

Evaluación territorial de los sistemas de producción ovina en la región nor-poniente de Tlaxcala

Territorial evaluation of sheep production systems in Northwest Tlaxcala

J. Reyes Galaviz-Rodríguez^{a,b}, Samuel Vargas-López^a, José Luis Zaragoza-Ramírez^c,
Angel Bustamante-González^a, Efrén Ramírez-Briebesca^d, Juan de Dios
Guerrero-Rodríguez^a, J. Santos Hernández Zepeda^e

RESUMEN

El objetivo fue analizar la producción de ovinos asociada a la agricultura de temporal, y agrupar municipios en territorios con base a las características de los sistemas de producción de ovinos. Aleatoriamente, se seleccionaron seis municipios de la región nor-poniente del estado de Tlaxcala. Se emplearon cartas geográficas sobre el uso del suelo, cuerpos de agua y tipos de vegetación. Se colectó información de tipo social, técnica y económica relacionada con 228 familias campesinas que crían ovinos previa selección al azar. Los datos fueron analizados con el análisis de varianza convencional y el análisis discriminante canónico. Se detectó diferencia entre municipios ($P < 0.05$) para la mayoría de variables sociales, productivas y económicas. Las variables discriminantes entre municipios fueron la carga animal, los ingresos netos anuales, el tamaño de rebaño y los ingresos anuales por ventas. Se identificaron dos territorios que se clasificaron como ovinos-cereales y producción de ovinos con uso de recursos múltiples. En el primero, la cría de ovinos es una actividad alternativa a la agricultura para el 50 % de las familias campesinas que practican agricultura de temporal. En el segundo, la cría de ovinos es una opción productiva (29.2 %) dependiente de áreas para pastoreo con objetivos productivos claros, como venta de ovinos para pie de cría (3.5 %). Las diferencias en el uso de recursos y la orientación productiva de los sistemas de producción de ovinos justificaron formar dos territorios, por lo que se sugiere diseñar dos estrategias de desarrollo que mejoren el ingreso y bienestar de las familias campesinas.

PALABRAS CLAVE: Sistema de producción, Ovinos, Ingresos, Territorio, Municipios, Análisis multivariado.

ABSTRACT

The purposes of the present study were to analyze sheep production associated to both rain fed agriculture and to group municipalities in territories based on characteristics of sheep production systems. Six municipalities in Northwest Tlaxcala were chosen at random. Maps detailing soil use, bodies of water and vegetation were used. Social, production and economic data referred to 238 sheep raising smallholder families chosen at random were gathered. Data were analyzed by conventional variance and canonical discriminant analysis. Differences between municipalities were found ($P < 0.05$) for most social, economic and production variables. Discriminate variables between municipalities were sheep stocking rate, net annual income, flock size and gross annual income (sales). Two territories, classified as sheep-crop and sheep raising with multiple resources, were identified. In the first territory, sheep raising is an alternative activity for 50 % of families who grow rainfed crops, and in the second territory, sheep raising is an option (29.2 %), relying on grazing areas, with definite production aims, and selling sheep breeding stock (3.5 %). Differences in resource use and production goals of sheep raising systems justified the formation of two territories. It is suggested to build up two sheep production strategies for improving both income and wellbeing of smallholder families.

KEY WORDS: Sheep, Production systems, Income, Municipalities, Multivariate analysis.

Recibido el 5 de octubre de 2009. Aceptado el 5 de octubre de 2010.

^a Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.

^b Universidad Autónoma de Tlaxcala, jrgrgalaviz@yahoo.com.mx. Correspondencia al primer autor.

^c Universidad Autónoma de Chapingo, Dpto. de Zootecnia.

^d Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

^e Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Instituto de Ciencias.

INTRODUCCIÓN

La producción de ovinos es una actividad común en muchas comunidades rurales del mundo^(1,2,3), complementa los ingresos del productor^(4,5,6), y transforma los subproductos agrícolas y alimentos fibrosos en un producto animal de alto valor económico y biológico para el hombre. Esta actividad comúnmente se asocia al cultivo de cereales en las regiones de clima templado^(7,8), recursos económicos y medios de producción^(9,10,11). A la asociación agricultura-ovinos generalmente se le llama sistema de producción mixto^(12,13), sistema cultivo-ganado^(14,15) o sistema agropastoril^(16,17); su función es diversificar las actividades productivas de la agricultura de temporal^(18,19). El nivel de producción de estos sistemas mixtos depende de la fertilidad y disponibilidad de las tierras agrícolas⁽²⁰⁾, de rastrojeras y tierras para pastoreo^(21,22,23), del acceso a las áreas de pastoreo^(24,25), de la cantidad de mano de obra familiar ^(26,27) y de la venta de animales^(28,29,30).

En algunos países los rebaños son mayores de 500 ovinos para poder acceder al mercado local y regional^(1,31,32), en otros países los rebaños son pequeños y representan una forma de disponer dinero en efectivo para las familias campesinas⁽²⁾.

Los sistemas de producción de ovinos se han analizado con base a la forma de alimentar y manejar a los rebaños^(7,33) o con base al territorio^(34,35,36). En el primer caso, resultan clasificaciones según la escala de producción y la organización del proceso productivo⁽³⁷⁻⁴²⁾. En los estudios con base al territorio se considera la diversidad de los sistemas de producción, el manejo y la estructura espacial de las explotaciones dentro de una región⁽⁴³⁾. Al complementar los estudios anteriores con datos de información geográfica y las técnicas de inventario de tierras ha permitido hacer una clasificación territorial más completa^(44,45). Para Thenail y Baudry⁽⁴⁶⁾, la conexión de las actividades agropecuarias y el ambiente se representa con el arreglo espacial de las parcelas y el tipo de uso de la tierra, revelando mejor la estructura del paisaje y a su dinámica

INTRODUCTION

Sheep raising is a common activity in many rural communities worldwide^(1,2,3), because it adds to farmer income^(4,5,6) and transforms crop byproducts and fiber rich feed into both economic and socially valuable animal products. This activity is usually linked to crop raising in temperate areas^(7,8), economic resources and production means^(9,10,11). These sheep raising-crop production systems are usually known as mixed crop-livestock^(12,13), crop-animal^(14,15) and agro-pastoral^(16,17), being their main purpose diversifying rain fed agriculture^(18,19). Production intensity in these systems is dependent on soil fertility and availability⁽²⁰⁾, on grazing and stubble areas^(21,22,23), on access to grazing areas^(24,25), on family labor^(26,27) and on sale of animals^(28,29,30).

To be able to have access to local and regional markets, in some countries, flocks should be more than 500 animals^(1,31,32), in other countries, flocks are small and are a means of providing ready cash to smallholder families⁽²⁾. Sheep raising systems have been analyzed on how flocks are fed and raised^(7,33) or based on territory^(34,35,36). In the first case, classifications based on production scale and production process organization are obtained⁽³⁷⁻⁴²⁾. In studies based on territory, production system diversity, management and spatial structure of farms in a region are taken into account⁽⁴³⁾. When these studies are complemented with geographical information data and land inventory techniques, a more complete land characterization can be obtained^(44,45). For Thenail and Baudry⁽⁴⁶⁾, a connection between the environment and agricultural activities can be represented through farm spatial arrangement and land use type, better revealing both the landscape structure and its ecological dynamics. An analysis of land use in combination with land scape⁽³⁶⁾ requires matching socioeconomic data for obtaining a good assessment of possible land use changes⁽⁴⁵⁾.

Eighty percent of the sheep population in Mexico⁽⁴⁷⁾ is to be found in the Central region of the country, where the State of Tlaxcala is located. A total of 152,789 ovines were computed in 2004 in

ecológica. El análisis del uso de la tierra en combinación con el paisaje⁽³⁶⁾, requiere información socioeconómica complementaria para hacer una buena evaluación de los posibles cambios en el uso de la tierra⁽⁴⁵⁾.

En la región Centro de México, donde se ubica el estado de Tlaxcala, se concentra el 80 % de la población ovina⁽⁴⁷⁾. Para el año 2004 se registraron 152,789 ovinos⁽⁴⁸⁾ y la parte nor-poniente del estado registró el 77 % de la población ovina. El sistema de producción dominante en la región es de tipo extensivo y dependiente del uso de vegetación de naturaleza biológica diversa⁽⁴⁹⁾. Los objetivos de este estudio fueron analizar e integrar la información de las explotaciones ovinas con la del uso de la tierra, mediante análisis estadísticos multivariados y así clasificar los sistemas ovinos en territorios para la región nor-poniente del estado de Tlaxcala.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en seis municipios de la región nor-poniente del estado de Tlaxcala, ubicada en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 163, Calpulalpan. La región se localiza a 19°22' y 19°45' N y 97°52' y 98°43' O, a 2,650 msnm y 180,720 ha. El clima del lugar es C(w₁)(w), templado subhúmedo con lluvias de verano al otoño y un periodo de sequía bien definido (noviembre a mayo), con temperatura media anual de 15 °C y precipitación pluvial promedio anual de 400 mm. Los suelos más comunes son, según el INEGI⁽⁴⁸⁾, Feozem háplico (26 %), Cambisol eútrico (21 %), Litosol (17 %), Regosol eútrico (15 %), Fluvisol eútrico (13 %) y otros (8 %). Ambos factores, el clima y el tipo de suelo, favorecen el cultivo de maíz, cebada, trigo y avena, así como la cría de ovinos.

Caracterización de las explotaciones ovinas en base al territorio

Se seleccionaron aleatoriamente seis municipios (Calpulalpan, Nanacamilpa de Mariano Arista, Benito Juárez, Hueyotlipan, Sanctorum y Domingo Arenas) de los once del Distrito de Desarrollo

Tlaxcala⁽⁴⁸⁾ and 77 % of them in the Northwestern part of the State. The predominant sheep raising system in this region is extensive pastoral and dependent on vegetation of diverse biological nature⁽⁴⁹⁾. The main purposes of the present study were analyzing and integrating data on sheep farms with land use, using multivariate statistical analysis and thus classifying sheep raising systems in Northwest Tlaxcala.

MATERIALS AND METHODS

Area

The present study was performed in six municipalities of Northwest Tlaxcala, located in the DDR 163, Calpulalpan (District for Rural Development 163 Calpulalpan), at 19° 22' to 19° 45' N and 97° 43 to 98° 43' W, 2,650 m asl, comprising a 180,720 ha area. Climate for this area is characterized as C(w₁)(w), subhumid temperate having a rainy season from summer to fall and a clearly defined dry season between November and May, with a 15 °C annual mean temperature and 400 mm annual rainfall. In accordance with INEGI⁽⁴⁸⁾ soils in this area can be characterized as Haplic phaeozem (26 %), Eutric cambisol (21 %), Litosol (17 %), Eutric regosol (15 %), Eutric fluvisol (13 %) and others (8 %). Soil and climate in this area favor maize, barley, wheat and oats production and sheep raising.

Characterization of sheep farms based on territory

Six municipalities of the eleven included in DDR 163 were chosen at random (Calpulalpan, Nanacamilpa de Mariano Arista, Benito Juárez, Hueyotlipan, Sanctorum and Domingo Arenas) and a sample size was estimated through stratified sampling⁽⁵⁰⁾ using the following formula:

$$n_i = \frac{\sum_i^L N_i^2 p q}{N^2 D + \sum_i^L N_i p q} \frac{w_i}{z_{\alpha=0.05}}$$

Where: L_i are municipalities or strata; N_i number of producers in each municipality; w_i weight for each stratum; N, total of producers in the six

Rural 163 y se calculó un tamaño de muestra por muestreo estratificado⁽⁵⁰⁾ mediante la siguiente fórmula:

$$n_i = \frac{\sum_i L_i^2 N_i^2 pq z_{\alpha=0.05}^2}{N^2 D + \sum_i N_i^2 pq} w_i$$

En donde: L_i fueron los municipios o estratos, w_i el peso para cada estrato (0.091), N_i el total de productores por municipio, N el total de productores para los seis municipios, y pq la varianza (0.25) para una pregunta con respuesta dicotómica ($p=si$ y $q=no$) con igual probabilidad (0.5), $D = \frac{B^2}{4}$ el límite para el error de la estimación ($B=10\%$). Se trabajó con un valor de 1.96 para $Z_{\alpha/2}$. El tamaño de muestra total calculado fue de 228 explotaciones de ovinos, con la siguiente distribución: 29.8, 7.8, 5.7, 43.4, 6.5 y 6.5 %, para Calpulalpan, Nanacamilpa de Mariano Arista, Benito Juárez, Hueyotlipan, Sanctorum y Domingo Arenas, respectivamente.

Se diseñaron cuestionarios para coleccionar información por entrevista directa a productores de tipo social, técnico y económico de las explotaciones ovinas. Las variables de tipo social fueron: número de integrantes de la familia, edad del jefe de familia, actividad primaria principal y utilización de mano de obra⁽²⁴⁾. En la parte técnica se registró información del tipo de cultivo, superficie agrícola, productos obtenidos, época de utilización de los productos y la relación de cultivo-ovinos; así como el tipo genético, el número de animales, la estructura del rebaño y las prácticas de manejo^(39,51). Finalmente, las variables económicas fueron: costos de producción, comercialización e ingresos⁽¹⁹⁾.

Para la información espacial del uso de la tierra^(44,45,46), se utilizaron las cartas geográficas de los municipios del INEGI⁽⁴⁸⁾ usando el programa Arc View versión 3.3, con la cual se elaboró un mapa sobreponiendo los datos de uso del suelo, cuerpos de agua, tipo de vegetación, tipo de suelo y la información socioeconómica registrada en los cuestionarios^(44,45).

municipalities and pq , variance (0.25) for a dichotomous question ($p=yes$, $q=no$) with equal probability (0.5); and $D = \frac{B^2}{4}$ being a limit for estimation error ($B=10\%$). $Z_{\alpha/2}$ had the value of 1.96. Total sample size was 228 sheep farms with the following distribution: 29.8, 7.8, 5.7, 43.4, 6.5 and 6.5 % for Calpulalpan, Nanacamilpa de Mariano Arista, Benito Juárez, Hueyotlipan, Sanctorum and Domingo Arenas municipalities, respectively.

Questionnaires were drawn up for gathering data in personal interviews with sheep producers taking into account social, production and economic issues. Social type variables were: number of family members, head of family age, main economic activity and labor⁽²⁴⁾. Production variables were: crops, crop area, products obtained and yield, seasons when products are used, crop-sheep ratio, genetic type, number of animals, flock structure and management practices^(39,51). Finally, economic variables were: cost of production, marketing costs and income⁽¹⁹⁾.

For data on spatial pattern land use^(44,45,46), geographical charts of municipalities of INEGI⁽⁴⁸⁾ were drawn on, and by means of the ArcView v. 3.3 software, data on land use, bodies of water, vegetation type, soil type and socioeconomic data gathered in the questionnaires^(44,45), were superimposed on them to draw up a map.

Statistical analysis

Data were analyzed by means of the GLM procedure of the SAS for Windows software⁽⁵²⁾ and multivariate analysis methods. Analysis of social and production variables of farms in each municipality was performed using the following model: $Y_{ij} = \mu + M_i + E_{ij}$, where Y_{ij} were the social, crop production and sheep production variables responses; μ , the general average; M_i , the effect of municipality and E_{ij} , experimental error. Comparison of Averages between municipalities was performed through Tukey's test.

Subsequent to a conventional variance analysis between municipalities, a discriminant analysis on

Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS para Windows⁽⁵²⁾ por el procedimiento GLM de SAS y métodos de análisis multivariado. El análisis de las variables sociales y productivas de las explotaciones para cada municipio se realizó con el siguiente modelo estadístico: $Y_{ij} = \mu + M_i + E_{ij}$; donde: Y_{ij} , fueron las variables de respuesta de tipo social, producción agrícola y de producción ovina; μ , fue la media general; M_i , fue el efecto de municipio y E_{ij} , el error experimental. Para la comparación de medias entre municipios se utilizó la prueba de Tukey ajustada.

Posterior al análisis de varianza convencional entre municipios, se procedió a realizar un análisis discriminante con los datos de las explotaciones con el procedimiento CANDISC del SAS como lo describen Khattree y Dayanand⁽⁵³⁾ y Somda *et al*⁽¹¹⁾. Con este análisis se estimaron funciones lineales con las variables originales, que ayudaron a interpretar la asignación de cada explotación a un municipio. La interpretación de las funciones canónicas lineales se hizo en base a la suma de los coeficientes del conjunto de variables de tipo social, agrícolas, del rebaño y económicas. Para verificar si las explotaciones de ovinos permanecían en el mismo municipio o se reubicaban en otros, se estimaron las probabilidades de clasificación por validación cruzada con el procedimiento DISCRIM del SAS⁽⁵⁴⁾. Finalmente, sobre el mapa elaborado se delimitaron a los municipios de cada agrupación de explotaciones ovinas identificados con el análisis de clasificación y se analizó la relación existente con la disponibilidad de tierras para el pastoreo, ya fueran agrícolas o de vegetación natural⁽⁵⁵⁾, con el propósito de tener una zonificación de los sistemas de producción.

La caracterización de los sistemas de producción de ovinos se describieron usando los resultados de un segundo análisis de varianza GLM del SAS⁽⁵²⁾, cuya variable clasificatoria fueron las agrupaciones identificadas con el análisis discriminante y la comparación de medias con la prueba de Tukey ajustada.

farm data was performed using the SAS CANDISC procedure as described by Khattree and Dayanand⁽⁵³⁾ and Somda *et al*⁽¹¹⁾. Linear functions were estimated with the original variables by means of this analysis, which helped to interpret the allocation of each farm to a municipality. Interpretation of linear canonical functions was based on the sum of coefficients of the collection of social, crop, flock and economic variables. For verifying if a flock stayed in a municipality or moved to another, the SAS DISCRIM⁽⁵⁴⁾ procedure was used for estimating classification probability through cross validation. Finally, on the map made beforehand, each grouping of sheep farms identified in the classification analysis was delimited to municipalities; and its relationship with available land for grazing, either cropland or rangeland⁽⁵⁵⁾, was analyzed too, for purposes of marking off zones of production systems.

Characterization of sheep production systems were described using the results obtained in a second SAS GLM variance analysis⁽⁵²⁾, whose classification variables were groupings identified in the discriminant analysis and means comparison through Tukey's test.

RESULTS AND DISCUSSION*Sheep production characterization*

Almost 85.5 % of interviewed producers considered sheep raising as ancillary, and very few (10.9 %) regarded it as their main activity and less (3.5 %) ranked it as their third in order of importance. On average, age of sheep farmers in the present study was 48.9 ± 14.1 yr, close to the one found in Veracruz⁽⁵⁶⁾. Experience in sheep raising was 14.9 ± 10.3 yr ($P < 0.05$, Table 1), higher than what is reported in other studies⁽⁵⁷⁾. Both parameters were different between municipalities ($P < 0.05$).

Reported average family size was 4.9 ± 2.1 members, providing 1.9 ± 1.0 man hours for flock caring, without showing differences between municipalities ($P > 0.05$), similar to what was found in low scale grazing systems⁽⁵⁸⁾. A significant correlation was found ($P < 0.05$) between family

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la producción ovina

En 85.5% de los productores entrevistados consideraron a la cría de ovinos como una actividad productiva secundaria y muy pocos como actividad primaria (10.9 %) y terciaria (3.5 %). Los propietarios de las explotaciones ovinas tuvieron una edad promedio de 48.9 ± 14.1 años, similar a los productores de ovinos del estado de Veracruz⁽⁵⁶⁾, y una experiencia en la cría de ovinos de 14.9 ± 10.3 años ($P < 0.05$, Cuadro 1), mayor a la reportada en otros estudios⁽⁵⁷⁾; ambos parámetros fueron diferentes entre municipios ($P < 0.05$).

size and man hours ($r = 0.25$), that can be attributed to sheep raising being dependent on family labor, especially in Calpulalpan, Nanacamilpa and Sanctorum municipalities ($P < 0.05$, Table 1), owing to the need of leading flocks to grazing areas and taking care of them.

Average size of cropland associated to sheep raising was 6.3 ± 5.9 ha, showing wide variation between producers (0.5 to 35 ha) and municipalities ($P < 0.05$, 3 to 6 ha), similar to those found in other regions where crop-sheep systems are common^(8,58), although not widespread⁽⁵⁹⁾. The major crops are maize (44.7 %) and barley (30.3 %), being wheat (17.1 %) and oats (7.1 %) the minor.

Cuadro 1. Medias obtenidas por el método de mínimos cuadrados para las variables de las explotaciones ovinas en seis municipios del nor-poniente del estado de Tlaxcala

Table 1. Means obtained through the least square method for variables of sheep farms in six municipalities of Northwest Tlaxcala

Variable	Benito Juárez	Calpulalpan	Hueyotlipan	Muñoz de Domingo Arenas	Nanacamilpa	Sanctorum
Family:						
Age of producer, years	41.7±3.9 ^b	45.6±1.7 ^b	53.0±1.4 ^a	48.8±3.6 ^{ab}	48.5±3.3 ^{ab}	43.3±3.6 ^b
Experience in sheep raising, years	6.1±2.8 ^b	16.2±1.2 ^a	15.3±1.0 ^a	11.6±2.6 ^{ab}	15.9±2.4 ^a	15.5±2.6 ^a
Family members, n	4.5±0.6 ^a	5.3±0.2 ^a	4.9±0.2 ^a	5.0±0.5 ^a	4.5±0.5 ^a	4.9±0.5 ^a
Labor units, n	1.9±0.3 ^b	1.7±0.1 ^b	2.2±0.1 ^a	1.9±0.2 ^{bc}	1.5±0.2 ^c	1.8±0.2 ^{abc}
Cropland component:						
Land availability, ha	3.2±1.5 ^b	4.7±0.7 ^b	5.7±0.5 ^b	4.9±1.4 ^b	12.5±1.3 ^a	3.4±1.4 ^b
Maize, ha	1.6±0.6 ^b	1.9±0.3 ^b	2.5±0.2 ^b	3.4±0.5 ^a	4.3±0.5 ^a	1.4±0.6 ^b
Barley, ha	2.1±1.2 ^b	3.1±0.6 ^b	3.2±0.4 ^a	1.8±1.5 ^b	6.9±0.9 ^a	1.7±0.9 ^b
Wheat, ha	0	1.8±0.8 ^a	1.9±0.4 ^a	1.8±0.9 ^a	3.7±0.9 ^a	1.0±1.1 ^a
Oats, ha	0	1.8±0.3 ^a	1.7±0.3 ^a	1.0±0.8 ^a	2.2±0.4 ^a	1.0±0.6 ^a
Sheep component:						
Number of heads	22.6±10.9 ^c	68.4±4.8 ^a	39.2±3.9 ^{bc}	34.9±10.1 ^{bc}	63.0±9.2 ^{ab}	40±10.1 ^{bc}
Ewes	13.6±6.6 ^b	47.7±2.9 ^a	24.7±2.4 ^b	24.7±6.3 ^b	43.6±5.9 ^a	22.1±6.1 ^b
Lambs	6.0±4.3 ^c	20.8±2.2 ^a	10.9±1.7 ^{bc}	9.8±4.1 ^{bc}	19.3±3.9 ^{ab}	10.8±4.0 ^{bc}
Baby lambs	2.8±2.7 ^c	13.1±1.9 ^a	8.4±1.3 ^{bc}	4.7±4.2 ^{bc}	12.9±3.2 ^{ab}	9.4±3.2 ^{bc}
Fattening	5.3±4.5 ^a	13.4±2.3 ^a	8.0±1.4 ^a	6.8±4.5 ^a	8.8±3.2 ^a	8.8±4.5 ^a
Rams	1.0±0.5 ^c	2.6±0.2 ^a	1.6±0.2 ^{bc}	1.8±0.5 ^{bc}	2.6±0.4 ^{ab}	1.6±0.4 ^{bc}
Grazing parameters:						
Shepherd age, years	38.0±4.8 ^a	45.4±2.1 ^a	46.1±1.7 ^a	44.7±4.4 ^a	38.5±4.1 ^a	42.8±4.4 ^a
Distance per day, km	3.4±0.5 ^a	2.9±0.2 ^a	2.9±0.2 ^a	2.4±0.5 ^a	2.9±0.4 ^a	2.5±0.5 ^a
Grazing time, h	5.5±0.5 ^{ab}	6.4±0.2 ^a	5.5±0.2 ^b	5.8±0.5 ^{ab}	5.1±0.4 ^b	6.7±0.6 ^a
Grazing period, months	12.0±0.3 ^a	12.0±0.3 ^a	11.9±0.1 ^a	12.0±0.2 ^a	11.3±0.2 ^b	10.4±0.3 ^c

abc Means in the same line, showing different letters, are different ($P < 0.05$).

El tamaño promedio de la familia fue de 4.9 ± 2.1 integrantes con un aporte de mano de obra para el cuidado de los rebaños de 1.9 ± 1.0 unidades de trabajo hombre (UTH), sin diferencia entre municipios ($P > 0.05$); una situación muy similar ocurre en sistemas pastoriles de baja escala⁽⁵⁸⁾. Se observó una correlación significativa ($P < 0.05$) entre el tamaño de la familia y las UTH ($r = 0.25$), que se interpreta como una dependencia de la ovinocultura con la mano de obra familiar, particularmente en los municipios de Calpulalpan, Nanacamilpa y Sanctorum ($P < 0.05$, Cuadro 1), por la necesidad de pastorear y conducir los rebaños a los sitios de pastoreo.

El tamaño promedio de la parcela agrícola asociada a la cría de ovinos fue de 6.3 ± 5.9 ha, con una amplia variación entre productores (0.5 a 35 ha) y municipios ($P < 0.05$, 3 a 6 ha); similar a otras regiones donde el sistema agricultura-ovinos es común^(8,58), aunque no parece ser una situación universal⁽⁵⁹⁾. Los cultivos principales fueron maíz (44.7 %) y cebada (30.3 %) y los cultivos secundarios el trigo (17.1 %) y la avena (7.1 %).

El tamaño promedio de los rebaños fue de 48.6 ± 39.3 ovinos con diferencias entre municipios ($P < 0.05$); los rebaños de mayor tamaño (> 100 ovinos) se localizaron en Calpulalpan y Nanacamilpa (Cuadro 1), por tener acceso a áreas boscosas con potencial para el pastoreo (70.3 %). La disponibilidad de áreas para el pastoreo influyó sobre el tamaño del rebaño de ovinos, pero no el tamaño de la parcela agrícola, como previamente lo reportaron Caballero *et al*⁽⁸⁾ y Lasseur⁽³⁸⁾. El acceso a tierras con potencial para el pastoreo determinó que el 29.7 % de los productores tuvieran la posibilidad de invertir en un bien de capital adicional a la superficie agrícola, para generar flujo de capital con la venta de corderos para engorda y ovinos adultos.

El tipo de recursos alimenticios usados varió en el año: de octubre a marzo (otoño e invierno) fue común el pastoreo en rastrojeras después de la cosecha del grano (97.3 %), y de abril a septiembre (primavera-verano) fue común el pastoreo a orillas

Average flock size was 48.6 ± 39.3 head, showing differences between municipalities ($P < 0.05$); the larger flocks (> 100 animals) being found in Calpulalpan and Nanacamilpa (Table 1), that provide access to wooded areas with grazing potential (70.3 %). Availability of grazing areas influenced flock size, but not crop area, as previously reported by Caballero *et al*⁽⁸⁾ and Lasseur⁽³⁸⁾. Access to land with grazing potential was determinant for 29.3 % of producers investing in capital goods other than crop land, to generate cash flow through sale of lambs for fattening and adult animals.

Feed resources vary throughout the year; from October to March (fall and winter) it is common to graze stubble (97.3 %) and from April to September (spring and summer) the most common practice is grazing roadsides, shores of dams, wooded areas and rangelands. When grazing, flocks are leaded on 2.8 ± 1.3 km long tracks to grazing areas and watched by an adult (44.4 ± 17.2 yr), without differences between municipalities ($P > 0.05$, Table 1). Distance covered by sheep is shorter than reported for similar production systems^(13,27). Grazing time, 5.8 ± 1.7 h day⁻¹, with small variation between municipalities ($P < 0.05$), show a high investment in grazing time to lower feeding costs⁽⁶⁰⁾.

Producers resort to renting stubble or buying maize stubble to complement grazing, a strategy common to other areas in the world to feed sheep in the dry season^(18,21). All producers in the present study supplemented grazing with 200 to 800 g day⁻¹ sheep⁻¹ maize stubble, although some provided additionally 75 to 300 g day⁻¹ sheep⁻¹ maize grain (40.0 %) or barley grain (44.8 %) in spring-summer. Feeding grains, maize stubble and barley stubble explains the presence of a crop-sheep production system in this region, as well as in other places^(13,38,61). Less than half of producers planted oats for forage (42 %), perhaps for not reducing the area used for raising grain crops for human use.

Incidence of respiratory diseases is common between November and March (68.16 %) and of diarrhea

de caminos, bordos de parcelas agrícolas, zonas de bosques y áreas de agostadero. Durante el pastoreo los rebaños fueron supervisados y conducidos por una persona adulta (44.4 ± 17.2 años) por rutas de 2.8 ± 1.3 km de la comunidad a las áreas de pastoreo, sin diferencias entre municipios ($P > 0.05$, Cuadro 1). La distancia recorrida por los rebaños fue menor a otros sistemas de producción de ovinos similares (3 a 5 km)^(13,27). El tiempo de pastoreo fue de 5.8 ± 1.7 h/día, con poca variación entre municipios ($P < 0.05$), revelando una alta inversión en tiempo para el pastoreo de rebaños como una estrategia para reducir costos de alimentación⁽⁶⁰⁾.

Los productores recurren a la renta de rastrojeras y a la compra de rastrojo de maíz para complementar el pastoreo, lo cual es una estrategia común en otras regiones del mundo para alimentar a los ovinos en la época de secas^(18,21). Todos los productores complementaron el pastoreo con 200 a 800 g de rastrojo de maíz/día/oveja, aunque algunos adicionalmente proporcionaron de 75 a 300 g de grano de maíz/día/oveja (40 %) o grano de cebada (44.8 %) en primavera-verano. El uso de una alimentación con granos de cereales, rastrojos de maíz y paja de cebada explica la existencia del sistema agricultura-ovinos en la región, como en otros lugares^(13,38,61). Menos de la mitad de los productores sembraron avena para forraje (42 %), quizás para no reducir la superficie agrícola dedicada a la producción de grano para consumo humano.

En los rebaños fue común la incidencia de enfermedades respiratorias en el periodo de noviembre a marzo (68.16 %) y de diarreas en el periodo de marzo a junio (31.84 %). La tasa de mortalidad de corderos del nacimiento al destete (9.84 %) y post-destete (5.4 %) es considerada alta comparada con sistemas de producción de ovinos especializados⁽⁶²⁾, y fue una limitante para el crecimiento del rebaño y la rentabilidad de la ovinocultura en esta región.

Los productores realizan el empadre continuo, como en cualquier sistema extensivo de ovinos^(22,38,60), originando partos todo el año, pero con concentraciones en el invierno (43.9 %) y otoño

from March to June (31.84 %). Mortality rates in lambs between birth and weaning (9.84 %) and post weaning (5.4 %) can be considered high when compared to specialized sheep production systems⁽⁶²⁾ and becomes a limiting factor for flock growth and profitability in Northwest Tlaxcala.

Rams are kept in contact with ewes all year round, being the common practice in all extensive sheep raising systems^(22,38,60), and lambing takes place throughout the year, but with greater incidence in winter (43.9 %) and fall (28.2 %). Only a small percentage of ewes give birth in spring (17.8 %) and summer (10.4 %), due perhaps to a greater presence of wool producing sheep, which are more seasonal, or maybe to differences in feed availability and quality across the year^(18,21).

Selection criteria for ewes are based primarily on physical characteristics (56.7 %) and size (29.83 %). Sale of ewes and rams as breeding stock is a better business proposition than selling lambs, either for fattening or for slaughter, being 1.8 times more profitable ($P < 0.05$), and 1.46 times more profitable than grain production ($P < 0.05$). However, this activity is carried out by only 3.5 % of producers in this area.

As a general rule, decisions of a technical character for improving production, are of a simple nature, and based on the experience of producers. Sheep raising units are very similar in social, economic and production aspects, as mentioned by Devendra⁽¹⁵⁾, being both cropland and the sheep flock the main sources of income⁽⁸⁾. The education level determines comprehension of sheep production processes⁽⁵⁶⁾ and can become a limiting factor for adopting new technology. The production level of the crop-sheep system can be measured through the number of born lambs and the survival rate to the moment animals are sold^(63,64).

Classification of sheep farms based on territory

Five significant linear functions were obtained through the canonical discriminant analysis ($P \leq 0.01$; CAN1 to CAN5). Discriminant variables of sheep raising units are sheep stocking rate, annual net

Cuadro 2. Funciones canónicas estandarizadas para las explotaciones ovinas de los municipios del norponiente de Tlaxcala

Table 2. Standard canonical functions for sheep raising farms in municipalities of Northwest Tlaxcala

Variable	CAN1*	CAN2	CAN3	CAN4	CAN5
Family: Enterprise participants, n	-0.170	-0.133	0.460	0.234	-0.097
Family members, n	0.219	-0.167	-0.145	-0.055	-0.214
Shepherd age, years	-0.001	0.284	0.181	0.887	-0.567
Schooling, years	0.370	0.081	-0.250	0.751	-0.533
Social factors total	0.418	0.065	0.246	1.817	-1.411
Crops component:Ejidos, ha	-0.115	0.108	0.149	-0.136	0.141
Maize, ha	-0.021	0.190	-0.198	0.459	0.696
Oats, ha	0.241	0.342	-0.002	-0.198	-0.085
Barley, ha	0.024	0.054	0.051	-0.620	0.203
Wheat, ha	-0.035	-0.010	-0.042	0.225	0.029
Crop factor total	0.094	0.684	-0.042	-0.270	0.984
Sheep component: Stocking rate (animal units)	9.166	-5.028	6.939	-1.112	5.030
Sheep/ha	-0.058	-0.046	-0.117	-0.015	0.248
Number of heads, n	-8.422	5.284	-7.257	1.060	-7.415
Ewes, n	1.115	-0.787	0.151	-0.847	-0.031
Rams, n	0.087	-0.043	-0.173	-0.010	0.490
Lambing rate	1.043	0.224	0.189	0.359	-0.368
Sheep factor total	2.931	-0.396	-0.268	-0.565	-2.046
Economic Indicators: Net income \$	3.345	-0.910	-3.502	-0.705	0.737
Labor, \$	0.271	0.369	0.920	-0.093	0.503
Raw materials, \$	0.608	-0.394	-0.986	-0.240	-0.410
Sale of sheep, \$	-5.190	1.710	3.855	1.634	0.879
Economic factor total	-0.966	0.775	0.287	0.596	1.709
Four factors total sum	2.477	1.128	0.223	1.578	-0.764
Proportion of explained variance, %	58.93	21.03	10.95	7.28	1.8

* CAN1, CAN2, CAN3, CAN4 y CAN5 being linear canonical functions determined through discriminant canonical analysis.

(28.2 %). Sólo una menor proporción de hembras parieron en primavera (17.8 %) y verano (10 %), lo cual se explica por la mayor presencia de ovejas de lana, las cuales son más estacionales o posiblemente por la diferencia en la disponibilidad y calidad de alimento durante el año^(18,21). Los criterios para seleccionar a las ovejas para cría fue la apariencia física (56.7 %) y el tamaño corporal (29.83 %).

La venta de ovejas y carneros para pie de cría fue el mejor negocio, al generar 1.8 veces más ingreso económico ($P < 0.05$) comparado con la producción

income, flock size and gross annual income (sales) (Table 2). Linear function disclose that sheep production units in municipalities of Northwest Tlaxcala are different in production structure and profits obtained (Table 2), as in larger scale systems in some European countries^(15,65,66).

Geographical charts make known that rainfall cropland is predominant (91.38 %), more than rangelands and forests (7.07 %) and irrigated agriculture (0.9 %), and no farm spatial distribution is seen, as mentioned in other studies^(41,43,46). An agreement is existent with Verburg *et al*⁽⁴⁵⁾ in the

de corderos para venta y la engorda, y 1.46 veces más ingreso económico en relación al cultivo de cereales ($P < 0.05$). Sin embargo, esta práctica sólo la realiza el 3.5% de los productores de la región de estudio.

En general, las decisiones de carácter técnico para mejorar el proceso de producción son simples y se basan en la experiencia práctica de los productores. Las unidades de producción ovina son similares en aspectos sociales, técnicos y económicos como lo señaló Devendra⁽¹⁵⁾; y usan a la parcela agrícola y el rebaño de ovinos como principales proveedores de ingreso para las familias campesinas⁽⁸⁾. El nivel de escolaridad puede determinar el grado de comprensión del proceso de producción ovina⁽⁵⁶⁾ y puede ser el factor limitante en la adopción de tecnología de producción. El nivel de producción del sistema agricultura-ovino puede ser medido como el número de crías nacidas y la tasa de sobrevivencia de las mismas hasta la venta^(63,64).

sense that land coverage data by itself is not enough to analyze land use. Geographical and farm data identify grain production and sheep raising as a linked function, where flock daily movements to grazing areas is the only way for obtaining feed.

An analysis of classification of sheep production units based on social, production and economic aspects relocated them in two dominant territories (Table 3): the groups of Hueyotlipan (50 %) and Calpulalpan (29.2 %). A classification of this nature gave rise to two territories, with differences in availability of physical and biological resources, especially in quantity and type of grazing areas. Characteristics of the identified production systems are shown in Table 4 and are described below.

a) Crop-sheep production. Fifty percent of sheep production units included in the present study belongs to this system, and its territory comprises Hueyotlipan, Benito Juárez, Sanctorum and Muñoz

Cuadro 3. Clasificación de las unidades de producción ovina por análisis de discriminación y clasificación en los municipios de nor-oriental de Tlaxcala

Table 3. Classification of sheep production units in accordance with discriminant analysis and classification of municipalities in Northwest Tlaxcala

Municipality	Production Units	Municipality						Total
		Benito Juárez	Calpulalpan	Hueyotlipan	Muñoz	Nanacamilpa	Sanctorum	
Benito Juárez	Number	3	—	9	—	—	1	13
	%	23.08	—	69.23	—	—	7.69	100
Calpulalpan	Number	1	48	10	1	5	2	67
	%	1.49	71.64	14.93	1.49s	7.46	2.99	100
Hueyotlipan	Number	6	8	75	1	4	4	98
	%	6.12	8.16	76.53	1.02	4.08	4.08	100
Muñoz	Number	1	2	4	4	1	3	15
	%	6.67	13.33	26.67	26.67	6.67	20	100
Nanacamilpa	Number	—	7	5	—	4	2	18
	%	—	38.89	27.78	—	22.22	11.11	100
Sanctorum	Number	2	1	10	—	—	2	15
	%	13.33	6.67	66.67	—	—	13.33	100
Total	Number	13	66	113	6	14	14	226
	%	5.75	29.2	50	2.65	6.19	6.19	100
Initial Probability		0.05752	0.29646	0.43363	0.06637	0.07965	0.06637	
Error Level		0.7692	0.2836	0.2347	0.7333	0.7778	0.8667	0.3982

Clasificación de las explotaciones ovinas con base en el territorio

Con el análisis discriminante canónico se obtuvieron cinco funciones lineales significativas ($P \leq 0.01$; CAN1 a CAN5). Las variables discriminantes de las explotaciones ovinas en los municipios estudiados fueron la carga animal de ovinos, los ingresos netos anuales, el tamaño de rebaño y los ingresos anuales por ventas (Cuadro 2). Las funciones lineales revelan que las explotaciones de ovinos en los municipios de la región nor-poniente del estado de Tlaxcala, son diferentes en la estructura productiva y en los beneficios obtenidos (Cuadro 2), como en sistemas de mayor escala de algunos países europeos^(15,65,66).

Las cartas geográficas revelan que en la región predominan tierras agrícolas de temporal (91.8 %), y son menos comunes las tierras con bosques y pastizales (7.07 %) y agricultura de riego (0.9 %); no se observó la distribución espacial de las granjas como lo señalaron otros^(41,43,46). Existe coincidencia con Verburg *et al*⁽⁴⁵⁾, en el sentido de que sólo con los datos de cobertura de la tierra no es posible analizar el uso de la tierra. La información geográfica y los datos de las explotaciones identifican a la producción de cereales y a la cría de ovinos como una función mutuamente entrelazada, en donde el movimiento diario de los rebaños a las tierras de pastoreo es el medio para abastecerse de forrajes.

El análisis de clasificación de las explotaciones ovinas con base a los aspectos sociales, productivos y económicos las reubicó en dos territorios dominantes (Cuadro 3): el grupo del municipio de Hueyotlipan (50 %) y de Calpulalpan (29.2 %). Una clasificación de esta naturaleza originó dos territorios (Figura 1), con diferencias en la disponibilidad de recursos físicos y biológicos, particularmente en la cantidad y tipo de áreas para el pastoreo. En el Cuadro 4 se presentan las características de los sistemas de producción identificados, como se describen a continuación:

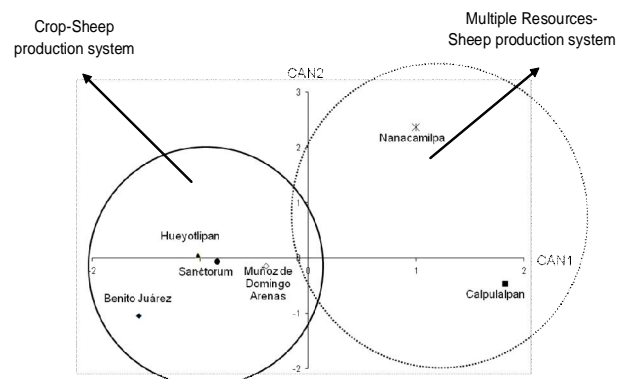
a) *Producción de ovinos-cereales*. A este sistema de producción le corresponde el 50 % de las

de Domingo Arenas municipalities. Rainfed cropland (91.9 %) predominates in the area of influence of this system, followed by rangeland and forests (5.8 %) and irrigated farmland (2.2 %). Production units are middle sized (5.18 ha), showing high land division, insufficient for feeding sheep flocks larger than 37.3 animals and this agropastoral system appeals to renting land, as mentioned by Caballero⁽⁸⁾. Area planted by cereals accounts for 9.25 % of cropland in Spain⁽⁶⁷⁾. Due to its use of labor (2.12 persons yr⁻¹) and crop byproducts, sheep production can be considered as an alternative enterprise, and because it demands more land that what is available for feeding animals, it can be classified as a subsistence activity, as mentioned by Damianos and Skuras⁽⁶⁸⁾. Crop-sheep flocks use farm resources to generate a \$ 32,257.97 (Mexican pesos) annual income per farm owing to self employed family labor.

b) *Multiple resource sheep production*. This production system embraces 29.2 % of sheep production units included in the present study, and are located in Calpulalpan and Nanacamilpa municipalities. Rain fed cropland (91.7 %) predominates in the area of influence of this system, followed by rangeland and forests (8.0 %) and other land uses (0.3 %). Head of families are younger

Figura 1. Distribución de los municipios del nor-orient del estado de Tlaxcala en un espacio bidimensional por la clasificación promedio de las funciones canónicas

Figura 1. Territorial delimitation of sheep production systems in Northwest Tlaxcala



Cuadro 4. Medias obtenidas por el método de mínimos cuadrados para las variables de los sistemas de producción de ovinos en el nor-oriente del estado de Tlaxcala

Table 4. Means obtained through the least square method for variables of sheep production systems in Northwest Tlaxcala

Variable	Sheep-multiple resources production system	Crop-sheep production system	Probability (t)
Family:			
Enterprise participants, n	1.69±0.10	2.12±0.08	0.0011
Age of head of family, years	46.20±1.55	50.50±1.20	0.03
Schooling of head of family, years	8.51±0.39	6.58±0.31	0.0002
Crop component:			
Private land (ha/production unit)	4.76±0.71	5.73±.70	0.33
Ejido land (ha/production unit)	3.23±0.16	3.51±0.12	0.17
Total area (ha/production unit)	6.47±0.64	5.18±0.47	0.10
Maize (ha/production unit)	2.47±0.25	2.42±0.19	0.88
Oats (ha/production unit)	1.93±0.22	1.52±0.24	0.21
Barley (ha/production unit)	4.07±0.50	2.80±0.37	0.04
Wheat (ha/production unit)	2.60±0.57	1.83±0.36	0.26
Sheep component:			
Stocking rate (Animal Unit/production unit)	9.99±0.61	5.29±0.48	0.0001
Total Sheep (heads/production unit)	67.30±4.24	37.31±3.29	0.0001
Ewes (heads/production unit)	46.93±2.58	23.40±1.99	0.0001
Rams (heads/production unit)	2.61±0.17	1.53±0.13	0.0001
Sheep stocking rate (head/ha)	17.92±1.80	10.89±1.39	0.0023
Lamb mortality rate, %	9.48	10.05	0.08
Economic indicators:			
Sheep sold (heads/production unit/year)	65.07±4.07	30.82±3.16	0.0001
Labor cost (\$/production unit)	16,411.31±921.50	10,503.48±715.47	0.0001
Raw materials cost (\$/production unit)	9,281.84±739.42	5,908.30±574.10	0.0004
Gross Income (\$/production unit/year)	71,286.25±4,493.34	32,259.97±3,488.75	0.0001
Net income (\$/production unit/year)	48,275.76±3,228.86	18,904.85±2,506.97	0.0001
Net Income due to lamb sales (\$/production unit/year)	13,330.53±1,728.30	10,675.72±1,278.76	0.0001

unidades de producción de ovinos del estudio y el territorio lo forman los municipios de Hueyotlipan, Benito Juárez, Sanctorum y Muñoz de Domingo Arenas (Figura 4). En el área de influencia del sistema predominan las tierras agrícolas de temporal (91.9 %), bosques y pastizales (5.8 %) y tierras de riego (2.2 %). El sistema ovinos-cereales tiene unidades de producción de tamaño medio (5.18 ha), con alta fragmentación de la tierra, la cual es insuficiente para mantener un mayor tamaño de rebaño a 37.3 ovinos y el sistema agropastoril hace

(46.2 yr) and with more schooling (8.5 yr, $P < 0.05$), and these variables are considered important for obtaining a higher family income in smallholdings⁽⁵⁶⁾. Flock size is small (67.3 head) when compared to flocks in pastoral farms in France (> 600 heads)⁽³⁸⁾, although there is a coincidence in type of grazing areas and use of a shepherd. Due to their proximity to farms using multiple resources sheep production systems, the management system used is an extension of the industrial model, as pointed out by Damianos and Skuras⁽⁶⁸⁾. This

uso de la renta de tierras, como lo señaló Caballero⁽⁸⁾. La superficie de cereales cultivada representa el 9.25 % de la tierra utilizada en España⁽⁶⁷⁾. Por la utilización de la mano de obra (2.12 personas por año) y los subproductos de los cultivos agrícolas, la producción de ovinos queda dentro de un negocio alternativo, y por requerir más tierra de la que posee la familia para alimentar a los animales se puede clasificar como una actividad de subsistencia, como lo señalan Damianos y Skuras⁽⁶⁸⁾. Los rebaños de ovinos-cereales utilizan los recursos de la explotación para generar ingresos (\$32,259.97 anuales/explotación) por el autoempleo de la mano de obra familiar.

b) Producción de ovinos con recursos múltiples. Este sistema de producción agrupa al 29.2 % de las explotaciones estudiadas y se ubicó en el territorio formado por los municipios de Calpulalpan y Nanacamilpa. La cobertura de la tierra en el área de influencia de este sistema es de agricultura de temporal (91.7 %), bosques y pastizales (8 %) y otros usos (0.3 %). Los jefes de familia son más jóvenes (46.2 años) y tienen un mayor grado de escolaridad (8.5 años, $P < 0.05$); estas variables son relacionadas con la obtención de ingresos económicos altos para la familia campesina⁽⁵⁶⁾. El tamaño de los rebaños es pequeño (67.3 ovinos) en comparación con fincas pastoriles en Francia con más de 600 ovinos⁽³⁸⁾, aunque coinciden en el tipo de áreas de pastoreo utilizada y el uso de pastor. Por la cercanía de las explotaciones del sistema de producción de ovinos con recursos múltiples a las áreas de montaña, el sistema de manejo utilizado es una extensión del modelo industrial, como lo señala Damianos y Skuras⁽⁶⁸⁾; esta integración en el uso de recursos es común en los sistemas mixtos donde existe una menor separación entre agricultura y uso de áreas de pastizales⁽⁸⁾. La cría de ovinos tiende a la especialización a la venta de pie de cría (65 animales vendidos/explotación), la producción se ve como negocio (\$71,286.25 anuales/explotación) y se recurre a la renta de tierras para tener un mayor tamaño de rebaño. El ingreso de las unidades de producción de ovinos del área de estudio representa el 14.2 % de los ingresos de una explotación de ovinos en sistemas diversificados en Bélgica⁽⁶⁹⁾. Para

integration in use of resources is common in mixed production systems, where the distance between cropland and grazing areas is smaller⁽⁸⁾. In this territory, sheep raising is more geared to sale of breeding stock (65 head sold in each farm), production is approached as a business (\$ 71,286.25 annual sales per farm) and producers turn to renting land in order to increase the size of their flocks. The income of production units in this territory is equivalent to 14.2 % of income of sheepenterprises using diversified production systems in Belgium⁽⁶⁹⁾. In accordance with Meert *et al*⁽⁶⁹⁾ and Rapey *et al*⁽⁷⁰⁾ sheep production systems using multiple resources are included in diversification options available to producers, which can be complemented by new alternatives and more animals in the production unit, are labor intensive and usually having financial difficulties, as providing only a part of family income, and generally demand more land than what is owned by the family.

CONCLUSIONS AND IMPLICATIONS

In Northwest Tlaxcala, sheep raising is an economic activity additional to crops, and demands neither specialized labor nor a big investment in breeding ewes. Productivity and income of production units are determined by the amount of cropland, number of breeding ewes and flock size. Before building up territories production units should be regrouped in the municipalities. Two territories with sheep production systems were found: crop-sheep and sheep using multiple resources, set apart by land available to producers, labor invest in caring flocks, flock size and available capital assets. Technical assistance strategies should be outlined in accordance with needs and demands of both production systems.

End of english version

Meert *et al*⁽⁶⁹⁾ y Rapey *et al*⁽⁷⁰⁾, el sistema de producción de ovinos con uso múltiple de recursos queda comprendido dentro de las opciones de diversificación de los productores, la cual se acompaña de nuevas alternativas y animales en la unidad de

producción, uso intensivo de mano de obra y en una condición financieramente difícil, al proporcionar sólo una parte del ingreso familiar, y son sistemas que utilizan más tierra de la que posee la familia.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En la región nor-poniente del estado de Tlaxcala la cría de ovinos es una actividad económica complementaria a la agricultura, sin necesidad de mano de obra especializada y una inversión alta en ovejas para cría. El nivel de productividad e ingreso de las unidades de producción ovina estuvo determinada por la parcela agrícola, el tamaño de rebaño y cantidad de ovejas para cría. Antes de la formación de territorios es necesario reagrupar las unidades de producción ovina en los municipios. Existen dos territorios con sistemas de producción ovina: ovinos-cereales y ovinos con recursos múltiples, diferenciados en los tipos de tierras disponibles para el productor, trabajo invertido al cuidado de los rebaños, el tamaño de los rebaños y el activo de capital que poseen. El diseño de las estrategias de asistencia técnica debe ser acorde a las necesidades de ambos sistemas de producción ovina.

LITERATURA CITADA

1. Mayer AL. Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environ Inter* 2008;(34):277-291.
2. Beyene A, Gibbon D, Haile M. Heterogeneity in land resources and diversity in farming practices in Tigray, Ethiopia. *Agric Syst* 2006;(88):61-74.
3. Yiridoe EK, Langyintuo AS, Dogbe W. Economics of the impact of alternative rice cropping systems on subsistence farming: Whole-farm analysis in northern Ghana. *Agric Syst* 2006;(91):102-121.
4. Dietz S, Neumayer E. Weak and strong sustainability in the SEEA: concepts and measurement. *Ecol Econ* 2007;(61):617-626.
5. Lawn P. A stock-take of green national accounting initiatives. *Soc Indic Res* 2007;(80):427-60.
6. Ziegler R. Political perception and ensemble of macro objectives and measures: the paradox of the Index for Sustainable Economic Welfare. *Environ Value* 2007;(16):43-60.
7. Pittroff W, Cartwright TC. Modelling livestock systems I. A descriptive formalism. *Arch Latinoam Prod Anim* 2002;(10):193-205.
8. Caballero R. Typology cereal sheep farming systems in Castilla La Mancha (south-central) Spain. *Agric Sys* 2001;(68):215-232.
9. House APN, MacLeod ND, Cullen B, Whitbread AM, Brown SD, McIvor JG. Integrating production and natural resource management on mixed farms in eastern Australia: The cost of conservation in agricultural landscapes. *Agric Ecosyst & Environ* 2008;127(3-4):153-165.
10. Ness B, Urbel-Piirsalu E, Anderberg S, Olsson L. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecol Econ* 2007;(60):498-508.
11. Somda J, Kamuanga M, Tollens E. Characteristics and economic viability of milk production in the smallholder farming systems in The Gambia. *Agric Sys* 2005;(85):42-58.
12. Gebremedhin B, Pender J, Tesfay G. Collective action for grazing land management in crop-livestock mixed systems in the highlands of northern Ethiopia. *Agric Sys* 2004;(82):273-290.
13. Nardone A, Zervas and B G, Ronchi, Sustainability of small ruminant organic systems of production. *Livest Prod Sci* 2004;(90):27-39.
14. Oñate JJ, Atance I, Bardaji I, Lluvia D. Modelling the effects of alternative CAP policies for the Spanish high-nature value cereal-steppe farming systems. *Agric Sys* 2007;(94):247-260.
15. Devendra C. Crop-animal systems in Asia: implications for research. *Agric Syst* 2002;(71):169-177.
16. Chapman DF, Kenny SN, Beca D, Johnson IR. Pasture and forage crop systems for non-irrigated dairy farms in southern Australia. 1. Physical production and economic performance. *Agric Sys* 2008;(97):108-125.
17. Rahman A, Duncan AL, Miller DW, Clemens J, Frutos P, Gordon IJ, Rehman A, Baig A, Ali F, Wright IA. Livestock feed resources, production and management in the agro-pastoral system of the Hindu Kush-Karakoram-Himalayan region of Pakistan: The effect of accessibility. *Agric Sys* 2008;(96):26-36.
18. Bell LW, nee Flugge FB, Ewing MA, Wade LJ. A preliminary whole-farm economic analysis of perennial wheat in an Australian dryland farming system. *Agric Sys* 2008;(96):166-174.
19. Milán M, Jordi BR, Quintanilla GCM, Espejo M, Herráiz PL, Sánchez RJM, Piedrahita J. Structural characterization and typology of beef cattle farms of Spanish wooded rangeland (dehesas). *Livest Prod Sci* 2006;(99):197-209.
20. Agrell PJ, Stam A, Fischer GW. Interactive multiobjective agro-ecological land use planning: The Bungoma region in Kenya. *Europ J Oper-Res* 2004;(158):194-217.
21. Milán MJ, Bartolomé R, Quintanilla MD, Espejo GCM, Herráiz JM, Piedrahita SRJ. Structural characterization and typology of beef cattle farms of Spanish wooded rangelands (Dehesas). 2005;(68):1-13.
22. Njoya A, Awa J, Chupamon DN. The effects of a strategy supplementation and prophylaxis on the reproductive performance of primiparous Fulbe ewes in the semi-arid zone of Cameroon. *Small Rum Res* 2005;(56):21-29.
23. Apollin F, Eberhart C. Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural: Guía metodológica. CICDA-RURALTER, CAMAREN, CARE, IEDECA, CESA, RAPE. Editores 1999.
24. Nahed J, Castel JM, Mena Y, Caravaca F. Appraisal of the sustainability of dairy goat systems in southern Spain according to their degree of intensification. *Livest Sci* 2006;101(1-3):10-23.

EVALUACIÓN TERRITORIAL DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA

25. Animut G, Goetsch AL. Co-grazing of sheep and goats: Benefits and constraints. *Small Rum Res* 2008; 77(2-3):127-145.
26. Appendini K. La situación de la agricultura y las estrategias económicas de la población rural. En "El nuevo movimiento campesino mexicano". Fundación Heberto Castillo, A.C. México. 2004.
27. Cramb RA, Purcell T, Ho TCS. Participatory assessment of rural livelihoods in the Central Highlands of Vietnam. *Agric Sys* 2004;(81):255-272.
28. Santra A, Karim SA, Chaturvedi OH. Effect of concentrate supplementation on nutrient intake and performance of lambs of two genotypes grazing a semiarid rangeland. *Small Rum Res* 2002;(44):37-45.
29. Millis Ch, Liamandis D, Roubies N, Christodoulou V, Giouseljannis A. Comparison of corn gluten products and soybean-bran mixture as sources of protein for lactating Chios ewes. *Small Rum Res* 2005;(58):237-244.
30. Solomón M, Peters KJ, Tegegne A. Intake, digestibility and passage rate in Menz sheep fed tef (*Eragrostis tef*) straw supplemented with dried leaves of selected multipurpose trees, their mixtures or wheat bran. *Small Rum Res* 2005;(56):139-149.
31. Mayer AL, Thurston HW, Pawlowski CW. The multidisciplinary influence of common sustainability indices. *Front Ecol Environ* 2004;(2):419-26.
32. Parris T, Kates R. Characterizing and measuring sustainable development. *Annu Rev Environ Res* 2003;28(13):11-31.
33. Gaspar P, Escribano M, Mesias FJ, Rodríguez-Ledesma F, Pulido F. Sheep farms in the Spanish rangelands (dehesas): Typologies according to livestock management and economic indicators. *Small Rum Res* 2008; 74(1-3):52-63.
34. Scintu MF, Piredda G. Typicity and biodiversity of goat and sheep milk products. *Small Rum Res* 2007;68(1-2):221-231.
35. Torrano L, Valderrábano J. Grazing ability of European black pine understory vegetation by goats. *Small Rum Res* 2005;58(3):253-263.
36. Duvernoy I. Use of a land cover model to identify farm types in the Misiones agrarian frontier (Argentina). *Agric Syst* 2000;64,(3):137-149.
37. Solano C, León H, Pérez E, Herrero M. Characterising objective profiles of Costa Rican dairy farmers. *Agric Syst* 2001;(67):153-179.
38. Lasseur J. Sheep farming systems and nature management of rangeland in French Mediterranean mountain areas. *Livest Prod Sci* 2005;(96):87-95.
39. Maseda F, Díaz F, Álvarez C. Family dairy farms in Galicia (N.W. Spain): classification by some family and farms factors relevant to quality of life. *Bios Engineer* 2004;(87):509-521.
40. Kóbrich 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. *Agric Syst* 2003;76(1):141-157.
41. Daskalopoulou I, Petrou A. Utilising a farm typology to identify potential adopters of alternative farming activities in Greek agriculture. *J Rural Studies* 2002;(18):95-103.
42. Berdegué J, Sotomayor O, Zilleruelo C. Metodología de tipificación de la producción campesina de la provincia de Nuble, Chile. En: Berdegué y Escobar editores). Tipificación de sistemas de producción agrícola. Santiago de Chile: Ed. RIMISP; 1990.
43. Flamant J, Béranger C, Gibon A. Animal production and land use sustainability: An approach from the farm diversity at territory level. *Livest Prod Sci* 1999;61:275-286.
44. Pan W, Walsh S, Bilsborrow R, Frizzelle B, Erlie C, Baquero F. Farm-level models of spatial patterns of land use and land cover dynamics in the Ecuadorian Amazon. *Agric* 2004.
45. Verburg P, van de Steeg J, Veldkamp A, Willemen L. From land cover change to function dynamics: A mayor challenge to improve land characterization. *J Environ Manage* 2009;90:1327-1335.
46. Thenail C, Baudry J. Variation of farm spatial land use pattern according to the structure of the hedgerow network (bocage) landscape: a case study in northeast Brittany. *Agric Ecosyst & Environ* 2004;101:53-72.
47. SAGARPA-SIAP. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Sistema de Información Agropecuaria. 2007. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [en línea] <http://www.siap.gob.mx/> Consultado 3 Ene, 2008.
48. INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Anuario Estadístico del Estado de Tlaxcala. Tlaxcala 2005.
49. Rubio MS, Torres N, Gutierrez J, Méndez RD. Composition and sensory evaluation of lambs carcasses used for the traditional Mexican lamb dish, "barbacoa". *Meat Sci* 2004;(67):359-364.
50. Mendenhall W, Scheaffer LR, Ott LR. 1987. Elementos de muestreo. Edit. Thompson. 1987.
51. Hayati D, Karami E. Typology of causes of poverty: The perception of Iranian farmers. *J Econ Psychol* 2005;(26):884-901.
52. SAS. The analyst application. Second ed. Cary, NC: SAS Inst Inc. 2003.
53. Khattree R, Dayanand NN. Multivariate data reduction and discrimination with SAS software. Cary, NC. SAS Inst Inc. 2002.
54. Johnson A, Wichern W. Applied multivariate statistical analysis. Fifth ed. Prince Hall. 2002:581-667.
55. Sepulveda S, Rodríguez A, Echeverri R, Portilla M. Enfoque territorial del desarrollo rural. IICA 2003;89-128.
56. Morales MM, Martínez DJP, Torres VH, Pacheco JE. An assessment of Sheep Production potencial Through an Agroecosystem Approach in an Ejido of the State of Veracruz, Mexico. *Téc Pecu Méx* 2004;42(3):347-359.
57. Nuncio OG, Nahed JT, Díaz HB, Escobedo AF, Salvatierra IB. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agric* 2001;(35):469-477.
58. Cabrera VE, Hildebrand PE, Jones JW. Modelling the effect of household composition on the welfare of limit-resource farmers in Coastal Cañete, Peru. *Agric Syst* 2005;(86):207-222.
59. Pfister F, Bader HP, Scheidegger and P. Baccini R. 2005. Dynamic modelling of resource management for farming systems. *Agric Syst* 2005;(6):1-28.
60. Joy M, Alvarez-Rodríguez J, Revilla R, Delfam R, Ripoll G. Ewe metabolic performance and lamb carcass traits in pasture and concentrate-based production systems in Churra Tensina breed. *Small Rum Res* 2008;(75):24-35.
61. Kosgey IS, Rowlands GJ, Van Arendonk JAM, Baker RL. Small ruminant production in smallholder and pastoral/extensive farming systems in Kenya. *Small Rum Res* 2008;(77):11-24.

62. Mugerwa ME, Anindo D, Sovani S, Lahlou KA, Tembely S, Rege JEO, Baker RL. Reproductive performance and productivity of Menz and Horro sheep lambing in the wet and dry seasons in the highlands of Ethiopia. *Small Rumin Res* 2002;45:261-271.
63. Rubianes E, Ungerfeld R. Perspectivas de la investigación sobre reproducción ovina en América Latina en el marco de las actuales tendencias productivas. *Arch Latinoam Prod Anim* 2002;10(2):117-125.
64. Burke JM, Apple JK. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Rumin Res* 2007;(67):264-270.
65. Bartl K, Mayer AC, Gómez CA, Muñoz E, Hess HD, Holmann F. Economic evaluation of current and alternative dual-purpose cattle systems for smallholder farms in the central Peruvian highlands. *Agric Syst* 2009;101(3):152-161.
66. Yilmaz O, Denk H, Bayram D. Effects of lambing season, sex and birth type on growth performance in Norduz lambs. *Small Rumin Res* 2007;68(3):336-339.
67. Milán MJ, Arnalte E, Caja E. Economic profitability and typology of Rypollesa breed sheep farms in Spain. *Small Rumin Res* 2003;49:97-105.
68. Damianos D, Skuras D. Farm business and the development of alternative farm enterprises: an empirical analysis in Greece. *J Rural Studies* 1996;12:273-283.
69. Meert H, Van Huylenbroeck G, Vernimmen T, Bourgeois M, Van Hecke E. Farm Household survival strategies and diversification on marginal farms. *J Rural Studies* 2005;21:81-97.
70. Rapey H, Lifran R, Valadier A. Identifying social, economic and technical determinants of silvopastoral practices in temperate uplands: results of a survey in the Massif Central Region of France. *Agric Syst* 2001;69:119-135.