 Estimación nutritiva de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo

#### 7.2.1.1 Materia seca y materia orgánica

La MS del forraje fue muy variable, en época de lluvia los valores se encuentre entre 86 y 766 g., mientras que en la época de sequía se encuentran entre 79 y 717 (Cuadro 5 y 6). Por otra parte, del total de forraje (árboles, arbustivas, herbáceas y vainas) el 36 % presenta valores de MO iguales o mayores a 900 g de los cuales 27 son árboles, 6 arbustivas, 6 herbáceas y 8 vainas (Cuadro 5 y 6). El 5 % de los forrajes presentan valores inferiores a 800 g Kg<sup>-1</sup> de MS, 1 árbol, 2 arbustivas y 6 herbáceas. El 59 % restante se mantiene dentro del rango de las cantidades antes mencionado con 34 árboles, 25 arbustivas, 18 herbáceas y 3 vainas (Cuadro 5 y 6).

**Cuadro 5. Concentración promedio de MS, MO, PC, FDN y DIVMS en g por Kg<sup>-1</sup> de MS de forrajes en época de lluvia.**

Comunidad	Nombre científico	Tipo de forraje	MS	MO	PC	FDN	DIVMS
Chocani	<i>Prospis laevigata</i>	Árbol	461.3	872.9	201.0	394.8	814.3
Chocani	<i>Acacia schaffneri</i>	Árbol	374.3	905.5	170.4	476.8	864.0
Chocani	<i>Cercocarpus betuloides</i>	Árbol	492.0	897.6	98.7	405.3	779.5
Chocani	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Árbol	431.5	845.6	142.6	348.7	799.6
Chocani	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	488.1	908.3	101.9	529.7	861.9
Chocani	<i>Saurauia aspera</i>	Árbol	478.4	888.8	77.7	198.7	841.0
Chocani	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	401.6	902.6	94.1	454.5	808.7
Chocani	<i>Quercus sebifera</i>	Árbol	403.8	907.8	72.6	519.3	887.8
Chocani	<i>Leucaena sp.</i>	Árbol	514.5	903.0	93.9	419.3	840.1
Chocani	<i>Acacia angustissima</i>	Arbustiva	446.1	861.7	140.8	227.7	874.3
Chocani	<i>Lindleya mespilioides</i>	Arbustiva	482.4	886.4	73.3	317.0	753.0
Chocani	<i>Rhus standleyi</i>	Arbustiva	380.4	908.5	60.0	398.6	776.9
Chocani	<i>Amelanchier denticulata</i>	Arbustiva	373.5	889.7	55.3	365.9	831.3
Chocani	<i>Garrya ovata</i>	Arbustiva	418.8	891.9	56.3	484.4	795.5
Chocani	<i>Desmodium orbiculare</i>	Arbustiva	523.8	865.1	137.6	373.2	807.7
Chocani	<i>Montanoa tomentosa</i>	Herbácea	658.8	821.8	195.5	354.8	747.1
Chocani	<i>Salvia lasiantha</i>	Herbácea	680.1	799.4	205.1	275.2	673.1
Chocani	<i>Porophyllum ruderale</i>	Herbácea	698.8	759.7	112.5	223.3	687.1

Chocani	<i>Dalea greggii</i>	Herbácea	570.8	883.0	107.0	429.8	849.3
Tindú	<i>Casimiroa sp.</i>	Árbol	556.0	851.9	134.3	395.0	633.8
Tindú	<i>Heliocarpus sp.</i>	Árbol	650.3	870.6	131.1	441.2	620.8
Tindú	<i>Forestiera rotundifolia</i>	Árbol	722.2	814.0	128.1	522.3	626.7
Tindú	<i>Bursera glabrifolia</i>	Árbol	544.5	831.7	89.7	403.3	752.7
Tindú	<i>Actinocheita potentillifolia</i>	Árbol	523.7	855.9	101.0	398.5	701.6
Tindú	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	489.8	915.0	98.6	541.9	809.1
Tindú	<i>Pinus sp.</i>	Árbol	529.0	934.9	52.0	656.1	849.4
Tindú	<i>Cupressus sp.</i>	Árbol	562.6	926.1	81.2	500.8	853.1
Tindú	<i>Quercus rugosa</i>	Árbol	420.0	935.8	62.8	668.1	832.6
Tindú	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	469.3	900.1	66.8	555.1	835.2
Tindú	<i>Acacia pennatula</i>	Árbol	513.2	926.1	123.6	589.4	882.4
Tindú	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Árbol	521.7	939.6	132.5	612.7	873.8
Tindú	<i>Lucaena macrophylla</i>	Árbol	626.4	911.3	189.7	615.0	818.5
Tindú	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Árbol	490.7	925.8	83.1	470.0	807.6
Tindú	<i>Fraxinus sp.</i>	Árbol	453.4	934.1	75.8	306.4	787.4
Tindú	<i>Bursera aptera</i>	Árbol	466.7	886.1	128.5	400.1	750.3
Tindú	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Árbol	471.7	924.5	150.5	558.7	785.1
Tindú	<i>Zanthoxylum liebmanniana</i>	Arbustiva	536.6	853.2	119.5	266.1	559.3
Tindú	<i>Dodonaea viscosa</i>	Arbustiva	651.7	908.4	135.2	390.0	740.5
Tindú	<i>Rhus oaxaca</i>	Arbustiva	532.5	938.6	73.6	467.1	749.2
Tindú	<i>Rhus standleyi</i>	Arbustiva	485.8	937.3	56.5	415.0	826.5
Tindú	<i>Acacia angustissima</i>	Arbustiva	506.0	831.1	150.6	365.6	869.4
Tindú	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustiva	461.2	933.3	106.1	492.8	887.3
Tindú	<i>Rhynchosia minima</i>	Herbácea	666.7	854.0	136.9	298.1	671.0
Tindú	<i>Tithonia sp.</i>	Herbácea	766.2	792.2	125.6	330.3	697.1
Tindú	<i>Cosmos sulphureus</i>	Herbácea	738.1	869.4	116.6	440.1	671.9
Tindú	<i>Dalea foliolosa</i>	Herbácea	605.0	861.9	93.9	499.0	769.8
Tindú	<i>Montanoa sp.</i>	Herbácea	673.9	844.1	162.9	440.1	628.4
Tindú	<i>Calea zacatechichi</i>	Herbácea	630.8	846.6	117.7	319.1	688.0
Tindú	<i>Desmodium sp</i>	Herbácea	694.1	889.5	123.0	549.6	689.3
Tindú	<i>Cercocarpus sp.</i>	Herbácea	524.6	932.5	94.0	466.3	801.6
Tindú	<i>Salvia sessei</i>	Herbácea	620.2	888.7	97.1	346.7	834.1
Tindú	<i>Dalea greggii</i>	Herbácea	551.3	918.7	119.1	522.4	806.9
Tindú	<i>Acacia cochliacantha</i>	Vaina	665.7	937.5	65.8	727.0	803.9
Tindú	<i>Acacia angustissima</i>	Vaina	640.4	933.2	175.6	527.7	704.0
Tindú	<i>Acacia pennatula</i>	Vaina	595.1	949.4	65.9	715.0	860.3
Huertilla	<i>Bursea asplenniifolia</i>	Árbol	513.0	813.0	98.8	448.9	771.2
Huertilla	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Árbol	460.9	851.7	110.5	330.6	664.2
Huertilla	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Árbol	482.5	916.9	150.5	394.7	636.0
Huertilla	Guayavillo <sup>1</sup>	Árbol	632.5	838.2	87.5	524.1	669.8
Huertilla	<i>Acacia coulteri</i>	Árbol	500.0	880.2	162.3	347.8	705.8

Huertilla	<i>Heliocarpus sp.</i>	Árbol	596.9	857.1	80.0	450.8	618.3
Huertilla	<i>Lysiloma tergeminum</i>	Árbol	502.6	907.2	117.5	472.3	696.8
Huertilla	<i>Thevetia thevetioides</i>	Árbol	668.1	842.9	104.3	429.1	603.0
Huertilla	<i>Bursera linanoe</i>	Árbol	549.4	814.8	91.4	496.3	620.9
Huertilla	<i>Lucaena leucocephala</i>	Árbol	589.1	875.8	110.1	392.4	567.8
Huertilla	<i>Prospis laevigata</i>	Árbol	554.4	897.9	219.4	451.0	661.9
Huertilla	<i>Pithecollobium acatlense</i>	Arbustiva	463.5	894.7	144.8	496.0	809.6
Huertilla	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	Arbustiva	600.9	811.0	167.3	550.9	757.0
Huertilla	<i>Mimosa polyantha</i>	Arbustiva	467.7	844.9	146.0	303.9	572.0
Huertilla	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustiva	475.0	894.3	214.2	481.3	633.0
Huertilla	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustiva	472.0	884.3	177.3	434.8	681.9
Huertilla	<i>Bouyeria obovata</i>	Arbustiva	428.6	777.1	73.0	380.6	675.4
Huertilla	<i>Gagnebina sp.</i>	Arbustiva	521.4	841.2	129.3	348.0	629.2
Huertilla	<i>Cassia pringlei</i>	Arbustiva	574.9	790.3	114.4	327.2	650.3
Huertilla	S/N enredadera <sup>1</sup>	Herbácea	686.0	751.0	176.8	273.3	510.2
Huertilla	<i>Cissus sp.</i>	Herbácea	668.9	873.4	140.0	413.4	604.9
Huertilla	<i>Pithecollobium acatlense</i>	Vaina	619.2	930.8	150.4	522.4	720.9
Huertilla	<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Vaina	606.3	914.7	105.4	469.4	652.4
Huertilla	<i>Mimosa polyantha</i>	Vaina	612.7	892.3	194.9	511.4	594.6
Huertilla	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Vaina	668.0	899.8	132.2	391.3	661.5
Cuatepec	<i>Cercocarpus macrophyllus</i>	Árbol	492.2	873.8	82.8	425.9	654.5
Cuatepec	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Árbol	559.1	846.1	130.8	486.1	669.0
Cuatepec	<i>Acacia bilimekii</i>	Árbol	372.3	874.4	103.3	478.8	689.4
Cuatepec	<i>Brongniartia benthamiana</i>	Árbol	620.2	844.2	104.0	368.0	544.0
Cuatepec	<i>Quercus glaucooides</i>	Árbol	498.2	901.8	107.6	537.4	651.6
Cuatepec	<i>Bursera glabrifolia</i>	Árbol	552.5	779.7	128.8	444.3	648.2
Cuatepec	<i>Quercus acutifolia</i>	Árbol	467.9	920.9	99.1	555.2	733.5
Cuatepec	<i>Mimosa fasciculata</i>	Árbol	496.2	906.8	106.0	506.0	682.3
Cuatepec	<i>Bursea asplenniifolia</i>	Árbol	441.9	832.8	124.4	434.8	594.2
Cuatepec	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Árbol	562.0	877.7	118.3	493.4	639.4
Cuatepec	<i>Dodonaea viscosa</i>	Arbustiva	584.8	879.3	91.3	320.6	715.1
Cuatepec	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustiva	450.9	873.8	96.6	419.0	736.5
Cuatepec	<i>Tecoma stans</i>	Arbustiva	86.3	885.9	64.6	399.9	515.2
Cuatepec	<i>Amelanchier denticulata</i>	Arbustiva	385.9	892.8	66.4	429.1	616.9
Cuatepec	Rayadito <sup>1</sup>	Arbustiva	536.6	882.6	146.0	454.6	296.3
Cuatepec	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustiva	460.0	884.1	243.0	447.8	607.0
Cuatepec	<i>Calea ternifolia</i>	Herbácea	633.0	836.6	112.8	357.3	588.4
Cuatepec	<i>Dalea greggii</i>	Herbácea	552.0	887.6	91.7	505.8	675.7
Cuatepec	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Herbácea	652.8	874.1	42.2	736.7	567.2
Cuatepec	<i>Monanoa leucantha</i>	Herbácea	473.7	803.7	197.1	305.0	518.9
San marcos	<i>Heliocarpus sp.</i>	Árbol	635.2	855.8	117.9	455.0	629.9
San marcos	<i>Bursera aptera</i>	Árbol	479.1	868.9	76.6	463.4	714.5
San marcos	<i>Mimosa fasciculata</i>	Árbol	491.5	929.7	126.8	543.3	727.1

San marcos	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Árbol	574.0	940.9	140.9	382.0	737.7
San marcos	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Árbol	505.3	924.7	169.9	556.4	726.4
San marcos	Palo pajarito <sup>1</sup>	Árbol	478.9	888.6	84.0	431.0	679.3
San marcos	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	460.0	931.2	89.7	584.6	682.6
San marcos	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	472.9	925.2	82.7	529.3	774.4
San marcos	<i>Acacia bilimekii</i>	Árbol	398.5	915.4	130.2	515.2	683.0
San marcos	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Árbol	495.8	893.2	164.4	570.8	496.3
San marcos	<i>Busera aspleniifolia</i>	Árbol	481.1	849.0	113.2	494.9	759.5
San marcos	<i>Leucaena leucocephala</i>	Árbol	571.5	899.8	124.3	388.6	684.4
San marcos	<i>Bursera fagaroides</i>	Árbol	535.1	859.7	90.9	164.0	536.5
San marcos	<i>Gliricidia sepium</i>	Árbol	523.9	859.9	160.2	445.4	576.3
San marcos	Coyotomate <sup>1</sup>	Árbol	452.4	886.7	53.9	450.0	673.9
San marcos	<i>Zanthoxylum liebmanniana</i>	Arbustiva	520.2	868.7	107.5	276.9	389.7
San marcos	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustiva	489.9	915.8	164.5	496.0	764.7
San marcos	<i>Forestiera phillyreoides</i>	Arbustiva	509.2	896.2	69.4	378.1	749.0
San marcos	<i>Caesalpinia melanadenia</i>	Arbustiva	483.6	884.0	141.8	482.3	812.9
San marcos	<i>Mimosa polyantha</i>	Arbustiva	497.2	803.1	135.8	250.8	551.2
San marcos	<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Arbustiva	471.6	889.8	88.1	455.4	656.0
San marcos	<i>Dodonaea viscosa</i>	Arbustiva	565.2	870.7	73.8	373.9	564.9
San marcos	<i>Montanoa hibiscifolia</i>	Herbácea	489.2	821.6	149.7	325.1	602.5
San marcos	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Herbácea	642.4	895.1	33.3	759.8	580.5
San marcos	<i>Chamaecrista nictitans</i>	Herbácea	598.8	935.1	133.5	497.6	706.7
San marcos	<i>Macrophilium gibbosifolium</i>	Herbácea	611.3	927.3	109.3	589.3	603.1
San marcos	<i>Cosmos sulphureus</i>	Herbácea	654.6	902.6	107.8	492.0	618.5
San marcos	<i>Tagetes erecta</i>	Herbácea	628.2	893.4	107.9	448.9	547.9
San marcos	<i>Bidens pilosa L</i>	Herbácea	597.2	862.8	112.7	358.2	684.1
San marcos	<i>Mimosa albida</i>	Herbácea	612.5	904.9	135.1	517.8	686.6
San marcos	<i>Montanoa sp.</i>	Herbácea	528.9	791.5	50.0	389.0	676.9
San marcos	<i>Bidens anthemoides</i>	Herbácea	635.4	742.2	183.8	254.9	603.9
San marcos	<i>Mimosa fasciculata</i>	Vaina	635.2	934.6	93.7	661.7	726.9
San marcos	<i>Lysiloma divaricatum</i>	Vaina	664.5	939.9	115.6	511.1	601.0
San marcos	<i>Acacia cochliacantha</i>	Vaina	694.0	936.1	61.3	699.3	793.2
San marcos	<i>Gliricidia sepium</i>	Vaina	586.4	892.2	176.1	427.7	565.2

MS:Materia seca, MO:Materia orgánica, PC:Proteína cruda, FDN:Fibra detergente neutro, DIVMS:Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

<sup>1</sup> Nombre común

**Cuadro 6. Concentración promedio de MS, MO, PC, FDN y DIVMS en g por Kg<sup>-1</sup> de MS de forrajes en época de sequía.**

Comunidad	Nombre científico	Tipo de forraje	MS	MO	PC	FDN	DIVMS
Chocani	<i>Cassia mexicana</i>	Árbol	500.0	859.2	135.8	283.6	635.1
Chocani	<i>Pistacia mexicana</i>	Árbol	513.4	911.3	111.2	308.3	604.2
Chocani	<i>Salix bonplandiana</i>	Árbol	580.5	876.0	159.8	333.6	704.3
Chocani	<i>Rhus chondroloma</i>	Arbustiva	500.0	867.0	80.6	334.4	751.9
Chocani	<i>Mimosa schaffneri</i>	Arbustiva	414.3	901.1	173.7	541.2	741.4
Chocani	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustiva	445.3	886.7	196.3	453.7	644.6
Chocani	<i>Rhus oaxacana</i>	Arbustiva	543.2	912.8	74.7	329.0	764.1
Chocani	<i>Mimosa calcicola</i>	Arbustiva	487.8	899.0	193.4	422.7	716.5
Chocani	<i>Baccharis salicifolia</i>	Arbustiva	580.6	859.9	170.7	234.1	669.4
Chocani	<i>Tecoma stans</i>	Arbustiva	621.1	892.3	150.7	322.1	526.7
Chocani	Palo fino <sup>1</sup>	Herbácea	530.8	884.0	138.7	291.3	676.2
Chocani	<i>Senecio salignus</i>	Herbácea	717.1	833.1	177.1	213.5	596.2
Chocani	<i>Baccharis pteronioides</i>	Herbácea	500.0	905.3	100.2	371.4	786.5
Chocani	<i>Gymnosperma glutinosum</i>	Herbácea	540.5	886.6	93.4	297.4	771.0
Chocani	<i>Mimosa schaffneri</i>	Vaina	615.4	912.3	111.1	228.0	643.5
Chocani	<i>Acacia farnesiana</i>	Vaina	79.2	901.2	135.9	293.4	494.1
Tindú	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	588.6	920.8	103.1	404.1	817.7
Tindú	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Árbol	547.6	900.3	127.4	433.2	796.2
Tindú	<i>Quercus magnoliifolia</i>	Árbol	545.5	925.4	72.7	406.0	745.3
Tindú	<i>Pseudosmodingium multifolium</i>	Árbol	491.4	920.0	102.7	364.3	676.3
Tindú	<i>Acacia pennatula</i>	Árbol	507.9	907.2	135.3	499.8	807.0
Tindú	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	505.0	923.8	81.4	547.2	774.6
Tindú	<i>Cupressus sp.</i>	Árbol	453.2	900.0	63.0	403.9	742.5
Tindú	<i>Pinus sp.</i>	Árbol	518.7	915.3	56.5	581.4	820.9
Tindú	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustiva	452.1	891.0	209.6	468.4	678.6
Huertilla	<i>Ficus sp.</i>	Árbol	706.7	842.1	163.9	490.9	614.7
Huertilla	<i>Thevetia thevetioides</i>	Árbol	365.9	822.7	48.9	267.1	651.4
Huertilla	<i>Mimosa benthamii</i>	Arbustiva	508.3	892.9	233.5	365.9	615.8
Huertilla	<i>Pisonia macranthocarpa</i>	Arbustiva	660.2	828.7	234.0	515.5	507.5
Huertilla	<i>Mimosa benthamii</i>	Vaina	533.9	906.7	179.7	466.9	598.9
Cuautepec	<i>Cercocarpus macrophyllus</i>	Árbol	397.8	871.8	80.3	365.9	696.5
Cuautepec	<i>Lysiloma acapulcense</i>	Árbol	496.9	884.1	85.4	476.5	779.2
Cuautepec	<i>Cupressus sp.</i>	Árbol	442.3	896.9	63.1	436.0	770.7
Cuautepec	<i>Quercus glaucooides</i>	Árbol	477.9	912.6	96.6	466.1	807.2
Cuautepec	<i>Acacia bilimekii</i>	Arbustiva	381.8	891.0	136.3	467.3	812.1
Cuautepec	<i>Dodonaea viscosa</i>	Arbustiva	457.9	872.8	69.4	232.3	760.7
Cuautepec	<i>Mimosa fasciculata</i>	Arbustiva	554.0	886.5	162.0	478.6	750.7
Cuautepec	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustiva	423.7	838.8	216.5	428.5	647.6
Cuautepec	<i>Tecoma stans</i>	Arbustiva	504.6	855.9	117.2	350.5	562.2
Cuautepec	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustiva	523.8	894.5	310.7	452.7	852.7

San Marcos	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	530.2	916.7	100.9	447.6	810.4
San Marcos	<i>Quercus sp.</i>	Árbol	558.3	879.1	126.2	379.4	634.8
San Marcos	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbustiva	536.8	872.1	260.2	384.4	627.7
San Marcos	<i>Acacia cochliacantha</i>	Arbustiva	546.2	897.9	205.7	453.5	710.7
San Marcos	<i>Prosopis laevigata</i>	Vaina	438.8	905.1	106.3	442.7	566.2
San Marcos	<i>Acacia farnesiana</i>	Vaina	101.6	884.9	127.8	256.4	576.0

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

<sup>1</sup> Nombre común

### 7.2.1.2 Proteína cruda (PC)

Los forrajes se agruparon por estrato en tres rangos con base a su contenido de PC: a) mayores o iguales a 200 g de PC por kg<sup>-1</sup> de MS, b) menores a 100 g de PC por Kg<sup>-1</sup> de MS y en los terceros, c) mayores a 100 pero menores a 200 g de PC por Kg<sup>-1</sup> de MS. Del total (182 especies de forraje), el 7% de ellas (2 árboles, 9 arbustivas y 1 herbácea) se ubicaron dentro del primer rango; 35% (34 árboles, 17 arbustivas, 8 herbáceas y 4 vainas) en el segundo y 59% (45 árboles, 25 arbustivas, 25 herbáceas y 12 vainas) en el tercero (Cuadro 5 y 6).

Por época, las especies que mostraron niveles mayores o iguales a 200 g de PC en lluvia fueron 2 árboles, 2 arbustivas y 1 herbácea (Cuadro 5) y en sequía fueron 7 especies de arbustivas (Cuadro 6). La distribución por época de lluvia fue la siguiente: *Acacia farnesiana* (Cuauhtepic y Huertilla) con 242 y 214 g de PC; *Prosopis laevigata* (Huertilla y Chocani) 219 y 201 g de PC; y *Salvia lasiantha* (Chocani) 205 g de PC. En la época de sequía predominó: *Acacia cochliacantha* (Cuauhtepic y San Marcos), *Acacia farnesiana* (San Marcos, Cuauhtepic y Tindú), *Pisonia macranthocarpa* (Huertilla) y *Mimosa bentharii* (Huertilla). La especie con mayor contenido de proteína en las dos épocas de muestreo correspondió a *Acacia cochliacantha* (Cuauhtepic) con 310 g de PC.

Con niveles de PC menores a 100 g de PC el número de especies en época de lluvia correspondió a 50 (25 árboles, 14 arbustivas, 7 herbáceas y 4 vainas) y en la época de sequía fueron 13 (9 árboles, 3 arbustivas y 1 herbácea) individualmente. En época de lluvia, el menor contenido de PC fue para *Rhynchelytrum repens* con 42 g de PC en Cuauhtepic y 33 g de PC en San Marcos y para vainas fueron *Acacia*

cochliacantha y Acacia pennatula con 66 g de PC. En la época de sequía fue para Thevetia thevetioides (Huertilla) con 48 g de PC.

Por último, durante la época de lluvia el contenido de PC osciló entre 100 y 200 g de PC, en 81 especies (35 árboles, 17 arbustivas, 22 herbáceas y 7 vainas). En cambio, para la época de sequía fueron 26 especies (10 árboles, 8 arbustivas, 3 herbáceas y 5 vainas). Acacia angustissima y Montanoa leucantha (Chocani y Cuautepec) durante la época de lluvia registraron más de 197 g de PC y Actinocheita potentillifolia (Tindú) junto con Encino blanco (Chocani) registraron un valor de 101 g de PC. En época de sequía, Acacia farnesiana y Mimosa calcicola tuvieron 195 y 193 g de PC, mientras que encino chaparro (San Marcos) y barredor (Chocani) tuvieron más de 100 g de PC. En las vainas, el contenido de PC para Mimosa polyantha y Mimosa benthamii fue de 194 y 179 g de PC, en época de lluvia y sequía respectivamente.

#### **7.2.1.3 Fibra detergente neutro (FDN)**

El contenido de FDN en 112 especies (59 árboles, 25 arbustivas, 16 herbáceas y 12 vainas) presentaron valores mayores a 400 g (Cuadro 5 y 6). En la época de lluvia Rhynchelytrum repens (San Marcos) y Acacia cochliacantha junto con Acacia pennatula fueron las de mayor contenido de FDN, con más de 700 g (Cuadro 5). En sequía, Pinus sp. (Tindú) y Encino roble (Tindú) contenían 581 y 547 g (Cuadro 6).

Del total restante, los valores de FDN menores o iguales a 400 g correspondieron a 70 especies (22 árboles, 26 arbustivas, 18 herbáceas y 4 vainas) (Cuadro 5 y 6). La menor cantidad de FDN en lluvia se presentó en Saurauia aspera (Chocani) y Bursera fagaroides (San Marcos) con 198 y 164 g respectivos. En la época de sequía Senecio salignus (Chocani) registró 213 g.

#### **7.2.1.4 Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS)**

Las digestibilidades se clasificaron en tres rangos: a) Más de 800 g, b) menor a 800 g y mayor o igual a 600 g y c) menores a 600 g por Kg<sup>-1</sup> de MS. De esta manera el

número de especies por clasificación corresponden a 36, 117 y 29, respectivamente (Cuadro 5 y 6). En las especies con digestibilidad mayor a 800 g, se presentó en 20 muestras de árboles, 10 arbustivas, 4 herbáceas y 2 vainas. En la época de lluvias fueron 16 árboles, 8 arbustivas, 4 herbáceas y 2 vainas, destacando *Quercus sebifera* (Chocani) y *Acacia cochliacantha* (Tindú) con 887 g (Cuadro 5). En la época de sequía fueron 4 árboles y 2 arbustivas, siendo *Acacia cochliacantha* (Cuauhtepic) la de mayor digestibilidad con 852.70 g (Cuadro 6).

En forrajes con digestibilidad menor a 800 g y mayor o igual a 600 g se encontraron 117 especies. De ellas, 40 árboles, 18 arbustivas, 20 herbáceas y 7 vainas se encuentran en la época de lluvia (Cuadro 5). En sequía fueron 15 árboles, 13 arbustivas, 3 herbáceas y 1 vaina (Cuadro 6). En lluvia, *Eysenhardtia polystachya* (Chocani) posee 799 g y la vaina de *Lysiloma divaricatum* (San Marcos) 601 g. En sequía, *Lysiloma acapulcense* (Cuauhtepic) 796 g y *Pistacia mexicana* (Chocani) 604 g.

Las especies con digestibilidad menor a 600 g, son 6 árboles, 10 arbustivas, 7 herbáceas y 6 vainas (Cuadro 5 y 6). En lluvias fueron 6 árboles, 7 arbustivas, 6 herbáceas y 2 vainas (Cuadro 5). En sequía fueron 3 arbustivas, 1 herbácea y 4 vainas (Cuadro 6). Al respecto, en lluvia el Rayadito (Cuauhtepic) y en sequía la vaina de *Acacia farnesiana* (Chocani) tienen la menor digestibilidad con 296.30 y 494.1 g.

#### **7.2.1.5 Interacciones por estación, forraje y comunidad**

De las interacción Estación x Forraje, Estación x Comunidad y Estación x Comunidad x Forraje la primera de ellas mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la variable de PC y la segunda en DIVMS. En ambas, la MS fue diferente ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 7. Efecto de las interacciones entre estación, forraje y comunidad en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad *in vitro* de la MS.**

Interacciones	MS	MO	PC	FDN	DIVMS
Estación x Forraje	0.0012	0.4183	<.0001	0.1108	0.5157
Estación x Comunidad	0.0118	0.9502	0.6399	0.9419	<.0001
Estación x Comunidad x Forraje	0.6697	0.8175	0.7194	0.7441	0.548

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca  
Promedios con  $p < 0.05$  entre una misma variable son diferentes

### 7.2.1.6 Interacciones por estación

En época de lluvia el contenido de MS y de FDN en los forrajes es diferente ( $p < 0.05$ ) con respecto a su contenido durante la sequía. Éstos valores fueron mayores por 7.7 y 53.4 g, respectivamente (Cuadro 8). Sin embargo, la PC en los forrajes durante la sequía fue diferente ( $p < 0.05$ ) respecto a su contenido de PC durante la época de lluvia, siendo mayor por 19.7 g Kg<sup>-1</sup> de MS. Mientras que los valores de MO y DIVMS no tuvieron diferencia ( $p > 0.05$ ) entre estaciones (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Efecto de la estación en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad *in vitro* (g por Kg<sup>-1</sup> de MS) en forrajes.**

Estación	N	Variable	Promedio	E. E.
Lluvia	136	MS	538.9 <sup>a</sup>	8.1
		MO	876.4 <sup>a</sup>	5.0
		PC	116.9 <sup>b</sup>	3.5
		FDN	446.9 <sup>a</sup>	9.5
		DIVMS	698.9 <sup>a</sup>	9.1
Sequía	46	MS	501.5 <sup>b</sup>	16.9
		MO	888.6 <sup>a</sup>	3.9
		PC	136.5 <sup>a</sup>	8.9
		FDN	393.5 <sup>b</sup>	13.8
		DIVMS	695.6 <sup>a</sup>	14.0

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca  
a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable son diferentes ( $p < 0.05$ )

### 7.2.1.7 Interacciones por forraje

El contenido de MS en vainas fue mayor que en arbustivas por 9.3 g. Árboles y herbáceas fueron similares a los forrajes antes mencionados (Cuadro 9). Las

concentraciones de MO y FDN fueron diferentes ( $p < 0.05$ ) entre tipo de forraje (Cuadro 9). De esta manera para dichas variables las vainas fueron mayores por más de 50 y 80 g en comparación con arbustos y herbáceas. La PC no tuvo diferencias entre forrajes. En cuanto a la DIVMS los árboles fueron diferentes ( $p < 0.05$ ) a vainas, la diferencia en los promedios fue de 62 g (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Efecto del tipo de forraje en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad *in vitro* (g por Kg<sup>-1</sup> de MS).**

Tipo de Forrajes	N	Variable	Promedio	E. E.
Árboles	80	MS	506.1 <sup>b</sup>	12.0
		MO	887.8 <sup>ab</sup>	4.0
		PC	110.3 <sup>a</sup>	3.9
		FDN	455.4 <sup>ab</sup>	10.3
		DIVMS	722.2 <sup>a</sup>	10.3
Arbustivas	51	MS	484.3 <sup>b</sup>	7.9
		MO	868.8 <sup>b</sup>	9.9
		PC	137.6 <sup>a</sup>	8.6
		FDN	398.1 <sup>b</sup>	11.5
		DIVMS	690.1 <sup>ab</sup>	17.1
Herbáceas	34	MS	601.6 <sup>a</sup>	2.9
		MO	858.0 <sup>b</sup>	16.3
		PC	123.5 <sup>a</sup>	7.1
		FDN	408.6 <sup>b</sup>	22.4
		DIVMS	671.2 <sup>ab</sup>	15.1
Vainas	16	MS	638.6 <sup>a</sup>	7.9
		MO	916.9 <sup>a</sup>	5.1
		PC	124.9 <sup>a</sup>	10.6
		FDN	490.7 <sup>a</sup>	38.8
		DIVMS	660.2 <sup>b</sup>	25.2

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca  
a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable son diferentes ( $p < 0.05$ )

### 7.2.1.8 Interacciones por comunidad

La MS fue distinta ( $p < 0.05$ ) entre Tindú, Huertilla y Cuauhtepic, además San Marcos fue igual a Tindú y Huertilla; y Chocani no difirió de Huertilla y Cuauhtepic (Cuadro 10). Las concentraciones de MO y FDN no mostraron diferencia ( $p > 0.05$ ) entre

comunidad (Cuadro 10). Las comunidades de Huertilla y Tindú difieren ( $p < 0.05$ ) en PC y sus promedios son distintos por 32 g de MS (Cuadro 10). La DIVMS es similar en Chocani y Tindú pero diferente ( $p < 0.05$ ) por más de 100 g con Cuautepec, Huertilla y San Marcos (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Efecto de la comunidad en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad *in vitro* (g por Kg<sup>-1</sup> de MS) de forrajes.**

Comunidad	N	Variable	Promedio	E. E.
Chocani	34	MS	488.8 <sup>b</sup>	19.6
		MO	880.2 <sup>a</sup>	5.9
		PC	125.4 <sup>ab</sup>	7.9
		FDN	358.0 <sup>b</sup>	16.3
		DIVMS	746.6 <sup>a</sup>	16.9
Cuautepec	30	MS	507.2 <sup>ab</sup>	19.3
		MO	872.1 <sup>a</sup>	5.7
		PC	119.8 <sup>ab</sup>	10.5
		FDN	442.0 <sup>a</sup>	16.4
		DIVMS	659.4 <sup>b</sup>	20.4
Huertilla	30	MS	537.9 <sup>ab</sup>	17.6
		MO	859.6 <sup>a</sup>	8.2
		PC	141.9 <sup>a</sup>	8.8
		FDN	424.9 <sup>a</sup>	14.3
		DIVMS	645.2 <sup>b</sup>	12.3
San Marcos	42	MS	546.6 <sup>a</sup>	14.1
		MO	887.9 <sup>a</sup>	6.5
		PC	119.1 <sup>ab</sup>	6.8
		FDN	452.0 <sup>a</sup>	18.5
		DIVMS	654.6 <sup>b</sup>	14.0
Tindú	45	MS	554.3 <sup>a</sup>	13.2
		MO	889.0 <sup>a</sup>	11.8
		PC	109.3 <sup>b</sup>	5.5
		FDN	473.8 <sup>a</sup>	16.4
		DIVMS	763.1 <sup>a</sup>	12.1

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca  
a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable son diferentes ( $p < 0.05$ )

**Cuadro 11. Efecto de la época en la concentración promedio de nutrientes en vainas y su digestibilidad *in vitro* (g por Kg<sup>-1</sup> de MS).**

Estación	N	Variable	Promedio	E. E.
Lluvia	11	MS	635.2 <sup>a</sup>	10.4
		MO	923.7 <sup>a</sup>	6.1
		PC	121.5 <sup>a</sup>	14.5
		FDN	560.4 <sup>a</sup>	36.1
		DIVMS	698.5 <sup>a</sup>	28.5
Sequía	5	MS	646.2 <sup>a</sup>	6.5
		MO	902.1 <sup>b</sup>	4.6
		PC	132.2 <sup>a</sup>	13.1
		FDN	337.5 <sup>b</sup>	49.2
		DIVMS	575.8 <sup>b</sup>	24.4

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca  
a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable son diferentes ( $p < 0.05$ )

Del total de vainas identificadas, en época de lluvia mostraron una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en comparación con la sequía (Cuadro 11). Los promedios de MO, MS, FDN y DIVMS tuvieron una diferencia de 26.2, 21.6, 22.8 y 122.8 g respectivamente (Cuadro 11). Sin embargo, la PC entre las dos estaciones no muestra diferencia (Cuadro 11).

Entre comunidades, Chocani y Tindú fueron diferentes ( $p < 0.05$ ) en MS, FDN y DIVMS (Cuadro 12). Al respecto, Tindú fue mayor por 37, 395.8 y 220.5 g. Las demás comunidades tuvieron un comportamiento similar pero no hubo diferencia (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Efecto de la comunidad en la concentración promedio de nutrientes y digestibilidad *in vitro* (g por Kg<sup>-1</sup> de MS) de vainas.**

Comunidad	N	Variable	Promedio	E. E.
Chocani	2	MS	653.0 <sup>a</sup>	68.0
		MO	906.8 <sup>a</sup>	5.5
		PC	123.6 <sup>a</sup>	12.4
		FDN	260.8 <sup>b</sup>	32.7
		DIVMS	568.9 <sup>b</sup>	74.7
Huertilla	5	MS	594.0 <sup>a</sup>	3.3
		MO	908.9 <sup>a</sup>	6.6
		PC	152.5 <sup>a</sup>	16.1
		FDN	472.3 <sup>ab</sup>	23.1
		DIVMS	645.7 <sup>ab</sup>	23.2
Marcos	6	MS	673.0 <sup>a</sup>	9.5
		MO	915.5 <sup>a</sup>	9.9
		PC	113.5 <sup>a</sup>	15.6
		FDN	499.8 <sup>ab</sup>	66.8
		DIVMS	638.1 <sup>ab</sup>	39.9
Tindú	3	MS	633.0 <sup>a</sup>	1.8
		MO	940.0 <sup>a</sup>	4.8
		PC	102.4 <sup>a</sup>	36.6
		FDN	656.6 <sup>a</sup>	64.5
		DIVMS	789.4 <sup>a</sup>	45.7

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca  
a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable son diferentes ( $p < 0.05$ )

### 7.2.2 Determinación de la cinética de producción gas y degradación de materia seca *in vitro* de mezclas de forraje consumidos por cabras a pastoreo

Las concentraciones promedio de MO, PC y FDN de las distintas muestras aparecen en el cuadro 13. La MS en época de lluvia y la MO en época de sequía, fueron distintas ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 14). La FDN fue la que demostró diferencia ( $p < 0.05$ ) entre tipos de mezcla.

**Cuadro 13. Concentración promedio de nutrientes (g por Kg<sup>-1</sup> de MS) en mezclas compuestas**

Estación	Mezclas	MS	MO	PC	FDN
Lluvia	Árboles	511.6	868.4	116.0	425.4
	Arbustivas	480.1	860.4	117.6	377.9
	Herbáceas	624.8	838.7	127.3	383.3
	Árboles x Arbustivas	495.8	864.3	108.9	393.3
	Árboles x Herbáceas	568.2	847.2	120.6	403.0
	Arbustivas x Herbáceas	552.4	847.0	118.7	388.0
	Árboles x Arbustivas x Herbáceas	538.8	858.0	120.5	399.9
Sequía	Árboles	488.0	892.9	91.3	409.0
	Arbustivas	492.1	872.6	156.4	378.3
	Herbáceas	427.7	870.5	91.6	388.0
	Árboles x Arbustivas	490.0	892.0	128.5	395.3
	Árboles x Herbáceas	457.5	882.6	95.1	395.0
	Arbustivas x Herbáceas	459.9	872.0	119.2	382.9
	Árboles x Arbustivas x Herbáceas	469.2	865.5	110.9	388.6

**Cuadro 14. Efecto de la estación y mezcla en la concentración promedio de MS, MO, PC y FDN**

Estación	N	Variable	Promedio	E.E.
Lluvia	7	MS	538.8 <sup>a</sup>	18.5
		MO	854.8 <sup>b</sup>	4.0
		PC	118.5 <sup>a</sup>	2.1
		FDN	395.8 <sup>a</sup>	5.9
Sequía	7	MS	469.2 <sup>b</sup>	8.8
		MO	878.3 <sup>a</sup>	4.1
		PC	113.2 <sup>a</sup>	9.0
		FDN	391.0 <sup>a</sup>	3.7

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro.  
a, b: Promedios con distinta literal entre una misma variable son diferentes ( $p < 0.05$ )

**Cuadro 15. Efecto de la mezcla en la concentración promedio de MS, MO, PC y FDN.**

Mezcla	N	Variable	Promedio	E.E.
Árboles	2	MS	499.8 <sup>a</sup>	11.8
		MO	880.6 <sup>a</sup>	12.2
		PC	103.6 <sup>a</sup>	12.3
		FDN	417.2 <sup>b</sup>	8.2
Arbustivas	2	MS	486.1 <sup>a</sup>	6.0
		MO	866.5 <sup>a</sup>	6.1
		PC	137.0 <sup>a</sup>	19.4
		FDN	378.1 <sup>b</sup>	0.2
Herbáceas	2	MS	526.2 <sup>a</sup>	98.5
		MO	854.6 <sup>a</sup>	15.9
		PC	109.4 <sup>a</sup>	17.8
		FDN	385.6 <sup>b</sup>	2.3
Árboles x Arbustivas	2	MS	492.9 <sup>a</sup>	2.9
		MO	878.1 <sup>a</sup>	13.8
		PC	118.7 <sup>a</sup>	9.8
		FDN	394.3 <sup>b</sup>	1.0
Árboles x Herbáceas	2	MS	512.8 <sup>a</sup>	55.3
		MO	864.9 <sup>a</sup>	17.7
		PC	107.8 <sup>a</sup>	12.7
		FDN	399.0 <sup>ab</sup>	4.0
Arbustivas x Herbáceas	2	MS	506.1 <sup>a</sup>	46.2
		MO	859.5 <sup>a</sup>	12.5
		PC	118.9 <sup>a</sup>	0.2
		FDN	385.4 <sup>b</sup>	2.5
Árboles x Arbustivas x Herbáceas	2	MS	504.0 <sup>a</sup>	34.8
		MO	861.7 <sup>a</sup>	3.7
		PC	115.7 <sup>a</sup>	4.8
		FDN	394.2 <sup>b</sup>	5.6

MS: Materia seca; MO: Materia orgánica; PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro.

a, b :Promedios con distinta literal entre una misma variable son diferentes ( $p < 0.05$ )

Hubo diferencia ( $p < 0.05$ ) entre estación para la producción de gas a 72 h. De este modo en sequía fue mayor por 22.9 mL por  $g^{-1}$  de MS en contraste con la estación de lluvia (Cuadro 16).

**Cuadro 16. Efecto de la estación en la producción de gas *in vitro* de la materia seca (mL por g de  $MS^{-1}$ ).**

Estación	N	Promedio	E.E.
Lluvia	14	146.7 <sup>b</sup>	6.7
Sequía	14	169.6 <sup>a</sup>	12.5

a, b: Promedios con distinta literal son diferentes ( $p < 0.05$ )

Por mezcla, las herbáceas fueron las de mayor producción de gas y mostraron diferencia ( $p < 0.05$ ) con árboles, árboles x arbustivas y arbustivas por 193.25, 77.04 y 60.77 mL por  $g^{-1}$  de MS (Cuadro 17). No se encontró diferencia entre las mezclas de árboles x herbáceas y árboles x arbustivas x herbáceas respecto a herbáceas. Sin embargo, en relación con la mezcla de árboles si hubo diferencias ( $p < 0.05$ ) por 65 mL por  $g^{-1}$  de MS. La mezcla de arbustivas x herbáceas no tuvo diferencia alguna con las demás (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Efecto por mezcla en la producción de gas *in vitro* de la materia seca a 72 horas (mL por  $g^{-1}$  de MS).**

Mezclas	N	Promedio	E.E.
Árboles	4	111.36 <sup>c</sup>	4.67
Arbustivas	4	143.84 <sup>bc</sup>	7.34
Herbáceas	4	204.61 <sup>a</sup>	24.83
Árboles x Arbustivas	4	127.57 <sup>bc</sup>	7.43
Árboles x Herbáceas	4	176.96 <sup>ab</sup>	9.58
Arbustivas x Herbáceas	4	166.87 <sup>abc</sup>	11.56
Árboles x Arbustivas x Herbáceas	4	176.05 <sup>ab</sup>	17.29

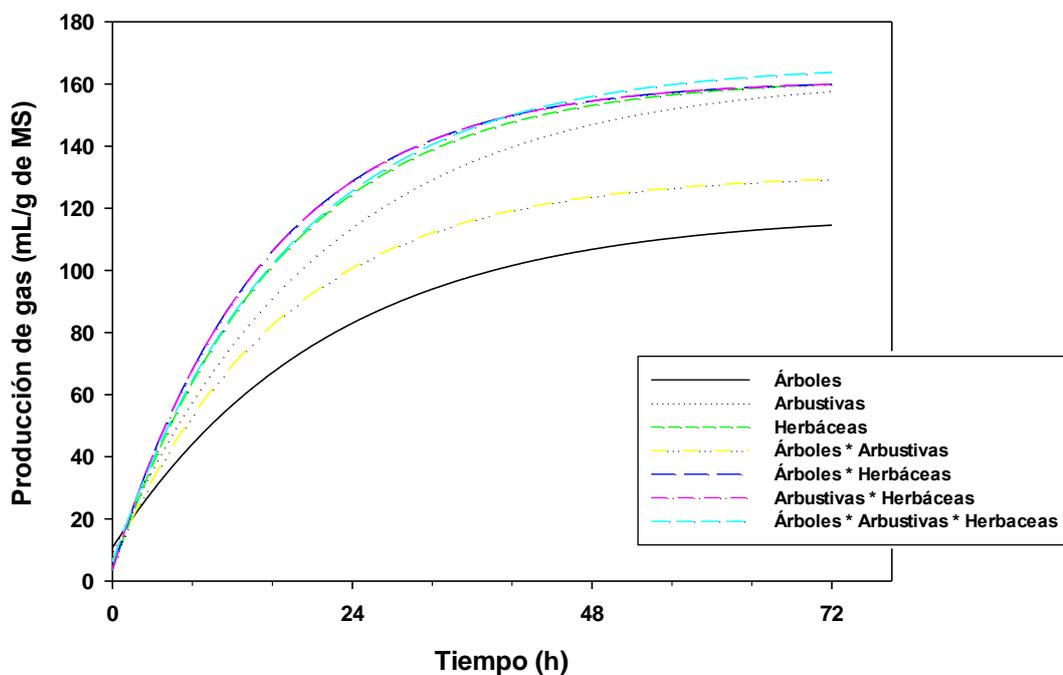
a, b y c: Promedios con distinta literal son diferentes ( $p < 0.05$ )

En cuanto al efecto estación y mezcla para la producción de gas (mL por  $g^{-1}$  de MS) a 72 h (Figura 21 y 22) en lluvia la Mezcla de Árboles x Arbustivas x Herbáceas fue diferente ( $p < 0.05$ ) a las demás mezclas (Cuadro 18). Las mezclas de Herbáceas, Árboles x Herbáceas y Arbustivas x Herbáceas no tuvieron diferencia entre ellas, sin embargo, fueron superiores a Arbustivas, Árboles x Arbustivas y Árboles por 2.0, 30.5 y 45.3 mL por  $g^{-1}$  de MS (Cuadro 18). La mezcla de menor producción fue la de árboles.

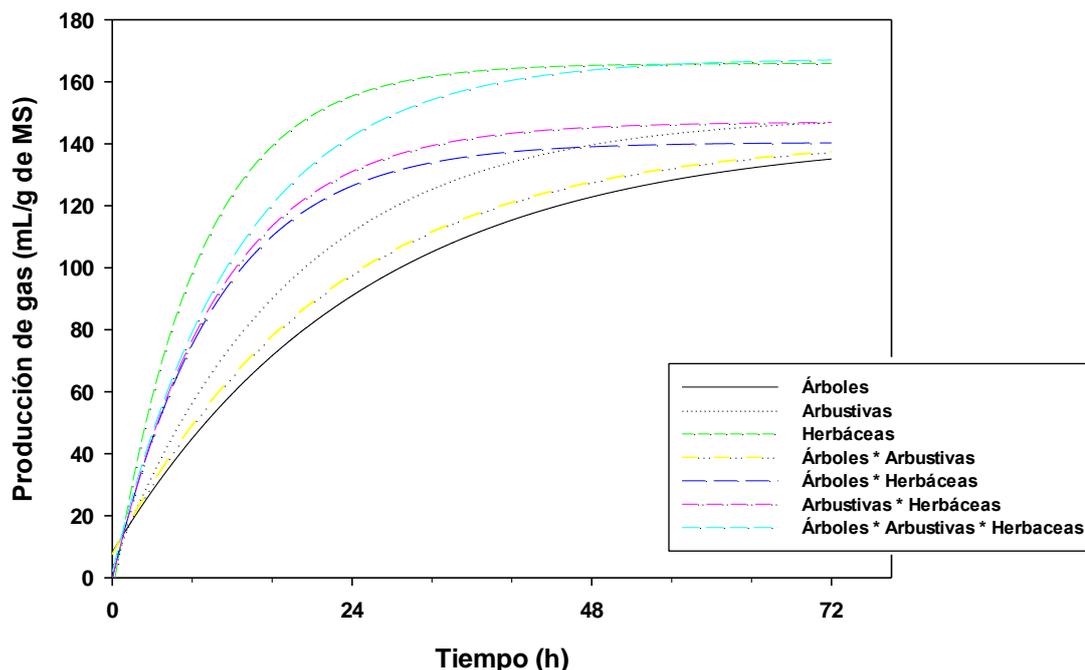
**Cuadro 18. Efecto por estación y mezcla en la producción de gas *in vitro* de la materia seca a 72 h (mL por g<sup>-1</sup> de MS).**

Estación	Mezcla	Promedio	E.E.
Lluvia	Árboles	114.6 <sup>e</sup>	0.025
	Arbustivas	157.9 <sup>c</sup>	0.033
	Herbáceas	159.9 <sup>b</sup>	0.018
	Árboles x Arbustivas	129.4 <sup>d</sup>	0.015
	Árboles x Herbáceas	159.9 <sup>b</sup>	0.013
	Arbustivas x Herbáceas	159.9 <sup>b</sup>	0.013
	Árboles x Arbustivas x Herbáceas	163.8 <sup>a</sup>	0.021
Sequía	Árboles	135.1 <sup>g</sup>	0.043
	Arbustivas	147.2 <sup>c</sup>	0.020
	Herbáceas	165.9 <sup>b</sup>	0.001
	Árboles x Arbustivas	137.4 <sup>f</sup>	0.031
	Árboles x Herbáceas	140.3 <sup>e</sup>	0.002
	Arbustivas x Herbáceas	146.9 <sup>d</sup>	0.003
	Árboles x Arbustivas x Herbáceas	167.1 <sup>a</sup>	0.006

**Figura 21. Cinética de producción de gas (mL por g<sup>-1</sup> de MS) de mezclas compuestas en estación de lluvia.**



**Figura 22. Cinética de producción de gas (mL por g de MS<sup>-1</sup>) de mezclas compuestas en estación de sequía.**



### 7.2.3 Fracciones de proteína (a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> y c) de mezclas compuestas del forraje consumido por caprinos en pastoreo.

Los promedios de nitrógeno total (NT), nitrógeno soluble en ácido tricloroacético (NTCA), nitrógeno soluble en solución de boro-fosfato (NIBF), nitrógeno insoluble en detergente neutro (NIDN), nitrógeno insoluble en detergente ácido (NIDA) de las distintas mezclas compuestas aparecen en el Cuadro 19 y fueron utilizados para calcular la fracción A, B, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y C de proteína.

La comparación de los promedios de las diferentes fracciones de proteína (A, B, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C) se realizó por estación, mezcla y por estación mezcla. Por estación, se tuvo diferencia ( $p < 0.05$ ) en B<sub>1</sub> (lluvia) y B<sub>3</sub> (sequía) (Cuadro 20). De este modo la fracción B<sub>1</sub> en la época de lluvia fue mayor 4.5% respecto a su homóloga en sequía. En cambio, la fracción B<sub>3</sub> en la época de sequía fue mayor por 9.3% en relación a su equivalente en lluvia (Cuadro 19).

**Cuadro 19. Contenido de PC (g por Kg<sup>-1</sup> de MS), NT, NTCA, NIBF, NIDN Y NIDA (%) de mezclas compuestas por estación.**

Estación	Mezclas	PC	NT	NTCA	NIBF	NIDN	NIDA
Lluvia	Árboles	116	1.86	1.50	1.58	1.00	0.85
	Arbustivas	118	1.88	1.57	1.49	0.86	0.70
	Herbáceas	127	2.04	1.60	1.39	0.70	0.38
	Árboles*Arbustivas	122	1.96	1.57	1.51	0.95	0.78
	Árboles*Herbáceas	121	1.93	1.41	1.56	0.85	0.55
	Arbustivas*Herbáceas	119	1.90	1.53	1.38	0.81	0.62
	Árboles*Arbustivas*Herbáceas	120	1.93	1.48	1.49	0.57	0.51
Sequía	Árboles	91	1.46	1.19	1.30	0.88	0.45
	Arbustivas	156	2.50	2.10	1.98	1.08	0.57
	Herbáceas	92	1.47	0.94	1.19	0.65	0.55
	Árboles*Arbustivas	128	2.06	1.34	1.54	0.80	0.52
	Árboles*Herbáceas	95	1.52	1.06	1.24	0.70	0.46
	Arbustivas*Herbáceas	119	1.91	1.50	1.58	0.96	0.49
	Árboles*Arbustivas*Herbáceas	111	1.77	1.42	1.47	0.90	0.48

NT: Nitrógeno Total; NTCA: Nitrógeno insoluble en ácido tricloroacético; NIBF: Nitrógeno insoluble en solución de boro-fosfato; NIDN: Nitrógeno insoluble en detergente neutro; NIDA: Nitrógeno insoluble en detergente ácido.

Todas las cantidades de nitrógeno se multiplican por el factor 6.25 para obtener sus valores correspondientes de proteína (ej. NT\*6.25=PC).

**Cuadro 20. Fracciones de proteína (%) por estación.**

Estación	A	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C
Lluvia	20.8 <sup>a</sup>	46.4 <sup>a</sup>	22.9 <sup>a</sup>	13.6 <sup>a</sup>	9.9 <sup>b</sup>	32.8 <sup>a</sup>
Sequía	25.3 <sup>a</sup>	46.1 <sup>a</sup>	18.4 <sup>b</sup>	8.5 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	28.6 <sup>a</sup>

A: Nitrógeno No Proteico (NNP); B: Proteína verdadera (B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+B<sub>3</sub>); B<sub>1</sub>: Proteína rápidamente degradada; B<sub>2</sub>: Proteína moderadamente degradada; B<sub>3</sub>: Proteína lentamente degradada; C: Proteína no degradable.

a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable son estadísticamente diferentes (p<0.05)

En la mezcla de forrajes, solo en la fracción B<sub>1</sub> hubo diferencias (p<0.05). El mayor porcentaje (25.5%) es para la mezcla de herbáceas existiendo una diferencia del 12.4%, respecto a la mezcla de árboles. La comparación de los promedios de las diferentes fracciones de proteína (A, B, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C) se realizó por estación, mezcla y por estación x mezcla (Cuadro 21).

**Cuadro 21. Fracciones de proteína (%) por mezcla.**

Mezclas	A	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C
Árboles	18.9 <sup>a</sup>	42.7 <sup>a</sup>	13.1 <sup>b</sup>	10.9 <sup>a</sup>	18.6 <sup>a</sup>	38.4 <sup>a</sup>
Arbustivas	16.3 <sup>a</sup>	53.9 <sup>a</sup>	20.9 <sup>ab</sup>	18.4 <sup>a</sup>	14.6 <sup>a</sup>	29.8 <sup>a</sup>
Herbáceas	28.6 <sup>a</sup>	43.3 <sup>a</sup>	25.5 <sup>a</sup>	6.6 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>
Árboles*Arbustivas	27.2 <sup>a</sup>	40.2 <sup>a</sup>	23.8 <sup>ab</sup>	5.2 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	32.7 <sup>a</sup>
Árboles*Herbáceas	28.8 <sup>a</sup>	41.7 <sup>a</sup>	19.1 <sup>ab</sup>	7.0 <sup>a</sup>	15.7 <sup>a</sup>	29.5 <sup>a</sup>
Arbustivas*Herbáceas	20.2 <sup>a</sup>	50.5 <sup>a</sup>	22.4 <sup>ab</sup>	10.8 <sup>a</sup>	17.3 <sup>a</sup>	29.3 <sup>a</sup>
Árboles*Arbustivas*Herbáceas	21.5 <sup>a</sup>	51.6 <sup>a</sup>	19.9 <sup>ab</sup>	18.3 <sup>a</sup>	13.4 <sup>a</sup>	26.9 <sup>a</sup>

A: Nitrógeno No Proteico (NNP); B: Proteína verdadera (B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+B<sub>3</sub>); B<sub>1</sub>: Proteína rápidamente degradada; B<sub>2</sub>: Proteína moderadamente degradada; B<sub>3</sub>: Proteína lentamente degradada; C: Proteína no degradable.

a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable son estadísticamente diferentes (p<0.05)

Por estación y mezcla, en lluvia no se encontró diferencia en las diferentes fracciones de proteína (A, B, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y C) para las diversas mezclas (Cuadro 22). No obstante, en la estación de lluvia se mostró diferencia (p<0.05) en las fracciones A (herbáceas), B (arbustivas), B<sub>2</sub> (arbustivas) y B<sub>3</sub> (árboles), respecto de las demás mezclas (Cuadro 22).

La fracción A en herbáceas fue 19.7% mayor que arbustivas. Sin embargo, en las fracciones B y B<sub>2</sub> la mezcla de arbustivas fue 34.5 y 19% mayor respecto a herbáceas. Además, cabe resaltar que la mezcla Árboles x Arbustivas en la fracción B<sub>2</sub> también tuvo diferencia con la mezcla de arbustivas. En la fracción B<sub>3</sub> la mezcla de árboles fue mayor a la de herbáceas por 22.1% (Cuadro 22).

Tomando en cuenta la PC total de cada mezcla compuesta y los porcentajes de las fracciones A y B, se obtienen los valores de proteína disponible en rumen (Cuadro 22).

**Cuadro 22. Fracciones de proteína (%) por estación y mezcla.**

Estación	Mezclas	A	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C
Lluvia	Árboles	19.2 <sup>a</sup>	35.0 <sup>a</sup>	15.3 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	8.1 <sup>a</sup>	45.8 <sup>a</sup>
	Arbustivas	16.7 <sup>a</sup>	46.2 <sup>a</sup>	20.9 <sup>a</sup>	16.8 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	37.1 <sup>a</sup>
	Herbáceas	21.4 <sup>a</sup>	59.8 <sup>a</sup>	32.0 <sup>a</sup>	12.1 <sup>a</sup>	15.6 <sup>a</sup>	18.8 <sup>a</sup>
	Árboles x Arbustivas	19.6 <sup>a</sup>	40.7 <sup>a</sup>	23.0 <sup>a</sup>	8.9 <sup>a</sup>	8.8 <sup>a</sup>	39.7 <sup>a</sup>
	Árboles x Herbáceas	27.2 <sup>a</sup>	44.3 <sup>a</sup>	19.4 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	15.6 <sup>a</sup>	28.5 <sup>a</sup>
	Arbustivas x Herbáceas	19.3 <sup>a</sup>	48.1 <sup>a</sup>	27.2 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>	9.9 <sup>a</sup>	32.7 <sup>a</sup>
	Árboles x Arbustivas x Herbáceas	23.1 <sup>a</sup>	50.2 <sup>a</sup>	22.8 <sup>a</sup>	24.6 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	26.7 <sup>a</sup>
Sequía	Árboles	18.8 <sup>ab</sup>	50.1 <sup>ab</sup>	11.1 <sup>a</sup>	9.9 <sup>ab</sup>	29.1 <sup>a</sup>	31.1 <sup>a</sup>
	Arbustivas	16.0 <sup>b</sup>	61.4 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	19.9 <sup>a</sup>	20.5 <sup>ab</sup>	22.6 <sup>a</sup>
	Herbáceas	35.7 <sup>a</sup>	26.9 <sup>b</sup>	19.0 <sup>a</sup>	0.9 <sup>b</sup>	7.0 <sup>b</sup>	37.5 <sup>a</sup>
	Árboles x Arbustivas	34.9 <sup>ab</sup>	39.8 <sup>ab</sup>	25.0 <sup>a</sup>	1.0 <sup>b</sup>	13.8 <sup>ab</sup>	25.3 <sup>a</sup>
	Árboles x Herbáceas	30.5 <sup>ab</sup>	38.9 <sup>ab</sup>	18.7 <sup>a</sup>	4.6 <sup>ab</sup>	15.7 <sup>ab</sup>	30.5 <sup>a</sup>
	Arbustivas x Herbáceas	21.3 <sup>ab</sup>	53.0 <sup>ab</sup>	17.5 <sup>a</sup>	10.7 <sup>ab</sup>	24.8 <sup>ab</sup>	25.8 <sup>a</sup>
	Árboles x Arbustivas x Herbáceas	20.0 <sup>ab</sup>	52.9 <sup>ab</sup>	17.1 <sup>a</sup>	11.9 <sup>ab</sup>	23.9 <sup>ab</sup>	27.1 <sup>a</sup>

A: Nitrógeno No Proteico (NNP); B: Proteína verdadera (B<sub>1</sub>+B<sub>2</sub>+B<sub>3</sub>); B<sub>1</sub>: Proteína rápidamente degradada; B<sub>2</sub>: Proteína moderadamente degradada; B<sub>3</sub>: Proteína lentamente degradada; C: Proteína no degradable.  
a, b y c: Promedios con distinta literal entre una misma variable por estación son estadísticamente diferentes (p<0.05)

## 8. DISCUSIÓN

### 8.1 Sistemas de producción en la mixteca oaxaqueña

Los sistemas de producción descritos en este trabajo, extensivo y trashumante, coinciden con lo reportado por Arias *et al.* (2011) y Franco *et al.* (2014). Martínez *et al.* (2007) reportó la existencia de sistemas trashumantes en Guerrero, por lo que este sistema no es exclusivo de Oaxaca, pero sí de la región Mixteca. Esta similitud de sistemas entre estados, tiene sus bases desde la época colonial, pues la actividad caprina estaba ampliamente distribuida en la región de la Mixteca; abarcando desde la costa de Guerrero y Oaxaca hasta las zonas áridas de Puebla (Romero 1983; Mendoza, 2004).

El pastoreo se desarrolla por productores de entre 40 y 60 años de edad, además, su escolaridad no rebasa la primaria (Rebollar-Rebollar, 2012; Escareño Sánchez *et al.*, 2011; Gaspar *et al.*, 2011; Paz *et al.*, 2002), similar a lo reportado por Hernández y Sierra (1992) en la Mixteca baja oaxaqueña. En cuanto a la experiencia de los

productores, Trujillo (2012), indica que la experiencia promedio de los productores en la producción caprina en la Mixteca Poblana es de 27.7 años y la razón principal por la cual eligieron esta actividad se debe a que es una clara fuente de empleo. Sin embargo, Escareño Sánchez *et al.* (2011) reportó que la experiencia promedio de los productores es de 1 a 9 años en rebaños de cabras lecheras al norte del país. Vargas (2003) y García (2013) mencionan que la edad, educación y experiencia de los actores principales en la producción caprina repercute en la toma de decisiones que ayude a mejorarla, pues productores con mayor edad y una deficiente educación son menos propensos a realizar cambios, ya que tienden a ser tradicionalistas.

Respecto a la mano de obra en los sistemas caprinos, Valerio *et al.* (2009) menciona que en República Dominicana el 76% es familiar. La mujer aporta alrededor del 15% y los hijos muestran una mayor integración a esta actividad. Al respecto Delgado *et al.* (2010) señalan que la sostenibilidad de sistemas caprinos en Venezuela se ve afectada positivamente por la contribución de la mujer en el proceso productivo. En la Mixteca, ante la fragmentación en la estructura familiar que se observa a causa de la alta migración (Sánchez, 2006), no es de extrañarse que las mujeres, niños y ancianos jueguen un papel fundamental en la actividad caprina (Hernández-Hernández, 2006; Hernández, 2011), pues son los encargados de las labores dentro de la producción, recayendo la mayor responsabilidad en las mujeres (Paz *et al.*, 2002).

Por otro lado, es de resaltar el tipo de ganado descrito en el sistema trashumante, Martínez *et al.* (2007) exponen que este tipo de cabra tiene particularidades que destacan de otros grupos caprinos criollos del país, pues presentan características fenotípicas, comportamientos productivos y reproductivos propios.

Además, no solo se encuentran presentes en la región Mixteca, ni en ese régimen de producción, Arbiza (1986) y Reveles-Torres *et al.* (2008) mencionan que se distribuye en Coahuila, Nuevo León y Zacatecas, bajo sistemas extensivos.

A las particularidades mencionadas sobre el tipo de cabra “pastoreña” en este trabajo, se puede agregar la caracterización zoométrica de hembras y machos realizada por Ramírez *et al.* (2014) en la comunidad de San Marcos Arteaga, en la que destacan su alzada a la cruz ( $63.01 \pm 6.75$  y  $72.93 \pm 7.38$ ) y perímetro torácico ( $76.09 \pm 8.64$  y  $90.61 \pm 11.52$ ). Semejantes a las reportadas por Sierra *et al.* (1996) en la Mixteca oaxaqueña, Hernández *et al.* (2002) en Puebla y Martínez *et al.* (2007) en Guerrero.

Sobre las ganancias diarias de peso en el ganado “pastoreño” Sierra *et al.* (1996) señalan que presenta una buena capacidad para la producción de carne en comparación con animales criollos del resto del país. Con la finalidad de evaluar la capacidad de producción de carne de 43 cabritos en un sistema trashumante se registraron sus pesos desde su nacimiento hasta los 200 días de edad observando una ganancia media diaria de 82.3 g.

En relación al sistema extensivo descrito, el tipo de animales es semejante a los descritos por Vargas (2003) y Abrego (2013) donde mencionan que la mayor proporción de animales en los rebaños de la región son criollos, con diversas capas de color, blanco, negro, café, baya y colorada. Hernández (2000) menciona que sus variables productivas y reproductivas son muy variables.

Mellado (1997) comenta que respecto a su tamaño se diferencian dos tipos de animales. El primero, se encuentra en el centro-sur del país es denominado pequeño, las cabras adultas pueden tener un peso entre 25 y 32 kg. En segundo lugar, se encuentran las medianas, alcanzando peso entre 30 y 40 kg para cabras adultas y 45 a 55 kg para machos y se distribuyen principalmente en las regiones áridas y semiáridas del norte de México.

Respecto al tema de reproducción, la literatura menciona que este tipo de cabras son fecundadas por primera vez entre los 12 y 18 meses de edad, sin embargo, bajo un régimen nutricional aceptable la pubertad suele ocurrir a los 188 días, cuando alcanzan 16.4 kg (Ramírez *et al.*, 1986; Suarez, 1990; Ortiz *et al.*, 1998).

Sin embargo, el uso indiscriminado de sementales de razas como Nubia, Alpino, Granadina y Boer, en ambos sistemas, ocasiona erosión genética y pérdida de adaptación a las condiciones ambientales prevalecientes (Reveles-Torres *et al.*, 2008; Rosa García *et al.*, 2012).

La alimentación de los rebaños en ambos sistemas es parecida pues el tiempo promedio de pastoreo es de 8 horas diarias, realizándose en agostadero de tipo comunal o ejidal. (Arias *et al.*, 2011; Rebollar-Rebollar, 2012; Abrego, 2013). Las particularidades señaladas en la trashumancia concuerdan con Martínez *et al.*, (2007)

En cuanto al tipo de instalaciones mencionadas Melchor (2013) y Arias *et al.*, (2014) indican que las unidades de producción cuentan al menos con un corral para pernoctar y ocasionalmente con techo además muy pocos tienen comederos o bebederos. En cuanto al hacinamiento en corrales para caprinos de la Mixteca, Hernández *et al.*, (2013) recomiendan proveer de 1.5 a 2 m<sup>2</sup> de espacio por caprino adulto y 0.5 m<sup>2</sup> para cabritos.

La comercialización del ganado en la región Mixteca no difiere mucho entre los estados que la conforman. Gran parte de los productores venden en pie a intermediarios y barbacoyeros (Braña *et al.*, 2013). Registrándose las mayores ventas en Octubre y Noviembre debido a la “matanza” realizada en Tehuacán, Puebla y Huajuapán de León, Oaxaca (Hernández *et al.*, 2014).

A pesar de la importancia económica, social y cultural del ganado caprino en la región de la Mixteca oaxaqueña es limitada la literatura que describe la importancia de los tipos de sistemas de producción. Soriano *et al.*, (2005) y Serrano (2010) mencionan que esto da la pauta para la realización de estudios que inicien por generar información fundamental para mejorar la sostenibilidad de esta producción.

## **8.2 Identificación taxonómica de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo**

En el país, la Mixteca es catalogada como una región de alta biodiversidad animal y vegetal, además de poseer una gran heterogeneidad de su cubierta vegetal (Torres-Colín *et al.*, 2004), dichas particularidades se deben a la confluencia de la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre de Oaxaca (García-Mendoza 2004).

De este modo las diferencias altitudinales que presentan las comunidades en estudio permiten una gran diversidad de climas que favorecen la diversificación de grupos de especies adaptables a los diferentes ambientes (Meave *et al.*, 2012).

Al respecto, Chaverri-Polini (1998) menciona que los climas y las diferencias locales determinadas por rasgos geomorfológicos, edáficos y de cobertura vegetal dan origen a una gama de microclimas que se convierten en hábitats colonizados por especies que se adaptan a ellos y conforman sus nichos específicos.

Así pues, en este trabajo se identificaron un total de 182 especies de las cuales el 76.5% tiene potencial forrajero para la alimentación de cabras en pastoreo, de acuerdo a las recomendaciones de Benavides (1999) y Delgado y Ramírez (2008).

El componente arbóreo es el más frecuente de los forrajes (60.8 % de especies), seguido del arbustivo (22.9 % de especies), herbáceo (16.3% de especies) y vainas (16.3 % de especies), esto concuerda con lo reportado por Rivera *et al.*, (2010).

Contrastando con lo descrito por Reséndiz-Melgar *et al.*, (2005) en la Mixteca poblana, al identificar 75 especies botánicas en el área de pastoreo del ganado caprino, solo 55 fueron utilizadas como alimento, aludiendo a que la predilección dependía de la abundancia de las especies. De manera que los arbustos resultaron los de mayor elección, seguidos de árboles, pastos y herbáceas.

Cabe resaltar que las vainas juegan un papel importante en la alimentación caprina en esta región y son un componente esencial en la estación de sequía (Arias *et al.*, 2015).

Esta caracterización de especies forrajeras, al igual que las realizadas por Franco *et al.*, (2005; 2008; 2014) y Arias *et al.*, (2015) en la misma región, podrían considerarse para el establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles o para programas de reforestación en la región, considerando que la Mixteca posee índices altos de desertificación y pérdida de suelo.

Para ello deberá de tomarse en cuenta la participación de las comunidades para mejor aprovechamiento de las especies forrajeras importantes y que también son utilizadas como material de construcción, combustible, cercas vivas, maderables o medicinales; lo que las convierte en especies múltipropósito en la región Mixteca (Paredes-Flores *et al.*, 2007; Montañez *et al.*, 2010).

Por otro lado, se registraron un total de 28 familias, siendo las más representativas Mimosaceae, Leguminosae y Fagaceae contribuyendo el 27.5, 10.6 y 10.6 %, respectivamente. Datos similares fueron reportados por Hernandez *et al.*, (2008) en la Mixteca poblana de 40 especies consumidas por caprinos en la estación de lluvia y sequía, el 32.5 % eran de la familia Mimosaceae.

En relación a las familias Mimosaceae, Leguminosae además de la fijación de nitrógeno en suelo, Botero y Russo (1998) resaltan que a través de su metabolismo pueden almacenarlo en su componente forrajero. Sus raíces pueden absorber nutrientes de capas profundas del suelo y traerlos a la superficie, haciéndolos disponibles en la pastura. En asociación con gramíneas tiende a aumentar la cantidad de forraje y la calidad nutritiva de estas últimas.

Respecto a la familia Fagaceae, el género *Quercus* fue el más representativo en las comunidades, en este sentido, Valencia (2004) cita que en el país se reconoce como el segundo en diversidad para este género. Su fruto, la bellota, es apreciada por la cantidad de energía que contiene (Rodríguez-Estévez *et al.*, 2008; FEDNA, 2010), a

pesar que en los muestreos realizados en esta investigación no se recolecto este fruto, hay que tomarlo en cuenta para futuros programas estratégicos de alimentación.

Por otro lado en la literatura existente sobre la identificación botánica por familia de especies forrajeras es confusa, pues varios autores utilizan la el nombre de Fabaceae como sinónimo de Leguminosae, familia taxonómica antigua que incluía las sub-familias Caesalpinioideae, Mimosoideae y Papilionoideae (Greuter *et al.*, 2000).

Esta subdivisión fue hecha en base a las diferencias morfológicas que presentan en su estructura floral los distintos géneros. Hoy en día es más aceptado referirse a dichos grupos como familias individuales del orden Leguminales: Caesalpinaceae, Mimosaceae y Fabaceae (Forero y Romero, 2005).

Con esta aclaración, trabajos como los de Paredes-Flores *et al.* (2007) en Puebla, Pinto-Ruiz *et al.*, (2010) en Chiapas, Flores (2010) en Yucatán, Bautista-Tolentino (2011) en Veracruz y Hernández (1986) en Venezuela, destacan su importancia ya sea por su valor ecológico, forrajero o por su contenido proteico considerable.

Por lo anterior el ganado caprino en dichas comunidades tiene un nicho ecológico importante, sin embargo esta actividad históricamente se ha caracterizado por no entrar en los planes de desarrollo regional, sino para extraer de ella las riquezas que ha producido, en beneficio de otros sectores, sin preocuparse siquiera de recuperar los recursos deteriorados (León *et al.*, 1989).

Por lo que trabajos como el presente pretenden aportar los elementos necesarios para la futura elaboración de planes estratégicos en el aprovechamiento de los recursos genéticos y naturales en forma sostenible.

### **8.3 Estimación nutritiva de árboles, arbustivas y herbáceas consumidas por cabras a pastoreo**

A pesar de la variación nutricional del forraje poco más del 50% presenta valores dentro de los rangos mencionados en varios informes sobre especies forrajeras en el trópico (Roothaert y Paterson 1997; Khanal y Subba 2001; Mekoya *et al.*, 2008; Allan Degen *et al.*, 2010;).

En el país son numerosos los trabajos sobre el valor nutritivo de especies arbóreas y arbustivas (Nahed *et al.*, 1998; Ramírez 1999; Carranza-Montaña 2003; Cerrillo *et al.*, 2006; Ramírez-Orduña 2008; López Herrera *et al.*, 2008; Cab-Jiménez *et al.*, 2015).

En la Mixteca oaxaqueña solo Arias *et al.*, (2014) han determinado la composición química de distintas especies forrajeras, por su parte Franco *et al.*, (2005; 2008; 2014) identificaron las especies de mayor preferencia y consumo de ganado trashumante y Mila-Arango *et al.*, (2014) describieron los componentes tóxicos del cazahuate.

A pesar de la alta biodiversidad en especies vegetales en la Mixteca oaxaqueña hace falta mayor investigación sobre identificación y su respectiva evaluación nutricional para poder aprovechar el recurso sosteniblemente.

La variación de MS, MO, PC, FDN y DIVMS en los forrajes recolectados puede ser causada por la diversidad de factores imperantes en las distintas comunidades de muestreo tales como altitud, precipitación, tipo de suelo y nutrientes disponibles en este último (Savadogo *et al.*, 2007), ya que pueden actuar como moduladores de la fotosíntesis, alterando de esta manera el valor nutritivo del forraje (Van Soest, 1994).

La adaptación de las plantas a diversas condiciones ambientales permite aumentar o disminuir su metabolismo ya sea para la síntesis de compuestos de resistencia como lignina, celulosa y hemicelulosa o para la síntesis de sustancias de reserva como carbohidratos solubles (Van Soest, 1994; Boon *et al.*, 2012).

De esta manera, cuando las plantas son expuestas a una mayor radiación solar el metabolismo del nitrógeno y la acumulación de azúcares aumentan (Benbrahim *et al.*, 2000; Kalva *et al.*, 2015). Esto explica las diferencias de PC y FDN entre estaciones, pues en la sequía la exposición a la luz solar es mayor en comparación con la estación de lluvia.

Papachristou (1993) menciona que las cabras seleccionan dietas con niveles de PC y DIVMO significativamente mayores e inferiores en FDN, FDA y LDA. Por su parte, Rinella *et al.*, (2011) y Mancilla-Leytón *et al.*, (2012, 2014) mencionan que las especies vegetales en etapa fisiológica de rebrote o floración tienen una mayor probabilidad de ser consumidas por el ganado en pastoreo, pues su valor nutritivo es mayor y su contenido de taninos disminuye.

Esto coincide con el análisis nutricional del forraje durante la sequía, debido a que las especies vegetales se encontraban en etapa de rebrote o floración.

Por comunidad, los niveles más altos de PC fueron debido a un mayor número de especies de la familia Mimosoideae y Leguminosae, las cuales pueden tener un contenido de hasta 30 % de PC de acuerdo con Botero y Russo (1998).

A pesar de que los valores de PC por tipo de forraje no difieren entre sí, hay que tomar en cuenta que la mayor proporción de especies se encuentran en el estrato arbóreo durante las dos estaciones y de acuerdo con Bhatta *et al.*, (2005) su forraje puede constituir la fuente principal de alimentación en época de escases.

Entre forrajes, el contenido superior de FDN corresponde a vainas. Al respecto Cecconello *et al.*, (2003) destacan que la proporción de lignina en vainas es relativamente pequeña en comparación con su contenido de celulosa y hemicelulosa. Por comunidad, la cantidad menor en FDN en Chocani probablemente sea a causa de una menor cantidad de vainas y árboles en comparación con las demás comunidades.

Ainalis *et al.*, (2006) cuantificaron la calidad nutritiva del forraje que consumen ovejas en un sistema silvopastoril de Grecia durante el verano, indicando que el pastoreo de corta duración estimula un menor contenido de FDN y una mayor DIVMO. Por lo que la defoliación continúa de las especies por el consumo del ganado en pastoreo puede mejorar sus características nutricionales.

La interacción de temperatura, cantidad de luz, defoliación y la fenología de las distintas plantas, pudieran influir sobre la DIVMS entre árboles y vainas.

Además Reed *et al* (1990) y Makkar (2003) indican que los taninos están fuertemente unidos a paredes celulares y proteínas, disminuyendo su disponibilidad para la microflora ruminal, provocando una menor digestibilidad de la materia seca.

En este sentido, Bhatta *et al.*, (2012) mencionan que el contenido de taninos en especies de árboles forrajeros tiene el potencial para suprimir la metanogénesis, por lo que se recomienda determinar las cantidades de compuestos antinutricionales en las especies analizadas.

Respecto a la MO, se ha reportado que una disminución en su contenido incide en una mayor proporción de minerales, lo cual es importante, ya que facilita la digestibilidad de la fibra y síntesis de proteína (Spears, 1994).

#### **8.4 Cinética de producción gas y degradación de materia seca *in vitro* de mezclas de forraje consumidos por cabras a pastoreo**

La producción de gas es directamente proporcional a la tasa de degradación del sustrato, de este modo en la estación seca se presentó una mayor digestibilidad de las mezcla de forrajes. En este sentido la mezcla de Árboles\*Arbustivas\*Herbáceas fue la de mayor producción de gas en ambas estaciones, con 163.8 y 167.1 mL por g<sup>-1</sup> de MS, respectivamente.

Lo cual difiere con los valores máximos reportados por Apráez *et al.*, (2012) y Rivera *et al.*, (2013), 140 y 151.73 mL por g<sup>-1</sup> de MS comparativamente, en la evaluación de especies forrajeras de sistemas silvopastoriles en Colombia.

Entre mezclas, las de mayor producción fueron Herbáceas seguida por Árboles\*Herbáceas, Arbustivas\*Herbáceas y Árboles\*Arbustivas\*Herbáceas. La producción de gas de Herbáceas concuerda con lo reportado por Hummel *et al.*, (2006) para diez especies de hierbas de clima templado, atribuyéndolo a una menor cantidad de lignina en la pared celular.

### **8.5 Fracciones de proteína (a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> y c) de mezclas compuestas del forraje consumido por caprinos en pastoreo**

Los valores de las fracciones A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y C solo indican la cantidad de la PC que está disponible en rumen. Para saber las tasas de degradación en rumen de las fracciones B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> Sniffen *et al.*, (1992) proponen constantes del ritmo de degradación para forrajes (leguminosas y pastos).

Estas constantes tienen un promedio de 150, 11 y 1.75 %/h para B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> respectivamente. De este modo tenemos que:

$$\text{Si } 15.3 \text{ — } 100\% \text{ y se degrada } 150\%/h = 22.95 \% / h$$

$$\text{Si } 116 \text{ g de PC — } 100\% \text{ y se degrada } 22.95 \% / h = 26.62 \text{ g/h}$$

dónde: 15.3 es el valor de la fracción B<sub>1</sub> (Cuadro 22).

150 es la constante de degradación para B<sub>1</sub>.

22.95 es el porcentaje de degradación en rumen por hora.

116 son los g de PC por kg de MS que aporta la mezcla de árboles (Cuadro 19).

26.62 es la cantidad de proteína de la mezcla de árboles que se digiere en 1 hora

**Cuadro 23. Ritmo de degradación (%/h) de mezclas y su correspondiente cantidad de PC aportada (g/h)**

Estación	Mezclas	Ritmo de degradación (%/h)			Proteína aportada (g/h)			Suma de g/h
		B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	
Lluvia	Árboles	22.95	1.28	0.14	26.62	1.48	0.16	28.26
	Arbustivas	31.35	1.85	0.15	36.99	2.18	0.18	39.35
	Herbáceas	48.00	1.33	0.27	60.96	1.69	0.35	63.0
	Árboles*Arbustivas	34.50	0.98	0.15	42.09	1.19	0.19	43.47
	Árboles*Herbáceas	29.10	1.02	0.27	35.21	1.24	0.33	36.78
	Arbustivas*Herbáceas	40.80	1.21	0.17	48.55	1.44	0.21	50.2
	Árboles*Arbustivas*Herbáceas	34.20	2.71	0.05	41.04	3.25	0.06	44.35
Sequía	Árboles	16.65	1.09	0.51	15.15	0.99	0.46	16.6
	Arbustivas	31.50	2.19	0.36	49.14	3.41	0.56	53.11
	Herbáceas	28.50	0.10	0.12	26.22	0.09	0.11	26.42
	Árboles*Arbustivas	37.50	0.11	0.24	48.00	0.14	0.31	48.45
	Árboles*Herbáceas	28.05	0.51	0.27	26.65	0.48	0.26	27.39
	Arbustivas*Herbáceas	26.25	1.18	0.43	31.24	1.40	0.52	33.16
	Árboles*Arbustivas*Herbáceas	25.65	1.31	0.42	28.47	1.45	0.46	30.38
	<b>Promedio</b>	31.07	1.20	0.26	36.9	1.5	0.3	38.7

Tomando en cuenta lo anterior y los valores del Cuadro 23, se puede asumir que la degradación de las fracciones B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> de forrajes consumidos por cabras en pastoreo en la estación de lluvia es de 34.35, 1.49 y 0.17 %/h y en sequía 27.6, 0.93 y 0.33 %/h. Aportando en total 43.6 y 33.6 g de PC por hora, respectivamente.

En la estación de lluvia destacan las mezclas de herbáceas y arbustivas\*herbáceas con 48, 1.3, 0.27 %/h y 40.8, 1.21 y 0.17 %/h, pues aportan 63 y 50.2 g de PC /h, respectivamente. En la sequía sobresalen las mezclas de árboles\*arbustivas (37.50, 0.11, 0.24 %/h) y arbustivas (31.50, 2.19, 0.36 %/h) contribuyendo con 48.4 y 53.1 g de PC por hora.

Por otro lado, la fracción A es considerada como NNP (amoníaco, péptidos y aminoácidos) el cual es altamente disponible en rumen. En mezclas de forrajes su promedio es de 25.2 y 28.0 g en lluvias y en sequía, respectivamente. En lluvia destaca la mezcla de árboles\*herbáceas (32.9 g) y en sequía la de árboles\*arbustivas (44.7 g).

A pesar que las fracciones de proteína de los forrajes analizados son menores en comparación con las de alfalfa reportados por Guo *et al.*, (2008) y Yari *et al.*, (2012), son proveedoras una buena fuente de proteína.

De esta manera se puede señalar que el aporte de proteína de las fracciones A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub> y B<sub>3</sub> en lluvia es de 68.8 g y en sequía de 61.6 g con respecto a los promedios de PC de cada estación.

Sin embargo, Russell *et al.*, (1992) mencionan que cuando la degradación de la proteína es rápida, se acumula y pequeñas cantidades pueden escapar a tracto posterior. Pues la velocidad a la cual son utilizados algunos péptidos por los microorganismos es de 0.07 g/h.

Por lo que dichos valores, de acuerdo con el NRC en el apartado de cabras indígenas locales, cumplen con los requerimientos de mantenimiento para animales con pesos corporales de 10, 15, 20, 25 y 30 kg, inclusive para ganancias de peso de 25 a 50 g d<sup>-1</sup>.

En relación a la fracción C, la cantidad promedio fue de alrededor del 30%, las mezclas de árboles y herbáceas sobresalieron en lluvias y sequía con el 45 y 37% respecto a su PC, respectivamente.

Rey *at al.* (2005) para forraje de *Leucoena leucocephala* reporta valores de 22.98, 25.0, 31.99, 13 82 % de fracciones A+B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y C respecto al contenido de su PC. Del mismo modo Gavira *et al.*, (2005) en una asociación de *Leucoena leucocephala* con *C. plectostachyus* y *M. maximus* reporta porcentajes promedios de fracciones A+B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> y C de 34.5, 36.6, 22.3 y 6.5, respectivamente.

Con excepción de A y B<sub>1</sub> estos valores son mayores a los aquí reportados hay que tomar en cuenta que el cultivo de estas especies se lleva a cabo con fertilización, riego y podas, lo cual podría influir directamente en las proporciones de las fracciones.

Tham *et al.*, (2008) puntualizaron las repercusiones que tiene la temperatura sobre el fraccionamiento de proteína de *Eichornia crassipes*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Sesbania grandiflora* y *Manihot esculenta* pues disminuye las fracciones A y B<sub>2</sub> pero aumenta la B<sub>3</sub>.

En este sentido, Sing *et al.*, (2012) al investigar la correlación que existe entre la producción de metano de 12 forrajes (cereales, herbáceas y leguminosas) y el fraccionamiento de su proteína y carbohidratos encontraron efectos positivos en la reducción de metano cuando se incrementa la PC, NNP (fracción A), azúcares rápidamente degradables (Fracción C<sub>A</sub>) y carbohidratos no estructurales (CNE).

Las fracciones de proteína reportados concuerdan con diversos autores pues mencionan que el ganado caprino en pastoreo prefiere forraje con mayor cantidad de proteína y que además en la estación de lluvia tienden a consumir un mayor número de especies herbáceas en comparación con la estación seca, en la cual el mayor consumo es de especies arbóreas y arbustivas.

A pesar de ello la literatura existente sobre fracciones de proteína en recursos forrajeros de árboles, arbustos y herbáceas es limitada, por lo que los datos aportados por esta investigación sientan un precedente para futuras investigaciones al respecto.

## 9. CONCLUSIONES

1. Los sistemas de producción caprina en la Mixteca oaxaqueña son heterogéneos. Coexisten el sistema trashumante y el extensivo, caracterizándose cada uno por el tipo de cabras, el número de animales en cada rebaño y el tipo de manejo durante el pastoreo. Todos los rebaños presentan un bajo nivel tecnológico. Sin embargo, existen las condiciones sociales, económicas, ecológicas y culturales apropiadas para el mejoramiento sostenible de su producción.
2. La evaluación nutricional de las especies consumidas por caprinos en pastoreo muestra un amplio potencial forrajero. De las muestras analizadas 66% contiene más de 100 g de PC, 38% presentan valores menores a 400 g de FDN y 84% muestran valores mayores a 600 g de DIVMS.
3. Los valores de nutrientes en la estación de lluvia fueron mayores respecto a estación de sequía. Asimismo, las vainas fueron las de mayor contenido de nutrientes, seguido de árboles, herbáceas y arbustivas. En este sentido, a pesar de la variabilidad en los niveles de nutrientes entre comunidades, estos se encuentran dentro de los valores recomendados por la literatura.
4. La cinética de producción de gas fue mayor en Herbáceas, Árboles x Herbáceas, Árboles x Arbustivas x Herbáceas, Arbustivas x Herbáceas, indicando una mayor digestibilidad.
5. La predicción de las fracciones de proteína en las mezclas de forraje consumidas por las cabras en pastoreo, indican una proteína digestible que cubre sus requerimientos de mantenimiento y pueden contribuir para ganancias de peso diarias de 25 y 50 g/día.

## 10. LITERATURA CITADA

- Abrego H. R. 2013. El sistema de producción y clasificación fenotípica de las cabras de la Mixteca poblana. Tesis. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla.
- Ainalis A.B., Tsiouvaras C.N. and Nastis A.S. 2006. Effect of summer grazing on forage quality of woody and herbaceous species in a silvopastoral system in northern Greece. *Journal of Arid Environments*, 67 (1): 90–99.
- Allan Degen A., El-Meccawi S. and Kam M. 2010. Cafeteria trials to determine relative preference of six desert trees and shrubs by sheep and goats. *Livestock Science* 132:19–25.
- Ammar H., Lopez S., Gonzalez J. S. and Ranill M. J. 2004. Seasonal variations in the chemical composition and *in vitro* digestibility of some Spanish leguminous shrub species. *Animal Feed Science and Technology* 115, 327-340.
- Apréaz J. E., Delgado J. M. y Narváez J. P. 2012. Composición nutricional, degradación *in vitro* y potencial de producción de gas, de herbáceas, arbóreas y arbustivas encontradas en el trópico alto de Nariño. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 24.
- Arbiza A. S. I. 1986. Producción de caprinos. AGT Editor. México. 695 p
- Aréchiga C.F.;Aguilera C.A. C.F.;Rincón J.I., Méndez de Lara R.M.; Bañuelos S. y Meza-Herrera V.R. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*: 9 (1). 1-14.
- Arias L., Soriano-Robles R., Gonzalez-Esquivel C. E. and Sanchez E. 2014. Chemical composition and *in vitro* digestibility of fodder trees and shrubs consumed by goats in the low Mixteca region of Oaxaca, Mexico. *Research Journal of Biological Sciences*, 9 (2): 92-97.

- Arias, L; Soriano, R; Sánchez, E; González, C; Rivera, L. 2011. Características técnicas y socioeconómicas de los sistemas de producción caprina en un municipio de la Mixteca Baja oaxaqueña. p. 335-345. En La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes, Vol. 2. Coordinadores: Cavalloti V. B. A., Ramírez V. B., Martínez C. F. E., Marcof Á. C. F., Cesín V. A. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México. 424 p.
- Armenta-Quintana, J. Á., Ramírez-Orduña, R., y Ramírez-Lozano, R. G. 2011. Utilización del forraje y selección de la dieta por cabras pastando en un matorral sarcocaulés en el noroeste de México. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 17:163-171.
- Bartolomé J.J., Franch J., Plaixats and Seligman N.G. 1998. Diet selection by sheep and goat on Mediterranean heath-woodland range. Journal Range Management. 51:383-391.
- Bautista-Tolentino M., López-Ortíz S., Pérez-Hernández P., Vargas-Mendoza M., Gallardo-López F., y Gómez-M F. C. 2011. Sistemas Agro y silvopastoriles en la comunidad el Limón, Municipio de paso de ovejas, Veracruz, México. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 14 (2011): 63- 76
- Begon, M; Harper, J; Townsend, C. 1990. Ecology: individuals, populations and communities. 2 ed. Blackwell publications. Oxford, London. 945 p.
- Benavides J. 1999. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. (Conferencia electrónica). Editores: M. Rosales, H. Osorio, M.D. Sánchez y A. Speedy. FAO. 449 – 477 p. Consultada en: <http://www.fao.org/ag/aGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>

- Benbrahim L., Gavaland A. and Gauvin J. 2000. Growth and yield of mixed polyclonal stands of *Populus* in short-rotation coppice. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 605-610.
- Bhatta R., Vaithyanathan S., Singh N.P., Shinde A.K., Verma D.L. 2005. Effect of feeding tree leaves as supplements on the nutrient digestion and rumen fermentation pattern in sheep grazing on semi-arid range of India – I. *Small Ruminant Research* 60(3): 273–280.
- Bhatta R., Saravanan M., Baruah L. and Sampath K.T. 2012. Nutrient content, *in vitro* ruminal fermentation characteristics and methane reduction potential of tropical tannin-containing leaves. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92 (15): 2929–2935.
- Boon E.J.M.C., Struik P.C., Engels F.M., Cono J.W. 2012. Stem characteristics of two forage maize (*Zea mays* L.) cultivars varying in whole plant digestibility. IV. Changes during the growing season in anatomy and chemical composition in relation to fermentation characteristics of a lower internode. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 59:13–23
- Boschini-Figueroa C. 2006. Nutrientes digeribles, energía neta y fracciones proteicas de la morera (*morus alba*) aprovechables en vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 17(2): 141-150.
- Botero, R. y Russo, R.O. 1998. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. (Conferencia electrónica). Editores: M. Rosales, H. Osorio, M.D. Sánchez y A. Speedy. FAO. Roma. 121-143 p. Consultado en: <http://www.fao.org/ag/aGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>
- Braña D. V., Jiménez B., Partida P., Alfaro R. R., Soto S. 2013. Evaluación de la calidad en la canal caprina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en

Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP. Ajuchitlán, Colón, Querétaro. Libro técnico No. 4. ISBN: 978-607-37-0027-6

Braña V. D., Alfaro R. H., Jiménez B. Ma. R., Torres Ma. G., Razo R. O. E. 2013. Evaluación sensorial de la carne de cabra y cabrito. Ajuchitlán, Colón, Querétaro. Libro técnico No.4 INIFAP.

Cab-Jiménez F. E., Ortega-Cerrilla M. E., Quero-Carrillo A. R., Enríquez Quiroz J. F., Vaquera-Huerta H. y Carranco-Jauregui M. E. 2015. Composición química y digestibilidad de algunos árboles tropicales forrajeros de Campeche, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Núm. 11, pag. 2199-2204.

Carranza-Montaña Mario A., Sánchez-Velásquez Lázaro R., Pineda-López Ma. del Rosario y Cuevas-Guzmán Ramón. 2003. Calidad y potencial forrajero de especies del bosque tropical caducifolio de la sierra de Manantlán, México. AGROCIENCIA, vol. 37, núm. 2, pp. 203-210.

CDI-PNUD. 2008. Región Sur. Tomo 1. Oaxaca: Condiciones Socioeconómicas y Demográficas de la Población Indígena. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México, 199 p.

Cecava, M. J., Merchen N. R., Berger L. L., and Fahey Jr G. C. 1990. Intestinal supply of amino acids in sheep feed alkaline hydrogen peroxide-treated wheat straw-based diets supplemented with soybean meal or combination of corn gluten meal and blood meal. Journal Animal Science, 68:467-477.

Cecconello C. G., Benezra S. M. y Obispo N. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. Zootecnia Tropical, 21(2):149-165.

Cerrillo M.A., López O.O., Nevárez C.G., Ramírez R.G. and Juárez R.A.S. 2006. Nutrient content, intake and *in vitro* gas production of diets by Spanish goats browsing a thorn shrubland in North Mexico. Small Ruminant Research 66:76–84.

Céspedes-Flores S.E. y Moreno-Sánchez E. 2010. Estimación del valor de la pérdida de recurso forestal y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental* 2(2):5-13.

Chaverri-Polini A. 1998. Las montañas, la diversidad biológica y su conservación. *Unasyva* No. 195 Vol. 49 : 47-54.

Church C. D. 1993. *El rumiante: fisiología digestiva y nutrición*. Editorial Acribia, S.A.; Edición: Ilustrada. 641 páginas.

Church C. D. 2002. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. LIMUSA WILEY. 2da Edición, 636 páginas.

Clark, J. H., T. H. Klusmeyer, and M. R. Cameron. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal Animal Science*. 75:2304-2323.

CONABIO-PNUD. 2009. México: capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, México. Consultado en: <http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/MexCapacidades.html>

Delgado H. y Ramírez., L. 2008. Árboles y arbustos forrajeros como alternativa alimenticia para la ganadería bovina y su impacto sobre la productividad animal. En: *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. Editores: González C. y Soto E. Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. p. 385.

Domingue B.M.F., Dellow D.W. and Barry T.N. 1991. Voluntary intake and rumen Digestion of a low quality roughage by goats and sheep. *Journal of Agricultural Science*, 117:111–120.

Egea A. V., Allegretti L., Paez Lama S., Grilli D., Sartor C., Fucilia M., Guevara J.C. , Passera C. 2014. Selective behavior of Creole goats in response to the functional heterogeneity of native forage species in the central Monte desert, Argentina. *Small Ruminant Research*, 120:90–99.

Escárcega S. y Varese S. 2004. La ruta mixteca: el impacto etnopolítico de la migración transnacional en los pueblos indígenas de México. Colección: La Pluralidad Cultural en México del Programa Universitario México Nación Multicultural. Coedición Programa Universitario México Nación Multicultural CEIICH-UNAM/Dirección General de Publico. 422 pp.

FAOSTAT. 2013. Production. Live animals. Consultada en: <http://faostat.fao.org/site/573/DesktopDefault.aspx?PageID=573#ancor>.

FEDNA. 2010. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Bellota de encina entera. Consultada en: [http://www.fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/bellota-de-encina-entera](http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/bellota-de-encina-entera)

Flores G. J. S. 2010. Diversidad de las plantas forrajeras en las comunidades mayas. En: Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. Editores: Durán G. R. y Méndez G. M. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yuc, 496 pp.

Focant M., Vanbelle M., Godfroid S. 1986. Feeding behavior and rumen motility in goats and sheep fed two hay-barley diets. *Reproduction Nutrition Development* 26:277-278.

Forero E. y Romero C. 2005. Estudios en leguminosas Colombianas. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales Colección Jorge Álvarez Lleras No. 25. Consultada en: <http://www.accefyn.org.co/PubliAcad/Leguminosas/LEGUMINOSAS%201.pdf>

- Franco, F.J., G.A. Gómez, G.D. Mendoza, R. Bárcena, R. Ricalde, F. Plata, J. Hernández. 2005. Influence of plant cover on dietary selection by goats in the Mixtec Region of Oaxaca, Mexico. *Journal Applied Animal Research*. 27: 95-100
- Franco-Guerra F.J., Sánchez R.M., Camacho R.J.C., Hernández H.J.E., Villarreal E.B., Rodríguez C.E.L., Marcito A. O. 2014. Consumo de especies arbóreas, arbustivas y sus frutos y herbáceas por cabras en pastoreo trashumante en la Mixteca oaxaqueña, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17:267 – 270.
- Franco-Guerra Francisco J., Manuel Sánchez-Rodríguez, Jorge E. Hernández Hernández, Oscar A. Villarreal Espino-Barros, Julio C. Camacho Ronquillo y María A. Hernández Ríos. 2008. Evolución del comportamiento alimentario de cabras criollas en especies arbóreas y arbustivas durante el pastoreo trashumante, México. *Zootecnia Tropical*, 26(3): 383-386
- Gallego Burbano E. J., Morales Velasco S. y Vivas Quila N. J. 2012. Propuesta para el uso de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en sistemas ganaderos en el Valle del Patía. Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol.10, n.2, pp. 207-216.
- Gallego Burbano, Eiver Julian; Morales Velasco, Sandra y Vivas Quila, Nelson José. 2012. Propuesta para el uso de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en sistemas ganaderos en el valle del Patía. Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, vol.10, n.2, pp. 207-216.
- García B. D. V. 2013. Diversidad de cabras en los sistemas tradicionales de la montaña del estado de Guerrero, México. Tesis. Colegio de Posgraduados. Campus Puebla.

- García–Mendoza A. J., Ordóñez M. J. y Briones–Salas M. (2004). Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM/ Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza/ WWF. México, D. F., 604 pp.
- Gaspar P., Escribano A.J., Mesías F.J., Escribano M., Pulido A.F. 2011. Goat systems of Villuercas-Ibores area in SW Spain: Problems and perspectives of traditional farming systems. *Small Ruminant Research* 97:1–11.
- Gaviria X., Rivera J. y Barahona R. 2015. Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Pastos y Forrajes*, 38 (2):194-201.
- Geilfus F. 2002. 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. SAGARPA-INCA-IICA. México. 208 p. Retrieved may 20 from <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc15788/doc15788-a.pdf>
- Gómez G. A., Pinos R. J. M. y Aguirre R. J. R. 2009. Manual de producción caprina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, 177 pp.
- Greuter, W., J. MCNeill, F. R. Barrie, H. M. Burdet, V. Demoulin, T. S. Filgueiras, D. H. Nicolson, P. C. Silva, J. E. Skog, P. Trehane & N. J. Turland. 2000. International Code of Botanical Nomenclature (St. Louis Code). *Regnum Vegetabile* 138: 1-474. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany.
- Hadjipanayiotou M and Antoniou T. 1983 A comparison of rumen fermentation patterns in sheep and goats given a variety of diets. *Journal of Science Food Agriculture*. 34:1319–1322.
- Hernández H. J. E., Carreón L. L., Camacho R. J. C., Franco G. F. J., Hernández R. D. Producción y mercadeo de carne caprina en una región silvopastoril de la Mixteca poblana. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35:1043-1051.

- Hernández J. E., Franco F. J., Villarreal O. A., Camacho J. C. y Pedraza R. M. 2011. Caracterización socioeconómica y productiva de unidades caprinas familiares en la Mixteca Poblana. *Archivos de Zootecnia*, 60: 175-182.
- Hernández J.S., Rodero E., Herrera M., Delgado J.V., Barba C. y Sierra A. 2001. La caprinocultura en la Mixteca poblana (México). Descripción e identificación de factores limitantes. *Archivos de Zootecnia*, 50:231-239.
- Hernández Z. J. S., Franco G. F. J., Herrera G. M., Rodero S. E., Sierra V. A. C., Bañuelos C. A. Delgado B. J. V. 2002. Estudio de los recursos genéticos de México: Características morfológicas y morfoestructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Archivos de Zootecnia* 51:53-64.
- Hernández Z. J. S., Herrera G. M., Rodero S. E., Vargas L., Villareal E. O., Reséndiz M. R, Carreón L. L. y Sierra V. A. C. 2005. Tendencia en el crecimiento de cabritos Criollos en sistemas extensivos. *Archivos de Zootecnia*, 54: 429-236.
- Hernández, A.I. 1986. Ramoneo de las cabras en un bosque seco tropical: especies consumidas y su valor nutricional. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ*, 7(1):64-71.
- Hernández-Hernández, J.E. 2006. Valoración de la caprinocultura en la Mixteca Poblana: socioeconomía y recursos arbóreo-arbustivos. Tesis. Universidad de Camagüey. Camagüey. Cuba.
- Hofmann, R.R., 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia* 78, 443–457.
- Hoover, W. H., and T. K. Miller. 1992. Rumen digestive physiology and microbial ecology. Bulletin 708T of the Agriculture and Forestry Experimental Station. West Virginia University, USA. 36 pp.

- Hummel J., Sudekum H., Streich W.J. and Clauss M. 2006. Forage fermentation patterns and their implications for herbivore ingesta retention times. *Functional Ecology*, 20:989-1002
- INEGI. 2004. Síntesis de Información Geográfica de Estado de Oaxaca. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 93-105 pp.
- Jiménez-Ferrer G., López-Carmona M., Nahed-Toral J., Ochoa-Gaona S. y De Jong B. 2008. Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Veterinaria México*, 39 (2): 199-213.
- Kalva Madhana Sekhar, Rachapudi Venkata Sreeharsha, Attipalli Ramachandra Reddy. 2015. Differential responses in photosynthesis, growth and biomass yields in two mulberry genotypes grown under elevated CO<sub>2</sub> atmosphere. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 151:172-179.
- Khanal R. C., Subba D. B. 2001. Nutritional evaluation of leaves from some major fodder trees cultivated in the hills of Nepal. *Animal Feed Science and Technology* 92:17-32.
- Ku-Vera, J. C.; Ramírez, A. L.; Jiménez, F. G.; Alayon, J. A. and Ramírez, C. L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico. En: *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. (Conferencia electrónica). Editores: M. Rosales, H. Osorio, M.D. Sánchez y A. Speedy. FAO. Roma. 231–258 p. Consultado en: <http://www.fao.org/ag/aGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>
- León L. A., Steffen C., Fragoso J. M., García A. M.C., Villafuerte S. D. y Sarmiento S. I. 1989 *Los factores que condicionan el desarrollo rural en la Mixteca Oaxaqueña*. México DF:UAM-X, CSH, Depto. de Relaciones Sociales; 1a. edición; Págs. 174. ISBN: 9688406449.

- López H. M. A., Rivera L. J. A, Ortega R. L., Escobedo M. J. G., Magaña M. M. Á., Sanginés G, J, R, Sierra V. Á. C. 2008. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México*, 46 (2): 205-215.
- Lu, C.D., J.R. Kawas, and O.G. Mahgoub. 2005. Fibre digestion and utilization in goats. *Small Ruminant Research*, 60:45-52.
- Macías D. M. A., Ramírez B. E. y Cruz M. R. G. (2008) Estimación del consumo voluntario, digestibilidad *in vitro* y análisis de proteína del material vegetativo consumidos por cabras en pastoreo. Memoria 2do Congreso Internacional en Ciencias Veterinarias y Zootecnia.
- Macías D. M. A., Ramírez B. E. y Cruz M. R. G. 2008. Estimación del consumo voluntario, digestibilidad *in vitro* y análisis de proteína del material vegetativo consumidos por cabras en pastoreo. En: 2 do Congreso Internacional en Ciencias Veterinarias Y Zootecnia. Consultado en: <http://bibliotecas.umar.mx/publicaciones/nutricion%20animal.pdf>
- Makkar, H.P.S., 2003. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49:241–256.
- Mancilla-Leytón J.M., Joffre R., Martín Vicente A. 2014. Effect of grazing and season on the chemical composition of Mediterranean shrub species in Doñana Natural Park, Spain. *Journal of Arid Environments*, 108:10-18.
- Mancilla-Leytón, J., Parejo Farnés, C., Martín Vicente, A., 2012. Selection of browse species and energy balance of goats grazing on forest understory vegetation in Doñana Natural Park (SW Spain). *Livestock Science*, 148:237-242.
- Martínez R. R. D., Torres H. G. y Martínez H. S. 2007. Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del “Filo Mayor” de la Sierra

Madre del Sur en el estado de Guerrero. Revista Electrónica Nova Scientia, N° 11 Vol. 6 (1), 2013. ISSN 2007 - 0705. pp: 25 – 44.

Martinez, M. 1979. Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plantas Mexicanas. 1a Edición. Fondo de Cultura Económica. México. 1220 pp.

McDonald P. y Sanz A. R. (2013). Nutrición animal. Editorial Acribia, S.A.; Edición 7, 672 pp.

Meave J.A., Romero-Romero M.A., Salas-Morales S.H., Pérez-García E.A., Gallardo-Cruz J.A. 2012. Diversidad, amenazas y oportunidades para la conservación del bosque tropical caducifolio en el estado de Oaxaca, México. Ecosistemas 21 (1-2): 85-100.

Mejía H. J. 2002. Consumo Voluntario de Forraje por Rumiantes en Pastoreo. Acta Universitaria, 12(3):56-63.

Mekoya A., Oosting S. J., Fernandez-Rivera S. and Van der Zijpp A. J. 2008. Multipurpose fodder trees in the Ethiopian highlands: Farmers' preference and relationship of indigenous knowledge of feed value with laboratory indicators. Agricultural Systems 96:184–194

Melchor G. J. 2013. La producción de cabras en la cañada de Huamuxitlán, estado de Guerrero. Tesis. Colegio de posgraduados. Campus Puebla.

Mellado M. 1997. La cabra criolla en América Latina. Veterinaria México. 28 (4):333-343.

Mendoza G. E. 2002. El ganado comunal en la Mixteca alta: de la época colonial al siglo XX. El caso de Tepelmeme. El Colegio de México. Historia Mexicana, Vol. LI, Núm. 4.

- Mila-Arango R., Ramírez-Briebesca E., Soto-Hernández R. M., Hernández-Mendo O., Torres-Hernández G., Mellado-Bosque M. Á. 2014. Identificación y estudio fitoquímico de dos especies de cazahuate en la intoxicación de cabras en una comunidad de la Mixteca oaxaqueña. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(4): 463-479.
- Montañez E. P., Jiménez O. J., Ruenes M. R. y Calvo I. L. M. 2010. Aprovechamientos forestales maderables y no maderables. En: *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. Editores: Durán G. R. y Méndez G. M. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yuc. 496 pp.
- Nahed J., Sánchez A., Grande D., Pérez-Gil F. 1998. Evaluation of promissory tree species for sheep feeding in The Highlands of Chiapas, Mexico. *Animal Feed Science and Technology* 73: 59-69
- Orskov E.R. 1992. Protein nutrition in ruminants. Academic Press Limited, 2 edition, 175 pp.
- Orskov E.R. and Ryle M. 1998. Energy nutrition in ruminants. Springer, Softcover reprint of the original 1st ed.
- Ortiz J. G., Ruiz F. y Salinas H. 1988. Caracterización de cuatro explotaciones caprinas en el sureste de Coahuila. En: Ramos A. y Cepeda G., López T.R. y García E.R. (Ed). *Memoria. Congreso Interamericano de Producción Caprina*, 11-14-Oct., Torreón, Coah., México.
- Ouédraogo-Koné, S., Kaboré-Zoungrana, C.Y. and Ledin, I. 2006. Behaviour of goats, sheep and cattle on natural pasture in the sub-humid zone of West Africa. *Livestock Science* 105:244-252.
- Papachristou, T. G.; Luthando. E. D.; Provenza, F. D. 2005. Foraging ecology of goats and sheep on wooded rangeland. *Small Ruminant Research* 59:141-156 pp.

- Papachristou, T.G., 1993. Acomparison of esophageal fistulation and hand plucking methods used to determine the diet quality of goats grazing in shrublands of Greece. In: Nastis, A. (Ed.), Sheep and Goat Nutrition, Thessaloniki, Greece, September 24–26, 1993. FAO–CIHEAM–EU, pp. 163–170.
- Paredes-Flores, Martín; Lira Saade, Rafael; Dávila Aranda, Patricia D. 2007. Estudio etnobotánico de Zapotitlán Salinas, Puebla. *Acta Botánica Mexicana* 79: 13-61.
- Paz R. G., Álvarez R., Lipshitz H., Degano C., Usandivaras P., Castaño L., Lamadrid S., Togo J. 2002. Sistemas de producción campesinos caprinos en Santiago del Estero. Proyección y desafíos para el desarrollo del sector. FUNDAPAZ-Fundación para el Desarrollo en Justicia y Paz. Santiago del Estero. Rep. De Argentina. Consultado en: [http://www.produccion-animal.com.ar/libros\\_on\\_line/32-caprinos\\_campesinos\\_Santiago/32-caprinos\\_Santiago.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/32-caprinos_campesinos_Santiago/32-caprinos_Santiago.pdf)
- Pinto-Ruiz R., Hernández D., Gómez H., Cobos M.A., Quiroga R., Pezo D. 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: usos y características nutricionales. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 26 (1):19-31. Consultado en: <http://www.redalyc.org/pdf/3586/358636324002.pdf>
- Ramírez J. A., Hernández E. W., Cruz A., Lowe K. A. 1986. Edad y peso a la pubertad de cabras criollas y cruzadas de la zona centro del estado de Chihuahua. *Memorias de la III Reunión Nacional sobre Caprinocultura*. Octubre 29-31. Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán-UNAM. Cuautitlán Izcalli, Edo. de Méx., México.
- Ramírez J. M. P., Sánchez O. M., Ortiz B. R., Zaragoza R.J.L., Ricardi D. L., Fuentes-Mascorro G. 2014. Sistema de producción y zoometría de la cabra pastoreña de la Mixteca oaxaqueña. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 4:231-233.

- Ramírez R.G. 1999. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. *Small Ruminant Research* 34: 215-230.
- Ramírez-Orduña R., Ramírez R.G., Romero-Vadillo E. , González-Rodríguez H. , J Armenta-Quintana A., Avalos-Castro R. 2008. Diet and nutrition of range goats on a sarcocaulous shrubland from Baja California Sur, Mexico. *Small Ruminant Research* 76:166–176.
- Reed, J.D., Soller, H., Wood, A., 1990. Fodder tree and straw diets for sheep: intake, growth, digestibility and effect of phenolics on nitrogen utilization. *Animal Feed Science Technology* 30:39–50.
- Rinella, M.J., Vavra, M., Naylor, B.J., Boyd, J.M., 2011. Estimating influence of stocking regimes on livestock grazing distributions. *Ecological Modelling*, 222: 619-625.
- Rivera J. E., Naranjo J. F., Cuartas C. A. y Arenas F. A. 2013. Fermentación *in vitro* y composición química de algunos forrajes y dietas ofrecidas bajo un Sistema Silvopastoril en el trópico de altura. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 25, Article # 174. Consultado en: <http://www.lrrd.org/lrrd25/10/rive25174.htm>
- Rivera L. J. A., Suárez C. A., Ramírez C. L. y Salomón B. A. 2010. Especies nativas con potencial forrajero y multipropósito. En: *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. Editores: Durán G. R. y Méndez G. M. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. Mérida, Yuc. 496 pp.
- Robbins, C.T., Spalinger, D.E., van Hoven, W., 1995. Adaptation of ruminants to browse and grass diets: are anatomical-based browser-grazer interpretation valid?. *Oecologia* 103:208–1213.

- Rodríguez-Estévez, V., García Martínez A., Mata Moreno C., Perea Muñoz J.M. y Gómez Castro A.G. 2008. Dimensiones y características nutritivas de las bellotas de los Quercus de la Dehesa. Archivos de Zootecnia. 57(R): 1-12.
- Romero F. M. Á. 1983. Evolución económica en la Mixteca alta (siglo XVII). Instituto Nacional de Antropología (Centro Regional de Oaxaca). Consultado en: [http://codex.colmex.mx:8991/exlibris/aleph/a18\\_1/apache\\_media/XIXAVJ2VXJU H9DK4DX71FM3QBEAG3D.pdf](http://codex.colmex.mx:8991/exlibris/aleph/a18_1/apache_media/XIXAVJ2VXJU H9DK4DX71FM3QBEAG3D.pdf)
- Roothaert R.L., Paterson R.T. Recent work on the production and utilization of tree fodder in East Africa. Animal Feed Science Technology 69:39-51.
- Rosa García R., Celaya R., García U., Osoro K. 2012. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. Small Ruminant Research 107:49–64.
- Rosales M. 1999. Mezcla de forrajes: uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. (Conferencia electrónica). Editores: M. Rosales, H. Osorio, M.D. Sánchez y A. Speedy. FAO. Roma. 201-230 p. Consultado en: <http://www.fao.org/ag/aGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>
- SAGARPA. 2015. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ganadería. Estadísticas. Disponibilidad per cápita de carnes. Consultado en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Lists/Estadsticas/Attachments/7/Estimaci%C3%B3n%20de%20la%20disponibilidad%20per%20c%C3%A1pita%201990-2005%20Carnes.pdf>
- Sánchez T. Y. 2006. Diagnóstico productivo para sustentar las unidades de producción familiar caprinas en la Mixteca Poblana: Tehuaxtla y Maninalcingo. Tesis de Licenciatura. EMVZBUAP. Tecamachalco. Puebla. México.

- Sanon H O, Kabore-Zoungrana C and Ledin I. 2007 Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Ruminant Research* 67(1): 64-74.
- Savadogo Patrice, Sawadogo Louis, Tiveau Daniel. 2007. Effects of grazing intensity and prescribed fire on soil physical and hydrological properties and pasture yield in the savanna woodlands of Burkina Faso. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 118(1–4):80–92.
- Shimada M. A. 2009. *Nutrición animal*. Editorial Trillas. 397 p.
- SIAP. 2013. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesca. Información pecuaria. Consultado en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>. Consultada en Enero de 2015.
- Sierra V. Á. C., Delgado B. J. V., Molina A. A., Yáñez R. D. (1996). Productividad del caprino criollo mexicano. *Actas de las XXI Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia*, 273-277 pp.
- Silanikove N., Tagari H. and Shkolnik A. 1993. Comparasion of rate of passage, fermentation rate and efficiency of digestion of high fiber diet in desert Bedouin goats compared to Swiss Saanen goats. *Small Ruminant Research* 12:45-60.
- Silanikove, N., N. Gilboa, A. Perevolotsky and Z. Nitsan. 1996. Goats fed tannin-containing leaves do not exhibit toxic syndromes. *Small Ruminant Research*, 21:195-201.
- Singh S., Anele U.Y., Edmunds B., Südekum K.-H. 2014. *In vitro* ruminal dry matter degradability, microbial efficiency, short chain fatty acids, carbohydrate and protein fractionation of tropical grass-multipurpose tree species diets. *Livestock Science* 160: 45–51.

- Skene, I.K. and J.D. Brooker. 1995. Characterization of tannin acylhydrolase activity in the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. *Anaerobe*, 1(6):321-327.
- Soriano R. R., Arias M. L., Losada C. H. y Sánchez B. D. 2005. El sistema de producción caprino en un municipio de la Mixteca baja oaxaqueña. En: XX Reunión Nacional sobre Caprinocultura, 3-7 Octubre, Culiacan, Sinaloa, México, 625-628 pp.
- Spears J.W. 1994. Minerals in forages. In: Fahey Jr., G.C. (Editor-in Chief). National conference on forage quality, evaluation and utilization. University of Nebraska, Lincoln, N.E, 281-317 pp.
- Suarez E. J. 1990. Caracterización de la producción en comunidades ejidales de en el municipio de Saltillo Coahuila. Tesis. Depto. De Produccion Animal. Universidad Autónoma Antonio Narro.
- Swenson, M. J. y Reece, W. O. 2008. Fisiología de los animales domésticos de Dukes. 2ª edición. Uteha Noriega Editores. México D. F. 1116 pp.
- Tisserand, J.L., Bell, B., Masson, C., Cordelet, C. & Faurie, F. 1986. Effect du traitement des forrages par la soude sur la composition de l'écosystème microbien du rumen des ovins et des caprins. *Reproduction Nutrition Développement*, 26(1B):313-314.
- Tisserand, J.L., Hadjipanayiotou, M., Gihad, E.A. 1991. Digestion in goats. In: Morand-Fehr, P. (Ed.), *Goat Nutrition*. Pudoc, Wageningen, the Netherlands, pp. 46-60.
- Torres-Colín, R. 2004. Tipos de vegetación. En: García-Mendoza, A.J., Ordóñez, M.J., Briones-Salas, M. (eds.). *Biodiversidad de Oaxaca*. pp: 67-85. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza y WWF, México DF, México

- Trujillo O. C. X. 2012. El cruzamiento de la cabra criolla para carne con razas mejoradas en la Mixteca Poblana, México. Tesis. Colegio de Posgraduados. Campus Montecillos.
- Valencia A. S. 2004. Diversidad del género *Quercus* (Fagaceae) en México. *Boletín de la Sociedad Botánica Mexicana*, 75: 33-53.
- Valerio D., García A., Perea J., Acero R. y Gómez G. 2009. Caracterización social y comercial de los sistemas ovinos y caprinos de la región noroeste de República Dominicana. *INTERCIENCIA*, 34(9): 637-644.
- Van Soest P.J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, USA. 476 pp.
- Vargas L. S. 2003. Análisis y desarrollo del sistema de producción agrosilvopastoril caprino para carne en condiciones de subsistencia de Puebla, México. Tesis. Universidad de Córdoba. Facultad de Veterinaria Departamento de Producción Animal.
- Velázquez, A., Durán, E., Ramírez, I., Mas, J-F., Bocco, G., Ramírez, G., Palacio, J.L. 2003. Land use-cover change processes in highly biodiverse areas: the case of Oaxaca, Mexico. *Global Environmental Change* 13(3):175-184.
- Yáñez-Ruiz, D.R., Molina-Alcaide, E. 2007. A comparative study of the effect of two-stage olive cake added to alfalfa on digestion and nitrogen losses in sheep and goats. *Animal*, 1:227-232.