



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
BOVINO DE ZACAZONAPAN DESDE UN ENFOQUE  
SILVOPASTORIL

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

PRESENTA:

ARTURO ORTIZ RODEA

Toluca. Estado de México. Marzo de 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

MAESTRIA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN  
BOVINO DE ZACAZONAPAN DESDE UN ENFOQUE  
SILVOPASTORIL

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORADO EN  
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS  
NATURALES

PRESENTA:

ARTURO ORTIZ RODEA

COMITÉ DE TUTORES

Ph. D. Benito Albarrán Portillo. Tutor Académico  
Dr. Anastacio García Martínez. Tutor adjunto  
Dr. Rolando Rojo Rubio. Tutor Adjunto

Toluca. Estado de México. Marzo de 2013

## **DEDICATORIA**

### **A Dios**

Por darme fuerzas cuando más débil me he encontrado

### A mis padres

Georgina Elena Rodea García y Aurelio Rafael Ortiz Flores. Por acompañarme todos los días de mi vida

### A mi Esposa

Vianey Sánchez Medina. Por compartir su vida conmigo

### A mis hijas

Ximena y Karol. Por alegrarme y ser mi motivación

### A mis sobrinos

Jocelyn, Carlos, Daniela, Yael, y Francisco. Por su cariño

### A mis hermanos

Carlos, Daniel, Lilian y Jorge. Por brindarme su compañía y amistad

### A mis amigos y colegas

Por compartir no solo sus conocimientos, sino también su amistad

## RESUMEN

La presente Tesis Doctoral se llevó a cabo con el objetivo de identificar, y estudiar los elementos del sistema de producción bovino de Zacazonapan, que le permitan ser considerado un sistema silvopastoril, de producción de leche, en la región subtropical del Estado de México.

En el primer trabajo, se realizó una caracterización general, del sistema de producción bovino, los resultados fueron el sustento diagnóstico, que determinó el estado actual del sistema, y que fue la base, sobre la cual se procedió a la tipificación del sistema bovino del municipio. Observando cuatro diferentes subsistemas productivos. El segundo trabajo consistió, en la evaluación ecológica, de los diferentes subsistemas productivos, mediante la elaboración, de índices de diversidad, y riqueza vegetal de las áreas pastoriles, de cada unidad de producción. El tercer trabajo es un experimento nutricional, que involucra el aprovechamiento, de los recursos naturales disponibles, específicamente de la hoja de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) como una alternativa alimenticia para los rumiantes de la región.

La tesis está organizada de la siguiente manera.

En primer lugar, se contextualiza, justifica y se plantean los objetivos del trabajo de investigación, de la presente tesis doctoral.

En el capítulo I, se presenta el trabajo “Caracterización socioeconómica del sistema de producción bovino de Zacazonapan, México”, el cual aparece como capítulo de libro en “Ganadería y Seguridad Alimentaria en Tiempos de Crisis”.

En el capítulo II, se presenta el trabajo titulado: “Efecto del sistema de producción bovino de Zacazonapan sobre la diversidad vegetal de sus unidades de producción”. De igual manera este trabajo aparece como capítulo de libro en “Ganadería y Seguridad Alimentaria en Tiempos de Crisis”.

En el capítulo III, se encuentra el artículo intitulado: “Nutritive value and *in vitro* fermentation of parota leaf (*Enterolobium cyclocarpum*), fed at different levels in kid goats

diets”, enviada a la revista *Animal Feed Sciences and Technology*; así mismo en este apartado se encuentra la carta de respuesta del editor.

En el capítulo IV, se muestran otros resultados, que no han sido publicados, como artículos científicos, pero que sin embargo aparecen en las memorias de congresos nacionales.

Se concluye que, el sistema de producción bovino de Zacazonapan, es de doble propósito heterogéneo, y presenta elementos, para ser considerado silvopastoril. Además cuenta con valores positivos, en sus índices de diversidad y riqueza vegetal.

Palabras clave: Silvopastoril, bovino, alternativas alimenticias, recursos nativos.

## ABSTRACT

This Doctoral thesis was held with the aim of identify and study the elements of cattle production system of Zacazonapan, allowing him to be considered silvopastoril system milk production in subtropical Estado de México.

The first study was conducted to characterize the cattle production system, which served as support diagnostic to know the current state of the system and that was the basis on which we proceed to cattle system typology municipality, resulting four different productive subsystems. The second study consisted of the ecological evaluation of the different productive subsystems, by developing indices of plant diversity and richness of the pastoral area in each production unit. The third study is a nutritional experiment involving the use of natural resources available, specifically parota(*Enterolobium cyclocarpum*) leave as an alternative fodderfor ruminants.

The thesis is organized as follows.

First contextualizes justifies and sets out the objectives of the research work of this thesis.

In Chapter I presents the work“Caracterización socioeconómica del sistema de producción bovino de Zacazonapan, México”, which appears as a bookchapter in “Ganadería y Seguridad Alimentaria en Tiempos de Crisis”.

In Chapter II presents the work entitled: “Efecto del sistema de producción bovino de Zacazonapan sobre la diversidad vegetal de sus unidades de producción”. Similarly, this work is a book chapter in “Ganadería y Seguridad Alimentaria en Tiempos de Crisis”.

In Chapter III presents an article entitled “Nutritive value and *in vitro* fermentation of parota leaf (*Enterolobium cyclocarpum*), fed at different levels in kid goats diets”. It is observed as it was submitted to the journal Animal Feed Sciences and Technology, also shows the response message the editor.

In the Chapter IV showing others results that not been published as scientific articles, but nevertheless are in national conference proceedings.

Concluded that the bovine production system Zacazonapan is heterogeneous and has elements to be considered silvopastoral, also has positive values in their indices of plant diversity and richness

Key words: Silvopastoral, Cattle, Feeding sources, Natives sources.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi *alma mater*: Universidad Autónoma del Estado de México por mi formación profesional.

A mi director de tesis, Ph. D. Benito Albarrán Portillo, por el apoyo y enseñanza durante mis estudios de posgrado.

Al comité de Tutores: Dr. Anastacio Garcia Martinez y Dr. Rolando Rojo Rubio, por su asesoría en la elaboración de la presente tesis y por la formación en mis estudios doctorales.

Al Dr. Manuel González Ronquillo, por su apoyo y orientación para mi formación doctoral.

A los laboratorios de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de Edafología y nutrición del Centro Universitario Temascaltepec y al laboratorio del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales todos pertenecientes a la Universidad Autónoma del Estado de México. Así como a la M. en D.A.E.S. Delia Colín Morales y a la T.L. Kessia Sánchez

A los compañeros de equipo de trabajo y amigos en el CU-Temascaltepec, Isela Salas Reyes, Felisa Sarai Jiménez Peralta y Sherezada Esparza Jiménez, a mis amigas Roció Piedra Matías y Graciela Hernández Dimas

A los compañeros y amigos de trabajo en la FMVZ-UAEM José Romero Bernal, Ulises Alejandro González, Juan Carlos Ángeles Hernández, Antonio Ruiz Pérez, Rodolfo Vieyra Alberto, Horacio Hernández Castro, Karla Valdez Medina, Berenice García Hernandez, Yunuen Aguilar y Yoatzin Ferrer.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada para la realización de mis estudios de posgrado.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECyT) por la beca recibida para la realización de la presente tesis.



A los proyectos de investigación: Caracterización del sistema de producción de leche del Municipio de Zacazonapan, Estado de México. Proyecto financiado por la Universidad Autónoma del Estado de México. Clave 2564/2007U. Caracterización Nutricional de Recursos Forrajeros en el Sur del Estado de México, clave 2867/2010. Financiamiento UAEMex. 2010-2012, y “Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas de producción de leche en pequeña escala”. Conacyt 2010-2014.Clave 129449.

## Contenido

RESUMEN.....	II
ABSTRACT .....	IV
AGRADECIMIENTOS .....	VI
ÍNDICE DE CUADROS .....	XV
INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
Sustentabilidad.....	1
Desarrollo Sostenible .....	2
Económicamente viable .....	2
Ecológicamente Sostenible.....	3
Socialmente aceptable .....	4
REVISION DE LITERATURA .....	5
Sistemas de producción bovino en México .....	5
Sistemas intensivos .....	6
Características de los sistemas intensivos ó tecnificados .....	6
Sistemas de producción familiar.....	7
Características de los sistemas de producción familiares o de traspatio .....	7
Sistemas doble propósito.....	8
Características del sistema doble propósito.....	8
Sistemasilvopastoril .....	9

Beneficios de los sistemas silvopastoriles .....	9
Sistemas silvopastoriles tradicionales .....	10
Arboles dispersos .....	11
Sistemas silvopastoriles mejorados.....	11
Bancos de proteína .....	11
Cercas vivas .....	12
Problemas para la adopción de sistemas silvopastoriles .....	12
Sistema bovino en el sur del Estado de México .....	13
Beneficios de la vegetación nativa al animal.....	13
Beneficios de los arboles al medio ambiente.....	14
Beneficios de los arboles al productor .....	14
La Parota ( <i>Enterolobiumcyclocarpum</i> ) .....	15
Composición química de los alimentos.....	15
Materia orgánica .....	15
Proteína cruda .....	16
Grasa cruda o extracto etéreo.....	16
Fibra Cruda .....	16
Fibra Neutro Detergente (FND).....	16
Fibra Ácido Detergente (FAD) .....	16
Lignina Ácido Detergente (LAD) .....	17

Materia inorgánica .....	17
Evaluación de la degradabilidad de los forrajes .....	18
<i>In vivo</i> .....	18
<i>In situ</i> <i>in sacco</i> .....	18
<i>In vitro</i> .....	18
2. JUSTIFICACIÓN .....	20
3. HIPÓTESIS .....	21
4. OBJETIVOS .....	22
4.1 Objetivo General .....	22
4.2. Objetivos específicos .....	22
MATERIAL Y MÉTODOS .....	23
Localización del Área de Estudio .....	23
Metodologías empleadas para clasificar los sistemas productivos .....	23
Tamaño de muestra .....	24
Métodos analíticos multivariados .....	25
Análisis de componentes principales .....	25
Análisis de Clúster .....	26
Recolección de información para determinación de conocimiento y uso de vegetación nativa .....	27
Determinación del Componente arbóreo y arbustivo .....	28

Muestreos de plantas leñosas .....	28
Componente cercas vivas .....	28
Caracterización ecológica.....	28
Índices ecológicos .....	30
Índice de Margalef (R1) .....	30
Índice de Menhinick (R2).....	30
Índice de Shanonn- Wiener (H').....	30
Índice de Simpson (Dsi) .....	31
Análisis físico-químico del suelo.....	31
Recolección de material vegetal .....	31
Análisis químico .....	32
Animales y dietas.....	32
RESULTADOS. ....	33
Capítulo I. Capítulo de libro (I) .....	33
ISBN.....	34
Caracterización socioeconómica del sistema de producción bovino de Zacazonapan, Estado de México.....	36
Introducción .....	36
Metodología.....	37
Resultados.....	37

Conclusiones .....	50
Bibliografía .....	50
Capítulo II. Capítulo de libro (II).....	53
Efecto de los sistemas de producción bovino de Zacazonapan sobre la diversidad vegetal de las unidades de producción (UP).....	54
Introducción .....	54
Metodología .....	54
Resultados.....	56
Conclusiones .....	64
Bibliografía .....	64
Capítulo III. Artículo científico .....	67
Carta de recepción del artículo .....	67
“Nutritive value and <i>in vitro</i> fermentation of parota leaf ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ), fed at different levels in kid goats diets” .....	68
A B S T R A C T.....	68
1. Introduction.....	69
2. Materials and methods.....	70
3. Results .....	74
4. Discussion.....	81
5. Conclusions.....	84
Acknowledgments.....	84

References.....	84
Capítulo IV. Resultados no publicados .....	90
Evaluación de los suelos de las unidades de producción bovino de Zacazonapan. ....	90
Introducción .....	90
Metodología .....	90
Resultados.....	91
Discusión .....	94
Conclusión .....	95
Revisión bibliográfica .....	95
DISCUSIÓN GENERAL .....	97
Caracterización y Tipificación del sistema de producción bovino de Zacazonapan .....	97
Orientación productiva .....	98
Económicamente viable .....	100
Ecológicamente Sostenible.....	100
Silvopastoril espontáneo.....	101
Socialmente aceptable .....	102
CONCLUSIÓN GENERAL.....	103
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXOS .....	115

Anexo 1. Encuesta para la caracterización y tipificación del sistema de producción bovino .....	115
Anexo 2. Encuesta para determinar las especies vegetales .....	127
Anexo 3. Constancias de presentaciones de trabajos orales .....	130



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Factores que intervienen sobre la determinación del sistema productivo	..5
---	-----

## INTRODUCCIÓN GENERAL

Las prácticas agro y silvopastoriles, son actividades que se han venido practicando desde mucho tiempo atrás, en todo el mundo. En Europa desde antes de la edad media se tenía la costumbre de talar y quemar las áreas de bosque que presentaban degradación, para después sembrar cultivos agrícolas por cortos periodos y posteriormente se volvía a realizar la siembra de árboles (King 1987 citado por Nair, 2007). Por su parte en ciertas comunidades tropicales de América central, la forma de siembra se realizaba intentando simular las condiciones estructurales del bosque, con el objetivo de obtener mayores beneficios productivos, de tal manera que en una huerta de coco se cultivaba al mismo tiempo maíz o naranja, lo cual se podía realizar debido a la diferencia de estratos en cada especie vegetal, obteniendo de esta manera dos cultivos por año en una misma área. Sin embargo es en décadas recientes cuando se ha prestado mayor atención a dichas metodologías productivas, en buena medida por los problemas ambientales de deforestación, degradación y desertificación ambiental que ha sufrido el planeta (Brundtland, 1988). Estas maneras de producir tienen como objetivo hacer un uso adecuado del suelo, así como generar sistemas productivos socialmente aceptables, acercándose con ello a la sustentabilidad de los sistemas productivos (Murgueitio *et al.*, 2011).

### **Sustentabilidad**

El concepto sustentable ha sido motivo de discusión desde sus inicios debido a que la palabra de la cual inicialmente se tradujo proviene de la palabra inglesa *sustainable* la cual hace referencia a un concepto dinámico de mantener llevar hacia adelante, mientras que sostenible se puede entender como un concepto principalmente estático, el cual hace referencia a mantener, no dejar caer, no obstante que estos conceptos no enuncien lo mismo los dos se toman como sinónimos, desde el punto de vista de que ambos hacen referencia a mantener a través del tiempo. En este sentido en 1987 con la entrega del documento Nuestro futuro común (*Ourcommonfuture*), realizado por el grupo de investigación encabezado por Gro Harlem Brundtland, el cual indica la situación ambiental severa, por la que atraviesa el mundo, además de concientizar a los gobiernos sobre el cambio climático y el desigual consumo de recursos naturales que existe entre naciones. Estableció una serie de

lineamientos sobre las actividades a realizarse en las décadas siguientes, dentro de las cuales destacaban la importancia de reducir la utilización de combustibles fósiles, así como el buscar sistemas productivos que estén acordes con el “Desarrollo sostenible” (Brundtland, 1988).

### **Desarrollo Sostenible**

El desarrollo sostenible hace referencia a la importancia de hacer un uso eficiente de los recursos naturales, destacando el derecho de las generaciones futuras a disponer de estos recursos en igual o mayor cantidad que las que se tienen actualmente, para satisfacer sus propias necesidades (Brundtland,1988). Este desarrollo sostenible en la ganadería se puede traducir en la búsqueda de sistemas productivos que encajen con los tres ejes rectores del desarrollo sostenible: económicamente viable, ecológicamente sostenible y socialmente aceptable. Sin embargo, el modelo de los tres pilares según Hoffmann (2011), es imperfecto ya que asume el hecho de que se pueden realizar compensaciones entre las tres dimensiones: ambiental, ecológica y social. Alternativamente, a esta implicación Adams (2006), ofrece los conceptos de fuerte sostenibilidad la cual es aquella que no permite compensaciones; mientras que débil sostenibilidad sí permite estas compensaciones. Además, el concepto de capital natural crítico se utiliza para describir los bienes y servicios que no se pueden comercializar. Por su parte Pelletier y Tyedmers (2010), añaden nuevos límites para ser considerado un sistema ganadero sostenible tales como: control de las emisiones de gases de efecto invernadero, disminución de la apropiación de la biomasa, y reducción en la movilización del nitrógeno en los suelos.

### **Económicamente viable**

La consideración de un sistema económicamente viable no es un atributo fácil de asignar cuando se trata de sistemas agrícolas y ganaderos, ya que existen diferentes definiciones para el mismo concepto, y estas se determinan según el estrato y sistema productivo analizado, de tal manera que para productores agrícolas y ganaderos tradicionales, se alcanza la viabilidad cuando las unidades productivas son capaces de proporcionar seguridad alimenticia y dinero suficiente para mantener el estilo de vida de las propias familias (Cornelissen, 2003). En este sentido son características de las unidades productivas

con manejo extensivo, la baja utilización de mano de obra y bajos ingresos de capital. No obstante la producción extensiva de ganado representa una actividad importante en la economía rural. Además de servir como medio de acumulación de riqueza, presenta ventajas comparativas respecto a otras formas de producción, destacando el uso de menor mano de obra tanto en número como en calidad, en este sentido la mano de obra familiar y la facilidad de transferir sus productos fácilmente a los mercados le confieren, bajo riesgo económico (Muchagata y Brown, 2003).

Por su parte, unidades productivas con un nivel organizacional intermedio, encaminadas a ofertar productos a mercados locales y nacionales, miden su viabilidad en cuanto a las entradas y salidas, es decir a la relación costo beneficio, la cual para que permita sostenibilidad de la unidad de producción se considera debe ser positiva. Siguiendo esta línea ascendente en un nivel organizacional más alto, la viabilidad se medirá en cuanto a que la unidad ó asociación productiva presenten producciones óptimas, las cuales le permitan mantenerse de manera competitiva en el negocio (Cornelissen, 2003).

Igualmente importante pero económicamente subvalorado son los apoyos culturales y la regulación de servicios provistos por la ganadería ya que en diversas regiones del mundo los productores reciben subsidios y/o apoyos, ya sea en forma económica o bien como asesoría técnica. Además, a niveles organizacionales elevados tales como asociaciones comunales son objeto de pago de bienes o servicios comunales por el manejo y conservación de sus áreas naturales (Gerber *et al.*, 2011).

### **Ecológicamente Sostenible**

La sostenibilidad ecológica se refiere a la preservación de los recursos naturales disponibles, al manejo eficiente de estos recursos así como al equilibrio entre los bienes sustraídos y la capacidad regenerativa del ecosistema para reponer estas pérdidas (Martin y Seeland, 1999). En relación con la ganadería, la sostenibilidad ecológica se orienta a la búsqueda de sistemas productivos que propicien la relación positiva planta- animal, así como animales que efficienten las áreas pastoriles, aprovechando los recursos naturales presentes, pero con un manejo que no afecte la permanencia de estas a futuro (Murgueitio *et al.*, 2011) . En este sentido, las técnicas de manejo silvopastoril tratan de lograr ese

equilibrio, reduciendo el impacto de la ganadería, sobre la planta y el suelo, mediante la disminución de la carga animal, así como incrementando las densidades de siembra, de especies nativas con características nutricionales específicas (Nair et al., 2007). Sin embargo, aunado a ello la elección del animal es de suma importancia para el éxito de dichos sistemas. En este sentido, las razas locales son de alto valor, independientemente de sus bajos niveles productivos, ya que estos animales son adaptables y compatibles con los recursos disponibles en la región. De tal forma que se logra un funcionamiento integral de la ganadería, ecosistema, economía y cultura. Mención aparte merece la vegetación nativa como proveedora de alimento para consumo animal. Es por ello que la diversidad vegetal es un indicador muy importante de la sostenibilidad ya que la sola diferencia de estratos ofrece al animal alimento en diferentes épocas del año de tal manera que en épocas de lluvias los animales se alimentan principalmente de plantas que crecen en el estrato basal, sin embargo al llegar la época seca, los animales consumen el follaje y los frutos de especies arbóreas y arbustivas, de un estrato medio y alto con lo cual se evita el sobrepastoreo de un solo estrato con lo que se reduce la posibilidad hablando de casos extremos de la pérdida de especies vegetales (Constanza y Neuman, 1997).

### **Socialmente aceptable**

Los productos alimenticios de origen animal obtenidos de sistemas productivos no tecnificados tienen fuertes aceptaciones socioeconómicas y culturales, no solo de parte de los consumidores nacionales e internacionales, si no en gran parte por los propios consumidores locales, esta adherencia hacia sus costumbres, les confiere un rango de afecto de la comunidad a quien lo produce (Lim y Mcaleer, 2005). Este a su vez se convierte en un compromiso por parte del productor el cual es colocado como pieza clave en la seguridad alimenticia, así como en la salud pública de la comunidad.

En cuanto al productor siendo la ganadería la fuente principal de sus ingresos económicos, esta deberá de ser capaz de satisfacer sus requerimientos básicos para que el productor se sienta en un estatus de confort, si la unidad productiva es capaz de proporcionarle este reconocimiento por parte de la sociedad, y la remuneración económica suficiente, la unidad productiva tendrá altas posibilidades de permanencia en el mercado (Ku Vera et al., 2010).

## REVISION DE LITERATURA

### Sistemas de producción bovino en México

Los sistemas de producción bovino que se practican en la República Mexicana son heterogéneos como consecuencia de la diversidad ecológica de cada región (Suárez y López, 1996; Nair, 1997), de tal manera que el manejo, e incluso la orientación productiva están influenciados por factores internos y externos, los cuales al final determinan la manera de producir, dichos factores se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Factores que intervienen sobre la determinación del sistema productivo

<b>Factores</b>	
<b>Internos</b>	<b>Externos</b>
Solvencia económica	Orografía
Nivel de estudios	Clima
Experiencia en el ramo	Precipitación pluvial
Disponibilidad y calidad de forraje	Fauna nativa
Superficie disponible	Estado sanitario de la región
Adopción de tecnología	

Fuente: Elaboración propia con información de Villanueva (2010).

Esta cantidad de ecosistemas según la SEMARNAT (2009), se puede considerar una ventaja debido a que diversifica las especies y razas animales.

De forma general se considera a la zona Norte del país como una región dominada por sistemas de producción intensivos-especializados en la producción de leche (Álvarez *et al.*, 2007). El centro de la república cuenta con unidades de producción que utilizan recursos y mano de obra familiar, orientados a la producción de leche pero en pequeña escala (Álvarez *et al.*, 2007; Espinoza, 2007; Brunett, 2009), y la zona sur del país está representada por productores con amplias extensiones territoriales los cuales aprovechan su abundante recurso tierra mediante la ganadería y su forma de producir coincide con el denominado sistema doble propósito (SIAP, 2011).

## Sistemas intensivos

Se pueden considerar aquellos sistemas productivos en los cuales su modelo corresponde al de la ganadería intensiva estabulada, en donde utilizan todo el paquete tecnológico disponible para producir grandes volúmenes en un lapso de tiempo relativamente corto (SIAP, 2011).

Los sistemas intensivos ó tecnificados tienen un fin específico. En México el sistema está encaminado a la producción láctea más que a la producción cárnica sin embargo no por ello dejan de existir los denominados feedlots, aunque en menor cantidad. Para ello disponen de animales de razas netamente orientadas a la producción deseada, las cuales tienen alto potencial genético. Los animales se encuentran estabulados, con hatos que van de 500 a 3000 cabezas en producción. El 17 % del hato nacional se encuentra dentro de este tipo de sistema, siendo la región de la laguna la que mayor cantidad de explotaciones de este tipo presenta (Álvarez *et al.*, 2007).

### Características de los sistemas intensivos ó tecnificados

La base de la alimentación depende de insumos provenientes del exterior (gramíneas), los animales reciben alta cantidad de suplementos concentrados, basados en cereales y fuentes proteicas de alto costo, complementando con ensilados ó con forrajes de buena calidad como pastos introducidos (*Lolium perenne + Trifolium repens*) ó alfalfa (*Medicago sativa*) en sus diferentes formas físicas. Además, la suplementación mineral juega un rol importante ya que siempre está contemplada para su inclusión en dietas, las cuales a su vez, se realizan de manera específica de acuerdo al estado fisiológico del animal (Montaldo *et al.*, 2010).

La ordeña se realiza en promedio 3 veces por día, mediante equipos de ordeño computarizado, donde la leche es enviada a tanques de enfriamiento inmediatamente después de ser obtenida. Bajo este sistema se obtienen rendimientos promedio de 30 kg de leche/vaca/día (Montaldo *et al.*, 2009). Mediante esta forma de producción se genera la mitad del volumen de leche producido en el país (Álvarez *et al.*, 2007). En cuanto a tecnología el sistema depende del exterior para su funcionamiento, presenta altos costos de

producción, cuenta con servicios de asistencia médico-veterinaria, agrícola y administrativa, así como una integración en su cadena productiva, emplean insumos agroquímicos, productos farmacéuticos. Debido a estas características generan mayores residuos en comparación con otros sistemas (González-Avalos y Ruiz-Suárez, 2001).

### **Sistemas de producción familiar**

Se entiende por sistema familiar, el que se realiza en unidades de producción donde utilizan mano de obra familiar de manera predominante a lo largo del año, así como otros recursos también de origen familiar, en especial tierra, agua y capital (Cervantes *et al.*, 2007).

El sistema podría describirse como de autoempleo, autoconsumo y de subsistencia ya que está dirigido al aprovechamiento de los recursos presentes como cultivos forrajeros y residuos de cosecha que representan insumos de bajo costo, inversión e infraestructura, además de que generan una fuente de ingreso económica (Castelán-Ortega *et al.*, 2003).

### **Características de los sistemas de producción familiares o de traspatio**

Las producciones lecheras de tipo familiar son sistemas con hatos de 3 a 20 cabezas, donde obtienen ingresos por esta actividad mediante la reconversión de maíz a leche por medio de las vacas (Espinoza *et al.*, 2007). El tipo racial no está bien determinado, predominan las cruza de ganado europeo de tipo lechero con bajo potencial genético (Álvarez *et al.*, 2007). La mayor parte de unidades productivas de este tipo se encuentran en las zonas rurales, pero cada vez es más frecuente encontrarlas en zonas urbanas y periurbanas, de las ciudades, debido a sus atributos de flexibilidad, adaptabilidad, adecuación al ambiente y espacio disponible (Cervantes, *et al.*, 2007).

La alimentación se basa en cultivos agrícolas (maíz) y residuos de cosecha, provenientes de parcelas de producción familiar, en ocasiones se complementa con concentrado comercial, el resto de la alimentación se compone de pastoreo de especies nativas en besanas y en menor caso de praderas inducidas (Castelán-Ortega *et al.*, 2003).



## **Sistemas doble propósito**

Los sistemas doble propósito son aquellos en los cuales se produce conjuntamente carne y leche, sobre la base de ganado criollo producto de la cruce de *Bos Indicus X Bos Taurus*, frecuentemente esto va asociado con la cría de todos los terneros (Cortes *et al.*, 2003). El doble propósito es el sistema con mayor presencia en la república mexicana ya que el 62% del hato nacional se encuentra en explotaciones de este tipo, las regiones de mayor presencia son aquellas que presentan climas tropicales y semitropicales (Pinto *et al.*, 2005).

### **Características del sistema doble propósito**

La alimentación se basa en el pastoreo de especies nativas en agostaderos, en algunos casos se pueden observar praderas inducidas mediante el denominado desmonte, el cual consiste en modificar el uso de suelo de selva o bosque a zonas de pastoreo. En lo que se refiere a la suplementación mineral, se puede considerar incompleta ya que se basa en sal común sin refinar (Suárez y López, 1996).

El costo del terreno, establecimiento de potreros y el ganado representan más del 80% del capital invertido, los gastos de operación se limitan a la mano de obra y mantenimiento de potreros (Ponce, 1981). El promedio de edad a primer parto de las hembras es de 3 años, las crías se alimentan mediante amamantamiento directo. El ordeño se realiza una o dos veces al día de forma tradicional, amarrando la cría junto a la vaca como estímulo para inducir la bajada de la leche, generalmente se mantienen las crías junto a la madre hasta el destete (Cortes *et al.*, 2003). El rendimiento promedio es de 7 kg de leche/vaca/día, sin embargo los niveles productivos se encuentran ampliamente influenciados por la estacionalidad, aumentando la producción en épocas de lluvias y disminuyendo para la época seca (Albarrán *et al.*, 2009).

En cuanto a su administración pueden considerarse empresas pequeñas, con baja inversión y bajos costos de producción. La estacionalidad y alta dispersión de la oferta son factores negativos que inciden directamente en su crecimiento, sin embargo se reportan ingresos totales para los ganaderos por la venta de leche y derivados (quesos) de alrededor del 30% de su ingreso total anual (Álvarez *et al.*, 2007).

Aunado a estos sistemas reconocidos oficialmente, se encuentran los sistemas que tratan de buscar un equilibrio entre los niveles productivos y la conservación de recursos, los cuales son: sistemas agrosilvopastoriles, agropastoriles, silvopastoriles y agroforestales, de ellos nos enfocaremos al sistema silvopastoril (Petit *et al.*, 2009)

## **Sistemasilvopastoril**

Se denominan sistemas silvopastoriles, aquellos en los que se pretende mantener un equilibrio entre el suelo, la planta y el animal. Mantener árboles, tanto en el campo agrícola, como en el pastoril, constituye una garantía de que el impacto de la explotación sobre la circulación de nutrientes será minimizado y consecuentemente, se mantiene la fertilidad natural del suelo por el aporte continuo de materia orgánica (Nair, 2011).

Trabajos de este tipo en Costa Rica, han reportado la importancia de los agostaderos en la viabilidad de estos sistemas, así mismo se han reportado, alrededor de 80 árboles de utilidad forrajera, sin embargo también son utilizados como leña, postes para cerca, medicinales para humanos, elaboración de herramientas, consumo humano y medicinal para animales (Esquivel *et al.*, 2003).

### **Beneficios de los sistemas silvopastoriles**

La ganadería tiene cualidades propias que la hacen compatible con la forestación. Se destacan las siguientes (Sosa *et al.*, 2004):

- La ganadería mantiene el suelo libre de malezas, facilita el acceso a la forestación y evita la aplicación de herbicidas. Entonces actúa como un medio de prevención de incendios al disminuir el material combustible debajo de las plantaciones
- Realiza un aporte significativo de materia orgánica al suelo a través de las deyecciones del ganado, mejorando la fertilidad de los suelos
- Permite retornos económicos más rápidos que los de la forestación
- Facilita el aprovechamiento de las hojas de árboles forrajeros en las épocas de poda

- Mejora el bienestar animal debido al efecto benefactor de la sombra y el reparo del viento, creando microclimas favorables para la convivencia de ganado y árboles (Souza *et al.*, 2003)
- Diversifica la producción, reduciendo los factores de riesgo biológicos y de mercado (INTA, 2006)

Los sistemas Silvopastoriles permiten flexibilidad al productor, ya que:

- El componente herbáceo y arbóreo puede ser variable en cuanto a especies
- El tiempo de estancia de los animales en cada potrero depende del estado del pastizal y es decisión del ganadero
- La poda de los árboles para obtener forrajes es selectiva y escalonada
- El sistema de producción es apropiado tanto para bovinos como para cabras y ovinos
- Los sistemas Silvopastoriles pueden ser introducidos de manera total ó parcial en la unidad productiva, e ir creciendo en la medida que se vayan obteniendo resultados positivos, que motiven la aceptación de los productores (Suárez *et al.*, 2002).
- La tecnología silvopastoril no solo aporta leche y carne, sino también semillas, miel de abejas, frutas, postes para cercas y maderas de diversa calidad; además es aplicable para ganado lechero en desarrollo o engorda (Suárez *et al.*, 2002 y Esquivel *et al.*, 2003)

Debido a que el concepto silvopastoril es muy amplio, se puede subdividir en sistemas tradicionales y mejorados.

### **Sistemas silvopastoriles tradicionales**

Los sistemas de producción cuyos recursos y manejo en interacción con factores edafoclimáticos, que dan origen a sistemas agro y silvopastoriles como resultado de la sucesión secundaria, se consideran sistemas silvopastoriles tradicionales ó espontáneos,

estos frecuentemente se asocian a plantas herbáceas semileñosas y leñosas (Bautista *et al.*, 2008). Ejemplo de ellos son los arboles dispersos.

### Arboles dispersos

Los árboles presentes en el potrero presentan una estructura vertical multiestrato conformada por árboles y arbustos creciendo aislados o en grupos (Ibrahim *et al.*, 2007), estos proporcionan principalmente sombra a los animales, aunque en muchos casos, forman parte esencial de la dieta, sobre todo en época de escasez de forraje, se caracterizan por ser árboles nativos los cuales les infiere la ventaja de estar adaptados a las condiciones climáticas, lo cual les brinda mayor probabilidad de éxito con menor manejo. La forma de aprovechamiento se da mediante pastoreo directo, y los animales se encargan de su dispersión mediante la deposición de sus semillas en las heces.

### Sistemas silvopastoriles mejorados

Los sistemas más comunes incluyen las cercas vivas y los bancos de proteína en monocultivo y la asociación de leñosas con praderas, manejadas bajo intervalos de poda (Ibrahim *et al.*, 2007).

### Bancos de proteína

Se denomina bancos de proteína, a la siembra de especies herbáceas ó de árboles y arbustos con follaje de alto contenido proteico, dispuestos en arreglos de altas densidades de plantas (Camero *et al.*, 1995; Palma, 2006). Con las cuales se pretende obtener un mayor grado de arborización de las áreas de pastizales, en cuanto a las especies presentes se prefieren, aquellas de rápido establecimiento, de múltiples beneficios, de buen aspecto y que proporcionen buena sombra para los animales, así también es deseable que estimulen y protejan la regeneración natural, con lo que se busca mayor diversidad vegetal y alimenticia (Rodríguez *et al.*, 2002). Las especies más utilizadas, dependiendo las condiciones agroecológicas son *Gliricidia sepium*, *Cratylia argentea*, *Morus alba*, *Leucaena* spp, *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum licastrum*, *Trichanthera gigantea*, *Malvaviscus arboreus*, *Sesbania sesban*, y *Erythrina berteroana* (Camero, *et al.*, 1995; Ibrahim *et al.*, 2007). El

sistema se puede utilizar bajo corte y acarreo, o bien mediante pastoreos directos, durante cortos períodos diarios (1.5 a 2.5 h diarias) o ramoneo regulado de 2-4 h por día.

### Cercas vivas

Las cercas vivas son barreras vegetales vivas, las cuales sirven de soporte al alambre de púas que rodea el potrero o corral, cuya finalidad es controlar la permanencia en un sitio determinado de los animales (Camero *et al.*, 1995).

En relación a la elección de cercas vivas, el porcentaje de prendimiento y propagación de una especie vegetal en determinados sitios es un elemento importante que determina la elección de dicha especie, sin tener en cuenta que la función de una cerca viva debe también estar encaminada a la producción de madera, forraje, miel, frutos o semillas además de que pueden fungir de barreras contra el viento, proporcionar sombra, reciclar nutrientes, fijar nitrógeno, carbono, lo que como consecuencia promoverá la conservación de los suelos, además de que proporciona refugio a la fauna por mencionar algunos beneficios (Rodríguez *et al.*, 2002). Sin embargo también cuenta con algunas limitantes que le impedirían su adopción.

### **Problemas para la adopción de sistemas silvopastoriles**

Los principales problemas se dan en los lugares denominados territorios rurales, donde la agricultura no es diversificada, se realiza principalmente en condiciones de temporal, predomina el minifundio (Pérez *et al.*, 2008), además la utilización de las especies vegetales utilizadas no obedece a un fin productivo determinado, sino a la facilidad de propagación de la planta, y en la mayoría de las ocasiones la regeneración de estas plantas no obedece a un sistema planificado de resiembra lo cual disminuye el apego del productor (Rodríguez *et al.*, 2002). Aunado a esto, se encuentran las tradiciones culturales de los productores, de las cuales destacan la tala y quema (Velásquez y Mora, 2008). En este sentido, diversos estudios, mencionan que el productor típico de la selva no adopta prácticas de manejo de sus potreros debido a la falta de recursos económicos los cuales de obtenerlos los utilizaría para la instalación de pastos mejorados, lo cual en nada mejoraría la diversidad vegetal (Ríos, 2007). Otro factor que afecta directamente el equilibrio vegetal son los niveles

productivos necesarios para mantenerse dentro del mercado y los cuales ejercen un efecto directo sobre el ambiente ya que son demandantes de recursos y estos aumentan a la par de la producción.

En este sentido pocos sistemas productivos son compatibles con los sistemas silvopastoriles y de ellos el que más se adapta es el doble propósito, debido a sus características ya mencionadas de las cuales destacan extensas superficies de tierra de las cuales un gran porcentaje se encuentra en forma de agostaderos con presencia de vegetación nativa (Ramírez *et al.*, 2007).

### **Sistema bovino en el sur del Estado de México**

Los sistemas de producción desarrollados en la zona sur del Estado de México presentan características únicas que los diferencian del resto de los sistemas de la entidad, originados por su orografía de montaña con pendientes mayores a 30%, clima de trópico seco y manejo del hato.

Además se caracterizan por poseer grandes superficies, las cuales debido a su orografía ya comentada y a la extrema temporada de sequía (7 a 8 meses), únicamente pueden ser aprovechadas por la ganadería en forma de pastizales, Sin embargo es precisamente en los potreros donde se encuentra el mayor potencial de recursos subutilizados, los cuales son identificables por el productor como benéficos a la unidad de producción, sin embargo no tienen un aprovechamiento sistemático. En este sentido resaltan las especies vegetales arbóreas y arbustivas nativas de la región, las cuales según estudios realizados por, Olivares *et al* (2011), presentan beneficios; al animal, al productor y al medio ambiente.

### **Beneficios de la vegetación nativa al animal**

Estudios realizados por Avilés-Nova *et al* (2008), mostraron que de acuerdo a las características químicas de los pastizales nativos, estos no alcanzan a cubrir los requerimientos nutricionales de los animales para la época de sequía, es aquí cuando las hojas de árboles como la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), el fruto de la guazima (*Guazuma ulmifolia*), del huaje (*Leucaena leucocephala*) ó bien del huizache (*Acacia farnesiana*) por mencionar algunos, complementan la alimentación animal aportando;

proteína, energía, fibra y sobre todo fuente de materia seca, tan importante para un buen funcionamiento ruminal. Desde el punto de vista de bienestar animal también funcionan como reductores del estrés calórico debido a su función de sombreaderos naturales los cuales disminuyen las severas condiciones atmosféricas de la región las cuales llegan a superar los 45°C en verano. Además de los beneficios proporcionados al medioambiente.

### **Beneficios de los arboles al medio ambiente**

Dependiendo su origen los árboles mejoran la calidad del suelo ya que aportan materia orgánica, además fijan nutrientes como el Nitrógeno y Carbono, disminuyen la eutricación, además de conservar la humedad y ayudar a recargar los mantos freáticos, incluso a largo plazo pueden llegar a mejorar la textura del suelo (Iglesias, 1999; Gil *et al.*, 2005). Aunado a todos estos beneficios, también se ha observado que cuando los animales ingieren hojas provenientes de arbóreas y arbustivas existe un efecto reductor en la cantidad de metano producido por el animal, debido a que el follaje de dichos vegetales contiene en diferentes cantidades compuestos secundarios los cuales tienen la capacidad de unirse a proteínas y disminuir la utilización por parte de los microorganismos del rumen específicamente en contra de protozoarios lo cual origina menor emisión de gas al ambiente debido a la menor cantidad de microorganismos que consuman dicha proteína (Ramírez-Restrepo y Barry, 2005).

### **Beneficios de los arboles al productor**

Para el productor son fuente de materia prima, que puede utilizarse para reparar la estructura de las cercas en cualquiera de sus dos formas: postes vivos ó muertos, además son fuente de combustible o bien se puede usar la madera para muebles, también funcionan como fuente de alimento dentro de la cocina típica de la región por ejemplo en salsa de huaje, salsa de parota entre otros, sin embargo la principal función es la de fuente forrajera, que permite a los productores afrontar la época de escasez de pastizales y disminuye el alimento comprado para afrontar la temporada de sequía (Velásquez y Mora, 2008).

En este sentido ya que los arboles representan parte importante dentro de la alimentación animal se llevó a cabo un experimento nutricional que involucró a la hoja de parota un

árbol nativo de la región, sobre los parámetros digestivos y productivos de pequeños rumiantes.

### **La Parota (*Enterolobiumcyclocarpum*)**

También conocida como, Guanacaste, Orejero, Oreja de elefante etc., es un árbol leguminoso de aproximadamente 30m de altura, presenta hojas compuestas y frutos en forma de roseta, el mayor uso que le dan los productores a la parota en el sur del Estado de México es el de fuente de sombra para los animales (Olivares *et al.*, 2011). Sin embargo, es en la alimentación animal donde tiene mayor potencial de utilización, debido a que produce follaje y fruto en la época que los pastizales se encuentran en sus niveles más bajos de producción (Velásquez y Mora, 2008), esto la convierte en una fuente complementaria de alimento que puede disminuir la cantidad de insumos alimenticios externos. En este sentido, se han realizado diversos estudios donde el fruto de la parota en combinación con subproductos alimenticios ha sido utilizada en la elaboración de dietas para pequeños rumiantes (Álvarez *et al.*, 2003 y Zamora *et al.*, 2001), sin embargo la utilización del follaje de parota en la nutrición animal ha sido poco estudiada. En este sentido el valor nutricional de un alimento no solo depende de su composición química si no también involucra evaluaciones de degradabilidad *in vitro*, *in situ* e *in vivo*, que demuestren la utilidad de manera segura y eficaz, para estar en posibilidad de recomendar su aprovechamiento.

### **Composición química de los alimentos**

La composición química de los alimentos inicialmente en cuanto al contenido de agua se divide en materia húmeda y materia seca, la cual a su vez se divide en materia orgánica y materia inorgánica o cenizas (McDonald *et al.*, 2001).

#### **Materia orgánica**

La porción orgánica está compuesta por la proteína cruda, extracto libre de nitrógeno, grasa cruda y fibra (Escamilla *et al.*, 2000).



## Proteína cruda

Las proteínas son constituyentes orgánicos indispensables de los organismos vivos que están formadas de unidades simples que son los aminoácidos (Church, 1992).

## Grasa cruda o extracto etéreo

Está compuesto por ácidos grasos, glicéridos, colesterol, pigmentos, aceites volátiles, resina etc. Su función es aportar al organismo los ácidos grasos esenciales; se les considera como una fuente secundaria de energía (Escamilla *et al.*, 2000).

## Fibra Cruda

Está formada por glúcidos insolubles (celulosa y hemicelulosa) y lignina. También se considera fuente de energía para los rumiantes (Escamilla *et al.*, 2000).

## Fibra Neutro Detergente (FND)

Es el residuo remanente después de una solubilización del alimento en solución detergente neutro, está compuesta por hemicelulosa, celulosa, lignina, cenizas y proteína ligada a estas fracciones. De todas las fracciones fibrosas, la FND es la que mejor se correlaciona con el consumo voluntario, siendo por esto la fracción más importante a considerar dentro de la fibra.

## Fibra Ácido Detergente (FAD)

Al igual que la FND la FAD es el residuo remanente de la solubilización del alimento, sin embargo esta se realiza en solución detergente ácido. Este detergente provoca la solubilización de los mismos componentes que el detergente neutro más la hemicelulosa (Van Soest *et al.*, 1991). Conteniendo celulosa, lignina, cenizas y proteína ligada a estas fracciones.

## Lignina Ácido Detergente (LAD)

La LAD es un polímero sin una estructura definida, que contiene alcoholes y puede contener además ácidos fenólicos y compuestos no fenólicos (Jung y Allen, 1995). En general, a medida que avanza el estado fenológico de un forraje, aumenta la concentración de lignina y disminuye su digestibilidad.

## Materia inorgánica

La porción inorgánica se conforma por cenizas, las cuales están formadas por minerales y en ocasiones contienen sustancias no combustibles, las cuales son indigestibles. Se considera una fuente inespecífica de minerales, por lo que su valor nutricional depende del tipo de alimento del que provenga. Su valor es igual al peso del residuo que se obtiene después de calcinar la muestra (Escamilla *et al.*, 2000).

## **Evaluación de la degradabilidad de los forrajes**

El conocimiento de la degradabilidad de los alimentos es básico para establecer su calidad nutritiva, y por tanto, para la formulación de raciones para los animales rumiantes. En este sentido la degradabilidad de los forrajes puede ser determinada a través de diferentes métodos los cuales se describen a continuación.

### ***In vivo***

El método *in vivo*, se caracteriza por requerir de un número representativo de animales homogéneos, alimento y alojamiento suficiente, así como material y mano de obra calificada lo cual origina un proceso laborioso y costoso. Pese a la cantidad de limitantes necesarias para la aplicación correcta de este método, los resultados obtenidos, presentan un mayor valor, debido a que los alimentos son expuestos a condiciones reales de aceptación y palatabilidad animal. Además de que se refleja la verdadera viabilidad y maniobrabilidad del alimento experimental en condiciones de utilización rutinaria, tanto desde el punto de vista de obtención, preparación y ofrecimiento del alimento.

### ***In situ ó in sacco***

El método *in situ* o *in sacco* consiste en encapsular muestras del alimento experimental el cual se expone directamente a nivel ruminal a la microbiota, y del cual las fracciones que desaparecen del alimento originalmente introducido, son consideradas digeridas. Este método cuenta con la ventaja de permitir diferentes muestras de alimento en un tiempo relativamente corto, sin embargo dentro de sus puntos en contra, destacan la presencia de animales quirúrgicamente modificados para dicha técnica, así como que los resultados pueden ser distintos a cuando se somete a pruebas *in vivo*.

### ***In vitro***

El método *in vitro* simula los procesos ruminales digestivos, colocando la muestra con líquido ruminal y saliva artificial, se determina la cantidad de gas producido como índice de la fermentación de un alimento (Getachew *et al.*, 1998; Fondevila y Barrios, 2001).

La técnica *in vitro* más utilizada para la determinación del valor nutricional de un alimentos es la técnica de producción de gas desarrollada por Menke y Steingass (1988), es básicamente el resultado de la fermentación de carbohidratos, con producción de ácidos grasos volátiles: acético, propionico y butírico, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. El gas producido provee datos de la digestión de fracciones solubles e insolubles de los alimentos (Getachew *et al.*, 1998). En este sentido existen diversas formas de medir la fermentación microbiana de los alimentos a partir del volumen de gas producido *in vitro*. Una es determinar el volumen de gas producido a presión atmosférica y otra es estimarlo a partir de los cambios de presión que tienen lugar en recipientes de volumen fijo. Theodorou *et al.* (1994) desarrolló un método donde la incubación se lleva a cabo en botellas de vidrio (125 ml), provistas de un tapón de goma y sellados herméticamente. Las botellas se llenan con 1g de sustrato y 90 ml de solución de incubación (saliva artificial), previo a su sellado son gasificadas con CO<sub>2</sub> y en un plazo no superior a 24 horas se inocula al inyectar 10 ml por botella de líquido ruminal. Por su parte Mauricio *et al.* (1999), realiza una modificación a la técnica utilizando una solución buffer, macro minerales, micro minerales, inóculo ruminal, y la muestra. Los cambios de presión originados por la acumulación de gas producto de la fermentación dentro de la botella son medidos mediante un transductor de presión a intervalos determinados.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

No obstante que se tienen catalogados de forma general, a los sistemas bovinos en México, es necesario, promover una clasificación especializada, para cada región, que permita describir y centrar el panorama, acorde a la realidad de los sistemas típicos, locales. Es por ello que resulta de importancia determinar el estado actual del sistema conocer sus características positivas y negativas, que permitan tener los fundamentos necesarios para evaluar al sistema bovino de Zacazonapan en un contexto silvopastoril, por ello el propósito de esta tesis doctoral es el de generar información acerca de las características ecológicas, así como determinar y evaluar los recursos vegetales con potencial utilización en la alimentación animal, ya que si bien los beneficios proporcionados por las arbóreas y arbustivas son abundantes e identificables aún hace falta mucha información sobre las características físicas y químicas de cada especie así como la aceptación, palatabilidad y aprovechamiento por parte del animal para lograr una máxima eficiencia de utilización que permita obtener las mejores respuestas productivas y nutricionales al animal así como mayores ganancias económicas al productor, y por ende mayor probabilidad de permanencia del sistema.

### **3. HIPÓTESIS**

El sistema de producción bovino de Zacazonapan es homogéneo y no tiene elementos para ser considerado silvopastoril.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Identificar elementos silvopastoriles presentes en el sistema de producción bovino de Zacazonapan.

### **4.2. Objetivos específicos**

- A) Caracterizar a los productores de bovinos de Zacazonapan, en base a sus atributos socioeconómicos, estructura del hato, uso y aprovechamiento de la tierra, instalaciones, equipo, manejo y tipo de mano de obra.
- B) Elaborar índices de diversidad vegetal de las diferentes unidades de producción de Zacazonapan que permitan conocer el estatus vegetal de acuerdo al sistema productivo practicado.
- C) Caracterizar el valor nutricional, compuestos secundarios, fermentación y digestibilidad de los nutrientes de la hoja de *Enterolobium cyclocarpum*.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Localización del Área de Estudio**

El municipio de Zacazonapan, se localiza en la zona Sur del Estado de México, las coordenadas geográficas son entre los paralelos 19° 00' 17" y 19° 16' 17" de latitud Norte y del meridiano 100° 12' 55" al meridiano 100° 18' 13" de longitud Oeste. Se ubica a una altura media de 1,470 metros sobre el nivel del mar, limita al Norte con el municipio de Otzoloapan, al Sur con Tejupilco, al Este con Temascaltepec y Valle de Bravo y al Oeste con Otzoloapan (Figura 2). El territorio municipal tiene una extensión de 67.14 Km<sup>2</sup> que representan el 0.30% de la superficie estatal. El clima predominante es cálido, subhúmedo. La temperatura media anual es de 23° C, la máxima anual de 31°C y la mínima anual de 15°C. La precipitación es de 1,800 milímetros anuales. La flora es muy variada, existiendo especies propias de los bosques tropicales, caducifolios y bosques mixtos de árboles con leguminosas. Sin embargo, la vegetación original ha sido transformada por la práctica ganadera. La orografía es de sierra compleja con cañadas y lomeríos pertenecientes a la subprovincia fisiográfica de la sierra madre del sur (EMM, 2005).

### **Metodologías empleadas para clasificar los sistemas productivos**

El medio de recolección de información, junto con el tamaño de muestra son los dos factores principales para el éxito o el fracaso de investigaciones de este tipo. Para la caracterización del sistema de producción bovino de Zacazonapan se recopiló información referente al hato, alimentación, manejo, variables productivas y aspectos generales de la familia y/o componentes de la UP, mediante una entrevista semiestructurada (Anexo 1). La aplicación de la entrevista se realizó siguiendo las recomendaciones de la FAO (2006). Las cuales se mencionan a continuación:

- Hacer preguntas sugerentes cuidadosamente trabajadas para evitar problemáticas
- Entrevistar previamente a un grupo de dirigentes comunales, e iniciar la reunión con sus observaciones para alentar la participación efectiva de los demás
- Subdividir al grupo en grupos de trabajo más pequeños y más homogéneos



-Variar de temas para incentivar el interés de un grupo más amplio

-Emplear un tono humorístico al señalar la escasa participación de determinados subgrupos.

Además de entrevistar a los informantes claves, esta metodología recomienda aplicar algunos de los principios de la selección de muestras aleatorias, con el fin de reducir los sesgos originados en un muestreo totalmente intencional. De igual manera, se decidió agregar dos condicionantes más a las anteriormente citadas las cuales fueron:

A) Ser ganaderos, con disponibilidad a ser entrevistados, y

B) Permitir la visita y el recorrido en su unidad de producción (Vilaboa *et al.*, 2009).

### **Tamaño de muestra**

La determinación del tamaño muestral del presente estudio se realizó mediante técnicas de muestreo probabilístico, con los cuales se identificó el universo de unidades de producción de Zacazonapan, Inicialmente se llevó a cabo un acercamiento con los representantes de las dos asociaciones ganaderas de la localidad (Asociación ganadera local y Nueva Esperanza), los cuales nos facilitaron los registros de sus integrantes, con lo cual se identificaron 91 unidades productivas en el municipio. A dicha cantidad se le aplicó la ecuación propuesta por Hernández y col. (2004) para determinar el tamaño muestral, necesario para obtener un P=0.01.

Fórmula propuesta por Hernández y col. (2004)

$$n' = \frac{s^2}{v^2} \dots\dots\dots (Ec.1)$$

$$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} \dots\dots\dots (Ec.2)$$

$$n = \frac{N}{1 + (N \times 0.1^2)} \dots\dots\dots (Ec.3)$$

Donde:

$n'$  = Tamaño provisional de la muestra, tamaño de la muestra sin ajustar.

$s^2$  = Varianza de la muestra expresada como la probabilidad de ocurrencia de  $y$

$V^2$  = varianza de la población. Su definición (Se): cuadrado del error estándar.

$n$  = tamaño de la muestra

$N$  = tamaño de la población.

$y$  = valor promedio de una variable

$se$  = error estándar, determinado por el investigador.

El análisis de los datos colectados durante la aplicación de las encuestas, se realizó inicialmente mediante la elaboración de una base de datos, la cual fue sometida a técnicas estadísticas de análisis multivariados.

### **Métodos analíticos multivariados**

Los análisis multivariados investigan la relación entre variables a las cuales no se les ha asignado valores de dependencia o independencia. El análisis de componentes principales así como el análisis de factores comunes examinan las relaciones dentro de un único conjunto de variables. En este sentido, se decidió utilizar el análisis de componentes principales ya que se tomó al sistema de producción bovino de Zacazonapan como un solo grupo del cual se desprendieron las variables dependientes e independientes que nos permitirían agrupar a cada unidad productiva (Hair *et al.*, 1999).

### **Análisis de componentes principales**

El objetivo del análisis de componentes principales es el de generar un número reducido de combinaciones lineales, las cuales contengan la mayor cantidad de información posible de variables originales. Ofreciendo de esta forma componentes principales ó variables sintéticas también denominadas factores, las cuales pueden utilizarse en lugar de las

variables originales, para la elaboración de cuadros, regresiones, análisis de clúster por mencionar algunos. Además el análisis de componentes principales puede ser utilizado como un método para determinar dependencias lineales entre variables. Otra característica que ofrece este análisis es la rotación de los componentes o factores, con esto se realiza una transformación lineal no singular a los componentes o factores comunes lo cual facilita la interpretación (Steel y Torrie, 1997). Para el presente estudio se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.

### Análisis de Clúster

El propósito del análisis es el de colocar objetos en los grupos o clústers sugeridos por los datos los cuales no han sido definidos, de tal forma que los objetos obtenidos en un clúster tienden a ser similares hacia dentro del grupo pero diferentes hacia fuera del grupo.

En este sentido son diversos los tipos de clústers que se pueden obtener, por ejemplo: Grupos disjuntos: los cuales colocan un solo objeto en un solo grupo. Conglomerados jerárquicos: estos se organizan de tal manera que uno de ellos puede estar totalmente contenido dentro de otro grupo de mayor tamaño u orden jerárquico. Agrupaciones superpuestas: en donde se puede limitar el número de objetos pertenecientes simultáneamente a dos grupos, o se pueden realizar sin restricciones, lo que permite cualquier grado de superposición y de número de miembros de clústers. Grupos Difusos: se definen por una probabilidad o grado de pertenencia de cada objeto en cada grupo y estos pueden ser disjuntos, jerárquicos o superpuestos.

Por otra parte las representaciones de los datos agrupados también pueden tomar muchas formas. Las más comunes son: matriz de similitud o distancia cuadrada; donde las filas y columnas corresponden a los objetos que se agrupan. En este sentido una matriz de correlación se considera una matriz de similitud. Matriz de coordenadas; en el que las filas son observaciones y las columnas son variables, la mayoría de paquetes estadísticos utilizan como método la disjunción de grupos ó el orden jerárquico de coordenadas tomando los datos de distancia de una matriz de correlación o covarianza para la agrupación (Hair *et al.*, 1999).

Para el presente estudio se utilizó el paquete estadístico STATISTICAL versión 7. En lo que se refiere al método de agrupamiento se utilizó el método de varianza mínima de Ward ya que este método se considera el que proporciona un mejor rendimiento general

### **Recolección de información para determinación de conocimiento y uso de vegetación nativa**

Se realizaron encuestas semiestructuradas a productores bovinos de Zacazonapan, para determinar el conocimiento y uso de las especies vegetales que se encuentran dentro de sus unidades productivas. La distribución de las encuestas se realizó de acuerdo a un muestreo probabilístico estratificado con asignación proporcional (Hernández *et al.*, 2004) de acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis de clúster de la caracterización previa.

Formulas descritas por Hernández y col. (2004) para muestreo probabilístico estratificado.

$$n = \sum nh \dots\dots\dots Ec. 4$$

Donde:

$n$  = tamaño de la muestra

$nh$  = es el número redondeado de unidades de producción que tendrá que entrevistarse y se obtiene mediante:

$$nh = Nh \times fh \dots\dots\dots Ec. 5$$

Donde:

$Nh$  = total de unidades de producción presentes en un estrato.

$fh$  = fracción constante obtenida de:

$$fh = \frac{n}{N} \dots\dots\dots Ec. 6$$

Donde:

$n$  = muestra

$N$  = población

## **Determinación del Componente arbóreo y arbustivo**

Para la determinación del componente arbóreo y arbustivo se realizó un muestreo en las áreas pastoriles de las diferentes unidades de producción siguiendo el mismo criterio de muestreo estratificado para la elección de la unidad productiva (descrito anteriormente). Sin embargo en este caso los muestreos se llevaron a cabo mediante la técnica de muestreos de plantas leñosas descrita por Gentry en 1982 y modificado por el GEMA (Grupo de exploración y monitoreo ambiental) (Mosquera *et al.*, 2007). Teniendo como objeto de estudio las plantas leñosas.

### **Muestreos de plantas leñosas**

Esta metodología se utiliza para determinar la riqueza de especies leñosas y suministra importante información de la estructura de la vegetación. Ha sido ampliamente utilizada en el Neotrópico, lo que permite realizar buenas comparaciones. Consiste en censar, en un área de 0.1 ha, todos los individuos cuyo tallo tenga un diámetro a la altura del pecho (DAP medido a 1.3 m desde la superficie del suelo) mayor o igual a 2.5 cm (Anexo. 2) (Villareal *et al.*, 2004).

### **Componente cercas vivas**

En lo que respecta a la medición de las cercas vivas se realizó con el método de transectos lineales utilizado por Pérez y col. (2006) el cual menciona que para medir árboles en cercas vivas se deberá utilizar una parcela de 200m de largo por 2m de ancho (0.04 ha o 400m<sup>2</sup>) al azar, en el cual una planta se considerará un árbol cuando tenga más de 10 cm de diámetro DAP, las anotaciones y formas de recolección son similares a la del muestreo para especies leñosas. Para el acopio de la información de campo se utilizaron formatos preestablecidos (Anexo 2).

### **Caracterización ecológica**

Para la caracterización ecológica de la diversidad vegetal en los sistemas de producción bovino se utilizó, estadística descriptiva, indicando densidad, frecuencia, cobertura e

índices de valor de importancia. Según la metodología propuesta por GEMA (Villareal *et al.*, 2004).

IVI o Índice de Valor de Importancia: es la sumatoria de densidad relativa, frecuencia relativa y cobertura relativa.

$$IVI = Dr + Fr + Cr \dots\dots\dots Ec. 7$$

Donde:

Densidad: es el número de individuos de una especie multiplicado por 10.

$$No\ de\ indiv.\ sp\ A \times 10 \dots\dots\dots Ec. 8$$

Densidad o abundancia relativa: es la densidad de una especie dividida entre la sumatoria de todas las densidades.

$$Dr = \frac{D\ spA}{D\ total} \dots\dots\dots Ec. 9$$

Frecuencia: es el número de transectos donde se registra una especie dividida entre 10

$$F = \frac{F\ spA}{10} \dots\dots\dots Ec. 10$$

Frecuencia relativa: es la frecuencia de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias de las especies.

$$Fr = \frac{spA}{Ftotal} \dots\dots\dots Ec. 11$$

Cobertura: es la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.

$$C_T = \sum_{i-j} cobertura\ ab \dots\dots\dots Ec. 12$$

Cobertura relativa: es la cobertura de una especie dividida entre la sumatoria de todas las coberturas de las especies.

$$C_r = \frac{C_{spA}}{C_{total}} \dots\dots\dots \text{Ec. 13}$$

### Índices ecológicos

La determinación de los índices de diversidad vegetal así como de riqueza fueron calculados mediante los criterios del índice de Margalef, Menhinick, Shanonn-Weiner, y Simpson. Los dos primeros hacen referencia a la riqueza vegetal que se puede traducir como la posibilidad de encontrar en un mismo transecto a la misma especie, los dos últimos se refieren a la diversidad vegetal que es un indicador más robusto ya que este además de tomar en cuenta la riqueza relaciona la abundancia en un mismo indicador.

#### Índice de Margalef (R1)

$$R1 = \frac{(S-1)}{(\ln(n))} \dots\dots\dots \text{Ec. 14}$$

Donde:

S = número total de especies

n = número de especies encontradas

#### Índice de Menhinick (R2)

$$R2 = \frac{S}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots \text{Ec. 15}$$

Donde: S y n fueron descritos anteriormente.

#### Índice de Shanonn- Wiener (H')

$$H' = \sum(DrX \log Dr^2) (-1) \dots\dots\dots \text{Ec. 16}$$

Donde: Dr se describió anteriormente.

## Índice de Simpson (Dsi)

$$siD = 1 - Dsi \dots \dots \dots \text{Ec. 17}$$

Donde:

$$Dsi = \sum Dr^2 \dots \dots \dots \text{Ec. 18}$$

Donde: *Dr* se ha descrito anteriormente

### **Análisis físico-químico del suelo**

En lo que se refiere al estudio de los suelos presentes en las áreas pastoriles y de cultivo de cada unidad de producción, se evaluaron los componentes físicos y químicos del suelo conforme a la norma oficial mexicana NOM-021 RECNAT 2000 (SEMARNAT, 2000). La determinación de N se calculó mediante el método de Kejhda, el pH se midió con ayuda de un potenciómetro, el contenido de materia orgánica se estimó mediante la digestión del suelo con ácido sulfúrico, la textura fue determinada por medio de la técnica de Baoyocus. Por su parte el color se determinó mediante la comparación de cartas de referencia.

### **Recolección de material vegetal**

La hoja de parota (PL) fue colectada semanalmente en verde durante los meses de Marzo, Abril y Mayo, en los municipios de Temascaltepec (100°02' L. O. y 19°03' Lat. N. 1,740m sobre el nivel del mar), Tejupilco (18°45'30" y 19°04'32" Lat. N y entre 99°59'07" y 100°36'45" L. O. 1,340 m sobre el nivel del mar) Luvianos (18°48'35" Lat. N y 100°36'45" L. O. 1600 m sobre el nivel del mar) y Zacazonapan (19°00'17" y 19°16'17" Lat. N y 100°12'55, 100°18'13" L. O. 1,470 m sobre el nivel del mar). Se colectaron 750 kg de material fresco, la deshidratación de la hoja se llevó a cabo mediante secado a la sombra, la hoja fue removida diariamente para evitar la putrefacción, una vez que contenía aproximadamente 90% de materia seca (MS), se procedió a la molienda en un molino de martillos (15 mm de diámetro).



## **Análisis químico**

Se realizó análisis químico a los tratamientos y también individualmente a los ingredientes incluidos en las dietas, para determinar, proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl mediante el procedimiento 940.25 de la AOAC (1990), el procedimiento 920.39 B para extracto etéreo (EE), cenizas con el 938.08 (CEN), y el 952.08 para materia seca (MS). El análisis de FDN, FDA y LDA se realizó según Van Soest (1991) utilizando 0.5 g de muestra seca en bolsas de filtro selladas (Ankom Corp F57) y colocadas en el analizador de fibras (Ankom 200/220) utilizando la solución química premezclada para FDN y FDA (Ankom Tecnología, FND20C y FAD20C, respectivamente). La LDA se determinó por el tratamiento de la FDA con 72% de ácido sulfúrico. La energía metabolizable (ME, MJ/Kg MS) se calculó por el método propuesto por Menke y Steingass (1988). El contenido de Taninos se estimó por el método de extractos descrito por Jiménez-Peralta *et al.* (2011) La determinación de las fracciones proteicas se realizó de acuerdo a la técnica propuesta por Licitra *et al.* (1996).

## **Animales y dietas**

Se utilizaron nueve cabritos raza Saanen, de 3 meses de edad (PVi  $12.6 \pm 3.2$  kg) alimentados con uno de 3 tratamientos 0, 15 y 30% de inclusión de PL respectivamente. Las dietas fueron formuladas de acuerdo a las recomendaciones propuestas por el AFRC (1996).

## RESULTADOS.

### Capítulo I. Capítulo de libro (I)

# *Los grandes retos para la ganadería: Hambre, Pobreza y Crisis Ambiental*

COORDINADORES

*Beatriz A. Cavallotti Vázquez*

*Carlos F. Marcof Álvarez*

*Benito Ramírez Valverde*



Universidad Autónoma  
Chapingo



Colegio de Postgraduados,  
Campus Puebla

## ISBN

Editor: Carlos F. Marcof Álvarez  
Diseño y formación de interiores: Gloria Villa Hernández  
Diseño de Portada: Beatriz Nava Moreno

Primera edición, México, 20 de octubre de 2010.  
ISBN: 978-968-839-581-3

Derechos reservados © 2010  
Universidad Autónoma Chapingo  
Departamento de Zootecnia  
Carretera México-Texcoco, km 38.5,  
Chapingo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230  
Tel: 01(595)952-1532  
Fax: 01(595)952-1607

Se autoriza el uso de la información contenida en este libro para fines de enseñanza, investigación y difusión del conocimiento, siempre y cuando se haga referencia a la publicación y se den los créditos correspondientes a cada autor consultado.

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan necesariamente la opinión de los compiladores o de la institución titular de los derechos de autor.

Impreso y hecho en México

## Caracterización socioeconómica del sistema de producción bovino de Zacazonapan, Estado de México

Arturo Ortiz Rodea, Anastacio García Martínez, Rolando Rojo Rubio, Sherezada Esparza Jiménez y Benito Albarrán Portillo<sup>1</sup>

### Introducción

Los sistemas de producción bovino que se desarrollan en la zona sur del país presentan características propias del sistema doble propósito (Álvarez *et al.*, 2007), dentro de las cuales destacan la alimentación basada en forrajes nativos, complementada con alimentos concentrados y la presencia de razas bovinas las cuales producen leche y carne. Dichos productos son comercializados en forma de; toros engordados destinados al consumo humano, becerros destetados cuyo destino final es el pie de cría (Suarez y López., 1996) y leche en forma líquida, la cual en ocasiones es transformada en queso. Esta forma de producción se desarrolla en grandes superficies las cuales por sus características orográficas solamente pueden ser utilizadas como áreas de pastoreo (Bellido *et al.*, 2001), las cuales junto con los diferentes usos de su superficie ayudan a diversificar los ingresos de los productores.

El sistema de producción lechero de Zacazonapan ha sido objeto de estudio (Albarrán *et al.*, 2009), sin embargo las orientaciones productivas, así como las características socioeconómicas del resto de las unidades de producción (UP) no han sido estudiadas. La caracterización de los sistemas de producción es determinante para el desarrollo de políticas diferenciadas de fomento, ya que permite conocer la manera en que se encuentran conformados los sistemas ganaderos, sus componentes tecnológicos, el potencial y limitantes respecto a otros sistemas ganaderos tanto a nivel nacional como internacional (Vilaboa, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar a los productores de doble propósito de Zacazonapan, en base a sus características socioeconómicas, estructura del hato, uso y aprovechamiento de la tierra, instalaciones, equipo, manejo y tipo de mano de obra

### Metodología

El municipio de Zacazonapan se encuentra en el suroeste del Estado de México a una altura promedio de 1,470 msnm, el clima es cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 23°C (EMM, 2005). Dentro del territorio municipal existen dos asociaciones ganaderas "Asociación Ganadera Local" y "Nueva Esperanza". Para conocer el número de (UP) se consultaron los registros de dichas asociaciones. Se determinó la existencia de 91 productores, lo que permitió obtener el tamaño de muestra ( $n=47$ ) (Hernández *et al.*, 2004).

Una obtenida la muestra de estudio, se siguieron otros criterios para su elección como; estar registrados en alguna de las asociaciones ganaderas, y que permitieran la visita en la UP. A los productores que aceptaron (Vilaboa *et al.*, 2009), se les aplicó una encuesta semiestructurada, que recopiló información relacionada con: aspectos familiares de tipo general, estructura del hato, uso y aprovechamiento de la tierra, instalaciones, equipo e información socioeconómica.

<sup>1</sup> Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México.

## **Caracterización socioeconómica del sistema de producción bovino de Zacazonapan, Estado de México.**

Arturo Ortiz-Rodea, Anastacio García-Martínez, Rolando Rojo-Rubio y Benito Albarrán-Portillo. Centro Universitario Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México.

### **Introducción**

Los sistemas de producción bovino que se desarrollan en la zona sur del país presentan características propias del sistema doble propósito (Álvarez *et al.*, 2007), dentro de las cuales destacan la alimentación basada en forrajes nativos, complementada con alimentos concentrados y la presencia de razas bovinas las cuales producen leche y carne. Dichos productos son comercializados en forma de; toros engordados destinados al consumo humano, becerros destetados cuyo destino final es el pie de cría (Suarez y López., 1996) y leche en forma líquida, la cual en ocasiones es transformada en queso. Esta forma de producción se desarrolla en grandes superficies las cuales por sus características orográficas solamente pueden ser utilizadas como áreas de pastoreo (Bellido *et al.*, 2001), las cuales junto con los diferentes usos de su superficie ayudan a diversificar los ingresos de los productores.

El sistema de producción lechero de Zacazonapan ha sido objeto de estudio (Albarrán *et al.*, 2009), sin embargo las orientaciones productivas, así como las características socioeconómicas del resto de las unidades de producción (UP) no han sido estudiadas. La caracterización de los sistemas de producción es determinante para el desarrollo de políticas diferenciadas de fomento, ya que permite conocer la manera en que se encuentran conformados los sistemas ganaderos, sus componentes tecnológicos, el potencial y limitantes respecto a otros sistemas ganaderos tanto a nivel nacional como internacional (Vilaboa, 2009).

El objetivo del presente trabajo fue caracterizar a los productores de doble propósito de Zacazonapan, en base a sus características socioeconómicas, estructura del hato, uso y aprovechamiento de la tierra, instalaciones, equipo, manejo y tipo de mano de obra

## Metodología

El municipio de Zacazonapan se encuentra en el suroeste del Estado de México a una altura promedio de 1,470 msnm, el clima es cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 23°C (EMM, 2005). Dentro del territorio municipal existen dos asociaciones ganaderas “Asociación Ganadera Local” y “Nueva Esperanza”. Para conocer el número de (UP) se consultaron los registros de dichas asociaciones. Se determinó la existencia de 91 productores, lo que permitió obtener el tamaño de muestra (n=47) (Hernández *et al.*, 2004).

Una obtenida la muestra de estudio, se siguieron otros criterios para su elección como; estar registrados en alguna de las asociaciones ganaderas, y que permitieran la visita en la UP. A los productores que aceptaron (Vilaboa *et al.*, 2009), se les aplicó una encuesta semiestructurada, que recopiló información relacionada con: aspectos familiares de tipo general, estructura del hato, uso y aprovechamiento de la tierra, instalaciones, equipo e información socioeconómica.

En primer lugar se realizó una descripción general del sistema, considerando variables fundamentales que lo caracterizan. Posteriormente, la información recopilada en la base de datos fue analizada mediante métodos multivariantes. Primeramente, se realizó un análisis factorial mediante análisis de componentes principales (ACP), los cuales permitieron reducir información y obtener nuevas variables de análisis (Hair *et al.*, 1999), con lo cual se realizó una tipificación de las UP, a través de un análisis cluster (AC), utilizando las coordenadas de los factores rotados obtenidos en el ACP con nueve variables, lo que permite cumplir con los requisitos mínimos necesarios para este tipo de análisis (García-Martínez, 2008).

## Resultados

Se observó que en el 100% de las explotaciones estudiadas, (n=47) el titular es hombre, con edad promedio de 56 años, y rangos entre 27 y 90 años de edad.

## Hato

El hato se compone de 2,909 bovinos distribuidos como se observa en el cuadro 1. Siendo las vacas las de mayor porcentaje en la UP, representando 40.77% del total del hato.

Cuadro 1. Composición de hato

Tipo de animal	# de animales	%
Vaca	1186	40.77
Semental	65	2.23
Vaquillas de reemplazo	465	15.98
Becerros (machos)	360	12.38
Becerros (hembra)	490	16.84
Toros en engorda	343	11.79
Total	2909	100

Las razas predominantes en la zona de estudio, es la cruce de ganado cebú con Pardo suizo, Holstein, Jersey, Charolais y Simmental, esto debido en gran parte al fomento de las instituciones de desarrollo agropecuario del estado las cuales otorgan facilidades para la adquisición de animales de razas genéticamente orientadas a la producción de carne y leche (Gaceta del gobierno, 2009).

## Alimentación

La alimentación se basa en el pastoreo de especies introducidas, siendo Estrella de África (*Cynodon plectocstachyus*) el de mayor presencia, ya que se reporta en 87.23% de las UP. seguido de llanero (*Andropogon gayanus*) chontalpo (*Brachiaria decumbens*) mulato (*Brachiaria sp*) y Tanzania (*Panicum máximum*).

La combinación de pasto Estrella de África + pastos nativos es la que presenta mayor frecuencia en las UP, esto concuerda con estudios que se han realizado en la zona sur del Estado de México por López *et al.* (2010), donde el pasto estrella se sitúa como el recurso forrajero de mayor importancia para los productores.

La suplementación alimenticia es habitual para los productores ya que el 100% lo proporciona, siendo la sal mineral (74.47%) y la energético-proteica en forma de concentrados (85.11%) las más utilizadas.

## Uso y aprovechamiento del suelo

La superficie destinada a praderas es de 997 ha, que representa 29% del territorio municipal, el mayor uso de la tierra es el de agostadero como se muestra en la figura 1.

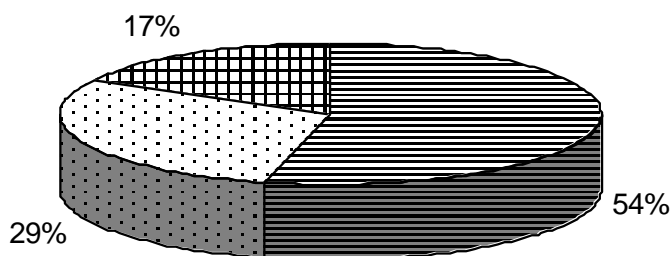
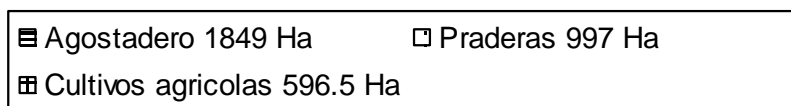


Figura 1. Uso y aprovechamiento del suelo

La producción animal (carne y leche), es la principal forma de aprovechar y valorizar el recurso tierra con el que cuentan los productores, (Nair, 1997; Suárez y López, 1996). Este aprovechamiento incluye beneficios económicos a los productores. Ya que no obstante que cuentan con grandes extensiones de tierra (cuadro. 4), el 23.5% renta superficies de tierra adicionales, con el objetivo de conservar forraje para la época de secas, e incluso en lluvias, a un costo promedio de \$37.00 USD por unidad animal (UA), dichos terrenos cuentan con pastos mejorados que hacen más atractiva su demanda.

## Manejo

La rotación de los animales en los potreros, constituye el principal manejo en los hatos, debido a esto, la necesidad de instalaciones se reduce considerablemente. No obstante el 15% de las UP cuenta con instalaciones para engorda de animales, esto debido a que resultan necesarios para obtener una buena productividad (Bavera, 2000).



La sanidad animal es una práctica común para los ganaderos de la región ya que el 100% realiza vacunación y desparasitación.

#### Mano de obra

La mano de obra utilizada en las UP en su mayoría es de tipo familiar. Sin embargo, el 72.3% utiliza mano de obra contratada para las actividades cotidianas de la UP. En el 76.6% de estos casos el trabajador es temporal y en 23.4% de las ocasiones es permanente. Los trabajadores temporales son empleados en labores agrícolas y pecuarias, generalmente durante la siembra y cosecha de los cultivos agrícolas de la región, mientras que los trabajadores permanentes son utilizados para actividades pecuarias durante todo el año.

#### Economía

La principal fuente de ingresos se deriva de la venta de productos obtenidos en la UP (93% de sus ingresos anuales totales), destacando la producción y venta de carne que representa 57.6% de los ingresos totales, bien por la venta de becerros destetados o de toros engordados, dicha venta se realiza por kilogramos de peso vivo(kg PV) y en donde el precio pagado por los becerros es de 1.5 \$USD/kg PV y el de los toros engordados es de 1.4 \$USD/kg PV en este sentido cabe mencionar que también se engordan hembras las cuales tienen un menor precio de venta(1.3 \$USD/kg PV). La producción de leche aporta el 34.4% esta se comercializa en forma líquida y es producto del ordeño diario el precio que reciben los productores es de 0.4 \$USD/L cuando la venta se realiza al botero; y de 0.6 \$USD/L cuando la leche se comercializa de manera directa al consumidor. Cabe mencionar que algunos productores transforman una parte de su leche en queso fresco ó bien en queso semi maduro, el primero tiene un valor de 0.6 \$USD/kg mientras que el segundo alcanza un valor de hasta 7.6\$USD/kg. El 7% restante proviene de otras actividades no relacionadas con la agricultura o ganadería.

La alimentación de los animales es el principal gasto en la UP (74.3%), situación que se acentúa en la época de escasez de forrajes (noviembre a mayo). El segundo factor en importancia es el gasto por concepto de fertilizantes (25.7%), del cual la urea representa el 73% y sulfato de amonio y superfosfato de calcio simple (sal y tierra) el 27%, la

fertilización de los suelos se realiza únicamente en aquellos destinados a producción de cultivos y en rara ocasión fertilizan los suelos destinados a praderas, por su parte los suelos de los agostaderos no reciben fertilización sintética.

### TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS GANADEROS

Del análisis de componentes principales (ACP) se obtuvieron cuatro factores relacionados con: i. Estructura, ii. Tamaño, iii. Manejo y, iv. Orientación productiva, mismos que explicaron el 83% de la varianza total ( $P < 0.05$ ; Kaiser Meyer Olkin (KMO): 0.65). Posteriormente, se realizó el AC jerárquico en el que se observaron cuatro grupos de UP (Figura 2).

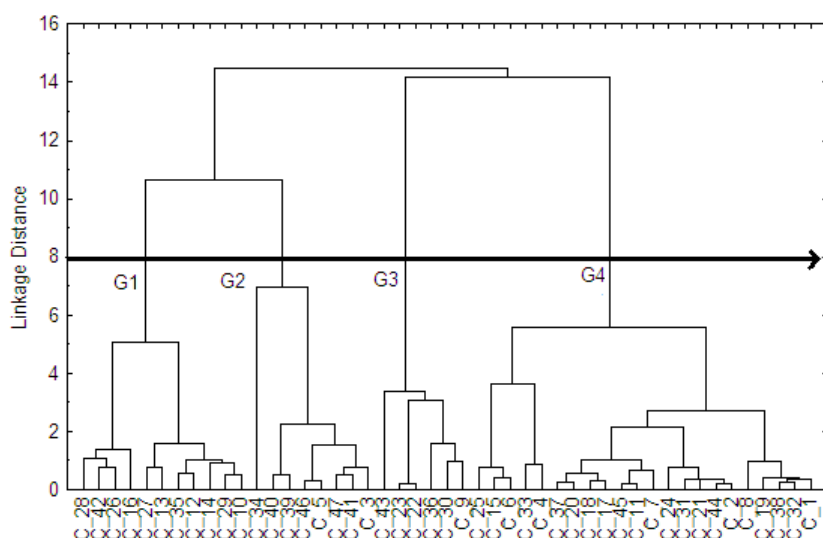


Figura 2. Dendrograma del análisis Clúster

Las variables utilizadas muestran amplias diferencias en el sistema de producción bovino de la región. La orientación productiva está determinada por el producto más vendido, o bien el que representa mayor ingreso a la UP. En base a lo anterior, los grupos obtenidos en el AC pueden denominarse como se menciona en el cuadro 3.

Cuadro 3. Variables alternas para nombrar a los grupos obtenidos

Grupo AC	Nombre de acuerdo a su principal característica	Ingreso (anual) %				MB (\$USD)
		Leche	Becerras	Toros	Otros	
G1	Sistema doble propósito enfocado a producción de Leche (DPL)	43.4	47.3	8.6	0.7	7,611.20
G2	Sistema doble propósito enfocado a producción de Carne (DPC)	8.7	30.0	60.0	1.3	28,011.08
G3	Sistema doble propósito Tradicional (DPT)	38.2	45.0	11.3	5.5	16,526.49
G4	Sistema doble propósito enfocado a producción de Becerras (DPB)	20.0	60.0	5.0	15.0	6,844.63

AC: Análisis de cluster, MB: Margen bruto, \$USD: dólares americanos promedio del año 2009

De tal manera que cada grupo presenta características específicas como se observa en el cuadro 4.

Cuadro 4. Características de los grupos obtenidos de acuerdo las variables utilizadas en el AC

Variable	G1(DPL)	G2 (DPC)	G3 (DPT)	G4 (DPB)
n	11	8	6	22
%	23.40	17.02	12.77	46.81
Edad del productor	55	54	66	56
Escolaridad (años)	9	11	3	8.6
Mano de obra (jornales/año)	2.25	1.08	1.06	0.65
No. de animales (UA)	34.25	37.8	144	30.7
Superficie (Ha)	33.60	45.30	228.50	60.00
Praderas (%)	23.34	52.70	22.60	29.00
Agostadero (%)	36.41	23.30	61.20	60.00
Cultivos agrícolas (%)	40.25	24.00	16.20	11.00
Costo anual de alimentos (\$USDA)	1835.89	13172.86	3358.17	1317.16
Costo total anual (\$USDA)	3564.83	21315.30	6716.34	1804.32
Ingreso total anual (\$USDA)	7611.20	28011.08	16526.49	6844.63
Venta de leche (%)	43.40	8.70	38.20	20.00
Venta de becerros (%)	47.30	30.00	45.00	60.00
Venta de toros engordados (%)	8.60	60.00	11.30	5.00
Otros ingresos (%)	0.70	1.30	5.50	15.00

n: numero, G: grupo, DPL: doble propósito enfocado a la producción de leche, DPC: doble propósito enfocado a la producción de carne, DPT: doble propósito tradicional, DPB: doble

propósito enfocado a la producción de becerros, UA: unidad animal= vaca 450kg con becerro al pie, Ha: hectárea, \$USDA: dólares americanos promedio del año 2009.

### Grupo 1. Sistema doble propósito enfocado a la producción de Leche (DPL)

El DPL son los que menos superficie tienen, refiriendo 33.5 ha en promedio, destinan el mayor porcentaje a la práctica agrícola (40.25%). Debido a la orografía de la zona, la siembra y cosecha debe ser realizada por jornaleros sin el empleo de maquinaria. El maíz amarillo (*Zea mays L*) es el principal cultivo, este se utiliza para alimentar a los animales de la UP. En los casos donde la producción agrícola rebasa las necesidades de alimento, la cosecha se comercializa en la zona.

Debido a la ausencia de maquinaria agrícola y de ordeñadoras mecánicas el DPL utiliza más mano de obra que los demás sistemas de la zona necesitando 2.25 jornales/día para su funcionamiento, el costo por jornal en la región es de 6.1 \$USD. La orientación productiva está enfocada a la producción de leche y venta de becerros, en este aspecto la venta láctea se realiza en tres formas: Venta como leche fluida, Venta al quesero ó botero y transformación en queso (Figura 3).

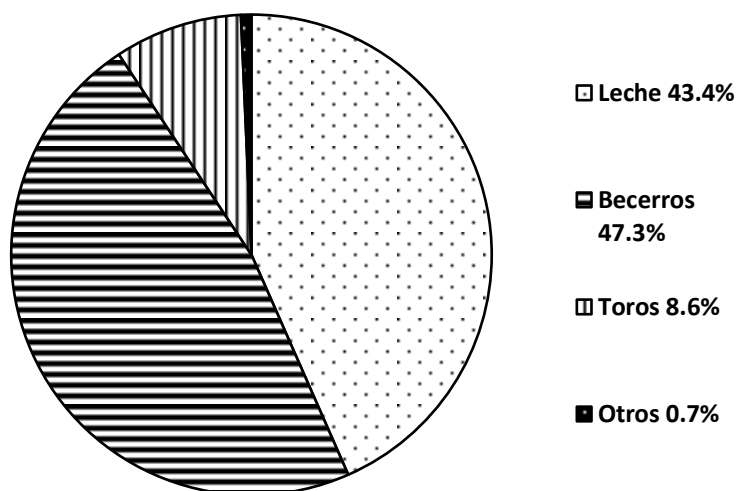


Figura 3. Actividades agropecuarias generadoras de ingresos del subsistema DPL

La venta directa por litros se realiza de manera diaria con la leche producto del ordeño matutino y se distribuye y comercializa en forma directa del productor al consumidor (0.6 \$USD/L) (Figura 4).

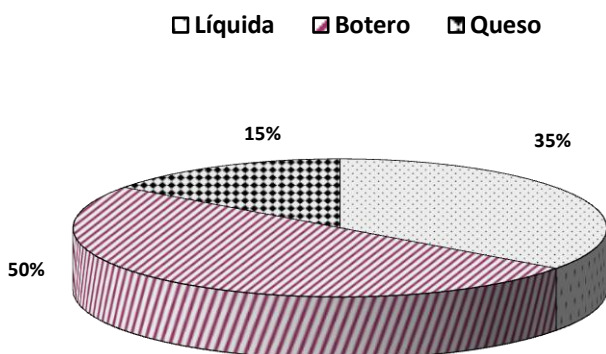


Figura 4. Formas de utilización de la producción láctea

La venta al quesero o botero se realiza también de manera diaria, toda la leche ordeñada se vende a un intermediario (quesero o botero) el cual se encarga de distribuirla o transformarla en queso (0.4 \$USD/L). La transformación en queso se realiza de manera artesanal, mediante conocimientos heredados, el principal queso producido es el queso añejo (7.6 \$USD) y el queso fresco (4.6 \$USD/KG). Cabe señalar que en la región no existe ninguna planta de alimentos ni queserías de nivel industrial.

La compra de alimentos concentrados y alimentos balanceados son sus principales gastos (Tabla 5), debido en gran parte a la necesidad de mantener los niveles productivos a lo largo del año (7 L/día). La compra de fertilizantes químicos ocupa el segundo lugar, los productos de la cosecha son utilizados en la alimentación animal.

Cuadro 5. Gasto anual de las UP

Grupo	Alimentos [ ] (%)	Fertilizantes (%)	Otros (%)	Gasto MB(\$USD)
DPL	51.5	44.5	4	\$3,564.83
DPC	61.8	34.7	3.5	\$21,315.30
DPT	50	48	2	\$6,716.34

[ ]: Concentrado, MB: Margen bruto, \$USD: dólares americanos promedio del año 2009

## Grupo 2. Sistema Doble propósito enfocados a la producción de carne (DPC)

El grupo de productores de carne (DPC) se compone de 8 UP, cuentan con 33.6 ha en promedio, la mayor proporción de su superficie la utilizan en forma de praderas mejoradas, el porcentaje de superficie que destinan a la siembra de maíz es de 24%, El maíz producto de la cosecha es utilizado en la preparación de la dieta para la engorda de los animales. En este sentido, los animales destinados a la ceba son mantenidos en pastoreo con la madre hasta alcanzar los 200kg de PV, la vaca no se ordeña y la leche es aprovechada por el becerro en su totalidad, una vez alcanzado este peso son introducidos al corral de engorda, donde se realiza una mezcla casera que incluye cereales, alimentos concentrados comerciales y subproductos de origen animal en diferentes porcentajes, la mayoría de las ocasiones los componentes y cantidades de la mezcla no son revisadas por una persona calificada.

Es importante mencionar que no todos los animales que engordan estas UP provienen del hato propio, si no que la mayoría son comprados a otras UP con el propósito de finalizarlos, el precio al que son comprados es a 1.5 \$USD/kg PV. Debido a esta introducción externa los animales engordados presentan amplia variedad racial, siendo la principal; machos producto de cruza *Bos taurus* x *Bos indicus*, y en menor medida hembras producto del mismo cruzamiento.

La venta de toros engordados representa el 60% de los ingresos de este grupo de productores (Figura 5) y la mayoría de ellos prefieren dejar de percibir ingresos por concepto de la venta de leche con el fin de que el becerro gane peso de forma acelerada y pueda entrar al corral de engorda en el menor tiempo posible.

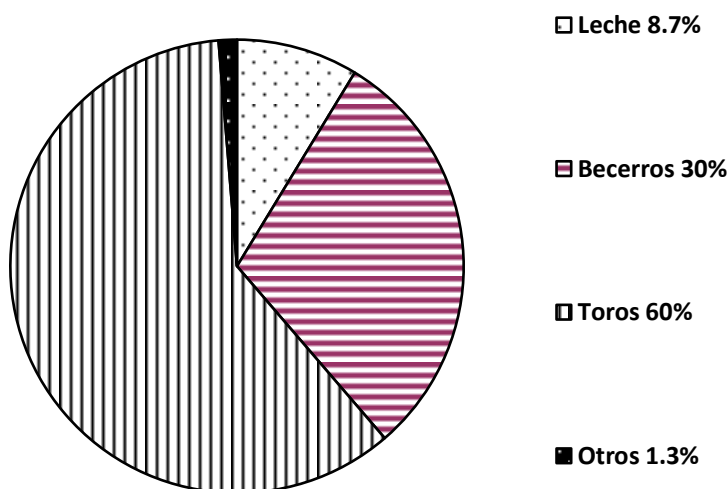


Figura 5. Actividades pecuarias generadoras de ingresos del subsistema DPC

La venta de los animales engordados se realiza en pie cuando alcanzan un peso promedio de 500 kg PV, el precio de venta varía dependiendo del sexo ya que si son machos el precio pagado es de 1.4 \$USD/kg PV, por su parte si son hembras el precio es de 1.3 \$USD/kg PV, el destino final de la carne de estos animales es para abasto del propio municipio y de municipios vecinos, aunque también la producción de esta región se comercializa en el valle de Toluca y valle de México.

Otra característica importante es que son el grupo que más recursos económicos utiliza en la compra de alimentos y de igual forma son el grupo que mayor cantidad de ingresos percibe, sin embargo no son el grupo que tiene mayor margen bruto (Cuadro 6)

Cuadro 6. Margen bruto por subsistema productivo

Grupo	Egresos	Ingresos	MB
DPL	\$3,564.83	\$7,611.20	\$4,046.37
DPC	\$21,315.30	\$28,011.08	\$6,695.78
DPT	\$6,716.34	\$16,526.49	\$9,810.15
DPB	\$1,804.32	\$6,844.63	\$5,040.31

MB: Margen bruto, \$:USD promedio del año 2009, según datos del Banco de México.

### Grupo 3. Sistema doble propósito tradicional (DPT)

El sistema DPT es el menos practicado en la región, los productores son adultos con edad promedio de 66 años, además son los que menor escolaridad presentan con 3 años, las UP cuentan con vastas extensiones de tierra, teniendo 228.5 ha en promedio, dicha superficie se caracteriza por extensas áreas improductivas donde el 61.2% de la superficie tiene como principal uso del suelo, el de agostadero para pastoreo extensivo.

La suplementación es principalmente mineral, basada en sales las cuales no corresponden a sales minerales comerciales sino a sales regionales como; sal gruesa (Na Cl sin refinar) y tequesquite ( $\text{NaHCO}_3 + \text{Na Cl}$ ). En época de sequia (Febrero-Junio), cuando el recurso pasto está en sus niveles productivos más bajos, los animales más afectados (caquécicos) son suplementados con una mezcla de maíz y alimento concentrado comercial hasta que se recuperan ó bien hasta que regresa la temporada de lluvias (Junio – Octubre).

La principal fuente de ingresos proviene de la venta de becerros (1.5 \$USD/kg PV), seguida de la venta de leche (0.3 \$USD/L), dicha venta se realiza de manera fluida y únicamente en temporada de lluvias, la venta de becerros se realiza durante todo el año, siendo los productores dedicados a engordar ganado los principales compradores. La venta de toros engordados representa un porcentaje de ingresos bajo pero considerable (1.4 \$USD/kg PV) (Figura 6), cabe mencionar que estas engordas se realizan basadas en pastoreo con suplementación mineral y no en corrales.

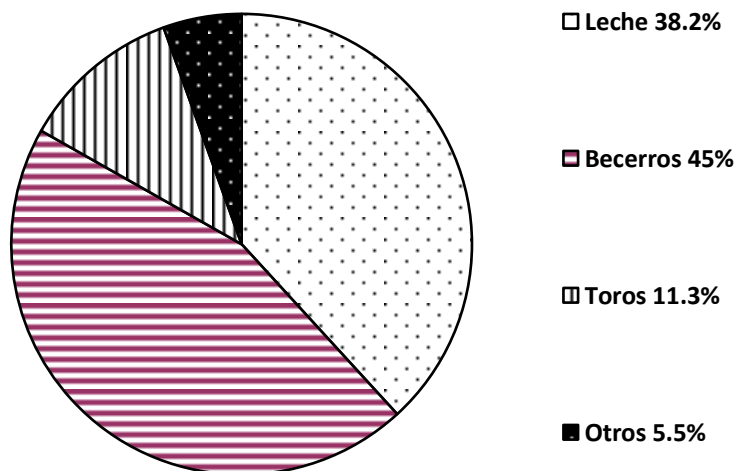




Figura 6. Actividades agropecuarias generadoras de ingresos del subsistema DPT

Debido a la baja cantidad de insumos comprados y a la gran cantidad de superficie, la valorización del recurso tierra por parte de los animales se ve reflejado en la cantidad de UA y la cantidad de productos pecuarios y forestales obtenidos, de estos últimos destacan los postes para cerca los cuales alcanzan un valor de 3.8 \$USD/poste, dichos postes son arbóreas específicas identificadas por la dureza de su tronco (*Acacia guatemalensis*) de aproximadamente 50 cm de diámetro y 1.5 m de alto, los cuales son utilizados en forma de cerca y resultan un material muy apreciado en la región.

#### Grupo 4. Sistema doble propósito enfocados a la producción de becerros (DPB)

El sistema DPB es el más practicado en la región, la superficie promedio es de 60 ha por UP. Los ingresos se basan en la venta de becerros (1.9 \$USD / kgPV) y leche (0.3\$USD / L) en los porcentajes que expresa la figura 7. Los ingresos obtenidos por la venta de leche son empleados para cubrir los gastos de operación de la UP.

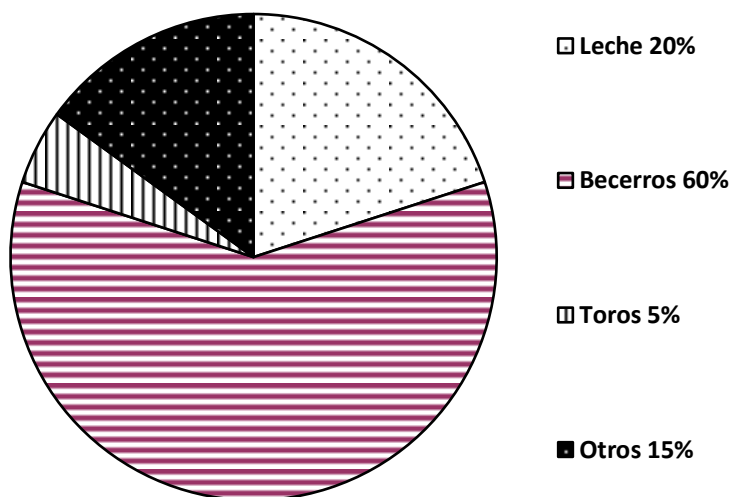


Figura 7. Actividades agropecuarias generadoras de ingresos del subsistema DPB

La venta de los becerros (as) representa la ganancia del productor, dicha venta se realiza cuando los animales cumplen 1 año de edad, el fin de estos es la reposición de los animales viejos de las diferentes UP de la región, ya que son animales con buena genética, por lo cual el valor económico es mayor. No obstante que la principal venta sea para pie de cría, también venden animales a los engordadores de la región (1.5 \$USD/kg PV) y del valle de Toluca, cabe mencionar que estos animales son los de menor expresión fenotípica ó hembras.

Si bien la venta de productos agropecuarios es la principal fuente de ingresos, este grupo destaca por recibir el 15% de sus ingresos de actividades que no tienen ninguna relación con cuestiones agropecuarias como negocios mercantiles (tienda, vinatería, farmacia, papelería, renta de locales comerciales) y trabajos ajenos a la UP (chofer, profesor, etc).

#### Subsistemas de producción bovino

La presencia de cuatro tipos de subsistemas dentro del sistema de doble propósito DPL, DPC, DPT y DPB indica heterogeneidad en los sistemas de producción, el alto porcentaje de superficie destinado a praderas(29%) y cultivos agrícolas (17%) puede ser un indicador de que el sistema de producción de Zacazonapan se encuentra en un proceso de transición donde los productores tratan de mejorar sus áreas pastoriles introduciendo pastos

mejorados, y disminuyendo la superficie de agostaderos, así como cultivando productos agrícolas que puedan incorporarse en dietas de elaboración casera.

## Conclusiones

El análisis de clúster permitió observar cuatro diferentes subsistemas de producción, todos pertenecientes al doble propósito pero con manejo, tamaño y orientación productiva diferente, estos pueden subdividirse en; sistema doble propósito enfocados a la producción de leche, sistema doble propósito enfocados a la producción de carne, sistema doble propósito tradicional y sistema doble propósito enfocados a la producción de becerros.

La venta de productos agropecuarios representa la principal forma de ingreso económico a los ganaderos de la región. Todas las UP ofertan los mismos productos; carne, leche y animales vivos para pie de cría ó bien para engorda, no obstante cada UP tiene un enfoque preferente hacia la producción en mayor cantidad de uno de ellos.

Los productores de Zacazonapan son personas adultas que tienen más de 20 años en el ámbito ganadero, sin embargo pocos son los jóvenes que quieren continuar con esta actividad como única fuente de empleo.

Los productores son conscientes de la necesidad de mejorar los niveles productivos de su UP, es por ello que hacen uso de una parte del paquete tecnológico principalmente en lo que se refiere a alimentación y reproducción.

El uso prioritario de la superficie de la UP es para la producción de forrajes utilizados en la alimentación animal.

## Bibliografía

- Albarrán, P. B., Salas, R. I. G., Esparza, J. S., Hernández, M. J., Rebollar, R. S. y García, M. A. 2009. Caracterización socioeconómica de un sistema producción de doble propósito del sur del Estado de México. Cavalloti, V. B. A., Marcof, A. C. F. y Ramírez, V. B. Ganadería y seguridad alimentaria en tiempos de crisis. Universidad Autónoma Chapingo. México.

- Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Características del sistema lácteo y sus principales tendencias en México. Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Agroindustria rural y territorio. Tomo II. México, CIGOME, S. A. de C. V. 2007. p. XV-LII
- Bavera, G. A. 2000. Manejo y alimentación del ternero al inicio del periodo de feedlot. (en línea) Cursos de producción bovina de carne, FAV UNRC. Consultado el 11 de Noviembre de 2009, disponible en: <http://www.produccionbovina-ar.com>
- Bellido, M. M.; Escribano, S. M.; Mesías, D. F.J.; Rodríguez, L. V. y Pulido, G. F. 2001. Sistemas extensivos de producción animal. *Arch. Zootec.*(50): 465-489
- EMM. 2005. Enciclopedia de los municipios de México. Estado de México, (en línea) Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México. Consultada el 15 de marzo de 2010, disponible en: [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_mexico](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico)
- Gaceta del gobierno. 2009. Periódico Oficial del Estado Libre y Soberano de México. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Gobierno del Estado de México. (en línea) Consultado el 7 de Febrero de 2010. Disponible en:<http://www.edomex.gob.mx/legistelfon/doc/pdf/gct/2009/ene283.PDF>
- García-Martínez, A., Olaizola, A. and Bernués, A. 2008. Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems. *Animal* (2009), (3)1:152-165
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. 1999. Análisis multivariante, 5ª ed. Prentice Hall
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C. y Baptista, L. P. 2004. Metodología de la investigación. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México. pp. 705.
- López, G. F., Estrada, F. J.G., Avilés, N. F., Yong, A. G., Hernández, M. P., Martínez, L. R., Pedraza, B. P.E: y Castelán, O. A. 2010. Evaluación agronómica y química del pasto estrella de África (*Cynodon plectiostachyus*) en el sur del Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.12: 151-159
- Nair, PKR. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, MX, Universidad Autónoma Chapingo. 543 pp
- Suárez, D. H. y López, T. Q. 1996. La ganadería bovina productora de carne en México y su situación actual. (en línea) Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Consultada el 19 de Mayo de 2009, disponible en: <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>

-Vilaboa, A. J.; Díaz, R. P.; Ruiz, R. O.; Platas, R. E. D.; González, M. S. y Juárez, L. F. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.10: 53-62

## Capítulo II. Capítulo de libro (II)

El trabajo a parece como capitulo, en el libro referido en el capítulo I.

### Efecto de los sistemas de producción bovino de Zacazonapan sobre la diversidad vegetal de las unidades de producción (UP)

Arturo Ortiz Rodea, Anastacio García Martínez,  
Rolando Rojo Rubio y Benito Albarrán Portillo<sup>1</sup>

#### Introducción

Los sistemas de producción bovina que se desarrollan en la zona sur del país presentan características propias del sistema doble propósito (Álvarez *et al.*, 2007), dentro de las cuales destacan la alimentación basada en forrajes nativos complementada con alimentos concentrados y la presencia de razas especializadas en la producción de carne y leche (Suarez y López, 1996; Ponce 1981). Esta forma de producción se desarrolla en grandes superficies las cuales por sus características orográficas solamente pueden ser utilizadas para el pastoreo (Bellido *et al.*, 2001), dentro de las cuales se encuentra gran cantidad de especies vegetales propias de la región (Campos *et al.*, 2008); sin embargo, la expansión de la ganadería así como el incremento del hato son factores que influyen negativamente a la vegetación, ya que resulta necesario incrementar las fuentes de alimento que mantengan a la UP, lo que conlleva a practicas anticonservacionistas de limpieza de terrenos como la tala y quema de zonas de monte, para dejar suelos listos para la producción de forrajes en forma de pastos o bien para aumentar las áreas destinadas a la producción agrícola (Villanueva *et al.*, 2003; Nair, 1997; Naredo, 1997).

El objetivo del presente trabajo es elaborar índices de diversidad vegetal de las diferentes UP de Zacazonapan que permitan conocer el estatus vegetal de acuerdo al sistema productivo practicado.

#### Metodología

El municipio de Zacazonapan se encuentra en el suroeste del Estado de México a una altura promedio de 1,470 msnm, el clima es cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 23°C (31°C máxima y 15°C mínima), en cuanto a flora, existen especies propias de los bosques tropicales, caducifolios y bosques mixtos de árboles leguminosos. Sin embargo, la vegetación original ha sido transformada por la práctica ganadera. La orografía es de sierra compleja con cañadas y lomeríos pertenecientes a la subprovincia fisiográfica de la sierra madre del sur (EMM, 2005).

Dentro del territorio municipal existen dos asociaciones ganaderas, la “Asociación Ganadera Local” y “Nueva Esperanza”, las cuales integran a la mayoría de los productores del municipio, estudios previos realizados por Ortiz-Rodea y col. (2009) mostraron que existen 4 diferentes subsistemas de producción todos pertenecientes al doble propósito pero con orientaciones productivas distintas: sistema doble propósito enfocado a la producción de leche (DPL), doble propósito enfocado a la producción de carne (DPC), Doble propósito enfocado a la producción de becerros (DPB) y doble propósito tradicional (DPT), la presencia de estos grupos permitió realizar un muestreo estratificado (Hernández *et al.*, 2004), resultando tres UP por cada sistema. Para determinar el tipo de UP susceptible de estudio se siguieron los siguientes criterios de elección: estar registrados en al-

<sup>1</sup> Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México.

## **Efecto de los sistemas de producción bovino de Zacazonapan sobre la diversidad vegetal de las unidades de producción (UP).**

Arturo Ortiz-Rodea, Anastacio García-Martínez, Rolando Rojo-Rubio y Benito Albarrán-Portillo.

Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No, 100. Colonia Centro. C.P. 5000. Toluca, Estado de México

### **Introducción**

Los sistemas de producción bovino que se desarrollan en la zona sur del país presentan características propias del sistema doble propósito (Álvarez *et al.*, 2007), dentro de las cuales destacan la alimentación basada en forrajes nativos complementada con alimentos concentrados y la presencia de razas especializadas en la producción de carne y leche (Suarez y López., 1996; Ponce 1981). Esta forma de producción se desarrolla en grandes superficies las cuales por sus características orográficas solamente pueden ser utilizadas para el pastoreo (Bellido *et al.*, 2001), dentro de las cuales se encuentra gran cantidad de especies vegetales propias de la región (Campos *et al.*, 2008), sin embargo la expansión de la ganadería así como el incremento del hato son factores que influyen negativamente a la vegetación, ya que resulta necesario incrementar las fuentes de alimento que mantengan a la UP, lo que conlleva a prácticas anti conservacionistas de limpieza de terrenos como la tala y quema de zonas de monte, para dejar suelos listos para la producción de forrajes en forma de pastos ó bien para aumentar las áreas destinadas a la producción agrícola (Villanueva *et al.*, 2003; Nair, 1997; Naredo, 1997).

El objetivo del presente trabajo fue elaborar índices de diversidad vegetal de las diferentes UP de Zacazonapan que permitan conocer el estatus vegetal de acuerdo al sistema productivo practicado.

### **Metodología**

El municipio de Zacazonapan se encuentra en el suroeste del Estado de México a una altura promedio de 1,470 msnm, el clima es cálido subhúmedo, con temperatura media anual de

23° C (31°C máxima y 15°C mínima), en cuanto a flora, existen especies propias de los bosques tropicales, caducifolios y bosques mixtos de árboles leguminosos. Sin embargo, la vegetación original ha sido transformada por la práctica ganadera. La orografía es de sierra compleja con cañadas y lomeríos pertenecientes a la subprovincia fisiográfica de la sierra madre del sur (EMM, 2005).

Dentro del territorio municipal existen dos asociaciones ganaderas, la “Asociación Ganadera Local” y “Nueva Esperanza”. las cuales integran a la mayoría de los productores del municipio, estudios previos realizados por Ortiz-Rodea y col.(2009) mostraron que existen 4 diferentes subsistemas de producción todos pertenecientes al doble propósito pero con orientaciones productivas distintas: Sistema doble propósito enfocado a la producción de leche (DPL), Doble propósito enfocado a la producción de carne (DPC), Doble propósito enfocado a la producción de becerros (DPB) y doble propósito tradicional (DPT), la presencia de estos grupos permitió realizar un muestreo estratificado (Hernández *et al.*, 2004), resultando 3 UP por cada sistema. Para determinar el tipo de UP susceptible de estudio se siguieron los siguientes criterios de elección: estar registrados en alguna asociación ganadera, permitir la visita a su UP y permitir recorridos en las áreas pastoriles de su UP. A la muestra de productores que aceptaron (Vilaboa *et al.*, 2009), se les aplicó una encuesta semiestructurada, que recopiló información relacionada con: aspectos de tipo general, uso y aprovechamiento del suelo, uso y conocimiento de los árboles y arbustos de utilidad forrajera así como prácticas de regeneración y conservación de las especies arbóreas presentes en su UP.

Una vez realizadas las entrevistas se realizaron recorridos en las áreas pastoriles con mayor presencia vegetal de cada UP de acuerdo al método de muestreo para plantas leñosas propuesto por Gentry 1982 y modificado por el GEMA 2002(Mosquera *et al.*, 2007), el cual consiste en censar 10 transectos de 50m de largo por 2m de ancho con espacio entre transecto y transecto de 1 m. La información colectada permitió determinar los índices de diversidad vegetal: Shanon- Weinner y Simpson, índices de riqueza: Margalef y Menhinick, y el índice de valor de importancia (IVI) (Basáñez *et al.*, 2008).

Los índices de diversidad vegetal tienen por objeto mostrar la variedad vegetal presente en una zona determinada o bien la ausencia de esta (Margalef y Menhinick), así mismo existen



índices que muestran no solo la riqueza si no también la frecuencia y abundancia lo que permite tener un panorama más amplio de la estructura de la vegetación(Shanon-Weinner y Simpson), por su parte el IVI es un indicador de la dominancia de una especie sobre las demás, este valor se encuentra influenciado en parte por la preferencia de los productores (sobre determinadas plantas en específico) ya que permite la conservación de algunas especies más que de otras y por la capacidad de reproducción de la planta, lo cual en ocasiones se traduce en plagas.

## Resultados

### Características de los subsistemas de producción de Zacazonapan

Las UP de Zacazonapan se encuentran compuestas por; áreas de pastoreo con presencia de pasto nativo inducido acompañado de vegetación propia de la región compuesta por maleza, arbustos y árboles dispersos, zonas de pastoreo dentro de las cuales se encuentran pastos introducidos mejorados de tipo tropical acompañados de árboles de tamaño considerable mayor a 5m y cuya principal función es la de sombreaderos y zonas de cultivo agrícola (Figura 1) las cuales se encuentran en combinación con pastos nativos o introducidos.

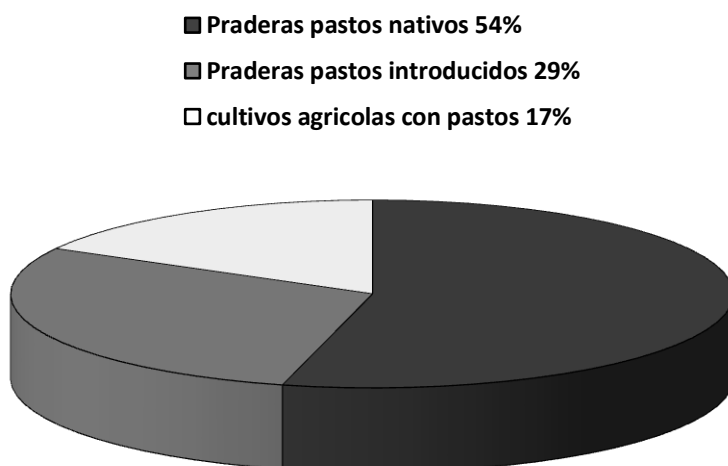


Figura 1. Superficies pastoriles del municipio

Los productores con menor nivel escolar son aquellos que practican el sistema DPT, así mismo son los que mayor porcentaje de superficie destinan al agostadero (Cuadro 1.). El agostadero típico de Zacazonapan consiste en de laderas y zonas de difícil tránsito con pendiente mayor a 30%, cubiertas de vegetación nativa y en algunos casos con pastizales inducidos, donde el animal permanece durante largos periodos (semanas) y solo recibe suplementación mineral.

Cuadro 1. Características generales de los sistemas de producción de Zacazonapan.

	DPL	DPB	DPT	DPC
n=	3	3	3	3
Edad (años)	54	56	66	54
Escolaridad (años)	9	8.6	3	11
Superficie (ha)	33.6	60	228.5	45.3
No de animales (UA)	34.25	30.7	144	37.8
Carga Animal	0.59	1.74	1.33	0.91
Superficie destinada a praderas (ha)	7.84	17.4	51.64	23.87
Superficie destinada a Agostaderos (ha)	12.23	36	140	10.55
Superficie destinada a cultivos agrícolas (ha)	13.52	6.6	37	10.8

n: numero, UA: unidad animal = vaca 450kg con becerro al pie, DPL: Sistema doble propósito enfocado a producción de leche, DPC: Sistema doble propósito enfocado a producción de carne, DPB: Sistema doble propósito enfocado a producción de becerros, DPT: Sistema doble propósito tradicional, ha: hectárea

En contraparte los ganaderos que practican el DPC destinan cerca del 50% de su superficie a praderas de tipo introducidas, las cuales se utilizan en un sistema semi-rotacional de praderas con 15 días de ocupación y 30 de descanso dichas praderas cuentan con pastos tropicales mejorados destacando el Estrella de África (*Cynodon plectocstachyus*), como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Diversidad y presencia de pastos en las UP

Tipo de pasto	% de UP
Estrella de África ( <i>Cynodon plectocstachyus</i> )	87.23
Llanero ( <i>Andropogon gayanus</i> )	42.55
Chontalpo ( <i>Brachiaria decumbens</i> )	23.40
Mulato ( <i>Brachiaria</i> sp)	6.38
Tanzania ( <i>Panicum máximum</i> )	4.26
*Pastos nativos	83.00

\*La diversidad de especies que conforman a los pastos nativos no fueron identificados solo se mencionan como pastos nativos = 1especie

Por su parte los ganaderos DPL utilizan el 40% de su superficie en áreas de cultivo (Cuadro 1), siendo el maíz forrajero (*Zea mays*) el principal producto cultivo, seguido de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y en menor medida sorgo (*Sorghum vulgare*) y soya (*Glycine max*). Cabe mencionar que los terrenos destinados al cultivo de caña de azúcar cuentan con riego y solamente representan el 2.5% de la superficie total reportada por los productores.

#### Conocimiento y uso de las especies vegetales

Los ganaderos de Zacazonapan tienen conocimiento de 22 especies vegetales en promedio dentro de sus UP, todas ellas reportan algún tipo de beneficio; ya sea al productor a la UP ó al animal (Cuadro 3).

Cuadro 3. Conocimiento de las especies vegetales reportadas por los productores y que se encuentran en sus UP.

N. Científico	N. Vulgar	Usos	PCA
<i>Haematoxylon brasiletto</i>	Palo Brasil	Aa	H
NC	Cabrigo	Aa, S	H,F,
<i>Mastichodendron capiri</i>	Capirez	Aa, S	H
<i>Ipomoea murucoides</i>	Casahuate	Aa	f, F
<i>Ficus</i> sp.	Ceiba	Aa, S	H
<i>Spondias purpurea</i>	Ciruelo	Aa, Ah, S	H,F
<i>Lysiloma divaricata</i>	Cuitaz	Aa, L,P,CV	H
<i>Acacia guatemalensis</i>	Espino herrero	Aa, P,CV	H,F
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	Aa, Ah, CV	H,F
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guazima	Aa, S,CV,L	H,F
<i>Guazuma</i> spp.	Guazima prieta	Aa, S,CV,L	H,F
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje	Aa, Ah, CV	H, F
NC	Huaje prieto	Aa, P	H,F
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Aa, L	H,F
<i>Mangifera indica</i>	Mango	Aa, Ah, S	H,F
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	Aa, Ah, S	F
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Parota	Aa, Ah, S,P	F,H
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Pinzan	Aa, Ah, L,S	H,F
<i>Salix babilonica</i>	Sauce	Aa, S	F
<i>Acacia pennatula</i>	Tepame	Aa, S,P	H
<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	Aa, P	H,F
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote	Aa, Ah, S,CV	F

N. nombre, Aa: alimentación animal, Ah: alimentación humana, PCA: parte consumida por los animales, H: hoja, F: fruto, f: flor, T: todo, NC: no clasificado, L: leña, S: sombra, P: postes, CV: cerca viva

El principal uso que le dan los productores a los árboles de sus UP es el de sombreaderos para mejorar el bienestar animal, sin embargo todos reconocen el potencial forrajero que representa la presencia de dichos árboles y arbustos, así como de la importancia de estos para la época de escasez de forraje lo cual sucede durante la época seca de diciembre a mayo. De igual manera la presencia de árboles en las UP le da un mayor valor a su patrimonio ya que estos representan una fuente alterna de ingresos económicos, por

ejemplo un árbol de espinero herrero (*Acacia guatemalensis*), el cual se utiliza como poste para cerca puede llegar a ser vendido en \$100.00 MXN.

Lo que se pudo observar durante los recorridos en las UP fue que todos los árboles y arbustos reportados por los productores se encontraban presentes, no obstante se encontraron 5 más que no habían sido reportados por los productores los cuales se observan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Árboles encontrados en las UP que no fueron reportados por los productores

N. científico	N. Vulgar	Usos	PCA
Morus nigra	Árbol de mora	Aa, Ah, S	H,F
Crescentia alata	Cirian	Aa	H
NC	Cuahulote	Aa	H
Opuntia spp.	Nopal	Aa, Ah	T
NC	Vara meca	Aa	H,F

N. nombre, Aa: alimentación animal, Ah: alimentación humana, PCA: parte consumida por los animales, H: hoja, F: fruto, f: flor, T: todo, NC: no clasificado, L: leña, S: sombra, P: postes, CV: cerca viva

Otro aspecto de suma importancia fue que se observaron muchas especies vegetales pertenecientes al estrato basal (cuadro 4) de las cuales los productores no hacen referencia, esto pudiera deberse a que resultan poco importantes para el productor, en cuanto a que no proporcionan madera ni leña, mucho menos proveen sombra, sin embargo son la principal fuente forrajera y de materia seca de los animales de las UP.

Cuadro 4. Especies vegetales del estrato basal, encontradas en las UP, consumidas por el ganado

N. Científico	N. Vulgar	Otros usos	PCA
Bidens odorata	Aceitillo	Aa	T
NC	Ahuituli	Aa	T
NC	Cabalonga	Aa	T
NC	Calalagua	Aa	T
NC	Capitaneja	Aa	T
NC	Chipinagua	Aa	T
NC	Chiquilillo	Aa	T

NC	Chirimia	Aa	T
NC	Cornicuelo	Aa	T
Larrea tridentata	Gobernadora	Aa	T
NC	Guacimilla	Aa	H
NC	Guayabilla	Aa	T
NC	Huajillo	Aa	T
Pseudosmodingium perniciosum	Jiote	Aa	H
NC	Jocoyol	Aa	H
Zea mays	Maiz	Aa, Ah	T
Chenopodium spp.	Quelite	Aa, Ah	T
NC	Quiebra plato	Aa	T
NC	Shunino	Aa	T
NC	Sierrilla	Aa	T
NC	Suelda	Aa	T
Salvia hispanica	Tepechia	Aa	T

N. nombre, Aa: alimentación animal, Ah: alimentación humana, PCA: parte consumida por los animales, H: hoja, T: todo, NC: no clasificado

### Índices vegetales

De las especies arbóreas, arbustivas y plantas basales censadas durante la realización de los transectos se determinó el índice de valor de importancia el cual se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Especies vegetales con mayor IVI

N. científico	N. vulgar	IVI	Presencia en UP
Ipomoea murucoides	Casahuate	0,798	2
Acacia farnesiana	Huizache	0,603	10
NC	Tepechia	0,320	3
Guazuma ulmifolia	Guazima	0,653	5
NC	Cabrigo	0,638	3
Lysiloma divaricata	Cuitaz	0,531	7
Haematoxylon brasiletto	Palo Brasil	0,716	2
Ceiba pentandra	Pochote	0,263	2

N: nombre, IVI: índice de valor de importancia, UP: unidades de producción

Las especies con mayor IVI fue la *Ipomoea murucoides* el cual es un árbol de aproximadamente 4m de altura, el cual aporta forraje en forma de hojas, la flor que produce el árbol también es consumida por los animales además en los troncos de este árbol crece un hongo el cual es apreciado por los productores para consumo humano.

La otra especie con alto IVI es el *Haematoxylon brasiletto* el cual es un árbol leguminoso con utilidad forrajera, la madera de su tronco se utiliza en forma de postes para cerca aunque algunos productores prefieren utilizarlo como cerca viva. *Acacia farnesiana* es un arbusto leguminoso con potencial para ser incluido en la dieta animal (García et al., 2009), sin embargo es una planta no bien vista por los ganaderos los cuales la consideran una plaga debido a que su alta capacidad de reproducción debido a las características físicas de la semilla, esto la vuelve un problema más que una alternativa de alimentación.

Una vez que fueron analizados los diferentes índices de diversidad de acuerdo al sistema de producción practicado (Cuadro 6), se observo que el sistema DPB fue el que presentó los mejores índices de diversidad vegetal así como de riqueza de especies esto pudiera deberse al manejo de su UP, en la cual destinan más de la mitad de su superficie(59%) a zonas de agostaderos en donde el manejo es el mínimo permitiendo que crezcan especies nativas producto de la regeneración natural (Virgilio et al., 2002). Otro factor que pudiera favorecer la diversidad vegetal en estas áreas es que los animales que se encuentran en ellas son vacas sin gestar, con bajos requerimientos nutricionales. A diferencia de las vacas gestantes, y las recién paridas las cuales requieren de altas cantidades de alimento de buena calidad para cubrir sus requerimientos, es por ello que gozan de la mejor zona de pastoreo (praderas introducidas) y su alimentación es complementada con alimentos concentrados.

Cuadro 6. Índices de diversidad y riqueza vegetal por grupos de productores

Grupo	I. Margalef	I. Menhinick	H'	siD
Rango	1-5	0-3	0-5	0-1
DPL	3,949	1,470	3,008	0,793
DPC	3,774	1,547	2,688	0,723
DPT	3,633	1,117	2,665	0,775
DPB	4,774	1,684	3,537	0,875

UP: Unidad de producción. I: Índice. H': índice de Shanon-Weinner. siD: índice de Simpson. DPL: Doble propósito enfocados a la producción de leche, DPC: Doble propósito enfocados a la producción de carne, DPT: Doble propósito tradicional, DPB: Doble propósito enfocados a la producción de becerros.

Por su parte los grupos que presentaron menores índices de diversidad fueron los productores enfocados a la producción de carne y el grupo doble propósito tradicional.

El bajo índice de diversidad vegetal del sistema DPC puede deberse a que son productores que no les interesa mantener por largos periodos a los animales ya que tienen un sistema intensivo de producción y tratan de que el retorno económico sea lo más pronto posible, es por ello que destinan gran cantidad de su superficie a la producción de praderas mejoradas que aumenten la ganancia de peso de sus animales para que puedan entrar en el menor tiempo posible al corral de engorda.

La presencia de estas praderas origina extensas superficies de monocultivo, cubiertas de pastos que no son propios de la región y que contribuyen a la desaparición de especies autóctonas con menores atributos nutricionales pero con mayor resistencia y diversidad.

En lo que se refiere a los ganaderos del DPT sus UP presentan baja diversidad vegetal debido principalmente a las malas prácticas de manejo que tienen; una de ellas es la quema programada cuyo fin es disminuir la biomasa muerta en temporada de sequia para que cuando inicie el ciclo de lluvias exista un rebrote acelerado de la planta, sin embargo solamente provocan una disminución en la variedad de especies ya que solo sobreviven las especies cuyos tallos son capaces de soportar dichos incendios, otro factor que afecta directamente a la diversidad de estas UP es el sobrepastoreo y la falta de suplementos alimenticios que ayuden al animal a cubrir sus requerimientos nutricionales mínimos lo que ocasiona que el animal consuma; en temporada de lluvias las plantas más apetecibles y en menor estado de maduración afectando con ello el ciclo reproductivo del vegetal, generando el mayor crecimiento y reproducción de las plantas menos palatables, afectando directamente a la diversidad vegetal del potrero, por su parte en temporada de sequia la necesidad del animal por cubrir su ingesta diaria de materia seca origina que el animal consuma prácticamente la planta entera incluyendo la raíz, generando de esta manera una pérdida progresiva de las especies.



Por su parte los productores del DPL hacen un uso adecuado de sus áreas de praderas y de agostadero lo cual proporciona no solo beneficios económicos al disminuir la cantidad de alimentos comprados sino que además le aporta el sabor característico a la leche y al queso añejo o queso molido característico de la región(Rebollar *et al.*, 2007).

## Conclusiones

El sistema de producción bovino de Zacazonapan presenta índices de riqueza y diversidad vegetal por encima del promedio de los valores de dichos índices, lo que sugiere altas expectativas de sustentabilidad ecológica, de igual forma no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los índices de diversidad vegetal por sistema productivo ( $p < 0.05$ )

Los ganaderos de Zacazonapan tienen conocimiento de los árboles y arbustos consumidos por el ganado así como de los beneficios adyacentes que pueden obtener de estos sin embargo desconocen, las herbáceas y especies del estrato basal que son consumidas por sus animales, de igual manera, las nuevas generaciones de ganaderos están conscientes de las ventajas de las buenas prácticas de manejo y de la necesidad de conservar la diversidad vegetal de la zona sin embargo ninguno de ellos realiza prácticas de conservación y regeneración planificadas.

## Bibliografía

- Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Características del sistema lácteo y sus principales tendencias en México. Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Agroindustria rural y territorio. Tomo II. México, CIGOME, S. A. de C. V. 2007. p. XV-LII
- Basáñez, A. J., Alanís, J. L. y Ballido, E. 2008. Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido “El Remolino”, Papantla, Veracruz. AIA. 12(2): 3-21
- Bellido, M. M.; Escribano, S. M.; Mesías, D. F.J.; Rodríguez, L. V. y Pulido, G. F. 2001. Sistemas extensivos de producción animal. *Arch. Zootec.* 50: 465-489
- Campos, G. L.; Ortiz, M. A.; Galina, M. A. y Pineda, L. J. 2008. Parámetros reproductivos y productivos en bovinos de doble propósito bajo un sistema de silvopastoril o tradicional de sólo pastoreo. Memorias. IV Reunión Nacional sobre SISTEMAS AGRO Y SILVOPASTORILES. 12-16 de Mayo. Colima México. p. 36-41

- EMM. 2005. Enciclopedia de los municipios de México. Estado de México, (en línea) Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México. Consultada el 15 de marzo de 2010, disponible en: [http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_mexico](http://www.e-local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico)
- García, W. L. R., Goñi, C. S., Olgún, L. P. A., Díaz, S. G. y Arriaga, J. C. M. 2009. Huizache (*Acacia farnesiana*) whole pods (flesh and seeds) as an alternative feed for sheep in México. *Trop Anim Health Prod.* 41: 1615–1621
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C. y Baptista, L. P. 2004. Metodología de la investigación. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México. pp. 705.
- Mosquera, R. L. J.; Robledo, M. D. y Asprilla, P. A. 2007. *Diversidad Florística de dos zonas de bosque tropical húmedo en el municipio de Alto Baudó, Chocó-Colombia.* *Acta biol. Colomb.* 12: 75-90
- Nair, PKR. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, MX, Universidad Autónoma Chapingo. 543 pp
- Naredo, J.M. 1997. Sostenibilidad, diversidad y movilidad horizontal en los modelos de uso del territorio. <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a006.html>. (Consultado el mayo de 2007).
- Ponce, R. H. 1981. Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México. *Cienc. Vet.* 3: 393-429.
- Rebollar R, S., Rojo R, R., Albarrán P, B., González R, F., Hernández M, J., Avilés N, F., González A., J., Cardoso J, D. (2007). Análisis del Mercadeo del Queso Refregado en el Suroeste del Estado de México. Memorias del II Ciclo de Conferencias en Ciencia y Producción Animal: Bovinos leche. Centro Universitario Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México, 2007. 29 y 30 de Noviembre 2007. 175-185 pp
- Suárez, D. H. y López, T. Q. 1996. La ganadería bovina productora de carne en México y su situación actual. (en línea) Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Consultada el 19 de Mayo de 2009, disponible en: <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>
- Vilaboa, A. J.; Díaz, R. P.; Ruiz, R. O.; Platas, R. E. D.; González, M. S. y Juárez, L. F. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.*10: 53-62

- Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C. y Esquivel, H. 2003. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 10(39-40): 9-16
- Virgilio, M. V., Rogério, M. M., Matta, M. R., Pimenta, A. I. 2002. Manejo de la regeneración natural de especies arbóreas nativas para la formación de sistemas silvopastoriles en las zonas de bosques secos del sureste de Brasil. *Agroforestería en las Américas*. 9(33-34): 48-52

### **Capítulo III. Artículo científico**

#### **Carta de recepción del artículo**

Ms. No. ANIFEE-12-4401R1

Nutritive value and in vitro fermentation of parota leaf (*Enterolobium cyclocarpum*), fed at different levels in kid goats diets

Dear Dr. Albarran-Portillo,

Thank you for the revised version of your submission to the journal *Animal Feed Science and Technology*.

You will be able to check on the progress of your paper by logging onto the Elsevier Editorial Systems as an Author using the following information:

<http://ees.elsevier.com/aniffee/>

Your username is: Benito

If you need to retrieve password details, please go to: [http://ees.elsevier.com/ANIFEE/automail\\_query.asp](http://ees.elsevier.com/ANIFEE/automail_query.asp)

Kind regards,

Editorial Office Staff

Animal Feed Science and Technology

## **“Nutritive value and *in vitro* fermentation of parota leaf (*Enterolobium cyclocarpum*), fed at different levels in kid goats diets”**

A. Ortiz-Rodea<sup>a</sup>, M. González-Ronquillo<sup>b</sup>, A. García-Martínez<sup>a</sup>, R. Rojo-Rubio<sup>a</sup>, F. Avilés-Nova<sup>a</sup>, B. Albarrán-Portillo<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Centro Universitario UAEM Temascaltepec

<sup>b</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), Instituto Literario No. 100, Col. Centro, C.P. 50000, Toluca Estado de México

\*Correspondence author. Benito Albarrán-Portillo. Centro Universitario UAEM Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100, Col. Centro, C.P. 50000, Toluca, Estado de México. México. Phone: +00 (52) 716 266 5209. Fax: +00 52 716 266 5138. Email: [bapbap24@yahoo.com.mx](mailto:bapbap24@yahoo.com.mx)

### **A B S T R A C T**

The aim of this study was to characterize the nutritional value, secondary compounds, fermentation and nutrient digestibility of *Enterolobium cyclocarpum* leaf (ECL) in kid goats. Chemical composition of ECL was 19.6 % CP, 61.4 % aNDF, 9.6 MJ / kg OM, 18.4, 8.8 and 161.6 g / kg DM of total phenol, saponins and aqueous fraction, respectively). ECL was administered *ad libitum* to 9 Saanen kid goats (weight  $12.6 \pm 3.2$  kg) at three inclusion levels (0, 15 and 30 %). Intake and digestibility were analyzed using a 3 x 3 Latin square design, and contrasted C1 (0 vs 15 and 30 %) and C2 (15 vs 30 %). *In vitro* gas production was analyzed as a completely randomized design, three treatments, three replications (experimental diet) and three incubation rounds. The inclusion of ECL did not affect DM (P = 0.54) and OM (P = 0.36) intake, being similar between treatments. The inclusion of 30 % of ECL decreased digestibility of DM (P = 0.03), OM (P = 0.01) and NDF (P = 0.01)

compared to 0 %. The results suggest that ECL is a medium quality forage resource when incorporated into diets for kids at doses of 15 % inclusion.

**Keywords:** Nutritive value, secondary compounds, digestibility, *Enterolobium cyclocarpum*, kid goats

## 1. Introduction

Production systems and sub-tropical regions of Mexico, developed mostly in extensive management systems, which are based on grazing of native species (Mejía, 2002), because of this during the dry season the amount of forage in grazing areas decreases considerably resulting in extreme cases in the depletion of soil cover. In this sense attempts to reduce these effects have been adopted by implementing silvopastoral practices (Palma, 2006), where the animals take advantage of the aerial foliage (trees), when the forages from grasses are scarce (Villanueva et al., 2010). This is possible because the trees and shrubs present in the grazing areas have the characteristic of preserved or sprout leaves during the dry season, but its use is limited by the physicochemical properties of the leaves (secondary compounds) (Valerio, 1990, Sepúlveda et al. 2003). The parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (ECL) is a leguminous tree characterized by an intermediate protein content in pods (García-Montes de Oca et al., 2011), in this sense ECL leaves have been little studied, however it represents an alternative source of fodder for ruminants in tropical and subtropical regions (Sosa et al., 2004), due to the mentioned above, it is necessary to determine the nutritional characteristics and potential to use it as fodder (Pinto-Ruiz et al., 2010).

*In vitro* gas production technique is a tool that allows estimating the nutritional value of food based on fermentation and degradation (Menke and Steingass, 1988; Theodorou et al., 1994), potential degradability of fodder (Blümmel et al., 1999; Nogueira et al., 2007; García-Montes de Oca et al., 2011), and fermentation kinetics know to make more efficient use of fodders.

The aim of this study was to determine the chemical composition, *in vitro* gas production and intake by growing kids fed diets containing ECL leaf as a source of protein at inclusion levels of 0, 15 and 30 %.

## 2. Materials and methods

### 2.1. Collection of material

ECL was collected during the dry season months of March, April and May 2011, from four municipalities in the subtropical region of the south of the State of Mexico. Leaves were collected weekly during the collection period, from 12 mature trees per municipality randomly selected.

The municipalities were Temascaltepec (100 ° 02 'W and 19 ° 03' Lat. N. 1.740 m above sea level), Tejupilco (18 ° 45' 30 "and 19 ° 04' 32" N and between 99 ° 59' 07 "and 100 ° 36' 45" W. 1.340 m above sea level), Luvianos (18 ° 48' 35" N and 100 ° 36' 45" S 1600 m above sea level) and Zacazonapan (19 ° 00 ' 17 "and 19 ° 16' 17" N and 100 ° 12' 55", 100 ° 18' 13 " W 1.470 m above sea level).

The total amount collected was 750 kg of fresh material, leaves dehydration was carried out by drying off in the shade, the leaf was removed daily to prevent putrefaction, once contained about 90 % dry matter (DM), we proceeded to grinding in a hammer mill (Model VEYCO 150) with a sieve of 15 mm diameter. Once grounded a pool was made from the whole collection material.

### 2.2. Animals and diets

There were used nine Saanen kids goats 3 months old ( $12.6 \pm 3.2$  kg LW), fed one of three experimental diets randomly assigned including 0, 15 and 30 % of ECL, respectively. Diets were formulated according to the recommendations proposed by the AFRC (1996). The chemical composition of the ingredients and diets are shown in Table 1.

The kids were housed in individual metabolic cages (1.2 x 0.8 m), dewormed (Ivermectin) and vitamin (Vitamin A, D, E and complex B) at the beginning of the experiment. The

animals were fed *ad libitum* with one of three diets, recording twice daily (08:00 and 16:00 h) the amount of food provided and the daily refused food, drinking water *ad libitum* was maintained throughout the experiment. Managing kids and all procedures of this study were carried out according to the Guide for animal testing, Autonomous University of Mexico State.

Fecal and urine samples were collected daily during the sampling period, urine samples was added H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4%, to maintain the pH < 3.0 to prevent bacterial contamination, separating the 10% daily, which was kept at - 20 °C for further analysis.

### 2.3. In vitro Gas production

To determine the kinetics of ruminal degradation, *in vitro* gas production technique was carried out according to the method proposed by Theodorou et al. (1994), modified by Mauricio et al. (1999). Approximately 0.8 g of DM of each ingredient and of each diet were incubated in flasks with 90 ml of buffer solution (Menke and Steingass, 1988) and 10 ml of ruminal fluid having a replica of three bottles per sample. The rumen fluid was collected from three fistulated Saanen goats as donors, which were fed *ad libitum* (09:00 and 16:00 h), with a diet based on alfalfa hay and commercial concentrate at a ratio of 60:40 which contained 2 % vitamin and mineral supplement. From each goat was collected approximately 300 ml of rumen fluid and 100 g of solid before feeding the animals, extracted and filtered in triple layer of cheesecloth and glass wool, homogenized with CO<sub>2</sub> for 5 minutes, then were mixed and used as inoculum. The bottles were incubated in a water bath at 39 °C. The gas volume was recorded at 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 60, 72 and 96 h of incubation using a pressure transducer (Delta, Model HD 8804). After incubation the samples were filtered and dried (48 h, 65 °C), in order to measure the proportion of dry matter disappeared (DMd). Gas production at 96 h was correlated with the DMd to determine the relative gas production (RGP: ml gas / g DMd) (González-Ronquillo et al., 1998).

Gas production was adjusted according to the model proposed by France et al. (1993). The model postulates that the fractional rate of degradation ( $\mu$ , h<sup>-1</sup>) is not constant, but varies



with time throughout the fermentation period. The gas production data were analyzed hourly and gas production to 96 hours (GP96h) (García-Montes de Oca et al., 2011).

#### 2.4. Chemical Analysis

Samples of feeds were analyzed for DM (#934.01), ash (#942.05), and N (#954.01) according to AOAC (1997). The neutral detergent fiber (aNDF, Van Soest et al., 1991), acid detergent fiber (ADF), and lignin (sa) (AOAC, 1997; #973.18) analyses used an ANKOM200 Fiber Analyzer Unit (ANKOM Technology Corporation, Macedon, NY, USA). aNDF was assayed with alpha amylase and sodium sulfite in the aNDF. Both aNDF and ADF are expressed without residual ash. Determination of the protein fractions was performed according to Licitra et al. (1996).

#### 2.5. Secondary compounds

For the determination of secondary metabolites of the ECL and the rest of ingredients in the diet, extracts were prepared initially (Jiménez-Peralta et al., 2011) which consisted of 1 g of sample immersed in 8 ml of a solvent mixture which consisted of 10 ml of methanol (analytical grade 99.8 / 100 Fermont ® Monterrey, Mexico), 10 ml of ethanol (99 / 100 AR Fermont ® Monterrey, Mexico) and 80 ml of distilled water, the ingredients were immersed in the solvent mixture and maintained individually in sealed vials, which were kept in the laboratory in a temperature range of 25 to 30 °C for 72 h, after this the flasks were incubated in a water bath at 39 °C for one hour, later the mixture was filtered in triple layer of cheesecloth, the filtrate was collected and stored at 4 °C for further analysis.

In order to determine total phenols (TP), 10 ml of extract were mixed with 20 ml of Ethyl acetate (analytical grade 99.7 / 100 Fermont ® Monterrey, Mexico), in a glass funnel collectors, subsequently the lower layer, which was placed in a petri dish of known weight, dried and subsequently was determined gravimetrically by the number of TP. After separation of the TP, 20 ml of n-butanol (analytical grade 99.9 / 100 Fermont ® Monterey, Mexico), was added to the funnel to fractionate the saponins (SAP) (Makkar, 2003). The residual solution was considered the aqueous fraction (AF) consists of lectins, polypeptides and starch (Cowan, 1999).

## 2.6. Calculations and statistical analysis

The ME (MJ / kg DM) was determined indirectly using the equation proposed of Menke and Steingass, (1988):

$$\text{ME (MJ / kg DM)} = 14.61 - 0.0133 (\text{ADF}) - 0.0046 (\text{ashes}) \quad \text{Equation 1}$$

Feed intake, fodder and concentrate were estimated in g / kg LW<sup>0.75</sup>. The forage and concentrate intake was calculated by the difference between the intake of forage and total intake (Bastida et al., 2011). The forage to concentrate ratio consumed by the animal was calculated by subtracting the amount of forage offered from the total intake of the ration and was corrected to 10 units (Bastida et al., 2011).

The determination of ruminal kinetics of diets and ingredients was adjusted according to the equation of France et al. (1993):

$$y = A \left[ 1 - \exp\left(-b^{(t-T)} - c^{(\sqrt{t}-\sqrt{T})}\right) \right] \quad \text{Equation 2}$$

Where: y = cumulative gas production (ml), t is the incubation time in hours, curve A is the asymptote is the total gas produced (ml), b is the constant of gas produced per hour, c is the gas constant and T is produced delay time (h) in that microorganisms colonize the substrate to commence fermentation.

The fractional rate of degradation was calculated using the following equation:

$$\mu = \frac{b + c}{2\sqrt{t}} ; \geq T \quad \text{Equation 3}$$

Where:

$\mu$  = fractional rate of degradation

b, c, t and T were described above in France equation

The analysis of the results of the *in vivo* assay was performed using a 3 x 3 Latin square, replicated 3 times using the procedure GLM of SAS (1999).

$$m = Animal_i + Period_j + Treatment_k + \epsilon_{ijk} \quad \text{Equation 4}$$

Where:  $i$  is the effect due to the animal,  $j$  is the period effect and  $k$  is the effect due to treatment,  $\epsilon_{ijk}$  experimental error. The determination of linear and quadratic effects and the determination of orthogonal contrast where: C1 = T0 vs T15 and T30, T15 vs. T30 = C2 were performed using the statistical package SAS (1999).

For the *in vitro* study was performed in a completely randomized design, which included three treatments, three replications, and three rounds of incubation. Results of incubation rounds per simple were averaged and treated as experimental unit (Udén et al., 2012). The variance analysis was performed using the procedure GLM of SAS (1999). Means were compared using the Tukey test (Steel and Torrie, 1997).

### 3. Results

#### 3.1. Chemical composition

The chemical composition of the ECL and diet ingredients is shown in Table 1. The ECL had the highest total phenol content followed by soybean meal (SBM) and alfalfa hay (HEA), Saponin content was higher for ECL > corn grain (CG) > HEA and SBM; aqueous fraction was higher for HEA > ECL > CG > SBM. ME (MJ / kg DM) was higher for CG > SBM > HEA > ECL. CP content was higher for SBM, followed for ECL and HEA, whereas CG was lower. A greater NNP was observed in ECL followed for CG. The CP-ADL was higher for ECL followed by the HEA.

**Table 1.** Chemical composition, fenolic compounds, and protein fraction of the ingredients and the diets used in growing kids goats ( g / kg DM)

Secondary compounds	Ingredients						Diets		
	Parota Leaves	Alfalfa hay	Corn grain	SoyBeanMeal	Megalac ®	Minerals <sup>1</sup>	T0	T15	T30
Total phenols	18.4	14.4	11.2	14.4	--	--	12.1	12.7	13.3
Saponins	18.8	8.8	10.8	8.8	--	--	9.1	10.6	12.1
Aqueous fraction	161.6	231.2	79.2	14.4	--	--	107.0	96.6	86.2
Dry Matter	910.4	907.4	896.3	911.9	1000.0	1000.0	916.1	916.5	922.3
Organic Mather	833.4	834.8	832.4	895.8	766.9	--	892.2	915.5	919.9
Crude protein	196.8	183.1	87.4	404.8	--	--	174.2	176.1	178.2
NPN	37.1	18.4	23.2	17.5	--	--	19.2	22.0	24.8
True protein	159.6	164.6	64.1	387.2	--	--	154.9	154.1	153.4
CP-NDF	44.0	51.9	25.7	59.1	--	--	38.7	37.5	36.3
CP-ADF	38.2	35.8	18.6	34.8	--	--	25.9	26.2	26.6
CP-ADL	58.3	40.6	0.0	0.0	--	--	12.2	14.8	17.5
NDF	495.4	367.1	243.6	111.6	--	--	239.6	258.9	278.1
ADF	353.5	220.9	65.2	55.6	--	--	106.1	126.1	145.9
ADL	308.0	55.7	7.1	3.4	--	--	22.0	56.7	97.0
ME (MJ/ kg DM) <sup>1</sup>	9.6	10.4	13.8	12.9	27.1	--	12.0	11.7	11.4
<b>Inclusion level</b>									
T0	0.0	300.0	440.0	200.0	30.0	30.0	--	--	--
T15	150.0	150.0	440.0	200.0	30.0	30.0	--	--	--
T30	300.0	0.0	440.0	200.0	30.0	30.0	--	--	--

Aqueous fraction (lectins, polypeptides, starch, Cowan, 1999). NPN, non-protein nitrogen, CP-NDF, protein bound to neutral detergent fiber, CP-ADF, protein bound to acid detergent fiber, CP-ADL, protein bound to acid detergent lignin, NDF, neutral detergent fiber, ADF; acid detergent fiber, ADL, acid detergent lignin, ME (MJ / kg DM) =14.61-0.0133 (ADF)- 0.0046 (ash) (Menke and Steingass 1988).

### 3.2. Intake and digestibility

There was no difference between diets for ADG (g / d) ( $P = 0.14$ ), showing a trend in C2 ( $P = 0.06$ ) (Table 3). FC showed a trend ( $P = 0.07$ ) between diets, an effect observed for C2 ( $P = 0.04$ ). There were no differences in forage intake ( $P = 0.54$ ) and concentrate intake ( $P = 0.54$ ). There were no differences for DM and OM intake ( $P = 0.56$  and  $P = 0.36$ , respectively) between treatments; even though ( $P = 0.01$ ) NDF intake was higher ( $P = 0.01$ ) for T30 vs. T0, ADF and ADL intake was higher ( $P = 0.01$ ) for T30, showing a linear effect ( $P = 0.01$ ).

The DM digestibility was higher in T0 vs. T30 ( $P = 0.03$ ), showing a linear effect ( $P = 0.01$ ), OM and NDF intake, T0 was higher to T30 ( $P = 0.01$ ), and showed linear effect ( $P = 0.01$ ), ADF digestibility was greater for T30 followed for T15 followed ( $P = 0.01$ ).

### 3.3. Nitrogen Balance

N intake was similar between diets ( $P = 0.26$ ). The major route of excretion was in feces ( $P = 0.01$ ) showing a linear effect, being higher T30 compared with T0 and T15, showing a trend ( $P = 0.06$ ) in N excretion in urine, showing effect of C1 ( $P = 0.02$ ). The amount of N retained was similar between diets ( $P = 0.68$ ).

**Table 3.** Intake (g / kg LW<sup>0.75</sup>) and digestibility (g/100g) of kid goats fed different levels of parota leaves.

	Parota leaves inclusion			EEM	Treatment	L	S	C1	C2
	0%	15%	30%						
Animals	9.00	9.00	9.00	-	-	-	-	-	-
kg LW <sup>0.75</sup>	8.40	8.28	8.67	0.44	0.93	-	-	-	-
<b>Intake, g/kg LW<sup>0.75</sup>/day</b>									
Parota leaves intake	0.00 <sup>c</sup>	24.54 <sup>b</sup>	49.80 <sup>a</sup>	0.98	0.01	0.01	0.86	0.01	0.01
Forage intake	45.19	49.08	49.80	1.40	0.54	0.23	0.63	0.20	0.85
Concentrate intake	92.83	100.68	99.10	3.27	0.54	0.47	0.53	0.35	0.85
Forage: concentrate ratio	6.7 : 3.3	6.7: 3.3	6.6 : 3.4	0.03	0.41	0.25	0.50	0.50	0.25
Dry Matter	138.04	149.77	148.91	5.06	0.56	0.38	0.55	0.29	0.94
Organic Matter	123.95	138.30	137.62	4.63	0.36	0.23	0.44	0.15	0.95
NDF	35.84 <sup>b</sup>	43.49 <sup>ab</sup>	50.28 <sup>a</sup>	1.53	0.01	0.01	0.89	0.02	0.07
ADF	14.70 <sup>c</sup>	21.46 <sup>b</sup>	27.78 <sup>a</sup>	0.77	0.01	0.01	0.89	0.01	0.01
ADL	2.94 <sup>c</sup>	8.49 <sup>b</sup>	14.44 <sup>a</sup>	0.35	0.01	0.01	0.78	0.01	0.01
<b>Digestibility (g/100g)</b>									
Dry matter	79.18 <sup>a</sup>	76.18 <sup>ab</sup>	69.11 <sup>b</sup>	1.52	0.03	0.01	0.52	0.05	0.06
Organic matter	82.54 <sup>a</sup>	79.02 <sup>ab</sup>	71.78 <sup>b</sup>	1.35	0.01	0.01	0.51	0.01	0.03
NDF	63.10 <sup>a</sup>	58.61 <sup>ab</sup>	41.65 <sup>b</sup>	2.92	0.01	0.01	0.31	0.04	0.02
ADF	26.00 <sup>c</sup>	37.68 <sup>b</sup>	43.34 <sup>a</sup>	0.25	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>N Balance</b>									
Intake	32.80	29.52	34.06	1.16	0.26	0.65	0.11	0.67	0.11
Excreted									
Feces	6.82 <sup>b</sup>	8.13 <sup>b</sup>	11.32 <sup>a</sup>	0.42	0.01	0.01	0.29	0.01	0.01
Urine	9.22	6.82	7.09	0.46	0.81	0.06	0.17	0.02	0.81
N retained	16.76	14.56	15.64	1.03	0.68	0.65	0.45	0.44	0.66

<sup>abc</sup> Literal different between columns indicate difference (p <0.05); p<0.05, a>b>c, L; Lineal effect, S; Square effect, C1= Contrast T0 vs T15 y T30, C2= Contrast T15 vs 30.

### 3.4. In vitro gas production

Figure 1 shows the *in vitro* gas production (IVGP) of ingredients used in the experimental diets, IVGP was higher for CG and SBM, Megalac® showed the least amount of gas produced.

Figure 1. In vitro gas production (ml gas / g DM) Parota Leaf (○), alfalfa hay (□), corn grain (△), soybean meal (▽) and Megalac ® (◇) used for feeding kid goats. Values are means (n = 9) with the standard error of the mean shown by vertical bars.

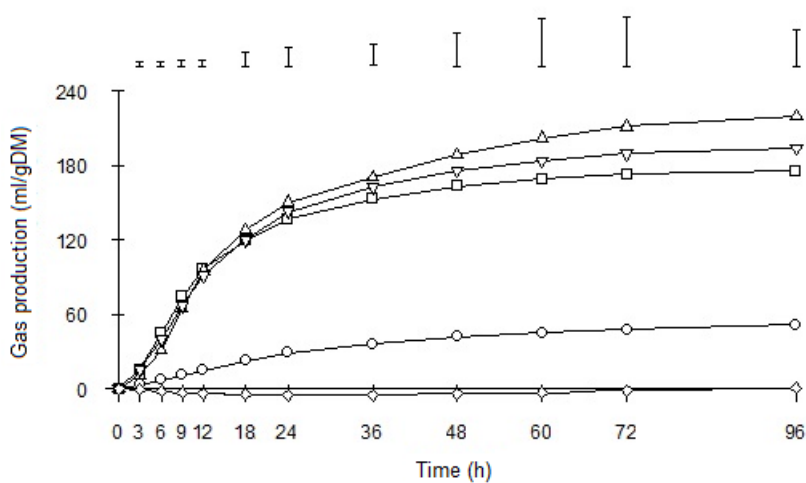
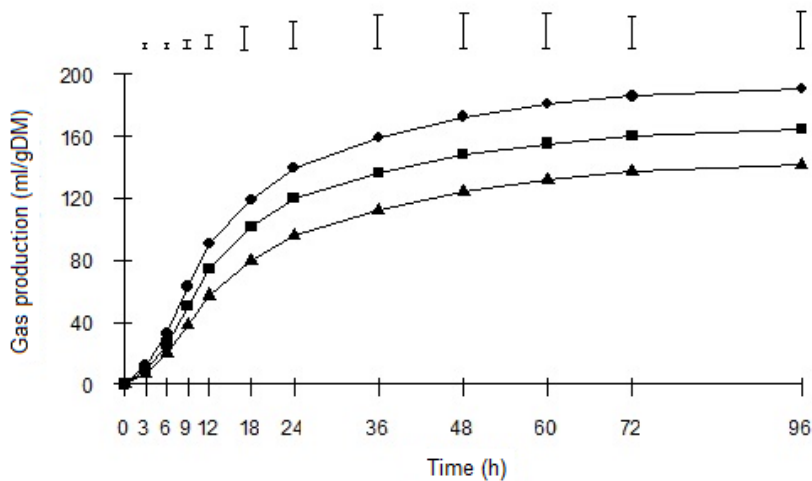


Figure 2 shows the cumulative IVGP in diets, being higher T0 (P = 0.05) compared to T30, showing a linear effect (P = 0.02) as increase the inclusion level of ECL.

Figure 2. In vitro gas production (ml gas / g DM) accumulated from kids growing diets with 0 (●), 15 (■) and 30% (▲) of parota leaf inclusion. Values are means (n = 9) with the standard error of the mean shown by vertical bars.



The values of the adjusted gas production are shown in Table 3. It is observed that the inclusion of ECL affecting the fermentation and the fractional rate of degradation (b) in T30, causing lower gas production ( $P < 0.05$ ) compared to T0, in terms of DMd 96 h there were not differences ( $P = 0.48$ ) between treatments, but RGP showed a quadratic effect ( $P = 0.01$ ).

The fractional rate of fermentation ( $\mu$ ) of ingredients and diets are shown in Table 3, T30 showed a lower ( $P = 0.034$ ) fractional rate of fermentation at 6, 12 and 24 h compared to T15, with significant effect C2 contrast ( $P = 0.016$ ).



**Table 3.** In vitro gas production and comparison of the fermentation fractional rate ( $\mu$ ) of diets for growing goats with different levels of inclusion parota sheet according to France et al. (1993)

Ingredients	A	b	C	Lag time	DMd96h	RGP	$\mu$ 6h	$\mu$ 12h	$\mu$ 24h
Parota Leaves	52.6035	0.0390	-0.0357	0.8669	21.10	251.50	0.015	0.010	0.007
Alfalfa hay	170.9442	0.0875	-0.0801	1.0297	74.40	236.10	0.034	0.024	0.017
Corn cracked	211.8820	0.0653	-0.0708	1.5027	83.30	263.10	0.027	0.019	0.013
SBM <sup>1</sup>	190.1444	0.0711	-0.0662	1.0429	91.80	211.30	0.028	0.019	0.014
Megalac®	7.4905	0.3705	-0.5435	1.8039	6.24	10.71	-0.034	-0.024	-0.017
Treatments									
0	185.4062 <sup>d</sup>	0.0780 <sup>d</sup>	-0.0925	1.5503	70.59	209.18 <sup>d</sup>	0.034 <sup>de</sup>	0.024 <sup>de</sup>	0.017 <sup>de</sup>
15	159.8557 <sup>de</sup>	0.0774 <sup>d</sup>	-0.1010	1.7965	73.91	222.21 <sup>e</sup>	0.036 <sup>d</sup>	0.025 <sup>d</sup>	0.018 <sup>d</sup>
30	138.8780 <sup>e</sup>	0.0630 <sup>e</sup>	-0.0754	1.6086	66.94	212.95 <sup>e</sup>	0.028 <sup>e</sup>	0.019 <sup>e</sup>	0.014 <sup>e</sup>
EEM	6.43	<0.01	<0.01	0.12	2.38	3.43	0.001	0.001	0.001
P value	0.05	0.01	0.12	0.69	0.48	0.01	0.034	0.034	0.034
L	0.02	0.01	0.15	0.83	0.52	0.01	0.036	0.036	0.036
S	0.86	0.06	0.10	0.42	0.30	0.20	0.062	0.062	0.062
C1	0.03	0.04	0.64	0.56	0.97	0.01	0.282	0.282	0.282
C2	0.20	<0.01	0.04	0.55	0.23	0.72	0.016	0.016	0.016

<sup>de</sup>g Literal different between columns indicate difference (p <0.05); <sup>1</sup>SBM, Soya bean meal, A: Total gas production (ml gas/ DM); b: produced gas constant (h<sup>-1</sup>), c: produced gas constant (h<sup>-1 / 2</sup>); DMd: dry matter disappeared; RGP: Relative gas production (ml gas / g DMd96h), L. linear effect; S, square effect, Contrast C1: T0 vs T15 and T30; C2: T15 vs T30.

## 4. Discussion

### 4.1. Chemical composition

The crude protein content of the ECL is similar to Babayemi (2006), but less than Mota et al. (2005), Koenig (2007), Rodriguez and Fondevila (2011) (216 to 231 g / kg DM), the amount of CP present in the ECL, is mainly linked (49 %) at low digestibility fractions (CP-ADF and CP-ADL), these results agree with Chamorro (2010) who found 41.6 % of the protein in parota leaves, corresponds to the fraction slowly degradable. In this sense the amount of the increased protein in the diet, either RDP or UIP, through the use of fodder trees and shrubs, is an alternative to improve digestive parameters in tropical grass-based diets (Carmona, 2007).

It also found that the ECL showed intermediate values of NDF and ADF in tree legumes (Teferedegne, 2000), which considers trees with low forage NDF when they are in a range of 200 to 350 g / kg DM, values obtained in this study were higher than Rodríguez and Fondevila (2011) and Mota (2005), but lower than Koenig (2007). According to Van Soest (1994) NDF represents the plant cell walls which are partially the digestible fraction, so that an increase in their concentration is associated with a decrease in intake. ADF concentration was similar to Koenig (2007) and Pinto-Ruiz (2010) but higher than Mota (2005) and Rodríguez and Fondevila (2011). A similar effect was presented for ADL, being higher than Rodriguez and Fondevila (2011) and Mota (2005), the highest concentration of ADF is associated with a decrease in digestibility and this is highly related to the proportion of lignification in cell walls (Carmona, 2007).

These present results agree with the general description of the tropical legumes, which are considered high in protein, higher cell wall and lignin compared with highland species (Carmona, 2007). But need to be considered in their use due to contain secondary compounds. In this sense, ECL showed low levels of total phenolics, this coincides with Mota (2005) and Pinto-Ruiz et al. (2010) who consider the ECL is low in tannin content (2.3 to 3.6 g / kg DM), however, is able to manipulate the rumen (Leng *et al.*, 1992) due to

its high concentration of saponins (Navas et al., 1992; Babayemi, 2006), and the defaunated effect against protozoa (Rodríguez and Fondevila, 2011). This selective defaunation according to Kilita (1996), is due to the glycosidic compounds of the saponins and the presence of cholesterol in eukaryotic membranes but not in prokaryotic cells such as protozoa.

#### 4.2. Intake and digestibility

The lack of differences in the DMI among diets may have been caused by the low amount of total phenols in the ECL, in this sense high concentrations of condensed tannins  $> 50$  g / kg DM (Min et al., 2003), resulted in decreased intake, particularly saponins (Aregheore, 1999) characterized by astringency, which is detrimental to the palatability, but when the concentration of these compounds are less than 50 g / kg DM as resulted in the present study, it is possible to obtain high intake, as obtained by Longo et al. (2008) who administered increasing doses of *Leucaena leucocephala* in sheep observed increased DMI, Ku Vera et al. (2007) found that the increase of DMI in diets including tree foliage is due to the good ruminal OM fermentation of tree species per se which is extensively fermented in this compartment which results in increased intake, for the present study did not show this effect, however the amount of DMI was higher than Longo et al. (2008). In this sense the concentration of NDF is another component that has an effect on passage rate and hence in the DMI (Van Soest, 1994). Otherwise DMI was affected by the presence of decreasing ECL 3.79 and 12.72 % for T15 and T30, respectively, this behavior was expected due to the high content of ADF and ADL of the ECL, these results are similar to those obtained by Koenig et al. (2007).

#### 4.3. Nitrogen Balance

There was no difference in the amount of N ingested ( $P = 0.26$ ) but an effect is seen in C1 for N excreted via urine, indicating positive effect of ECL on the use of N, this effect is attributed to the presence of saponins in the ECL, which decrease the concentration of ruminal N-NH<sub>3</sub> at preventing the spread of this compound in the rumen wall which subsequently transformed into urea with subsequent elimination in the urine. The increase

in fecal N excretion was related to the dose of ECL as was observed increased excretion in feces in T30 ( $P = 0.01$ ), this effect may be caused by the chemical characteristics of the CP contained in the ECL, and that T15 and T30 were 21 and 43 % higher in CP-ADL compared to T0. These results agree with Longo et al. (2008) who increased fecal N excretion and decreased urinary N and decreasing the amount of N retained in the experimental animals that were not supplemented with *Leucaena leucocephala*, The values obtained in this study are higher in N retained (20 to 30 %) and lower N excretion in feces (- 38 to - 43 %) and urine (- 2.5 %). The lack of differences in the amount of N retained could be due to the ECL compensated their low digestibility and high presence of low N availability with increased bypass protein flow by modifying the ruminal microbiota.

#### 4.4. In vitro gas production

As expected the IVGP, presented a negative effect on the fermentation capacity with the addition of ECL, this is similar to Rodríguez and Fondevila (2011), who attribute this reduction in gas production activity saponins present in the ECL which affected in the first instance to the rumen microorganisms, Koenig et al. (2007) found that the main defaunated effects of the ECL against protozoa are evident during the first 2 hours after ingestion, in the present study did not quantify the ruminal microbiota, but the fermentative capacity of T30 was significantly ( $P < 0.05$ ) lower during the first 12 hours, suggesting that this effect is dependent and may extend this time, likewise another factor that may have influenced the production of gas was the amount of ECL present in the diets that included ECL, this was reflected in DMD which decrease in T30 (- 0.052), but increased in T15 (+ 0.047 %) compared to T0. These values are similar to those obtained by Rodríguez and Fondevila (2011), and Mota et al. (2005), who incubated ECL for 24 hours and reported low values. The results also agree with Ku Vera et al. (1999), who found that the fodder trees as potential tools to improve the degradability of food of low nutritional quality by the extent of ruminal degradation.

## 5. Conclusions

Parota leaf is a fodder of average quality, with potential to be considered an alternative source of protein, when included at levels of 15 % in diets for kids goats has effects similar to those obtained with alfalfa hay.

## Acknowledgments

The first author wishes to acknowledge the financial support of the National Council of Science and Technology (CONACyT) and the Autonomous University of Mexico State (UAEMEX) towards his PhD program, as well as for the funding of this research throughout Secretary for Research and Advance Studies.

## References

- Agricultural and Food Research Council (A.F.R.C.). 1996. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Editorial Acribia, Zaragoza, España, 175 pp.
- Aregheore, E.M., 1999. Nutritive and antinutritive value of some tree legumes used in ruminant livestock nutrition in Pacific island countries. *J. of South Pacific Agric.* 6, 50-61.
- Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Arlington, VA, USA.
- Babayemi, O.J., 2006. Antinutritional factors, nutritive value and *in vitro* gas production of foliage and fruit of *Enterolobium cyclocarpum*. *World J Zool.* 1, 113-117.
- Balcells, J., Guada, J.A., Peiró, J.M., Parker, D.S., 1992. Simultaneous determination of allantoin and oxipurines in biological fluids by high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr.* 575, 153-157.
- Bastida, G.J.L., Gonzalez-Ronquillo, M., Dominguez-Vara, I.A., Romero Bernal, J., Castelán-Ortega, O., 2011. Effect of field pea (*Pisum sativum* L.) level on intake,

- digestion, ruminal fermentation and *in vitro* gas production in sheep fed maintenance diets. *Anim. Sci. J.* 82, 654-662.
- Belenguer, A., Yañez, D., Balcells, J., Ozdemir, N.H., González-R, M., 2002. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. *Livest. Prod. Sci.* 77, 127-135.
- Blümmel, M., Mgonezulu, R., Chen, X. B., Makkar, H. P., Becker, K., Orskov, E. R., 1999. The modification of an *in vitro* gas production test to detect roughage related differences in *in vivo* microbial protein synthesis as estimated by the excretion of purine derivatives. *J. Agr. Sci.* 133, 335-340.
- Carmona, A.J.C., 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. *Revista Lasallista de Investigación.* 4, 40-50.
- Chamorro, V. D., 2010. Importancia de la proteína en la nutrición de rumiantes con énfasis en la utilización de proteínas de especias arbóreas. Seminario-Taller Internacional sobre Manejo de La Proteína en Producción de Ganado Bovino. <http://www.softwareganadero.com/Articulos/Importancia%20de%20la%20prote%C3%ADna%20en%20la%20nutrici%C3%B3n%20de%20rumiantes.pdf>.
- Cowan, M. M., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev.* 12, 564–582.
- France J., Dhanoa, M.S., Theodorou, M.K., Lister, S.J., Davies, D.R., Isac, D., 1993. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *J. Theor. Biol.* 163, 99–111.
- García-Montes de Oca, C. A., Gonzalez-Ronquillo, M., Salem, A. Z. M., Romero-Bernal, J., Pedraza, J. F., Estrada, J. G., 2011. Chemical composition and *in vitro* gas production of some legume browse species in subtropical areas of México. 2011. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 14, 589-595.
- González-Ronquillo, M., Fondevila, M., Barrios, U. A., Newman, Y., 1998. *In vitro* gas production from buffer grass (*Cenchrus ciliaris* L.) fermentation in relation to the

cutting interval, the level of nitrogen fertilization and the season of growth. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, 72, 19 – 32.

Jiménez-Peralta, F.S., Salem, M.Z.A., Mejia-Hernández, P., González-Ronquillo, M., Albarrán-Portillo, B., Rojo-Rubio, R. Tinoco-Jaramillo, J.L., 2011. Influence of individual and mixed extracts of two tree species on *in vitro* gas production kinetics of a high concentrate diet fed to growing lambs. *Livest Sci.*136, 192-200.

Kilta, P.T., Mathison, G.W., Fenton, T.W., 1996. Effect of alfalfa root saponins on digestive function in sheep. *J. Anim Sci.* 74, 1144-1156.

Koenig, M.K., Ivan, M., Teferedegne, T.B., Morgavi, P.D., Rode, M.L., Ibrahim, M.I., Newbold, J.C., 2007. Effect of dietary *Enterolobium cyclocarpum* on microbial protein flow and nutrient digestibility in sheep maintained fauna-free, with total mixed fauna or with *Entodinium caudatum* monofauna. *Brit. J. Nutr.* 98, 504-516.

Ku Vera, J., Ramirez, A. L., Jiménez, F.G., Alayón, A.J. Ramírez, C.L., 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano, in: Sánchez, M. D. y Rosales, M. M. (Eds), *Agroforesteria para la producción animal en América Latina*. Roma, Italia, pp. 231-258.

Ku Vera, J., Ramirez-Avilés, L., Ayala-Burgos, A., Chay-Canul, A., Contreras Hernandez, M., Piñeiro-Vázquez, A., Godoy-Cervera, R., Ruz-Ruiz, N., Espinoza-Hernández., 2007. La nutrición animal con árboles forrajeros y la cartera de investigación en sspi. Accessed 13 August 2012. [http://201.120.157.239/comunidades/download/La%20nutricion%20animal%20\\_%20Juan%20Ku.pdf](http://201.120.157.239/comunidades/download/La%20nutricion%20animal%20_%20Juan%20Ku.pdf).

Leng, R.A., Bird, S.H., Klieve, A., Choo, B.S., Ball, F.M., Asefa, G., Brumby, P., Mudgal, V.D., Chaudhry, U.B., Haryono, S.U., Hendratno, N., 1992. The potential for tree forage supplements to manipulate rumen protozoa to enhance protein to energy ratios in ruminants fed on poor quality forages, In: Andrew Speedy and Pierre-Luc Pugliese, *Proceedings of the FAO Expert Consultation. Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock*, The Malaysian Agricultural Research and Development

- Institute (MARDI) in Kuala Lumpur, Malaysia, 177-191, 14–18 October, 1991.  
<http://espace.uq.edu.au/view/UQ:187057>.
- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 57, 347-358.
- Longo, C., Nozella, E.F., Cabral Filho, S.L.S., Lavorenti, N., Vitti, D.M.S.S., Abdalla, A.L., 2008. Voluntary intake, apparent digestibility and nitrogen balance by sheep supplemented with *Leucaena leucocephala*. Volumen 20, Article #184.  
<http://www.lrrd.org/lrrd20/11/long20184.htm>.
- Makkar, H.P.S., 2003. Chemical, protein precipitation and bioassays for tannins, tannin levels and activity in unconventional feeds, and effects and fate of tannins. Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage. Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 1-42.
- Mauricio, M.R., Mould, L.M., Dhanoa, S.M., Owen, E., Channa, S.K., Theodorou, K.M., 1999. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 79, 321-330.
- Mejía, H.J., 2002. Consumo voluntario de forraje por rumiantes en pastoreo. *Acta Universitaria*. 12, 56-63.
- Menke, K.H., Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.* 28, 7-45.
- Min, B.R., Barry, T.N., Attwood, G.T., McNabb, W.C., 2003. The effect of tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 106, 3-19.
- Mota, M., Rodríguez, R., Solanas, E. Fondevila, M., 2005. Evaluation of four tropical browse legumes as nitrogen sources: Comparison of *in vitro* gas production with other methods to determine N degradability. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 123-124, 341-350.



- Navas, A., Laredo, M.A., Cuesta, A., Anzola, H., Leon J.C., 1992. Evaluation of *Enterolobium cyclocarpum* as dietary alternative to eliminate protozoa from the rumen. Livestock Research for Rural Development. 4,<http://lrrd.cipav.org.co/lrrd4/1/orejero.htm>.
- Nogueira, R.R., Posada, O.S.L., 2007. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Rev. Colomb. Cienc. Pec.* 20, 174-182.
- Palma, M.J., 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14, 95-104.
- Pinto-Ruiz, R., Hernández, D., Gómez, H., Cobos, MA., Quiroga, R., Pezo, D., 2010. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México. *Universidad y Ciencia.* 26, 19-31.
- Rodríguez, R., Fondevila, M., 2011. Effect of saponins from *Enterolobium cyclocarpum* on *in vitro* microbial fermentation of the tropical grass *Pennisetum purpureum*. *J. Anim. Physiol. An. N.* 1439-0396, 1-7.
- SAS, SAS/STAT. 1999. User's Guide: Statistics (Ver 8). Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc. Statistical Analysis System Institute.
- Sepúlveda, J.G., Porta, D.H., Rocha, S.M., 2003. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología.* 21(003), 355-363.
- Sosa, R. E. E., Pérez, R. D., Ortega, R. L. y Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Téc. Pecu. Méx.* 42, 129-144.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1997. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 3<sup>rd</sup> ed. McGraw-Hill, Nueva York.
- Teferedegne, B., 2000. New perspectives on the use of tropical plants to improve ruminant nutrition. *Proceedings of the Nutrition Society.* 59, 209-214.

- Theodorou, M.K, Williams, B.A., Dhanoa, M.S., Mcallan, A.D.B., France, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 48, 185-197.
- Udén, P., Robinson, P. H., Mateos, G. G., Blank, R. 2012. Use of replicates in statistical analyses in papers submitted for publication in *Animal Feed Science and Technology*. *Anim. Feed Sci. Technol.* 171, 1-5.
- Valerio, Ch. S., 1990. Efecto del secado y método de análisis sobre los estimados de taninos y la relación de estos con la digestibilidad *in vitro* de algunos forrajes tropicales. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Turrialba. Costa Rica. <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=OET.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=011033>.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>nd</sup> ed. S.I. Cornell University Press. p. 476.
- Van Soest, P.J., Robertson, J., Lewis, B., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583-3597.
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F., Ríos, N., Sepúlveda, C., 2010. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. [http://www.unep.org/Themes/freshwater/PDF/Libro Completo\\_LE-Noviembre.pdf](http://www.unep.org/Themes/freshwater/PDF/Libro Completo_LE-Noviembre.pdf)

## **Capítulo IV. Resultados no publicados**

### **Evaluación de los suelos de las unidades de producción bovino de Zacazonapan.**

#### **Introducción**

Los suelos son fundamentales en la ganadería extensiva tropical, particularmente hablando de la superficie, ya que reciben un valor extra mediante la ganadería, sin embargo la variabilidad en cuanto a, pendiente, origen, precipitación, cubierta y densidad vegetal, así como el tipo de vegetación presente, influyen en las características del suelo. Si aunado a esto adicionamos el factor animal, obtendremos mayor variabilidad, ya que dependiendo de la carga y tipo de animales que estén pastoreando la superficie, se convierten en factores con la capacidad de modificar los valores de dichos suelos. Por ello el objetivo de este trabajo fue determinar las características de los suelos de las unidades de producción bovino de Zacazonapan de acuerdo a cada Subsistema.

#### **Metodología**

##### **Área de estudio**

El municipio de Zacazonapan se encuentra en el suroeste del Estado de México, a una altura promedio de 1,470 msnm, el clima es cálido subhúmedo, con temperatura media anual de 23° C, la orografía es de sierra compleja con cañadas y lomeríos (EMM, 2005).

##### **Tamaño de muestra**

Se realizó un muestreo estratificado (Hernández et al., 2004), colectando las muestras de 3 unidades de producción de cada uno de los cuatro subsistemas presentes en Zacazonapan.

##### **Colecta de suelo**

Las muestras de suelos de las áreas pastoriles y de cultivo, se colectaron de acuerdo al muestreo sistemático por cuadrículas (Roberts y Henry, 2009) aproximadamente 2 kg de

muestra en total de los primeros 30cm, obteniendo 10 muestras de áreas pastoriles y un pull de la área de cultivo

#### Análisis físicos y químicos

Se evaluaron los componentes físicos y químicos del suelo conforme a la norma oficial mexicana NOM-021 RECNAT 2000 (SEMARNAT, 2000). La textura se determinó mediante la técnica del hidrómetro, descrita por Bouyoucos (1962), el valor del pH se calculo por medio de potenciómetro, el contenido de materia orgánica se determino mediante la determinación del porcentaje de carbono y multiplicado por 1.724, el contenido de N fue determinado mediante la técnica de Kjeldhal. En lo que se refiere al color se determinó mediante la comparación de cartas de Munsell para referencias de suelos.

#### Análisis estadísticos.

Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza y una prueba de Tukey para determinar diferencias (Steel *et al.*, 1997).

### Resultados

#### Uso y manejo de la superficie

El manejo del suelo en las unidades de producción de Zacazonapan, es mínimo debido a que no se realizan ninguna práctica de fertilización de regeneración de la cobertura vegetal, el uso de la superficie ganadera se destina a cuatro fines: agostadero, praderas nativas, cultivos agrícolas y praderas mejoradas. El tipo de pastos encontrados durante los recorridos por las praderas se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 1.** Pastos nativos e introducidos del municipio de Zacazonapan

Nativos		Introducidos	
N. común	N. científico	N. común	N. científico
Zacatillo	Brachiaria plataginea	Estrella de África	Cynodon plectostachyus
Pata de gallina	Eleusine indica	Llanero	Andropogon gayanus
Gramma	Paspalum conjugatum	Chontalpo	Brachiaria decumbens
Pata de gallo	Digitaria bicornis	Mulato	Brachiaria hibrido
Frente de toro	Paspalum notatum	Tanzania	Panicum máximum

La agricultura en Zacazonapan, se realiza con el menor uso de maquinaria agrícola debido a que las áreas de cultivo (AC), son laderas y mesetas, la forma de siembra es mediante barretas y con sembradores, los principales cultivos son; maíz (*Zea mays*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), sorgo (*Sorghum vulgare*), y soya (*Glycine max*).

El cultivo de maíz se realiza en áreas que al mismo tiempo albergan pastos tropicales destacando el Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), haciendo un sistema agro pastoril, donde una vez recogida la mazorca los animales entran a consumir los residuos forrajeros y el pasto.

#### Características de los Suelos

El tipo de suelos encontrado en las unidades de producción de Zacazonapan corresponden principalmente a Migajón arcilloso, Arcilloso y Franco los porcentajes de acuerdo a cada subsistema se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Características de los suelos de los diferentes subsistemas de producción bovino de Zacazonapan.

	<b>DPL</b>	<b>DPC</b>	<b>DPT</b>	<b>DPB</b>	<b>EEM</b>	<b>P</b>
<b>Zonas pastoriles</b>						
pH	5.58 <sup>ab</sup>	5.43 <sup>ab</sup>	5.78 <sup>a</sup>	5.33 <sup>b</sup>	0.06	0.04
MO (%)	14.56 <sup>a</sup>	7.34 <sup>c</sup>	13.31 <sup>ab</sup>	8.91 <sup>bc</sup>	0.75	0.01
C (%)	8.44 <sup>a</sup>	4.26 <sup>c</sup>	7.72 <sup>ab</sup>	5.17 <sup>bc</sup>	0.43	0.01
N (%)	2.45 <sup>a</sup>	1.65 <sup>b</sup>	1.59 <sup>b</sup>	1.19 <sup>b</sup>	0.10	0.01
C:N	3.91 <sup>a</sup> : 1	2.55 <sup>b</sup> : 1	4.80 <sup>a</sup> : 1	4.31 <sup>a</sup> : 1	0.16	0.01
<b>Textura %</b>						
Migajón arcilloso	40.00	23.30	60.00	26.70	-	-
Arcilloso	30.00	66.70	13.30	50.00	-	-
Franco	30.00	10.00	26.70	23.30	-	-
<b>Zonas de cultivo agrícola</b>						
pH	5.81	5.14	5.56	5.35	0.19	0.65
MO (%)	4.85 <sup>bc</sup>	6.03 <sup>b</sup>	11.32 <sup>a</sup>	3.18 <sup>c</sup>	1.56	0.03
C (%)	2.80 <sup>c</sup>	3.50 <sup>b</sup>	6.56 <sup>a</sup>	1.92 <sup>c</sup>	0.90	0.03
N (%)	0.56	1.17	0.61	0.70	0.13	0.36
C:N	13.48	2.84	17.55	2.75	2.87	0.21
<b>Textura %</b>						
Migajón arcilloso	33.30	0.00	33.30	66.70	-	-
Arcilloso	0.00	100.00	33.30	33.30	-	-
Franco	66.70	0.00	33.30	0.00	-	-

DPL: Doble propósito enfocado a la producción de leche, DPC: Doble propósito enfocado a la producción de carne, DPT: Doble propósito tradicional, DPB: Doble propósito enfocado a la producción de Becerros, MO: materia orgánica, C: carbono, N: Nitrógeno C:N; relación C, N. literales diferentes entre columnas indican diferencia  $p < 0.01$ , donde  $a > b > c$

### Zonas pastoriles

En lo que se refiere al valor de pH, se observan valores en un rango de 5.3 a 5.8, correspondiendo los menores valores a DPB y los mayores valores a DPT ( $P=0.04$ ). En cuanto al contenido de MO, los valores obtenidos en los suelos de las zonas pastoriles son mayores para DPL y DPT ( $P=0.01$ ) mientras que el DPC presenta los menores valores. La cantidad de N en suelo fue mayor para DPL ( $P=0.01$ ), siendo 32.6, 35.1 y 51.4 % superior respecto a DPC, DPT y DPB.

### Zonas de cultivo

El valor de pH de las áreas de cultivo presentó valores similares a los observados en las áreas pastoriles, sin embargo no se observaron diferencias ( $P=0.65$ ). El contenido de MO

fue mayor en DPT (P=0.03), y el subsistema con menores valores fue DPB, para el contenido de N no se observaron diferencias (P=0.36), entre subsistemas.

### Áreas pastoriles vs Áreas de Cultivo

Comparando los parámetros de suelo de las AP con las de cultivo (Cuadro 3) no se observó diferencia para pH (P=0.75), sin embargo se observó una tendencia en cuanto al contenido de C y MO (P= 0.10). Sin embargo en lo que se refiere al contenido de N se observó mayor contenido en las AP (P=0.01) vs AC

**Cuadro 4.** Comparación de los suelos de áreas de cultivo y de pastoreo en unidades de producción en el municipio de Zacazonapan

	pH	MO	C	N	C:N
Áreas pastoriles	5.59	11.03	6.40	1.70 <sup>a</sup>	3.89:1 <sup>b</sup>
Área de Cultivo	5.47	6.60	3.80	0.70 <sup>b</sup>	9.7:1 <sup>a</sup>
EEM	0.06	0.74	0.43	0.10	0.31
P	0.75	0.10	0.10	0.01	0.01

Literales diferentes entre columnas indican diferencia  $p < 0.01$ , donde  $a > b$

## Discusión

Las texturas observadas en los suelos de las UP se relacionan más al origen volcánico de los suelos del municipio, que al subsistema practicado, en este sentido los suelos de este tipo, además de presentar alto contenido de arcilla, también se caracterizan por poseer zonas con peñascos y superficies fraccionadas, lo cual puede cambiar la textura del suelo de manera abrupta en un área continua (Dahlgren *et al.*, 2004).

En cuanto al pH los valores obtenidos según Porta *et al.*, (2003) se pueden considerar en general, moderadamente ácidos, esta condición se atribuye a la pendiente, y al posible proceso de lixiviación, sin embargo Foth, (1990) también toma en cuenta el origen de los suelos como factor determinante en el pH considerando a suelos de origen volcánico típicamente ácidos. En este sentido la acumulación de materia orgánica en descomposición también es un factor que reduce el pH en suelos, por lo tanto superficies con mayor cobertura vegetal tienden a presentar suelos ligeramente ácidos.

En cuanto al contenido de C y MO los valores observados de materia orgánica pueden estar determinados por dos factores 1) la densidad de especies vegetales, y 2) el retorno de materia orgánica de los animales mediante las heces ya que se encuentran en pastoreo continuo (Jirout *et al.*, 2011). En este sentido los valores observados se consideran altos para DPL y DPT según la NOM-021 RECNAT (SEMARNAT, 2000); mientras que para DPB y DPC los califica como medios.

En cuanto al contenido de N, los valores se consideran altos en todas las unidades de producción, según la NOM- 021 RECNAT 2000 (SEMARNAT, 2000), en este sentido, las especies arbóreas leguminosas son fijadoras de este elemento, sin embargo los bovinos también se consideran un factor importante ya que contribuyen a la deposición de N, mediante las deyecciones en forma de ácido úrico (Porta *et al.*, 2003).

La ausencia de diferencias entre las AC y las AP en cuanto al pH ya se comentó debido al origen de los suelos. Sin embargo el mayor contenido de N en las AP vs AC puede estar originado por la mayor diversidad vegetal y el beneficio de estas en el proceso de fijación del nitrógeno, situación que no se presenta en las áreas de cultivo precisamente por el monocultivo o dicultivo. En lo referente al contenido, medio de MO en las AC estos niveles pueden ser favorecido por la labranza cero realizada por los productores, la cual disminuye la pérdida de MO y cobertura vegetal, sin embargo otro factor que ayuda a estos valores es la presencia de pastos en las mismas superficie lo cual favorece este parámetro debido a la cobertura vegetal y aporte de materia vegetal (Porta *et al.*, 2003).

## Conclusión

Los suelos de las unidades de producción bovino de Zacazonapan, son mejores en las áreas pastoriles que en las áreas de cultivo, sin embargo los valores en general se consideran de medios a altos para el sistema en general.

## Revisión bibliográfica

Bouyoucos, G. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J.* 54: 464-465



- Dahlgren, R. A., Saigusa, M., Ugolini, F. C. 2004. The nature properties and management of volcanic soils. *Advances in Agronomy*. 82: 113-182.
- EMM. (2005). Enciclopedia de los municipios de México. Estado de México, (en línea) Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México. Consultada el 13 de Noviembre de 2011, disponible en: [http://www.e505local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_mexico](http://www.e505local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico).
- Foth, H. (1990). *Fundamentos de la ciencia del suelo*. Ed. Continental. 8 ed. New York. 380 pp.
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C., y Baptista, L. P. (2004). *Metodología de la investigación*. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México. p 705.
- Jirout, J., Simek, M., Elhottova, D. 2011. Inputs of nitrogen and organic govern the composition of fungal communities in soil disturbed by overwintering cattle. *Soil Biology and Biochemistry*. 43 (3): 647-656
- Porta, J., Lopez M y Roquero C. (2003). *Edafología para la agricultura y medio ambiente*. Ed. Mundi Prensa. 429 pp.
- Roberts, T. L. y Henry, J. L. 2009. El muestreo de suelos: los beneficios de un buen trabajo. *Inf. Agron*. 42: 4-13
- SEMARNAT. (2000). NOM 021 RECNAT 2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio muestreo y análisis. *Diario Oficial de la Federación* 23 de abril de 2000. México D. F. 85 pp.
- Steel, R. D. G., Torrie, J. H. 1997. *Principles and Procedures of Statistics*. 3rd ed. McGraw-Hill, Inc., New York, NY.

## DISCUSIÓN GENERAL

### **Caracterización y Tipificación del sistema de producción bovino de Zacazonapan**

Las unidades de producción bovino del municipio de Zacazonapan cuentan con características propias del sistema doble propósito, debido a que la producción, se presenta en tres modalidades, carne, leche y becerros, aunada a una agricultura de subsistencia. Así mismo, el pastoreo continuo y rotacional de potreros, y en menor proporción de praderas, representan la base alimenticia del ganado. El 95 % de las unidades de producción, cuentan con ganado de tipo racial considerado doble propósito, la presencia de estos animales responde como menciona Constanza *et al.* (1997), a la adaptabilidad de los animales y a la preferencia de los productores. En este sentido cuando los productores requieren de sustituir animales ya sea vacas o sementales, se inclinan hacia animales de tipo racial similar al presente en la región, no obstante que los niveles productivos no sean cuantiosos, como los obtenidos con otro tipo racial, pero que sin embargo, bajo las condiciones presentes en Zacazonapan, no se adaptarían, ó bien en el mejor de los casos, sus niveles productivos se verían afectados, por las características medio ambientales, propias de la zona, las cuales van desde pendientes mayores a 30°, temperatura promedio de 23°C con una variación que durante el día puede llegar hasta 35°C, y rebasar los 40°C en Verano, hasta la necesidad de recorrer grandes distancias para consumir agua. En cuanto a la alimentación dichos animales se encuentran adaptados a pastorear áreas de difícil acceso, así como a ingerir especies vegetales de diferentes estratos. Lo observado coincide con lo reportado por Albarrán *et al.*(2009) y Castelán *et al.* (2007) quienes citan que la base alimenticia del ganado bovino en la región sur del Estado de México se basa en pastoreo de grama nativa y praderas, aunque estas últimas en menor proporción.

En lo que se refiere a la tipología de las unidades de producción bovino de Zacazonapan, se determinó la presencia de cuatro subsistemas, con orientación productiva diferente; becerros, leche, carne, y tradicionales, ordenados en orden de mayor frecuencia de UP

pertenecientes al subsistema, estas diferencias de manejo, según García (2007), responden principalmente a factores medio ambientales y disponibilidad de mano de obra.

### **Orientación productiva**

Los productores de becerros tienen en la ganadería la mayor fuente de ingresos, no obstante, las actividades de tipo no agropecuarias representan un porcentaje considerable, de estos. Tales actividades son negocios mercantiles, y empleos que no demandan todo el día, como choferes y maestros, los cuales les permiten atender sus unidades productivas. Esta característica, se relaciona con su orientación productiva, ya que para el productor es necesario tener animales que no requieran de excesivo manejo, por lo tanto, la primer medida es evitar el ordeño. Esto se consigue mediante los becerros, puesto que de esta manera, la leche producida por las vacas, es aprovechada en la alimentación del animal, generando una conversión de leche a carne, lo cual promueve mayores ganancias de peso, y por ende animales con mejor peso al destete.

Situación contraria se observó en los productores de leche, puesto que este grupo depende, casi totalmente de los ingresos generados por su unidad productiva. Por lo tanto requiere de productos que le brinden remuneración económica inmediata, en este sentido Bartl *et al.* (2009) menciona que la venta de leche cumple este objetivo, ya que es un producto considerado básico en la alimentación humana y por consiguiente de amplio mercado. Sin embargo requiere de mayor manejo y mano de obra. Esto coincide con lo observado, ya que este grupo fue el que reporto mayor utilización de mano de obra y producción de leche durante todo el año, no obstante una parte importante de ingresos, lo representa la venta de becerros, por lo tanto la leche es considerada, la fuente de manutención de la unidad productiva y familiar, y por su parte la venta de becerros es la ganancia del productor.

Los factores que determinan la manera de producir del grupo considerado Tradicional, se encuentran determinados, en primera instancia, por la extensa superficie y baja cantidad de mano de obra utilizada, y en segundo plano con la edad del productor (Svenning, 2002). De tal manera que el incremento en la edad, presenta un efecto negativo para la aceptación y adopción de nuevas técnicas de manejo. Por su parte la relación mano de obra: número de

animales, sugiere mínimo manejo. Esto coincidió con lo observado, ya que las vacas únicamente son ordeñadas, durante la temporada de lluvias, lo que no genera gasto al productor, ya que las áreas pastoriles proporcionan el alimento suficiente para producir leche durante esta época. De igual manera los becerros se venden al destete y algunos se engordan en el potrero. Estas características particulares de superficie y manejo, explican los mayores beneficios económicos en este sistema respecto a los demás.

En lo que refiere al grupo orientado a la producción de carne, sugieren ser unidades productivas que aprovechan la oferta de animales destetados, provenientes de los grupos que producen becerros, productores de leche y tradicionales, además de los provenientes de zonas aledañas al municipio, dichos productores son los encargados de finalizar a los animales y colocarlos en los mercados locales y regionales.

Los datos obtenidos en el presente estudio difieren de lo obtenido por Hernández-Dimas *et al.* (2009), quien realizó la tipificación del sistema de producción bovino de Tlatlaya, Estado de México, observando mayor orientación productiva hacia la producción de carne en forma de toros engordados, por su parte coinciden con Piedra-Matias *et al.* (2010) en Tejupilco observó la presencia de productores de leche, carne y becerros. Por su parte Castelán *et al.* (2007), caracterizó los sistemas de producción de leche en la región de Tejupilco, México, citando tres zonas productivas, en la zona uno la principal producción fue leche fresca y queso, la segunda resultó netamente productora de quesos y en la última zona, la leche se destinaba al autoconsumo y el sobrante se convertía en queso.

La diferencia en las orientaciones productivas entre regiones podría estar relacionada con la comercialización a escalas, ya que mientras las unidades de producción de Zacazonapan y Tejupilco, se encuentran cerca de lugares económicamente desarrollados, como Valle de Bravo y Toluca, el municipio de Tlatlaya colinda con Amatepec y Ciudad Altamirano, estado de Guerrero, lo cual se traduce en una diferencia de poder adquisitivo, entre regiones. Otro factor, que puede estar influenciando dichas diferencias, se relaciona con el costo de producción de la leche, ya que el flujo continuo de producción, requiere de la administración de insumos externos, principalmente en la alimentación, ya que las áreas

pastoriles no cubren los requerimientos de mantenimiento y producción a lo largo del año. Además se requiere de almacenamiento y transporte, hasta el lugar de comercialización ó de transformación. Estas condiciones resultan adversas para toda la región subtropical del Estado de México, lo cual se refleja en el porcentaje de participación de la producción láctea de la entidad (SIAP,2011).

### **Económicamente viable**

Los resultados obtenidos, indican que la principal fuente de ingresos en Zacazonapan, proviene de la venta de productos, relacionados con la UP (93%), de los cuales destacan, la venta de carne, leche y queso, sin embargo también se observó la comercialización de Pie de cría y productos maderables, al respecto Rivas *et al.* (2002) cita que la diversidad de productos ofertados, reduce la dependencia económica de un producto, brindando flexibilidad al sistema, permitiendo ajustar los niveles y orientaciones productivas, de acuerdo a las demandas del mercado. Por su parte Muchagata *et al.* (2003) cita que sistemas de producción con estas características, resultan económicamente viables, debido a la facilidad de transferencia de sus productos al mercado, además de que cubren las necesidades económicas primordiales de los miembros de la UP, particularmente la seguridad alimentaria. En este sentido el uso de mano de obra familiar favorece la permanencia del sistema, esto se debe según Cornelissen (2003) a que generan autoempleo, así mismo incrementan el costo de oportunidad, con lo cual se disminuyen los costos de producción.

### **Ecológicamente Sostenible**

El análisis de los índices de riqueza y diversidad vegetal, presentó disimilitud para los diferentes subsistemas, siendo el de mejores valores DPbecerros, esto podría estar originado por el manejo de las UP, las cuales presentan más de la mitad de su superficie (59%) en forma de agostaderos, las cuales según Virgilio *et al.* (2002) se caracterizan por un mínimo manejo, lo que permite el desarrollo natural de especies nativas. Otro factor que pudiera favorecer la diversidad vegetal en estas áreas, son los requerimientos nutricionales del animal, puesto que dichas zonas por ser las más alejadas de la UP, son destinadas a

animales considerados de menor prioridad, como vacas sin gestar, a diferencia de las gestantes, y recién paridas las cuales reciben las mejores praderas.

En contraparte los menores índices correspondieron al DPcarne, de igual manera se atribuye el efecto al manejo de la superficie, puesto que esta se encuentra en su mayor proporción, como praderas en monocultivo con pastos introducidos. Este cambio de uso de superficie, contribuye a la desaparición, de especies autóctonas, con menores atributos nutricionales, pero con mayor resistencia y adaptabilidad. No obstante, los valores obtenidos, se situaron por encima del promedio de los índices reportados en la literatura (Infante *et al.*, 2011; Ochoa-Gaona *et al.*, 2010), esto podría estar originado, por el sistema practicado el cual presenta amplia similitud, con sistemas silvopastoriles naturales o espontáneos.

### **Silvopastoril espontáneo**

Las características de manejo, particularmente de las áreas de agostadero, corresponden al denominado, sistema silvopastoril espontaneo, ya que se observó que los arboles presentes, se encuentran principalmente de manera dispersa y en menor medida como cercas vivas bajo un aprovechamiento netamente extractivo. Esta dispersión responde, a la regeneración natural, en donde los bovinos juegan un papel importante ya que escarifican la semilla favoreciendo con ello su germinación, así mismo se consideran los principales dispersores, mediante la deposición de las semillas en las heces. A si mismo debido a que los animales se mantienen en pastoreo continuo y a la cantidad de especies consumidas, se sugiere un repoblamiento continuo de las especies vegetales, este factor se ve favorecido por la carga animal la cual en el peor de los casos es de 1 UA / Ha. En lo que se refiere a los suelos, los valores obtenidos no indican perturbación, lo cual sugiere que el sistema bovino lejos de ser un factor negativo para las áreas pastoriles del municipio, provee diversos beneficios como; aporte N en heces y orina, materia orgánica, disminuye la probabilidad de incendios, y sobre todo permite el aprovechamiento de estas zonas de difícil acceso, en este sentido, esta característica, le permite la capacidad de preservación de especies vegetales nativas (Palma 2006). Por su parte los productores de Zacazonapan, son conscientes de los beneficios

proporcionados por la vegetación nativa, y los relacionan principalmente con la alimentación animal, esto coincide con lo obtenido por Rebollar *et al.* (2007), quien cita que debido al manejo alimenticio de pastoreo de praderas y agostaderos en Zacazonapan, la leche y el queso presentan un sabor característico, diferente al de otras regiones. En este sentido la búsqueda de alternativas forrajeras nativas pretendió mostrar la importancia nutricional de los recursos nativos, con el objetivo de propiciar una mayor conservación de estos recursos, ya que según Olivares *et al.* (2011), cita que la mayor aceptación de los productores hacia una especie en particular se presenta cuando esta tiene varios usos. Sin embargo independientemente de los beneficios proporcionados por el agostadero, se observó que los productores tienen la intención de reducirlos y aumentar las áreas de praderas. No obstante debido a las características de accesibilidad ya comentadas y a la función que desempeñan como proveedores de alimento para afrontar la época de sequía, resulta sumamente difícil que desaparezcan.

### **Socialmente aceptable**

La estructura familiar de las UP en Zacazonapan, presentan un fuerte porcentaje de mano de obra familiar, así mismo el deseo de transferir la UP hacia sus hijos, y el propósito de conservarla en la familia de estos, sugiere altas expectativas de permanencia. Sin embargo la ausencia de productores jóvenes, no hace evidente el recambio generacional, puesto que la mayoría de los productores pasan los 50 años de edad. Por lo tanto este punto aún es incierto. Similares resultados obtuvieron González *et al.* (2010). Quienes mencionan la dificultad de los productores de edad superior a los 40 años en la aceptación de nuevos patrones de manejo orientados a la convivencia armónica entre planta y animal.

## **CONCLUSIÓN GENERAL**

1. El sistema de producción bovino de Zacazonapan cuenta con elementos suficientes para ser considerado un sistema silvopastoril.
2. El sistema de producción bovino de Zacazonapan se puede considerar de Doble propósito, sin embargo al interior presenta cuatro diferentes subsistemas; productores orientados a la producción de leche, carne, becerros y tradicionales.
3. Cada subsistema presenta características de manejo originadas por su orientación productiva, las cuales no influyen en las características del suelo ni en la diversidad y riqueza vegetal.
4. Las áreas pastoriles de las unidades de producción de Zacazonapan cuentan con abundantes recursos forrajeros con potencial utilización en la alimentación animal, los cuales son percibidos como tal por los productores.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, W.M., 2006. The future of sustainability: re-thinking environment and development in the twenty-first century. Report of the IUCN Renowned Thinkers Meeting, 29-31 January 2006. IUCN, Gland.
- Agricultural and Food Research Council (A.F.R.C.). 1996. Necesidades energéticas y proteicas de los rumiantes. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. 175 pp
- Albarrán, P. B., Salas, R. I. G., Esparza, J. S., Hernández, M. J., Rebollar, R. S. y García, M. A. 2009. Caracterización socioeconómica de un sistema producción de doble propósito del sur del Estado de México. Cavalloti, V. B. A., Marcof, A. C. F. y Ramírez, V. B. Ganadería y seguridad alimentaria en tiempos de crisis. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Características del sistema lácteo y sus principales tendencias en México. Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Agroindustria rural y territorio. Tomo II. México, CIGOME, S. A. de C. V. 2007. p. XV-LII
- Álvarez, M. G., Melgarejo, V. L. y Castañeda, N. Y. 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobiumcyclocarpum*) y pollinaza. *Vet. Méx.*, 34(1): 39-46
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Ed Association of Official Agricultural Chemists, Washington.
- Avilés-Nova, F., Espinoza-Ortega, A., Castelán-Ortega, O. A. y Arriaga-Jordán. 2008. Sheep performance under intensive continuous grazing of native grasslands of *Paspalumnotatum* and *Axonopuscompressus* in the subtropical region of the Highlands of Central México. *TropAnimHealthProd* 40: 509-515
- Bartl, K., Mayer, A. C., Gómez, C. A., Muñoz, E., Hess, H. D., Holmann, F. 2009. Economic evaluation of current and alternative dual-purpose for smallholder farms in the central peruvian highlands. *Agricultural Systems*. 101: 152-161

- Bautista, T. M.; López, O. S.; Vargas, M. M.; Gallardo, L. F.; Pérez, H. P. y Gómez, M. F. 2008. Productividad de dos sistemas silvopastoriles en el municipio de Paso de ovejas, Veracruz. Memorias. IV Reunión Nacional sobre SISTEMAS AGRO Y SILVOPASTORILES. 12-16 de Mayo. Colima México. p. 29-35
- Brundtland, G. H y la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo. (1988). Nuestro futuro común, ("Informe Brundtland"), Alianza Editorial, Madrid.
- Brunett, P. L. 2009. Contribución a la evaluación de la sustentabilidad; estudio de caso dos agroecosistemas campesinos de maíz y leche del Valle de Toluca.(en línea). Consultada el 23 de Noviembre de 2009 disponible en: [www.eumed.net/tesis/2009/lbp/](http://www.eumed.net/tesis/2009/lbp/)
- Camero, R. A. y Ibrahim, M. 1995. Bancos de proteína de Poró (*Erythrina berteroana*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*). *Agroforestería en las Américas*. 2(08): 31-33
- Castelán-Ortega, O. A., Fawcett, H. R., Arriaga-Jordán, C., Herrero, M. 2003. A decision support system for smallholder "campesino" maize-cattle production systems of the Toluca valley in central México. Part II-Emulating the farming system. *Agricultural Systems*. 75 (1): 23-46
- Cervantes, E. F. y Cesín, V. A. La lechería rural y urbana en México análisis comparado entre los altos de Jalisco y Xalmimilulco, Puebla. Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. *Agroindustria rural y territorio*. Tomo II. México, CIGOME, S. A. de C. V. 2007. p. 81-97
- Church, D. C. 1992. *Fundamentos de nutrición y alimentación animal*, Ed. Limusa. p. 438.
- Constanza, V., Neuman, C. E. 1997. Managing cattle grazing under degraded forests: An optimal control approach. *Ecological Economics*. 21 (2): 123 - 139
- Cornelissen, A.M.G., 2003. *The two Faces of Sustainability: Fuzzy Evaluation of Sustainable Development*. PhD thesis, Wageningen
- Cortés, E. H.; Aguilar, C. y Vera R. 2003. Sistemas bovinos doble propósito en el trópico bajo de Colombia. *Modelo de simulación*. *Arch. Zootec*. 52: 25-34

- EMM. 2005. Enciclopedia de los municipios de México. Estado de México, (en línea) Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de México. Consultada el 13 de Noviembre de 2011, disponible en: [http://www.e505local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_mexico](http://www.e505local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico).
- Escamilla, G. J., Ángeles C. S., Corona, G. L., Melgarejo, V. L. y Spross, S. K. 2000. Cáp. I. Clasificación de los alimentos, En: División sistema Universidad abierta y Educación a distancia: Alimentación animal, Forrajes y concentrados. Bovinos. Ed. UNAM. 1-26.
- Espinoza, O. A.; Álvarez, M. A.; Del Valle, M. y Chauvet, M. 2007. El mercado de la leche en la región noroeste del Estado de México. Álvarez, M. A.; Cervantes, E. F. y Espinoza, O. A. Agroindustria rural y territorio. Tomo II. México, CIGOME, S. A. de C. V. p. 237-270
- Esquivel, H.; Ibrahim, M.; Harvey, C. A.; Villanueva, C.; Benjamín, T. y Sinclair, F. L. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*. 10(39-40):24-29
- FAO, 2006. *Livestock's Long Shadow - Environmental Issues and Options*, Rome.
- Fondevila, M y Barrios, A. 2001. La técnica de Producción de gas y su aplicación al estudio del valor nutritivo de los forrajes. *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, 353: 197-206.
- Foth, H. (1990). *Fundamentos de la ciencia del suelo*. Ed. Continental. 8 ed. New York. 380 pp.
- Gerber, P., Vellinga, T., Opio, C., Steinfeld, H. (2011). Productivity gains and green house gas emissions intensity in dairy systems. *Livestock Science*. 139 (1-2): 100-108
- Getachew G., Blummel, M., Makkar, H. P. y Becker, K. 1998. In vitro gas measuring techniques for assement of nutritional quality of feeds: a review. *Anim. FeedSci., Tech.* 72: 261-281.
- Gil, J., Espinoza, Y. y Obispo, N. 2005. Relaciones suelo planta-animal en sistema silvopastoriles. *Revista Digital CENIAP HOY*. 9

- Gonzalez, G. V., Barkmann, J., Marggraf, R. 2010. Social network effects on the adoption of agroforestry species: Preliminary results of a study on differences on adoption patterns in Southern Ecuador. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 4: 71- 82
- González-Avalos, E., Ruiz-Suárez, L.G. 2001. Methane emission factors from cattle manure in Mexico. *Bioresource Technology*. 80 (1): 63 - 71
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. 1999. *Análisis multivariante*, 5ª ed. Prentice Hall
- Hernández, S. R.; Fernández, C. C., y Baptista, L. P. 2004. *Metodología de la investigación*. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México. p 705.
- Hoffmann, I. 2011. Livestock biodiversity and sustainability. *Livestock Science* 139: 69-79
- Ibrahim, M.; Villanueva, C. y Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15 (1): 74-88
- Iglesias, J. M. 1999. Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definiciones. *Pastos y Forrajes*. 22: 287-305
- Infante, M. D., Moreno-Casasola, P., Madero-Vega, C., Castillo-Campos, G., Warner, G. B. 2011. Floristic composition and soil characteristic of tropical freshwater forested wetlands of Veracruz on the coastal plain of the Gulf of México. *Forest Ecology and Management*. 262 (8):1514:1531
- INTA. 2006. Ganadería en sistemas silvopastoriles delta del Paraná. *Jornadas ganaderas del sur Entrerriano*. Consultado el 28 de abril de 2009. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/manejo%20silvopastoril/86-delta.pdf](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/86-delta.pdf)
- Jiménez-Peralta, F.S., Salem, M.Z.A., Mejía-Hernández, P., González-Ronquillo, M., Albarrán-Portillo, B., Rojo-Rubio, R. Tinoco-Jaramillo, J.L., 2011. Influence of individual and mixed extracts of two tree species on in vitro gas production kinetics of a high concentrate diet fed to growing lambs. *Livest Sci.* 136, 192-200.

- Jung, A. G. y Allen, M. S. (1995). Characteristics of plants cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *J. Animal Scienc.* (73). 2774-2790.
- Ku Vera, J. C., Ramírez, A. L., Jiménez, F. G., Alayon, A. J. y Ramírez, C. L. 2010. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico Mexicano. *Agroforesteria para la Producción Animal en Latinoamérica.* (en línea) Consultada el 15 de noviembre de 2010. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/ku10.htm>
- Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 57, 347-358.
- Lim, C., McAleer, M. 2005. Ecologically sustainable tourism management. *EnviromentalModelling& Software.* 20 (11): 1431 -1438
- Martin, S., Seeland, G. 1999. Effects of specialization in cattle production on ecologically harmful emissions. *Livestock Production Science.* 61 (2-3): 171-178
- Mauricio, M.R., Mould, L.M., Dhanoa, S.M., Owen, E., Channa, S.K., Theodorou, K.M., 1999. A semi-automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 79, 321-330.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalg, J. F. P. y Morgan, C. A. 2001. *Animal Nutrition.* 6ed. Prentice Hall. London, UK. p. 108-145
- McDowell, L. R., Velásquez, P y Valle, G. (1997). *Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales.* Universidad de Florida. Gainesville, Florida, USA.
- Méndez, E. G. 1989. Estado mineral y reproducción estacional de vacas lecheras en Quintana Roo, México. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Menke, K. H. and Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal ResearchDevelopment.* 28: 7 - 45.
- Palma, M. J. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14 (3): 95-104.

- Montaldo, H. H., Castillo-Juarez, H., Valencia-Posadas, M., Cienfuegos-Rivas, E.G., Ruiz-Lopez, F. J. 2010. Genetic and enviromental parameters for milk production, udder health, and fertility traits in Mexican Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. 93(5): 2166-2175
- Montaldo, H. H., Nuñez-Soto, S. G., Ruiz-López, F. J., Castillo-Juarez, H. 2009. Selection response for milk production in conventional production systems in México, using genetic evaluations of Holstein sires from Canada and the United States. *Journal of DairyScience*. 92 (10): 5270 - 5275
- Mosquera, R. L. J.; Robledo, M. D. y Asprilla, P. A. 2007 Diversidad Florística de dos zonas de bosque tropical húmedo en el municipio de Alto Baudó, Chocó-Colombia. *Acta biol. Colomb*. 12: 75-90
- Muchagata, M., Brown, K., 2003. Cows, colonists and trees: rethinking cattle and environmental degradation in Brazilian Amazonia. *Agriculturalsystems* 76, 797-816.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., Solorio, B. 2011. Native tres and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*. 261: 1654 - 1663
- Nair, P. K. R. 2011. Agroforestry Systems and Environmental Quality: Introduction. *Journal of Environmental Quality*. 40 special submission: 784 - 790
- Nair, P.K.R. 1997. Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, MX, Universidad Autónoma Chapingo. 543 pp
- Nair. V. D., Nair, P. K. R., Kalmbacher, R. S., Ezenwa, I. V. 2007. Reducing nutrient loss from farms trough silvopastoril practices in coarse-textured soils of Florida, USA. *Ecologicalengineering*. 29: 192 - 199
- Ochoa-Gaona, S., Kampichier, C., Jong, B. H. J., Hernandez, S., Geissen, V., Huerta, E. 2010. A multi criterion index for the evaluation of local tropical forest conditions in México. *Forest Ecology and Management*. 260 (5): 618-627
- Olivares-Pérez, J., Avilés-Nova, F., Albarrán-Portillo, B., Rojas-Hernández, S. y Castelán-

- Pelletier, N., Tyedmers, P., 2010. Forecasting potential global environmental costs of livestock production 2000-2050. PNAS October 4, 2010. doi:10.1073/pnas.1004659107
- Pérez, M. A.; Sotelo, M.; Ramírez, I.; López, A. y Siria, I. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguás y Rio blanco (Matagalpa, Nicaragua). *Ecosistemas* 15(3): 125-141
- Pérez, S. A. y Altamirano, C. J. R. 2008. La agroindustria rural y su contribución a la generación de fuentes de trabajo: el caso de las micro agroindustrias en Tlaxcala, México. *Memorias. IV Congreso Internacional de la Red SIAL*, 27-31 de Octubre. Mar del Plata, Argentina
- Petit, A. J., Casanova, L. F. y Solorio, S, F. J. 2009. Asociación de especies arbóreas forrajeras para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrientes. *Agricultura Técnica en México*, num. Enero-Marzo, pp. 107-116.
- Pinto, R.R., Gómez, H., Martínez, B., Hernández, A., Medina, F.J., Gutiérrez, R., Escoba, E., Vázquez, J. 2005. Árboles y arbustos forrajeros en el sur de México. *Pastos y Forrajes*, 28:87- 98.
- Porta, J., Lopez M y Roquero C. (2003). *Edafología para la agricultura y medio ambiente*. Ed. Mundi Prensa. 429 pp.
- Ramírez, A. L.; Ku, V. J. C. y Alayón, G. J. A. 2007. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción bovina de doble propósito. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 15(1): 251-264
- Ramírez-Restrepo, C.A. y Barry, T.N., 2005. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. *Anim. FeedSci. Tech.* 120: 179
- Rebollar, R. S., Rojo, R. R., Albarrán, P. B., González, R. F., Hernández, M. J., Avilés, N. F., González, A. J., Cardoso, J. D. (2007). Análisis del Mercadeo del Queso Refregado en el Suroeste del Estado de México. *Memorias del II Ciclo de Conferencias en Ciencia y Producción Animal: Bovinos leche*. Centro Universitario Temascaltepec. Universidad Autónoma del Estado de México, 2007. 29 y 30 de Noviembre 2007. 175-185 pp

- Ríos, A. J. 2007. Enfoques integrales de producción ganadera en la amazonia peruana. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 15(1): 234-240
- Rivas, L. y Holmann, F. 2002. Sistemas de doble propósito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América latina tropical. Memorias del I Simposio Internacional sobre Actualización en el Manejo de Ganado Bovino de doble propósito. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), Veracruz, México, 21 de Noviembre de 2002.
- Rodríguez, D. E. y Vega, T. S. 2002. Presencia y uso de los árboles para la ganadería en fincas típicas campesinas. Memorias del V Taller Internacional sobre la Utilización de los Sistemas Silvopastoriles para la Producción Animal. I Reunión Regional "Moreara: Planta Multipropósito". Varadero, Cuba, 30 de septiembre al 4 de Octubre del 2002.
- SAS, SAS/STAT. 1999. User's Guide: Statistics (Versión 8). Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc. Statistical Analysis System Institute
- SEMARNAT. 2000. NOM 021 RECNAT 2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación 23 de abril de 2003. Mexico D. F. 85 pp.
- SEMARNAT. 2009. Cruzada nacional por los bosques y el agua. (en línea). Consultada el 23 de Noviembre de 2009, disponible en: <http://cruzadabosquesagua.semarnat.gob.mx/ecosistemas.html>
- SIAP. Producción nacional. (en línea). Consultada el 23 de Noviembre de 2011, disponible en: <http://w4.siap.gob.mx/sispro/portales/pecuarios/lechebovino/situacion/descripcion.pdf>
- Solomon, D., Fritzsche, F., Tekaling, M., Lehmann J. y Zech W. 2002. Soil organic matter composition in the subhumid Ethiopian highlands as influenced by deforestation and agricultural management. Soil Soc. Am.J. 66: 68-82.



- Sosa, R. E. E.; Pérez, R. D.; Ortega, R. L. y Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *TécPecuMéc* 42 (2): 129-144
- Souza de Abreu, H. M.; Ibrahim, M. y Maning, W. 2003. Contributions of trees dispersed in pastures to livestock farms in Costa Rica. Conference on International Agricultural Research for Development. DeutscherTropentag, Göttingen, October 8-10, 2003, consultado el 07 de mayo de 2009 disponible en: [http://www.tropentag.de/2003/abstracts/links/Souza\\_de\\_Abreu\\_0Nc87Q90.pdf](http://www.tropentag.de/2003/abstracts/links/Souza_de_Abreu_0Nc87Q90.pdf)
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1997. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. 3a ed. McGraw-Hill, Nueva York.
- Suárez, D. H. y López, T. Q. 1996. La ganadería bovina productora de carne en México y su situación actual. (en línea) Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Consultada el 19 de Mayo de 2009, disponible en: <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/hermilo.pdf>
- Suárez, J.; Martínez, A.; Ibarra, S.; Blanco, F. y Machado, H. 2002. Factores que influyen en la difusión de los sistemas silvopastoriles en la ganadería. Memorias del V Taller Internacional sobre la Utilización de los Sistemas Silvopastoriles para la Producción Animal. I Reunión Regional "Moreara: Planta Multipropósito". Varadero, Cuba, 30 de septiembre al 4 de Octubre del 2002.
- Svenning, J. C. 2002. A review of natural vegetation openness in north-western Europe. *Biol. Conserv.* 104, 133–148.
- Theodorou M.K, B.A. Williams, M.S. Dhanoa, A.D.B. Mcallan. and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds, *Anim. Feed and Sci. Technol.*, 48: 185-197.
- Van Soest, P.J., Robertson, J. and Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. DairySci.* 74: 3583-3597.

- Velásquez, V. R. y Mora, D. J. 2008. Cobertura arbórea y herbácea en pasturas naturalizadas de fincas ganaderas del Trópico Seco de Nicaragua. *RevColombCiencPecu.* 21: 571-581
- Vilaboa, A. J.; Díaz, R. P.; Ruiz, R. O.; Platas, R. E. D.; González, M. S. y Juárez, L. F. 2009. Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.*10: 53-62
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Casasola, F., Ríos, N. y Sepúlveda, C. 2010. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. (En línea) Consultado el 24 de Noviembre de 2010. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A3825E/A3825E.PDF>
- Villanueva, C., Ibrahim, M., Harvey, C. y Esquivel, H. 2003. Tipologías de fincas con ganadería bovina y cobertura arbórea en pasturas en el trópico seco de Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas.* 10(39-40): 9-16
- Villarreal, H.; Álvarez, M.; Córdoba, S.; Escobar, F.; Fagua, G.; Gast, F.; T., Mendoza, H.; Ospina, M.; Umaña, A.M. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogota, Colombia; 2004. p. 71-85.
- Virgilio, M. V., Rogério, M. M., Matta, M. R., Pimenta, A. I. 2002. Manejo de la regeneración natural de especies arbóreas nativas para la formación de sistemas silvopastoriles en las zonas de bosques secos del sureste de Brasil. *Agroforestería en las Américas.* 9(33-34): 48-52
- Yamamoto, W., Dewi, A. P. y Ibrahim, M. 2007. Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle at the semi-humid old agricultural frontier in central Nicaragua. *AgriculturalSystems,* 94: 368 - 375
- Zamora, S., García, J., Bonilla, G., Aguilar, H., Harvey, C. A. y Ibrahim, M. 2001. ¿Cómo utilizar los frutos de Guanacaste (*Enterolobiumcyclocarpum*), guácimo

(Guazumaulmifolia), genízaro (Pithecellobiumsaman) y jícara (Crescentialata) en alimentación animal? Agroforestería en las Américas. 8(31): 45-49

## ANEXOS

### Anexo1. Encuesta para la caracterización y tipificación del sistema de producción bovino

#### I. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA EXPLOTACIÓN

CAMPAÑA \_\_\_\_\_ N° de encuesta \_\_\_\_\_

ENCUESTADOR \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

Titular de explotación \_\_\_\_\_ Estado Civil \_\_\_\_\_

Localidad \_\_\_\_\_ Municipio \_\_\_\_\_

Teléfono de contacto \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

**Tipo de Explotación:** 1) Familiar  2) Sociedad civil  3) S.A.T.

4) Cooperativa  5) Otra  \_\_\_\_\_ N° Socios \_\_\_\_\_

#### II. SUPERFICIES Y APROVECHAMIENTOS

##### 1. Régimen de tenencia de la Superficie Agrícola Útil (SAU)

Hectáreas	Total	Temporal	Riego	Costo
Total				
Propiedad				
Arrendamiento				
Otros _____				

##### 2. Situación de la explotación base (SAU)

1) Un municipio

2) Dos municipios  no has (1) \_\_\_\_\_ no has (2) \_\_\_\_\_

3) Otra  \_\_\_\_\_

##### 3. Parcelación

Número total de parcelas \_\_\_\_\_ Distancia al núcleo: < 2 Km \_\_\_\_\_

2-5 Km \_\_\_\_\_

> 5 Km \_\_\_\_\_

##### 4. Distribución de aprovechamientos

4.1 Cultivos agrícolas	Total	Temporal	Riego
Cebada			
Trigo			
Frutales			
Huerta			
Superficie sin sembrar más de dos años			
Otros _____			

4.2 Cultivos forrajeros	Total	Temporal	Riego
Alfalfa			
Ebo (Vicia sativa)			
Veza (Vicia villosa)-avena			
Maíz forrajero			
Praderas polifitas			
Otros _____			
_____			

4.3 Pastos	Total	Temporal	Riego	nº cort.	uni. prod.	peso
Prados-Paraderas de corte				_____	_____	_____
Prados-Praderas solo pastoreo						
Pastos con matorral						
Pastos con arbolado						
Otros _____						

Fertiliza? NO  SI  Que prados-praderas? \_\_\_\_\_ Tipo \_\_\_\_\_  
 Cantidad \_\_\_\_\_

4.4 Otras superficies SAU	Has
Monte forestal	
Improductivo	

4.5 Superficies ajenas a la explotación	Has	Costo/ animal – ha
Monte alto		
Arrendamientos temporales _____		

#### 5. Uso de monte alto y comunales

Número y tipo de animales: 1) Todo el hato  No. \_\_\_\_\_

2) Vacas y vaquillas  No. \_\_\_\_\_

3) Otros  No. \_\_\_\_\_

Fechas de utilización \_\_\_\_\_

Tipo de vigilancia \_\_\_\_\_

### III. ESTRUCTURA FAMILIAR Y MANO DE OBRA

1. Número de personas que viven en la casa: \_\_\_\_\_

Hijos: 1) < 12 años \_\_\_\_\_ 2) >12-18 años \_\_\_\_\_ 3) > 18 años \_\_\_\_\_

Esposa/ esposo \_\_\_\_\_ Abuelos \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_

**Si tiene hijos > 18 años.** Piensan continuar en la explotación 1) Si  0) No  2) NS/NC

#### 2. Trabajo en la explotación (agricultura / ganadería)

Familiar	Tipo de actividad	Dedicación completa	Dedicación parcial	
			Meses/ año	Horas/ día

#### 3. Trabajo fuera de la explotación

Familiar	Tipo de actividad	Dedicación completa	Dedicación parcial	
			Meses/ año	Horas/ día

#### 4. Mano de obra contratada

Familiar	Tipo de actividad	Salario	Contrato	
			Meses/ año	Horas/ día
Eventuales				
Fijos				
Otros				

#### IV. HATO

1. Ganado (N°)	Número		Compras		Ventas	
	Fecha actual	1 año antes	N°	Precio	N°	Precio
Vacas						
Toros						
Vaquillas Reemplazo						
Ternereras Reposición						
Terneros/ as pre-destete						
Terneros/ as engorda						

Si ha habido compras/ ventas: Habitualmente  Situación especial  \_\_\_\_\_

2. Razas	Raza 1 (N° / %)		Raza 2 (N° / %)		Raza 3 (N° / %)	
Vacas						
Toros						
Vaquillas Reposición						

3. Otras especies (N°)	Hembras	Reposición	Machos
Ovino			
Caprino			
Equino			
Porcino			
Aves			
Otros			

#### 4. Reposición del hato

Hembras: 1) Solo propia  2) Propia y Comprada  % del hato comprado \_\_\_\_\_

Machos: 1) Solo propios  2) Propio y comprado  3) Solo comprado

#### V. MANEJO REPRODUCTIVO, DEL TERNERO Y SANITARIO

##### 1. Sistema de cubrición

1) Monta Natural  Continua

Retira toros  Periodos con toro \_\_\_\_\_

2) I A  n° y tipo de animales \_\_\_\_\_ época \_\_\_\_\_

Realiza diagnóstico de gestación? SI  NO

Edad al primer parto \_\_\_\_\_

##### 2. Calendario de partos (número o % de partos por meses)

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

3. Índices reproductivos

Vacas muertas		Mortalidad (< 1 semana)	
Vacas vacías		Mortalidad hasta destete	
Abortos		Mortalidad post-destete	
Partos dobles		Mortalidad de reposición	
Total terneros nacidos		Terneros vendidos	

**Índices:** Habituales  Situación especial  \_\_\_\_\_

4. Manejo del ternero

Acceso a la madre                      Libre  Restringido     No. veces / día \_\_\_\_\_

Lactancia artificial                    NO  SI

Suministro de concentrado        NO  SI  Edad \_\_\_\_\_ Cantidad \_\_\_\_\_

Suministro de voluminoso        NO  SI  Edad \_\_\_\_\_ Cantidad \_\_\_\_\_

Pastoreo con la madre                NO  SI  Edad \_\_\_\_\_

Criterio destete:                        Edad  \_\_\_\_\_                      Peso  \_\_\_\_\_



5. Manejo sanitario

Vacunaciones sistemáticas: (vacuna, época)

Vacas		Terneros

Desparasitaciones sistemáticas: (tratamiento, época)

Vacas		Terneros

VI. PASTOREO Y ALIMENTACIÓN

1. Hato productivo (vacas madre y vaquillas)

Número de lotes de animales \_\_\_\_\_ Tipo de lotes \_\_\_\_\_

Lote 1.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PASTOREO

Periodo												
Tipo de pasto												

ESTABULACION

Volumen (tipo y Kg)												

Concentrado (tipo y Kg)												
rellenar si hay manejo diferenciado de (paridas)												

Lote 2.

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PASTOREO

Periodo												
Tipo de pasto												

ESTABULACION

Volumen (tipo y Kg)												
Concentrado (tipo y Kg)												

rellenar si hay manejo diferenciado de (paridas)													
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Suministro de minerales NO  SI  Tipo \_\_\_\_\_ Cantidad \_\_\_\_\_

2. Animales para engorda

Engorda de terneros: NO  SI   Individual  Asociación  Otros \_\_\_\_\_

Compra terneros para engordar? NO  SI  Origen \_\_\_\_\_ N° comprados \_\_\_\_\_

Alimentos utilizados paja  heno  cereales  concentrados compuestos

Procedencia alimentos: propios  adquiridos  ambos

Edad de venta \_\_\_\_\_ Peso Vivo \_\_\_\_\_ Peso canal \_\_\_\_\_

Meses de mayores ventas \_\_\_\_\_

Está acogido a alguna marca de calidad? NO  SI  % \_\_\_\_\_

VII. INSTALACIONES Y EQUIPO

1. Instalaciones ganaderas

	Año construcción	Costo	Subsidio
Corral 1			
Corral 2			
Corral 3			
Otros corrales para el ganado			
Almacenes			
Bodega para heno			
Fosa Purín (orina + líquido-estiércol)			
Silo			
Estercolero			
Sala de ordeño (plazas)			
Tanque refrigerador (Capacidad)			
Otros			

2. Maquinaria y equipo

	Año compra	Valor compra	Subsidio
Tractor 1			
Otros tractores			

Remolques _____			
Arados			
Cultivadora			
Rastra			
Subsuelo			
Rodillos			
Pala			
Rastrillo			
Empacadora			
Cargapacas			
Segadora			
Otros equipos			

## VIII. COMERCIALIZACIÓN DE PRODUCTOS Y OTROS INGRESOS

### 1. Productos

	Número / kg	Edad/Tipo	Precio	Comprador
Terneros				
Vacas desecho				
Terneras reemplazo				
Vaquillas/vacas para reemplazo				
Machos para reemplazo				
Leche				
Quesos				
Otros animales				
Corderos				
Otros productos				
Productos Agrícolas				
Trigo				
Cebada				
Alfalfa				
Heno (pacas-granel)				
Paja (pacas-granel)				
Otros				
Maíz				
Rastrojo				

2. Otros ingresos

Arriendos \_\_\_\_\_

Trabajo a terceros \_\_\_\_\_

Subsidios:

Tipo de subsidio	Numero de ha/ vacas/ monto o cantidad
Vacas madre	
Bovino macho	
Sacrificio	
Ovino/ Caprino	
Agrícola ha	
Agrícola ha	
Agrícola otras	
Otros subsidios _____	
_____	
_____	

## IX. COMPRAS Y GASTOS

### 1. Compras

	Tipo	Cantidad	Precio
Paja			
Forrajes			
Otros voluminosos			
Concentrados vacas			
Concentrados terneros			
Cebada			
Maíz			
Minerales			
Otros alimentos			
Semillas			
Fertilizantes			
Fitosanitarios			
Combustible			
Pequeño utillaje y otros			

2. Otros gastos

	Monto/cantidad		Monto/cantidad
Mantenimiento maquinaria		Luz	
Mantenimiento construcciones		Impuestos/ Contribución	
Seguros Maquinaria / Vehículos		Arriendos	
Ganado		SSA n° _____	
Cosechas		Salarios	
Edificios		Cuotas asociaciones	
Veterinario		Cuotas cooperativas	
I.A.		Gastos comercialización	
Gastos sanitarios		Otros	
Agua			

3. Gastos de financiación

Créditos actividad agroganadera NO  SI  Finalidad \_\_\_\_\_

Cantidad: \_\_\_\_\_ Fondo perdido \_\_\_\_\_ Fecha concesión \_\_\_\_\_

Duración amortización \_\_\_\_\_ Intereses anuales: \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Encuesta para determinar las especies vegetales

Encuesta 2. Árboles y arbustos, en la unidad de producción.

Nombre del productor. \_\_\_\_\_

Existen en su unidad productiva especies arbustivas que consuma el ganado

a) si \_\_\_\_\_ b) no \_\_\_\_\_

Cuál es el nombre con el que las conoce	Parte que consume el animal				Usos de los árboles											
															foliaje	fruto

Encuesta 2. Árboles y arbustos, en la unidad de producción.(continuación)

¿Donde consume el ganado las partes de los arboles?

a)Cam

po

b)Corr

al ¿Cuántos kg proporciona al día de: a)Hojas \_\_\_\_\_ b)Frutos \_\_\_\_\_

C)Am

bos ¿Cuántos kg proporciona al día de: a)Hojas \_\_\_\_\_ b)Frutos \_\_\_\_\_



¿Los forrajes arbóreos son sometidos a algún proceso antes de dárselos a los animales: **Si**

¿Cual?

a)Seco b)molido

s s c)picados d)otros No

¿Almacena hojas o frutos de los árboles para alimentar al ganado? **Si**

**No**

¿Cuál es la época del año en que utiliza los árboles como fuente de alimento para su ganado?

a)secas b)lluvias c)todo el año

¿Proporciona algún tipo de manejo a los árboles que tiene en sus unidades de producción?

**Si**

¿Cuál? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

No

¿Siembra árboles en su unidad de producción

(UP)?

**Si** ¿con que frecuencia? \_\_\_\_\_(meses) ¿Tipo de árboles? \_\_\_\_\_

No

En su UP los árboles y arbustos se encuentran distribuidos en:

Bancos de

Forraje ( )

Huerta ( )

Árboles frutales ( )

Árboles en cercas ( )

dispersos ( )

Árboles en callejones ( )

Árboles en monte ( )

Árboles dispersos en la pradera ( )

( )

A su consideración	
Beneficios de los árboles para su UP	Limitantes o problemas de los árboles en su UP

### Anexo 3. Constancias de presentaciones de trabajos orales



**Universidad Autónoma Chapingo**  
**Colegio de Postgraduados (Campus Puebla)**

Otorgan la presente **CONSTANCIA** al

**PONENTE**

**Arturo Ortiz Rodea**

Por su presentación de la ponencia "*Efecto de los sistemas de producción bovino de Zacazonapan sobre la diversidad vegetal de las Unidades de Producción (UP)*" en el

**XI Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria**

*"Por un desarrollo ganadero sustentable, generador de alimentos, ingresos y empleo"*

Chapingo, México: 21 y 22 de octubre de 2010

 _____ Dr. Aureliano Peña Lomeli Rector de la UACH	 _____ Dr. Filemón Parra Inzunza Director del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla
 _____ Lic. Alfonso Ramírez Cuellar Presidente Nacional de "El Barzón"	 _____ Ing. Beatriz A. Cavalletti Vázquez Coordinadora del Congreso



Otorgan la presente:

## CONSTANCIA

a **Arturo Ortiz Rodea**

por su valiosa participación como **PONENTE** en el **3er. Congreso Internacional y 12do. Congreso Nacional de Investigación Socioeconómica y Ambiental de la Producción Pecuaria.**

María del Carmen Trejo Rodríguez  
Secretaria de Desarrollo Rural

Pedro Mata Vázquez  
Director General del Consejo Estatal  
de Ciencia y Tecnología

Beatriz A. Cavallotti Vázquez  
Coordinadora General del Congreso



18, 19 y 20 de Mayo de 2011

Morelia, Michoacán



El Comité Organizador de las Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola Pesquera

Otorga la presente

# Constancia a:

**ORTIZ RODEA ARTURO, GARCÍA MARTÍNEZ ANASTACIO, ROJO RUBIO ROLANDO, AVILÉS NOVA FRANCISCA, GONZÁLEZ RONQUILLO MANUEL Y ALBARRÁN PORTILLO BENITO**

Por su participación con el trabajo:

**USO DE LA HOJA DE PAROTA (*Enterolobium cyclocarpum*) COMO FUENTE DE PROTEÍNA PARA LA ALIMENTACIÓN DE CABRITOS.**

Dr. Pedro Brajich Gallegos  
Presidente del Comité Organizador

**LEON**  
2011  
**GUANAJUATO**  
REUNIONES NACIONALES DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PECUARIA, AGRÍCOLA, FORESTAL Y ACUÍCOLA-PESQUERA

12 AL 14 DE OCTUBRE



*"Innovando para la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental"*



VI Reunión Nacional  
sobre **SISTEMAS AGRO y  
SILVOPASTORILES**

"Hacia una Ganadería sustentable"  
VERACRUZ 2012



COLPOS VER  
Grupo de Postgraduados Campus Veracruz



FMVZ - CDEGT



COMISIÓN NACIONAL FORESTAL



SEDARPA  
SECRETARÍA DE DESARROLLO  
AGROPECUARIO, RURAL,  
INDUSTRIAL Y VILLAS

FUNPROVER

Otorgan la presente  
**CONSTANCIA**

A: **ARTURO ORTIZ RODEA**

Como **PONENTE** del tema: "*Uso de la hoja de parota (*Enterolobium cyclocarpum*)  
como forraje alternativo, para las regiones tropicales y subtropicales*" en la

**VI Reunión Nacional sobre  
SISTEMAS AGRO y SILVOPASTORILES**

Realizada en el Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados.  
Del 11 al 14 de julio del 2012

Dr. Juan Lorenzo Reta Mendiola  
Director del Campus Veracruz

Dra. Silvia López Ortiz  
Presidenta del Comité Organizador





VI Reunión Nacional  
sobre **SISTEMAS AGRO y  
SILVOPASTORILES**

"Hacia una Ganadería sustentable"

VERACRUZ 2012



Otorgan la presente  
**CONSTANCIA**

**A: ARTURO ORTIZ RODEA**

Como **PONENTE** del tema: "*Sustentabilidad ecológica de los subsistemas  
de producción bovino de Zacazonapan*" en la

**VI Reunión Nacional sobre  
SISTEMAS AGRO y SILVOPASTORILES**

Realizada en el Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados.  
Del 11 al 14 de julio del 2012

Dr. Juan Lorenzo Reta Mendiola  
Director del Campus Veracruz

Dra. Silvia López Ortiz  
Presidenta del Comité Organizador