

# ESTRUCTURA Y TIPOLOGÍA DE LAS UNIDADES DE PRODUCCIÓN OVINAS EN EL CENTRO DE MÉXICO

## STRUCTURE AND TYPOLOGY OF SHEEP PRODUCTION UNITS IN CENTRAL MÉXICO

Ignacio Vázquez-Martínez<sup>1</sup>, J. Luis Jaramillo-Villanueva<sup>1</sup>, Angel Bustamante-González<sup>1</sup>, Samuel Vargas-López<sup>1</sup>, Francisco Calderón-Sánchez<sup>1</sup>, Glafiro Torres-Hernández<sup>2</sup>, Wolfgang Pittroff<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados-Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205. Santiago Momoxpan, Municipio de San Pedro Cholula. 72760. Puebla, México. (svargas@colpos.mx)

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Km. 36.5 Carretera Federal México-Texcoco. Montecillo Estado de México. 56230. Texcoco, Estado de México, México. <sup>3</sup> College of Natural and Computational Sciences, Mekelle University. Tigray, PO Box 231 Mekelle, Tigray Ethiopia

### RESUMEN

En México existe escasa información de la producción de ovinos en zonas de clima templado, a pesar de representar un importante medio de vida para la población rural. Este estudio tuvo como objetivo analizar la estructura de los sistemas de producción y tipificar las unidades de producción ovinas de la región templada de los estados de Puebla y Tlaxcala. Los datos fueron colectados por entrevistas y observación directa, registrando en un cuestionario variables sociales y técnicas-económicas en una muestra estadística de 221 productores de ovinos. La estructura del sistema de producción se determinó con análisis factorial. Las tipologías de las unidades de producción ovinas se agruparon con análisis cluster. El análisis factorial identificó al tamaño del rebaño, la producción de corderos, y la compra y producción de granos y forrajes como las variables que explicaron la mayor varianza de las unidades de producción. Se identificaron tres tipos de agrupaciones de unidades de producción: familiares de subsistencia (60.6 %), asociación ovino-cereales (32.1 %) y extensivas de montaña (7.3 %). En la región de estudio la producción de ovinos depende del tamaño del rebaño, producción y disponibilidad de forraje nativo y de la disponibilidad de mano de obra para generar ingresos económicos.

**Palabras clave:** clasificación de explotaciones, perfil de productor, rebaño ovino, sistema de producción.

### ABSTRACT

In México, there is scarce information about sheep production in zones of temperate climate, despite representing an important means of livelihood for the rural population. This study had the objective of analyzing the structure of the production systems and to typify the sheep production units of the temperate region of the states of Puebla and Tlaxcala. The data were collected through interviews and direct observation, recording in a questionnaire the social and technical-economic variables from a statistical sample of 221 sheep producers. The structure of the production system was determined with factorial analysis. The typologies of the sheep production units were grouped with cluster analysis. The factorial analysis identified the size of the flock, the production of lambs, and the purchase and production of grains and fodders as the variables that explained the highest variance in the production units. Three types of production units groups were identified: family subsistence (60.6 %), sheep-cereal association (32.1 %) and mountainous extensive (7.3 %). In the study region, the production of sheep depends on the size of the flock, the production and availability of native fodder, and the availability of workforce to generate economic income.

**Key words:** classification of farms, producer profile, sheep flock, production system.

### INTRODUCTION

In México, sheep production is developed in different regions and is conditioned by the availability of resources and the market (Pérez-Hernández *et al.*, 2011; Ortiz-Plata *et al.*, 2012; Partida de la Peña *et al.*, 2013). The size of the farm

\* Autor responsable ✦ Author for correspondence.

Recibido: noviembre, 2015. Aprobado: noviembre, 2016.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 15: 85-97. 2018.

## INTRODUCCIÓN

En México, la ovinocultura se desarrolla en diferentes regiones y está condicionada por la disponibilidad de recursos y el mercado (Pérez-Hernández *et al.*, 2011; Ortiz-Plata *et al.*, 2012; Partida de la Peña *et al.*, 2013). La dimensión de la explotación está determinada por las condiciones socioeconómicas, el acceso a tierra, la disponibilidad de insumos y la tecnología utilizada (De Lucas Tron *et al.*, 2003); estos factores impiden satisfacer la demanda nacional de carne (Partida de la Peña *et al.*, 2009).

En el centro del país predomina el sistema de producción extensivo de zonas rurales de montaña, sierra y valles. En este tipo de unidades de producción el objetivo de la producción es el ahorro y la capitalización de la unidad de producción. El tipo genético de los ovinos son cruza de Suffolk, Criollos y otras razas (Vázquez-Martínez *et al.*, 2009). La alimentación del rebaño depende de la vegetación natural y residuos de las cosechas de la agricultura de temporal (Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2011). La mano de obra es de tipo familiar y se emplea en el manejo del rebaño (Pérez-Hernández *et al.*, 2011). El principal producto comercializado son corderos para abasto (Partida de la Peña *et al.*, 2009; Mondragón *et al.*, 2014) y pie de cría (Vázquez-Martínez *et al.*, 2009).

Los estudios indican que existe diferencia en las formas de producir ovinos y en los beneficios que obtiene la familia. Como una forma de diferenciar los sistemas de producción se establecen tipologías de productores a partir de la distribución geográfica, los cambios en las prácticas de manejo y en la escala de producción. La tipología de explotaciones ganaderas es parte del enfoque de sistemas, que agrupa a las unidades de producción de la forma más homogénea posible para su análisis y para realizar acciones de desarrollo. La tipificación es un trabajo sencillo y de utilidad práctica para promover acciones de organización y participación de productores (Köbrich *et al.*, 2003). Como métodos de análisis y clasificación de las explotaciones ovinas se utiliza estadística multivariada: conglomerados o cluster, factorial y componentes principales (Ruiz *et al.*, 2008; Gaspar *et al.*, 2008; Milán *et al.*, 2011; Toro-Mujica *et al.*, 2012; Gelasakis *et al.*, 2012; Riveiro *et al.*, 2013).

La escasa información sobre la tipificación de las unidades de producción ovinas limita la toma de

es determinada por las socioeconómicas condiciones, el acceso a tierra, la disponibilidad de insumos, y la tecnología utilizada (De Lucas Tron *et al.*, 2003); estos factores los impiden cumplir con la demanda nacional de carne (Partida de la Peña *et al.*, 2009).

El sistema de producción extensivo en zonas rurales montañosas, de sierra y de valle predomina en el centro del país. En este tipo de unidades de producción el objetivo es el ahorro y la capitalización de la unidad de producción. Los tipos genéticos de las ovejas son cruza de Suffolk, Criollos y otras razas (Vázquez-Martínez *et al.*, 2009). La alimentación del rebaño depende de la vegetación natural y residuos de las cosechas de la agricultura de temporal (Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2011). La mano de obra es de tipo familiar y se emplea en el manejo del rebaño (Pérez-Hernández *et al.*, 2011). Los productos comercializados son corderos para abasto (Partida de la Peña *et al.*, 2009; Mondragón *et al.*, 2014) y pie de cría (Vázquez-Martínez *et al.*, 2009).

Los estudios indican que existen diferencias en las formas de producir ovejas y en los beneficios que obtiene la familia. Como una forma de diferenciar los sistemas de producción se establecen tipologías de productores basadas en la distribución geográfica, los cambios en las prácticas de manejo y en la escala de producción. La tipología de explotaciones ganaderas es parte del enfoque de sistemas, que agrupa a las unidades de producción de la forma más homogénea posible para su análisis y para realizar acciones de desarrollo. La tipificación es un trabajo sencillo y de utilidad práctica para promover acciones de organización y participación de productores (Köbrich *et al.*, 2003). Como métodos de análisis y clasificación de las explotaciones ovinas se utiliza estadística multivariada: conglomerados o cluster, factorial y componentes principales (Ruiz *et al.*, 2008; Gaspar *et al.*, 2008; Milán *et al.*, 2011; Toro-Mujica *et al.*, 2012; Gelasakis *et al.*, 2012; Riveiro *et al.*, 2013).

La escasa información sobre la tipificación de las unidades de producción ovinas limita la toma de decisiones para impulsar el sistema de producción de carne de oveja. El objetivo del estudio fue analizar la estructura del sistema de producción y tipificar las unidades de producción ovinas, utilizando variables sociales, técnicas y económicas.

decisiones para impulsar el sistema producto corde-ro. El objetivo del trabajo fue analizar la estructura del sistema de producción y tipificar las unidades de producción ovinas, usando variables sociales, técnicas y económicas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio abarcó 53 comunidades de 17 municipios y 221 productores. Las coordenadas geo-gráficas son 18° 54' y 19° 56' N y 97° 17' y 98° 37' O. Los municipios muestreados en el estado de Pue-bla fueron: Acajete, Aquixtla, Atempan, Atzizintla, Chignahuapan, Chignautla, Cuyoaco, Ixtacamaxtitlán, Libres, Satillo la Fragua, Tetela de Ocampo, Tlachichuca, Tlahuapan y Tlatlauquitepec. En el estado de Tlaxcala se seleccionaron los municipios de Nana-camilpa y Calpulalpan. La altitud tuvo un rango de 1621 a 3160 m (INEGI, 2014). En la región se pre-sentan tres tipos de clima: a) C(w)(w), húmedo con abundantes lluvias en verano, b) C(w1)(w), templa-do subhúmedo con lluvias en verano y c) C(w2)(w), semifrío subhúmedo con lluvias en verano (García, 1998). La temperatura oscila de 5 a 26 °C. La preci-pitación pluvial anual tiene un rango de 400 a 1200 mm. El tipo de vegetación predominante es pastizal abierto, matorral crasicale en el clima seco, y bos-que de pino-encino-oyamel y matorral en las zonas de sierra y de alta montaña. Los suelos dominantes son Andosol, Litosol, Regosol (INEGI, 2014).

### Registro de datos

Para el registro de la información se seleccionó una muestra de unidades de producción ovinas me-diante muestreo simple aleatorio y varianza máxima (Mendenhall *et al.*, 1987), por no conocer el número de unidades de producción que crían ovinos en el área de estudio. Con un margen de error de 6.5 % y una varianza máxima de 0.25, el tamaño de muestra calculado fue de 227 productores de los estados de Puebla y Tlaxcala.

Los productores de ovinos de la zona de estudio no llevan registro de su explotación, como lo describió Acero *et al.* (2004) para España. En la región, desde 2006 los autores de este trabajo han realizado estudios de los sistemas de producción de ovinos por zonas

## MATERIALS AND METHODS

### Study area

The study area included 53 communities from 17 municipalities and 221 producers. The geographic coordinates are 18° 54' and 19° 56' N and 97° 17' and 98° 37' W. The municipalities sampled in the state of Puebla were: Acajete, Aquixtla, Atempan, Atzizintla, Chignahuapan, Chignautla, Cuyoaco, Ixtacamaxtitlán, Libres, Satillo la Fragua, Tetela de Ocampo, Tlachichuca, Tlahuapan and Tlatlauquitepec. In the state of Tlaxcala, the municipalities of Nanacamilpa and Calpulalpan were selected. The altitude had a range of 1621 to 3160 m (INEGI, 2014). In the region there are three types of climate: a) C(w)(w), humid with abundant summer rains, b) C(w1)(w), sub-humid temperate with summer rains, and c) C(w2)(w), sub-humid semi-cold with summer rains (García, 1998). The temperature varies from 5 to 26 °C. The annual rainfall has a range of 400 to 1200 mm. The type of vegetation that predominates is open grassland, crassicaule shrub in the dry climate, and pine-oak-sacred fir forest and shrub in the sierra and high mountain zones. The dominant soils are Andosol, Litosol, Regosol (INEGI, 2014).

### Data registry

For the registry of information a sample of sheep production units was selected through simple random sampling and maximum variance (Mendenhall *et al.*, 1987), due to not knowing the number of production units that breed sheep in the study area. With a margin of error of 6.5 % and a maximum variance of 0.25, the size of the sample calculated was 227 producers from the states of Puebla and Tlaxcala.

The sheep producers in the study zone do not have a record of their exploitation, as was described by Acero *et al.* (2004) for Spain. In the region, since 2006, the authors of this study have carried out studies of the sheep production systems per zones (Vázquez-Martínez *et al.*, 2009; Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2011); the sheep population was characterized (Vargas *et al.*, 2012) and the growth of lambs was monitored (Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2014). The technical staff from the previous studies was the

(Vázquez-Martínez *et al.*, 2009; Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2011); se caracterizó la población de ovinos (Vargas *et al.*, 2012) y se dio seguimiento al crecimiento de los corderos (Galaviz-Rodríguez *et al.*, 2014). El personal técnico de los estudios previos fue el mismo que colaboró para el registro de datos en campo por entrevista directa al titular de la unidad de producción y la observación directa en los rebaños. En el diseño del trabajo de campo y la elaboración del cuestionario para el registro de información se revisaron las metodologías que utilizan encuestas directas al titular y dentro de la explotación (Toro-Mujica *et al.* 2011; Gaspar *et al.*, 2011; Milán *et al.*, 2011), así como la observación directa para el registro de datos (Riveiro *et al.*, 2013). En la parte social las preguntas fueron acerca del propietario y la familia. En la parte técnica se registró el tamaño del rebaño, tierra, cultivos sembrados, y aspectos productivos y reproductivos de los ovinos. En lo económico se registraron los costos de insumos, mano de obra, servicios veterinarios e ingresos totales. En el registro de peso de los ovinos y los parámetros productivos de las unidades de producción se utilizaron las bases de datos del estudio de las poblaciones ovinas que se realizó en forma paralela a la encuesta, y cuando la unidad de producción no estuvo dentro del muestreo los datos se obtuvieron directamente por el personal técnico y el productor de cada rebaño.

### Análisis estadísticos

La base de datos se capturó en Excel y se exportó al Statistical Analysis System (SAS, 2003), versión 9.4 para Windows. Los factores del sistema de producción se estimaron con análisis factorial; con esto se obtuvieron combinaciones lineales para formar grupos reducidos de variables estandarizadas y que explicaran la mayor proporción de la varianza de los datos originales. Las tipologías de las explotaciones ovinas se determinaron con análisis cluster. El objeto de dicho análisis fue agrupar a las unidades de producción con base en una homogeneidad en lo individual y una heterogeneidad entre los distintos grupos. Como medida de ligamiento se utilizó la distancia euclídeana al cuadrado y el método Ward. El análisis cluster agrupó a las explotaciones ovinas por la menor varianza dentro del grupo y las diferencias con los otros grupos. La descripción de cada tipología se realizó con el procedimiento GLM del SAS para las variables sociales,

same that collaborated for the recording of field data from direct interview with the owner of the production unit and direct observation of the flocks. In the design of the field work and the elaboration of the questionnaire to record information, the methodologies that use direct surveys with the owner and inside the farm were reviewed (Toro-Mujica *et al.* 2011; Gaspar *et al.*, 2011; Milán *et al.*, 2011), as well as the direct observation for data recording (Riveiro *et al.*, 2013). In the social part the questions were about the owner and the family. In the technical part, the size of the flock, land, crops cultivated, and productive and reproductive aspects of the sheep were recorded. In the economic part, the costs of inputs, workforce, veterinary services and total earnings were recorded. In the registry of sheep weight and the productive parameters of production units, databases were used from the study of sheep populations that was carried out in parallel to the survey, and when the production unit was not in the sample the data were obtained directly by the technical staff and the producer for each flock.

### Statistical analysis

The database was captured in Excel and exported to Statistical Analysis System (SAS, 2003), version 9.4 for Windows. The factors of the production system were estimated with a factorial analysis; with this, linear combinations were obtained to form reduced groups of standardized variables and which explained the higher proportion of variance of the original data. The typology of the sheep farms was determined with cluster analysis. The objective of this analysis was to group the production units based on individual homogeneity and heterogeneity among different groups. As a measure of linkage, the square Euclidian distance and Ward method was used. The cluster analysis grouped the sheep farms by the lowest variance within the group and the differences with other groups. The description of each typology was carried out with the SAS GLM procedure for social, productive and income variables and the means from each grouping were compared with the adjusted Tukey test (SAS, 2003). The productive and economic indexes were determined with what was mentioned by Acero *et al.* (2003) and Vázquez-Martínez *et al.* (2009).

productivas e ingresos, y se compararon las medias de cada agrupación con la prueba de Tukey ajustada (SAS, 2003). Los índices productivos y económicos se determinaron con lo señalado por Acero *et al.* (2003) y Vázquez-Martínez *et al.* (2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de sistema de producción de ovinos

Los propietarios tienen  $52.0 \pm 0.9$  años de edad, estudios de primaria ( $5.6 \pm 0.2$  años) y experiencia en la producción de ovinos de  $18.4 \pm 0.7$  años, lo cual es común en sistemas familiares de subsistencia (Pérez-Hernández *et al.*, 2011). La escolaridad y la experiencia se relacionan con el incremento de la productividad y adopción de nuevas tecnologías, como lo señaló Morales *et al.* (2004).

Los productores poseen  $6.1 \pm 0.4$  ha de tierra, donde se cultiva maíz (*Zea mays* L) (99.5 %), avena (*Avena sativa* L) (30.7 %) y cebada (*Hordeum vulgare* L) (21.7 %). Existe una relación entre los ovinos y los cultivos; los ovinos aprovechan los residuos de las cosechas y los rastrojos del sistema agrícola y proporcionan estiércol (Rivas *et al.*, 2014).

Los rebaños tienen 64 ovinos en promedio, de los cuales 55.6 % son ovejas; 2.2 %, sementales; 25.9 %, ovejas jóvenes; y 16.3 %, corderos de engorda. El tamaño del rebaño es mayor al registrado por Mavule *et al.* (2013) en Sudáfrica. La alta proporción de ovejas en el rebaño se relaciona con la orientación a la producción de corderos. Las ovejas son de cruce de Criollo x Suffolk (51.1 %), Criollo (20.8 %), cruces de Hampshire (10.4 %) y cruces de Suffolk x Hampshire (3.6 %).

El manejo de los ovinos es simple; se utiliza el pastoreo extensivo en áreas de cultivo después de la cosecha (58.8 %), a orilla de caminos (31.6 %), en áreas de bosque (8.0 %) y en praderas inducidas (1.5 %). El uso de las áreas de cultivo es común en la cría de ovinos, como lo señaló Galanopoulos *et al.* (2011) en Grecia. La duración del pastoreo es de 2 a 8 horas  $\text{día}^{-1}$ . La suplementación en corral se realiza por 42.8 % de los productores; esta práctica es común en sistemas pastoriles de pequeños rumiantes (Kosgey *et al.*, 2008).

Los machos permanecen todo el tiempo en el rebaño. Las ovejas tienen su primer parto a la edad de

## RESULTS AND DISCUSSION

### Characterization of the sheep production system

The owners are  $52.0 \pm 0.9$  years of age, primary school studies ( $5.6 \pm 0.2$  years) and experience in sheep production of  $18.4 \pm 0.7$  years, which is common in family subsistence systems (Pérez-Hernández *et al.*, 2011). The schooling and experience were related to the increase in the productivity and the adoption of new technologies, as was pointed out by Morales *et al.* (2004).

The producers own  $6.1 \pm 0.4$  ha of land, where maize (*Zea mays* L) (99.5 %), oats (*Avena sativa* L) (30.7 %) and barley (*Hordeum vulgare* L) (21.7 %) are cultivated. There is a relationship between sheep and crops; the sheep take advantage of residues from the harvests and the stubbles from the agricultural system and provide manure (Rivas *et al.*, 2014).

The flocks have 64 sheep in average, of which 55.6 % are ewes; 2.2 %, studs; 25.9 %, young ewes; and 16.3 %, fattening lambs. The size of the flock is higher than the one found by Mavule *et al.* (2013) in South Africa. The high proportion of sheep in the flock is related to the orientation of lamb production. The sheep are a cross of Creole x Suffolk (51.1 %), Creole (20.8 %), crosses of Hampshire (10.4 %) and crosses of Suffolk x Hampshire (3.6 %).

The management of sheep is simple; extensive grazing is used in cultivation areas after the harvest (58.8 %), on the edges of paths (31.6 %), in forest areas (8.0 %) and induced grasslands (1.5 %). The use of cultivation areas is common in sheep breeding, as was pointed out by Galanopoulos *et al.* (2011) in Greece. The duration of grazing is 2 to 8 hours  $\text{day}^{-1}$ . Supplementing in the farmyard is carried out by 42.8 % of the producers; this practice is common in shepherding systems of small ruminants (Kosgey *et al.*, 2008).

The males stay in the flock all the time. The ewes have their first birth at the age of  $15.5 \pm 0.2$  months, similar to what was reported by Milán *et al.* (2011) in sheep systems of northeastern Spain. The mating takes place in June-August and with a birth rate of 80.4 % in the months of October to January; the interval between births was 11.6 months, which is considered as a long period and is attributed to the seasonality of ewes from the photoperiod (Arroyo *et al.*, 2007).

15.5±0.2 meses, similar a lo reportado por Milán *et al.* (2011) en los sistemas ovinos del noreste de España. El apareamiento se realiza de junio-agosto y con una tasa de pariciones de 80.4 % en los meses de octubre a enero; el intervalo entre parto fue de 11.6 meses, el cual se considera como un periodo largo y se atribuye a la estacionalidad de las ovejas por el fotoperiodo (Arroyo *et al.*, 2007).

Los corderos se destetan a los 3.3±0.1 meses de edad y peso de 16.6±0.2 kg. El periodo de engorda es de 9.7 meses, con un peso de 46.4±0.5 kg y precio promedio de venta de \$39.1±0.2 kg<sup>-1</sup>, con rango de \$28.0 a \$48.0 kg<sup>-1</sup> de cordero en pie.

### Los factores del sistema de producción de ovinos

Con el análisis factorial se identificaron los siguientes factores de la producción de ovinos en la zona de estudio (Cuadro 1).

Factor I. Dimensión de la unidad de producción. Este factor explicó el 31.4 % de la varianza total. El tamaño del rebaño (0.96), los costos de producción (0.94), el total de gastos de mano de obra (0.93) y el total de ingresos ovinos (0.86) fueron las variables con la mayor carga en el factor.

Factor II. Perfil socioeconómico del productor. Este factor explica 11.6 % de la varianza total de los

The lambs are weaned at 3.3±0.1 months at age and weight of 16.6±0.2 kg. The fattening period is 9.7 months, with a weight of 46.4±0.5 kg and average sales price of \$39.1±0.2 kg<sup>-1</sup>, with a range of \$28.0 to \$48.0 kg<sup>-1</sup> for standing lamb.

### The factors of the sheep production system

With the factorial analysis, the following factors of sheep production in the study zone were identified (Table 1).

Factor I. Size of the production unit. This factor explained 31.4 % of the total variance. The size of the flock (0.96), the production costs (0.94), the total expenses in workforce (0.93), and the total from sheep earnings (0.86) were the variables with highest weight in the factor.

Factor II. Socioeconomic profile of the producer. This factor explains 11.6 % of the total variance of the data. The variables that had the highest contribution are age (0.95) and experience of the producers in sheep breeding (0.43).

Factor III. Production of agricultural inputs. Their contribution in the variance explained was 9.7 % and the variables with highest weight in the factor are the surface sown with maize (0.95) and the yield of maize grain (0.46).

**Cuadro 1. Estructura factorial de las unidades de producción ovinas en los estados de Puebla y Tlaxcala.**  
**Table 1. Factorial structure of the sheep production units in the states of Puebla and Tlaxcala.**

Variables	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6	Factor7
Edad del productor (años)	-0.07	0.95	-0.05	-0.06	0.00	-0.10	0.00
Escolaridad del productor (años)	0.13	-0.46	-0.11	-0.18	0.00	0.15	0.11
Experiencia en la cría de ovinos (años)	0.16	0.43	0.14	-0.20	-0.11	0.03	0.07
Integrantes de familia (número)	0.12	-0.11	0.00	0.11	0.03	0.33	-0.08
Mano de obra para ovinos (número)	0.84	-0.01	0.05	-0.04	0.10	0.30	-0.19
Costo de producción de maíz (\$ ha <sup>-1</sup> )	0.01	-0.03	0.03	0.01	0.05	0.01	0.04
Peso de los corderos al inicio de la engorda (kg)	-0.12	-0.01	-0.03	0.31	0.02	-0.57	-0.40
Tierra de pequeña propiedad (ha)	0.12	-0.09	0.14	0.11	0.95	-0.01	-0.09
Cultivo de maíz (ha)	0.07	0.11	0.95	-0.07	0.21	0.14	-0.06
Rendimiento maíz (t ha <sup>-1</sup> )	0.24	0.09	0.46	-0.27	-0.14	-0.08	0.22
Tamaño del rebaño (número)	0.96	-0.01	0.05	-0.12	0.07	0.14	-0.03
Tiempo de pastoreo (h día <sup>-1</sup> )	0.81	0.02	0.13	0.03	0.03	0.22	0.06
Peso al nacimiento de corderos (kg)	0.19	-0.04	0.06	-0.08	-0.03	0.51	0.11
Peso de venta de corderos (kg)	-0.08	-0.07	-0.14	0.80	0.09	-0.06	-0.20
Costo de mano de obra (\$)	0.93	-0.02	0.07	-0.20	-0.03	0.05	0.14
Costo total del rebaño (\$)	0.94	-0.03	0.06	-0.14	0.02	0.11	0.12
Precio de corderos (\$ kg <sup>-1</sup> )	0.07	-0.03	0.02	-0.22	-0.09	0.12	0.55
Ingreso total del rebaño (\$)	0.86	-0.05	0.02	0.15	0.02	0.12	0.13

datos. Las variables que mayor contribución tuvieron en el factor fue la edad (0.95) y la experiencia de los productores en la cría de ovinos (0.43).

Factor III. Producción de insumos agrícolas. Su contribución en la varianza explicada fue de 9.7 % y las variables con mayor carga en el factor son la superficie sembrada de maíz (0.95) y el rendimiento de grano de maíz (0.46).

Factor IV, VI y VII. Producción de corderos. Este componente de la producción explicó 18 % de la varianza en total. El factor IV contiene 7.8 % de la varianza total y las variables con una mayor contribución en el factor fueron el peso final de los corderos (0.80) y la duración de la engorda (0.31). Por su parte, el factor VI explicó 5.6 % de la varianza y el peso al nacimiento tuvo el mayor aporte al factor (0.51). El factor VII tuvo una explicación de 4.6 % de la varianza total y la principal variable que contribuyó en el factor fue el precio a la venta del cordero (0.54).

Factor V. Medios de producción. Este factor explicó 6.4 % de la varianza y fue la tierra de pequeña propiedad la variable con mayor aporte a la explicación del factor (0.95).

### Tipología de unidades de producción ovinas

El análisis cluster generó tres agrupaciones de unidades de producción ovinas para la zona de estudio, las cuales se describen a continuación:

**Cluster 1. Unidades de producción familiares de subsistencia.** En este grupo se incluye a 60.6 % de los rebaños de ovinos. El propósito de estas explotaciones es la cría de ovinos como una actividad complementaria a otras y los ovinos son la fuente de ingreso en momentos de necesidad económica. Esta agrupación no tuvo diferencia en las variables del productor y su familia con los Clusters II y III (Cuadro 2), pero con los valores más bajos en el uso de mano de obra familiar (1.1 pastores), tierra total (4.5 ha) y siembra de cebada (0.5 ha). De la producción de maíz se obtienen en promedio 2.3 toneladas de rastrojo (Cuadro 2). El rebaño es de 34.1 ovinos (Cuadro 3), el cual es muy pequeño, pero es común en sistemas pastoriles de climas semiáridos de países en situación de pobreza (Mavule *et al.*, 2013), o bien, en los ganaderos mixtos en países desarrollados, donde los ovinos conviven con más especies animales en una misma explotación (Gaspar *et al.*,

Factor IV, VI and VII. Lamb production. This production component explained 18 % of the total variance. Factor IV contains 7.8 % of the total variance and the variables with greatest contribution in the factor were the final weight of the lambs (0.80) and the duration of the fattening (0.31). In turn, factor VI explained 5.6 % of the variance and the weight at birth had the highest contribution to the factor (0.51). Factor VII had an explanation of 4.6 % of the total variance and the main variable that contributed in the factor was the sale price of lambs (0.54).

Factor V. Means of production. This factor explained 6.4 % of the variance and the small-scale property land was the variable with highest contribution to explaining the factor (0.95).

### Typology of sheep production units

The cluster analysis generated three groups of sheep production units for the study zone, which are described next:

**Cluster 1. Family subsistence production units.** This group includes 60.6 % of the sheep flocks. The purpose of these farms is sheep breeding as a complementary activity to others, and the sheep are a source of income in times of economic need. This group did not differ in the variables of the producer and family from Clusters II and III (Table 2), but it did with the lowest values in the use of family workforce (1.1 shepherds), total land (4.5 ha) and barley cultivation (0.5 ha). From maize production, an average of 2.3 tons of stubble is obtained (Table 2). The flock is 34.1 sheep (Table 3), which is very small but is common in shepherding systems of semiarid climates in countries with a situation of poverty (Mavule *et al.*, 2013); or else, in the mixed farmyards of developed countries, where sheep coexist with more animal species in the same farm (Gaspar *et al.*, 2008). The diet depends on grazing, which is described as a way of reducing the production costs (Gelasakis *et al.*, 2012) and purchasing fodders is scarce. The farms do not have infrastructure for animal management, as has been pointed out by Gaspar *et al.* (2008) and Riveiro *et al.* (2013), for farms with better socioeconomic conditions in Spain. The productive parameters indicate a low efficiency of the farms. The fattening period of lambs is 10.7 months and lambs of higher weight are sold (47.3 kg). Table 4 shows the costs of

**Cuadro 2. Medias mínimo cuadráticas de la tipificación de explotaciones ovinas de Puebla y Tlaxcala.**  
**Table 2. Minimum square means of the categorization of sheep farms in Puebla and Tlaxcala.**

Variable	Cluster 1. Explotaciones familiares de subsistencia (n=134)	Cluster 2. Asociación ovino-cereales (n=71)	Cluster 3. Explotaciones extensivas de montaña (n=16)
Edad del productor (años)	52.1 <sup>ns</sup>	52.5 <sup>ns</sup>	48.6 <sup>ns</sup>
Experiencia en ovinocultura (años)	16.3 <sup>ns</sup>	21.9 <sup>ns</sup>	20.3 <sup>ns</sup>
Escolaridad del productor (años)	5.1 <sup>ns</sup>	6.3 <sup>ns</sup>	6.6 <sup>ns</sup>
Integrantes de familia (número)	4.4 <sup>ns</sup>	4.9 <sup>ns</sup>	5.0 <sup>ns</sup>
Pastos (número)	1.1 <sup>c</sup>	2.1 <sup>b</sup>	3.0 <sup>a</sup>
Tierra de pequeña propiedad (ha)	1.3 <sup>ns</sup>	2.8 <sup>ns</sup>	2.6 <sup>ns</sup>
Tierra de Ejido (ha)	2.6 <sup>ns</sup>	4.3 <sup>ns</sup>	4.2 <sup>ns</sup>
Tierra de Renta (ha)	0.5 <sup>ns</sup>	1.2 <sup>ns</sup>	1.1 <sup>ns</sup>
Total tierra (ha)	4.5 <sup>b</sup>	8.3 <sup>a</sup>	8.0 <sup>a</sup>
Cultivo de maíz (ha)	2.6 <sup>ns</sup>	3.6 <sup>ns</sup>	3.0 <sup>ns</sup>
Cultivo de avena (ha)	0.7 <sup>ns</sup>	0.4 <sup>ns</sup>	0.6 <sup>ns</sup>
Cultivo de cebada (ha)	0.5 <sup>b</sup>	2.0 <sup>ab</sup>	3.1 <sup>a</sup>
Rendimiento maíz (t ha <sup>-1</sup> )	2.3 <sup>b</sup>	2.8 <sup>ab</sup>	3.1 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup>Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias significativas (p<0.05); ns: no significativo. ♦ <sup>abc</sup>Different letters in the same row indicate significant differences (p<0.05); ns: non-significant.

2008). La alimentación es dependiente del pastoreo, que se describe como una forma de reducir los costos de producción (Gelasakis *et al.*, 2012) y es escasa la compra de forrajes. Las explotaciones no cuentan con infraestructura para el manejo de los animales,

production and earnings. The main cost is the use of family workforce (\$17 432.80) to carry out grazing and other management practices. As was indicated by Acero *et al.* (2004), in the family farms the workforce is a cost of opportunity and is not included in the

**Cuadro 3. Medias mínimo cuadráticas de la estructura del rebaño y parámetros productivos de las unidades de producción ovinas.**  
**Table 3. Minimum square means of the structure of the flock and productive parameters of the sheep production units.**

Variable	Cluster 1. Explotaciones familiares de subsistencia (n=134)	Cluster 2. Asociación ovino-cereales (n=71)	Cluster 3. Explotaciones extensivas de montaña (n=16)
<b>Estructura del rebaño</b>			
Ovejas jóvenes (número)	9.2 <sup>a</sup>	22.1 <sup>b</sup>	53.3 <sup>a</sup>
Ovejas adulta (número)	18.2 <sup>c</sup>	47.4 <sup>b</sup>	129.2 <sup>a</sup>
Corderos de engorda (número)	5.5 <sup>c</sup>	13.6 <sup>b</sup>	36.8 <sup>a</sup>
Sementales (número)	1.0 <sup>c</sup>	1.5 <sup>b</sup>	4.2 <sup>a</sup>
Total rebaño (número)	34.0 <sup>c</sup>	84.8 <sup>b</sup>	223.6 <sup>a</sup>
<b>Parámetros productivos</b>			
Edad primer empadre de corderas (meses)	11.0 <sup>a</sup>	9.9 <sup>ab</sup>	9.0 <sup>b</sup>
Edad primer parto (meses)	16.1 <sup>a</sup>	14.9 <sup>ab</sup>	14.0 <sup>b</sup>
Intervalo entre partos (meses)	11.7 <sup>ns</sup>	11.4 <sup>ns</sup>	11.4 <sup>ns</sup>
Porcentaje de partos (%)	77.8 <sup>b</sup>	83.5 <sup>ab</sup>	88.1 <sup>a</sup>
Peso al nacimiento (kg)	3.1 <sup>b</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>
Edad al destete (meses)	3.3 <sup>ns</sup>	3.2 <sup>ns</sup>	3.0 <sup>ns</sup>
Peso al destete (kg)	17.6 <sup>b</sup>	21.4 <sup>a</sup>	21.8 <sup>a</sup>
Peso a la salida de la engorda (kg)	47.3 <sup>a</sup>	45.6 <sup>ab</sup>	42.9 <sup>b</sup>
Duración de la engorda (meses)	10.7 <sup>a</sup>	8.4 <sup>ab</sup>	7.6 <sup>c</sup>

<sup>abc</sup>Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias significativas (p<0.05); ns: no significativo. ♦ <sup>abc</sup>Different letters in the same row indicate significant differences (p<0.05); ns: non-significant.



como lo han señalado Gaspar *et al.* (2008) y Riveiro *et al.* (2013) para explotaciones con mejor condición socioeconómica de España. Los parámetros productivos indican una baja eficiencia de las explotaciones. El periodo de engorda de los corderos es de 10.7 meses y se venden corderos con mayor peso (47.3 kg). En el Cuadro 4 se muestran los costos de producción e ingresos. El principal costo es el uso de mano de obra familiar (\$17 432.80) para realizar el pastoreo y otras prácticas de manejo. Como lo indicó Acero *et al.* (2004), en las explotaciones familiares la mano de obra es un costo de oportunidad y no se incluye en la cuenta de pérdidas y ganancias. En este sentido, los productores de la región no contabilizan el tiempo dedicado al cuidado del rebaño y esta es una ocupación sin remuneración económica. Se venden al año en promedio 5.6 corderos, lo que se relaciona con resultados económicos bajos (\$10 621.30 de ingresos brutos anuales), pero que cubre el valor de la canasta alimentaria rural anual de una persona (CONEVAL, 2016). Las explotaciones de este grupo son las más comunes en la región, donde la producción de ovinos es una forma de contribuir al ingreso familiar y usar los rastrojos agrícolas.

**Cluster 2: Asociación ovino-cereales.** Este grupo concentra a 71 explotaciones (32.1 %) localizadas en los valles y áreas con pendientes moderadas. Las

accounting of losses and profits. In this sense, the producers in the region do not take into account the time devoted to caring for the flock and this is an occupation without economic compensation. In average, 5.6 lambs are sold per year, which is related to low economic results (\$10 621.30 of annual gross income), but which covers the value of the rural food basket of one person (CONEVAL, 2016). The farms in this group are the most common in the region, where sheep production is a way of contributing to the family income and using agricultural stubbles.

**Cluster 2: Sheep-cereal association.** This group concentrates 71 farms (32.1 %) located in the valleys and areas with moderate slopes. The farms use 2.1 labor days for sheep handling, 8.4 ha of land and 2 ha of barley sown, which indicates that they have the resources for sheep production, if compared with Cluster 1. The average flock is 84.8 sheep (Table 3), which gives it an intermediate size between family subsistence farms (Cluster I) and extensive mountainous farms (Cluster III). Sheep-cereal association is a way of producing sheep to take advantage of stubbles after the harvests (Ruíz *et al.*, 2008; Rivas *et al.*, 2014). The byproducts harvested from cereals are used in the diet of the lambs and lactating ewes, which agrees with the observations by Caballero (2001). The duration of

**Cuadro 4. Medias mínimo cuadráticas de los costos de producción e ingresos de las unidades de producción ovinas.**

**Table 4. Minimum square means of the production costs and income of the sheep production units.**

Variable	Cluster 1. Explotaciones familiares de subsistencia (n=134)	Cluster 2. Asociación ovino-cereales (n=71)	Cluster 3. Explotaciones extensivas de montaña (n=16)
<b>Costos de producción</b>			
Costo del cultivo de maíz (\$)	3330.60 <sup>ns</sup>	3822.80 <sup>ns</sup>	3893.80 <sup>ns</sup>
Compra de suplementos (\$)	3125.70 <sup>ns</sup>	3201.70 <sup>ns</sup>	3007.20 <sup>ns</sup>
Compra de pacas de rastrojo (\$)	261.40 <sup>b</sup>	1270.80 <sup>ab</sup>	2287.50 <sup>a</sup>
Compra de sales minerales (\$)	335.80 <sup>c</sup>	827.50 <sup>b</sup>	2084.40 <sup>a</sup>
Costo en medicinas (\$)	897.00 <sup>c</sup>	2298.60 <sup>b</sup>	4356.30 <sup>a</sup>
Costo trasquila (\$)	155.80 <sup>a</sup>	494.40 <sup>a</sup>	113.80 <sup>a</sup>
Pago de veterinario (\$)	448.50 <sup>c</sup>	1149.30 <sup>b</sup>	2178.10 <sup>a</sup>
Costo total mano de obra (\$)	17 432.80 <sup>c</sup>	36 977.10 <sup>b</sup>	82 275.00 <sup>a</sup>
Gasto total (\$)	19 587.40 <sup>a</sup>	44 588.00 <sup>b</sup>	94 482.50 <sup>c</sup>
<b>Ingresos</b>			
Precio de venta de corderos (kg)	39.00 <sup>ns</sup>	39.30 <sup>ns</sup>	39.90 <sup>ns</sup>
Ingreso por venta de corderos (\$)	10 171.80 <sup>c</sup>	24 313.30 <sup>b</sup>	63 793.10 <sup>a</sup>
Total de ingresos ovinos (\$)	10 621.30 <sup>c</sup>	26 159.00 <sup>b</sup>	68 503.40 <sup>a</sup>

<sup>abc</sup>Literales diferentes en la misma hilera indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ); ns: no significativo. <sup>abc</sup>Different letters in the same row indicate significant differences ( $p < 0.05$ ); ns: non-significant.

explotaciones utilizan 2.1 jornales para el manejo de los ovinos, 8.4 ha de tierra y 2 ha de siembra de cebada, lo que indica que tienen los recursos para la producción de ovinos, si se comparan con el cluster I. El rebaño promedio es de 84.8 ovinos (Cuadro 3), lo cual le da una dimensión intermedia entre las explotaciones familiares de subsistencia (cluster I) y las extensivas de montaña (cluster III). La asociación de ovinos-cereales es una forma de producir ovinos para aprovechar los rastrojos después de las cosechas (Ruíz *et al.*, 2008; Rivas *et al.*, 2014). Los subproductos cosechados de los cereales se emplean en la alimentación de los corderos y las ovejas lactantes, lo que concuerda con las observaciones de Caballero (2001). La duración de la engorda de corderos es de 8.4 meses en este grupo y es 2.2 meses más corta que en el Cluster I. Los costos de producción son de \$44 588.00, donde la mano de obra representa 83 % de los mismos. El ingreso anual es de \$26 159.00, los cuales no cubren los costos de producción, principalmente de la mano de obra (Cuadro 4). Sin embargo, ante la falta de oportunidades de empleo en el medio rural los ingresos por la producción de ovinos en esta agrupación cubren el valor de la canasta alimentaria rural anual de 2.4 personas y cubre la línea de bienestar para 1.3 integrantes de la familia, según las estimaciones del CONEVAL (2016). La ovinocultura asociada a la producción de cereales en el área de estudio es una actividad complementaria a la agricultura y con un rebaño aproximado de 100 ovinos se obtienen ingresos por la venta de corderos que contribuyen a la seguridad alimentaria de la familia.

**Cluster 3: Explotaciones extensivas de montaña.** Esta agrupación incluye a 16 explotaciones (7.2 %). Para la producción de ovinos se utilizan tres personas y 8 ha de tierra (Cuadro 2). La tenencia de tierra de uso comunal en áreas de montaña les permite a los productores un mayor acceso a zonas de bosques para el pastoreo. El pastoreo tiene una duración de 6.5 h día<sup>-1</sup>. El promedio del rebaño es de 223.6 ovinos (Cuadro 3) y es la agrupación con la mayor dimensión de las unidades de producción, aunque su tamaño de rebaño es similar a las explotaciones clasificadas como de subsistencia de los países con tradición ovina. El costo promedio de producción es de \$94 482.50 (Cuadro 4), el cual es alto en comparación con los grupos I y II. El principal costo de producción es por concepto de la mano de obra (87.1 %) y fue escasa la compra de insumos externos

lamb fattening is 8.4 months in this group and 2.2 months shorter than in Cluster I. The production costs are \$44 588.00, where the workforce represents 83 % of them. The annual income is \$26 159.00, which does not cover production costs, mainly of the workforce (Table 4). However, in face of the lack of employment opportunities in rural areas the income from sheep production in this group covers the value of the annual rural food basket for 2.4 people, and it covers the welfare line for 1.3 members of the family, according to estimations by CONEVAL (2016). Sheep production associated to the production of cereals in the study area is complementary activity to agriculture and, with an approximate flock of 100 sheep earnings are obtained from the sale of lambs that contribute to the family's food security.

**Cluster 3: Extensive mountainous farms.** This group includes 16 farms (7.2 %). For sheep production, three people and 8 ha of land are used (Table 2). Land ownership is communal in mountainous areas, which allows producers a greater access to forest zones for grazing. Grazing lasts 6.5 h día<sup>-1</sup>. The average flock is 223.6 sheep (Table 3) and it is the group with largest size of the production units, even when the flock size is similar to farms classified as subsistence in countries with sheep production tradition. The average cost of production is \$94 482.50 (Table 4), which is high compared to groups I and II. The main production cost is workforce (87.1 %) and the purchase of external inputs was scarce (9.2 %). The production form in the mountainous production units is dependent on the use of native grasslands and does not agree with what is described for farms with similar dimensions studied by Milan *et al.* (2011) in Spain, where it was found that 68 % of the farms purchase half of the fodders and 87 % purchase more than half of the concentrates.

Because of the size of the production unit, the fattening of weaned lambs was carried out for 7.5 months, until reaching a weight of 42.9 kg (Table 3), using the agricultural inputs produced. The total annual gross income is \$68 503.40 for the sale of 37 standing sheep, representing a low efficiency of the production units. However, with the income from the sale of lambs the value of the annual rural food basket is covered for three members of the family (CONEVAL, 2016) and, likewise, it covers the income from the sale of workforce of two people

(9.2 %). La forma de producción en las unidades de producción de montaña son dependientes del uso de los pastizales nativos y no coincide con lo señalado para las explotaciones con dimensiones similares estudiados por Milan *et al.* (2011) en España, donde se registró que 68 % de las explotaciones compran la mitad de los forrajes y 87 % compró más de la mitad de los concentrados.

Por la dimensión de la unidad de producción se realizó la engorda de los corderos destetados durante 7.5 meses, hasta alcanzar un peso de 42.9 kg (Cuadro 3), utilizando los insumos agrícolas producidos. El ingreso bruto total anual es de \$68 503.40 por la venta de 37 ovinos en pie, lo que representa una baja eficiencia de las unidades de producción. Sin embargo, con el ingreso por la venta de corderos se cubre el valor de la canasta alimentaria rural anual de tres integrantes de la familia (CONEVAL, 2016) y, asimismo, cubre el ingreso por venta de fuerza de trabajo de dos personas con un salario de \$120.00 día<sup>-1</sup>. Las unidades de producción de esta agrupación se pueden apoyar en su proceso de gestión para mejorar la eficiencia de la producción por tener los recursos y un tamaño de rebaño que está dentro de las dimensiones mínimas registradas en países con tradición ovina, y están en posibilidades de cubrir la línea de bienestar de los integrantes de las familias dedicadas a la ovinocultura.

## CONCLUSIONES

La producción de ovinos en comunidades de Puebla y Tlaxcala en la región centro de México difieren en la dimensión de la unidad de producción, el perfil socioeconómico de los productores, la producción de insumos agrícolas y la producción de corderos. Con base en estos factores las unidades de producción se clasificaron en tres tipos: 1) familiares de subsistencia; 2) ovinos-cereales; y 3) extensivas de montaña. Las unidades de producción de subsistencia son las más comunes en la zona de estudio y de los países en vías de desarrollo donde la cría de ovinos contribuye al ingreso familiar y al uso de los rastrojos agrícolas, o bien, la cría de ovinos es parte de una ganadería diversificada en los países desarrollados. En tanto, la asociación ovinos-cereales es una actividad asociada a la agricultura y la cría de ovinos es un complemento a los ingresos de la familia para cubrir el valor de la canasta alimentaria. Las explotaciones extensivas de montaña tienen una dimensión similar a la registrada

with a salary of \$120.00 day<sup>-1</sup>. The production units in this group can be supported in their management process to improve the efficiency of production because they have the resources and a flock size that is within the minimum dimensions found in countries with sheep production tradition, and are in possibilities of covering the welfare line of members of the families devoted to sheep production.

## CONCLUSIONS

Sheep production in communities of Puebla and Tlaxcala in the central region of México differs in the size of the production unit, the socioeconomic profile of producers, the production of agricultural inputs, and the production of lambs. Based on these factors, the production units were classified into three types: 1) family subsistence farms, 2) sheep-cereal farms; and 3) extensive mountainous farms. The subsistence production units are the most common in the study zone and in developing countries where sheep breeding contributes to the family income and to the use of agricultural stubbles, or else, sheep breeding is part of a diversified livestock production in developed countries. Meanwhile, the sheep-cereal association is an activity related to agriculture and sheep breeding is a complement to the family income to cover the value of the food basket. The extensive mountainous farms have a similar dimension to what is found in countries with sheep production tradition; the earnings from lamb sales cover the annual rural food basket of the members of families devoted to this activity and these are the production units that require management plans to improve their efficiency and thus cover the families' welfare line. The analysis allowed identifying in the sheep production units of the center of the country their structural elements, dimensions, and functioning in order to relate them to the wellbeing of the family and to identify the potential for lamb production.

— End of the English version —

en los países con tradición ovina; los ingresos por la venta de corderos cubren la canasta alimentaria rural anual de los integrantes de las familias dedicadas a la esta actividad y estas son las unidades de producción que requieren de planes de gestión para mejorar su eficiencia y así cubrir la línea de

bienestar de las familias. El análisis permitió identificar en las unidades de producción ovinas del centro del país los elementos de la estructura, sus dimensiones y el funcionamiento de las mismas para relacionarlas con el bienestar de la familia e identificar el potencial de la producción de corderos.

## LITERATURA CITADA

- Acero de la Cruz, R. A. García Martínez, J. Martos Peinado, F. Peña Blanco, J. J. Rodríguez Alcaide, V. Domenech García. Análisis de gestión de las explotaciones caprinas extensivas de la sierra norte y este de Jaén. *Archivos de Zootecnia*. Vol. 52, Núm. 197, 2003, pp. 67-76.
- Acero, R., A. García, N. Ceular, C. Artacho, J. Martos. Aproximación metodológica a la determinación de costes en la empresa ganadera. *Archivos de Zootecnia*, Vol. 53, Núm. 201, 2004, pp. 91-94.
- Arroyo, L. J., J. Gallegos-Sánchez, A. Villa-Godoy, J.M. Berruecos, G. Perera, J. Valencia. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitude. *Animal Reproduction Science*. Vol. 102, Núm. 1-2, noviembre 2007, pp. 24-30
- Caballero, R. Typology cereal sheep farming systems in Castilla La Mancha (south-central) Spain. *Agricultural Systems*. Vol. 68, Núm. 3, junio 2001, pp. 215-232
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). Evolución de las líneas de bienestar y de la canasta alimentaria: líneas de ingreso. (Consultado: diciembre 2016): <http://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>
- De Lucas Tron, José, Luis Alberto Zarco-Quintero, Everardo González-Padilla, Jorge Tórtora-Pérez, Alejandro Villa-Godoy, Carlos Vásquez-Peláez. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. *Veterinaria México*. Vol. 34, Núm.3, 2003, pp. 2-12.
- Galanopoulos Konstantinos, Zaphiris Abas, Vassiliki Laga, Ioannis Hatziminaoglou, Jean Boyazoglu. The technical efficiency of transhumance sheep and goat farms and the effect of EU subsidies: Do small farms benefit more than large farms? *Small Ruminant Research*. Vol. 100, Núm. 1, septiembre 2011, pp. 1-7
- Galaviz-Rodríguez, J. Reyes, Samuel Vargas-López, José Luis Zaragoza-Ramírez, Ángel Bustamante-González, Efrén Ramírez-Bribiesca, Juan de Dios Guerrero-Rodríguez, J. Santos Hernández-Zepeda. Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 2, Núm. 1, 2011, pp. 53-68.
- Galaviz-Rodríguez, J. R., J. E. Ramírez-Bribiesca, S. Vargas-López, J. L. Zaragoza-Ramírez, J. D. Guerrero-Rodríguez, M. Mellado-Bosque y R. G. Ramírez. Effect of three production systems of central Mexico on growth performance of five lamb genotypes. *The Journal of Animal & Plant Sciences*. Vol. 24, Núm. 5, 2014, pp. 1303-1308.
- García, Enriqueta. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México. 1998.
- Gaspar, P., M. Escribano, F.J. Mesías, A. Rodríguez de Ledesma, y F. Pulido. Sheep farms in the Spanish rangelands (dehesas): Typologies according to livestock management and economic indicators. *Small Ruminant Research*. Vol. 74, Núm. 1-3, enero 2008, pp. 52-63.
- Gaspar, P, A.J. Escribano, F.J. Mesías, M. Escribano, A.F. Pulido. Goat systems of Villuercas-Ibores area in SW Spain: Problems and perspectives of traditional farming systems. *Small Ruminant Research*. Vol. 97, Núm. 1-3, mayo 2011, pp.1-11.
- Gelasakis, A. I., G. E. Valergakis, G. Arsenos, G. Banos. Description and typology of intensive Chios dairy sheep farms in Greece. *Journal of Dairy Science*, Vol. 95, Núm. 6, junio 2012, pp. 3070-3079
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2014. Anuario Estadístico del Estado de Puebla. Puebla, México. (Consultado: diciembre 2015).
- Köbrich C, Rehman T, Khan M. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems*. Vol. 76, Núm 1, abril 2003, pp. 141-157.
- Kosgey, I. S., G. J. Rowlands, J.A.M. Van Arendonk, R.L. Baker. Small ruminant production in smallholder and pastoral/ extensive farming systems in Kenya. *Small Ruminant Research*. Vol. 77, Núm. 1, junio 2008, pp. 11-24.
- Mavule B.S., Muchenje V., Bezuidenhout C.C., Kunene N.W. Morphological structure of Zulu sheep based on principal component analysis of body measurements. *Small Ruminant Research*. Vol. 111, Núm. 1-3, abril 2013, pp. 23-30
- Mendenhall, W., L.R. Scheaffer, L.R. Ott. Elemento de muestreo. Edit. Thompson. 1987. 480 p
- Milán, M. J., G. Caja, R. González-González, A. M. Fernández-Pérez, X. Such. Structure and performance of Awassi and Assaf dairy sheep farms in northwestern Spain. *Journal of Dairy Science*. Vol. 94, Núm. 2, febrero 2011, pp. 771-784
- Mondragón, A. J., M. J. Hernández. R. S. Rebollar, S. A. Z. Mohamed, R. R. Rojo, V. I. A. Domínguez, M. A. García. Marketing of meat sheep with intensive finishing in southern state of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. Vol. 46, Núm. 8, diciembre 2014, pp. 427-433
- Morales Morales, Mario, Juan Pablo Martínez Dávila, Glafiro Torres Hernández, José Evaristo Pacheco Velasco. Evaluación del potencial para la producción ovina con el enfoque de agroecosistemas en un ejido de Veracruz, México. *Técnica Pecuaria en México*. Vol. 42, Núm. 3, 2004, pp. 47-359.
- Ortiz-Plata, Carmen, José De Lucas-Tron, Genaro C. Miranda-de la Lama. Breed identity and leadership in a mixed flock of sheep. *Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research*. Vol. 7, Núm. 2, marzo-abril 2012, pp. 94-98
- Partida de la Peña, José Armando, Diego Braña Varela, Leonel Martínez-Rojas. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Técnica Pecuaria en México*. Vol. 47, Núm. 3, julio-septiembre 2009, pp. 313-322.
- Partida de la Peña, J. A., D. Braña-Varela, H. Jiménez-Severiano, F.G. Ríos-Rincón, G. Buendía-Rodríguez. Producción de carne ovina. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP. Libro No 5, 2013, pp. 4-5.
- Pérez Hernández, Ponciano, Julio Vilaboa Arroniz, Héctor Chalate Molina, Candelaria Bernardino Martínez, Pablo Díaz

- Rivera, Silvia López-Ortiz. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Revista Científica*. Vol. XXI, Núm. 4, julio-agosto 2011, pp. 327-334.
- Rivas, José, Antón García, Paula Toro-Mujica, Elena Angón, José Perea, Martiña Morantes, Rafaela Dios-Palomares. Caracterización técnica, social y comercial de las explotaciones ovinas manchegas, centro-sur de España. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. Vol. 5, Núm. 3, 2014, pp. 291-306.
- Riveiro, J.A., A.R. Mantecón, C.J. Álvarez y P. Lavín. A typological characterization of dairy Assaf breed sheep farms at NW of Spain based on structural factor. *Agricultural Systems*. Vol. 120, septiembre 2013, pp. 27-37.
- Ruiz, F.A., J.M. Castel, Y. Mena, J. Camúnez, P. González-Rondono. Application of the technico-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). *Small Ruminant Research*. Vol. 77, Núm. 2-3, julio 2008, pp. 208-220.
- SAS, Statistical Analysis Systems. The analyst application. Second ed. Cary, NC: SAS Inst Inc. 2003.
- Toro-Mujica, P., A. García, A.G. Gómez-Castro, R. Acero, J. Perea, V. Rodríguez-Estévez, C. Aguilar, R. Vera. Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. *Small Ruminant Research*. Vol. 100, Núm. 2-3, octubre 2011, pp. 89-95.
- Toro-Mujica, P., A. García, A. Gómez-Castro, J. Perea, V. Rodríguez-Estévez, E. Angón, C. Barba. 2012. Organic dairy sheep farms in south-central Spain: Typologies according to livestock management and economic variables. *Small Ruminant Research*. Vol. 104, Núm 1-3, mayo 2012, pp. 28-36.
- Vargas-López, Samuel, Juan de Dios Guerrero-Rodríguez, Joel Rojas-Álvarez, Ángel Bustamante-González. Phenotypic characterization of the population of creole wool ewes in the highlands of Puebla State, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. Vol. 44, Núm. 8, diciembre 2012, pp. 1833-1839.
- Vázquez-Martínez, Ignacio, Samuel Vargas López, José Luis Zaragoza Ramírez, Ángel Bustamante González, Francisco Calderón Sánchez, Joel Rojas Álvarez, Miguel Ángel Casiano Ventura. Tipología de explotaciones ovinas en la Sierra Norte del estado de Puebla. *Técnica Pecuaria en México*. Vol. 47, Núm. 4, octubre-diciembre 2009, pp. 357-369.