

TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS CAMPESINOS DE PRODUCCIÓN DE LECHE DEL SUR DEL ESTADO DE MÉXICO

Typification of smallholder dairy systems in the south of the state of Mexico.

Patricia Hernández Morales, Julieta Gertrudis Estrada-Flores, Francisca Avilés-Nova, Gilberto Yong-Angel, Felipe López-González, Alejandra Donají Solís-Méndez, Octavio A. Castelán-Ortega [✉](mailto:)

(PHM) (JGEF) (FAN) (GYA) (ELG) (ADSM) (OACO) Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. oaco2002@yahoo.com.mx
Instituto Literario No. 100, colonia Centro.
C.P. 50000, Toluca, México.

Artículo recibido: 08 de julio de 2009, **aceptado:** 06 de febrero de 2013

RESUMEN. La producción de leche en México se desarrolla en condiciones heterogéneas, desde el punto de vista tecnológico, socioeconómico, y de las explotaciones. El objetivo de este estudio fue tipificar los sistemas campesinos de producción de leche (SCPL) del municipio de Tejupilco en el sur del Estado de México. Se aplicaron encuestas considerando variables productivas, sociales y económicas en 50 unidades campesinas productoras de leche. El análisis estadístico de los resultados se realizó por medio de análisis de factores y un análisis conglomerados. Se obtuvieron tres factores que explican el 67 % de la variación total. El análisis de conglomerados identificó cuatro grupos de productores, los cuales presentan diferencias en volumen de producción de leche, tamaño de la unidad de producción y número de vacas. El análisis económico mostró que 60 % de los costos de producción se debe a la compra de alimento concentrado para las vacas. La fuente principal de ingresos es la venta de leche en los cuatro grupos. Finalmente, se concluye que el grupo 1 es el más eficiente en el uso de sus recursos para la producción, mientras que los grupos 2 y 3, a pesar de tener más tierra y animales, son menos eficientes desde el punto de vista económico.

Palabras clave: Sistemas campesinos, producción de leche, análisis de factores, análisis de conglomerados

ABSTRACT. Milk production in Mexico takes place under heterogeneous conditions, from a technological and socio-economical focus, and also responds to the location of the farms. The purpose of this study was to typify the smallholder milk production systems in the Tejupilco municipality in the south of the state of Mexico. Surveys were applied considering productive, social and economic variables to 50 smallholder milk producing farmers. Statistical analyses of the results were performed using a factor analysis and a cluster analysis. Three factors were obtained which explained 67 % of the total variation. The cluster analysis identified four groups of farmers that are different in terms of milk production, size of the plot and number of cows. The economic analysis showed that 60 % of the cost of production is associated with the purchase of concentrated cow feed. The main source of income in the four groups is the sale of milk. It was concluded that group 1 is the most efficient in terms of the use of its resources for production, while groups 2 and 3, despite having more land and animals, are less efficient from an economical point of view

Key words: Smallholder dairy systems, milk production, factor analysis, cluster analysis.

INTRODUCCIÓN

México en el 2008 produjo 10,589,481,000 litros de leche (SIAP 2008), sin embargo esta cantidad es insuficiente para cubrir la demanda de la población y la industria, importándose alrededor del 35 % del consumo nacional, principalmente de los Estados Unidos de América, Europa y Asia (Val-Arreola et al. 2005). Los sistemas de pro-

ducción leche presentan características propias de cada región acorde a las condiciones climatológicas, agroecológicas, tecnológicas de las unidades de producción y las características socioeconómicas de los productores. En México se pueden identificar tres sistemas de producción de leche: el especializado, pequeña escala (o campesino) y el de doble propósito. El especializado se caracteriza por tener el mayor tamaño del hato, que se encuentra esta-

bulado y mecanizado para el ordeño y producción de forraje. Los otros dos sistemas presentan menor tamaño del hato, entre 6 y 30 vacas, utilizan cruzas de las razas Holstein, Suizo y Criollo, tienen menor tecnificación y predomina la mano de obra familiar y el rendimiento de leche por vaca oscila entre 6 y 9 L d⁻¹ (Cervantes *et al.* 2001).

En el Estado de México los sistemas de producción de leche característicos son de tipo familiar o campesinos, con pequeña (<10 ha) o en ocasiones nula superficie de tierra, el tamaño del hato es menor de 30 animales, la alimentación del ganado se basa en el uso de subproductos agropecuarios como el rastrojo de maíz (Castelán *et al.* 1997, Estrada *et al.* 2006), pastoreo de pastos nativos, corte y acarreo de forraje (Rayas-Amor *et al.* 2012), la venta de leche representa el mayor porcentaje de los ingresos de la familia, los cuales pueden ser complementados con ingresos generados por otras actividades dentro de la unidad de producción o fuera de esta y su nivel de tecnificación generalmente es bajo (Castelán *et al.* 2003, Espinoza *et al.* 2005). Los Sistemas Campesinos de Producción de Leche (SCPL) aportan el 28 % de la producción nacional de leche (Castelán *et al.* 2008). Constituyen una alternativa viable para cubrir el déficit de leche en México, debido a su alta capacidad de adaptación a los diferentes ambientes y escenarios económicos, que les han permitido sobrevivir a múltiples crisis económicas y productivas (Castelán & Mathewman, 1996). Por otro lado, los SCPL son una opción importante para incrementar el nivel de vida de los productores rurales dedicados a esta actividad, evitando de esta manera la migración a las ciudades (Castelán *et al.* 2008).

Una condicionante importante para poder incidir positivamente en un sistema de producción de leche o de cualquier otra especie productiva, es tener un conocimiento adecuado del mismo, de tal forma que sea posible identificar y jerarquizar los factores limitantes de su eficiencia productiva (Rogberg 1982.). Sin embargo, este punto normalmente no se considera cuando se elaboran proyectos de mejoramiento de los sistemas (Ordoñez 1990). Lo anterior, es esencial porque no se puede tratar igual un sistema intensivo que uno de doble propósito o

campesino, sus problemas son diferentes y por lo tanto las tecnologías requeridas por uno u otro difieren. Es claro que identificar los diferentes tipos de productores dentro de una región permite centrar las investigaciones o las acciones de desarrollo en el grupo blanco o dominio de recomendación de forma tal que los recursos y los esfuerzos no se dispersan o se desperdician acrecentando el impacto de las mismas (Gabauer 1987, FAO, 1998 y Köbrich *et al.* 2003).

Existen en la literatura pocos ejemplos de cómo llevar a cabo de forma adecuada una tipificación de los diferentes tipos de productores de leche en una región (Solano *et al.* 2001a, 2001b), en el caso de México los ejemplos son limitados (Espinoza *et al.* 2005, Vilaboa *et al.* 2009, Oroz *et al.* 2011), lo cual representa un problema serio, ya que significa que la mayoría de las investigaciones o proyectos de mejoramiento parten de una aproximación que generaliza a todos los productores y los trata como si todos fueran iguales, en el mejor de los casos se hace una clasificación empírica basada en las características generales de los productores donde los resultados de las encuestas se analizan únicamente a través de medidas de tendencia central o de dispersión, que como es bien sabido, enmascaran muchas de las diferencias de los productores al tratar a todos como "un productor promedio" (Quijandría 1994, Gaitán & Piñuel, 1997). Los métodos estadísticos multivariados en conjunto con herramientas de análisis económico pueden proveer una descripción mucho más completa de los productores, mejorando así el conocimiento de los mismos antes de proponer acciones de mejoramiento (Enríquez 2008 y Hardiman 1990). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue tipificar los SCPL del municipio de Tejupilco, como ejemplo representativo de la región Sur del Estado de México, respecto a sus características estructurales, productivas y económicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El municipio de Tejupilco se ubica geográficamente en las coordenadas 18° 45' N y 100° 36' O,

a una altura de 1340 msnm. Presenta clima A (Cw), con una temperatura mínima y máxima anual de 15 y 30 °C y precipitación pluvial de 1014 mm anuales.

Recolección de Datos

La producción de leche en el municipio de Tejupilco es de 2 669 000 de L. Las principales comunidades productoras y su aporte a la producción en porcentaje son: Rincón del Carmen con el 28 %, Rincón de Ugarte con el 20 %, Rincón de Aguirre con el 20 %, Río Grande con 15 %, Almoloya de las Granadas con 12 % y Zácatepec con el 5 % (SAGARPA 2007). La información se obtuvo mediante entrevistas semi-estructuradas aplicadas a 50 productores campesinos de leche, los cuales se visitaron de marzo a noviembre de 2007. Se empleó un cuestionario que contenía 65 preguntas, las variables sociales consideradas fueron: número de miembros de la familia, familiares que trabajan en la unidad de producción y nivel de educación. Las variables productivas fueron: superficie de las tierras propias (ha), tipo de tenencia de tierra (privada, ejidal o comunal), cultivos producidos, superficie total de la unidad de producción, manejo de las praderas, tamaño del hato, número de vacas en producción. Las variables zootécnicas fueron: intervalo interpartos, días abiertos, duración de la lactación, edad al destete; y las variables económicas fueron: precio de venta, bovinos vendidos (cría, desechos), volumen de venta de leche (Tabla 1). El criterio para elegir las unidades de producción fue que tuvieran ganado lechero, tomando como mínimo tres y máximo veinte vacas y que utilizaran mano de obra familiar. Estas unidades de producción se distribuyeron en seis comunidades: Rincón de Aguirre ($n = 16$), Rincón del Carmen ($n = 2$), Río Grande ($n = 8$), Almoloya de las Granadas ($n = 9$), Tenería ($n = 3$) y Cerro de la Muñeca ($n = 12$), del municipio de Tejupilco.

Análisis Estadístico

El estudio se llevó a cabo siguiendo la metodología de Solano et al. (2001a), con modificaciones que consistieron en no utilizar el análisis de correspondencia múltiple. Las encuestas se cap-

turaron en una matriz de datos, la cual se analizó por medio de las técnicas de estadística multivariada: Análisis de Factores (AF) y Análisis de Conglomerados (AC). El primero permitió reducir la información, identificar las variables que más explicaran el sistema, además de generar nuevas variables (factores) se realizó una rotación varimax de los componentes de la matriz para la interpretación de los factores, el segundo para realizar una agrupación los SCPL del municipio de Tejupilco identificando las principales diferencias entre los SCPL por medio del método de Ward's y la distancia euclíadiana al cuadrado.

Para elegir las variables que se utilizaron en los AF se realizó un análisis exploratorio a través de pruebas de normalidad y un análisis de correlación múltiple a la matriz de datos con el objeto de eliminar las variables que se correlacionaban de manera natural, por ejemplo superficie de la unidad de producción con tamaño del hato, pues de acuerdo con Köbrich et al. (2003) la inclusión de este tipo de variables en un AF implica esencialmente la ponderación de estas variables, por lo tanto se recomienda eliminar previo al AF. Se crearon tres nuevas variables: 1) M (Manejo zootécnico) formada por las variables que indican el nivel de manejo zootécnico que tiene cada ganadero: suplemento de minerales, vacunación, desparasitación, suplemento de vitaminas, limpieza y desinfección de establo, 2) INGL que se refiere al ingreso monetario por la venta de leche año⁻¹ y 3) INGA que indica el Ingreso monetario por venta de bovinos año⁻¹. La calificación para el caso de la variable M se asignó de la siguiente manera: el productor que llevara a cabo las cinco prácticas de manejo zootécnico se le asignaba una calificación de 10 y una calificación de 2 al que sólo cumpliera una sola de las prácticas de manejo. Los análisis se realizaron con el programa estadístico Statgraphics Plus versión 4.1.

Análisis Económico

Se realizó un análisis económico a cada uno de los grupos identificados por el AC, para calcular los costos variables asociadas a la suplementación, mano de obra y salud animal, así como los ingresos brutos provenientes de la venta de leche y bovinos,

Tabla 1. Variables consideradas para el análisis de factores y análisis de conglomerados.

Table 1. Variables considered in the factor analysis and the cluster analysis.

| Variable | Siglas | Unidad de medición |
|---------------------------|--------|---|
| Edad del productor | EP | años |
| Escolaridad del productor | EDP | años |
| Superficie total | ST | ha |
| Edad al destete | ED | meses |
| Intervalo entre partos | INTP | días |
| Manejo Zootécnico | M | Valor 2-10 calculado de las variables: suplemento de minerales, vacunación desparasitación, suplemento de vitaminas, desinfección de estado |
| Consumo de concentrado | KgC | Kg d^{-1} |
| Número de vacas | NV | vacas |
| Producción de leche | PL | litros d^{-1} |
| Ingreso venta de animales | INGA | $\$ \text{ año}^{-1}$ |
| Ingreso venta de leche | INGL | $\$ \text{ año}^{-1}$ |

Ingresos en Mx \$ pesos mexicanos.

para posteriormente calcular el margen bruto total por vaca, por hectárea de forraje y por litro de leche con base en la metodología descrita por Wiggins *et al.* (2001). Este análisis permitió tener un elemento adicional de diferenciación de cada grupo al conocer su desempeño económico.

RESULTADOS

Factores que caracterizan las unidades de producción

En la Tabla 2 se muestran los tres factores obtenidos por el AF, los coeficientes de correlación de cada variable, los autovalores y la varianza explicada por cada factor. Se observa que los factores obtenidos fueron denominados como: Productivo, Dimensión y Educativo, por presentar autovalores mayores a uno, los cuales explican el 67 % del total de la variación original.

A los factores obtenidos se les asignó un nombre que los identifica. Factor 1 (FA1) Productivo, engloba las variables productivas de los SCPL principalmente los relacionados con la producción

de leche, ya que está se correlaciona positivamente con PL, KgC e INGL indicando que a mayor producción/vaca, más consumo de concentrado y mayor ingreso por la venta de leche. Por otro lado, el FA1 correlaciona negativamente con el INTP y ED, lo cual indica que a mayores intervalos entre partos y edad al destete de los becerros, la producción de la unidad es menor, las vacas tardan mayor tiempo en iniciar una nueva lactancia. Factor 2 (FA2): Dimensión, el FA2 tiene una correlación alta con la ST, NV e INGA, lo cual sugiere que éste resume de forma adecuada las variables de tamaño de la unidad de producción en términos de superficie y número de animales, lo que indica que los productores que poseen mayor superficie de tierra, tienen un mayor número de vacas e ingreso por la venta de animales. Factor 3 (FA3): Educativo, el FA3 tiene correlación positiva alta con la EP, pero negativa con la EDP, lo cual indica que a mayor edad, el productor tiene menos años de escolaridad y por el contrario a menor edad, tiene más años de escolaridad. Esta relación se puede explicar por qué las nuevas generaciones tienen mayores oportunidades

Tabla 2. Coeficientes de correlación de las variables y varianza total explicada por los factores identificados en el AF.

Table 2. Correlation coefficients of the variables and total variance explained by the factor analysis.

| Variables | Factor 1 Productivo | Factor 2 Dimensión | Factor 3 Educativo |
|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| EP | 0.05 | 0.205 | -0.708 |
| EDP | -0.1 | -0.017 | 0.847 |
| ST | -0.113 | 0.885 | -0.089 |
| ED | -0.753 | -0.001 | 0.068 |
| INTP | -0.808 | -0.218 | 0.05 |
| M | 0.356 | 0.182 | 0.509 |
| KgC | 0.837 | 0.121 | -0.11 |
| NV | 0.2 | 0.841 | -0.079 |
| PL | 0.738 | 0.147 | 0.192 |
| INGA | 0.251 | 0.852 | 0.025 |
| INGL | 0.68 | -0.12 | 0.487 |
| Autovalores | 3.583 | 2.296 | 1.488 |
| Varianza acumulada (%) | 32.576 | 53.455 | 66.988 |

de educación que sus antecesores.

Tipos de Unidades de Producción

Los resultados del análisis de conglomerados permitieron identificar cuatro tipos diferentes de productores de acuerdo a sus características estructurales, productivas y económicas, los grupos identificados se muestran en la Figura 1, mientras que las características de cada grupo en relación con sus factores se muestran en la Tabla 3. Grupo 1 (G 1): Unidades de producción pequeñas pero eficientes, este grupo incluye a 13 productores con los mayores años de escolaridad (EDP = 6 años), con los mayores ingresos por venta de leche año⁻¹ (INGL= \$71 400), con unidades de producción menores (ST = 10 ha) a las de los grupos 2 y 3, con áreas dedicadas para praderas para pastoreo del ganado, así como menor número de vacas (NV = 7 vacas). El manejo zootécnico es adecuado pues tiene una calificación alta (M = 7.3) e incluye: desparasitación, vacunación, suplemento de vitaminas y minerales. Los becerros tienen una edad al destete temprana (ED = 2.7 meses), de hecho es la más corta de los cuatro grupos, ya que la mayoría se venden después de éste y por lo tanto el intervalo entre partos es corto (INTP = 410 d).

La alimentación del ganado es mediante el

pastoreo de praderas de pasto Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y suplementan con concentrados (KgC = 7.2 kg vaca⁻¹ d⁻¹). La producción promedio de leche es la segunda más alta (PL= 10.5 L vaca⁻¹ d⁻¹), sólo después de la del grupo 3. Los mayores ingresos los obtienen de la venta de leche (INGL= \$71 400) y en menor medida de la venta de becerros y vacas de desecho (INGA = \$9 025). Este grupo es el más eficiente en términos de la utilización de sus recursos tierra y animales.

Grupo 2 (G 2): Unidades de producciones medianas poco eficientes, el Grupo está formado por 21 productores, se caracteriza por tener los menores años de escolaridad (EDP = 2.5) y la mayor edad (62 años). Con superficie de la unidad de producción mediana, con un promedio de 26.7 ha, las cuales se usan para praderas. Tienen en promedio 8 vacas y las prácticas de manejo zootécnico realizadas son básicas (M = 6.0) e incluyen: desparasitación y vacunación. El destete lo realizan a la edad de 4.1 meses y sólo venden a los machos, el intervalo entre partos es de 418.5 d. Las vacas son alimentadas mediante pastoreo en praderas nativas con cantidades relativamente altas de concentrados (KgC = 6.1 kg). Así mismo, el 70 % de los productores siembran maíz, utilizando el rastrojo para la alimentación del ganado en la época de estiaje

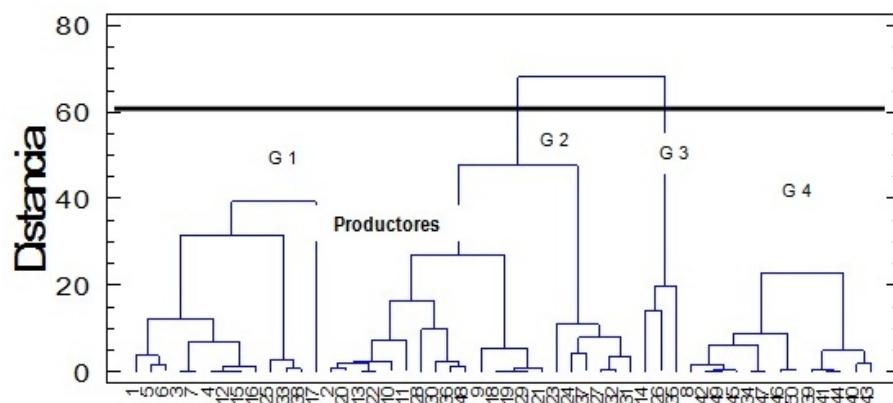


Figura 1. Agrupación de las 50 unidades de producción de leche en pequeña escala del municipio de Tejupilco, Estado de México.

Figure 1. Small scale grouping of the 50 milk production units in the Tejupilco municipality, state of Mexico.

Tabla 3. Características promedio de los grupos de productores identificados a través del AC.

Table 3. Average characteristics of the groups of producers identified by the cluster analysis.

| Características | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| Número | 13 | 21 | 3 | 13 |
| EP | 42.6 | 62 | 61.3 | 50.4 |
| EDP | 6 | 2.5 | 4.3 | 4.8 |
| ST | 10 | 26.7 | 87.3 | 7.1 |
| ED | 2.7 | 4.1 | 4 | 8.6 |
| INTP | 410.7 | 418.5 | 400 | 475.4 |
| M | 7.3 | 6 | 7.3 | 5.8 |
| KgC | 7.2 | 6.1 | 6.6 | 2.6 |
| NV | 7 | 8.5 | 22 | 2.3 |
| PL | 10.5 | 7.9 | 11.1 | 5.9 |
| INGA | 9025 | 11250 | 37333 | 7357 |
| INGL | 71400 | 54921 | 148400 | 15403 |

que en la región va de diciembre-marzo. La producción promedio de leche es de $7.9 \text{ L vaca}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Los mayores ingresos los obtienen por la venta leche y quesos (INGL = \$54 721 pesos) y en menor medida por la de bovinos, cría y desecho (INGA = \$11, 250 pesos).

Grupo 3 (G 3): Unidades grandes extensivas poco eficientes, este grupo está formado por tres unidades de producción, se caracterizó por tener la mayor extensión de tierra destinada para praderas (ST = 87.3 ha), tienen en promedio 22 vacas, la producción de leche por vaca es de $11.1 \text{ L vaca}^{-1} \text{ d}^{-1}$, tienen una buena calificación en cuanto a sus prácticas de manejo zootécnico ($M = 7.3$) y una edad al destete de cuatro meses. El intervalo entre partos es el menor de los 400 d. La alimentación del hato se realiza mediante praderas nativas, con pastos introducidos como el pasto estrella y suplementación alta de concentrados (KgC = 6.6 kg). Los productores tienen menos de 4.3 años de escolaridad. La mayor parte de los ingresos de estas unidades de producción provienen de las ventas de becerros recién destetados, vacas de desecho, vacas en producción y de la venta de queso. Toda la leche obtenida en estas unidades de producción se transforma en queso, particularidad muy especial de este grupo que se es-

ticas de manejo zootécnico ($M = 7.3$) y una edad al destete de cuatro meses. El intervalo entre partos es el menor de los 400 d. La alimentación del hato se realiza mediante praderas nativas, con pastos introducidos como el pasto estrella y suplementación alta de concentrados (KgC = 6.6 kg). Los productores tienen menos de 4.3 años de escolaridad. La mayor parte de los ingresos de estas unidades de producción provienen de las ventas de becerros recién destetados, vacas de desecho, vacas en producción y de la venta de queso. Toda la leche obtenida en estas unidades de producción se transforma en queso, particularidad muy especial de este grupo que se es-

pecializa en esta actividad agroindustrial.

Grupo 4 (G 4): Unidades de subsistencia, el G4 con 13 unidades, se caracterizó por contar con pequeñas extensiones de tierra ($ST = 7.1 \text{ ha}^{-1}$) que son utilizadas para praderas, así como menor número de vacas ($NV = 2.3$ cabezas). Dan poco manejo zootécnico a su hato ($M = 5.8$), por lo que tienen largos intervalos entre partos de 475 d^{-1} , con edad al destete de 8.6 meses; lo que repercute en una baja producción de leche por vaca ($PL = 5.9 \text{ L vaca}^{-1} \text{ d}^{-1}$). La alimentación del hato se basa en forrajes nativos, bajas cantidades de concentrado y en la época de estiaje proporcionan rastrojo del maíz. Los años de escolaridad son similares a los del grupo tres. Este grupo presenta los menores ingresos por venta de leche (INGL= \$15,403) y de ganado (INGA= \$7,357).

Análisis Económico La mayor parte de los costos de producción son atribuidos a la compra de concentrados (60 %) en los G1, G2, G3, sin embargo para el G4 los mayores costos son derivados de la producción de forrajes (Tabla 4). En todos los grupos los costos de producción de forrajes son altos, representando el 30 % de todos los costos. Por otro lado, los costos menores están asociados a la compra de forrajes, sales minerales y medicamentos (10 %), debido a que la compra de estos insumos no se realiza de forma regular. La mano de obra familiar, aun cuando es un costo de oportunidad representa un costo del 33 % de los costos variables en todos los grupos. Con respecto a los ingresos, la mayor parte provienen de la venta de leche (79 %) en todos los grupos, seguido de la venta de animales (19 %) y una pequeña proporción por medio de los subsidios que les otorga el gobierno (2 %) (Tabla 4).

El margen bruto total muestra que, desde el punto de vista económico los grupos G1 y G3 obtienen el mayor margen con \$35,818 y \$87,961 respectivamente, esto se debe a los ingresos por la venta de leche y los bajos costos de producción. En estos grupos se tiene un mayor nivel de producción, aunque en el G3 hubo mayor utilización del recurso tierra para la siembra de forrajes por ser unidades con mayor superficie. Cabe destacar que el G1 fue más eficiente por unidad de superficie y por vaca

que el G3 y que el resto de los grupos. Con respecto al G2 y G4 se observó que el margen bruto fue menor, debido a que obtuvieron menores ingresos por la venta de leche. En el caso particular del G4 el recurso tierra fue utilizado en su mayoría para la siembra de maíz, lo cual disminuye la compra de concentrados, mientras que el G2 a pesar de tener unidades de producción más grandes que los del G1 fueron menos eficientes desde el punto de vista económico, el G1 es más eficiente desde el punto de vista económico, ya que tiene el margen bruto más alto por hectárea de forraje (\$3,751 pesos) y el segundo más alto por vaca (\$6,229 pesos) en comparación con los grupos G2, G3 y G4. El mayor margen bruto por litro de leche lo obtuvo el grupo G4, ya que sus costos de producción son muy bajos al no usar mucho concentrado. Es posible decir que el G1 tiende a una intensificación más sustentable de la producción en una superficie relativamente pequeña de tierra, ya que con una superficie de terreno relativamente pequeña y un número pequeño de vacas obtienen altos márgenes por hectárea.

DISCUSIÓN

Las variables utilizadas permitieron construir tres factores principales formados por variables estructurales como el tamaño de la unidad de producción (UP), variables productivas y educativas. Así mismo, estas variables contribuyeron a la agrupación de las unidades, identificando cuatro sistemas campesinos de producción de leche en el área de estudio. El tamaño de la unidad, el número de vacas, la producción de leche por vaca y los ingresos obtenidos de la venta de leche y bovinos fueron determinantes en la formación de los grupos, es decir se trata en su mayoría, de variables de tipo estructural y económico las que determinaron la diferencia entre tipos de productores.

Las variables que más contribuyeron a la clasificación de las UP son similares a las de otros estudios. Al respecto Espinoza et al. (2007) realizaron la tipificación de las UP de leche en la región central de México, identificando tres grupos bien diferenciados por el tamaño de las granjas, número de vacas, nivel educativo y asistencia técnica. De la

Tabla 4. Comparación de los costos de producción (\$ en pesos mexicanos) entre grupos y análisis económico

Table 4. Comparison of production costs (\$ in Mexican pesos) among groups and economic analysis.

| Costos Variables | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 |
|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Concentrado | 35235 | 32798 | 59333 | 2698 |
| Maíz | 345 | 1807 | 2300 | 394 |
| Concentrado Bécerros | 0 | 0 | 2240 | 0 |
| Pacas de avena | 539 | 3392 | 500 | 666 |
| Renta de praderas | 0 | 667 | 0 | 429 |
| Minerales | 179 | 207 | 500 | 234.86 |
| Medicinas | 1188 | 1092 | 2333 | 786 |
| Costo Forrajes | 7722 | 5270 | 34999 | 6527 |
| Subtotal | 45207 | 45231 | 102206 | 11734 |
| Costo de Oportunidad | | | | |
| Mano de Obra Familiar | 28744 | 30113 | 32850 | 27375 |
| Total | 73951 | 75344 | 135056 | 39109 |
| Ingresos | | | | |
| Animales | 9025 | 11250 | 37333 | 7357 |
| Leche | 71400 | 54921 | 148400 | 15403 |
| Subsidios | 600 | 1400 | 4433 | 5174 |
| Total | 81025 | 67571 | 190167 | 27934 |
| Margen Bruto | | | | |
| Total | 35818 | 22340 | 87961 | 16200 |
| Por ha de forraje | 3731 | 1064 | 1011 | 2025 |
| Por Vaca | 6229 | 2979 | 3998 | 8723 |
| Por Litro de leche | 3.65 | 2.93 | 4.25 | 7.24 |

Los costos, ingresos y margen bruto son anuales y los valores están expresados en pesos mexicanos (\$1 USD es igual a \$13 pesos mexicanos).

misma forma Vilaboa *et al.* (2009), utilizando un análisis de conglomerados realizaron una agrupación de los sistemas de producción de doble propósito en la Cuenca del Papaloapan, identificando tres grupos de productores. Mientras que Oros *et al.* (2011), caracterizaron los sistemas ganaderos de doble propósito de Las Choapas, Veracruz, identificando los grupos de productores tradicionales, en transición y empresariales. De manera similar Solano *et al.* (2000) en Santa Cruz, Bolivia clasificaron los sistemas de leche y doble propósito, encontrando tres grupos de granjas diferenciadas por características estructurales y su orientación productiva, estos grupos fueron granjas grandes especializadas en la comercialización de leche, granjas pequeñas mixtas doble propósito/cultivo y granjas medianas mixtas semi-comerciales leche/cultivo. Una constante en los casos anteriores fue que identificaron tres grupos, mientras que en el presente estu-

dio se identificaron cuatro grupos, debido a que no sólo se consideraron los diferentes grados o niveles de un conjunto de variables, sino que se consideraron los grados y niveles de distintos conjuntos de variables con la finalidad de realizar una tipificación más completa.

En función de lo anterior, es posible sugerir que variables como tamaño de la finca, número de vacas, producción por vaca, ingresos y nivel educativo son las más útiles para clasificar de forma preliminar a los productores. Al respecto, Köbrich *et al.* (2003) señalan que las diferencias en el tamaño de unidad de producción, tenencia de la tierra, tipo de tierras y nivel de mecanización son factores físicos reconocidos en la formación de conglomerados, como en el caso del presente trabajo donde la superficie de las unidades de producción fue un factor importante de clasificación. Resultados similares fueron reportados por Solano *et al.* (2001b) y Gas-

par *et al.* (2011) quienes encontraron que este tipo de variables son las que más influyen en la toma de decisiones por parte del productor con respecto a la forma en que se maneja la unidad de producción.

En cuanto a la alimentación de las vacas lecheras, se observó que en todos los grupos predominan las praderas con pasto estrella y pastos nativos, siendo la única diferencia entre los grupos la cantidad de concentrado utilizado para suplementar la alimentación de las vacas. Al respecto Ambriz *et al.* (2009) señalan que en los sistemas de producción de leche en pequeña escala la cantidad de concentrados suministrados al ganado lechero depende del objetivo de la finca, nivel de producción del ganado, precio de la leche y de los concentrados, es por ello que en este estudio el nivel de complementación fue mayor en el G1 y G3, donde la producción promedio de leche fue más alta.

Con respecto, al nivel de producción de leche por vaca se observó que éste fue más alto al reportado en otros estudios, por ejemplo en un estudio de caracterización realizado por Castelán & Arriaga *et al.* (1997) en el Valle de Toluca con productores campesinos de leche, observó una producción promedio por vaca de 3.6 ± 3 L de leche al día, que es menor a lo encontrado en el presente trabajo, debido posiblemente a que en el Valle de Toluca los ganaderos utilizan menor cantidad de concentrados que en el municipio de Tejupilco, además de que en el Valle de Toluca la producción de leche no es la principal fuente de ingreso de los ganaderos. Por el contrario, Pedraza-Beltrán *et al.* (2012) reporta producciones de leche de $7 \text{ kg vaca}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en promedio para vacas en el municipio de Tejupilco, lo cual es más cercano a lo encontrado en el presente trabajo.

Por otro lado, se observó que hay una relación entre las características inherentes a los productores como es la edad, la escolaridad y el desempeño de su unidad de producción, ya que se identificó que los ganaderos con mayor edad (G2 y G3), tienen las unidades de producción más grandes y los mayores márgenes brutos totales, como es el caso del G3. Sin embargo, se aprecia que los productores del G3 son menos eficientes, desde el punto de vista económico, por hectárea de forraje utilizado que los ganaderos

del G1, ya que los ganaderos del G1 tienen un margen bruto por hectárea de \$3,731 pesos (Tabla 4), el más alto de todos. De esta forma, los ganaderos con menor edad, G1 y G4, tienen las unidades de producción de tamaño medio y de subsistencia, respectivamente; así como ingresos menores por venta de ganado y de leche en el caso de los ganaderos del G4 (Tabla 3). Sin embargo, la menor superficie de sus unidades de producción es compensada por una eficiencia económica más alta que la de los ganaderos de G2 y G3, ya que sus márgenes financieros por hectárea de forraje y por vaca son los más altos, y para el caso de los ganaderos en el G4 el margen bruto por litro de leche producida es el más alto de todos. La mayor eficiencia económica posiblemente se debe a que los ganaderos en estos grupos hacen un uso más intensivo de sus recursos naturales asociado con un nivel de escolaridad mayor.

Los ganaderos con mayor escolaridad generalmente están abiertos a nuevas ideas, son innovadores y adoptan más fácilmente tecnologías nuevas. De acuerdo con Pandey (1989) existe alta correlación ($P < 0.01$) entre el grado de adopción de tecnologías y el nivel educativo de los productores de subsistencia y en pequeña escala, siendo los más exitosos aquellos que tienen un nivel educativo mayor, por lo que el nivel de educación puede cambiar su perspectiva y hacerlos más receptivos a las innovaciones en la tecnología agropecuaria. En este sentido, se observa que los ganaderos del G1 tienen la calificación de manejo más alta $M = 7.3$, y el nivel mayor de escolaridad ($EDP = 6.0$), lo cual refuerza la hipótesis de la relación entre el nivel de escolaridad y el grado de adopción de tecnología e innovación.

Con respecto al papel de la edad y uso de tecnologías para la producción expresado como el manejo zootécnico que usan los productores, se observa que los resultados obtenidos en el presente estudio difieren con lo reportado por Solano *et al.* (2001a), quienes señalan que los productores de mayor edad conocen mejor sus sistemas de producción, tienen más experiencia y tienden a manejar mejor sus fincas como una manera de sobrevivir a través del tiempo. Los resultados del presente estudio sugieren que no existe una relación positiva

entre la edad del productor (EP) y la calificación del manejo zootécnico (M) de los animales, por ejemplo la edad promedio de los ganaderos del G4 es la segunda más baja ($EP = 50.4$ años), pero su calificación en manejo es la más baja ($M = 5.8$), mientras que los ganaderos del G3 tienen una edad promedio de 61.3 años y una calificación de manejo zootécnico de 7.3. Diversos autores señalan que no existe una relación positiva entre la edad de los productores y el grado de adopción de tecnologías y su capacidad de innovación (Pandey 1989, Goswami *et al.* 2001), por lo que no es de extrañar que esta relación no se observara en el presente estudio, siendo la escolaridad el factor más importante que determina el grado de tecnificación. En el presente estudio los mayores ingresos de los ganaderos los obtuvieron a partir de la venta de leche, resultados similares han sido reportados por Henk *et al.* (2007), quienes compararon las características de los sistemas de producción de leche de Zambia, Kenia y Sri Lanka, encontrando que la alimentación del ganado en los tres sistemas se realiza con praderas naturales y sus principales ingresos los obtienen de la venta de leche y de los animales, similar a lo encontrado en este estudio. De la misma forma, se observó que la actividad principal de los ganaderos en la región de estudio es la producción de leche a diferencia de los ganaderos de otras regiones donde los productores tienen otras actividades complementarias que les generan ingresos como es la producción de cultivos o el empleo asalariado en las ciudades (Castelán *et al.* 2003). El análisis económico realizado de los diferentes grupos muestra que los mayores gastos los realizan en la compra de concentrados. Esto coincide con lo mencionado por Lobos *et al.* (2001), quienes indicaron que fincas con altos niveles de producción, el costo de los alimentos concentrados es el más relevante. De igual forma Arriaga *et al.* (1999), Espinoza *et al.* (2005) y Pedraza-Beltrán *et al.* (2012), reportaron que los mayores costos para los sistemas

de producción de leche en los sistemas campesinos del altiplano mexicano están asociados a la compra de alimentos y especialmente de concentrados, así mismo los menores márgenes brutos los presentan los productores con menor número de animales, lo cual es similar a lo encontrado en este estudio.

En conclusión la aproximación metodológica propuesta permitió identificar cuatro grupos de SCPL del sur del Estado de México en base a características estructurales, productivas y socioeconómicas y que estas diferencias pueden quedar claramente establecidas a través del análisis factorial y de conglomerados. Se identificó que el G1 es el más eficiente en el uso de sus recursos para la producción, mientras que los grupos G2 y G3 a pesar de tener más tierra y animales son menos eficientes desde el punto de vista económico. En el análisis económico se observó que los mayores gastos los realizan en la compra de concentrado los cuales representan el 60 % de los gastos variables totales y que el grado de escolaridad juega un papel fundamental y que es determinante del nivel de manejo de las unidades de producción. Conocer las características de los sistemas campesinos de producción de leche de cada grupo identificado, será de utilidad para proponer y desarrollar estrategias productivas y tecnológicas en función de sus indicadores productivos, recursos disponibles y nivel de escolaridad, para cada grupo en particular.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento de la Universidad Autónoma del Estado de México a través del proyecto 2344/2006, al ICAMEX proyecto 2389/2006E y CONACYT por la beca de posgrado de la M. en C. Patricia Hernández Morales, los cuales hicieron posible la realización del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Ambriz VV, Estrada FJ, Hernández OM, Rojas GM, Sánchez VE, Espinoza OA, Castelán OO (2009). Development of feeding strategies for cows in small scale dairy farming systems in the highlands of central Mexico by a simulation model and on-farm experiments. Phase 1: Development of a novel framework. En: Crop Modeling and Decision Support (Eds.) Cao Weixing, White Jeffrey and Wang Enli.

- Springer-Tsinghua University Press, pp: 241-248.
- Arriaga JC, Espinoza OA, Albañán PB, Castelán OO (1999) Producción de leche en pastoreo de praderas cultivadas: una alternativa para el altiplano central. *Ciencia Ergo Sum* 6: 290-300.
- Castelán OO, Arriaga JC (1997) Estudio y mejoramiento de los sistemas campesinos de producción de leche del valle de Toluca a través del uso de modelos de simulación. En: *Memorias del Seminario-Taller Nacional en Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala*. UAEM, CICA. Toluca. pp: 83-93.
- Castelán OO, Fawcett RH, Arriaga JC, Herrero M (2003) A decision support system for smallholder Campesino Maize-Cattle production systems of the Toluca Valley in Central Mexico. Part 1-Integrating biological and socio-economic models into a holistic system. *Agricultural Systems* 75(1): 1-21.
- Castelán OO, Mathewman R (1996) Situación y perspectiva de la industria lechera en México, con énfasis en lechería en pequeña escala, En: Castelán O O A (Ed.), *Estrategias para el mejoramiento de los sistemas de producción de leche en pequeña escala*. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, pp: 5-16.
- Castelán OO, Matthewan R, González ME, Burgos GR, Cruz JD (1997) Caracterización y evaluación de los sistemas campesinos de producción de leche. El caso de dos comunidades del Valle de Toluca. *Ciencia Ergo Sum* 4: 316-326.
- Castelán-Ortega OA, Estrada-Flores J, Espinoza OA, Sánchez VE, Ambriz VV, Hernández OM (2008) Strategies for the management of agroecosystem resources in temperate zones of Mexico: the case of campesino milk farmers in the central highlands. En: Castelán OO, Bernués JA, Ruiz SR, Mould FL (Eds.). *Opportunities and challenges for smallholder ruminant systems in Latin America, resource management, food safety, quality and market access*. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, México. pp: 133-160.
- Cervantes EF, Santoyo CH, Álvarez MA (2001) Lechería familiar, factores de éxito para el negocio. 1ra ed. UACH/CIESTAAM-PIAI. Plaza y Valdés. México, D.F. 230 pp.
- Espinoza OA, Álvarez MA, Valle MC, Chauvet M (2005) La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Técnica Pecuaria México* 43: 39-56.
- Espinoza OA, Espinosa AE, Bastida LJ, Castañeda MT, Arriaga JCM (2007) Small-Scale dairy farming in the highlands of Central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Experimental Agriculture* 43: 1-16.
- Enriquez AR (2008) Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente. Baja California, México: Universidad Autónoma de Baja California ed.
- Estrada-Flores J, González-Ronquillo M, Mould FL, Arriaga-Jordán CM, Castelán-Ortega OA (2006) Chemical composition and fermentation characteristics of grain and different parts of the stover from maize land races harvested at different growing periods in two zones of Central México. *Animal Science* 82: 1-9.
- FAO. (1998). Censos Agropecuarios y Género - Conceptos y Metodología. consultado en:
fao.org/docrep/004/X2919S/X2919S00.HTM
- Gaitán, J.A. y Piñuel RJ. (1997). Técnicas de investigación social. Elaboración y registro de datos. Madrid: Síntesis.
- Gaspar P, Escribano AJ, Mesías FJ, Escribano M, Pulido AF (2011) Goat systems of Villuercas-Ibores area in SW Spain: Problems and perspectives of traditional farming systems. *Small Ruminant Research* 97: 1-11.

- Gebauer, R.H (1987). Socio-economic classification of farm households-conceptual, methodical and empirical considerations. *European Review of Agricultural Economics* 14: 261-283.
- Goswami A, Roy N, Mazumdar A K, Duttagupta R (2001) Factors related with adoption behavior of livestock owners about vaccination against contagious disease. *Environment and Ecology* 19 (1): 226-228.
- Hardiman RT (1990). Use of cluster analysis for identification and classification of farming systems in Qingyang County, Central North China. *Agricultural Systems* 33: 115-125.
- Henk AJM, Steven JS, Ibrahim M NM (2007) Smallholder dairy production and markets: A comparison of production systems in Zambia, Kenya and Sri Lanka. *Agricultural Systems* 94: 593-603.
- Köbrich C, Rehman T, Khan M (2003) Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multivariate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems* 76:141-157.
- Lobos AG, Soto RR, Zenteno FN, Prizant SA (2001) Análisis de la eficiencia y rentabilidad económica en dos lecherías en la región del Maule, Chile. *Agricultura Técnica* 61: 367-378.
- Ordoñez T. (1990). Análisis de la utilidad del enfoque de sistemas en la investigación agropecuaria en Bolivia. En: Diálogo XXIX- El enfoque de sistemas en la investigación agropecuaria. Ed. Puignau, J P. Londrina, Brasil: IICA- PROCISUR. pp 31-33.
- Oroz NV, Díaz RP, Vilaboa AJ, Martínez DJP, Torres HG (2011) Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de Las Choapas, Veracruz, México. *Revista Científica FCV-LUZ* 21(1): 57-63.
- Pandey KN (1989). Adoption of Agricultural Innovations. Northern Book Centre, New Delhi, India. 85 pp.
- Pedraza-Beltrán P, Estrada-Flores J, Martínez-Campos R, Estrada-López I, Rayas-Amor A, Yong-Angel G, Figueroa-Medina M, Avilés Nova F, Castelán-Ortega O (2012) On-farm evaluation of the effect of coffee pulp supplementation on milk yield and dry matter intake of dairy cows grazing tropical grasses in Central Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 44: 329-336.
- Quijandria B (1994). Minimum Data Required for Characterizing Systems. In: Animal Production Systems Research. Methodological and Analytical Guidelines. IICA-RISPAL, San Jose Costa Rica, pp. 53-64.
- Rayas-Amor A, Estrada-Flores JG, Lawrence-Mould F, Castelán-Ortega OO (2012) Nutritional value of forage species from the Central highlands region of Mexico at different stages of maturity. *Ciencia Rural* 42(4): 705-712.
- Rogberg C. (1982). Análisis en Sistemas de Producción Agropecuarios. En: Dialogo III, Seminario Sobre Sistemas en Investigación Agropecuaria. Montevideo, Uruguay : IICA ed. pp 1-18.
- SAGARPA-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2007) Estadísticas Pecuarias. <http://www.sagarpa.gob.mx>. 12/08/2008.
- SIAP - Sistema de Información Agropecuaria (2008) disponible en www.siap.gob.mx. 20/08/2008
- Solano C, Bernués A, Rojas F, Joaquín N, Fernández W, Herrero M (2000) Relationships between management intensity and structural and social variables in dairy and dual-purpose systems in Santa Cruz Bolivia. *Agricultural Systems* 65: 159-177.
- Solano C, León H, Pérez E, Herrero M (2001a). Characterising objective profiles of Costa Rican dairy farmers. *Agricultural Systems* 67: 153-179.
- Solano C, León H, Pérez E, Herrero M (2001b) Who makes farming decisions? A study of Costa Rica dairy farmers. *Agricultural Systems* 67: 181-199.

Val-Arreola D, Kebreab E, France J (2005) Modelling Small-Scale Dairy Farms in the Central Mexico Using Multi-Criteria Programming. *Journal Dairy Science* 89: 1662-1672.

Vilboa AJ, Díaz RP, Ruiz RO, Platas RDE, González MSS, Juárez LF (2009) Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovino de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Tropical & Subtropical Agroecosystems* 10: 53-62.

Wiggins S, Rascón RT, Ramírez GM, Ramírez GR, Ramírez VFJ, Ortiz OG, Piña CB, Aguilar BU, Espinoza OA, Pedraza FAM, Rivera HG, Arriaga JC (2001) Costos y Retornos de la Producción de Leche en Pequeña Escala en la Zona Central de México. La lechería como empresa. Serie Cuadernos de Investigación. Cuarta Época 19. Toluca, México: Universidad Autónoma del Estado de México. pp: 20-33