



SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN PARA LAS CABRAS Y EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LOS PIENSOS A LOS QUE SE TIENEN ACCESO DURANTE LA TEMPORADA DE SECA: DOS ESTUDIOS DE CASO DEL ALTIPLANO MEXICANO

FEEDING SYSTEMS FOR GOATS AND QUALITATIVE ASSESSMENT OF FEEDSTUFFS ACCESSIBLE DURING THE DRY SEASON: TWO CASE STUDIES FROM THE MEXICAN HIGHLANDS

Philipp Nagel¹; Maria Wurzinger^{1*}; Luis Iñiguez²; Francisco Guadalupe Echavarría Chairez³; Manuel de Jesús Flores Nájera³; Juan Manuel Pinos Rodríguez⁴; Walter Jorge Gómez Ruiz⁴; Werner Zollitsch¹

¹Division of Livestock Sciences, Department of Sustainable Agricultural Systems, BOKU-University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria. Telephone: +43-1-47654-3260; Fax: +43-1-47654-3254.

E-mail: maria.wurzinger@boku.ac.at (*Corresponding author).

²International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.

³National Institute of Forestry, Agricultural and Animal Research (INIFAP), Calera V.R., Zacatecas, MÉXICO.

⁴Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí San Luis Potosí, MÉXICO.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue caracterizar las estrategias de alimentación existentes y las principales fuentes de alimentación utilizadas en dos diferentes sistemas de producción caprina en el altiplano mexicano durante la temporada de seca. Se recolectaron plantas forrajeras importantes en los pastizales, éstas fueron analizadas para conocer su contenido de nutrientes. En encuestas y talleres participativos, los granjeros proporcionaron información sobre sus sistemas de producción. Se recopiló análisis químicos de 43 plantas forrajeras durante la temporada de seca, estos análisis en su mayoría mostraron escasos contenidos de nutrientes. Algunas leguminosas y compuestas tuvieron un valor razonable de alimentación, pero podrían contener mecanismos de defensa los cuales limitan su uso potencial. Mejorar o incluso mantener la productividad del sistema de producción actual depende fuertemente del mejoramiento de la base nutricional, sobre todo durante la temporada de seca que es cuando las plantas forrajeras escasean. Enfoques recientes, como el cultivo de ciertas plantas forrajeras, las cuales también contribuyen a la reducción de la erosión y la pérdida del suelo, deberían ser desarrollados e implementados. La información proporcionada por los granjeros muestra que los dos sistemas de producción estudiados en el presente artículo difieren: Por una parte, los granjeros se basan principalmente en los métodos agrícolas tradicionales, y por la otra, los granjeros están continuamente en busca de nuevas opciones agrícolas con fuerte apoyo técnico de un proyecto externo.

Recibido: 11 de octubre, 2010
Aceptado: 27 de abril, 2011
doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.09.089
www.chapingo.mex/revistas

PALABRAS CLAVE: Feeding strategies; feedstuff; nutrient content; dry season; goats; Mexico.

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize existing feeding strategies and main feed sources utilized in two different goat production systems in the Highlands of Mexico during the dry season. Important fodder plants were collected on the rangelands and analyzed for their nutrient content. In interviews and participatory workshops farmers provided background information about their production systems. Chemical analysis of 43 fodder plants, collected during the dry season, showed mostly poor nutrient contents. Some legumes and composites had a reasonable feeding value, but may possess defense mechanisms which limit their potential utilization. Improving or even maintaining the productivity of the current production systems strongly depend on the improvement of the nutritional basis, especially in the dry season when suitable fodder plants are scarce. Recent approaches such as the cultivation of certain fodder crops which also contribute to the reduction of erosion and soil loss should be consequently developed and implemented. The information provided by farmers show that the two production systems studied herein differ: farmers in one study site mostly rely on traditional farming methods, while in the other site farmers continuously search for new farming options with the strong technical support of an external funded project.

KEY WORDS: Feeding strategies; feedstuff; nutrient content; dry season; goats; Mexico.

INTRODUCCIÓN

La mayoría del altiplano mexicano está conformado por zonas áridas y semiáridas. Su población depende fuertemente de la agricultura y la ganadería (Echavarría *et al.*, 2006). 40.9 millones de hectáreas del territorio mexicano no son adecuadas para la cría de ovejas y ganado debido a las limitaciones topográficas, la temperatura y la precipitación (Mayén, 1989). Una de las razones de la importancia de la cabra sobre todo para la subsistencia de los pequeños productores (Echavarría *et al.*, 1992; Kosgey *et al.*, 2006), es su capacidad de sobrevivir en ambientes donde los recursos son muy escasos. En estas regiones y a lo largo del año, la dieta de las cabras se basa principalmente en la pastura, con una alimentación adicional de vegetación arbustiva nativa durante el verano y el otoño, y rastrojo al pastar en terrenos de maíz y frijol durante el invierno y la primavera.

La raza predominante del altiplano mexicano es la cabra criolla, la cual se cree que por lo general es robusta y se sabe adaptar a las condiciones de muchas de las regiones de México (Gall, 2001). Los pequeños productores tienen como objetivo principal la producción de carne de cabra en diferentes sistemas de producción y para distintos mercados (Améndola *et al.*, 2005; Valdés, 2004). Otros estudios muestran que los pequeños productores frecuentemente mantienen a sus cabras como una reserva monetaria con el fin de poder adquirir alimentos y ropa o de realizar (grandes) inversiones por ejemplo, para maquinaria, semillas o combustible, cuando se requiera (Echavarría *et al.*, 1992; Kosgey *et al.*, 2006).

En estas regiones, la dieta de las cabras se basa principalmente en pastura a lo largo del año, con una alimentación adicional de vegetación arbustiva nativa durante el verano y el otoño y rastrojo al pastar en campos de maíz o frijol durante el invierno y la primavera. Las altas tasas de ocupación ganadera y la falta de manejo de las pasturas ponen en peligro tanto a la base nutricional para las cabras como al ecosistema debido al sobrepastoreo. La densidad de la vegetación disminuye y muchas de las plantas son suprimidas por la presión del pastoreo, que a su vez aumenta la presión en la vegetación que queda. Las fuertes lluvias y los vientos dan lugar a la erosión, la cual puede causar pérdidas de entre 50 y 200 t·h⁻¹·año⁻¹ (Estrada *et al.*, 1999).

Existe poca información sobre la composición de los pastizales nativos y sobre las plantas forrajeras para las cabras en el altiplano mexicano (Ramírez *et al.*, 1991; Ramírez *et al.*, 2004). Las cabras son capaces de seleccionar las partes de las plantas que contienen

INTRODUCTION

Arid and semiarid regions cover a great part of the Mexican highlands. Its human population greatly depends on agriculture and animal husbandry (Echavarría *et al.*, 2006). 40.9 million hectares of the Mexican territory are not adequate for cattle and sheep husbandry, due to limitations in topography, temperature and precipitation (Mayén, 1989). The ability of goats to survive in very scarce environments is one reason for their importance especially for subsistence smallholders (Echavarría *et al.*, 1992; Kosgey *et al.*, 2006). In these regions and throughout the year, goats diet is mainly based in pasture, with an additional supply consisting of native shrub vegetation during summer and fall, and stubble during winter and spring when goats graze in maize and beans fields.

The predominant breed of the Mexican highlands is the Criollo goat which is thought to be generally robust and adapted to the difficult conditions of many Mexican regions (Gall, 2001). Smallholders mainly aim at producing goat meat in different production systems and for different markets (Améndola *et al.*, 2005; Valdés, 2004). Other studies indicated that smallholders frequently keep their goats as a monetary reserve in order to be able to buy food and clothes or to make (larger) investments such as for machines, seeds, or fuel when needed (Echavarría *et al.*, 1992; Kosgey *et al.*, 2006).

In these regions, the goats' diet is mainly based on pasturage throughout the year, with additional browsing of native shrub vegetation in summer and autumn and stubble grazing on maize or bean fields in winter and spring. High stocking rates and the lacking pasture management endanger both the nutritional basis for goats and the ecosystem due to overgrazing. The density of vegetation declines and many plants are suppressed by the grazing pressure which in turn increases the pressure on the remaining vegetation. Strong winds and heavy rainfalls lead to erosion which can cause losses between 50 and 200 t·h⁻¹·año⁻¹ per hectare and year (Estrada *et al.*, 1999).

Information on the composition of native rangelands and relevant fodder plants for goats in the Mexican Highlands are very scarce (Ramírez *et al.*, 1991; Ramírez *et al.*, 2004). Since goats are capable of selecting the highly nutritious parts of plants, a more profound knowledge about the relevant plants, the consumed parts and their nutritional value is needed for a better understanding of nutritional limitations of production systems and for the development of approaches for future progress (Huston, 1978).

Therefore this paper focuses on the available feed

mayores nutrientes. Para un mayor entendimiento de las limitaciones nutricionales de los sistemas de producción y para el desarrollo de enfoques para avances futuros (Huston, 1978), se requiere de un mayor conocimiento sobre estas plantas, sobre las partes que son consumidas y su valor nutricional.

Por ellos, este artículo se enfoca en la disponibilidad de recursos alimenticios y describe las plantas forrajeras más importantes y su valor nutricional, intentando mantener el contexto para todos los sistemas de producción mediante la derivación de información relevante para su desarrollo futuro.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se identificaron dos sitios de estudio, uno se localizó en el estado de Zacatecas (ZAC; altiplano central mexicano; con un área total de 75,300 km² y con una población de 1,354,000) y el otro en el estado vecino de San Luis Potosí (SLP; al este de Zacatecas; con un área total 61,000 km² y con una población de 2,299,000). En ambos estados, la mayor parte de la tierra puede ser caracterizada como árida o semiárida, con casi 2/3 de la población del estado viviendo ahí (Estrada *et al.*, 1999).

En ZAC, el estudio se llevó a cabo en el ejido de Pánuco, 2300 m sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 15.2 °C (Medina, 2004) y una precipitación anual de entre 350 y 400 mm con mayor auge entre mayo y septiembre (Flores *et al.*, 2005). En SLP, el área de estudio fue el ejido de San José de la Peña (municipio de Villa de Guadalupe), 1,700 m (González 2005), con una temperatura promedio anual de 19.4 °C (SMN, 2004) y una precipitación promedio de 386 mm (con promedios anuales de entre 140 mm y hasta 660 mm), ocurriendo principalmente entre mayo y octubre (González, 2005).

Recolección de datos

Los datos fueron recolectados durante la temporada de seca (entre febrero y junio). En SLP, se les acompañó a 7 granjeros mientras llevaban a sus animales a realizar su pastoreo diario, en este momento se hizo la recolección de las plantas forrajeras más importantes. La importancia de las plantas forrajeras fue estimada en base a la percepción de los granjeros o a la observación de las cabras en busca y consumo de éstas. Las muestras fueron colocadas en bolsas de papel durante la recolección, después fueron secadas a una temperatura de 65 °C por 72 horas, para después ser almacenadas a temperatura ambiente. Todas las muestras fueron analizadas en el Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (I.I.Z.D) de la Universidad Autónoma de San

resources and describes the most important native fodder plants and their nutritional value, trying to maintain the context to the overall production system by deriving information relevant for their future development.

MATERIALS AND METHODS

Study area

Two study sites were identified, one located in the state of Zacatecas (ZAC; central Mexican highlands; total area 75,300 km², population 1,354,000) and the other one in the neighboring state of San Luis Potosí (SLP; east of Zacatecas; total area 61,000 km², population 2,299,000). In both states, the majority of land can be characterized as arid or semi-arid, with almost 2/3 of the states' population living there (Estrada *et al.*, 1999).

In ZAC, the investigation was conducted in the farmers' community (ejido) of Pánuco, 2300 m above sea level with a mean annual temperature of 15.2 °C (Medina, 2004) and an annual precipitation between 350 and 400 mm with a peak between May and September (Flores *et al.*, 2005). In SLP, the study site was the ejido of San José de la Peña (district of Villa de Guadalupe), 1,700 m above sea level (González 2005), with a mean annual temperature of 19.4 °C (SMN, 2004) and an average precipitation of 386 mm (yearly averages between 140 mm and up to 660 mm), mainly occurring between May and October (González, 2005).

Data collection

Data were collected during the dry season (between February and June). In SLP, seven farmers were accompanied on their daily tours and the most important fodder plants were collected. The relevance of fodder plants was estimated based on the farmers' perception or on the observation of goats searching for and consuming them. Samples were kept in a paper bag during collection, than dried at an temperature of 65 °C for 72 hours and afterwards stored at room temperature. All samples were analyzed at the Instituto de Investigación de Zonas Desérticas (I.I.Z.D) of the Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Dry matter content was analyzed using a Moisture Analyzer MX-50 from A&D Company, Limited, Japan. NDF and ADF were determined according to Van Soest *et al.* (1991). The energy content of the feedstuffs was estimated following the method described by Walker (1995). Crude protein was analyzed following the Kjeldahl-procedure (AOAC, 1990). The Büchi® Digest System K-437 and the Büchi® Distillation Unit B-324 were used to perform the analysis.

In ZAC, three farmers were repeatedly accompanied for 4 to 6 hours on their daily herding tours and were interviewed focusing on general and socio-economic aspects. Additional survey data from 44 farms of

Luis Potosí (UASLP). El contenido de materia seca fue analizado utilizando un analizador de humedad MX-50 de la compañía A&D, limitada, de Japón. Se determinó la fibra detergente neutro (NDF, por sus siglas en inglés) y la fibra detergente ácido (ADF, por sus siglas en inglés) de acuerdo con Van Soest *et al.* (1991). El contenido energético de los alimentos fue estimado siguiendo el método descrito por Walker (1995). La proteína cruda (CP, por sus siglas en inglés) fue analizada siguiendo el procedimiento de Kjeldahl (AOAC, 1990). Para llevar a cabo este análisis se utilizó el Sistema Digestor Büchi K-437 y la Unidad de Destilación Büchi B-324.

En ZAC, se acompañó repetidamente a 3 granjeros en los pastoreos diarios (de 4 a 6 horas) y fueron encuestados enfocándose en aspectos generales y socioeconómicos. Se analizaron datos adicionales de las encuestas de 44 granjeros en el 2005, estos datos fueron proporcionados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En el sitio de SLP, se elaboró un cuestionario, con el cual se obtuvo información similar a la obtenida en ZAC.

Se contó con la participación de 15 personas en el taller en Pánuco (ZAC), este taller fue organizado y moderado por trabajadores del INIFAP (La Laguna, Coahuila, México). 19 participantes asistieron al taller en Matehuala (SLP). Ambos talleres se enfocaron en problemas específicos de los granjeros y de la región en general, pero también en posibilidades futuras y en esfuerzos que se necesitan para el desarrollo. En cada taller se dio una introducción general a los participantes, después continuo un debate, en donde se contaba con un moderador y con una persona que tomaba notas en un rotafolio. Esto para garantizar que todos pudieran leer las notas e incluyeran comentarios.

Análisis de datos

Los datos de la encuesta fueron capturados en Excel y analizados utilizando el procedimiento de GLM del programa estadístico SAS® (SAS, 2002) con el sitio (ZAC o SLP) o aspectos del manejo alimenticio como efectos fijos. Se probó la interacción de los efectos fijos, pero no fue significativa y por ello se excluyó.

Se realizó un reporte por cada uno de los talleres, este reporte se basó en las notas realizadas en los rotafolios durante el ejercicio. Finalmente se realizaron comparaciones entre ambos sitios, las cuales fueron descritas cualitativamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de las plantas forrajeras

Se realizó un análisis químico de todas las plantas forrajeras (partes que se consumen) recolectadas

the year 2005 were provided by the National Institute of Forestry, Agricultural and Animal Research (INIFAP) and were analyzed. In SLP, a questionnaire was developed, collecting similar information as in ZAC.

Fifteen persons participated in the workshop in Pánuco (ZAC), organized and moderated by staff of INIFAP (La Laguna, Coahuila, Mexico), while 19 participants attended the workshop in Matehuala (SLP). Both workshops focused on specific problems of the farmers and the region in general, but also on future possibilities and efforts needed for development. In each workshop a general introduction was given to the participants. This was followed by a discussion, which was facilitated by one moderator and one person was taking notes on a flip chart. This was done to ensure that everybody could read the notes and include comments.

Data analysis

The interview data were entered in excel and analyzed using the GLM procedure of the SAS® software (SAS, 2002) with the site (ZAC or SLP) or aspects of the feeding management as fixed effects. Interactions of fixed effects were tested, but were not significant and therefore excluded.

For each workshop a report was written based on the flipchart papers prepared during the exercise. Comparison between the two sites were finally made and described qualitatively.

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical composition of fodder plants

Chemical analysis was conducted of the consumed parts of all fodder plants collected while accompanying the goats on their daily tours (Table 1). Unless specifically mentioned in the table, values for the whole plant are presented.

Based on suggested requirements (NRC, 1981) and expected feed intake of Criollo goats (Williamson and Payne, 1978), the goats living in the two sites would need to ingest between 1 and 1.5 kg of DM of feed daily which contains at least 100 g of CP/kg DM. Therefore a CP content of 100 g/kg DM was used as a kind of nutritional benchmark for the characterization of plants according to their suitability as a protein source for goats. Furthermore, fodder plants were classified as being of "high quality" with regards to their digestibility, if they contained a maximum level of 350 g NDF/kg DM and 250 g ADF/kg DM, respectively (Norton, 1994; Van Hao and Ledin, 2001; Lanyasunya et al., 2006).

Among the plants analyzed, Gramineae had the lowest CP and the highest ADF content. Only Zea mays

CUADRO 1. Composición química de las plantas forrajeras más importantes.

TABLE 1. Chemical composition of the most relevant fodder plants.

Scientific name	Local name	Family	CP g/kg DM	NDF g/kg DM	ADF g/kg DM	Ash g/kgDM	NEL MJ/kg DM	Site
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	maguey (leaves)	Agavaceae	46	250	231	n.a.	7.33	SLP
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	maguey (bloom)	Agavaceae	137	323	234	102	7.29	SLP
<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	maguey (fruit)	Agavaceae	155	492	381	70	5.57	SLP
<i>Yucca filifera</i> Chab.	palma (bloom)	Agavaceae	95	181	152	52	8.25	SLP
<i>Yucca filifera</i> Chab.	palma (leaves)	Agavaceae	76	485	361	77	5.81	SLP
<i>Schinus molle</i> L.	pirul (leaves)	Anacardiaceae	247	583	261	80	6.98	ZAC
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	paxtle	Bromeliaceae	25	795	432	128	4.97	SLP
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link&Otto	tuna de biznaga (fruit)	Cactaceae	45	551	364	66	5.77	SLP
<i>Opuntia stenopetala</i> Engelm.	nopal rastrero	Cactaceae	26	527	136	129	8.44	ZAC
<i>Chenopodium album</i> L.	quelite de perro	Chenopodiaceae	239	235	130	186	8.51	ZAC
<i>Salsola tragus</i> L.	rodadora	Chenopodiaceae	187	625	149	285	8.29	SLP/ZAC
<i>Bidens odorata</i> Cav.	aceitilla	Compositae	275	680	161	124	8.15	ZAC
<i>Brickellia veronicifolia</i> (Kunth) A. Gray	peistón	Compositae	173	681	256	104	7.03	ZAC
<i>Gochnatia hypoleuca</i> (DC) A.Gray	ocotillo	Compositae	93	664	388	52	5.49	SLP
<i>Senecio salignus</i> DC.	jarilla	Compositae	153	277	216	264	7.50	ZAC
<i>Xanthium strumarium</i> L.	cadillo	Compositae	180	585	268	165	6.90	ZAC
<i>Zaluzania triloba</i> (Ort.) Pers.	altamiz	Compositae	148	426	259	204	7.01	SLP
<i>Zinnia acerosa</i> (DC.) A.Gray	hierba del burro	Compositae	129	609	398	139	5.37	SLP
<i>Euphorbia cinerascens</i> Engelm.	Golondrina	Euphorbiaceae	106	463	255	66	7.05	SLP
<i>Euphorbia stictospora</i> Engelm.	Golondrina	Euphorbiaceae	133	348	309	47	6.42	ZAC
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L' Her. ex Aiton	Alfilerillo	Geraniaceae	257	582	179	149	7.95	ZAC
<i>Aristida divaricata</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	aristida/tres puntas	Geraniaceae	37	884	555	190	3.54	ZAC
<i>Avena sativa</i> L.	Avena	Geraniaceae	136	586	319	158	6.30	ZAC
<i>Bothriochloa barbinodis</i> (Lag.) Herter	popotillo plateado	Geraniaceae	29	902	490	48	4.30	ZAC
<i>Bouteloua curtipendula</i> (Michx.) Torr.	Banderilla	Geraniaceae	52	879	578	141	3.26	ZAC
<i>Chloris virgata</i> Sw.	zacate grama	Geraniaceae	55	835	529	226	3.84	ZAC
<i>Dasyochloa pulchella</i> (Kunth) Willd.	Chinito	Geraniaceae	43	898	587	299	3.15	ZAC
<i>Muhlenbergia porteri</i> Scribn. ex Beal	Liendrilla	Geraniaceae	32	934	532	105	3.81	ZAC
<i>Muhlenbergia</i> sp.	muhlenbergia	Geraniaceae	62	904	454	n.a.	4.72	ZAC
<i>Sporobolus airoides</i> (Torr.) Torr.	pajón/zacatón	Geraniaceae	55	889	461	51	4.63	ZAC
<i>Zea mays</i> L.	maíz	Geraniaceae	45	688	354	71	5.89	SLP/ ZAC
<i>Zea mays</i> L.	maíz (without cob)	Geraniaceae	31	878	513	93	4.03	ZAC
<i>Zea mays</i> L.	maíz germinado *	Geraniaceae	102	229	175	29	7.99	SLP
<i>Krameria secundiflora</i> DC.	Salsaparilla	Krameriaceae	139	516	372	114	5.67	ZAC
<i>Acacia schaffneri</i> (S. Watson) Hermann	huizache (leaves)	Leguminosae	271	404	178	n.a.	7.68	ZAC
<i>Calliandra eriophylla</i> Benth.	anillo (leaves)	Leguminosae	213	675	272	n.a.	6.65	ZAC
<i>Dalea foliolosa</i> (Ait.) Barneby	limoncillo (leaves)	Leguminosae	136	591	292	46	6.43	ZAC
<i>Dalea</i> sp.	coquille	Leguminosae	216	667	234	144	7.06	ZAC
<i>Dalea</i> sp.	engordacabras (leaves)	Leguminosae	104	543	240	67	7.00	SLP/ZAC
<i>Medicago sativa</i>	alfalfa	Leguminosae	251	495	196	117	7.49	SLP
<i>Mimosa biuncifera</i> Benth.	gatuño (leaves)	Leguminosae	254	424	219	36	7.23	ZAC
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C. Johnst.	mezquite (leaves)	Leguminosae	298	621	245	66	6.94	SLP/ZAC
<i>Prosopis laevigata</i> (Willd.) M.C. Johnst.	mezquite (fruits)	Leguminosae	170	720	376	49	5.50	SLP
<i>Senna wislizeni</i> A.Gray	pinacate (leaves)	Resedaceae	212	520	222	74	7.20	SLP
<i>Reseda luteola</i>	gualdrilla	Rhamnaceae	211	257	152	88	8.26	ZAC
<i>Condalia mexicana</i> Schlecht.	pata de gallo (leaves)	Rhamnaceae	95	560	313	68	6.37	SLP
<i>Condalia mexicana</i> Schlecht.	pata de gallo (fruits)	Rhamnaceae	56	379	298	31	6.54	SLP
<i>Lycium berlandieri</i> Dunal	unknown	Solanaceae	67	563	299	n.a.	6.53	SLP
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	trompillo	Solanaceae	192	498	349	101	5.94	ZAC
<i>Celtis pallida</i> Torr.	grangeno/manzanilla	Ulmaceae	165	486	200	107	7.69	SLP

n.d. no analizado; cosechado después de 13 días.
n.a.: not analyzed; harvested after 13days.

mientras se acompañaba al pastoreo diario de las cabras (Cuadro 1). En el cuadro se presenta los valores para toda la planta, a excepción de alguna otra especificación.

Basándose en requerimientos sugeridos (NCR, 1981) y en el consumo de alimento previsto en cabras criollas (Williamson y Payne, 1978), las cabras que viven en los dos sitios necesitarían ingerir entre 1 y 1.5 kg de DM en la alimentación diaria, la cual contiene por lo menos 100 g de CP/kg DM. Por ello, un contenido de CP de 100 g/kg DM fue utilizado como un tipo de punto de referencia nutricional para la caracterización de las plantas según su idoneidad como fuente de proteína para las cabras. Además, las plantas forrajeras fueron clasificadas como de "muy buena calidad" con respecto a su digestibilidad, si contenían un nivel máximo de 350 g NDF/kg DM y 250 g ADF/kg DM, respectivamente (Norton, 1994; Van Hao y Ledin, 2001; Lanyasunya et al., 2006).

Entre las plantas analizadas, la Gramineae tuvo el contenido más bajo de proteína cruda y el más alto de ADF. Solo el *Zea mays* y la *Avena sativa* (no mayores a dos semanas) superaron a la otra Gramineae en su contenido de proteína cruda con un máximo de 136 y 102 g CP/kg DM (avena y maíz, respectivamente). La razón por la que la otra Gramineae presentó un bajo contenido de proteína cruda fue porque ésta fue recolectada durante la temporada de seca, cuando se encontraba en etapa de lignificación. Los granjeros observaron que las cabras continuaron alimentándose con esta planta, pero solo como último recurso, cuando no había acceso a otra planta, mientras que al inicio de la temporada de lluvia esta planta era considerada como una planta forrajera valiosa.

De 50 muestras analizadas provenientes de 43 plantas diferentes, 30 muestras alcanzaron o superaron el contenido de proteína cruda de 100 g/kg DM, 10 de ellas eran Leguminosae y 6 compositae. Referente al contenido de NDF, solo 8 muestras (3 Agavaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Gramineae y Resedaceae) se encontraron por debajo del límite sugerido de 350 g NDF/kg DM. Después de quitar las muestras con contenido de ADF mayor a 250 g/kg DM, se mantuvieron 19 muestras (7 Leguminosae, 3 Agavaceae, 2 Compositae, 2 Chenopodiaceae y otras). La combinación deseable de alto contenido de proteína cruda y bajos contenidos de NDF y ADF solo fue encontrada en 6 muestras (Agavaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Gramineae y Resedaceae) y 16 muestra (7 Leguminosae, 2 Compositae, 2 Chenopodiaceae y otras), respectivamente.

Los granjeros encuestados comentaron que algunas de las plantas recolectadas como: *Schinus*

and *Avena sativa* (both not older than two weeks) exceeded the other Gramineae in their CP content with a maximum of 136 and 102 g CP/kg DM (oats and maize, respectively). The reason for the poor CP-content of the other Gramineae was that they were collected during the dry season when they were in a lignified stage. The farmers observed that the goats still ate these plants, but only as a last resource, when no other plants were accessible, whereas at the beginning of the rainy season these plants were considered to be valuable fodder plants.

Among 50 samples analyzed from 43 different plants, 30 samples reached or even exceeded a CP content of 100 g/kg DM, 10 of them being Leguminosae and 6 Compositae. Concerning their NDF content only 8 samples (3 Agavaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Gramineae and Resedaceae) were below the suggested limit of 350 g NDF/kg DM. After the elimination of samples with an ADF content of greater than 250 g/kg DM, 19 samples remained (7 Leguminosae, 3 Agavaceae, 2 Compositae, 2 Chenopodiaceae and others). The desirable combination of high CP contents and low NDF and ADF contents was found for only 6 samples (Agavaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Gramineae and Resedaceae) and 16 samples (7 Leguminosae, 2 Compositae, 2 Chenopodiaceae and others), respectively.

Interviewed farmers explained that some of the plants collected such as *Schinus molle*, *Reseda luteola*, *Prosopis laevigata*, etc. may contain substances which inhibit the consumption of substantial amounts: despite the high CP and low fiber contents (Table 1) which would make most of these plants exceptional fodder plants, farmers observed that the goats mostly avoided them. Other plants collected (*Salsola tragus*, *Bidens odorata*, *Erodium cicutarium*, etc.) were very scarce on the mostly deteriorated rangelands and therefore would not contribute relevant amounts of CP to the daily ration. Plants like *Calliandra eriophylla*, *Acacia schaffneri*, *Senna wislizeni*, etc. protect their leaves and fruits with spines so that the animals have again problems of consuming larger amounts. The high ash content of some samples (Table 1) may result from the collection method: if goats were observed to eat the whole plant including (parts of) the root, samples were taken accordingly.

Because the goats were obviously severely nutritionally challenged in the dry season, farmers in both regions joined actively in the search of fodder for their animals. In ZAC the farmers cut off the spines of *Opuntia stenopetala* which then provided extra nutrients and water for the goats. In SLP this measure was practiced even more pronouncedly. Farmers cut off leaves, blooms or fruits from *Agave salmiana*, helped the goats to pick the fruits from *Echinocactus platyacanthus* and furthermore provided leaves and blooms from *Yucca filifera* on

molle, *Reseda luteola*, *Prosopis laevigata*, etc. pueden contener sustancias, que impiden el consumo de cantidades sustanciales: a pesar del alto contenido de CP y el bajo contenido de fibra (Cuadro 1) lo que convertiría a la mayoría de estas plantas en plantas forrajeras excepcionales. Los granjeros observaron que la mayoría de las cabras las evitan. Otras plantas recolectadas (*Salsola tragus*, *Bidens odorata*, *erodium cicutarium*, etc.) eran muy difíciles de encontrar en la mayoría de los pastizales deteriorados y por ello, no contribuían con cantidades relevantes de CP en la ración diaria. Plantas como *Calliandra eriophylla*, *Acacia schaffneri*, *Senna wislizeni*, etc. protegen a sus hojas y frutos con espinas para que los animales no puedan comerlos en grandes cantidades. El alto contenido de ceniza de algunas plantas (Cuadro 1) puede provenir del método de recolección: pues si se observaba que las cabras comían toda la planta, incluyendo (partes de) la raíz, se tomaban las muestra de acuerdo a esto.

Los granjeros en ambas regiones se unieron activamente en la búsqueda de forrajes para sus animales, ya que las cabras obviamente eran desafiadas nutricionalmente de manera severa durante la temporada de seca. En ZAC, los granjeros quitaron las espinas de la *Opuntia stenopetala*, la cual proporcionó nutrientes adicionales y agua a las cabras. En SLP, esta medida se practicó de forma más pronunciada; es decir, los granjeros cortaron hojas, flores o frutos del *Agave salmiana*, ayudaron a las cabras a tomar los frutos del *Echinocactus platyacanthus* y además proporcionaron hojas y flores de *Yucca filifera* en sus pastoreos diarios.

En SLP, se utilizó *Medicago sativa* y *Zea mays* (de producción hidropónica) como suplementos alimenticios para machos cabríos de raza pura y para todo el rebaño, respectivamente.

Tanto en ZAC como en SLP, el suplemento alimenticio más común fue *Zea mays*.

Sistemas alimenticios

Ambos sistemas de producción dependen de la utilización de vegetación arbustiva nativa. Durante la época de lluvia (de mayo a septiembre), la mayoría de los granjeros lleva a sus animales a los pastizales a pastar. En el invierno (de noviembre a marzo), los granjeros llevan a sus cabras a las tierras de labranza, donde crecen la mayoría de las plantas herbáceas después de que se realiza la cosecha de los cultivos. Con las primeras lluvias de la primavera o el verano, los granjeros inician la siembra de maíz y frijol en estas tierras de labranza, lo que genera pastizales para que las cabras pasten y se alimenten. La situación alimenticia mejora con el inicio de las lluvias. Los resultados presentados aquí son similares a los publicados anteriormente (Flores

their daily tours.

In SLP *Medicago sativa* and *Zea mays* (from hydroponic production) were used as feed supplements for purebred bucks and the whole herd, respectively. Both in ZAC and SLP the most common supplementary feedstuff was dried *Zea mays*.

Feeding systems

Both production systems rely mostly on the utilization of native rangeland vegetation. During the rainy season (from May to September) most of the farmers bring their animals out to graze and browse the rangelands. In winter (from November to March) the farmers bring their goats to the farmland where mostly herbaceous plants grow after the crop harvest. With the first rainfalls in spring or summer, the farmers start to plant maize and beans on this farmland which again leaves only the rangelands for the goats to browse and graze, where the feeding situation improves with the beginning rains. The results reported herein are similar to those published earlier (Flores *et al.*, 2005). Depending on availability and nutritional needs of the animals, on both sites maize and beans - either as whole plants or as crop residues - were used as supplements. This is in agreement with previous findings (Mayén, 1989). In ZAC diets were supplemented from December to January and in SLP from November to May. Some years ago the farmers at the SLP site started to cultivate oats during the dry season without irrigation and they also grew maize seedlings, utilizing residual capacities of a hydroponic system in a small greenhouse which was mainly used for vegetable production. Thereby they were able to provide specific supplementary feedstuffs, aiming at an increased length of the lactation period.

The farmers herded their goats during the day and led them back to the fold yards in the evening. Besides leading their herds to good feeding grounds the farmers also made available fodder plants to the goats which were otherwise protected by spines or are out of reach (e.g. *Agavaceae* sp. and *Cactaceae* sp.).

The species of fodder plants found at the ZAC site differed from those collected in SLP. Although some plants existed in both areas, different species were observed in the two sites. Plants such as *Flourensia cernua*, *Larrea tridentata*, *Zinnia acerosa* and *Artiplex* sp., which were expected to be among the most important fodder plants of ZAC (Flores *et al.*, 2005) were not found there at all, but were scarcely present only at the SLP site. The farmers reported that the goats selected these plants, which could further endanger these species, especially if a high grazing pressure occurs (Estrada *et al.*, 1999).

Herd management aspects

In general, goat husbandry was crucial for the sur-

et al., 2005). Dependiendo de la disponibilidad y de las necesidades nutricionales de los animales, en ambos sitios se utilizó maíz y frijol como suplementos, ya sea la planta completa o el residuo de cultivo. Esto coincide con previas investigaciones (Mayén, 1989). En ZAC, las dietas fueron suplementadas de diciembre a enero y en SLP de noviembre a mayo. Hace algunos años los granjeros de SLP comenzaron a sembrar avena sin riego durante la época de seca, así mismo sembraron semillas de maíz, utilizando capacidades residuales de un sistema hidropónico en un invernadero pequeño, el cual era usado principalmente para la producción de vegetales. De este modo, les fue posible proveer alimentos suplementarios específicos, apuntando a un aumento en la longitud del periodo de lactación.

Los granjeros arreaban a sus cabras durante el día y por la tarde las regresaban a los rediles. Además de que los llevaban a zonas con buena alimentación, les proporcionaban plantas forrajeras, las cuales se encontraban protegidas con espinas o fuera de su alcance (ejemplo la especie *Agavaceae* y la especie *Cactaceae*).

Las especies de plantas forrajeras encontradas en el sitio de ZAC difieren de aquellas recolectadas en sitio de SLP. Aunque, algunas plantas estaban presentes en ambas áreas, se observaron especies diferentes en los dos sitios. Plantas como la especie *Flourensia cernua*, *Larrea tridentata*, *Zinnia acerosa* y *Artiplex*, las cuales se esperaba ser encontrar entre las plantas forrajeras más importantes de ZAC (Flores et al., 2005) no se encontraron, y en el sitio de SLP se encontraron pero de manera muy escasa. Los granjeros reportaron que las cabras consumen estas plantas, lo que podrían poner en peligro esta especie, sobre todo si se presentara una alta presión de pastoreo (Estrada et al., 1999).

Aspectos de manejo del ganado

En general, la cría de cabras fue crucial para la supervivencia y el ingreso de los granjeros y sus familias, en ambos sitios. Las cabras utilizadas en ambos sitios son caracterizadas por su relativa baja producción lechera y producción de carne (Gall, 2001), además de su robustez. Los granjeros de San José de la Peña (SLP) comentaron que la introducción machos exóticos de raza pura para el cruzamiento, aumenta la producción de leche de su rebaño. Al mismo tiempo, ellos tuvieron que buscar una nueva estrategia de alimentación para mantener el nivel de producción lechera. Galina et al. (1998) observó que en ambientes semiáridos de México, los suplementos en los animales juegan un papel importante para mantener la producción de leche caprina y el ingreso de los granjeros, mientras se conserva la biodiversidad de los pastizales.

vival and the income of the farmers and their families at both locations. Apart of their robustness, the Criollo goats used in both sites are characterized by relatively low milk yields and meat production (Gall, 2001). The farmers of San José de la Peña (SLP) affirmed that introducing exotic purebred bucks for crossbreeding increased the milk yield of their herds. At the same time they had to look for new feeding strategies to maintain the milk production level. Galina et al. (1998) found that in semiarid environments in Mexico supplement feeds play an essential role in maintaining milk production of the goats and the income of the farmers while preserving the biodiversity of the rangelands.

Furthermore, the farmers emphasized that exotic purebred bucks or crossbred bucks with a high proportion of exotic genes often reacted more sensitive to the adverse conditions of the rangelands. One concern expressed in this respect was that the spiny vegetation affected feeding behavior of the exotic goats and impaired animal welfare, which might have contributed to poor production and mortalities. Other studies pointed to reproductive problems of exotic temperate breeds in tropic environments (Mellado et al., 2006; Mariante et al., 2009; Dickson-Urdaneta et al., 2000). This should be considered in future development activities in order to convince farmers that they are able to maintain highly productive or especially valuable breeding animals only if they implement appropriate management measures.

Except for the farmers in San José de la Peña (SLP) who get purebred bucks because of participating in a project, most farmers in Mexico depend on their Criollo bucks. Sometimes the government and other organizations give purebred bucks to farmers as subsidies or for experiments. Much better results could be achieved within participatory projects, where farmers are involved from the beginning (Kosgey et al., 2006), rather than with such isolated measures. However, in both regions the climatic conditions together with the nutritional status influenced the reproductive activities of the goats. Due to the poor body condition of most goats during the dry season, mating is most likely to occur in the rainy season. Nevertheless, either the pregnancy or the rearing phase of the kids frequently falls into the dry season with very difficult conditions.

Differences in the production focus were found between the two research sites. The goat production in SLP focused on kid goats and milk products which were either consumed by the farmers' families or sold in the surrounding villages. In SLP the milk products were generally more appreciated and better paid for, especially during the dry season where less milk was available. In ZAC, mainly adult animals were produced and sold on local markets, milk production was not relevant for the income of most of the farmers, but it was important

Por otra parte, los granjeros enfatizaron que los machos exóticos de raza pura o los machos cruzados con una proporción alta de genes exóticos, a menudo reaccionaron con mayor sensibilidad a las condiciones adversas de los pastizales. Una de las preocupaciones que se expresó en este sentido fue que la vegetación con espinas afectó el comportamiento alimenticio de las cabras exóticas y dañó el bienestar de los animales, lo que pudo haber contribuido con una escasa producción y mortalidad; otros estudios señalan a los problemas reproductivos de las razas exóticas de clima templado en ambientes tropicales (Mellado *et al.*, 2006; Mariante *et al.*, 2009; Dickson-Urdaneta *et al.*, 2000). Esto debe ser considerado en actividades de desarrollo futuro con el fin de convencer a los granjeros que ellos son capaces de mantener animales de cría altamente productivos o especialmente valiosos solo si implementan medidas de manejo adecuadas.

A excepción de los granjeros de San José de la Peña (SLP), quienes adquirieron machos cabríos debido a su participación en un proyecto, la mayoría de los granjeros de México, dependen de los machos cabríos criollos. En algunas ocasiones, el gobierno y otras organizaciones otorgan machos cabríos a los granjeros como subsidios o para experimentos. Se podrían alcanzar mejores resultados dentro de los proyectos participativos, cuando los granjeros están involucrados desde el inicio (Kosgey *et al.*, 2006), y no sólo con las medidas aisladas. No obstante, en ambas regiones, las condiciones climáticas junto con el estado nutricional influyeron en las actividades productivas de las cabras. Es más probable que el apareamiento ocurra durante la temporada de lluvia, debido a la mala condición corporal de la mayoría de las cabras durante la temporada de seca. Sin embargo, ya sea la preñez o la fase de crianza de las crías se presenta frecuentemente en la temporada de seca con condiciones muy difíciles.

Se encontraron diferencias en el enfoque de la producción entre los dos sitios de investigación. La producción de cabras en SLP se enfocó a la cría de cabras y a los productos lecheros, los cuales eran consumidos por la familia de los granjeros o vendido en los pueblos de los alrededores. En SLP, los productos lecheros en general fueron más apreciados y mejor pagados, especialmente durante la temporada de seca, donde había menos leche disponible. En ZAC, los animales adultos fueron principalmente producidos y vendidos en mercados locales, la producción lechera no fue relevante para el ingreso de la mayoría de los granjeros, pero si fue importante para la nutrición de las familias de los granjeros, a pesar de que se mencionó que las cabras sólo podrían ser ordeñadas durante la temporada de lluvia.

De acuerdo con Huston (1978) las necesidades

for the nutrition of the farmers' families, although it was mentioned that the goats could only be milked during the rainy season.

According to Huston (1978) the nutritional requirements of goats differ between breeds and also between goats at different geographic locations. The obvious heterogeneity of the observed Criollo herds adds to the difficulties of developing and implementing optimized feeding and husbandry concepts. The interviews in both study sites showed that different production focuses have to be managed with different feeding strategies. As observed in San José de la Peña (SLP) the farmers were constantly and critically looking for new feed supplements for their lactating goats. Specific attention needed to be given to the nutritional situation during the dry season when milk production is hampered, but prices for milk and milk products are high. The farmers in Pánuco (ZAC) focus mainly on meat production, practice traditional feeding strategies and currently do not engage in innovative activities in order to further develop the production system. Even though the goats in Pánuco (ZAC) were challenged by the adverse conditions, farmers could still sell their animals on the market, whereas milk production was not possible during the dry season.

The farmers' perspectives

In interviews the farmers in ZAC pointed out that their sons mostly had no interest in continuing goat production, whereas in SLP young people showed interest in crop production and goat husbandry or even already inherited the herds of their fathers. Among others, a very important factor for this positive attitude was an ongoing project in SLP which offered perspectives for the farmers' economic survival. The financial support they received from state and federal government and from other public and private organizations, as well as the assistance by a professional consultant helped them to identify and implement new approaches. The setup of development programmers is essential for the engagement of farmers and the continuation of respective activities even after formal termination of such programmers (Kosgey *et al.*, 2006).

Efforts to improve and develop agricultural production systems need to address factors beyond the technical aspects of goat production: while farmers at the ZAC site requested a better public support of goat production systems in general, the rural societies suffered from social problems such as high rate of migration especially of young people to urban centres within and outside Mexico, leading to a lack of labour capacity on the farms. These social problems, the deficiencies in infrastructure and options for further development have been addressed previously (Estrada *et al.*, 1999).

CONCLUSIONS

nutricionales de las cabras difieren entre las razas y también entre las cabras en diferentes lugares, zonas, localidades geográficas. La heterogeneidad obvia del ganado criollo observado agrega a las dificultades para el desarrollo y la implementación optimizada conceptos de alimentación y de cría. Las encuestas realizadas en ambos sitios muestran que los distintos enfoques de producción tienen que ser manejados con diferentes estrategias de alimentación. Como se observó en San José de la Peña (SLP), los granjeros estuvieron en busca de un nuevo suplemento alimenticio, de manera constante y fundamental, para las cabras en periodo de lactancia. Se debería dar una atención específica a la situación nutricional durante la temporada de seca, cuando la producción lechera se encuentra obstaculizada pero los precios de la leche y de los productos lecheros son altos. Los granjeros en Pánuco (ZAC) principalmente se enfocan en la producción de carne, practican estrategias de alimentación tradicional y comúnmente no se involucran en actividades de innovación con el fin de desarrollar el sistema de producción. A pesar de que las cabras en Pánuco (ZAC) fueron desafiadas por las condiciones adversas, los granjeros podrían todavía vender sus animales en el mercado, mientras que la producción lechera no fue posible durante la época de seca.

Perspectivas de los granjeros

En las encuestas, los granjeros de ZAC señalaron que la mayoría de sus hijos no tenía interés de continuar con la producción de cabras, mientras que en SLP, los jóvenes mostraron interés en la producción de cultivo y en la crianza de ganado o incluso ya habían heredado el ganado de sus familias. Entre otros, un factor importante para esta actitud fue un proyecto en curso en SLP, el cual ofrecía perspectivas para la sobrevivencia económica de los granjeros. El apoyo financiero que ellos recibieron por parte del estado y del gobierno federal y por parte de otras organizaciones privadas y públicas, así como la asistencia de un consultor profesional, los ayudó a identificar e implementar nuevos enfoques. La instalación de programas de desarrollo es esencial para el compromiso de los granjeros y la continuación de actividades correspondientes aun después de una terminación formal de tales programas (Kosgey *et al.*, 2006).

Los esfuerzos para mejorar y desarrollar los sistemas de producción agrícola necesitan tratar factores más allá de los aspectos técnicos de la producción de las cabras: mientras que los granjeros en el sitio ZAC solicitaron un mejor apoyo público del sistema de producción de cabras en general, la sociedad rural sufrió problemas sociales tales como una alta tasa de migración, especialmente de los jóvenes, quienes se dirigen hacia centros urbanos, dentro o fuera

Besides a general lack of fodder plants which contain sufficient amounts of protein and other nutrients, the feeding value of important fodder plants is quite variable. Especially during the dry season the animals are nutritionally challenged. Sustainable solutions have to be found to improve the production capacity and at the same time to maintain or improve the ecological stability of the agro-ecosystem. One of the few options for forage production lies in the adequate use of the cultivated lands, including water supply. Innovative measures such as the cultivation of oats in the dry season could be helpful in preventing soil loss and should also help the farmers to sustain their animals through this difficult season. More substantial changes in the production system can only be made within the framework of well-designed participatory programs, including financial support and knowledge transfer.

ACKNOWLEDGEMENTS

Financial support for this study was provided by BOKU-University of Natural Resources and Life Sciences Vienna. The authors are grateful to the staff members of INIFAP CIR NORTE CENTRO and INIFAP Zacatecas for their support.

de México, lo cual conlleva a la falta de mano de obra en las granjas. Estos problemas sociales, la deficiencia en la infraestructura y las opciones para un desarrollo futuro han sido abordadas anteriormente (Estrada *et al.*, 1999).

CONCLUSION

Además de la falta general de plantas forrajeras, las cuales contienen una cantidad suficiente de proteínas y otros nutrientes, el valor alimenticio de importantes plantas forrajeras es muy variable. Los animales son desafiados nutricionalmente, especialmente durante la temporada de seca. Por lo que se deben encontrar soluciones sustentables que mejoren la capacidad de producción y que al mismo tiempo mantengan o mejoren la estabilidad ecológica del ecosistema agrícola. Una de las pocas opciones para la producción forrajera se encuentra en el uso adecuado de tierras de cultivo, incluyendo el suministro del agua. Acciones innovadoras, tales como el cultivo de avena en la temporada de seca, podrían servir de ayuda para prevenir la pérdida de suelo y también para ayudar a los granjeros a mantener sus animales a pesar de esta temporada difícil. Cambios más importantes en el sistema de producción sólo pueden ser realizados dentro del marco o de los programas participativos con buen diseño, incluyendo apoyo financiero y transferencia de conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

A BOKU-Universidad de Recursos Naturales y Ciencias Vivas en Viena por su apoyo financiero. Los autores están agradecidos con los miembros del INIFAP CIR NORTE CENTRO e INIFAP Zacatecas por su apoyo.

End of English Version

LITERATURA CITADA

- AMÉNDOLA, R.; CASTILLO, E.; ARTURO, P. 2005. www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/mexico/mexico.htm. Country Pasture/Forage Resource Profiles.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA, 15th Edition.
- DICKSON-URDANETA, L.; TORRES-HERNÁNDEZ, G.; BECERRIL-PÉREZ, C.; GONZÁLEZ-COSSIO, F.; OSORIO-ARCE, M.; GARCÍA-BETANCOURT, O. 2000. Comparison of Alpine and Nubian goats for some reproductive traits under dry tropical conditions. *Small Ruminant Research*, 36 (1): 91-95.
- ECHAVARRÍA, Ch. F. G.; SALINAS, G. H.; FALCÓN, R. A.; FLORES, R. R. T.; RUBIO, A. F. A. 1992. Evaluación intermedia del impacto de la intervención tecnológica en unidades agropecuarias. *Revista Turrialba*, 42 (1): 73-78.
- ECHAVARRÍA, Ch. F. G.; GUTIÉRREZ, L. R.; LEDESMA, R. R. I.; BAÑULOS, V. R.; AGUILERA, S. J. I.; SERNA, P. A. 2006. Influence of small ruminant grazing systems in a semiarid range in the State of Zacatecas Mexico. I Native vegetation. *Técnica Pecuaria en México*, 44 (2): 203-217.
- ESTRADA, B. W. J.; ESTRADA, B. O. J. B.; CAMACHO, V. M.; MENDIOLA, G. M. E.; TIJERINA, V. A. 1999. La Desertificación en el Altiplano Mexicano. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH). Chapingo and Comisión Nacional de las Zonas Áridas (CONAZA), Coahuila, México.
- FLORES, M. J.; ECHAVARRÍA, Ch. F. G.; SALINAS, G. H. 2005. Caracterización de los sistemas de producción caprino y ovino en la Microcuenca de Pánuco, Zacatecas. Scientific brochure of INIFAP, Calera V.R., Zacatecas, México.
- GALINA, M. A.; PUGA, D. C.; HERNÁNDEZ, A.; HAENLEIN, G. F. W. 1998. Biodiverse and biosustainable production system with goats in Mexico: importance of a forage bank. *Small Ruminant Research*, 27: 19-23.
- GALL, C. F. 2001. *Ziegenzucht*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, Germany, 2nd Edition. 35-47 pp.
- GONZÁLEZ, F. 2005. Plan Rector de Producción y conservación de Microcuenca de San José de la Peña. Report of the Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) Matehuala, Mexico.
- HUSTON, J. E. 1978. Forage utilization and nutrient requirements of the Goat. *Journal of Dairy Science*, 61: 988-993.
- ÍÑIGUEZ, L. 2004. Goats in resource-poor systems in the dry environments of West Asia, Central Asia and the Inter-Andean valleys. *Small Ruminant Research*, 51 (2): 137-144.
- KOSGEY, I. S.; BAKER, R. L.; UDO, H. M. J.; VAN ARENDONK, J. A. M. 2006. Successes and failures of small Ruminant breeding programmes in the tropics: a review. *Small Ruminant Research*, 61 (1): 13-28.
- LANYASUNYA, T. P.; RONG WANG, H.; ABDULRAZAK, S. A.; MUKISIRA, E. A.; ZHANG, J. 2006. In sacco determination of dry matter, organic matter and cell wall degradation characteristics of common vetch (*Vicia sativa* L.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 6: 117-123.
- MARIANTE, A. da S.; ALBUQUERQUE, M. do S. M.; EGITO, A. A.; MacMANUS, C.; LÓPEZ, M. A.; PAIVA, S. R. 2009. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. *Livestock Science*, 120 (3): 204-212.
- MAYÉN, M. J. 1989. *Explotación caprina*. Editorial Trillas, Mexico City, Mexico, 1st Edition. 45-57 pp.
- MEDINA, G. G. 2004. <http://www.inifapzac.sagarpa.gob.mx/folleto/Folleto-2004-12.pdf>. Reporte Agrometeorológico, (Climate report by INIFAP).
- MELLADO, M.; VALDÉZ, R.; GARCÍA, J. E.; LÓPEZ, R.; RODRÍGUEZ, A. 2006. Factors affecting the reproductive performance of goats under intensive conditions in a hot arid environment. *Small Ruminant Research*, 63 (1-2): 110-118.
- NORTON, B. W. 1994. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Publicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm>. The nutritive value of tree legumes, Forage tree Legumes in Tropical Agriculture. CAB International, Wallingford, Great Britain 177-191.
- NRC, 1981. *Nutrient Requirements of Goats: Angora, Dairy, and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. National Academy Press, Washington, DC, USA, Number 15.
- RAMÍREZ, R. G.; LOYO, A.; MORA, R.; SÁNCHEZ, E. M.; CHAIRE, A. 1991. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. *Journal of Animal Science*, 69: 879-885.
- RAMIREZ, R. G.; HAENLEIN, G. F. W.; GARCÍA-CASTILLO, C. G.; NÚÑEZ-GONZÁLEZ, M. A. 2004. Protein, lignin and mineral contents and in situ dry matter digestibility of native Mexican grasses consumed by range goats. *Small Ruminant Research*, 52: 261-269.
- SAS. 2002. *User Installation Guide for the SAS® System Version 9 for Microsoft® Windows®*, (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).
- SMN. 2004. <http://smn.cna.gob.mx/productos/productos.html>. Temperatura media anual del periodo 1980-2004. Servicio Meteorológico Nacional of the Comisión Nacional del Agua (CNA), México City, México.
- VALDÉS, S. R. 2004. Mercado y Comercialización de productos caprinos en la región sureste de Coahuila. Published project report, Universidad Autónoma Agraria Antonio

Narro, Coahuila, México.

- VAN HAO, N.; LEDIN, I. 2001. Performance of growing goats fed *Gliricidia maculate*. *Small Ruminant Research*, 39: 113-119.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
- WALKER, C. 1995. *Dairy Reference Manual*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, Cooperative Extension. Ithaca, NY, USA. 284 p.
- WILLIAMSON, G.; PAYNE, W. J. A. 1978. *An introduction to animal husbandry in the tropics*. Longman Inc. New York, USA, 3rd Edition. 688 p.