

CAMBIOS EN LA GANADERÍA DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO SECO DEL ESTADO DE MÉXICO

CHANGES IN DUAL PURPOSE LIVESTOCK FARMING SYSTEM IN THE DRY TROPIC OF ESTADO DE MEXICO

Adriana de L. Nájera-Garduño, Rocío Piedra-Matías, Benito Albarrán-Portillo, Anastacio García-Martínez*

Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. Km. 67.5, Carretera Toluca-Tejupilco. 51300. Colonia Barrio de Santiago S/N, Temascaltepec, Estado de México. (angama.agm@gmail.com).

RESUMEN

La ganadería es una actividad económica importante en zonas rurales, aunque en años recientes ha presentado cambios importantes, debido a ajustes socioeconómicos. Uno de estos cambios es criar ganado para cumplir dos metas de producción en lugar de una. El objetivo de este estudio fue analizar los cambios en unidades de producción (UP) con ganado doble propósito (DP) en el sur del Estado de México. Mediante seguimientos técnico-económicos, en 2006 se obtuvo información de 50 ganaderos elegidos con muestreo aleatorio. Las variables evaluadas fueron 14 de estructura y manejo (abandono de la actividad ganadera, disponibilidad de mano de obra, alimentación, superficie y tamaño de hato) y 14 económicas obtenidas con encuestas estructuradas. Todos los ganaderos aportaron información confiable para validar los datos que fueron contrastados con los registros en la UP y con informantes clave y estadísticas oficiales para las variables económicas. Las mismas variables se evaluaron en la misma muestra en 2013. El método estadístico usado fue una prueba *t* de Student para la comparación de valores promedio de las 28 variables entre las fechas. Durante el periodo de siete años 56 % de los ganaderos abandonaron la actividad y la mano de obra disminuyó 42 % ($p \leq 0.05$). La superficie y el tamaño del hato se mantuvo ($p > 0.05$). Los cambios en la alimentación y en el ingreso total por vaca y superficie (ha) fueron significativos ($p \leq 0.05$). Las UP DP cambiaron su estructura, el uso de la tierra, la alimentación, el manejo y la gestión de las UP y, por tanto, la organización y orientación de la producción del ganado. La tendencia indica que los cambios en la ganadería del sur del Estado de México continuarán.

*Autor responsable ❖ Author for correspondence.

Recibido: marzo, 2015. Aprobado: marzo, 2016.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 50: 701-710. 2016.

ABSTRACT

Livestock farming is an important economic activity in rural areas, although it has presented changes due to socioeconomic adjustments. One of these changes is to raise livestock to achieve two production goals, rather than one. The aim of this study was to analyze the changes in production units (PU) with dual-purpose (DP) livestock in Southern Estado de Mexico. In 2006, with technical and economic follow-ups, information was obtained from 50 livestock farmers chosen by random sampling. Fourteen structure and management variables were evaluated (abandonment of livestock activity, labour availability, feeding, surface and size of herd), along with 14 economic variables, all of which were obtained with structured surveys. All the livestock farmers provided reliable information for the validation of the data, which were also contrasted with the records in the PU and with key informers and official statistics for the economic variables. Such variables were evaluated in the same sample in 2013. The statistical method used was a Student *t* test, for the comparison of average values of the 28 variables between dates. During the seven-year period, 56 % of the livestock farmers abandoned the activity and labour fell by 42 % ($p \leq 0.05$). The surface and size of the herd remained equal ($p > 0.05$). The changes in the feeding and total income per cow and surface (ha) were significant ($p \leq 0.05$). The PU DP changed their structure, land use, feeding, management of the PU's and therefore, the organization and orientation of livestock production. Tendencies indicate that the changes in livestock farming in southern Estado de México will continue.

Key Words: Bovines, production units, changes, dry tropic, dual-purpose.

Palabras clave: Bovinos, unidades de producción, cambios, trópico seco, doble propósito.

INTRODUCCIÓN

Los factores más importantes que pueden amenazar la continuidad de la ganadería y de las unidades de producción (UP) ganaderas resultan de la marginación en zonas desfavorecidas (Baldock *et al.*, 1996). El envejecimiento de los ganaderos, el relevo generacional bajo, la migración (Vilaboa *et al.*, 2009; Bernués *et al.* 2011), la inestabilidad en los precios de la leche y la carne vendidos a intermediarios o en periodos críticos o de demanda menor, la competitividad entre UP (Rebollar *et al.*, 2011), la dependencia de insumos externos (Shamsuddin *et al.*, 2006) y el deterioro de los recursos naturales (Gibon, 2005) también son factores para el abandono.

Este esquema se presenta en numerosas zonas rurales (McDonald *et al.*, 2000; Romo-Bacco *et al.*, 2014) y afectan la capacidad de producción de las UP y el modo de vida de la población rural (Fratkin y Mearns, 2003). Bajo estas circunstancias, la familia debe buscar otras fuentes de ingreso para satisfacer sus necesidades (García-Martínez *et al.*, 2009; Ayantunde *et al.*, 2011).

Sin embargo, estos factores también favorecen la diversificación de la ganadería, ajustes y reestructuración en el uso de la tierra, de la mano de obra y cambios en las estrategias de producción (Nardone *et al.*, 2010; Tittonell *et al.*, 2010), así como, la incorporación de diversas razas de animales y cambios importantes en la orientación de la producción (Bernués *et al.*, 2011). Estos cambios y ajustes resultan de las exigencias que el medio socioeconómico impone (García-Martínez *et al.*, 2011) y de las directrices que las políticas agropecuarias establecen (Laurent *et al.*, 2003).

La ganadería es una actividad económica estratégica en zonas rurales, que permite acceso al capital y a los productos que genera (López *et al.*, 2001; Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Además, desempeña una función importante de cohesión económica, social y ambiental (Laurent *et al.*, 2003; Ayantunde *et al.*, 2011), a pesar del crecimiento acelerado de otras actividades económicas como el turismo y de una población rural con actividad agropecuaria cada vez más escasa (Gibon *et al.*, 2004; Lasanta-Martínez *et al.*, 2007).

INTRODUCTION

Some of the most important threats facing the continuity of livestock farming and its production units (PU) are a result of the marginalization in more disadvantaged areas (Baldock *et al.*, 1996). The aging of livestock farmers, the low generational takeover, migration (Vilaboa *et al.*, 2009; Bernués *et al.*, 2011), instability in prices of beef and dairy products when sold to retailers or in critical periods or periods of lower demands, the competitiveness between the PU (Rebollar *et al.*, 2011), the dependence on external inputs (Shamsuddin *et al.*, 2006), and the deterioration of natural resources (Gibon, 2005) are also factors that promote abandonment.

This scheme presents itself in numerous rural areas (McDonald *et al.*, 2000; Romo-Bacco *et al.*, 2014) and it affects the capacity of production of the UP's and the way of life of rural populations (Fratkin and Mearns, 2003). Under these circumstances, families have to seek other sources of income to satisfy their needs (García-Martínez *et al.*, 2009; Ayantunde *et al.*, 2011).

However, these factors also favored the diversification of livestock farming, adjustments and restructuring of land use, labour, and changes in production strategies (Nardone *et al.*, 2010; Tittonell *et al.*, 2010), as well as the incorporation of diverse animal breeds and important changes in the orientation of production (Bernués *et al.*, 2011). These changes and adjustments are a result of the demands that the socioeconomic context imposes on it (García-Martínez *et al.*, 2011) and the guidelines established by farming policies (Laurent *et al.*, 2003).

Livestock farming is a strategic economic activity in rural areas, which allows access to capital and the products it generates (López *et al.*, 2001; Rojo-Rubio *et al.*, 2009). It also plays an important economic cohesion, social, and environmental role (Laurent *et al.*, 2003; Ayantunde *et al.*, 2011), despite the rapid growth of other economic activities such as tourism and a rural population with increasingly scarce farming activities (Gibon *et al.*, 2004; Lasanta-Martínez *et al.*, 2007).

Tropical areas in Mexico are related to low production costs, due to the strategic use of available resources (Absalón-Medina *et al.*, 2012b), family labour (García-Martínez *et al.*, 2011), low meat

Las zonas tropicales de México se asocian con costos bajos de producción por el uso estratégico de los recursos disponibles (Absalón-Medina *et al.*, 2012b), mano de obra familiar (García-Martínez *et al.*, 2011), producción baja de leche y de carne, y producción estacional de forraje (Pech *et al.*, 2002; Aguilar-Pérez *et al.*, 2011). En la región sur del Altiplano Central, la ganadería se desarrolla en condiciones topográficas difíciles, temperaturas extremas (28-35 °C) y escasez de agua (SIAP-SAGARPA, 2013). La ganadería doble propósito (DP) en la región se caracteriza por razas *Bos indicus* (Brahman, Nelore, Guzerat, Gyr) o cruzado con razas *Bos taurus* como Holstein y Pardo Suizo, para la producción de leche; y Charolais y Simmental, para producir becerros (Pech *et al.*, 2002; Aranda-Ávila *et al.*, 2010) y los ingresos por la venta de carne y leche (Rojo-Rubio *et al.*, 2009; Absalón-Medina *et al.*, 2012a). El objetivo del estudio fue analizar los cambios entre 2006 y 2013 en la estructura, el manejo y la gestión en UP de ganado bovino de doble propósito en Tejupilco, Estado de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tejupilco, al suroeste del Estado de México (18° 45' 30" y 19° 04' 32" N y 99° 59' 07" y 100° 36' 45" O, 1330 msnm, clima Cwa subtropical, con temperatura de 15 a 30 °C, precipitación promedio anual de 1200 mm y lluvias en verano). La superficie del municipio es 66 912 ha y representan 3 % del total estatal (IGECEM, 2009); 6.6 y 78 % del territorio es para agricultura y ganadería (Plan de Desarrollo Municipal de Tejupilco 2013-2015), hay 21 865 bovinos (19 457 para carne y 2409 para leche), que representaron 18.6 % del total estatal y 4.26 % del nacional (INEGI, 2014).

La información de 2006 se obtuvo de seguimientos técnico-económicos con encuestas estructuradas a 50 ganaderos con vacas lecheras Holstein, elegidos por muestreo aleatorio con 95 %, de confiabilidad con la ecuación:

$$n = \frac{N}{1 + (N * 0.1^2)}$$

donde: n es el tamaño de la muestra, N es el tamaño de la población y 0.1^2 el error estándar determinado por el investigador, descrita por Hernández *et al.* (2004). La muestra se obtuvo del censo de ganaderos en dos asociaciones locales, General Puerta del Sur y Local General de Tejupilco, con un censo de 100 UP lecheras, registradas en ocho localidades del municipio: Rincón de Aguirre, Rincón del Carmen, Río Grande, Almoloya de las

and dairy production, and seasonal production of fodder (Pech *et al.*, 2002; Aguilar-Pérez *et al.*, 2011). In the southern region of the Central Highlands, livestock production is carried out under harsh topography conditions, extreme temperatures (28-35 °C), and water scarcity (SIAP-SAGARPA, 2013). Dual-purpose livestock farming (DP) in the region characteristically includes breeds *Bos indicus* (Brahman, Nelore, Guzerat, Gyr) or crossed with the breeds *Bos taurus* such as Holstein and Brown Swiss, for milk production, and Charolais and Simmental for beef production (Pech *et al.*, 2002; Aranda-Ávila *et al.*, 2010), and incomes produced by the sale of meat and milk (Rojo-Rubio *et al.*, 2009; Absalón-Medina *et al.*, 2012a). The aim of this investigation was to analyze the changes undergone from 2006 to 2013 in the structure and management of PU's with DP bovines in Tejupilco, Estado de México.

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out in the municipal area of Tejupilco, in the southeast of Estado de Mexico (18° 45' 30" and 19° 04' 32" N and 99° 59' 07" and 100° 36' 45" O, 1,330 masl, Cwa subtropical climate, with temperatures between 15 and 30 °C, average annual rainfall of 1 200 mm and rainfall in the summer). The surface of the municipal area is 66 912 ha, covering 3 % of the total of the state (IGECEM, 2009); 6.6 and 78 % of the territory are allocated for agriculture and livestock production (Plan de Desarrollo Municipal de Tejupilco 2013-2015), its bovine population is 21 865 (19 457 for meat and 2409 for dairy), which account for 18.6 % of the state total, and 4.26 % of the national total (INEGI, 2014).

The information for 2006 was taken from technical and economic follow-ups with structured surveys to 50 livestock farmers with Holstein cows, chosen by random sampling with 95 % reliability using the equation:

$$n = \frac{N}{1 + (N * 0.1^2)}$$

where: n is sample size, N is population size, and 0.12 is the standard error determined by the researcher, described by Hernández *et al.* (2004). The sample was taken from the livestock farmer census in two local associations, General Puerta del Sur and Local General de Tejupilco, with a census on 100 dairy PU's, registered in eight locations of the municipal areas: Rincón de Aguirre, Rincón del Carmen, Río Grande, Almoloya de las

Granadas, Las Mesas de Ixtapan, El Campanario de Ixtapan, El Saus y Tenería. La muestra evaluada fue representativa de la muestra de UP lecheras en las dos asociaciones.

En 2013 se evaluó la misma muestra de UP evaluada en 2006, con el mismo instrumento para obtener información de la estructura, manejo, la gestión y economía de las UP para evaluar los cambios en el periodo de 7 años. Las variables evaluadas fueron 28: 14 fueron de estructura, sobre el manejo y la gestión de la UP (abandono de la actividad ganadera, disponibilidad de mano de obra, superficie y número de animales, alimentación, producción y reproducción del hato), de las cuales siete se expresaron en %; y 14 variables económicas (cuatro expresadas en %). La información se analizó mediante una prueba *t* de Student para comparar promedios de las variables entre fechas ($p \leq 0.05$), con STATISTICA 9.0. Las 28 variables se validaron mediante análisis exploratorios para identificar datos perdidos o aberrantes, y los datos fueron rectificadas y validados con el seguimiento técnico y económico, con los registros de las UP, y con informantes clave y estadísticas oficiales (precios de venta de los productos obtenidos y costos de los insumos) para las variables económicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abandono de la actividad ganadera

Veintidós de las 50 UP estudiadas en 2006 se encontraron en 2013, es decir, 56.0 % de las UP abandonaron la ganadería en siete años. Las causas principales fueron número reducido de animales sostenidos y venta de las tierras. Según Gibon *et al.* (2004) esto sucede cuando existe abandono total o de una porción significativa de la tierra, o cuando se cambia el uso de las actividades agropecuarias. Otros factores clave fueron el costo alto de la producción y la edad avanzada o fallecimiento de los ganaderos y relevo generacional bajo, como lo destacan Baldock *et al.* (1996) y García-Martínez *et al.* (2009). Estos cambios también reflejan la dinámica de las UP y su capacidad para adaptarse al medio en el cual se desarrollan (García-Martínez *et al.*, 2011) y la diversidad en las condiciones de manejo de las UP (Ruben y Pender, 2004; Veysset *et al.*, 2005).

Disponibilidad de mano de obra

La mano de obra para la ganadería disminuyó 42 % ($p \leq 0.05$), la disponibilidad en unidades de trabajo año (UTA^{-1}) cambiaron de 2.4 ± 0.16 a

Granadas, Las Mesas de Ixtapan, El Campanario de Ixtapan, El Saus, and Tenería. The sample evaluated was representative of the sample of dairy PU's in both associations.

In 2013, the same PU sample of 2006 was followed up with the same instrument for obtaining information on the structure, management and economy of PU's to evaluate the changes in the period of seven years. The variables evaluated were 28: 14 were related to structure, on the management of PU's (abandonment of livestock activity, labour availability, surface and number of animals, feeding, production and reproduction of the herd), out of which seven were expressed as %, and 14 economic variables (four expressed as %). The information was analyzed with a Student *t* test for comparison of averages of the variables between dates ($p \leq 0.05$), using STATISTICA 9.0. All 28 variables were validated using exploratory analysis to identify lost or abnormal data, and the data were rectified and validated with the technical and economic follow-up, with the records in the PU, and with key informers and official statistics (retail prices of the products obtained and costs of inputs) for the economic variables.

RESULTS AND DISCUSSION

Abandonment of livestock activity

Twenty two of the 50 PU's studied in 2006 were found in 2013, that is, 56.0 % of the PU's abandoned livestock production in seven years. The main causes were the reduced number of animals sustained and sales of lands. According to Gibon *et al.* (2004), this takes place when there is total abandonment, or abandonment of a significant portion of land, or when there is a change in the use of farming activities. Other key factors were the high cost of the production and the old age or death of the farmers and a low generational takeover, as highlighted by Baldock *et al.* (1996) and García-Martínez *et al.* (2009). These changes also reflect the dynamics of the PU and their ability to adapt to the surrounding in which they develop (García-Martínez *et al.*, 2011) and to the diversity in the conditions of PU management (Ruben and Pender, 2004; Veysset *et al.*, 2005).

Availability of labour

Labour for livestock farming decreased 42 % ($p \leq 0.05$), the availability in year work units (YWU^{-1}) changed from 2.4 ± 0.16 to 1.7 ± 0.25 from 2006 to 2013. During 2006 the labour hired (% UTA^{-1} was

1.7±0.25 de 2006 a 2013. Durante 2006 la mano de obra contratada (% UTA⁻¹ fue 0.4±0.2) tenía poca importancia; aunque en 2013 aumentó (11.3±2.1) (p≤0.05). Según Romo-Bacco *et al.* (2014), la mano de obra familiar (% UTA⁻¹ de 99.6±0.2 en 2006 y 88.7±2.1 en 2013) es fundamental (p≤0.05) en UP en pequeña escala (Posadas-Domínguez *et al.*, 2013). Entre los factores que influyen en la contratación de mano de obra están las actividades múltiples de la familia y el aumento de superficie y hato, que inducen un uso intensivo de la mano de obra (García-Martínez *et al.*, 2011).

Superficie y tamaño del hato

En superficie no hubo diferencias significativas (p>0.05), aunque la superficie total aumentó 30.0 % (Cuadro 1). La superficie para la producción de forraje (SF) no cambió (p>0.05), pero, los cultivos agrícolas (CA) aumentaron, y la importancia mayor del alquiler de tierra fue significativo (p≤0.05). Aunque, no hubo diferencias significativas entre fechas (p>0.05) la superficie con pastos se aumentó 21 % y 12 % la superficie cultivada con maíz (p≤0.05).

El incremento de la superficie, según García-Martínez *et al.* (2009) y Tittonel *et al.* (2010), se debe a que UP activas alquilan o compran tierras a las UP

0.4±0.2) was of little importance; however, in 2013 it increased (11.3±2.1) (p≤0.05). According to Romo-Bacco *et al.* (2014), family labour (% UTA⁻¹ from 99.6±0.2 in 2006 and 88.7±2.1 in 2013) is crucial (p≤0.05) in small scale PU's (Posadas-Domínguez *et al.*, 2013). Among the factors that influence the hiring of labour are the multiple family activities and the increase of herd surface, induce an intensive use of labour (García-Martínez *et al.*, 2011).

Land surface and herd size

In terms of surface there were no significant differences (p>0.05), although the total surface increased by 30.0 % (Table 1). The surface allocated for fodder production (SF) did not change (p>0.05); however, agricultural crops (AC) increased, and the highest importance of land rent was significant (p≤0.05). Although no significant differences were observed between dates (p>0.05) surfaces with grass increased 21 % and with maize 12 % (p≤0.05).

The increase in surface, according to García-Martínez *et al.* (2009) and Tittonel *et al.* (2010), was due to active PU's renting or purchasing lands from the PU's that abandonment livestock farming partially or entirely. This surface is used mostly for grazing (García-Martínez *et al.*, 2011) and, therefore, the extensive management of livestock is evident.

Cuadro 1. Resultados promedio en los cambios estructurales y manejo en las UP del Municipio de Tejupilco, Estado de México.

Table 1. Average results on structural changes and management of PU's in the municipal area of Tejupilco, Estado de Mexico.

	2006 n=50	2013 n=22	Promedio n=72	EEM [†]	p [‡]
Superficie (ha) arable útil (SAU)	18.4	26.3	20.8	3.1	0.245 [§]
Superficie forrajera (SF)/SAU (%)	80.9	78.5	80.2	2.4	0.640 [§]
Cultivos agrícolas (CA)/SAU (%)	19.1	21.5	19.8	2.4	0.634 [§]
SAU propia (%)	92.9	71.5	86.4	3.2	0.000 ^b
SAU alquilada (%)	7.1	28.5	13.6	3.2	0.000 ^b
Pastos, ha	15.6	21.6	17.4	2.9	0.349 [§]
Vacas, número	7.3	10.5	8.3	0.9	0.107 [§]
Carga ganadera (UGB [□] ha ⁻¹)	1.3	1.3	1.3	0.2	0.914 [§]
EPP ^{††} de vaquillas (meses)	30.2	31.3	30.6	0.7	0.522 [§]
Becerras destetados por vaca	0.75	0.63	0.71	0.03	0.063 [§]
UP que ensilan (%)	46.0	18.2	37.5	5.7	0.025 ^b

[†]Error estándar de la media; [‡]probabilidad. [§]Pruebas *t* de Student no son significativas (p>0.05). ^bPruebas *t* de Student son significativas (p≤0.05); [□]Unidades de ganado bovino. ^{††}Edad a primer parto [‡]Standard error of the mean; [‡]Probability. [§]Student's *t* test are not significant (p>0.05). Student's *t* test are significant (p≤0.05); [□]Livestock Units. ^{††}Age at first birth.

que abandonan parcial o totalmente la ganadería. Esta superficie se destina principalmente al pastoreo (García-Martínez *et al.*, 2011) y, por tanto, resalta el manejo extensivo del ganado.

En el tamaño del hato no hubo diferencias ($p > 0.05$), aunque aumentó 29 % el número de vacas para pie de cría (Cuadro 1). Esto mostró que las UP experimentan cambios estructurales favorecidas por el aumento de la superficie, lo cual es fundamental para el desarrollo de esta actividad (Tittonell *et al.*, 2010).

Las UP con hatos pequeños y disponibilidad limitada de superficie abandonan la actividad ganadera (García-Martínez *et al.*, 2009). En este esquema existe tendencia al crecimiento de UP grandes y consolidadas, mantenimiento de UP medianas y abandono de las UP de tamaño menor.

Manejo del hato

En el manejo del ganado no hubo diferencias (Cuadro 1). La carga ganadera en unidades de ganado bovino por unidad de área (UGB ha⁻¹) se mantuvo ($p > 0.05$) debido al aumento proporcional de superficie y hato. Esto también lo observaron Bernués *et al.* (2005) y García-Martínez *et al.* (2009).

Evidencias de cambio en la edad al primer parto no hubo en vaquillas ni en becerros destetados ($p > 0.05$). Cuevas-Reyes *et al.* (2013) indicaron que en UP DP pequeñas no existen programas para mejorar los indicadores reproductivos. Asimismo, encontrar vaquillas con más de 24 meses de edad al primer parto se debe a deficiencias en la alimentación durante el crecimiento (Arriaga-Jordán *et al.*, 2003). Ambos casos son factores que contribuyeron al abandono de la actividad.

Cambios significativos ($p \leq 0.05$) se observaron en la alimentación. Durante 2006, 46.0 % de las UP proporcionaban ensilado de maíz al ganado y este indicador disminuyó en 2013, lo cual se relaciona con la orientación productiva del ganado. Las 50 UP producían leche en 2006 (Hernández-Morales *et al.*, 2013) por tanto, el ensilado fue importante para su alimentación. En 2013 la ganadería presentó tendencia mayor a la producción de carne y el ensilado de maíz perdió importancia en la alimentación. Este cambio aumentó 5 % el costo de alimentación con respecto a 2006 ($p \leq 0.05$). Como resultado 68.0 % de las UP presentaron tendencia mayor al

In herd size there were no differences ($p > 0.05$), although the number of cows increased 29 % (Table 1). This showed that the PU's undergo structural changes that are enhanced by the increase in surface; beign is crucial for development for the activity (Tittonell *et al.*, 2010).

The PU's with small herds and limited surface availability abandon livestock farming activity (García-Martínez *et al.*, 2009). In this scheme there is a tendency towards the growth of large and consolidated PU's, the maintenance of medium PU's, and the abandonment of smaller ones.

Livestock management

In the management of livestock there were no differences (Table 1). The livestock units per area unit (UGB ha⁻¹) remained constant ($p > 0.05$), due to the proportional increase of surface and herd. This was also observed by Bernués *et al.* (2005) and García-Martínez *et al.* (2009).

There was no evidence of change in age at the first birth in heifers or calves weaned ($p > 0.05$). Cuevas-Reyes *et al.* (2013) indicated that in small DP PU there are no programs to improve reproductive indicators. Likewise, finding heifers of over 24 months of age at first birth is due to deficiencies in nutrition during growth (Arriaga-Jordán *et al.*, 2003). Both cases are factors that contribute to the abandonment of the activity.

Significant changes ($p \leq 0.05$) were observed in nutrition. During 2006, 46.0 % of the PU's fed maize silage to cattle, and this indicator decreased in 2013, which is related to the PU productive orientation. All 50 PU's produced milk in 2006 (Hernández-Morales *et al.*, 2013); therefore silage was important fodder. In 2013, livestock production displayed a higher tendency towards meat production and maize silage lost importance in nutrition. This change increased fodder costs by 5% in regard to 2006 ($p \leq 0.05$). As a result, 68.0 % of the PU's showed a greater tendency towards DP, 23.0 % to meat production, and only 9 % to milk production. In this way, PU's in changing rural contexts are highly dynamic and a result of simultaneously planning and obtaining several strategic objectives (Tittonell *et al.*, 2010) which may be productive-economic, social-family or environmental (García-Martínez *et al.*, 2011).

DP, 23.0 % a la producción de carne y solo 9 % a la producción de leche. Así, las UP en contextos rurales cambiantes son altamente dinámicas y resultan de la planificación y consecución simultánea de varios objetivos estratégicos (Tittonel *et al.*, 2010) que pueden ser productivo-económico, social-familiar o ambiental (García-Martínez *et al.*, 2011).

Indicadores económicos

En el ingreso total (IT anual) no se observaron diferencias ($p > 0.05$) (Cuadro 2). Pero el IT aumentó 15.0 % por el número mayor de animales y cambio de orientación productiva. Para IT por vaca e IT ha⁻¹ hubo diferencias significativas ($p \leq 0.05$). Los ingresos por venta de leche y carne también cambiaron ($p \leq 0.05$) como factor de ajuste de las UP al medio socioeconómico en el cual se desarrollan (García-Martínez *et al.*, 2011).

La venta de leche disminuyó 19 % sobre el IT, mientras que la venta de carne incrementó 16 puntos porcentuales ($p \leq 0.05$). Esta situación se presenta en otras regiones del estado de México, en que la venta de machos engordados y becerros es el sustento de las UP (Rebollar *et al.*, 2011), y en otras regiones con

Economic indicators

In the annual total income (TAI) no differences were observed ($p > 0.05$) (Table 2). However, TAI increased 15.0 % due to the higher number of animals and change in productive orientation. For TAI per cow and TAI ha⁻¹ there were significant differences ($p \leq 0.05$). Incomes for the sale of milk and meat also changed ($p \leq 0.05$) as a factor of adjustment of the PU's to the socioeconomic context in which they are developed (García-Martínez *et al.*, 2011).

Sale of milk decreased 19 % over TAI, whereas meat sales increased 16 % ($p \leq 0.05$). This situation appeared in other regions of Estado de México, in which the sales of fattened males and calved are main source of incomes of PU's (Rebollar *et al.*, 2011), as well as in other regions with similar production conditions (Veysset *et al.*, 2005; García-Martínez *et al.*, 2011).

Milk production and sale is the most important support for families in PU's of the region (Hernández-Morales *et al.*, 2013). In 2013, 9 % of the PU's were provided for by producing milk, and its sale was the main family economic support, as in other

Cuadro 2. Cambios promedio en los principales indicadores económicos (000 miles de pesos[□]) de las unidades de producción del Municipio de Tejupilco, Estado de México.

Table 2. Average changes in the main economic indicators (000 thousands of pesos[□]) of the production units in the Municipal area of Tejupilco, Estado de Mexico.

	2006	2013	Promedio	EEM [†]	p [‡]
Ingreso total (IT por año)	68.8	80.7	72.5	7.4	0.466 [§]
Ingreso leche (%)	77.3	58.3	71.5	3.5	0.012 ^b
Ingreso carne (%)	19.7	36.0	24.7	3.3	0.022 ^b
Otros ingresos (%)	3.1	5.7	3.9	1.9	0.527 [§]
IT por vaca	9.1	38.9	18.2	3.9	0.000 ^b
IT ha ⁻¹	10.1	22.3	13.8	2.3	0.015 ^b
Costo total (CT por año)	15.5	26.1	18.7	1.2	0.000 ^b
CT vaca ⁻¹	3.2	6.0	4.1	0.4	0.002 ^b
CT SF ⁻¹	3.0	12.4	5.9	1.3	0.001 ^b
Costo alimentación (%)	73.3	78.01	74.8	1.2	0.048 ^b
Margen neto (MN por año)	53.4	54.7	53.8	7.2	0.473 [§]
MN por vaca	7.6	4.8	6.7	1.0	0.025 ^b
MN SF ⁻¹	7.4	8.2	7.6	1.8	0.430 [§]
MN UTA ⁻¹	28.8	29.5	29.0	4.5	0.156 [§]

[†]Error estándar de la media; [‡]probabilidad; [§]Pruebas *t* de Student no son significativas ($p > 0.05$). ^bPruebas *t* de Student son significativas ($p \leq 0.05$); [□] Los datos monetarios se expresaron en precios reales o constantes (Banco de México, 2014) [♦] Standard error of the mean; [†]Probability; [§]Student's *t* test are not significant ($p > 0.05$). ^bStudent's *t* test are significant ($p \leq 0.05$); [□]Monetary data were expressed in real or constant prices (Banco de México, 2014).

condiciones de producción similares (Veysset *et al.*, 2005; García-Martínez *et al.*, 2011).

La producción y venta de leche, es el sustento familiar mayor en UP de la región (Hernández-Morales *et al.* 2013). En 2013, 9 % de las UP se mantenían produciendo leche y su venta fue el sustento económico familiar, como en otros municipios del sur del Estado de México (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015). Estas evidencias muestran que a través del tiempo, en el altiplano central de México, la venta de leche se mantiene porque genera efectivo diario y empleo en zonas rurales (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007; Albarrán-Portillo *et al.*, 2015).

En el costo total por vaca y por ha hubo diferencias significativas ($p \leq 0.05$). En 2013 fue mayor, a pesar del uso mayor de superficie para pastoreo, (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015). Según García-Martínez *et al.* (2011), esta tendencia se debe al aumento en el tamaño del hato, la superficie mayor con CA, y mayor uso de concentrados comerciales, cuando los bovinos se engordan en la UP.

En el margen neto total (MN), $MN \text{ ha}^{-1}$ y $MN \text{ UTA}^{-1}$ no hubo cambios ($p > 0.05$), pero en el MN por vaca sí hubo cambios ($p \leq 0.05$). Este indicador disminuyó (36.9 %) en 2013 por la reducción de becerros destetados (19.6 %) y del ingreso por venta de leche.

El costo de alimentación aumentó del 2006 al 2013, lo cual muestra que el uso mayor de la superficie para el pastoreo es deficiente. García-Martínez *et al.* (2011) observaron una tendencia de aumento en uso de superficies para pastoreo para reducir el uso de insumos externos y los costos de producción. Al respecto, Pech *et al.* (2002) y Shamsuddin *et al.* (2006) muestran que el costo por alimentación puede disminuir 10.0 % cuando aumenta la superficie para pastoreo.

CONCLUSIONES

El número de Unidades de Producción de Doble Propósito del sur del Estado de México disminuyó significativamente en un periodo de 7 años, principalmente de aquellas con hatos pequeños, disponibilidad de tierra y mano de obra baja. Estos son los factores que limitan su desarrollo. En contraparte, existe tendencia de crecimiento en UP que mantienen actividad, tamaño del hato y su superficie. Además, hay evidencia de cambios estructurales en el manejo

municipal areas in the south of Estado de Mexico (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015). This evidence shows that in time the Mexican central highlands, milk production prevail because it provides daily income and jobs in rural areas (Espinoza-Ortega *et al.*, 2007; Albarrán-Portillo *et al.*, 2015).

Significant differences were observed in the total cost per cow and ha ($p \leq 0.05$). In 2013 it was greater, despite the greater use of grazing surfaces; this was shown by Albarrán-Portillo *et al.* (2015). According to García-Martínez *et al.* (2011), this tendency is due to the increase in the size of the herd, the greater surface with AC, and the increase in the use of commercial concentrates, when cattle are finished in the PU.

In total net margin (NM), $NM \text{ ha}^{-1}$ and $NM \text{ WU}^{-1}$ there were no changes ($p > 0.05$), but in NM per cow changes were observed ($p \leq 0.05$). This indicator decreased (36.9 %) in 2013 due to the reduction of weaned calves (19.6 %) and of incomes for milk sales.

The cost of feed increased between 2006 and 2013, which shows that the greater use of surfaces for grazing is inefficient. García-Martínez *et al.* (2011) observed an increasing tendency in the use of surfaces for grazing in order to reduce the use of external inputs and production costs. In this regard, Pech *et al.* (2002) and Shamsuddin *et al.* (2006) show that feeding cost can be reduced by 10.0 % when increasing the surface for grazing.

CONCLUSIONS

The number of Dual Purpose Production Units in the south of Estado de Mexico decreased significantly in a period of 7 years, mainly in those with small herds, reduced land availability, and low labour. There are the factors that limit their development. In contrast, there is a tendency towards growth in the PU's that maintain activity, herd size, and surface area. Besides, there is evidence of structural changes in the management of PU's, which have an influence on the definition of a new scheme for meat production, although milk production is still a source of income.

—End of the English version—



y en la gestión de las UP que influyen para definir un nuevo esquema para la producción de carne, aunque la producción de leche represente una fuente importante de ingresos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de los ganaderos del Municipio de Tejuipilco, Estado de México y al grupo de investigación (CASPA-REN) del Centro Universitario UAEM Temascaltepec que hicieron posible el seguimiento técnico-económico y las entrevistas de campo y el análisis de la información. A la UAEM por el financiamiento otorgado al proyecto de investigación “Los sistemas de ganado bovino en condiciones de montaña en el sur del Estado de México: dinámica de las explotaciones y análisis de su sostenibilidad mediante modelos de simulación” con clave 2700/2008U”.

LITERATURA CITADA

- Absalón-Medina, V. A., R. W. Blake, D. G. Fox, F. I. Juárez-Lagunes, C. F. Nicholson, E. G. Canudas-Lara, and B. L. Rueda-Maldonado. 2012a. Economic analysis of alternative nutritional management of dual-purpose cow herds in central coastal Veracruz, Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 44: 1143-1150.
- Absalón-Medina, V. A., C. F. Nicholson, R. W. Blake, D. G. Fox, F. I. Juárez-Lagunes, E. G. Canudas-Lara., and B. L. Rueda-Maldonado. 2012b. Limitations and potentials of dual-purpose cow herds in Central Coastal Veracruz, Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 44: 1131-1142.
- Aguilar-Pérez, C., J. C. Ku-Vera, and J. G. Magaña-Monforte. 2011. Energetic efficiency of milk synthesis in dual-purpose cows grazing tropical pastures. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 767-772.
- Albarrán-Portillo, B., S. Rebollar-Rebollar, A. García-Martínez, R. Rojo-Rubio, F. Avilés-Nova, and C. M. Arriaga-Jordán. 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 47: 519-523.
- Aranda-Ávila, I., J. G. Magaña-Monforte, and J. C. Segura-Correa. 2010. Effects of breed type and age at first calving on length of productive life in a cow-calf system in Southeastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 42: 1737-1741.
- Arriaga-Jordán, C. M., A. García-Martínez, B. Albarrán-Portillo, A. Espinoza-Ortega, and O. A. Castelán-Ortega. 2003. Feeding strategies for rearing replacement heifers in small-scale dairy production systems in the highlands of Central Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 35: 259-269.
- Ayantunde, A. A., J. de Leeuw, M. D. Turner, and M. Said. 2011. Challenges of assessing the sustainability of (agro)-pastoral systems. *Livest. Sci.* 139: 30-43.
- Banco de México. 2014. <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarDirectorioCuadros§or=20§orDescripcion=%CDndices%20de%20Precios%20Productor%20y%20de%20Comercio%20Exterior&locale=es> (Consulta: diciembre 2014).
- Baldock, D., G. Beaufoy, F. Brouwer, and F. Godeschalk. 1996. Farming at the margins: Abandonment or Redeployment of Agricultural Land in Europe. Institute for European Environmental Policy Agricultural Economics Research Institute, London/The Hague. 202 p.
- Bernués, A., J. L. Riedel, M. A. Asensio, M. Blanco, A. Sanz, R. Revilla, and I. Casasus. 2005. An integrated approach to studying the role of grazing livestock systems in the conservation of rangelands in a protected natural park (Sierra de Guara, Spain). *Livest. Prod. Sci.* 96: 75-85.
- Bernués, A., R. Ruiz, A. Olaizola, D. Villalba, and I. Casasus. 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. *Livest. Sci.* 139: 44-57.
- Cuevas-Reyes, V., M. J. Baca, F. E. Cervantes, G. J. A. Espinosa, A. J. Aguilar, and M. A. Loaiza. 2013. Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa. *Rev. Mex. Ciencias Pec.* 4: 31-46.
- Espinoza-Ortega, A., E. Espinosa-Ayala, J. Bastida-López, T. Castañeda-Martínez, and C. M. Arriaga-Jordán. 2007. Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty. *Exp. Agr.* 43: 241-256.
- Fratkin, E., and R. Mearns. 2003. Sustainability and pastoral livelihoods: lessons from East African Maasai and Mongolia. *Hum. Organ.* 62: 112-122.
- García-Martínez, A., A. Bernués, and A. Olaizola. 2011. Simulation of mountain cattle farming system changes under diverse agricultural policies and off-farm labour scenarios. *Livest. Sci.* 137: 73-86.
- García-Martínez, A., A. Olaizola, and A. Bernués. 2009. Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems. *Animal* 3: 152-165.
- Gibon, A. 2005. Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livest. Prod. Sci.* 96: 11-31.
- Gibon, A., G. Balent, D. Alard, J. Muntane, Y. Raich, S. Ladet, A. Mottet, et M. P. Lulien. 2004. L'usage de l'espace par les exploitations d'élevage de montagne et la gestion de la biodiversité. *Fourrages* 178: 245-263.
- Hernández-Morales, P., J. G. Estrada-Flores, F. Avilés-Nova, G. Yong-Angel, F. López-González, A. D. Solís-Méndez, y O. A. Castelán-Ortega. 2013. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del Estado de México. *Rev. Mex. Ciencias Pec.* 29:19-31.
- Hernández, S. R., C. C. Fernández, y L. P. Baptista. 2004. Metodología de la Investigación. 3ª ed. McGraw-Hill Interamericana. México. 705 p.
- INEGI. 2014. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. [<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/agro/default.aspx>] (Consulta: Junio 2012).
- Lasanta-Martínez, T., M. Laguna, and S. M. Vicente-Serrano. 2007. Do tourism based ski resorts contribute to the homogeneous development of the Mediterranean mountain? A case study in the Central Spanish Pyrenees. *Tourism Manage.* 28: 1326-1339.

- Laurent, C., F. Maxime, A. Mazé, and M. Tichit. 2003. Multifunctionality of agriculture and farm models. *Economie Rurale* 273/274: 134-152.
- López, C. M., F. G. Jiménez, B. Jong, G. S. Ochoa, and T. J. Nahed. 2001. El sistema ganadero de montaña en la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Vet. Méx.* 32: 93-102.
- McDonald, D., J. R. Crabtree, G. Wiesinger, T. Dax, N. Stamou, P. Fleury, P. L. J. Gutiérrez, and A. Gibon. 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: Environmental consequences and policy response. *J. Environ. Manage.* 59: 47-69.
- Nardone, A., B. Ronchi, N. Lacetera, M. S. Ranieri, and U. Bernabucci. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livest. Sci.* 130: 57-69.
- Pech, M. V., J. F. Santos, y M. P. Montes. 2002. Función de producción de la ganadería doble propósito en la zona oriente del estado de Yucatán, México. *Téc. Pec.* 40: 187-192.
- Posadas-Domínguez, R. R., C. M. Arriaga-Jordán, and F. E. Martínez-Castañeda. 2013. Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 46: 235-240.
- Rebollar-Rebollar, S., R. R. D. Posadas, J. M. Hernández, R. R. Rojo, F. J. R. González, and E. Guzmán S. 2011. Technical and economic optimum in feedlot cattle. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 14: 413-420.
- Romo-Bacco, C. E., G. V. Arturo., R. G. Carranza T., C. J. Cámara., A. M. Zavala P., A. E. Flores, y J. A. Espinosa G. 2014. Brechas de rentabilidad económica en pequeñas unidades de producción de leche en el altiplano central mexicano. *Rev. Mex. Ciencias Pec.* 5: 273-290.
- Rojo-Rubio, R., J. F. Vázquez-Armijo, P. Pérez-Hernández, G. D. Mendoza-Martínez, A. Z. M. Salem, B. Albarrán-Portillo, A. González-Reyna, J. Hernández-Martínez, S. Rebollar-Rebollar, D. Cardoso-Jiménez, E. J. Dorantes-Coronado, and J. G. Gutiérrez-Cedillo. Dual purpose cattle production in Mexico. 2009. *Trop. Anim. Health Prod.* 41: 715-721.
- Ruben, R., and J. Pender. 2004. Rural diversity and heterogeneity in less-favoured areas: the quest for policy targeting. *Food Policy* 29: 303-320.
- Shamsuddin, M., W.J. Goodger, M. Hossein, S. Azizunnesa, T. Bennett, and K. A. Nordlund. 2006. Survey to identify economic opportunities for smallholder dairy farms in Bangladesh. *Trop. Anim. Health Prod.* 38: 131-140.
- SIAP-SAGARPA. 2013. Población Ganadera, avícola y apícola. Resumen Nacional 2001-2010". Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/index.php/ganaderia/poblacion-ganadera.html> (Consulta: Junio 2012).
- STATISTICA 9. 2013. StatSoft. Statistica. <http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features/>
- Tittonell, P., A. Muriuki, K. D. Shepherd, D. Mugendi, K. C. Kaizz., J. Okeyo, L. Verchot, R. Coe, and B. Vanlauwe. 2010. The diversity of rural livelihoods and their influence on soil fertility in agricultural systems of East Africa – A typology of smallholder farms. *Agr. Syst.* 103: 83-97.
- Veysset, P., M. Lherm, and D. Bébin. 2005. Evolution, scatters and determinants of the farm income in suckler cattle Charolais farms. A study over 15 years (1989-2003) from a 69 farm constant sample. *Prod. Anim.* 18:265-275.
- Vilaboia, A. J., R. P. Díaz, O. R. Ruiz, D. E. Platas R., S. González M, and F. Juárez L. 2009. Socioeconomical and technological characterization of agroecosystems with dual-purpose cattle in the Papaloapan region, Veracruz, Mexico. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 10: 53-62.