



# LA GANADERÍA EN CONDICIONES DE TRÓPICO SECO

El caso del sur del Estado de México, condiciones  
actuales y perspectivas de desarrollo

Anastacio **García Martínez**  
Benito **Albarrán Portillo**  
Samuel **Rebollar Rebollar**

*Coordinadores*



# **LA GANADERÍA EN CONDICIONES DE TRÓPICO SECO**

El caso del sur del Estado de México, condiciones  
actuales y perspectivas de desarrollo

coordinado por Anastacio García Martínez, Benito Albarrán Portillo y Samuel Rebollar Rebollar, fue impreso en marzo de 2018 en los talleres de Editorial CIGOME, S. A. de C. V., Vialidad Alfredo del Mazo núm. 1524, ex. Hacienda La Magdalena C. P. 50010, Toluca, México. Su edición consta de 300 ejemplares. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Bonobos Editores, S. de R.L. de C.V.

Coordinación editorial: Patricia Vega Villavicencio  
Corrección de estilo: Adso Eduardo Gutiérrez Espinoza  
Cuidado editorial: Cristina Mireles Arriaga

# LA GANADERÍA EN CONDICIONES DE TRÓPICO SECO

El caso del sur del Estado de México, condiciones  
actuales y perspectivas de desarrollo

Anastacio García Martínez  
Benito Albarrán Portillo  
Samuel Rebollar Rebollar

*Coordinadores*

1a edición, marzo de 2018

**ISBN: 978-607-422-922-6**

**ISBN versión digital: 978-607-422-921-9**

D. R. © Universidad Autónoma del Estado de México  
Instituto Literario núm. 100 ote.  
Centro, C.P. 50000,  
Toluca, Estado de México  
<http://www.uaemex.mx>

Este libro cuenta con el aval de dos pares externos.

El contenido de esta publicación es responsabilidad de los autores.

En cumplimiento del Reglamento de Acceso Abierto de la Universidad Autónoma del Estado de México, la versión digital de esta obra se pone a disposición del público en el repositorio de la UAEM (<http://ri.uaemex.mx>) para su uso en línea con fines académicos y no de lucro, por lo que se prohíbe la reproducción parcial o total, directa o indirecta del contenido de esta presentación impresa sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito de los editores, en términos de lo así previsto por la *Ley Federal del Derecho de Autor* y, en su caso, por los tratados internacionales aplicables.

Impreso y hecho en México

# ÍNDICE GENERAL

Presentación .....	17
--------------------	----

## SECCIÓN UNO

<b>Caracterización de unidades de producción de ganado bovino .....</b>	<b>19</b>
---	-----------

### **Capítulo 1**

Situación actual de la ganadería de bovinos en el municipio de Tejupilco .....	21
<i>Roberto Contreras Jaramillo, Benito Albarrán Portillo y Anastacio García Martínez</i>	

### **Capítulo 2**

Tipificación de unidades de producción de ganado bovino en Tejupilco, Estado de México .....	49
<i>Rocío Piedra Matías, Samuel Rebollar Rebollar y Anastacio García Martínez</i>	

### **Capítulo 3**

Tipología de unidades de producción de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya, Estado de México .....	73
<i>Graciela Hernández Dimas, Francisca Avilés Nova, Anastacio García Martínez</i>	

### **Capítulo 4**

Situación actual de los sistemas de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya .....	95
<i>Anastacio García Martínez y José Matilde Flores Cardoso</i>	

### **Capítulo 5**

Evaluación económica de la ganadería doble propósito en el municipio de Tlatlaya .....	125
<i>Jovel Vences Pérez, José Fernando Vázquez Armijo y Anastacio García Martínez</i>	

### **Capítulo 6**

Tipificación de unidades de producción de ganado bovino en el municipio de Amatepec, Estado de México .....	149
<i>Anastacio García Martínez, Adriana de Lizt Nájera Garduño y Rolando Rojo Rubio</i>	

### **Capítulo 7**

Caracterización socioeconómica de un sistema de producción de doble propósito del sur del Estado de México .....	167
<i>Benito Albarrán Portillo, Samuel Rebollar Rebollar y Anastacio García Martínez</i>	

## SECCIÓN DOS

<b>Estrategias de alimentación en unidades de producción de ganado bovino .....</b>	<b>183</b>
---	------------

### **Capítulo 8**

Caracterización nutricional de recursos forrajeros en el sur del Estado de México .....	185
<i>Benito Albarrán Portillo, Francisca Avilés Nova y Rolando Rojo Rubio</i>	

### **Capítulo 9**

Desarrollo de estrategias de suplementación para vacas en lactación en la época de secas en un sistema de doble propósito en Zacazonapan, Estado de México .....	203
<i>Benito Albarrán Portillo, Anastacio García Martínez y Carlos Manuel Arriaga Jordán</i>	

### **Capítulo 10**

Respuesta productiva y económica a la suplementación con concentrados en vacas lecheras en Zacazonapan, Estado de México .....	217
<i>Benito Albarrán Portillo, Rolando Rojo Rubio y Carlos Manuel Arriaga Jordán</i>	

### **Capítulo 11**

Composición botánica de la dieta, respuesta productiva y económica de vacas en pastoreo en la época de lluvias, en un hato de doble propósito en Zacazonapan, Estado de México .....	229
<i>Felisa Sarai Jiménez Peralta y Benito Albarrán Portillo</i>	

### **Capítulo 12**

Evaluación de la sostenibilidad en unidades de producción doble propósito durante la época de lluvias, en Zacazonapan, Estado de México .....	245
<i>Isela Guadalupe Salas Reyes, Carlos Manuel Arriaga Jordán y Benito Albarrán Portillo</i>	

### **Capítulo 13**

Sostenibilidad ecológica de los subsistemas de producción de ganado bovino de Zacazonapan .....	257
<i>Arturo Ortiz Rodea, Anastacio García Martínez y Benito Albarrán Portillo</i>	

## Índice de cuadros

### Sección 1. Caracterización de unidades de producción de ganado bovino

#### Capítulo 1. Situación actual de la ganadería de bovinos en el municipio de Tejupilco

Cuadro 1. Asociaciones ganaderas de Tejupilco incluidas en el tamaño de muestra .....	26
Cuadro 2. Estructura de los estratos obtenidos para la descripción de las UP ganaderas en la zona de estudio .....	26
Cuadro 3. Estructura familiar y principales indicadores de continuidad .....	27
Cuadro 4. Disponibilidad de mano de obra en las UP .....	28
Cuadro 5. Ha de superficie agrícola útil (SAU), uso y aprovechamiento del suelo .....	29
Cuadro 6. Distribución de la SAU disponible .....	30
Cuadro 7. Distribución e importancia de las principales razas de ganado bovino en la zona de estudio .....	32
Cuadro 8. Indicadores reproductivos en las UP analizadas .....	33
Cuadro 9. Tiempo de aprovechamiento de la superficie agrícola útil (SAU) .....	35
Cuadro 10. Indicadores del manejo de la superficie agrícola útil (SAU) .....	36
Cuadro 11. Ingreso total (IT) en las UP de ganado bovino (miles de pesos) .....	37
Cuadro 12. Costos totales en las UP de ganado bovino (miles de pesos) .....	39
Cuadro 13. Principales indicadores económicos en las UP de ganado bovino .....	40

#### Capítulo 2. Tipificación de unidades de producción de ganado bovino en Tejupilco, Estado de México

Cuadro 1. Variables utilizadas en la tipificación de los sistemas ganaderos .....	54
Cuadro 2. Factores obtenidos en el ACP y varianza total explicada .....	55
Cuadro 3. Coeficiente de correlación de las variables sobre los tres primeros factores .....	55
Cuadro 4. Características promedio de los grupos observados .....	59
Cuadro 5. Características promedio de los grupos observados. Variables que complementan la explicación de los grupos obtenidos del AC .....	60

#### Capítulo 3. Tipología de unidades de producción de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya, Estado de México

Cuadro 1. Variables utilizadas en la tipificación de los sistemas ganaderos .....	78
Cuadro 2. Factores obtenidos en el ACP y varianza total explicada .....	78

Cuadro 3. Coeficiente de correlación de las variables sobre los tres primeros factores .....	79
Cuadro 4. Características medias de los grupos de UP .....	81
Cuadro 5. Variables que complementan la explicación de las UP .....	83

#### **Capítulo 4. Situación actual de los sistemas de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya**

Cuadro 1. Ha de superficie agrícola útil, uso y aprovechamiento .....	101
Cuadro 2. Distribución de la SAU (ha) .....	102
Cuadro 3. Estructura de la familia .....	103
Cuadro 4. Disponibilidad de UTA .....	103
Cuadro 5. Tamaño y estructura del hato .....	105
Cuadro 6. Reposición del hato (%) .....	107
Cuadro 7. Razas de ganado (%) .....	109
Cuadro 8. Porcentaje de aprovechamiento de forrajes en diferentes zonas .....	110
Cuadro 9. Fertilización de forrajes .....	112
Cuadro 10. Ingresos por venta de animales (\$) .....	114
Cuadro 11. Principales costos promedio de la producción (\$) .....	116
Cuadro 12. Indicadores económicos de la UP .....	117

#### **Capítulo 5. Evaluación económica de la ganadería doble propósito en el municipio de Tlatlaya**

Cuadro 1. Superficie disponible y distribución de los aprovechamientos (ha) .....	129
Cuadro 2. Disponibilidad de mano de obra .....	131
Cuadro 3. Dimensión y estructura del hato .....	131
Cuadro 4. Indicadores del manejo del ganado en la UP .....	133
Cuadro 5. Relación macho-hembra en función de los animales nacidos .....	133
Cuadro 6. Estructura del hato de animales nacidos .....	134
Cuadro 7. Animales para la venta .....	134
Cuadro 8. Número de animales vendidos en las UP de estudio .....	135
Cuadro 9. Otros animales bovinos o productos vendidos en las UP en estudio .....	135
Cuadro 10. Distribución de los costos de producción (\$) en la UP .....	136
Cuadro 11. Precios unitarios de venta de animales y productos obtenidos en las unidades de producción .....	138
Cuadro 12. Estructura de los principales ingresos en las UP en estudio .....	139
Cuadro 13. Indicadores económicos de la UP .....	141

## **Capítulo 6. Tipificación de unidades de producción de ganado bovino en el municipio de Amatepec, Estado de México**

Cuadro 1. Factores obtenidos en el ACP y varianza total .....	155
Cuadro 2. Coeficiente de correlación de variables con los cuatro primeros factores .....	156
Cuadro 3. Medias de los grupos en el análisis de componentes principales .....	159
Cuadro 4. Medias de variables complementarias en la explicación de grupos .....	160

## **Capítulo 7. Caracterización socioeconómica de un sistema producción de doble en Zacazonapan, Estado de México**

Cuadro 1. Variables socioeconómicas de los productores intensivos de doble propósito .....	170
Cuadro 2. Recursos forrajeros de los productores intensivos de doble propósito de Zacazonapan .....	173
Cuadro 3. Estructura del hato productor intensivo de doble propósito de Zacazonapan .....	174
Cuadro 4. Concentrado de análisis económico de la diez unidades de producción .....	176
Cuadro 5. Proporción del costo de producción de litro de leche por rubro .....	178

## **Sección 2. Estrategias de alimentación en unidades de producción de ganado bovino**

### **Capítulo 8. Caracterización nutricional de recursos forrajeros en el sur del Estado de México**

Cuadro 1. Pastos identificados en Zacazonapan, Estado de México .....	190
Cuadro 2. Conocimiento de las especies vegetales reportadas por los productores y que se encuentran en sus UP .....	191
Cuadro 3. Composición química (% de MS) de hojarasca de <i>Quercus hintonii</i> y <i>Quercus glaucooides</i> , colectadas en el bosque del Rancho Universitario UAEM-Temascaltepec .....	193
Cuadro 4. Composición química (% de MS) del fruto (bellota) de <i>Quercus hintonii</i> , <i>Quercus glaucooides</i> y <i>Juniperus sp.</i> , colectados en el bosque del Rancho Universitario UAEM-Temascaltepec .....	194
Cuadro 5. Composición química del follaje de paróta ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> ) (g/kg MS) .....	195
Cuadro 6. Composición química (g/kg MS) promedio de praderas de Zacazonapan .....	197

Cuadro 7. Composición química de una pradera de pasto Mulato II ( <i>Brachiaria hibrido</i> ) asociado con alfalfa tropical (g/kg/MO) en la época de lluvias en Zacazonapan, Estado de México .....	197
---	-----

## **Capítulo 9. Desarrollo de estrategias de suplementación para vacas en lactación en la época de secas en un sistema de doble propósito en Zacazonapan, Estado de México**

Cuadro 1. Variables de respuesta animal a los suplementos con 10, 11 y 12% de proteína cruda .....	209
Cuadro 2. Efecto del periodo experimental (PE) sobre las variables de respuesta animal .....	210
Cuadro 3. Análisis económico de la producción de leche utilizando suplementos con tres niveles de proteína cruda en la época de secas .....	212
Cuadro 4. Estructura del costo de producción de un litro de leche .....	214

## **Capítulo 10. Respuesta productiva y económica a la suplementación con concentrados en vacas lecheras en Zacazonapan, Estado de México**

Cuadro 1. Respuesta productiva a los suplementos .....	223
Cuadro 2. Costos por concepto de alimentación por tipo de suplemento, mezcla del productor (MP) (140 g/kg proteína cruda), suplemento experimental (SE) (160 g/kg proteína cruda), y concentrado comercial (CC) (160 g/kg proteína cruda) .....	225

## **Capítulo 11. Composición botánica de la dieta, respuesta productiva y económica de vacas en pastoreo en la época de lluvias, en un hato de doble propósito en Zacazonapan, Estado de México**

Cuadro 1. Especies identificadas en el potrero, por periodo durante los meses de agosto, septiembre y octubre en Zacazonapan, Estado de México .....	235
Cuadro 2. Composición botánica del potrero y de la dieta de vacas lactantes en la época de lluvias (meses: agosto, septiembre y octubre) en Zacazonapan .....	237
Cuadro 3. Índice de preferencia de las especies que componen la dieta de vacas lactantes en pastoreo .....	238
Cuadro 4. Variables de respuesta animal: leche (kg/vaca/día), grasa y proteína en leche (g/kg), peso vivo (kg/vaca) y condición corporal (CC) a lo largo de la época de lluvias .....	238

Cuadro 5. Análisis económico, costos y retornos de producción de leche en la época de lluvias, en Zacazonapan, Estado de México, de un hato de 18 vacas en producción .....	239
Cuadro 6. Comparación de estructura de costos de producción de 1 kg de leche con un costo de \$2.82 .....	240

## **Capítulo 12. Evaluación de la sostenibilidad en unidades de producción doble propósito durante la época de lluvias, en Zacazonapan, Estado de México**

Cuadro 1. Puntaje promedio de la escala agroecológica de las 11 unidades de producción evaluadas .....	250
Cuadro 2. Puntaje promedio de la escala socioterritorial de las 11 UPDP evaluadas .....	251
Cuadro 3. Puntaje promedio de la escala económica de las 11 unidades de producción evaluadas .....	253
Cuadro 4. Desglose de conceptos de egresos de la UPDP evaluadas .....	253
Cuadro 5. Indicadores de rentabilidad de las UPDP evaluadas .....	254

## **Capítulo 13. Sostenibilidad ecológica de los subsistemas de producción bovino de Zacazonapan**

Cuadro 1. Pastos nativos e introducidos del municipio de Zacazonapan .....	260
Cuadro 2. Características de los suelos de los diferentes subsistemas de producción .....	262
Cuadro 3. Comparación de los suelos del municipio de Zacazonapan .....	264

## **Índice de figuras**

### **Sección 1. Caracterización de unidades de producción de ganado bovino**

#### **Capítulo 1. Situación actual de la ganadería de bovinos en el municipio de Tejupilco**

Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Tejupilco, Estado de México .....	25
Figura 2. Antigüedad de la UP y tiempo de los ganaderos en la actividad .....	28
Figura 3. Distribución de la mano de obra disponible en las UP estudiadas .....	29
Figura 4. Distribución y uso de la superficie agrícola útil (SAU) .....	30
Figura 5. Estructura del hato en promedio para cada estrato .....	31
Figura 6. Disponibilidad de unidades ganaderas totales (UGT) en la UP .....	31
Figura 7. Grado de especialización de las UP estudiadas .....	32

Figura 8. Distribución de partos en las diferentes épocas del año .....	34
Figura 9. Periodo de complementación y cantidad de concentrado ofrecido (kg/UGB/año) .....	35
Figura 10. Proporción y origen de los ingresos totales .....	37
Figura 11. Proporción de ingresos provenientes del ganado bovino .....	37
Figura 12. Proporción de ingresos provenientes de la venta de ganado .....	38
Figura 13. Importancia y distribución de los costos de producción en las UP .....	39
Figura 14. Relación entre ingresos y egresos .....	40
Figura 15. Ingreso unitario total por vaca .....	41
Figura 16. Ingreso total unitario ha de SAU .....	41
Figura 17. Ingreso unitario por unidad de mano de obra por año .....	41

## **Capítulo 2. Tipificación de unidades de producción de ganado bovino en Tejupilco, Estado de México**

Figura 1. Localización del municipio de Tejupilco .....	55
Figura 2. Representación de los tres primeros factores en el espacio rotado .....	57
Figura 3. Dendrograma del Análisis Clúster .....	57
Figura 4. Dimensión ganadera media en los grupos de explotaciones .....	60
Figura 5. Disponibilidad de mano de obra en los grupos de explotaciones .....	61
Figura 6. Importancia de la superficie destinada al pastoreo sobre la superficie forrajera .....	61
Figura 7. Ingreso total de la actividad .....	61
Figura 8. Carga ganadera por ha de superficie forrajera .....	62
Figura 9. Gasto en concentrado por vaca .....	62
Figura 10. Dimensión física de los grupos de explotaciones de ganado bovino .....	62
Figura 11. Disponibilidad de superficies en relación con la mano de obra .....	63
Figura 12. Ingresos de venta de leche, subproductos y otros ingresos .....	63

## **Capítulo 3. Tipología de unidades de producción de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya, Estado de México**

Figura 1. Localización del municipio de Tlatlaya .....	76
Figura 2. Dendrograma del Análisis Clúster para la clasificación de UP .....	80
Figura 3. Unidades de ganado bovino .....	84
Figura 4. Superficie agrícola útil .....	84
Figura 5. Gastos para la compra de concentrado por UGB .....	85
Figura 6. Proporción de superficie solo para pastoreo sobre SAU .....	85
Figura 7. Proporción de cultivos agrícolas sobre SAU .....	85

Figura 8. Importancia de terneros engordados sobre terneros propios .....	86
Figura 9. Carga ganadera .....	86
Figura 10. Importancia de ingreso por venta de leche entre ingreso total .....	86
Figura 11. Mano de obra total en la UP .....	87

#### **Capítulo 4. Situación actual de los sistemas de ganado bovino en el municipio de Tlatlaya**

Figura 1. Estructura de la Superficie Agrícola Útil .....	101
Figura 2. Régimen de tenencia de la Superficie Agrícola Útil .....	101
Figura 3. Disponibilidad de mano de obra .....	104
Figura 4. Continuidad de la Actividad en la UP .....	104
Figura 5. Edad a primer parto en los animales para reemplazo .....	106
Figura 6. Distribución de partos .....	106
Figura 7. Épocas de aplicación de vacunas .....	108
Figura 8. Periodo de suplementación y costos por compra de insumos externos .....	111
Figura 9. Utilización de superficies para el pastoreo de forraje (días) .....	111
Figura 10. Indicadores de manejo de las UP .....	113
Figura 11. Relación de los principales productos vendidos .....	115
Figura 12. Distribución de los principales costos de producción .....	116
Figura 13. Diferencia entre ingresos y costos de producción .....	117
Figura 14. Margen por UGB y SAU .....	118
Figura 15. Margen por UTA .....	118

#### **Capítulo 5. Evaluación económica de la ganadería doble propósito en el municipio de Tlatlaya**

Figura 1. Distribución de los aprovechamientos de la superficie agrícola útil .....	130
Figura 2. Estatus de la tenencia de la SAU .....	130
Figura 3. Distribución de la superficie para la alimentación del ganado .....	132
Figura 4. Estructura porcentual de costos de producción .....	137
Figura 5. Costo del alimento consumido por vaca .....	137
Figura 6. Importancia de los productos vendidos en las UP .....	139
Figura 7. Diferencia entre ingresos y costos de producción .....	140
Figura 8. Margen neto por unidad de trabajo por año .....	141
Figura 9. Margen neto por vaca por año .....	142
Figura 10. Margen neto por ha de SAU por año .....	142

## **Capítulo 6. Tipificación de unidades de producción de ganado bovino en el municipio de Amatepec, Estado de México**

Figura 1. Localización del municipio de Amatepec .....	154
Figura 2. Dendrograma del análisis clúster para la clasificación de UP .....	157
Figura 3. Margen Neto por grupo .....	161
Figura 4. Margen Bruto por vaca .....	161
Figura 5. Margen Bruto por ha de SAU .....	161
Figura 6. Margen Bruto por UTA .....	162

## **Capítulo 7. Caracterización socioeconómica de un sistema producción de doble en Zacazonapan, Estado de México**

Figura 1. Actividades económicas no agropecuarias desarrolladas por productores de Zacazonapan .....	171
--	-----

## **Sección 2. Estrategias de alimentación en unidades de producción de ganado bovino**

### **Capítulo 8. Caracterización nutricional de recursos forrajeros en el sur del Estado de México**

Figura 1. Composición botánica de praderas de Zacazonapan .....	196
---	-----

### **Capítulo 12. Evaluación de la sostenibilidad en unidades de producción doble propósito durante la época de lluvias, en Zacazonapan, Estado de México**

Figura 1. Cadena de comercialización de la leche producida por las UPDP .....	252
Figura 2. Puntaje de sostenibilidad de las UPDP evaluadas .....	254

### **Capítulo 13. Sostenibilidad ecológica de los subsistemas de producción bovino de Zacazonapan**

Figura 1. Distribución de la superficie de acuerdo con la orientación productiva .....	259
Figura 2. Índices de riqueza y diversidad vegetal por subsistema en el municipio de Zacazonapan .....	261

# Capítulo 13

## Sostenibilidad ecológica de los subsistemas de producción de ganado bovino de Zacazonapan

**Arturo Ortiz Rodea** / cacique\_eljefe@yahoo.com.mx  
**Anastacio García Martínez** / angama.agm@gmail.com  
**Benito Albarrán Portillo\*** / babpap@yahoo.com

*Centro Universitario UAEM Temascaltepec*

---

### Resumen

El objetivo del presente trabajo fue analizar los subsistemas de producción bovino de Zacazonapan, Estado de México, desde un enfoque ecológicamente sostenible. Mediante entrevistas semiestructuradas a ganaderos se determinó el conocimiento y uso de los árboles presentes en las unidades de producción (UP), también se realizaron recorridos en las áreas pastoriles (AP) siguiendo la metodología de muestreo de Gentry (1982) con la modificación del GEMA (1994). Con la información obtenida, se determinaron índices de diversidad (Shanon–Weinner y Simpson) y riqueza vegetal (Margalef y Menhinick). Adicionalmente, se evaluaron algunas características de los suelos (pH, Materia orgánica (MO), Textura, % de N y C) de las AP y de cultivo de las UP. Los ganaderos reportaron 22 especies útiles al ganadero, a la UP o al animal. El principal uso es como fuente de alimento para los animales, seguido de sombreaderos, y en tercer lugar como material para cercas. En lo que se refiere a los índices vegetales no se encontraron diferencias para riqueza ( $P > 0.05$ ) ni para diversidad ( $P > 0.05$ ) entre subsistema, el rango de valores fue: Margalef (3.6 a 4.7 teniendo como valor máximo de índice (VMI) 5), por parte Menhinick (1.1 a 1.7, VMI 3), Shanon-Weinner (2.7 a 3.5, VMI 5) y

---

\* Autor para correspondencia.

Simpson (0.7 a 0.9, VMI 1). Los suelos analizados mostraron pH moderadamente ácido (5.3 a 5.8), MO y C alto para productores de leche y productores tradicionales, y medio para productores de becerros y productores de carne; en cuanto a N los valores son clasificados como altos en todas las UP. Los resultados indican que los subsistemas de producción bovino de Zacazonapan no afectan la riqueza ni la diversidad vegetal; además los parámetros analizados de los suelos no muestran perturbaciones, lo cual sugiere que el sistema es ecológicamente sustentable.

**Palabras clave:** riqueza vegetal, diversidad vegetal, producción de bovinos, doble propósito.

## **Introducción**

Hasta hace algún tiempo el eje rector del sistema ganadero bovino se basaba en los niveles de producción (kg de carne y/o leche), dejando de lado aspectos ecológicos como conservación de recursos naturales, uso racional de insumos y bienestar animal, por mencionar algunos; sin embargo, es en 1987, con el informe Brundtland, cuando cuestiones como diversidad vegetal, estatus del suelo, aporte de nutrientes de especies nativas y efectos de la ganadería sobre la vegetación se vuelven parámetros determinantes para la permanencia del sistema a través del tiempo (WCED, 1987). Estudios previos realizados por Ortiz-Rodea *et al.* (2010) mostraron la presencia de cuatro diferentes subsistemas de producción en Zacazonapan, todos pertenecientes al doble propósito pero con distinta orientación productiva (OP): Leche (DPL), Carne (DPC), Becerros (DPB) y Tradicional (DPT). El objetivo de este trabajo fue determinar los índices de riqueza y diversidad vegetal, usos de los árboles presentes en las AP, prácticas de conservación, así como análisis de suelos de los subsistemas de producción bovino de Zacazonapan, que permitan determinar la sostenibilidad ecológica del sistema.

## **Antecedentes**

### *Localización de la zona de estudio y proceso de análisis*

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). La identificación de los subsistemas

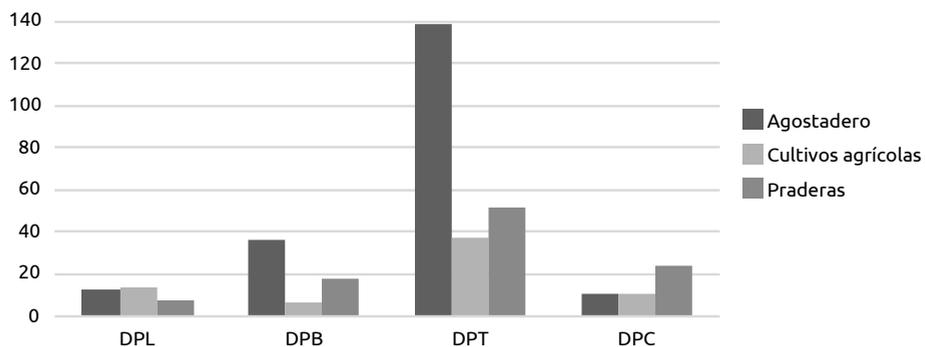
permitió realizar un muestreo estratificado (Hernández *et al.*, 2004). El tipo de UP susceptible se determinó mediante dos criterios: 1) estar registrado en alguna asociación ganadera, y 2) permitir la visita y recorrido en las AP de la UP.

A la muestra de productores participantes (Vilaboa *et al.*, 2009) se les aplicó una entrevista semiestructurada, relacionada con: aspectos generales, uso y aprovechamiento del suelo, uso y conocimiento de los árboles y arbustos, así como prácticas de regeneración y conservación de especies. Los recorridos en las AP se realizaron de acuerdo con la metodología de muestreo para plantas leñosas propuesto por Gentry (1982), modificado por el GEMA (2002) (Mosquera *et al.*, 2007). Mediante la información colectada se determinaron los índices de diversidad vegetal: Shanon-Weinner y Simpson, así como índices de riqueza: Margalef y Menhinick, y el índice de valor de importancia (IVI) (Basáñez *et al.*, 2008). Las muestras de suelos fueron colectados de acuerdo al muestreo sistemático por cuadrículas (Roberts y Henry, 2009), se determinó textura (Baoyocus), pH (potenciómetro), materia orgánica (Digestión con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y nitrógeno (Kjendhal), así como la relación Carbono: Nitrógeno; adicionalmente, se evaluaron los mismos parámetros en suelos agrícolas de cada UP estudiada.

### Sostenibilidad en unidades de producción. Resultados de investigación

Los datos colectados mostraron que el subsistema DPT son quienes mayor superficie tienen; por su parte, los DPL son los que menos superficie presentan (Figura 1). Asimismo, se observó que el uso que le dan varía dependiendo de la orientación productiva y el tamaño de la UP.

**Figura 1. Distribución de la superficie de acuerdo con la orientación productiva**



En cuanto al manejo de recursos naturales, los productores no llevan a cabo ninguna práctica de regeneración vegetal, ni de suelos; sin embargo, los árboles nuevos producto de la regeneración natural son cuidados para que puedan llegar a la etapa adulta. Además se observó que 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 1.

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

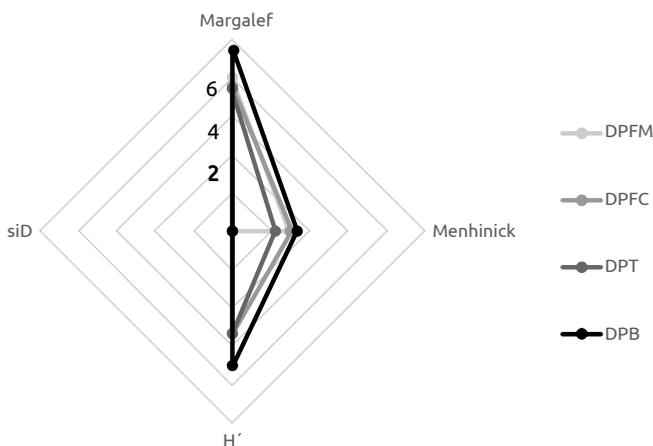
Nativos		Introducidos	
N. común	N. científico	N. común	N. científico
Zacatillo	<i>Brachiaria plataginea</i>	Estrella de África	<i>Cynodon plectostachyus</i>
Pata de gallina	<i>Eleusine indica</i>	Llanero	<i>Andropogon gayanus</i>
Gramma	<i>Paspalum conjugatum</i>	Chontalpo	<i>Brachiaria decumbens</i>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

La agricultura se lleva a cabo 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 agropastoril, donde una vez recogida la cosecha los animales entran a consumir los residuos forrajeros y el pasto.

En lo que se refiere al conocimiento de especies vegetales los ganaderos reconocen 22 especies dentro de sus UP, todas aportan algún beneficio, al productor, a la UP o al animal. El principal beneficio es que son consumidos por los animales, diferenciándose la parte preferida; sin embargo, son percibidos como fuente de alimento natural sin costo, ya que los animales lo consumen directamente en el potrero. El segundo uso de importancia es el de sombreaderos, y en tercer lugar el de material para cercas, ya sea en forma viva o muerta. La especie con mayor IVI fue *Ipomoea muruoides* (0.8) seguida de *Haematoxylon brasiletto* (0.7) y *Acacia farnesiana* (0.6); esta última fue la de mayor presencia, estando en 10 de 12 UP. Dicha leguminosa presenta potencial para ser incluida en la dieta animal (García *et al.*, 2009); no obstante, es una especie considerada por los productores como plaga debido a su alta capacidad de reproducción, por lo tanto se ve como un problema más que como una alternativa de alimentación.

Una vez analizados los índices de diversidad por subsistema, no se observó diferencia ni para riqueza ni para diversidad, siendo los valores obtenidos superiores al promedio de dichos índices (Figura 2).

**Figura 2. Índices de riqueza y diversidad vegetal por subsistema en el municipio de Zacazonapan**



Riqueza vegetal: Margalef y Menhinick, Diversidad vegetal: siD y H', siD: Índice de Simpson, H': Índice de Shanon-Weinner, Índice Max: valor máximo del índice.

Esto indica que no hay efectos negativos atribuibles al subsistema en los parámetros ecológicos analizados.

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

	DPL	DPC	DPT	DPB	EEM	P
Zonas pastoriles						
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	3.91a : 1	2.55 <sup>b</sup> : 1	4.80 <sup>a</sup> : 1	4.31 <sup>a</sup> : 1	0.16	0.01
Textura %						
Migajón arcilloso	40.0	23.3	60.0	26.7	-	-
Arcilloso	30.0	66.7	13.3	50.0	-	-
Franco	30.0	10.0	26.7	23.3	-	-
Zonas de cultivo agrícola						
Ph	5.81	5.14	5.56	5.35	0.19	0.65
MO (%)	4.85	6.03	11.32	3.18	1.56	0.31
C (%)	2.81	3.5	6.56	1.92	0.90	0.32
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
Textura %						
Migajón arcilloso	33.3	0.0	33.3	66.7	-	-
Arcilloso	0.0	100.0	33.3	33.3	-	-
Franco	66.7	0.0	33.3	0.0	-	-

MO: materia orgánica, C: carbono, N: Nitrogeno C:N; relación C, N. literales diferentes entre columnas indican diferencia p<0.01, donde a>b>c

Respecto a las características de suelos en el Cuadro 2, se observa que el pH es moderadamente ácido según Porta *et al.* (2003) para todos los subsistemas, encontrándose en un rango de 5.3 a 5.8. Esta condición se atribuye a la precipitación pluvial y la pendiente mediante el proceso de lixiviación; sin embargo otro factor que puede estar causando estos valores es el origen volcánico de los suelos (Foth, 1990).

En este sentido, los animales podrían favorecer el proceso de lixiviación cuando existe sobrepastoreo y el suelo pierde cobertura vegetal (Solomon *et al.*, 2002); pero éste no es el caso, ya que la cantidad de MO y C encontrada en los suelos de las zonas pastoriles son altas para DPL y DPT según la NOM-021 RECNAT (2000) (SEMARNAT, 2000); mientras que para DPB y DPC se considera medio. La considerable cantidad de materia orgánica puede ser originada por dos factores: 1) la cantidad de especies vegetales, las cuales, como se mencionó, son superiores a la media, y 2) el retorno de materia orgánica de los animales mediante las heces, ya que se encuentran en pastoreo continuo. En cuanto a N total los valores son altos NOM- 021 RECNAT 2000 (SEMARNAT, 2000) en todas las UP, la ganadería contribuye en buena medida con las deyecciones; sin embargo la presencia de N en los suelos resulta benéfico a la UP, porque este macronutriente es esencial para el desarrollo de las plantas.

Las AC presentaron valores medios de MO para DPC y DPT y bajos para DPL y DPC según la norma ya mencionada. Un factor que favorece estos valores es la labranza cero, la cual disminuye la pérdida de MO y cobertura vegetal (Porta *et al.*, 2003). Comparando los parámetros de suelo de las AP con las de cultivo (Cuadro 3) no existe diferencia para MO, pH y C ( $P=0.75$ , 0.1 y 0.1, respectivamente). No obstante, se observó diferencia en N total siendo mayor en las AP ( $P=0.01$ ); similar situación presentó la relación C:N, siendo menor para AC ( $P=0.01$ ). El menor valor de N se puede deber al aporte de N de las leguminosas nativas; en contraparte, las zonas de cultivo no reciben este beneficio debido al monocultivo.

**Cuadro 3. Comparación de los suelos del 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	0.0001

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

## Conclusiones

Los índices de diversidad y riqueza vegetal así como los parámetros analizados en los suelos indican que no hay efecto negativo atribuible al subsistema bovino en Zacazonapan, presentando valores superiores al promedio de dichos índices, lo cual indica que el sistema es ecológicamente sustentable.

## Referencias bibliográficas

- Basáñez, A. J., Alanís, J. L. y Badillo, E. (2008). Composición florística y estructura arbórea de la selva mediana subperennifolia del ejido "El Remolino", Papantla, Veracruz. *AIA*, 12(2): 3-21.
- 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. Disponible en: [http://www.e505local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM\\_mexico](http://www.e505local.gob.mx/wb2/ELOCAL/EMM_mexico). (consulta: 13 de noviembre de 2011).
- Foth, H. (1990). *Fundamentos de la ciencia del suelo*, New York: Continental, 380 pp.
- García-Martínez, A., Olaizola, A., y Bernués, A. (2009). "Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems", en *Animal*, 3:152-165.
- Gentry, A.H. (1982). "Neotropical Floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistice Climatic Fluctuations, or an accident of the Andean orogeny?", en *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 69: 557-593.

- Hernández, S. R.; Fernández, C. C., y Baptista, L. P. (2004). *Metodología de la investigación*, México: McGraw-Hill Interamericana, p. 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.
- Ortiz-Rodea, A.; García-Martínez, A.; Rojo, R. R.; Esparza, J. S. y Albarrán, P. B. (2010). "Caracterización socioeconómica del sistema de producción bovino de Zacazonapan, Estado de México", en Cavallotti, V. B. A.; Marcof, Á. C. F. y Ramírez, V. B., *Los grandes retos para la ganadería: Hambre, Pobreza y Crisis Ambiental*, México: Universidad Autónoma Chapingo, p. 433.
- Porta, J., López M y Roquero C. (2003). *Edafología para la agricultura y medio ambiente*, Mundi Prensa, 429 pp.
- Roberts, T. L. y Henry, J. L. 2009. "El muestreo de suelos: los beneficios de un buen trabajo", en *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 2003, México D.F., 85 pp.
- 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", en *Soil Soc. Am. J.*, 66: 68-82.
- 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", en *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 10, 53-626.
- WCED (1987). *Our Common Future*, New York: Oxford University Press, 383 pp.