

# CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN PEQUEÑA ESCALA DE LA ZONA SURORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO

## CHARACTERIZATION OF THE SMALL-SCALE MILK PRODUCTION SYSTEM IN THE SOUTHEASTERN ZONE OF ESTADO DE MÉXICO

J. José Ojeda-Carrasco<sup>1</sup>, L. Dolores Rueda-Quiroz<sup>2</sup>, P. Abel Hernández-García<sup>2</sup>, Enrique Espinosa-Ayala<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitario UAEM Amecameca, Universidad Autónoma del Estado de México, Carretera Amecameca Ayapango km 2.5, Amecameca, Estado de México. (enresaya1@hotmail.com). <sup>2</sup>Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad Autónoma del Estado de México.

### RESUMEN

El objetivo fue caracterizar el sistema de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) de la región Suroriente del Estado de México. Se aplicó una encuesta semiestructurada a la población (153 productores) correspondientes a los municipios de Amecameca y Ayapango; considerando dimensiones productivas (escala), técnicas (sistema productivo) y sociales (fuerza de trabajo). Para caracterizar se utilizó un Análisis Factorial por componentes principales y posteriormente un Análisis Clúster. A partir del análisis factorial se obtuvieron cinco factores que explican el 66 % de la variación total, el primer factor los agrupa por escala, el segundo por nivel educativo, el tercero por diversidad agropecuaria, cuarto por prácticas de manejo sanitario y el último por la capacidad de permanecer a lo largo del tiempo. El Análisis Clúster permitió identificar tres grupos de productores, el primero con mayor escala y con menor producción, el segundo con menor escala pero mayor cantidad de leche por vaca, mientras que el tercero se encuentra entre los anteriores. Se concluye que la producción en pequeña escala es heterogénea, el nivel productivo es bajo, no se emplean tecnologías productivas y el sistema se considera de subsistencia, aunque existe un grupo de con potencial para incrementar la producción de leche.

**Palabras clave:** análisis técnico productivo, lechería familiar, tipificación productiva.

### INTRODUCCIÓN

En México desde la década de 1980 se han presentado cambios en la política económica. Se pasó de un modelo de sustitución de importaciones proteccionista a un esquema de apertura de

### ABSTRACT

The objective was to characterize the small-scale milk production system (SSMPS) in the southeastern region of Estado de México. A semi-structured survey was applied to the population (153 producers) corresponding to the municipalities of Amecameca and Ayapango, considering productive (scale), technical (productive system) and social (workforce) dimensions. Factorial Analysis by principal components was used to characterize, and then Cluster Analysis. Five factors were obtained from the factorial analysis, which explain 66% of the total variation; the first factor groups them by scale, the second by educational level, the third by agricultural and livestock diversity, the fourth by sanitary management practices, and the last by the ability to remain throughout time. The Cluster Analysis allowed identifying three groups of producers, the first with higher scale and with lower production, the second with lower scale although higher amount of milk per cow, while the third is between the previous two. It is concluded that small-scale production is heterogeneous, the productive level is low, there are no productive technologies used, and the system is considered subsistence, although there is a group with potential to increase milk production.

**Keywords:** Productive technical analysis, family dairy, productive categorization.

### INTRODUCTION

In Mexico there have been changes in the economic policy since the 1980s. There was a change from a protectionist model of imports substitution to a scheme of market openness (Espinosa *et al.*, 2003). The agriculture and livestock sector has been affected by these changes and has exposed the national productive systems to competing against more efficient

\* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: enero, 2017. Aprobado: agosto, 2019.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 17: 201-215. 2020.

mercados (Espinosa *et al.*, 2003), el sector agropecuario se ha visto afectado por dichos cambios y ha expuesto a los sistemas productivos nacionales a competir con sistemas más eficientes y en algunos casos con intervención estatal a través de subsidios o alteraciones de los mercados (Schwentenius y Gómez, 2002), uno de los subsectores productivos que se ha visto afectado por la apertura de los mercados es el lechero, ya que este se negoció en tratados internacionales (GATT y TLCAN) y esto favoreció la importación leche, derivados e insumos para la producción de lácteos, convirtiendo a México en uno de los principales importadores a nivel mundial (FAOSTAT, 2019).

Si bien el subsector lechero fue expuesto a la apertura comercial y a competir contra productos comercializados a precios internacionales, este ha sido resiliente y ha mostrado una dinámica positiva en las últimas dos décadas, en México el subsector es la segunda actividad en importancia dentro del sector ganadero con 22.8% del valor de la producción, la agroindustria lechera genera 0.06% del PIB nacional y es considerada una de las más importantes dentro del sector alimenticio (Cervantes y Poméon, 2010; Pelayo y Tejada, 2008), así mismo, la cadena láctea en su conjunto genera más de 40 000 empleos directos y 400 000 indirectos (SIAP/SADE, 2019), no obstante el incremento de la producción, el consumo aparente *per cápita* es de 255 ml diarios, que resulta inferior a lo recomendado por la OMS que es de 500 ml (FAO/FEPALE, 2012), siendo esto una oportunidad para seguir desarrollando el subsector.

Para el año 2019 el pronóstico de producción de leche para México según el SIAP/SADER (2019) es de 12 350 millones de litros, equivalentes a 12 300 100 toneladas de leche, es decir, 2.00% más que la producción de leche de 2018, ya que para dicho año la producción de leche a nivel nacional fue de 12 008 millones de litros, con un inventario de 2.3 millones de cabezas de ganado productor de leche. La producción de leche se realizó en diferentes sistemas, donde destacan tres: 1) el sistema a gran escala o tecnificado caracterizado por unidades de producción altamente capitalizadas y de gran eficiencia en las que el ganado Holstein es la raza predominante; 2) sistema de doble propósito que emplea ganado *Bos indicus* o cruza de este con razas especializadas como el Holstein o Pardo Suizo y que tiene como particularidad la producción de becerros en pie para su posterior engorda además

systems and, in some cases, with state intervention through subsidies or alterations of the markets (Schwentenius and Gómez, 2002). One of the productive subsectors that has been affected by the opening of markets is dairy, since it was negotiated in international treaties (GATT and NAFTA) and this favored the imports of milk, byproducts and inputs for dairy production, making Mexico one of the main importers globally (FAOSTAT, 2019).

Although the milk subsector was exposed to trade liberalization and to competing against products marketed at international prices, it has been resilient and has shown a positive dynamic in the last two decades. In Mexico, the subsector is the second most important activity in the livestock production sector with 22.8% of the production value, the dairy agroindustry generates 0.06% of the national GDP and is considered one of the most important within the food sector (Cervantes and Poméon, 2010; Pelayo and Tejada, 2008); likewise, the dairy chain as a whole generates more than 40 000 direct and 400 000 indirect jobs (SIAP/SADE, 2019), although the increase in production, the apparent *per capita* consumption is 255 ml daily, which is lower than what is recommended by the WHO of 500 ml (FAO/FEPALE, 2012), with this being an opportunity to continue developing the subsector.

By the year 2019 the forecast for milk production in Mexico according to SIAP/SADER (2019) is 12 350 million liters, equivalent to 12 300 100 tons of milk; that is, 2.00% more than milk production in 2018, since by that year the milk production at the national level was 12 008 million liters, with an inventory of 2.3 million heads of dairy cattle. Milk production was carried out in different systems, where three stand out: 1) the large-scale or modernized system characterized by highly capitalized production units of great efficiency where Holstein livestock is the predominant breed; 2) double purpose system that uses *Bos indicus* livestock or crosses of this with specialized breeds such as Holstein or Swiss Brown and which has the particularity of producing standing calves for their later fattening in addition to milk production; and 3) the small-scale production system, which is found in the whole national territory and is characterized by combining the agricultural system (production

de la producción de leche; y 3) el sistema de producción en pequeña escala, dicho sistema se localiza en todo el territorio nacional y se caracteriza por combinar el sistema agrícola (producción de maíz, avena y forrajes) con la producción láctea generalmente bajo un esquema de tipo familiar, siendo esta su principal fuerza de trabajo o su activo productivo (Ojeda *et al.*, 2016).

El sistema de producción de leche en pequeña escala (SPLPE) ha sido estudiado desde varias perspectivas, destacan las investigaciones realizadas sobre estrategias de alimentación para disminuir los costos de producción (Albarrán *et al.*, 2015), análisis de la calidad de la leche (Bernal *et al.*, 2007), y ejercicios de caracterización como el descrito por Espinoza *et al.* (2007), en el que se hace énfasis en aspectos técnicos y económicos; en todas las disertaciones mencionadas es evidente que la producción de leche en pequeña escala es una opción productiva ya que permite generar ingresos económicos a las familias rurales y mantener un nivel de vida sin el desarraigo de las comunidades, también se coincide en que la producción es diversa y heterogénea ya que depende de cada agroecosistema, situación por la cual es de relevancia conocer las características que presenta en un contexto determinado, esto con la intención de optimizar y generar beneficios a los productores, considerando lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue caracterizar el sistema de producción de leche en pequeña escala de la zona suroriente del Estado de México con la finalidad de conocer los atributos técnicos, productivos, sociales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

La investigación se realizó en los municipios de Amecameca y Ayapango, Estado de México los cuales son representativos de la zona suroriente del Estado de México, los municipios están situados en la falda de la Sierra Nevada (Figura 1), dentro del eje neovolcánico y la cuenca del río Moctezuma-Pánuco. El municipio de Amecameca, se localiza entre las coordenadas geográficas 98° 37' 34" y 98° 49' 10" de longitud oeste y 19° 3' 12" y 19° 11' 2" de latitud norte, a una altura promedio de 2420 metros sobre el nivel del mar; el clima es templado subhúmedo Cb (w2) y la temperatura media anual de 14.1 °C. Por

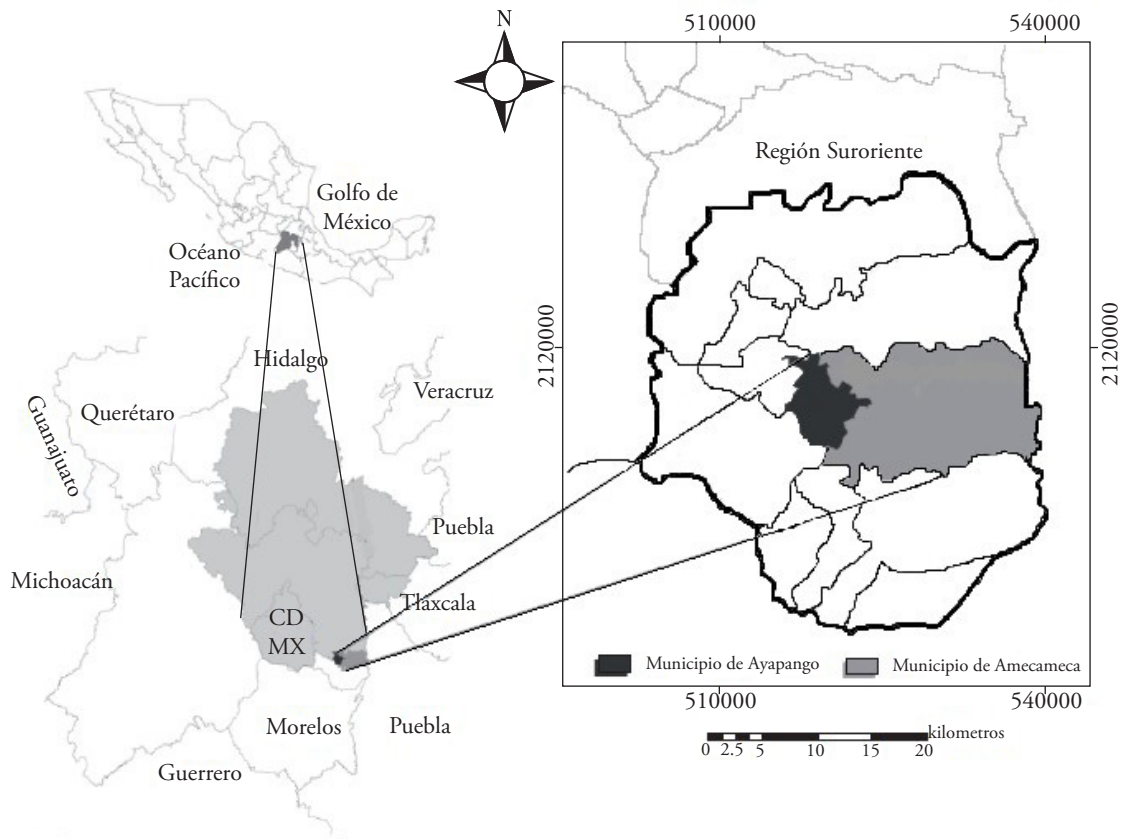
of corn, oats and fodders) with dairy production, generally under a family type scheme, with it being the main workforce or productive asset (Ojeda *et al.*, 2016).

The small-scale milk production system (SSMPS) has been studied from many perspectives; the studies carried out about food strategies to decrease production costs (Albarrán *et al.*, 2015), the analysis of milk quality (Bernal *et al.*, 2007), and the exercises of characterization as described by Espinoza *et al.* (2007) stand out, where emphasis is made on technical and economic aspects. In all the dissertations mentioned it is evident that small-scale milk production is a productive option since it allows generating economic income for rural families and maintaining a level of life without the uprooting of the communities, and there is also agreement that production is diverse and heterogeneous since it depends on each agroecosystem, situation why it is relevant to understand the characteristics present in a specific context, with the intention of optimizing and generating benefits for the producers. Considering this, the objective of this study was to characterize the small-scale milk production system of the southeastern zone of Estado de México with the aim of knowing the technical, productive and social attributes.

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

The research was performed in the municipalities of Amecameca and Ayapango, Estado de México, which are representative of the southeastern zone of Estado de México; the municipalities are located on the skirts of Sierra Nevada (Figure 1), in the Trans-Mexican Volcanic Belt and basin of the Moctezuma-Pánuco River. The municipality of Amecameca is located between geographic coordinates 98° 37' 34" and 98° 49' 10" of longitude West and 19° 3' 12" and 19° 11' 2" of latitude North, at an average altitude of 2420 meters above sea level; the climate is temperate sub-humid Cb (w2) and mean annual temperature of 14.1 °C. In turn, the municipality of Ayapango is located between coordinates 19° 11' latitude North and 98° 45' longitude West, at an altitude of 2450 masl; its climate is sub-humid with summer rains.



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio.  
**Figure 1.** Location of the study area.

su parte, el municipio de Ayapango se localiza entre las coordenadas, 19° 11' latitud norte y 98° 45' de longitud oeste, a una altura de 2450 msnm, su clima es subhúmedo con lluvias en verano. Las principales actividades que se realizan en la zona de estudio son la forestal con 9599 ha (50%), la pecuaria con 730 ha (3.4%) y la agrícola con 8,729 ha (46%) (IGECEM, 2011 a, b).

**Recolección de datos**

Se realizó un censo a través de un barrido en la zona y se ubicaron 153 unidades de producción, a las cuales se les aplicó un cuestionario con preguntas cerradas (106) y abiertas (2) agrupadas en distintas dimensiones: social (edad, escolaridad, sexo, antigüedad en la actividad, principal actividad productiva, continuidad en la actividad y miembros de la familia), técnico (superficie de siembra, subsidios, tenencia de la tierra, precio de la leche, precio pagado por el quesero, mano de obra familiar y mano de obra

The main activities performed in the study zone are forestry with 9599 ha (50%), livestock production with 730 ha (3.4%), and agricultural with 8729 ha (46%) (IGECEM, 2011 a, b).

**Data collection**

A census was carried out through a sweep in the zone and 153 production units were identified, where a questionnaire was applied with closed (106) and open (2) questions grouped into different dimensions: social (age, schooling, sex, seniority in the activity, main productive activity, continuity in the activity, and members of the family), technical (sowing surface, subsidies, land ownership, price of milk, price paid by the cheesemaker, family workforce, and hired workforce), and productive (cows in production, dry cows, herd production, production per cow, diversity in livestock species, reproductive method, diagnosis of gestation, vaccines, removing parasites, vaccination, type of milking, diagnosis of

contratada), y productiva (vacas en producción, vacas secas, producción del hato, producción por vaca, diversidad de especies pecuarias, método reproductivo, diagnóstico de gestación, vacunas, desparasitación, vacunación, tipo de ordeño, diagnóstico de mastitis, suministro de concentrado, conservación de forrajes, pH del suelo y materia orgánica).

### Análisis Estadístico

Los datos obtenidos a partir de la encuesta fueron capturados en una matriz (número de productor, edad, escolaridad, miembros de la familia, antigüedad, superficie de siembra, vacas totales, vacas en producción, vacas secas, producción del hato, producción por vaca, precio botero, precio quesero, mano de obra familiar y contratada) para posteriormente ser analizados mediante estadística multivariante (García *et al.*, 2015). En primer lugar se realizó un análisis factorial (AF) por componentes principales, la función principal de este análisis es reducir el número de variables en grupos más específicos denominados factores que ayudaran a describir al SPLPE, a este análisis se le aplicó una rotación varimax (Hair *et al.*, 1999).

Posteriormente con los valores de los factores se realizó un Análisis Clúster (AC) con el fin de agrupar a los productores del SPLPE identificando sus principales diferencias mediante el método de Ward's y la distancia euclidiana al cuadrado, tomando como punto de corte el salto más significativo. Para ambos análisis se empleó el paquete estadístico Statgraphics® versión Centurión XVI.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características generales del SPLPE

Los productores son principalmente varones (92%) y presentan una escolaridad básica (primaria y secundaria), la actividad lechera es su principal actividad, aunque la complementan con otras actividades de tipo agropecuario (60%) y en algunos casos con actividades fuera del contexto agropecuario (albañilería, obreros y empleados). A nivel unidad de producción, los ingresos que perciben son por la venta de leche fresca a intermediarios o queseros de la zona, además de venta de becerros, la cual representa un ingreso económico importante para las familias. Los

mastitis, supply of concentrate, fodder conservation, pH of the soil, and organic matter).

### Statistical analysis

The data obtained from the survey were captured into a matrix (number of producer, age, schooling, members of the family, seniority, sowing surface, total cows, cows in production, dry cows, herd production, production per cow, jar price, cheese price, family workforce, and hired workforce) to later be analyzed through multivariate statistics (García *et al.*, 2015). In the first place a factorial analysis (FA) was carried out by principal components, the main function of this analysis is to reduce the number of variables into more specific groups called factors that will help to describe the SSMPS, and a varimax rotation was applied to this analysis (Hair *et al.*, 1999).

Later, a Cluster Analysis (CA) was performed with the values from the factors, with the purpose of grouping the producers of the SSMPS identifying their main differences through Ward's method and the Euclidian square distance, taking as cutting point the most significant jump. The statistical package Statgraphics® version Centurion XVI was used for both analyses.

## RESULTS AND DISCUSSION

### General characteristics of the SSMPS

The producers are mainly men (92%) and they have basic education (primary and secondary), the dairy activity is their main activity, although they complement it with other agriculture and livestock activities (60%), and in some cases with activities outside of the agricultural and livestock context (bricklaying, laborers and employees). At the level of production unit, the income that they receive is from the sale of fresh milk to intermediaries or cheesemakers in the zone, in addition to selling calves, which represents an important income for the families. The producers perceive dairy production as an economically profitable activity and as consequence they think there will be transmissibility to the next generations, as was reported by Estrada *et al.* (2012) who establish that one of the main characteristics that family

productores perciben a la lechería como una actividad económicamente rentable y por consecuencia consideran que habrá transmisibilidad a las siguientes generaciones, tal como lo reportaron Estrada *et al.* (2012) quienes establece que una de las principales características que presentan los sistemas familiares es que existe el remplazo generacional y que gracias a esto el sistema se puede perpetuar por generaciones.

Las superficies agrícolas con las que cuentan son pequeña propiedad y en algunos caso ejidos, alcanzando superficies promedio de 2.5 ha, aunque algunos rentan tierras de cultivo (3.8 ha) para satisfacer las necesidades alimenticias del ganado, la producción agrícola es de temporal y se caracteriza por producir maíz (54%) en 2.7 ha en promedio, avena (21%), alfalfa (8%), ebo (6%) y otros cultivos como haba, trigo y frijol que son empleados para la alimentación de la familia (11%), la fertilización de suelos agrícolas es por medio de fertilizantes inorgánicos y orgánicos, estos últimos, son generados por el mismo sistema pecuario, los suelos agrícolas presentan un pH ácido (5.3) y la materia orgánica con la cuentan es baja (1.5%). El SPLPE se ve favorecido por el otorgamiento de subsidios gubernamentales (39%) con los cuales obtienen maquinaria agrícola, fertilizantes, semillas, semovientes, equipo pecuario y asesoría técnica. Cabe hacer mención que la producción de leche en pequeña escala es similar a lo reportado para valles altos del centro de México (Espinoza *et al.*, 2007) y parecido a la producción de doble propósito en el subtropical (Albarran-Portillo *et al.*, 2018).

Con respecto al ganado, las vacas son de fenotipo Holstein cruzadas con Suiza y Jersey, a pesar de la presencia de fenotipos lecheros, las lactancias no superan los 4500 litros, siendo este un volumen bajo con respecto a lo reportado por Espinoza *et al.* (2007), el bajo rendimiento se debe a la utilización de forrajes de baja calidad como esquilmos agrícolas y una inadecuada utilización de alimentos concentrados, la conservación de los forrajes la realizan por medio de ensilados y heno. Con respecto a la reproducción se emplea la inseminación artificial y para las vacas repetidoras la monta natural, se realizan diversos manejos zootécnicos como el diagnóstico de gestación, detección de mastitis, vacunación, desparasitación y vitaminación en el ganado, el tipo de ordeño que utilizan es el manual en un 60% y el resto mecánico, dichas características indican que es un sistema poco tecnificado y sin adopción de tecnologías técnico productivas, situación que limita su potencial productivo.

systems present is that there is a generational replacement and that thanks to this the system can be perpetuated for generations.

The agricultural surfaces that they have are smallholdings and in some cases *ejidos*, reaching average surfaces of 2.5 ha, although some rent farming lands (3.8 ha) to satisfy the dietary needs of the livestock, agricultural production is rainfed, and it is characterized by producing in 2.7 ha in average corn (54%), oats (21%), alfalfa (8%), ebo (6%) and other crops like broad bean, wheat and bean that are used for the family's diet (11%); fertilization of agricultural soils is through inorganic and organic fertilizers and the latter are generated by the livestock system itself, the agricultural soils present an acid pH (5.3), and the organic matter available is low (1.5%). The SSMPS is favored by the allotment of government subsidies (39%) with which they obtain agricultural machinery, fertilizers, seeds, livestock, cattle equipment and technical advice. It should be mentioned that small-scale milk production is similar to what is reported for the high valleys of central Mexico (Espinoza *et al.*, 2007) and similar to the double-purpose production in the subtropics (Albarran-Portillo *et al.*, 2018).

Regarding the livestock, cows are of the Holstein phenotype crossed with Swiss and Jersey, despite the presence of dairy phenotypes. Lactations do not exceed 4500 liters, with this being a low volume compared to the one reported by Espinoza *et al.* (2007); the low yield is because of the use of low-quality fodders such as farming residues and an inadequate utilization of concentrated meals, the conservation of fodders is done through ensilage and bedding. Concerning reproduction, artificial insemination is used and natural mounting for repeating cows; various animal husbandry managements are carried out such as gestation diagnosis, detection of mastitis, vaccination, removing parasites and livestock supplementation with vitamins; the type of milking that is used is manual in 60% and the rest mechanical. These characteristics indicate that it is a system with low technology and without adoption of productive technical technologies, situation that limits its productive potential.

Productive units present a diversity of livestock species where ovine, porcine, equid and poultry stand out, and this diversity contributes to the economy of the productive unit. On the other hand, there is also

Las unidades productivas presentan diversidad de especies zootécnicas donde destacan los ovinos, porcinos, équidos y aves de corral, dicha diversidad contribuye a la economía de la unidad productiva, por otra parte, también existe la presencia de caninos y fauna nociva, los cuales pueden ser un vector para la presencia de enfermedades reproductivas como la neosporosis y leptospirosis (Ojeda *et al.*, 2016) que afectan al SPLPE y nuevamente es un factor limitante para manifestar en plenitud el potencial productivo.

Un elemento que se considera primordial es la sanidad de la ubre, se presenta un alto índice de mastitis clínica, ya que solo el 26% de los productores realizan detección de mastitis subclínica, derivado de una mala rutina de ordeño, se observa que el 96% de los productores lavan ubres aunque de manera inadecuada ya que hay escurrimientos de agua contaminada y se vierten directamente en la leche, aumentando los conteos bacterianos, la rutina de ordeño incluye el despunte y solo 52% realiza el sellado post ordeña.

#### **Caracterización del SPLPE (Análisis de factores)**

El análisis Factorial arrojó cinco factores que explican 66% de la variación total de los datos (Cuadro 1). En el Factor 1 fue nombrado escala y está conformado por las variables hato, potencial lechero, superficie de siembra, tecnificación, tipo de ordeño y acceso a subsidios, dicho factor indica que a mayor tamaño del hato se cuenta con mayor superficie, por lo tanto más potencial productivo, por lo cual, las unidades de producción requieren tecnificación no solo para la actividad de la producción láctea (mecanización en el sistema de ordeño), sino también para la producción agrícola con el objetivo de producir más alimentos, además también incluye la variable de subsidios ya que son los productores más grandes quienes tienen la posibilidad de acceder a estos apoyos por parte del Estado, un aspecto a considerar es que estos productores con mayor número de vacas y de superficie no son necesariamente los más productivos, indicando que la escala no es sinónimo de productividad.

Hernández *et al.* (2013), realizaron una tipificación en sistemas campesinos del sur del Estado de México y al aplicar también un análisis de factores, observan que las variables superficie total y tamaño de hato, presentaron una correlación positiva, indica

the presence of canines and harmful fauna, which can be a vector for the presence of reproductive diseases such as neosporosis and leptospirosis (Ojeda *et al.*, 2016) that affect the SSMPS and, again, are a limiting factor to manifest the productive potential fully.

An element that is considered primordial is the health of the udder; there is a high index of clinical mastitis, since only 26% of the producers carry out subclinical mastitis detection, derived from a bad milking routine, and it is seen that 96% of the producers wash the udders although inadequately since there is spillage of contaminated water and it spills directly into the milk, increasing bacteria counts. The milking routine includes blunting and only 52% performs the post-milking sealing.

#### **Characterization of the SSMPS (analysis of factors)**

The Factorial Analysis resulted in five factors that explain 66% of the total variation of data (Table 2). Factor 1 was named Scale and is made up of the variables herd, milking potential, sowing surface, technology, type of milking and access to subsidies; this factor indicates that with a larger size of the herd there is a larger surface, and therefore more productive potential, which is why the production units require modernization not only for the dairy production activity (mechanization of the milking system), but also for agricultural production with the objective of producing more foods, in addition to also including the variable of subsidies since the largest producers are the ones that have the possibility of gaining access to these supports from the State. An aspect to consider is that these producers with more cows and surface is not necessarily the most productive, indicating that the scale is not a synonym of productivity.

Hernández *et al.* (2013) carried out a characterization of peasant systems in southern Estado de México and when they also applied an analysis of factors, they observe that the variables of total surface and herd size presented a positive correlation, indicating that with a higher number of cows there is a need for a larger surface; in this study case they observed that this increase in scale generated higher income, situation that does not necessarily coincide in this study given that a higher productive efficiency was not observed.

**Cuadro 1.** Componentes principales (CP) y su contribución a la explicación de la varianza total obtenidos a partir del AF.  
**Table 1.** Principal components (PC) and their contribution to the explanation of total variance obtained from the FA.

Variabes	Factor 1 Escala	Factor 2 Educativo	Factor 3 Agropecuario	Factor 4 Bioseguridad	Factor 5 Reemplazos
Abortos	0.36	0.002	-0.003	0.67	-0.13
Diversidad animal	0.30	0.001	0.09	0.61	0.51
Diversidad cultivos	0.08	0.42	0.65	0.22	-0.04
Edad	0.29	-0.70	0.22	-0.004	-0.14
Escolaridad	-0.23	0.58	-0.48	0.08	0.26
Hato	-0.74	-0.04	-0.14	0.18	-0.40
Ordeño	-0.74	-0.19	0.09	0.18	0.06
Potencial lechero	-0.40	-0.12	-0.33	-0.13	0.33
Recría	-0.21	-0.47	0.32	-0.05	0.63
Reproducción	-0.20	0.25	0.66	-0.33	-0.08
Subsidios	0.60	-0.39	-0.28	0.06	-0.24
Superficie	-0.67	-0.10	0.11	0.53	-0.20
Tecnificación	-0.54	-0.38	-0.03	-0.05	-0.01
Autovalores	2.8	1.6	1.4	1.3	1.1
Varianza acumulada	21.9	34.7	46.2	56.9	65.8

Fuente: trabajo de campo. ♦ Source: field work.

que a mayor número de vacas se requiere de mayor superficie, en este caso de estudio observaron que este incremento de escala generó mejores ingresos situación que no necesariamente coincide en este estudio ya que no se observó mayor eficiencia productiva.

El Factor 2 denominado educativo, muestra que a una menor edad del productor se cuenta con una mayor escolaridad, por tal motivo las generaciones más jóvenes contaron con mayor número de años de escolaridad, en contraste con sus antecesores, en un estudio realizado por Hernández *et al.* (2013), correlacionan las variables edad y escolaridad del productor de una forma negativa, es decir, a menor escolaridad mayor edad del productor situación que puede ser negativa ya que el productor no cuenta con la capacitación y le es más compleja la adopción de tecnologías. Orantes *et al.* (2014) caracterizaron el sistema de producción de bovinos de doble propósito en trópico y mencionan una relación inversa entre la edad y la escolaridad, ya que a mayor edad nuevamente menor escolaridad y por consecuencia el proceso de adopción tecnológica se vuelve más compleja, aunque algunos productores de mayor edad cuentan con experiencia pero no se da la innovación de manera fácil, situación que también se observó en este estudio.

El Factor 3 llamado Agropecuario correlacionan positivamente la diversidad de cultivos y la reproducción del hato, esto sugiere que a una mayor diversidad agrícola se

Factor 2, called Educational, shows that with a lower age of the producer there is higher schooling, so that younger generations had more years of schooling, in contrast with their ancestors, in a study performed by Hernández *et al.* (2013), correlating the variables age and schooling of the producer in a negative way; that is, with lower schooling there is higher age of the producer, situation that can be negative since the producer does not have the training and adopting technologies is more complex. Orantes *et al.* (2014) characterized the double-purpose cattle production system in the tropics and mentioned an inverse relationship between age and schooling, since with more age there is again lower schooling, and as consequence the process of technology adoption becomes more complex, although some older producers have experience but innovation does not take place easily, situation that is also observed in this study.

Factor 3, called Agriculture and Livestock, correlates positively the diversity of crops and the reproduction of the herd; this suggests that with greater agricultural diversity there will be greater variety of fodders and various forms of conservation (ensilage and bedding) with cultivation of corn, oats and alfalfa standing out, contributing to the livestock diets with higher nutritional quality, and



obtendrá mayor variedad de forrajes y diversas formas de conservación (ensilado y henificado) destacando el cultivo del maíz, avena y alfalfa, aportando a las dietas del ganado una mayor calidad nutricional, por ende da como resultado vacas con mejores balances energéticos y proteicos, favoreciendo así la tasa de reproducción. En un estudio realizado por Castillo *et al.* (2012) coincide que el cultivo de maíz es la base de la alimentación en sistemas de producción de leche en pequeña escala y es proporcionado principalmente como forraje conservado en forma de ensilado, de igual modo, Brunett *et al.* (2005) y Hernández *et al.* (2013), indican que en los valles altos de México el maíz es proporcionado como grano en dietas integrales, además de aprovechar el rastrojo de maíz como un complemento con bajo valor económico obtenido del mismo sistema productivo.

El cuarto Factor (Bioseguridad) presentan una correlación negativa entre los abortos presentes en las unidades de producción (UP) y la diversidad de especies animales, lo cual indica que los caninos y la fauna nociva (roedores), son vectores de enfermedades reproductivas como Neosporosis y Leptospirosis, en el mismo sentido en los establos se cuenta con ovinos, équidos y cerdos, dichas especies pueden ser reservorios de Diarrea Viral Bovina, dichas enfermedades pueden presentar abortos y por consecuencia disminuir la producción láctea e incrementar el intervalo entre partos generando pérdidas económicas, tal y como lo mencionan Ojeda *et al.* (2016) al identificar los factores de riesgo de los bovinos lecheros de este sistema donde se destaca que estas enfermedades se encuentran presentes en un alto porcentaje en SPLPE, demostrándose una alta seroprevalencia principalmente de Neosporosis (51.7%) enfermedad relacionada con la presencia de cánidos.

Por último, el Factor 5 solo consideró a los reemplazos, siendo esto un factor importante en el sistema ya que visualizada a esta actividad pecuaria en un futuro; no solo para ellos sino también para las próximas generaciones, debido a que se correlacionan positivamente la presencia y selección de reemplazos bovinos con la transmisibilidad o relevo generacional dentro del sistema de producción de leche. En el mismo sentido, Estrada *et al.* (2012) refieren que la actividad lechera en esta zona cuenta con una transmisibilidad de al menos tres generaciones, situación que indica la permanencia aunado con el potencial lechero del sistema, de igual manera García *et al.* (2015) indican que

therefore resulting in cows with better energetic and protein balances which favors the reproduction rate. A study carried out by Castillo *et al.* (2012) agrees that the corn crop is the base of the diet in small-scale milk production systems and is provided mainly as fodder conserved as ensilage. Likewise, Brunett *et al.* (2005) and Hernández *et al.* (2013) indicate that in the high valleys of Mexico corn is supplied as grain in integral diets, in addition to contributing corn stubble as a complement with low economic value obtained from the same productive system.

The fourth Factor (Biosafety) presents a negative correlation between the abortions present in production units (PU) and the diversity of animal species, which indicates that the canines and harmful fauna (rodents) are vectors of reproductive diseases like neosporosis and leptospirosis, and in the same sense there are ovine, equine and pigs in the stables. These species can be reservoirs of Viral Bovine Diarrhea, and these diseases can cause abortions and consequently decrease dairy production and increase the interval between births generating economic losses, as mentioned by Ojeda *et al.* (2016) when identifying the risk factors of dairy cows in this system where it is highlighted that these diseases are present in a high percentage of SSMPS, with a high serum-prevalence showing primarily of neosporosis (51.7%), disease related with the presence of canines.

Lastly, Factor 5 only considered the Replacements, with this being an important factor in the system since this livestock activity is visualized in the future, not just for them but also for the next generations because they correlate positively the presence and selection of bovine replacements with the transmissibility or generational replacement within the milk production system. In the same sense, Estrada *et al.* (2012) refer that the dairy activity in this zone has the transmissibility of at least three generations, situation that indicates the permanence in addition to the dairy potential of the system, just as García *et al.* (2015) indicate that in double purpose systems the permanence is due to the presence of herd breeding, situation that strengthens the transmissibility ensuring a better quality of life for the next generations and favoring rooting in the communities.

en sistemas de doble propósito la permanencia se debe a la presencia de recría del hato situación que fortalece la transmisibilidad asegurando una mejor calidad de vida para las generaciones próximas y favoreciendo el arraigo en las comunidades.

### Tipificación del SPLPE (Conglomerados)

Una vez establecidos los factores se agruparon a los productores mediante el Análisis de Clúster, el cual arrojó tres grupos bien definidos, tal como se indica en la Figura 2, destacando que se realizó el corte a una distancia euclidiana al cuadrado de 400 que fue donde se presentó el salto más importante y permitió definir a los grupos.

El primer grupo (G1) está constituido por 36 unidades de producción cuyos propietarios cuentan con una edad de 46 años y una escolaridad de 8.7 años equivalente a educación secundaria, siendo el grupo con menor edad y mayor escolaridad, situación que permite los procesos de innovación y capacitación tal como lo reporta Martínez-Castañeda y Perea-Peña (2012), dichas unidades de producción presentan hatos de nueve vacas promedio las cuales producen 10.23 litros por día siendo los hatos con mayor producción, aunque con valores menores a los reportados en sistemas similares del centro del país quienes tienen rendimientos por vaca de 12.4 litros (Espinoza *et al.*, 2007), tal situación se puede atribuir a la alimentación y al menor mérito genético del hato, aunque en ambos casos son valores bajos para vacas con tipo Holstein. Cuentan con una superficie de 9 ha. promedio donde se cultiva maíz, avena y alfalfa los cuales son empleados para la alimentación del hato, este grupo emplea alimento concentrado comercial en una proporción de 4.5 kg/vaca/día siendo una cantidad elevada para el bajo nivel productivo.

El precio recibido por litro de leche fue de \$6.60 siendo el grupo que percibió la mayor remuneración, este precio es similar al reportado por SAGARPA para la leche cruda (LACTODATA, 2016), el precio obtenido se debe a que los productores venden directamente al consumidor como leche bronca, mientras que la leche sobrante es comercializada a queserías que pagan \$4.30 por litro, las unidades de producción de este grupo se ven en la necesidad de vender a las queserías a menor precio debido a que estas tienen la capacidad de adquirir todo el producto y con esto

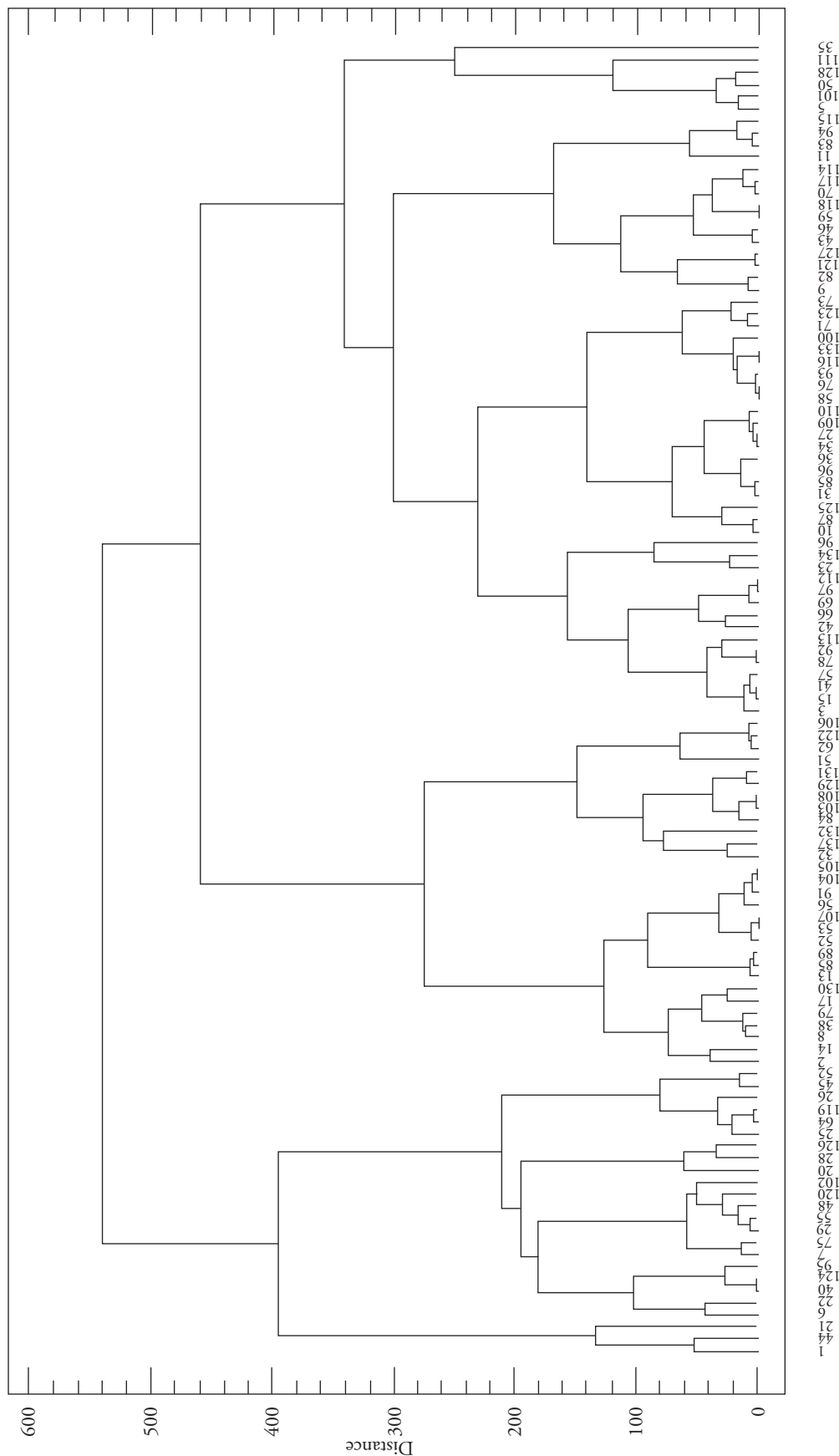
### Categorization of the SSMPS (Conglomerates)

Once the factors were established, the Cluster Analysis grouped producers generating three well-defined groups, as indicated in Figure 2, and highlighting that the cut was made at Euclidian distance of squared 400, which was where the most important jump took place and allowed defining the groups.

The first group (G1) is constituted by 36 production units whose owners have an age of 46 years and schooling of 8.7 years equivalent to secondary education, being the group of least age and more schooling, situation that allows innovation and training processes just as Martínez-Castañeda and Perea-Peña (2012) report; these production units present herds of nine cows in average which produce 10.23 liters per day as the herds with highest production, although with values lower than those reported in similar systems of the central area of the country that have yields per cow of 12.4 liters (Espinoza *et al.*, 2007); this situation can be attributed to the diet and to the lower genetic merit of the herd, although in both cases they are low values for Holstein cows. They have a surface of 9 ha average where corn, oats and alfalfa are cultivated which are used to feed the herd. This group uses commercial concentrated meals in a proportion of 4.5 kg/cow/day, with it being a high amount for the low productive level.

The price received per liter of milk was \$6.60, and this was the group that received the highest remuneration, a price is similar to the one reported by SAGARPA for raw milk (LACTODATA, 2016); the price was obtained because the producers sell directly to the consumer as raw milk, while the surplus milk is commercialized to cheesemakers that pay \$4.30 per liter. The production units of this group are in the need of selling to cheesemakers at a lower price because they have the ability to buy the entire product and with this they guarantee that all of the milk is traded without the risk of there being product left over and deteriorating. It should be mentioned that Hernández *et al.* (2013) found in milk production systems of the subtropics that intermediaries and cheesemakers purchase milk at low prices with this being pressure for producers, situation that is similar to this study.

On the other hand, the second group (G2) is made up of 51 producers, who had an average age of 53 years, schooling of 5.7 years equivalent to primary school and seniority in the dairy activity of 26.8 years. García *et al.* (2015) and Díaz *et al.* (2011) indicate that the age



**Figura 2.** Dendrograma de productores que integran el SPLPE de la región Suroriental del Estado de México.  
**Figure 2.** Dendrogram of producers who make up the SSMPS in the southeastern region of Estado de México.

se garantiza que se comercialice la totalidad de la leche sin el riesgo de que se quede el producto y sufra un deterioro. Cabe hacer mención que Hernández *et al.* (2013) encontraron en sistemas de producción de leche del subtrópico, que los intermediarios y quesería compran la leche a precios bajos siendo esto una presión para los productores, situación que es similar al presente estudio.

Por otra parte el segundo grupo (G2) está conformado por 51 productores, quienes presentaron una edad promedio de 53 años, escolaridad de 5.7 años equivalente a educación primaria y una antigüedad en la actividad lechera de 26.8 años, García *et al.* (2015) y Díaz *et al.* (2011) indican que la edad y escolaridad en sistemas campesinos de producción de leche presentan una correlación negativa tal como sucedió en este estudio, dicha situación genera que estos productores sean menos sensibles a los cambios y realicen prácticas zootécnicas que han aprendido a lo largo del tiempo aunque estas no sean las más adecuadas como es el caso de la alimentación del ganado basadas un uso excesivo de alimentos concentrados comerciales.

El hato estuvo integrado por 4.8 vacas en promedio, siendo el grupo con menor número de animales y de superficie ya que solo contaron con 2.5 ha. donde se cultiva maíz y avena, dichos cultivos son proporcionados al ganado y para complementar la alimentación se realiza pastoreo trashumante en tierras comunales, así como la suplementación con alimentos concentrados que llega a ser hasta de 9 kg/vaca/día, tal cantidad de alimento concentrado es alta y no se refleja en un incremento productivo ya que el promedio por vaca en producción fue de 12.3 litros de leche, el cual es parecido al grupo 1 quienes utilizan 4.5 kg/vaca/día, tal situación indica que los productores del grupo 2 emplean mayor cantidad de recursos externos ya que el alimento concentrado es un insumo externo a la unidad de producción que debe ser pagado, aunado a esto, el precio pagado fue de \$4.80 por litro, este precio es el más bajo y se puede atribuir a que solo venden la leche a los intermediarios y queserías, ya que por el bajo volumen no pueden vender a otros mercados como fue el caso del grupo 1, siendo esto una situación que pone en riesgo a estos productores.

Por último, el tercer grupo (G3) conto con 66 productores, siendo el grupo con más individuos, la edad promedio fue de 48 años, escolaridad de 7.8

and schooling in peasant systems of milk production present a negative correlation as it happened in this study; this situation generates for these producers to be less sensitive to changes and to perform animal science practices that they have learned throughout time even when they are the most adequate, as in the case of a livestock diet based on excessive use of commercial concentrated meals.

The herd was made up of 4.8 cows in average, with the group of fewest number of animals and surface since they only had 2.5 ha where corn and oats are cultivated; these crops are given to the livestock and to complement the diet they carry out nomadic grazing in communal lands, as well as supplementation with concentrated meals that can reach 9 kg/cow/day. This amount of concentrated meal is high and it is not reflected in a productive increase since the average per cow in production was 12.3 liters of milk, which is similar to group 1 that uses 4.5 kg/cow/day; such as situation indicates that the producers of group 2 use a higher amount of external resources since the concentrated meal is an external input to the production unit that must be paid. In addition to this, the price paid was \$4.80 per liter, the lowest price and it can be attributed to them only selling milk to intermediaries and cheesemakers, given that due to the low volume they cannot sell to other markets as was the case of group 1, with this being a situation that places these producers at risk.

Lastly, the third group (G3) had 66 producers, with this being the group with most individuals, the average age was 48 years, schooling of 7.8 years equivalent to incomplete secondary and a seniority of 21.7 years. Regarding the surface, they have 4.4 hectares where corn, oats and alfalfa were cultivated, and they complement it with nomadic grazing and commercial concentrated meal (4.3 kg/cow/day); the herd is 7 cows and they produce 12.1 liters per cow, accumulating a total production of 62.9 liters per day. This group can be considered the typical group of SSMPS of the zone, situation that is also reported by Castillo *et al.* (2012), who indicate that milk production in the southeastern zone of Estado de México has small herds and is sustained with the use of diverse foods such as good quality fodders, agricultural residues, grazing in communal zones and supplementation with concentrated meals, and these foods are used according to the availability and the time of the year.

años equivalente a secundaria trunca y una antigüedad de 21.7 años. Con respecto a la superficie cuentan con 4.4 hectáreas donde se cultivan maíz, avena y alfalfa y complementan con pastoreo trashumante y alimento concentrado comercial (4.3 kg/vaca/día), el hato es de siete vacas y producen 12.1 litros por vaca, acumulando una producción total de 62.9 litros por día. Este grupo se puede considerar como el grupo típico del SPLPE de la leche de la zona, situación también reportada por Castillo *et al.* (2012) quienes indican que la producción de leche en la zona sur oriente del Estado de México cuenta con hatos pequeños y se sustenta con el empleo de diversos alimentos como son forrajes de buena calidad, esquilmos agrícolas, pastoreo de zonas comunales y suplementación con alimentos concentrados, dichos alimentos se usan según la disponibilidad y la época del año.

Se observa que la producción de leche en la zona sur oriente del Estado de México se realiza en sistemas en pequeña escala con rendimientos de leche por vaca que no superan 13 litros diarios por lo que las lactancias acumuladas son de solo 3,800 litros, en sistemas similares la producción es menor tal como lo reportaron Anaya *et al.* (2012) en el municipio de Aculco en el Estado de México donde se encontraron producciones de leche promedio de 11 kg/vaca/día, ya que de acuerdo a los autores esto refleja que la vaca solo produce el 40% de su potencial lechero, esto se debe en gran medida en función de los ingredientes disponibles en la zona, lo que repercute en el rendimiento lácteo. Así mismo Hernández *et al.* (2013) mencionan que los sistemas campesinos tienen una producción láctea promedio de 8.8 l/vaca/día. Castelán y Arriaga (1997) reporta producciones para el Valle de Toluca de 3.0 a 3.6 litros de leche/día. A su vez Pedraza *et al.* (2012) reportan producciones lácteas de 7 kg/vaca/día en el municipio de Tejupilco en el estado de México.

## CONCLUSIONES

La producción de leche en pequeña escala de la zona sur oriente del Estado de México es una actividad representativa de la región y se asocia con cultivos como son el maíz y avena forrajera, aunque depende de la utilización de alimentos concentrados comerciales, a pesar de esto, los niveles productivos son bajos y la leche se comercializa a agroindustrias procesadoras por debajo del precio nacional promedio, aunque el

It is observed that milk production in the southeastern zone of Estado de México is carried out in small-scale systems with milk yields per cow that do not exceed 13 liters daily so the accumulated lactations are only 3800 liters; in similar systems, the production is lower, as Anaya *et al.* (2012) report in the municipality of Aculco, Estado de México, where an average milk production of 11 kg/cow/day was found, since according to the authors this reflects that the cow only produces 40% of its milking potential. This is to a large extent due to the ingredients available in the zone, which has repercussions in the dairy yield. Likewise, Hernández *et al.* (2013) mention that peasant systems have an average milk production of 8.8 l/cow/day; Castelán and Arriaga (1997) report productions for the valley of Toluca of 3.0 to 3.6 liters of milk/day, while Pedraza *et al.* (2012) report milk production of 7 kg/cow/day in the municipality of Tejupilco in Estado de México.

## CONCLUSIONS

Small-scale milk production in the southeastern zone of Estado de México is a representative activity of the region and is associated with crops like corn and fodder oats, although it depends on the use of commercial concentrated meals. Despite this, the productive levels are low and the milk is commercialized to processing agro-industries below the national average price, although the scenario is not the optimal; the activity is carried out by people who are considered adults in the prime of life with a medium level of schooling, who indicate that small-scale milk production offers a constant economic income and generates rooting in their communities, thus avoiding the exit of the population to urban work centers.

Because of this, small-scale milk production, although not being efficient in technical and productive terms, is an option of social nature. Producers consider that the activity will be inherited to their family members, thus establishing the transmissibility to future generations, which can improve the system through implementation of actions such as genetic breeding through reproductive programs and feeding strategies with their own resources that cover the requirements according to genetic merit.

—End of the English version—



escenario no es el óptimo, la actividad se realiza por personas que son considerados adultos en plenitud con un nivel de escolaridad medio, quienes indican que la lechería en pequeña escala ofrece un ingreso económico constante y les genera arraigo en sus comunidades evitando así la salida de la población a centros de trabajo urbanos.

Por tal motivo la producción de leche en pequeña escala a pesar de no ser eficiente en términos técnicos y productivos, es una opción de carácter social, los productores consideran que la actividad se va a heredar a sus familiares estableciendo así la transmisibilidad a futuras generaciones, las cuales pueden mejorar el sistema a través de la implementación de acciones como la mejora genética a través de programas reproductivos y estrategias de alimentación con recursos propios que cubra los requerimientos de acuerdo al mérito genético.

### LITERATURA CITADA

- Albarrán P. B., Rebollar R. S., García M. A., Rojo R. R., Avilés N. F., y Arriaga J. C. 2015. Socioeconomics and productive characterization of dual purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 47: 519-523.
- Albarrán-Portillo, B., García-Martínez A., Ortiz-Rodea A., Rojo-Rubio R., Vázquez-Armijo J. F., y Arriaga-Jordán C. M. 2018. Socioeconomic and productive characteristics of dual purpose farms based on agrosilvopastoral systems in subtropical highlands of central Mexico. *Agroforestry Systems*. 1-9.
- Anaya J., Prospero F., Martínez C., Martínez F., Espinoza A., y Arriaga C. 2012. Caracterización de las estrategias de alimentación en sistemas de producción de leche en pequeña escala en época de secas. *In: Ganadería y Alimentación: alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social* Vol. 2. (coord) Cavalloti B. y Palacios M. Edit. UACH (Universidad Autónoma Chapingo) pp: 301-308.
- Bernal M. L. R., Rojas G. M. A., Vázquez F. C., Espinoza O. A., Estrada F. J. G., y Castelán O. O. 2007. Assessment of physicochemical. Quality of raw milk produced in smallholder dairy systems in two regions of the state of México. *Veterinaria México*. 38: 397- 407.
- Brunett P. L., González C., y García L. 2005. Evaluación de la sustentabilidad de dos Agroecosistemas campesinos de producción de leche y maíz, utilizando indicadores. *Livestock Research of Rural Development*. Vol. 17, No. 78.
- Castelán O. O., y Arriaga J. C. 1997. Estudio y mejoramiento de los sistemas campesinos de producción de leche del valle de Toluca a través del uso de modelos de simulación. *In: Memorias del Seminario-Taller Nacional en Sistemas de Producción de Leche en Pequeña Escala*. UAEM, CICA. Toluca. pp: 83-93.
- Castillo D., Tapia M., Brunett L., Márquez O., Terán O., y Espinosa E. 2012. Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de leche y maíz, utilizando indicadores. *Livestock research of rural development*. Vol. 17, Art. 78.
- Cervantes, E., y Poméon T. 2010. El sector lechero y quesero en México de 1990 a 2009: entre lo global y local, reporte de investigación No. 89. UACH/CIESTAAM.
- Díaz R. P., Oros N. V., Vilaboa A. J., Martínez D. J., y Torres H. G. 2011. Dinámica del desarrollo de la ganadería doble propósito en las Choapas, Veracruz, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 1991-199.
- Espinosa E., Arriaga J. C., Alonso P. F., Castelán O. O., y Espinoza A. 2003. Rentabilidad de la lechería en Pequeña Escala. Antes y después de la apertura comercial. *In: La ganadería mexicana en el nuevo milenio: Situación y Alternativas*. Cavalloti B. y Palacios M. (coords). Edit. UACH (Universidad Autónoma Chapingo). pp: 180-189.
- Espinosa G. J., Wiggins.S., González O. A., y Aguilar B. U. 2004. Sustentabilidad económica a nivel de empresa: aplicación a unidades familiares de producción de leche en México. *Técnica Pecuaria México* 42: 55-70.
- Espinoza O. A., Espinosa A. E., Bastida L. J., Castañeda M.T., y Arriaga J.C. M. 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.
- Estrada A., Brunett L., Espinosa E., y Sánchez E. 2012. Propuesta metodológica para el análisis de la transmisibilidad social en los sistemas de producción de leche en pequeña escala en la zona suroriente del estado de México. *In: Ganadería y Alimentación: alternativas frente a la crisis ambiental y el cambio social* Vol. 2. Cavalloti B. y Palacios M. (coords). Edit. UACH (Universidad Autónoma Chapingo). pp: 317-322.
- FAO/FEPALE (Federación Panamericana de Lechería). 2012. Situación de la lechería en América Latina y el Caribe 2011. FAO. Chile.
- FAOSTAT. 2019. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, consulta de estadísticas [www.fao.org](http://www.fao.org)
- García A., Albarrán B., y Avilés F. 2015. Dinámicas y tendencias de la ganadería de doble propósito en el sur del Estado de México. *Agrociencias*. 49: 125-139
- Hernández M. P., Estrada F. J. G., Avilés N. F., Yong A. G., López G. F., Solís M. D. A., y Castelán O. O. 2013. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del Estado de México. *Universidad y Ciencia, trópico húmedo*. 29 (1): 19-31.
- Hair J. F., Anderson R. E., Tatham R. L., y Black W. C. 1999. *Análisis multivariante*. 5a edición. Edit. Prentice Hall International. New Jersey.
- IGCEM. 2011a. Estadística Básica Municipal del Estado de México. Municipio de Ayapango. Gobierno del Estado de México. México.
- IGCEM. 2011b. Estadística Básica Municipal del Estado de México. Municipio de Amecameca. Gobierno del Estado de México. México.
- LACTODATA. 2016. Información sobre el sector lechero boletín, resumen de precios. Periodo 2016. [www.lactodata.info/docs/ind/lacto\\_ind\\_precios\\_resumen.pdf](http://www.lactodata.info/docs/ind/lacto_ind_precios_resumen.pdf)
- Martínez-Castañeda, F. E., y Perea-Peña M. 2012. Estrategias locales y de gestión para la porcicultura doméstica en localidades periurbanas del Valle de México. *Agricultura, sociedad*

- y desarrollo, 9(4), 411-425.
- NMX-700-COFOCALEC. 2004. Norma para leche cruda especificaciones fisicoquímicas y sanitarias. [http://cofocalec.org.mx/docs/requerimientos de mejora en calidad de leche cruda en México.pdf](http://cofocalec.org.mx/docs/requerimientos_de_mejora_en_calidad_de_leche_cruda_en_México.pdf).
- Ojeda J., Espinosa E., Hernández P., Rojas C., y Álvarez J. 2016. Seroprevalencia de enfermedades que afectan la reproducción de bovinos para leche con énfasis en Neosporosis. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 3 (8): 243-249
- Orantes M., Platas D., Córdova V., De los Santos M., y Córdova A. 2014. Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 1 (1): 49-58.
- Pedraza B. P, Estrada F. J, Martínez C. R, Estrada L. I, Rayas A. A, Yong A. G, Figueroa M. M, Avilés N. F., y Castelán O. 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.
- Pelayo, C. B., y Tejada C. I. 2008. Inocuidad de la leche en México. 16ª Reunión anual de CONASA. XXI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias.
- SIAP/SADE. 2019. Producción de leche de bovino a nivel nacional periodo 2012-2018. Consulta en: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)
- Schwentesius, R., y Gómez M. 2002. Supermarkets in México: Impacts on horticulture systems. *Development policy and review* 20: 487-502.