



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

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

Caracterización de unidades de producción de ganado bovino	19
---	-----------

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

Estrategias de alimentación en unidades de producción de ganado bovino	183
---	------------

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 10

Respuesta productiva y económica a la suplementación con concentrados en vacas lecheras en Zacazonapan, Estado de México

Benito Albarrán Portillo* / bapbap@yahoo.com

Rolando Rojo Rubio / rrojor@uaemex.mx

*Instituto de Investigación en Ciencias Agropecuarias y Rurales.
Universidad Autónoma del Estado de México*

Carlos Manuel Arriaga Jordán / cmarriagaj@uaemex.mx

Centro Universitario UAEM Temascaltepec

Resumen

Se evaluó el efecto de tres tipos de concentrado con dos niveles de proteína cruda (PC) sobre rendimiento y composición de leche, nitrógeno ureico en leche (NUL), y viabilidad económica en vacas en lactación en la época de estiaje. Se utilizaron seis vacas Pardo Suizo en un arreglo de cuadro latino 3x3 repetido. El tratamiento control consistió en maíz-mazorca molida mezclada con concentrado comercial (50:50) usado tradicionalmente por los productores (MP) (140 g/kg de PC); los concentrados experimentales consistieron en el tratamiento MP, más 70 g/kg de pasta de soya (160 g/kg de PC) (SE), y concentrado comercial (CC) (160 g/kg de PC). No existieron efectos significativos ($P>0.05$) de los concentrados sobre ninguna de las variables de respuesta, teniendo promedios de 6.8 kg de leche vaca/día, contenido de grasa y proteína en leche de 20.8 y 31.0 g/kg, respectivamente. El peso vivo promedio fue 495 kg/vaca, y la calificación promedio de condición corporal fue de 1.5

puntos. El promedio de NUL para tratamientos fue de 25.1 mg/dl; existieron diferencias significativas para periodos experimentales. El costo de producción/kg de leche por uso de concentrados fue de 2.4, 2.6 y 2.9 MX \$/kg para MP, SE y CC, respectivamente. Se concluye que el concentrado del productor (140 g/kg PC) es el que generó menores costos de producción sin afectar los rendimientos productivos de las vacas; el uso de concentrados con niveles de 160 g/kg de PC no representa ventajas sobre los rendimientos de leche, pero sí reduce la viabilidad económica.

Palabras clave: suplementos, proteína cruda, nitrógeno ureico en leche, doble propósito.

Introducción

En la zona centro del país existen regiones subtropicales, donde hay una relevante producción de carne y leche. Tal es el caso del Estado de México, que destaca a nivel nacional por los importantes niveles de producción leche, ocupando el octavo lugar, y quinceavo en carne (SAGARPA, 2008). A nivel estatal, la región suroeste del estado contribuye de forma significativa a la producción de leche y carne de bovino. En esta región, Zacazonapan ocupa el primer lugar en producción de leche y segundo en carne (SAGARPA, 2008).

En general, el sistema de producción de Zacazonapan se clasifica como doble propósito. Los ingresos obtenidos por la venta de leche representan para las UP el 59% de los ingresos anuales, mientras que los ingresos por venta de becerros destetados representa 37% de los ingresos (Albarrán, 2008). El porcentaje restante corresponde a actividades complementarias como el comercio. Esto indica que la producción de leche es la actividad de mayor importancia económica para las UP en esta zona.

El sistema de alimentación en el municipio de Zacazonapan es determinado por la estacionalidad en la producción y disponibilidad de forrajes, teniendo dos épocas bien definidas: secas y lluvias. En la época de lluvias, los animales son suplementados solamente con sales minerales; por lo que el pastoreo representa la única fuente de alimentación para el ganado en este municipio.

Las praderas del municipio de Zacazonapan están dominadas por pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*), mientras que en los agostaderos los pastos nativos representan la base forrajera para el sistema de producción pecuario de este municipio.

Las principales desventajas que presentan los pastos tropicales introducidos (e.g. Pasto Estrella) son: baja productividad (7 t/ha/año) (Albarrán, 2008), baja digestibilidad (0.60) y bajos niveles de proteína cruda (120 – 150 g/kg/MS). Por otro lado, los pastos nativos presentan moderados niveles de proteína cruda (120 g/kg/MS), pero la producción de materia seca por ha-1 es baja (5.0 t/ha/año). Estos factores representan una limitante para incrementar los niveles de producción en este tipo de sistemas, y en general en los sistemas de doble propósito del país (Enríquez, 2003).

Por otro lado, en la época de secas (inicia en diciembre y se prolonga hasta mediados de junio), el pasto disponible en los potreros es escaso y de mala calidad, por eso los productores tienen la necesidad de suplementar concentrados a las vacas en lactación en cantidades que oscilan entre 4 y 9 kg vaca/día. El suplemento se compone de una mezcla de 50% de mazorca de maíz molida (producido dentro de la UP, incluye hoja, grano y olote), y 50% de concentrado comercial (16% PC) (Albarrán, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue comparar la respuesta productiva y económica del uso de un concentrado comercial (CC) (160 g/kg de proteína cruda), comparado con una mezcla de 50% de CC y 50% de maíz-mazorca, mezcla del productor (MP) (140 g/kg de proteína cruda), y la misma mezcla del productor más la adición de 70 g de pasta de soya (SE) (160 g/kg de proteína cruda).

Antecedentes

Localización de la zona de estudio y muestra

El ensayo de suplementación se realizó en el municipio de Zacazonapan, localizado en el sureste del Estado de México; destaca como una importante zona productora de leche y carne, con un clima subtropical. Se ubica en los paralelos 19° 00' 17" y 19° 16' 17" de latitud Norte y del meridiano 100° 12' 55" al 100° 18' 13" de longitud Oeste, y tiene una altura de 1.470 m.s.n.m.

Se seleccionó una UP que contará con un mínimo de seis vacas dentro del primer tercio de lactación, y que fueran homogéneas en cuanto al número de parto, peso y condición corporal.

Se utilizó un cuadro latino 3x3 repetido dos veces con seis vacas Pardo Suizo, con 3 periodos experimentales (PE) (21 días/PE). El nivel de suplementación de 5 kg/vaca/d¹ fue determinado por el productor participante en

función de la disponibilidad de forraje presente en los potreros, del nivel de producción de leche, así como en su peso y condición corporal.

Las variables de respuesta fueron producción (kg/vaca/d⁻¹) y composición de leche (grasa, proteína g/kg), nitrógeno ureico en leche (NUL) (mg/dl), peso vivo (kg) y condición corporal. Se realizó un análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del programa SAS.

Se probaron tres tratamientos: la mezcla ocupada por el productor (MP), la cual consta de 500 g/kg de maíz-mazorca molida con 500 g/kg de concentrado comercial, lo cual aportó 140 g/kg de PC. La mazorca molida es producida dentro de la UP participante, así como para el resto de las unidades de producción de Zacazonapan. El suplemento experimental (SE) se basó en 465 g/kg de maíz-mazorca con 465 g/kg de concentrado comercial, más 70 g/kg de pasta de soya, lo cual aportó 160 g/kg de PC. El tercer suplemento consistió en concentrado comercial (CC) de la marca Purina ® que el productor usaba en ese momento, el cual, de acuerdo con la etiqueta, debería contener 180 g/kg de PC, cuando en realidad contenía únicamente 160 g/kg de PC.

El maíz-mazorca utilizado en la mezcla del productor y en el tratamiento SE fue producido en la UP, por lo que no se hicieron erogaciones en efectivo para su uso. Sin embargo, para efectos del análisis económico, se le dio un costo de oportunidad de \$2.5, que era el precio por el cual se podía conseguir en el mercado.

Los tres tipos de concentrado se proporcionaron a las vacas de acuerdo al manejo tradicional del productor que consiste en ofrecer el 100% del suplemento durante la ordeña (por la mañana).

Se estimó el costo de producción por litro de leche para cada tratamiento mediante el análisis de presupuestos parciales (Dillon y Hardaker, 1993).

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza con un nivel de significancia de 5%, ocupando el procedimiento GLM del SAS. La comparación entre medias de tratamientos se llevó a cabo con la prueba de Tukey. El modelo estadístico utilizado fue: $Y_{ijkl} = \mu + C_i + V_{(ij)} + Tx_k + PE_l + Tx_k * PE_l + e_{ijkl}$

donde: Y_{ijk} = variable dependiente (producción de leche, contenido de grasa y proteína (g/kg), peso vivo, condición corporal y nitrógeno ureico en leche), μ = media general del cuadrado mínimo, C_i = efecto de cuadro ($i = 1$ y 2); $V_{(ij)}$ = vaca dentro de cuadro ($ij = 1, 2$ y 3); Tx_k = Tratamiento ($k =$ Tratamiento MP, SE y CC); PE_l = Periodo experimental ($k = 1, 2$ y 3), $PE_l * Tx_k$ = Interacción tratamiento periodo experimental, y e_{ijklm} = término aleatorio del error.

Características de la unidad de producción

La UP se caracteriza por mantener entre 15 y 18 vacas en producción, y alrededor de 18 vacas secas, 22 becerros y 30 terneras y 2 sementales.

Cuenta con una superficie propia de 80 ha, de las cuales 50 ha se destinan para praderas dominadas por pasto Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*) (introducido), y pastos nativos como *Paspalum notatum* y *Axonopus compressus*, otra parte para el cultivo de maíz (30 ha), y en menor medida renta de la tierra para cultivo de caña (2 ha).

El cultivo de maíz se realiza en la forma de mediería, la cual consiste en que el productor pone la tierra y fertilizante, mientras que el “mediero” cubre los gastos de siembra, semilla, labores de mantenimiento y cosecha. El producto de la cosecha se divide en partes iguales entre el productor y el mediero. Este maíz es destinado para la alimentación del hato lechero en la época de secas.

En 2009, Esparza determinó el costo de producción por litro de leche en la época de secas en el municipio de Zacazonapan mediante el seguimiento mensual durante un año a 10 unidades de producción; reportando un costo para la época de secas de \$4.40, siendo mayor al precio por litro pagado en ese entonces al productor que era de \$4.00. El costo de producción en la época de lluvias fue de \$2.53.

De los costos totales de producción, los rubros mano de obra y concentrados representaron el 44 y 42%, respectivamente. Si bien es cierto que la mano de obra es el componente que constituye la mayor proporción del costo total de producción, al ser ésta primordialmente familiar, no se hacen erogaciones en efectivo semanal o quincenal. Es decir, los productores o miembros de la familia que participan en la producción no reciben un sueldo, sino que se benefician de las ganancias de la UP (Arriaga, 2006). Esto convierte a los concentrados en el principal componente de los costos de producción.

Uso de suplementos en la época de secas

En la época de lluvias (julio-noviembre), la alimentación de la totalidad del ganado consiste exclusivamente en el pastoreo de praderas dominadas por pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). La suplementación de minerales en general se resume en ofrecer a los animales “sal costeña”, que básicamente es cloruro de sodio, y en pocos casos minerales de marcas comerciales. Las praderas no reciben fertilización en absoluto.

Durante la época de secas (diciembre-junio), y ante la disminución en la cantidad y calidad de pasto disponible en los potreros, los productores se ven en la necesidad de suplementar a sus animales con una mezcla de maíz-mazorca, producida dentro de la UP, con concentrado comercial (18% de proteína cruda), en una relación 50:50.

Resultados de laboratorio muestran que el contenido de proteína cruda del concentrado comercial no cumple con lo indicado en la etiqueta, conteniendo 16% de PC, en lugar de 18%. Por otro lado, existe amplia información en la literatura que indica que los requerimientos de PC de vacas lecheras en la primera mitad de la lactación son de 16% de PC/kg/materia seca. Por lo tanto, basado en lo anterior, los productores podrían disminuir sus costos de producción comprando concentrado comercial del 16% de PC en lugar de 18%.

Al hacer la mezcla del maíz-mazorca con concentrado comercial etiquetado como de 18% de contenido de PC, el productor no consideraba que el contenido de PC de la mezcla final disminuía al 14%. Por otro lado, el concentrado comercial etiquetado como de 18%, en realidad contenía 16.49% de PC. Es decir, no cumplía con lo establecido en la etiqueta.

Respuesta productiva y análisis económico. Resultados de investigación

Respuesta a la suplementación

No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), entre tratamientos ni entre periodos experimentales para las variables de respuesta producción de leche (kg/vaca/día), teniendo como promedios de producción 6.67 (MP), 6.65 (CE) y 6.86 kg/vaca/d⁻¹ (CC). Para periodos, los promedios fueron 6.35, 6.55 y 7.27 kg/vaca d⁻¹, periodos 1, 2 y 3, respectivamente.

Los contenidos de grasa en la leche para los tratamientos fue: 17.37, 31.96 y 27.89 g/kg para MP, CE y CC, respectivamente, por eso no resultaron diferentes. Mientras que para los periodos los promedios fueron 35.00, 18.36 y 23.86 g/kg, periodos 1, 2 y 3, respectivamente. En general, los contenidos de grasa son bajos y existe una importante variación entre periodos, aunque no se encontraron diferencias significativas por el modelo, debido posiblemente a un bajo número de unidades experimentales. Es probable que los bajos niveles de grasa en leche se deba a la falta de forraje en la dieta de los animales.

Cuadro 1. Respuesta productiva a los suplementos

Tratamientos	MP	SE	CC
Leche (kg/día)	6.67	6.65	6.86
Grasa (g/kg)	19.25	31.75	23.83
Proteína (g/kg)	31.32	30.66	31.05
Nitrógeno ureico en leche (mg/dl)	24.40 ^a	18.65 ^b	20.83 ^a
Peso vivo (g/kg)	502	490	491
Condición corporal	1.5	1.75	1.5

NS= $P>0.05$; Diferentes literales en columnas $P<0.01$.

Los contenidos de proteína fueron 31.27, 30.81 y 30.96 g/kg/ para MP, CE y CC, respectivamente, mientras que para periodos experimentales los promedios fueron 31.50, 31.96 y 29.58, para periodos 1, 2 y 3, respectivamente. En general, los valores de proteína se encuentran dentro de los parámetros reportados en la literatura.

No se observaron diferencias significativas ($P>0.05$), debido al tipo de suplemento recibido. Los promedios de peso vivo para los tratamientos fueron 508, 500 y 496.41 kg/vaca, para MP, SE y CC, respectivamente. Para periodos experimentales los promedios fueron 491, 505 y 509, periodos 1, 2 y 3, respectivamente. La condición corporal se mantuvo sin cambio para tratamientos y para periodos experimentales en 1.75.

Nitrógeno ureico en leche

Para la variable de respuesta nitrógeno ureico en leche (NUL) sí existieron diferencias altamente significativas ($P<0.01$), teniendo valores promedio de: 24.40 18.65 y 20.83 (mg/dl) para los tratamientos MP, SE y CC, respectivamente. En este sentido, McCormick *et al.* (2001) y Chapa *et al.* (2001) señalan que niveles superiores a 25 mg/dl de leche pueden indicar un exceso de proteína en la ración, así como una utilización ineficiente de la energía.

En el caso del presente experimento, el tratamiento con mayor NUL fue la mezcla del productor, la cual contenía 140 g/kg de PC por kg de materia seca (MS); en tanto, los suplementos que contenían 160 g/kg de PC por kg de

MS registraron una menor cantidad de NUL. Estadísticamente el tratamiento SE que contenía 7% pasta de soya fue el tratamiento que registró un menor nivel de NUL, siendo significativa la diferencia. Por el momento es difícil poder explicar dichas diferencias; se encuentran en proceso determinaciones de nitrógeno en sangre y orina que permitan, por un lado, corroborar los niveles de NUL (existe una correlación de 80% entre NUL y nitrógeno en sangre), y por otro, deberán aportar elementos que permitan dilucidar el efecto de la PC de los suplementos sobre los rendimientos de leche, así como sobre la excreción de nitrógeno al medio ambiente vía orina y heces.

Hasta hace relativamente poco tiempo se tenía la idea de que una forma de maximizar la eficiencia productiva y económica de la producción de leche era a través de dietas altas en PC (niveles de 180 g/kg de MS, e incluso mayores). Actualmente, el nivel de PC en dietas comerciales para vacas altas productoras es de 180 g/kg de materia seca (MS) (Law *et al.*, 2009). Sin embargo, reportes anteriores sugieren que niveles de PC en la dieta más allá de 167 g/kg de MS no ofrecen ningún beneficio en términos de incrementos en los rendimientos de leche o sus componentes (Broderick, 2003). Estas recomendaciones no han sido tomadas en cuenta por productores o técnicos agropecuarios, de tal forma que hoy en día a nivel campo se siguen balanceando dietas para ganado lechero, independientemente de sus niveles productivos en 180 g/kg/MS de PC.

Desde la perspectiva medioambiental, entre el 0.65 y 0.75 del nitrógeno consumido por el ganado lechero es excretado vía orina y heces (Chase, 1994; Yan *et al.*, 2006). Este último trabajo demuestra que la excreción de nitrógeno en estiércol está altamente correlacionado con el consumo de nitrógeno en la dieta, y por lo tanto, la reducción de nitrógeno en las dietas del ganado lechero es un factor clave para reducir la excreción de nitrógeno al medioambiente.

Desde el punto de vista económico, el ingrediente más caro en las raciones de las vacas lecheras es la proteína; por eso, poder desarrollar suplementos para ganado lechero con menores niveles de PC –que no afecten los rendimientos productivos de los animales– permitirá disminuir costos de producción, así como disminuir o limitar el impacto que tiene la producción animal en el medioambiente, teniendo sistemas de producción pecuarios más sustentables.

Análisis económico

Para realizar el análisis económico sólo se tomaron en cuenta los costos de producción por concepto de alimentación, debido a que dentro de los costos totales de producción en la actividad pecuaria, y en especial en la producción de leche, son los costos de alimentación los que más impactan la rentabilidad de este tipo de sistemas (Albarrán, 2001).

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)

Tratamientos	MP	SE	CC
Costo por kg de alimento	3.25	3.44	4.00
Costo total de alimentación	6,152.90	6,506.33	7,560.00
kg leche producida	2,522.58	2,514.23	2,595.64
Precio de venta/kg de leche	5.00	5.00	5.00
Total de retornos en efectivo	12,612.91	12,571.13	12,978.22
Total de gastos en efectivo	6,152.90	6,506.33	7,560.00
Margen neto	6,460.01	6,064.80	5,418.22
Costo de producción/kg de leche	2.44	2.59	2.91
Margen/kg leche	2.56	2.41	2.09

Fuente: Elaboración propia con datos de campo, 2010.

El tratamiento que registró la mayor producción de leche fue CC, con un total de 2,595.64 kg; no obstante, fue el que representó mayores gastos en efectivo, \$7,560.00 por concepto de la compra de concentrado, representando una diferencia de \$1,407.1 respecto del tratamiento con menores costos (MP).

El tratamiento MP fue el que registró menores costos de producción (\$2.44), mientras que el tratamiento CC registró el costo de producción más alto (\$2.91). Por lo tanto, el margen de ganancia por kg de leche más favorable para el tratamiento MP con \$2,56, teniendo en segundo lugar al tratamiento SE (\$2.41), seguido por el tratamiento CC (\$2.09).

El suplemento utilizado normalmente por el productor resultó ser el más eficiente en términos económicos.

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se llevó a cabo el estudio, no existen ventajas productivas en usar mayores contenidos de proteína cruda (140 vs 160 g/kg de materia seca) en los suplementos para vacas en el primer tercio de lactación en sistemas de producción de doble propósito.

El suplemento que contenía 70 g/kg de pasta de soya por kg de materia seca fue el que registró menores niveles de nitrógeno ureico en leche, por eso es posible que la excreción de nitrógeno vía orina y heces pueda ser menor, limitando el impacto ambiental de este tipo de sistemas.

El suplemento utilizado por el productor resultó ser el de menor costo de producción por concepto de alimentación \$2.44.

Consideraciones finales

Una de las razones de la realización del presente experimento fue la de determinar si existían diferencias productivas dependiendo del tipo de suplemento. Originalmente se había planteado que el suplemento experimental estuviera compuesto por 80% de maíz (que es producido dentro de la UP), y 20% de pasta de soya como una fuente de proteína de buena calidad, con la finalidad de determinar si fuentes de proteína de buena calidad tenían un efecto positivo sobre los rendimientos de leche. Otra de las razones, el segundo más importante objetivo, era el de utilizar la pasta de soya como una manera de reducir la dependencia que tienen los productores, principalmente de concentrados comerciales en la alimentación de sus vacas en lactación.

De esta forma, en lugar de depender de 50% de concentrados comerciales para cubrir las necesidades de suplemento de sus vacas (como es el caso actual de los productores de Zacazonapan), los productores sólo dependerían en 20% por concepto de la compra de pasta de soya.

Desafortunadamente, dos de las seis vacas disponibles para el experimento de suplementación no aceptaron el suplemento planteado originalmente a base de 80% de maíz y 20% de pasta de soya; por lo tanto, se debieron hacer ajustes: el suplemento experimental se basó en la mezcla que hace el productor más 70 gr de pasta de soya.

Este suplemento experimental tuvo los mismos rendimientos productivos que los otros suplementos, con la salvedad de ser el tratamiento que menores niveles de nitrógeno ureico en leche registró (especulamos que se debe a la fuente de proteína de buena calidad); por lo tanto, hay posibilidades de seguir experimentando con fuentes de proteína como la pasta de soya en niveles menores a los utilizados en este experimento (< a 140 g/kg), que permitan obtener aceptables rendimientos productivos a menores costos, reduciendo las excreciones de nitrógeno vía orina y heces al ambiente.

Referencias bibliográficas

- Albarrán P, B. (2001). "Evaluación de la inclusión de ensilado de maíz y alimento concentrado en la alimentación de vacas lecheras en pastoreo en sistemas de producción de leche en pequeña escala en el Valle de Toluca, México", Tesis de Maestría, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Albarrán P., B. (2008). "Caracterización del sistema de producción de leche en Zacazonapan, Estado de México", Informe final, Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados (SYEA), Universidad Autónoma del Estado de México.
- Arriaga J.C.M., Espinoza O.A., Albarrán P.B., García M.A., Ruiz A.M., Heredia N.D., Guadarrama E.J., y Castelán O.O. (2006). "Desempeño económico de estrategias de alimentación de ganado lechero en sistemas campesinos del altiplano central de México", en Cavallotti V., B.A., Hernández M., M., y Ramírez (eds.), *Ganadería, Desarrollo Sustentable y Combate a la Pobreza: Los grandes Retos*, 7ª Reunión Nacional, Universidad Autónoma Chapingo.
- Broderick, G. A. (2003). "Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows", en *J. Dairy Sci*, 86:1370-1381.
- Chapa, A.M.; McCormick, M.E.; Fernández, J. M.; Freuch, D.D.; Ward, J.D.; Beatty, J.F. (2001). "Supplemental dietary protein for grazing dairy cows: reproduction, condition loss, plasma metabolites and insulin", en *J. Dairy Sci*. 84(4): 908-916.
- Chase, L. E. (1994). *Environmental considerations in developing dairy rations*. Pages 56-62 in Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Rochester, NY. Cornell Univ., Ithaca, NY.
- Dillon J.L., Hardaker B.J. (1993). *Farm management research for small farmer development*, FAO.
- East of Scotland College of Agriculture (ESCA) (1976). *Condition score of cattle*. Bulletin No.6.

- Esparza, J., S. (2009). "Análisis de costos de producción y rentabilidad de la leche-ría de doble propósito en el municipio de Zacazonapan, Estado de México", Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Zootecnista, Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México.
- R. A. Law., F. J. Young, D. C. Patterson, D. J. Kilpatrick, † A. R. G. Wylie, † and C. S. Mayne. (2009). *Effect of dietary protein content on the fertility of dairy cows during early and mid lactation*.
- SAGARPA (2008). Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). www.siap.sagarpa.gob.mx
- SAGARPA (2008). *Situación actual y perspectivas de la producción de leche de bovino en México*, Coordinación General de Ganadería.
- SIAP-SAGARPA (2008). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Naturales, Pesca y Alimentación. Disponible www.siap.com
- Yan, T., J. P. Frost, R. E. Agnew, R. C. Binnie, and C. S. Mayne (2006). "Relationships among manure nitrogen output and dietary and animal factors in lactating dairy cows", en *J. Dairy Sci*, 89:3981-3991.