

DIAGNÓSTICO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA EN AMECAMECA Y TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

DIAGNOSIS OF AGRICULTURAL MACHINERY IN AMECAMECA AND TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO

Miguel A. **Sánchez-Hernández**¹, Alma V. **Ayala-Garay**^{1*}, Rocío **Cervantes-Osornio**¹, Martha **Garay-Hernández**¹,
Micaela **De la O-Olán**², Guillermina **Martínez-Trejo**², Noé **Velázquez-López**¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Campo Experimental Valle de México. Carretera Los Reyes-Lechería, km.18.5. Texcoco Estado de México. 56230. ²Campo Experimental Valle de México. INIFAP. Carretera Los Reyes- Texcoco, km 13.5. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. 56250. (ayala.alma@inifap.gob.mx)

RESUMEN

El objetivo del estudio realizar un diagnóstico de la maquinaria agrícola y obtener el índice de mecanización en la región de Amecameca y Texcoco, Estado de México. Los sujetos de estudio fueron los productores agrícolas beneficiados por programas de gobierno de 1996 a 2006. Se aplicó una encuesta a 133 productores que fueron seleccionados por medio de un muestreo probabilístico estratificado. Los resultados indican que la superficie promedio que utiliza un tractor es menor ($27.8 \text{ ha tractor}^{-1}$) a la recomendada por FAO (2011) ($50 \text{ ha tractor}^{-1}$); el índice de mecanización en Amecameca y Texcoco es de 6.4 y 4.6 hp ha^{-1} , respectivamente, lo que indica que existe un nivel de mecanización elevado. De acuerdo con Gaytán (2007), el recomendado es de 1 hp ha^{-1} . Se detectó que el nivel de conocimientos para operar eficientemente un equipo agrícola era deficiente; 75.2 % de los usuarios de la maquinaria agrícola dijeron no haber sido capacitados al momento de adquirir un equipo nuevo, mientras que 24.8 % había recibido capacitación general al momento de adquirir su maquinaria. Los conocimientos con que cuentan han sido obtenidos a través del tiempo mediante prueba y error, o conocimientos transferidos por familiares, compañeros o vecinos.

Palabras clave: implementos agrícolas, índice de mecanización, tractores agrícolas.

INTRODUCCIÓN

Según datos del INEGI (2012), en el Estado de México, durante 2007 se registraron 533 969 unidades de producción, de las cuales 345 299

ABSTRACT

The objective of the study was to perform a diagnosis of the agricultural machinery and to obtain the mechanization index in the region of Amecameca and Texcoco, Estado de México. The study subjects were agricultural producers who benefited from government programs in 1996 to 2006. A survey was applied to 133 producers who were selected through a stratified probabilistic sample. The results indicate that the average surface where a tractor is used is lower ($27.8 \text{ ha tractor}^{-1}$) than recommended by FAO (2011) ($50 \text{ ha tractor}^{-1}$); the mechanization index in Amecameca and Texcoco is 6.4 and 4.6 hp ha^{-1} , respectively, which indicates that there is a high level of mechanization. According to Gaytán (2007), the level recommended is 1 hp ha^{-1} . It was detected that the level of knowledge to operate agricultural equipment efficiently was deficient; 75.2 % of the users of agricultural machinery said they had not been trained at the moment of acquiring the new equipment, while 24.8% had received general training at the time of acquiring their machine. The knowledge they have has been obtained throughout time through trial and error, or as knowledge transferred by family members, workmates or neighbors.

Key words: agricultural tools, mechanization index, agricultural tractors.

INTRODUCTION

According to data by INEGI (2012), 533 969 production units were registered in Estado de México during 2007, of which 345 299 (64.7%) performed some agricultural, livestock or forestry activity, and 175 084 production units used a tractor to perform their activities. The results

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: septiembre, 2013. Aprobado: julio, 2014.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 11: 499-516. 2014.

(64.7%) realizaron alguna actividad agrícola, pecuaria o forestal y 175 084 unidades de producción utilizaron tractor para realizar sus actividades. Los resultados obtenidos indican que cinco de cada 100 unidades de producción mexiquenses cuentan con tractor propio. De los 8479 tractores que existen en el estado de México, 70.5 % cuenta con más de cinco años de uso, mientras que 27.5 % tiene hasta cinco años de uso en las actividades agropecuarias o forestales. Uno de los problemas ha sido que el mantenimiento y la operación son costosos, ante el alza de los combustibles (Ayala Garay *et al.*, 2011).

Con el fin de buscar el desarrollo del campo mexicano a través de la mecanización agrícola, el gobierno federal y los gobiernos estatales pusieron en marcha diversos programas de apoyo que han tenido como objetivo la capitalización e integración regional de los productores. Dentro de esos apoyos, la mecanización fue un objetivo (Ayala Garay *et al.*, 2010). Durante 2001-2006, el Programa de Mecanización del Campo en el Estado de México fue impulsado por el gobierno estatal; el objetivo fue mecanizar el campo, mediante la adquisición de tractores con implementos agrícolas. Cabe resaltar que en el Estado de México se apoyaron programas relacionados con la mecanización agrícola por medio del Fideicomiso Agropecuario (FIDAGRO) y a través de subsidios. Sin embargo, Durán *et al.* (2002) mencionan que es necesario analizar si el tipo de maquinaria otorgada es la adecuada a las necesidades del usuario agrícola, pecuario y forestal, según sus condiciones de producción agrícola, ya que ésta debe ser acorde al tipo de trabajo que necesite el productor; esto propicia una mayor eficiencia en las actividades del campo (Segura, 2009). Por otro lado, al comprar un equipo es importante que el agricultor conozca sus características técnicas, con el fin de saber si es el adecuado para las actividades que pretende realizar; así, reducirá los costos de producción, contribuirá al ahorro energético y disminuirá la emisión de elementos contaminantes nocivos para el medio ambiente (Arnal, 2001). Además, para que el equipo sea seguro para el productor, como lo sugieren Arana *et al.*, (2010), se buscan procedimientos para reducir riesgos que pudieran afectar la integridad del operador, los cuales se toman en consideración por los fabricantes de las máquinas, así como el estudio de los métodos de trabajo y la supresión de las causas del riesgo, cuando esto no resulta posible, y el empleo de dispositivos de protección.

obtained indicate that five out of 100 production units from Estado de México have a tractor of their own. Of the 8479 tractors there are in Estado de México, 70.5 % have been used for more than five years, while 27.5 % have been used for up to five years in agricultural or forestry activities. One of the problems has been that maintenance and operation are costly, in face of the increase in fuel costs (Ayala Garay *et al.*, 2011).

With the goal of seeking the development of the Mexican countryside through agricultural mechanization, the federal government and state governments tooled various support programs with the objective of capitalization and regional integration of producers. Mechanization was one objective of these supports (Ayala Garay *et al.*, 2010). During 2001-2006, the Countryside Mechanization Program (*Programa de Mecanización del Campo*) was promoted by the state government in Estado de México; the aim was to mechanize the countryside, through the acquisition of tractors with agricultural tools. It should be highlighted that in Estado de México there were programs related to agricultural mechanization that were supported through the Agricultural and Livestock Fund (*Fideicomiso Agropecuario*, FIDAGRO) and through subsidies. However, Durán *et al.* (2002) mentioned that it is necessary to analyze whether the type of machinery granted is appropriate for the needs of the agricultural, livestock and forestry users, based on their conditions for agricultural production, since it should depend on the type of work that the producer requires; this fosters a greater efficiency in field activities (Segura, 2009). On the other hand, when purchasing equipment, it is important that the farmer understands its technical characteristics, so as to know whether it is the adequate one for the activities it is intended for; thus, it will reduce production costs, contribute to energy savings, and decrease the emission of contaminant elements harmful to the environment (Arnal, 2001). In addition, as Arana *et al.* (2010) suggest, for the equipment to be safe for the producer procedures are sought to reduce risks that could affect the operator's integrity, which are taken into consideration by the machine makers, as well as the study of the work methods and the suppression of risk causes, and the use of protection gear when this is not possible.

With the goal of showing the conditions of the machinery and agricultural tools, and of having a

Con la finalidad de mostrar las condiciones de la maquinaria y los implementos agrícolas, y tener una herramienta para la toma de decisiones sobre la operación y orientación de futuros programas de apoyo gubernamental, se llevó a cabo el “Estudio del parque de maquinaria agrícola en el Estado de México”. Éste se desarrolló bajo la supervisión del Comité Técnico de Evaluación de los Programas de la SAGARPA, 2009, en co-ejercicio con el Gobierno del Estado de México (Ochoa Bijarro, 2010).

Se realizó en la región de Amecameca y Texcoco, Estado de México; incluso podría omitirse la palabra región, debido a la importancia agrícola de estas zonas. Se retomó la información obtenida, de ahí que el objetivo de este estudio fue realizar un diagnóstico de maquinaria agrícola y obtener el índice de mecanización en la región de Amecameca y Texcoco, en el estado de México, para presentar una visión del estatus de la mecanización a los tomadores de decisiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la región de estudio

La extensión territorial del Estado de México es de 2 235 680 ha; en 46.30 % de éstas se desarrolla la agricultura (IGECEM, 2011). En 2009 la agricultura de riego ocupó 159 712 ha. Esta superficie se caracteriza por ser terrenos aptos para la mecanización, con aplicación de paquetes tecnológicos que incluyen, además, fertilización y control fitosanitario, entre otras prácticas. Dada su ubicación en los valles más altos del altiplano, las principales limitantes que enfrenta están relacionadas con los factores climáticos. En el resto de la entidad predomina la agricultura de temporal, con una superficie de 748 445 ha (Gaucín, 2007; IGECEM, 2011), caracterizada por bajos niveles tecnológicos en la que prevalece el minifundio con un marcado monocultivo.

La superficie agrícola de riego se distribuye en los Distritos de Desarrollo Rural (DDR) de la siguiente manera: 20.9 %, Atlacomulco; 16.9%, Toluca; 16.6%, Zumpango; 14.2 %, Tejupilco; 8.4 %, Coatepec Harinas; 7.9 %, Texcoco; 7.9 %, Valle de Bravo; y 7.1 %, Jilotepec. Las mayores superficies de riego (punta de riego) se encuentran en Atlacomulco, Toluca y Zumpango, mientras que las tierras de temporal se distribuyen de manera uniforme entre los ocho distritos, acorde con la superficie agrícola

decision-making tool for the operation and direction of future government support programs, the “Study of the agricultural machinery fleet in Estado de México” was carried out. It was performed under the supervision of the Technical Committee for Evaluation of SAGARPA Programs, 2009, in co-exercise with the Estado de México government (Ochoa Bijarro, 2010).

The study was performed in the region of Amecameca and Texcoco, Estado de México; the word region could even be left out, due to the agricultural importance of these zones. The information obtained was taken up again, so the objective of this study was to perform a diagnosis of the agricultural machinery and to obtain the mechanization index in the region of Amecameca and Texcoco, Estado de México, in order to present a vision of the status of mechanization to the decision-makers.

MATERIALS AND METHODS

Characterization of the study region

The territorial extension of Estado de México is 2 235 680 ha; agriculture is developed on 46.30% of these (IGECEM, 2011). In 2009, irrigation agriculture occupied 159 712 ha. This surface is characterized by being lands apt for mechanization, with the use of technological packages that also include fertilization and phytosanitary control, among other practices. Given their location in the highest valleys of the high plateau, the main limitations they face are related to climate factors. In the rest of the state, rainfed agriculture predominates, with a surface of 748 445 ha (Gaucín, 2007; IGECEM, 2011), characterized by low technological levels where small farms prevail with marked single-crop farming.

Irrigation agriculture surfaces are distributed in the Rural Development Districts (*Distritos de Desarrollo Rural*, DDR) in the following way: 20.9 %, Atlacomulco; 16.9%, Toluca; 16.6%, Zumpango; 14.2 %, Tejupilco; 8.4 %, Coatepec Harinas; 7.9 %, Texcoco; 7.9 %, Valle de Bravo; and 7.1 %, Jilotepec. Most irrigation surfaces (irrigation spots) are found in Atlacomulco, Toluca and Zumpango, while the rainfed lands are distributed evenly among the eight districts, according to the total agricultural surface that is presented in each of these (Rodríguez, 2007). By 2007, the basic grains production (maize, bean

total que se presenta en cada uno de éstos (Rodríguez Carreón, 2007).

Para 2007 la producción de granos básicos (maíz, frijol y trigo) ocupaba la mayor parte de la superficie sembrada del estado, con 67.6 % (613 855 ha), siendo el maíz el cultivo con la más superficie (586 845 ha) (Gaucín, 2007; IGECEM, 2011).

CARACTERÍSTICAS REGIONALES

Región Amecameca

El Municipio de Amecameca se localiza en el sureste del Estado de México en la Región X. Se integra por 13 Municipios y se sitúa en las faldas de la Sierra Nevada, dentro de la provincia del eje volcánico y la cuenca del Río Moctezuma-Pánuco; colinda, al norte, con el Municipio de Tlalmanalco; al sur, con los Municipios de Atlautla y Ozumba; al este, con los Municipios San Nicolás de los Ranchos y Tochimilco, pertenecientes al Estado de Puebla; y al oeste, con el Municipio de Ayapango y Juchitepec, enmarcado en las siguientes coordenadas geográficas extremas: N 19°03'12", S 19°11'02", E 98°37'34" y O 98°49'10" (Figura 1). Cuenta con una superficie de 18 172 ha, que representa 0.8 % del territorio estatal, ocupando el lugar número 44 por su extensión territorial (PMDUA, 2010).

La clasificación climática elaborada por el Instituto de Geografía de la UNAM indica que esta zona es de tipo C (w2) (w) - "Templado subhúmedo con lluvia de verano el más húmedo, y con lluvia invernal menor de 5 %" (PMDUA, 2010). En cuanto a la precipitación pluvial promedio se establece en 1200 mm anuales; la temporada de lluvias empieza a finales de mayo y a principios de junio, y termina en octubre. El municipio forma parte de la región hidrológica del Valle de México, originada fundamentalmente por aguas de deshielo de los volcanes (PMDUA, 2010).

Los suelos de Amecameca son escasos en materia orgánica y muy susceptibles a la erosión; son de origen volcánico y no retienen mucha agua. Las unidades de suelo características de esta zona se dividen en cuatro tipos: litosoles, andosoles, cambisoles y fluvisoles.

APROVECHAMIENTO ACTUAL DEL SUELO

El municipio de Amecameca es principalmente forestal en más de la mitad de su territorio, y sólo 4 % es zona urbana; más de una tercera parte es de

and wheat) occupied the greater part of the surface sown in the state, with 67.6 % (613 855 ha), with maize being the crop with the largest surface (586 845 ha) (Gaucín, 2007; IGECEM, 2011).

REGIONAL CHARACTERISTICS

Amecameca Region

The municipality of Amecameca is located in the southeast of Estado de México in Region X. It is integrated by 13 municipalities and located on the skirts of Sierra Nevada, within the province of the volcanic axis and the basin of Moctezuma-Pánuco River; it borders north with the municipality of Tlalmanalco; south with the municipalities of Atlautla and Ozumba; east with the municipalities of San Nicolás de los Ranchos and Tochimilco, belonging to the state of Puebla; and west with the municipality of Ayapango and Juchitepec, framed in the following extreme geographical coordinates: N 19°03'12", S 19°11'02", E 98°37'34" and W 98°49'10" (Figure 1). It has a surface of 18 172 ha, representing 0.9 % of the state territory, occupying number 44 for its territorial extension (PMDUA, 2010).

The climate classification elaborated by UNAM's Geography Institute indicates that this zone is type C (w2) (w) - "Temperate sub-humid with summer rain in the most humid and with winter rain lower than 5 %" (PMDUA, 2010). In terms of the average rainfall, it is established at 1200 mm annually; the rainy season begins at the end of May and beginning of June, and ends in October. The municipality is part of the hydrologic region of Valle de México, originated fundamentally by ice-melt water from the volcanoes (PMDUA, 2010).

The soils in Amecameca are lacking organic matter and quite susceptible to erosion; they are of volcanic origin and they do not retain much water. The soil units characteristic in this zone are divided into four types: lithosols, osols, cambisols and fluvisols.

CURRENT LAND USE

The municipality of Amecameca is mainly a forested area, with more than half of its territory, and only 4 % is urban; more than a third presents agricultural and livestock activity, and a small part is grasslands and eroded zones. The municipality

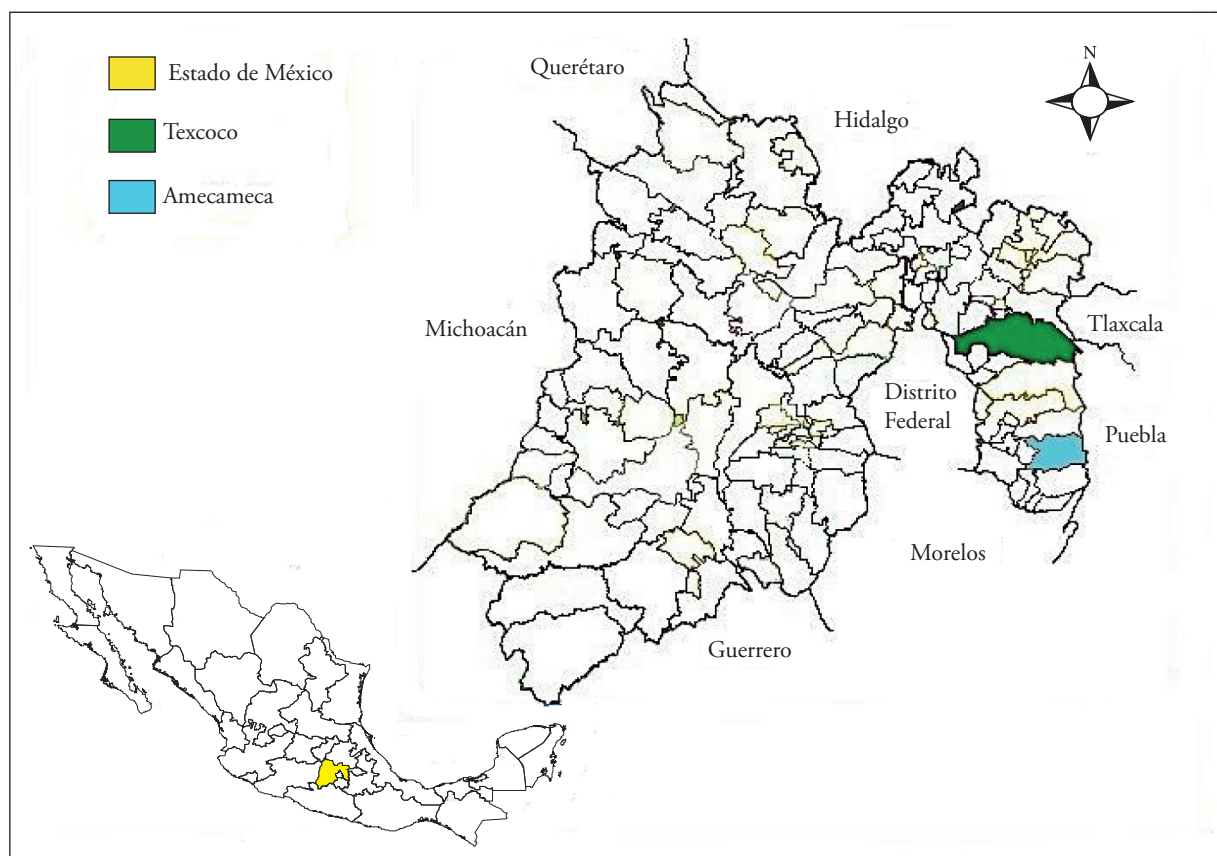


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

Figure 1. Location of the study area.

actividad agropecuaria y una pequeña es de pastizales y zonas erosionadas. El municipio tiene aproximadamente 9000 ha de bosque, de las cuales 5000 pertenecen a bienes comunales de la región y las restantes son de pequeña propiedad (PMDUA, 2010) (Cuadro 1).

La actividad agropecuaria ha disminuido en los últimos 20 años; sin embargo, sigue siendo una actividad de la que depende 28 % de la población. En cuanto a la tenencia de la tierra, la mayoría pertenece a la propiedad privada (98 %, aproximadamente).

El principal cultivo es el maíz, con 3357 ha y un rendimiento de 3.41 ton ha⁻¹; le sigue, en orden de importancia: alfalfa, trigo, avena, forrajes, verduras y legumbres (IGECEM, 2011).

Región Texcoco

El municipio de Texcoco se localiza en el oriente del Estado de México y forma parte del Valle Cuautitlán- Texcoco (VCT), así como del área metropolitana de la Ciudad de México en el oriente. Se ubica a 23 kilómetros del Distrito Federal en la zona

has approximately 9000 ha of forest, of which 5000 belong to communal goods of the region and the rest are small properties (PMDUA, 2010) (Table 1).

Agricultural and livestock activity has decreased in the last 20 years; however, it continues to be an activity upon which 28 % of the population depends. In terms of land ownership, most belongs to private property (98 %, approximately).

The main crop is maize, with 3357 ha and a yield of 3.41 ton ha⁻¹; next, in order of importance, there is alfalfa, wheat, oats, fodder, vegetables and legumes (IGECEM, 2011).

Texcoco Region

The municipality of Texcoco is located east of Estado de México and is part of the Cuautitlán- Texcoco Valley (VCT), as well as of the metropolitan area of Mexico City to the east. It is located 23 kilometers from Distrito Federal in the northeastern zone of the state. It limits north with the municipalities of Atenco, Chiconcuac, Chiautla, Papalotla and

Cuadro 1. Aprovechamiento actual de suelo en el Estado de México.
Table 1. Current land use in Estado de México.

Uso de suelo	2000
Agricultura de temporal	5763 ha
Agricultura de riego	664 ha
Forestal	9202 ha
Improductiva	693 ha
Urbanizada	693 ha
Otros	1250 ha

Fuente: SAGARPA, 2011. ♦ Source: SAGARPA, 2011.

nororiente del Estado. Limita al norte con los municipios de Atenco, Chiconcuac, Chiautla, Papalotla y Tepetlaoxtoc; al sur, con Chimalhuacán, San Vicente Chicoloapan, Ixtapaluca y Nezahualcóyotl; al este, con el estado de Puebla y Tlaxcala; y al Oeste, con Ciudad Nezahualcóyotl (Figura 1) (Moreno Sánchez, 2007).

Según el gobierno del Estado, la superficie es de 428.53 km², en la cual habitan 204 102 habitantes (INEGI, 2000). La cabecera municipal concentra más de 105 000 habitantes; es, por tanto, una ciudad media y en sus diversas comunidades concentra el resto de la población en un total de 53 delegaciones, pueblos y rancherías, con una densidad de 405 34 hab/km², la cual es menor con respecto a la del Estado de México, que es de 610.25 hab/km².

MUESTREO

La metodología empleada en esta investigación se basó principalmente en trabajo de campo. La herramienta principal fue una encuesta con preguntas de carácter cuantitativo y cualitativo, la cual se aplicó durante 2010. Los sujetos de estudio fueron productores agrícolas del Estado de México, beneficiarios de 1996 a 2006 por programas de gobierno, como Alianza para el Campo, Diesel Agropecuario, FIDAGRO, proveedores de maquinaria agrícola, FIRA, FIRCO, Financiera Rural, SAGARPA y ayuntamientos. Para la aplicación de los cuestionarios se realizó un muestreo probabilístico estratificado, el cual garantizó una precisión de 10 % y una confiabilidad de 85 a 95 %. Al tamaño de la muestra se le agregó 30 % más, donde se consideraron los reemplazos necesarios; además, cada área geográfica que ocupan

Tepetlaoxtoc; south with Chimalhuacán, San Vicente Chicoloapan, Ixtapaluca and Nezahualcóyotl; east with the state of Puebla and Tlaxcala; and west with Ciudad Nezahualcóyotl (Figure 1) (Moreno Sánchez, 2007).

According to the government of the state, the surface is 428.53 km², where there are 204 102 inhabitants (INEGI, 2000). The municipal township concentrates more than 150 000 inhabitants; it is, therefore, a midsize city and the rest of the population is concentrated in its various communities, in a total of 53 delegations, towns and settlements, with a density of 405 34 hab/km², lower as compared to that of Estado de México, which is of 610.25 hab/km².

SAMPLING

The methodology used in this research was based primarily on field work. The principal tool was a survey with quantitative and qualitative questions, which was applied during 2010. The study subjects were agricultural producers in Estado de México, beneficiaries from 1996 to 2006 of government programs, such as Alianza para el Campo, Diesel Agropecuario, FIDAGRO, suppliers of agricultural machinery, FIRA, FIRCO, Financiera Rural, SAGARPA and municipalities. To apply the questionnaires, a stratified probabilistic sampling was performed, which guaranteed a precision of 10 % and a reliability of 85 to 95 %. An additional 30 % was added to the sample size, where the necessary replacements were considered; in addition, each geographical area occupied by the DDR of SAGARPA's Federal Delegation made up one stratum. The sampling units that made up each stratum were selected by using a simple random method.

For the region of Amecameca and Texcoco the size of the stratum was 62 and 71 producers, respectively. In order to fulfill the objectives of this study, the work is divided into the following sections:

Characteristics of the production units and the producers. To characterize the producers, the information obtained from the questionnaires was analyzed with the help of descriptive statistics, and it was sustained with a documentary investigation.

Management and use of equipment. This section is subdivided into five sections and it has the aim of showing how the equipment, the training and the post-sale service were selected:

los DDR de la Delegación Federal de la SAGARPA conformó un estrato. Las unidades muestrales que conformaron cada estrato fueron seleccionadas empleando un método aleatorio simple.

Para la región Amecameca y Texcoco el tamaño del estrato fue de 62 y 71 productores, respectivamente. Para dar cumplimiento a los objetivos de este estudio, el trabajo se divide en las siguientes secciones:

Características de las unidades de producción y de los productores. Para caracterizar a los productores, la información que se obtuvo de los cuestionarios fue analizada con la ayuda de estadísticas descriptivas y se soportó con una investigación documental.

Manejo y uso de equipos. Este apartado se subdivide en cinco secciones y tiene la finalidad de mostrar la forma en que se seleccionó el equipo, la capacitación y el servicio posventa:

- a) Selección de equipo
- b) Capacitación para la adquisición y operación
- c) Lugares de protección para los equipos
- d) Existencia de talleres de reparación
- e) Abandono de equipos agrícolas

Características de los equipos agrícolas. Enfocado al tipo de equipos agrícolas con que se cuenta y sus principales características, se dividió en dos secciones en:

- a) Implementos
- b) Tractores

Índice de mecanización. Se calcula al dividir la potencia disponible (hp) entre el número de hectáreas laborables de una región (ha), sus unidades ($\text{hp}\over\text{ha}$). La potencia disponible se obtiene al sumar la aportación de potencia de cada uno de los tractores y demás equipos automotores utilizados en las actividades agrícolas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las unidades de producción y de los productores

A continuación se presentan las características de los productores que fueron seleccionados y beneficiados por los programas de gobierno en Amecameca y Texcoco. El rango de edades fue de 30 a 85 años.

- a) Equipment selection
- b) Training for acquisition and operation
- c) Places for equipment protection
- d) Existence of repair workshops
- e) Abandonment of agricultural equipment

Characteristics of agricultural equipment.

Focused on the type of agricultural equipment available and its main characteristics, it was divided into two sections:

- a) Tools
- b) Tractors

Mechanization index. It is calculated by dividing the available potency (hp) by the number of arable hectares of a region (ha), its units ($\text{hp}\over\text{ha}$). The available potency is obtained when adding the potency contribution of each one of the tractors and other self-propelled equipment used in agricultural activities.

RESULTS AND DISCUSSION

Characteristics of the production units and the producers

Next, the characteristics of the producers who were selected and were beneficiaries of the government programs in Amecameca and Texcoco, are presented. The range of ages was 30 to 85 years old. Five of them declared being 30 to 39, and 15, 61 to 85. These producers make up 15 % of the sample; 85 % said they were 40 to 50 years old. The average was 50 years, so they are considered producers with an appropriate productive age. The level of schooling registered was from incomplete primary school to professional studies. The most frequent was finished primary, with 26 cases. It should be highlighted that authors like Damián Huato (2007) point out that the appropriation of agricultural technology, the age and the level of schooling are variables with high impact on the performance of activities, since they can have repercussions on the adoption of new technologies. Therefore, it was corroborated that those who have higher studies and are older than 50 years (54 %) are the ones who seek greater support for their production units.

Cinco declararon edades de 30 a 39 años y 15, de 61 a 85. Estos productores conforman 15 % de la muestra; 85 % dijo tener entre 40 y 60 años. El promedio fue 50 años, por lo que se consideran productores con una edad productiva apropiada. El nivel de estudios registrado fue desde primaria incompleta hasta licenciatura. La mayor frecuencia fue para primaria completa, con 26 casos. Cabe resaltar que autores como Damián Huato (2007) señala que la apropiación de tecnología agrícola, la edad y el nivel de escolaridad, son variables con alto impacto en el desempeño de las actividades, ya que puede repercutir en la adopción de nuevas tecnologías. Por lo anterior, se corroboró que los que tienen mayores estudios y una edad menor a 50 años (54 %) son los que buscan obtener mayores apoyos para sus unidades de producción.

Del total de unidades de producción visitadas, 89 % se caracterizan por ser agrícolas, 10 % de las mismas se dedican a las actividades pecuarias y sólo 1 % se dedica a la producción forestal.

De acuerdo con los resultados obtenidos, los principales productos cultivados son maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*) y avena (*Avena sativa*) que, en su conjunto, aportan 93 % de la superficie cultivada (Figura 2). De acuerdo con Espinoza *et al.* (2005), el estado de México tradicionalmente había sido uno de los mayores productores de maíz a nivel nacional, llegando a destinar hasta 80 % de su superficie agrícola a la producción de este grano.

La producción resulta proporcional con respecto a la superficie cultivada, ya que el maíz ocupa el primer lugar (62 %), seguido de la avena (26 %), la cebada (8 %) y el frijol (1 %).

MANEJO Y USO DE EQUIPOS

Selección de equipo

La selección adecuada de la maquinaria debe ser primordial para el productor. Esta selección está en función de cuestiones técnicas, que consideran: tipo de suelo, pendiente del terreno, tamaño de la unidad de producción, tipo de cultivo, labores a realizar, entre otros; cuestiones económicas, como costo de adquisición del equipo; cuestiones comerciales, como diferentes marcas y modelos de equipos, seguridad y características internas y externas de éstos (Negrete *et al.*, 2013).

En este trabajo se encontró que la selección de equipo por parte del productor está en función de diferentes

Of the total of production units visited, 89 % are characterized by being agricultural, 10 % of them are devoted to livestock production activities and only 1 % are devoted to forestry production.

According to the results obtained, the main products cultivated are maize (*Zea mays*), barley (*Hordeum vulgare*) and oats (*Avena sativa*), which as a whole contribute 93 % of the surface cultivated (Figure 2). According to Espinoza *et al.* (2005), Estado de México had traditionally been one of the highest producers of maize at the national level, with up to 80 % of its agricultural surface devoted to the production of this grain.

Production is proportional with regard to the surface cultivated, since maize occupies the first place (62 %), followed by oats (26 %), barley (8 %) and bean (1 %).

MANAGEMENT AND USE OF EQUIPMENT

Equipment selection

The adequate selection of machinery should be primordial to the producer. This selection is in function of technical issues, which include: type of soil, slope of the plot, size of the production unit, type of crop, tasks to be performed, among others; economic issues, such as cost of equipment acquisition; commercial issues, such as different equipment brands and models, safety and their inner and outer characteristics (Negrete *et al.*, 2013).

In this study, it was found that equipment selection by the producer is in function of different

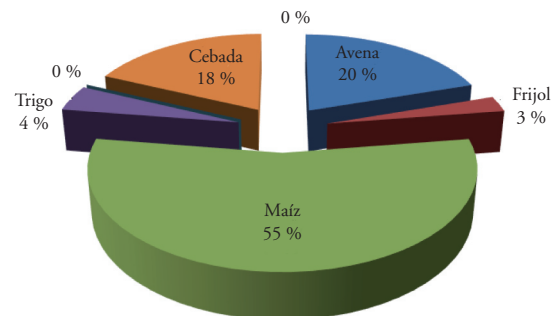


Figura 2. Superficie de los principales cultivos en el Estado de México.

Figure 2. Surface of the principal crops in Estado de México.

aspectos; por ejemplo, 36 % mencionó que con base en la experiencia con la marca, seguido de las especificaciones del tractor (25 %), por el costo y la forma de pago (15 %), por el consumo de combustible y las recomendaciones (8 %), por otras razones, como son el modelo o la necesidad (6 %) y, finalmente, por asistencia técnica (2 %) (Figura 3). Por lo anterior, es importante que el productor considere otros aspectos que estén relacionados con el tipo de unidad de producción.

Capacitación para la adquisición y operación de equipos

Para determinar qué tipo de equipos adquirir, el productor no se asesora y no tiene el conocimiento para ver la tendencia de la agricultura, y son pocos los que buscan nuevas tecnologías; por tanto, buscan nuevos implementos que ayuden a hacer nuevas opciones en el campo. Por ello, un productor con un arado de discos, una rastra y una sembradora, es un productor con un sistema de producción convencional, de altos costos de producción, dañando el suelo y perdiendo humedad.

Se detectó que el nivel de conocimientos requeridos para operar eficientemente una maquinaria o equipo agrícola era bajo; 75.2 % de los usuarios de la maquinaria agrícola dijeron no haber sido capacitados al momento de adquirir un equipo nuevo, mientras que el otro 24.8 % había recibido capacitación muy

aspects; for example, 36 % mentioned that selection is based on experience with the brand, followed by specifications for the tractor (25 %), cost and form of payment (15 %), consumption of fuel and recommendations (8 %), other reasons such as the model or need (6 %), and finally, on technical assistance (2 %) (Figure 3). Therefore, it is important that the producer considers other aspects that are related to the type of production unit.

Training for acquisition and operation of equipment

In order to determine what type of equipment to acquire, the producer does not receive advice and doesn't have the knowledge to understand the trend in agriculture, and it is few producers who seek new technology; therefore, they seek new tools that help create new options in the field. Thus, a producer with a disk plow, a rake and a seed bag is a producer with a conventional production system, of high production costs, which damages the soil and loses moisture.

It was detected that the level of knowledge required to operate efficiently an agricultural machine or equipment was low; 75.2 % of the users of agricultural machinery said they had not been trained at the time of acquiring new equipment, while the other 24.8 % had received a very general training at the moment of acquiring their machine. In general, the knowledge

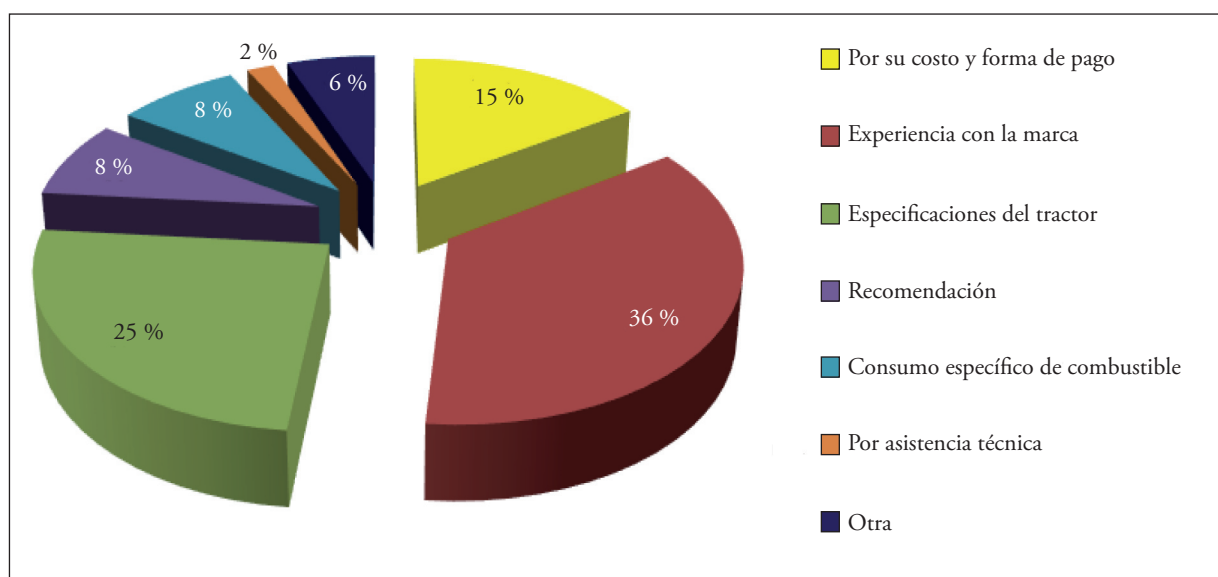


Figura 3. Características que toman en cuenta los productores para elegir su maquinaria.
Figure 3. Characteristic that producers take into account to choose their machinery.

general al momento de adquirir su maquinaria. En general, los conocimientos con que cuentan han sido adquiridos a través del tiempo a prueba y error o mediante conocimientos transferidos por familiares, compañeros o vecinos.

De los productores encuestados, 90.9 % tiene un arado de discos y 13.5 % cuenta con un subsuelo, pero la mayoría lo utiliza para roturar el suelo y después barbechar con el arado de discos. Sólo 8.3% utiliza un sistema de mínima labranza, es decir, rotura y rastrea antes de la siembra. El otro 9.1 % que no trabaja con los arados de discos, se desempeña principalmente en invernaderos.

Existencia de talleres de reparación

No existen talleres de reparación especializada cerca de las regiones. Estos tipos de talleres están localizados en las grandes ciudades, como en el caso de los centros de acopio o centros de venta de producción en Texcoco y en las regiones cercanas a la Ciudad de México. En la zona de Texcoco y Amecameca, 45 % de los productores acude a la Ciudad de México, por la variedad de refacciones, y otro 55% acude a las distribuidoras de Texcoco. El primer caso trae consigo un retraso de hasta de 20 días en las reparaciones por la inexistencia de las refacciones, traslados con las máquinas o implementos en mal estado.

Lugares de protección para los equipos

Dentro de la muestra de productores encuestados se encontró que 33 % cuenta con estructuras para proteger su maquinaria: sin embargo, éstas son sencillas y sólo la protege del sol y la lluvia. El resto de los productores que no tienen alguna estructura para proteger sus máquinas (67 %) las tienen a la intemperie, sin piso firme o pavimento para su estacionamiento o el guardado de sus máquinas.

Abandono de equipos agrícolas.

En Texcoco (16.55 %) y Amecameca (6.21 %) se observó el abandono de los equipos agrícolas por el mal estado que presentan, ya sea por poco o nulo mantenimiento, falta de refacciones originales o el alto costo de las mismas y el tiempo en que tardan las distribuidoras o refaccionarias en tenerlas disponibles; es decir, el servicio posventa es ineficiente.

they had was acquired throughout time, through trial and error or through knowledge transferred by relatives, workmates or neighbors.

Of the producers surveyed, 90.9 % has a disk plow and 13.5 % has a subsoiler, although most use it to turn over the soil and then preparation for sowing with the disk plow. Only 8.3 % use a system of minimal working, which is breaking and plowing before sowing. The other 9.1 % who do not work with disk plows, do it primarily in greenhouses.

Existence of repair workshops

There are no specialized repair workshops near the regions. These types of workshops are located in the large cities, as in the case of stockpile centers or production selling points in Texcoco and the regions near Mexico City. In the zone of Texcoco and Amecameca, 45 % of the producers go to Mexico City, because of the variety in parts, and another 55% go to distributors in Texcoco. In the first case there is a delay of up to 20 days in repairs as a result of the lack of parts, transport with the machinery or tools in bad condition.

Places for equipment protection

Within the sample of producers surveyed, it was found that 33 % have structures to protect their machines; however, these are simple and only protect them from the sun and the rain. The rest of the producers who do not own a structure to protect their machines (67 %) have them outdoors, without firm ground or pavement to park or put away their machines.

Abandonement of agricultural equipment

In Texcoco (16.55 %) and Amecameca (6.21 %) the abandonment of agricultural equipment was observed through the bad state it presents, whether from little or null maintenance, lack of original parts or their high cost, and the time that distributors or repair shops delay in having them available; that is, the post-sale service is inefficient. To avoid these setbacks some producers make (home) repairs inappropriately, such as placing pieces of austere or simple fabrication in comparison with the original tool, or else, they subject the equipment to electrical welding, deforming the tools as a result of the high degree of heat that the welder uses. Later, when

Para evitar estos contratiempos algunos productores realizan ajustes (caseros) de manera inapropiada, tales como colocar piezas de fabricación austera o sencilla en comparación con el material del implemento original, o bien someten al equipo a soldadura eléctrica, ocasionando deformaciones al implemento por el alto grado de calor que la soldadora utiliza. Posteriormente, al utilizar refacciones originales y por los cambios ocasionados al equipo, éstas ya no se instalan de manera correcta, por lo que se opta por desecharlos.

El equipo o implemento que más se abandona es la rastra, y la causa de ello es el alto costo de reemplazo de los discos dado que, si la rastra se utilizó de manera correcta, su desgaste ocurre en la totalidad de éstos. El siguiente equipo abandonado es el arado de discos que recae en el mismo caso de la rastra; es decir, desgaste de los discos, mencionando que el costo de uno de éstos es más elevado. Los otros equipos son sembradoras y empacadoras; en las primeras se presenta desgaste en sus ejes de transmisión mecánica y deterioro de los botes o contenedores de semilla y fertilizante, mientras que en las segundas el problema ocurre en el mecanismo de amarre y en el cortado del material de amarre, el cual es altamente costoso y difícil de adquirir por piezas.

El abandono de los tractores también ocurre, principalmente por su costo de reparación, en particular la del motor, además de que son tractores con muchos años de trabajo y que sus refacciones son muy escasas o ya no existen, por lo que el productor opta por abandonarlos; 13 % de las unidades de producción visitadas tenía algún tractor ya en desuso.

Características de los equipos agrícolas

Del total de unidades de producción visitadas se encontró que, en promedio, cada unidad cuenta con un equipo de maquinaria, que pueden ser un surcador, una sembradora, un motocultor, una motobomba, un tractor, una aspersora de mochila, un arado o un subsuelo. Los valores entre las regiones son similares, ya que las condiciones de producción de estas zonas también son semejantes (Cuadro 2). En este cuadro se muestra que el número de implementos agrícolas por unidad de producción es bajo. Cada proceso de producción, en maíz por ejemplo, requiere al menos de los siguientes equipos: tractor, arado, rastra, sembradora, cultivador y cosechadora. Éstos deberían estar al alcance del productor agrícola.

attempting to use original parts and as a result of the changes made to the equipment, these don't install properly, so they decide to discard them.

The equipment or tool that is abandoned most is the rake and the cause of this is the high cost to replace the disks, given that if the rake is used correctly, the wear happens in all of them. The next abandoned equipment is the disk plow that falls in the same case as the rake; that is, wear of the disks, and they mention that the cost of one of these is higher. The other equipment pieces are seed bags and packers; in the first there is wear of their mechanical transmission axes and deterioration of the receptacles or containers for seed and fertilizer, while in the latter the problem occurs in the tying mechanism and in the cutting of the tying material, which is of high cost and difficult to acquire by piece.

The abandonment of tractors also occurs, primarily because of their repair cost, particularly the motor, in addition to them being tractors with many years of labor and their parts being very scarce or not existing anymore, so the producer decides to abandon them; 13 % of the production units visited had some tractor in disuse.

Characteristics of agricultural equipment

Of the total of production units visited, it was found that, in average, each unit has machinery equipment, which can be a plow through, a seed bag, a motor sower, a motor pump, a tractor, a disperser in a backpack, a plow or a subsoiler. The values between the regions are similar, since the production conditions in these zones are also similar (Table 2). In this table the number of agricultural tools per production unit is low. Each production process, in maize for example, requires at least the following equipment: tractor, plow, rake, sower, cultivator and harvester. These should be available to the agricultural producer.

Cuadro 2. Promedio de maquinaria por unidad de producción.
Table 2. Average of machinery per production unit.

Región	Unidades de producción (UP)	Maquinaria (Maq.)	Maq/UP
Amecameca	62	78	1.3
Texcoco	71	79	1.1
Total	133	157	1.2

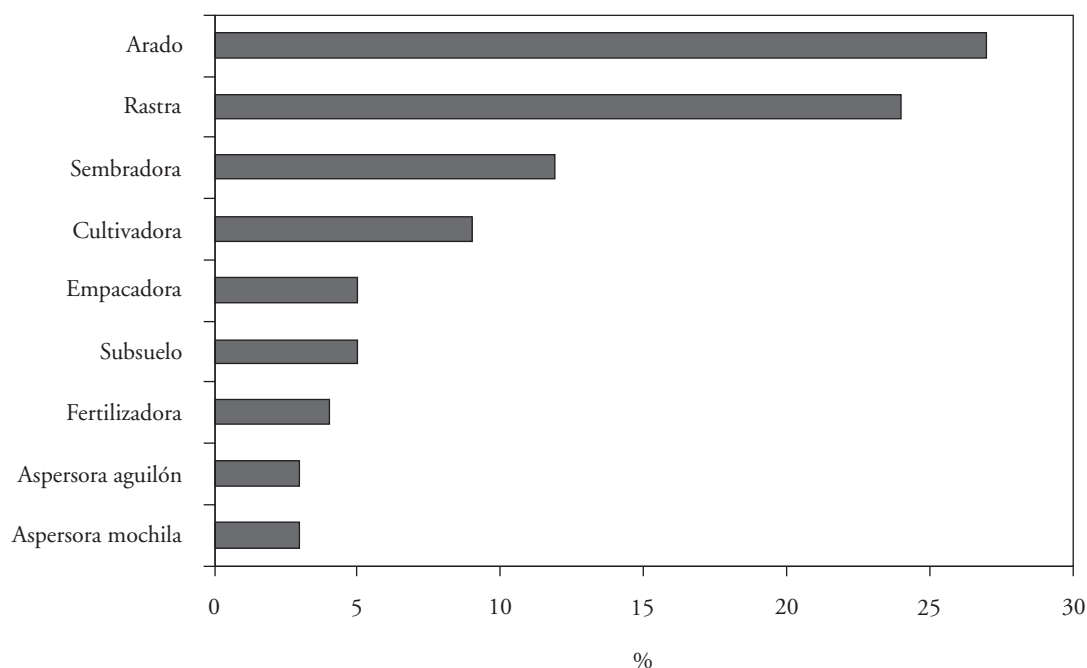


Figura 4. Distribución porcentual de los implementos agrícolas en la entidad.
Figure 4. Percentage distribution of agricultural tools in the entity.

Cabe hacer mención que lo importante no es el número de maquinaria ha^{-1} , sino que este equipo sea el adecuado para las actividades agrícolas de cada unidad de producción.

It should be mentioned that the important thing is not the number of machines ha^{-1} , but rather that this equipment is adequate for the agricultural activities of each production unit.

Implementos

La disposición de implementos en cada región es variable, según los datos de las encuestas en campo. El principal implemento fue el arado de discos, con 27 % en sus diferentes versiones (3, 4 y 5 discos), siguiéndole la rastra de discos, con 23.5 %, también en diferentes versiones (18, 24 y 28 discos) y, como tercer lugar, la sembradora de granos, con 12.5 %; posteriormente está la cultivadora, con 9 %. El resto de los equipos encontrados se consideran menos usados o poco comunes, dependiendo del nivel tecnológico del productor; por ejemplo, el subsuelo en sus diferentes versiones y las aspersoras fueron implementos que destacaron poco (Figura 4). Es decir, se le ha dado poco apoyo o los productores que no han mostrado interés en adquirir equipos de labranza, de postcosecha y de control fitosanitario.

Tractores agrícolas

Los agricultores de Amecameca y Texcoco utilizan tractores de 70 a 89 (52.2-66.4 kW) caballos de fuerza.

Tools

The presence of tools in each region is variable, according to the data from the field survey. The main tool was the disk plow, with 27 % in its different versions (3, 4 and 5 disks), followed by the disk rake, with 23.5%, also in different versions (18, 24 and 28 disks) and, in third place, the grain sower, with 12.5 %; then, the cultivator, with 9 %. The rest of the equipment found was considered less used or less common, depending on the technological level of the producer; for example, the subsoiler in its different versions and the sprinkler were tools that did not stand out much (Figure 4). That is, they have been given little support or the producers have not shown an interest in acquiring farming, post-harvest and phytosanitary control equipment.

Agricultural tractors

Farmers in Amecameca and Texcoco use tractors of 70 to 89 (52.2-66.4 kW) horsepower. The tractors of 31 to 49 (23.1-36.5 kW) and below 30 hp (<39 hp)

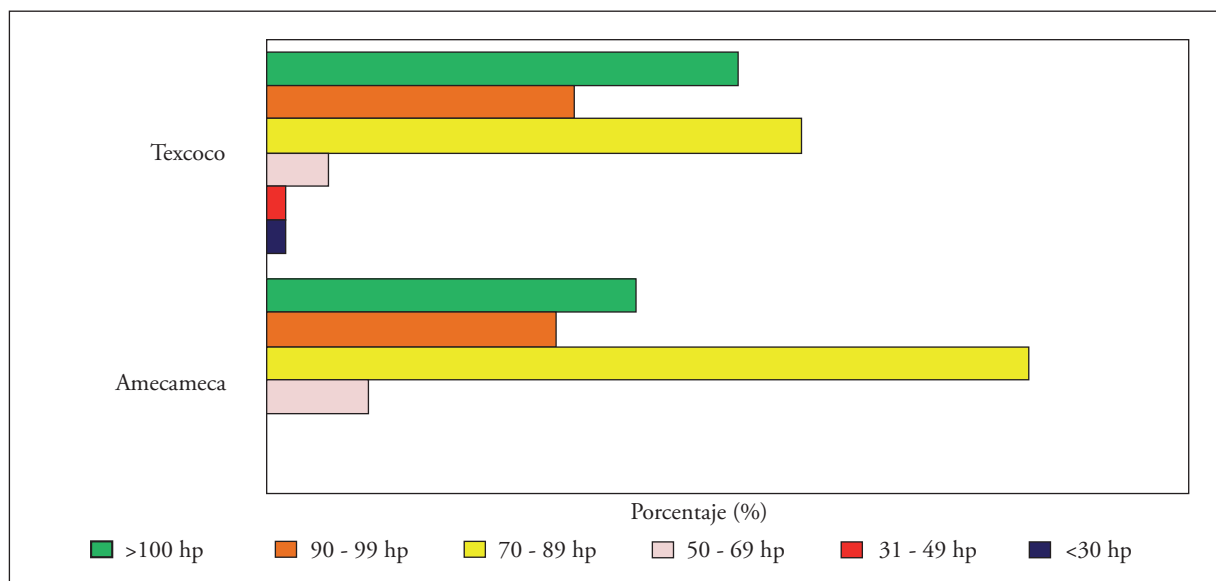


Figura 5. Distribución de la potencia de los tractores por región (%).

Figure 5. Distribution of the power of tractors per region (%).

Los tractores de 31 a 49 (23.1-36.5 kW) y menores a 30hp (<30hp) son los menos utilizados (Figura 5). De acuerdo con Hernández Hernández (2011), los tractores con potencias de 50 a 60 hp (37.2 a 44.7 kW) deberían de ser los más utilizados, ya que son los adecuados para esta zona por las condiciones de tamaño de las unidades de producción.

El 13 % de los tractores de la región tiene más de 20 años de vida; por lo mismo, los productores demandan mayores reparaciones para su mantenimiento y servicio (Figura 6).

La mayor parte de los tractores que anualmente se incorporan al parque de maquinaria están destinados a la renovación de equipos obsoletos (Negrete *et al.*, 2012). De acuerdo con los resultados obtenidos, los tractores que tienen menos de cinco años de vida son los que tiene una potencia superior a 70 hp. De acuerdo con Ochoa Bijarro (2010), en los últimos años las empresas de tractores han detectado que el mercado predominante en México son los tractores de 60 hp en adelante, tractores de menor capacidad son considerados huerteros o de categoría I, no aptos para trabajo a campo abierto, por lo que el productor adquiere un tractor promedio de 70 hp o más, aun cuando tiene menos superficie que hace 20 años.

Por esto, se debe considerar el nivel de uso que se dará a la maquinaria agrícola, ya que depende del tipo de cultivo y del tipo de labranza que se maneje, entre otros factores. El sistema es convencional por las actividades reportadas. Este sistema demanda más

are the least used (Figure 5). According to Hernández (2011), tractors with power of 50 to 60 hp (37.2 to 44.7 kW) should be the ones most used, since they are the appropriate ones for this zone due to the size conditions of the production units.

Of the tractors in the region, 13 % are more than 20 years old; for this reason, the producers demand more repairs for their maintenance and service (Figure 6).

Most of the tractors that are incorporated annually to the machinery park are destined to the renovation of obsolete equipment (Negrete *et al.*, 2012). Based on the results obtained, the tractors that are less than five years old are the ones with power higher

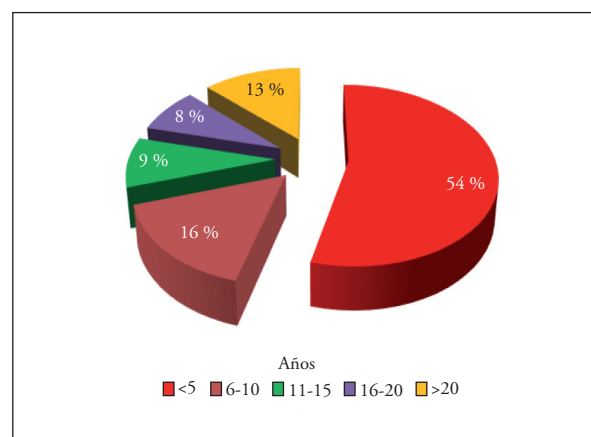


Figura 6. Antigüedad del parque agrícola en Amecameca y Texcoco.

Figure 6. Age of the agricultural fleet in Amecameca and Texcoco.

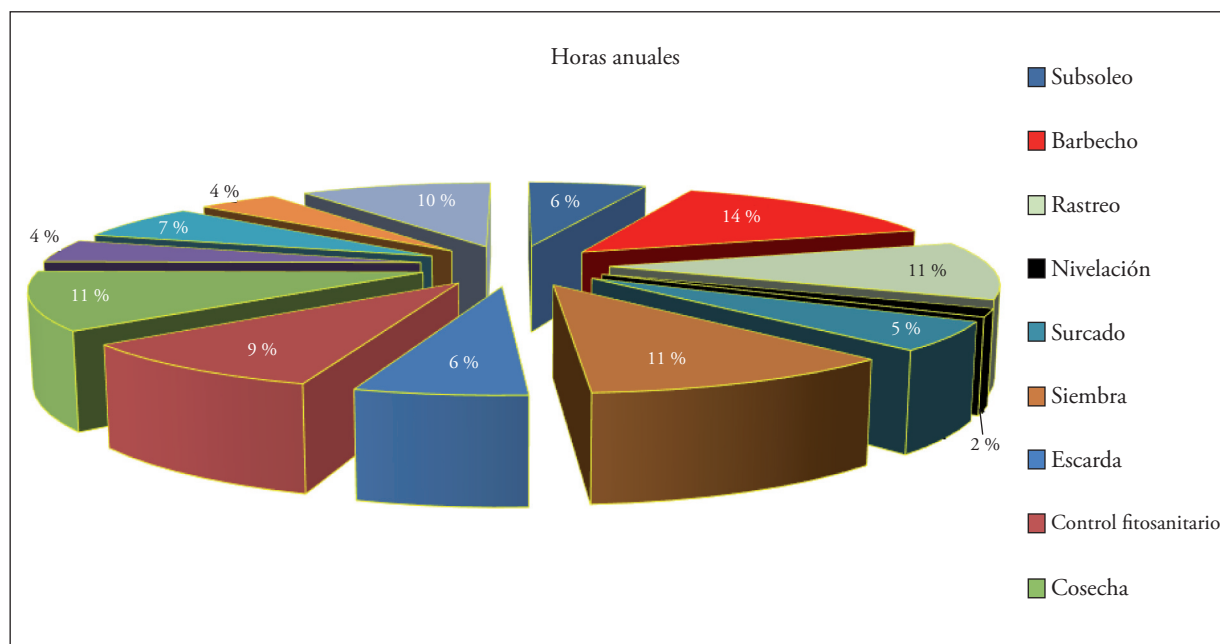


Figura 7. Tiempo promedio de utilización del tractor e implemento.
Figure 7. Average time of use of the tractor and tool.

actividades de mecanización como se observa en la Figura 7, donde el barbecho representa el mayor número de horas promedio (14 %), seguido del rastreo, la siembra y la cosecha (11 %).

Marcas predominantes

Las marcas predominantes son: New Holland, John Deere, Ford y Massey Ferguson. Estas son las más utilizadas en la región de estudio y representa en su conjunto 96 % del total (Figura 8).

Destaca la presencia de tractores Ford en la región, equipos con más de 20 años de vida, ya que éstos se comercializaban en el mercado mexicano desde 1991 (CNH, 2012); 4 % corresponde a otros equipos, como marca Case, McCormick, Challenger, Sidena, Olinko y Foton, los cuales son importados. Respecto a algunas de estas marcas, los usuarios mencionaron que tuvieron dificultades en el funcionamiento de los tractores, así como un mal servicio posventa, ya que no tuvieron el respaldo de sus vendedores.

Cabe resaltar que, de acuerdo con Ayala *et al.* (2012), en el apoyo para la adquisición de maquinaria dentro del Programa de Apoyo a la Inversión en Equipamiento e Infraestructura de la SAGARPA se pidió que los equipos contaran con una certificación de la calidad por el Organismo de Certificación de

than 70 hp. According to Ochoa (2010), in recent years the tractor companies have detected that the predominating market in México are tractors of 60 hp or more; tractors of less power are considered for gardens or of Category I, not apt for work in the open field, so the producer acquires an average tractor of 70 hp or more, even when he has less surface than 20 years ago.

Therefore, the level of use that the agricultural machinery will be given should be considered, since it depends on the type of crop and the type of farming employed, among other factors. The system is conventional, from the activities reported. This system demands more mechanization activities, as shown in Figure 7, where preparation for sowing represents the highest number of hours in average (14 %), followed by raking, sowing and harvesting (11 %).

Predominant brands

The predominant brands are: New Holland, John Deere, Ford and Massey Ferguson. These are the ones most frequently used in the study region and represent 96 % of the total (Figure 8).

The presence of Ford tractors stands out in the region, machines with more than 20 years of use, since these were sold in the Mexican market since

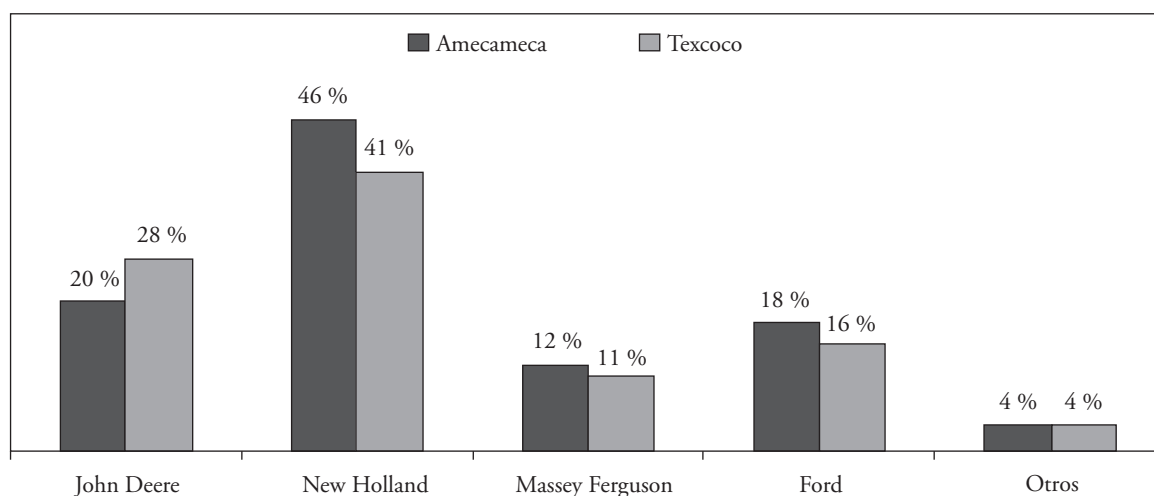


Figura 8. Marcas de equipo agrícola en las regiones de estudio.
Figure 8. Brands of agricultural equipment in the study regions.

Implementos y Maquinaria Agrícola (OCIMA), con el fin de que se garantizara que los equipos cumplieran con estándares establecidos por las normas mexicanas referentes a los procesos de producción, funcionamiento y servicio posventa (Ayala *et al.*, 2010); sin embargo, en el Estado de México esto no se pidió. La importancia de la certificación es que se garantice el servicio posventa y la capacitación al usuario final. Durante el trabajo de investigación se observó que un problema de los equipos tanto importados como nacionales es el servicio posventa, ya que 23% de los entrevistados mencionó que el servicio por parte de los vendedores no fue el adecuado, pues no tuvieron una capacitación y tuvieron complicaciones para hacer válida las garantías de sus equipos.

Índice de mecanización

En Amecameca y Texcoco se encontró que existe una relación promedio de 2.5 implementos por tractor. Este dato indica que se carece de implementos y que el tractor está subutilizado, lo cual no lo hace rentable. Por lo anterior, y sin considerar el tipo de implementos con los que se cuente, el productor solo puede realizar dos o tres actividades con su tractor y para el resto requiere conseguir o rentar el implemento faltante, por lo que la clave es buscar un balance entre el tractor con sus implementos.

La superficie promedio de la unidad de producción empleada para laborar las unidades de mecanización (tractor implemento) están por debajo (27.8 ha tractor⁻¹) de la recomendada por FAO (2011) (50 ha

1991 (CNH, 2012); 4 % correspond to other equipment, such as the brands Case, McCormick, Challenger, Siden, Olinko and Foton, which are imported. With regard to some of these brands, the users mentioned that they had difficulties in the functioning of tractors, as well as bad post-sale service, since they did not have the support of their sellers.

It should be highlighted that, according to Ayala *et al.* (2012), in the support for acquiring machinery within SAGARPA's Program for Support to Investment in Equipment and Infrastructure it was requested that equipment have certification of quality by the Organism of Certification of Agricultural Tools and Machinery (*Organismo de Certificación de Toolos y Maquinaria Agrícola*, OCIMA), with the goal of there being guarantees that the equipment would comply with standards established by the Mexican norms referring to processes of production, functioning and post-sale service (Ayala *et al.*, 2010); however, in Estado de México this was not requested. The importance of certification is that the post-sale service and training for the final user is guaranteed. During the research work, it was observed that a problem in equipment, both imported and national, is post-sale service, since 23 % of those interviewed mentioned that the service offered by sellers was not adequate, for they did not have training and there were complications to exercise the equipment's warranties.

tractor⁻¹). El índice de mecanización en Amecameca y Texcoco es de 6.4 y 4.6 hp ha⁻¹, respectivamente, lo que indica que existe un nivel de mecanización elevado; de acuerdo con Gaytán (2007) el recomendado es de 1 hp ha⁻¹. De este modo se observa que hay tractores con mayor capacidad de la que realmente se necesita (Cuadro 3). Esto podría representar un aumento en los costos de producción, ya que es bien sabido que el consumo de combustible se incrementa para tractores con mayor potencia. Además, si el tractor es más grande, el rendimiento efectivo puede ser afectado cuando se usa en superficies pequeñas por el tiempo que se pierde en las vueltas.

De acuerdo con Palacios y Ocampo (2012), el uso de tractor ha sido un factor importante para desarrollar la noción de competitividad al imponerse la idea de que el uso de los tractores permite poner a trabajar tierra que no había sido utilizada para inducir a la producción; asimismo, al disminuir costos de producción, posibilita vencer la escasez estacional de mano de obra y liberar trabajo en periodos críticos para otras tareas productivas. Sin embargo, el uso de tractor debe ser acorde con las características de las unidades de producción, pues de acuerdo con Negrete *et al.* (2013), a nivel de predio, región y país debe existir una relación armónica de capacidad de trabajo y costos entre la demanda de tractores y de máquinas de los sistemas productivos y la disponibilidad de éstas. La sobremecanización causa un aumento de los costos fijos o de propiedad con la consiguiente menor rentabilidad, así como de la cesantía rural; de ahí la importancia de que el tractor sea el adecuado para la unidad de producción.

CONCLUSIONES

- En la región de estudio existen pocos implementos, por lo que el tractor está subutilizado.

Cuadro 3. Datos para la obtención del índice de mecanización.
Table 3. Data used to obtain the mechanization index.

Nombre de la región	Total de potencia (hp)	Superficie mecanizada (ha)	Índice de mecanización (hp-ha ⁻¹)
Amecameca	5904	927	6.4
Texcoco	4544	982	4.6

Fuentes: datos del INIFAP a partir de encuestas realizadas. ♦
Source: data from INIFAP from surveys performed.

Mechanization index

In Amecameca and Texcoco it was found that there is an average relation of 2.5 tools per tractor. This piece of data indicates that there is a lack of tools and that the tractor is underused, which does not make it profitable. Because of this, and without taking into consideration the type of tools available, the producer can only perform two or three activities with his tractor and for the rest he must find or rent the tool missing, which is why the key is to seek a balance between the tractor and its tools.

The average surface of the production unit used to elaborate the mechanization units (tractor tool) is below (27.8 ha tractor⁻¹) the recommendation by FAO (2011) (50 ha tractor⁻¹). The mechanization index in Amecameca and Texcoco is 6.4 and 4.6 hp ha⁻¹, respectively, indicating that there is a high mechanization level; according to Gaytán (2007) the index recommended is 1 hp ha⁻¹. Thus, it is observed that there are tractors with higher power than what is really needed (Table 3). This could represent an increase in production costs, since it is well known that fuel consumption increases for tractors with higher power. Also, if the tractor is larger, the effective performance can be affected when it is used on small surfaces, because of the time spent in the turns.

According to Palacios and Ocampo (2012), the use of the tractor has been an important factor to develop the notion of competitiveness when the idea was imposed that the use of tractors allows putting land to work that had not been used to induce it into production; likewise, by decreasing the production costs, it allows overcoming the seasonal scarcity of labor and performing work in critical periods for other productive tasks. However, the use of the tractor should be in accordance to the characteristics of the production units, since according to Negrete *et al.* (2013), at the level of plot, region and country, there should be a harmonious relationship between work capacity and costs between the demand for tractors and machines in the productive systems and their availability. Over-mechanization causes an increase of fixed costs or property costs with the resulting lower profitability, as well as rural redundancy; from this the importance that the tractor be adequate for the production unit.

- La disposición de implementos en cada región es variable, según los datos de las encuestas en campo. El principal implemento fue el arado de discos, con 27 % en sus diferentes versiones (3, 4 y 5 discos), siguiéndole la rastra de discos con 23.5 %, también en diferentes versiones (18, 24 y 28 discos) y, como tercer lugar, se encuentra la sembradora de granos, con 12.5%. Posteriormente se encuentra la cultivadora, con 9%; el resto de los equipos encontrados se consideran menos usados o poco comunes, dependiendo del nivel tecnológico del productor. Por ejemplo, el subsuelo en sus diferentes versiones y las aspersoras fueron implementos que destacaron poco.
- La superficie promedio que utiliza un tractor es menor ($27.8 \text{ ha tractor}^{-1}$) a la recomendada por FAO (2011) ($50 \text{ ha tractor}^{-1}$). El índice de mecanización en Amecameca y Texcoco es de 6.4 y 4.6 hp ha^{-1} , respectivamente, lo que indica que existe un nivel de mecanización elevado ya que, de acuerdo con Gaytán (2007), el recomendado es de 1 hp ha^{-1} .
- En cuanto a las marcas predominantes se observó que tanto en Amecameca como en Texcoco, New Holland es la marca más utilizada y representa, con 46 % y 41 %, respectivamente. Cabe señalar que 36 % de los productores seleccionan el equipo con base en la experiencia con la marca.
- La información existente en la base de datos que manejan las autoridades operantes de los programas de apoyo es incompleta, lo que dificultó el trabajo de campo.
- Se detectó que el nivel de conocimientos requeridos para operar eficientemente una maquinaria o equipo agrícola era deficiente; 75.2 % de los usuarios de la maquinaria agrícola dijeron no haber sido capacitados al momento de adquirir un equipo nuevo y el otro 24.8 % había recibido capacitación general al momento de adquirir su maquinaria.

LITERATURA CITADA

- Arana, I., J. Mangado, P. Arnal, S. Arazuri, J.R. Alfaro, and C. Jarén. 2010. Evaluation of risk factors in fatal accidents in agriculture. *Revista Española de Investigaciones Agrarias* 8(3): 592-598.
- Arnal Ataídes, Pedro. 2001. Potencia de los tractores agrícolas. Asociación Empresarial Agropecuaria. Boletín extraordinario junio. 6 p.

CONCLUSIONS

- In the study region there are few tools, which means that the tractor is underused.
- The availability of tools in each region is variable, according to the data from field surveys. The principal tool was the disk plow, with 27 % in its different versions (3, 4 and 5 disks), followed by the disk rake with 23.5 %, also in different versions (18, 24 and 28 disks), and in third place, the grain sower, with 12.5 %. Then, the cultivator with 9 %; the rest of the equipment found was considered less used or not common, depending on the technological level of the producer. For example, the subsoiler in its different versions and the sprinklers were tools that did not stand out much.
- The average surface that uses a tractor is less ($27.8 \text{ ha tractor}^{-1}$) than the one recommended by FAO (2011) ($50 \text{ ha tractor}^{-1}$). The mechanization index in Amecameca and Texcoco is 6.4 and 4.6 hp ha^{-1} , respectively, indicating that there is a high level of mechanization, since, according to Gaytán (2007), the one recommended is 1 hp ha^{-1} .
- In terms of the predominating brands, it was observed that both in Amecameca and Texcoco, New Holland is the most used brand, represented by 46 % and 41 %, respectively. It should be mentioned that 36 % of the producers select the equipment based on experience with the brand.
- The information in the database managed by authorities that operate the support programs is incomplete, which made the field work difficult.
- It was detected that the level of knowledge required to operate an agricultural machine or piece of equipment was deficient; 75.2 % of the users of agricultural machinery said they had not been trained at the moment of acquiring a new equipment, and the other 24.8 % had received general training at the time of acquiring their machine.

- End of the English version -

- Ayala Gara, y Alma Velia, Marco Antonio Audelo Benítez, Adrián Aragón Ramírez, y Carlos Enrique Mendoza Cañedo. 2010. Certificación de los implementos y la maquinaria agrícola en México: calidad y normalización. OCIMA-INIFAP, CENEMA. SAGARPA. Texcoco, Estado de México. Folleto técnico (41).

- Ayala Garay, Alma Velia, Marco Antonio Audelo Benítez, Martha Garay Hernández, y Carlos Enrique Mendoza Cañedo. 2011. La situación del mercado de tractores en México, perspectivas y retos en la certificación. OCIMA-INIFAP, CENEMA. SAGARPA. Estado de México. Folleto Técnico (47): 47 p.
- Ayala Garay Alma Velia, Lorena Cortés Espinosa, Bertha Sofía Larqué Saavedra, Dora Ma. Sangerman-Jarquín, y Martha Garay Hernández. 2012. Situación de la mecanización del Estado de México: el caso de Teotihuacán, Tepotzotlán y Zumpango *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea] 2012, (Noviembre-Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de agosto de 2014] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263125299028>> ISSN 2007-0934
- CNH. 2012. Historia en México. http://www.newholland.com.mx/Construccion/NHMexico/Nhm_historia.htm.
- Damián Huato, Miguel Ángel. 2007. Apropiación de tecnología por actividades del ciclo agrícola del maíz, en Damián, H. M. A. (coord), *Apropiación de tecnología agrícola*. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla-Conacyt- H. Congreso del Estado Tlaxcala, LVII Legislatura, Puebla.
- Durán García, Héctor Martín, Rogelio Juan Rivera Aguirre, y Hilario Charcas Salazar. 2002. Tendencias de la mecanización agrícola en el estado de San Luis Potosí, México. *Rev. Ciencias Tecnológicas. América: INCI*. 27(6):307-311.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (FAO-FAOSTAT). 2011. FAO. Dirección de Estadística. <http://faostat.fao.org/site/576/DesktopDefault.aspx?PageID=576#ancor>.
- Gaucín Piedra, Salvador. 2007. Informe de evaluación estatal del programa de fomento agrícola. Unidad de Investigación, Capacitación y Evaluación para el Desarrollo Rural, S. C. Estado de México. 128 p.
- Gaytán Ruelas, José Guadalupe. 2007. Administración de maquinaria agrícola. Apuntes de curso. Ingeniería Mecánica Agrícola. Chapingo, México.
- Hernández Hernández, Moisés. 2011. Índice de la mecanización agrícola en los municipios: San Salvador El Seco, San Nicolás Buenos Aires y Ciudad Serdán, Puebla. Tesis para la obtención del Título de Ingeniero mecánico Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. México. 99p.
- IGECEM (Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral). 2011. Estadística Básica Municipal del Estado de México, Amecameca. Dirección de Estadística, Gobierno del Estado de México. 11 p. <http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Amecameca.pdf>.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2000. Censos de Población y Vivienda 1990 y 2000, México.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2012. Atlas agropecuario de México. Censo Agropecuario 2007. Aguascalientes, México. 50 p.
- Moreno Sánchez, Enrique. 2007. Características territoriales, ambientales y sociopolíticas del Municipio de Texcoco, Estado de México. *Quivera*, 9(1):177-206 Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40190110>.
- Negrete Cuauhtémoc, Jaime, Antonio Lilles Tavares Machado, y Roberto Lilles R. Tavares Machado. 2012. Diseño de tractores agrícolas en México. *Rev. Cie. Téc. Agr. San José de las Lajas*. 21(1).
- Negrete, Cuauhtémoc Jaime, Tavares Machado Antonio Lilles, y R. Tavares Machado Roberto Lilles. 2013. Parque de tractores agrícolas en México: estimación y proyección de la demanda. *Rev Cie Téc Agr. San José de las Lajas*. 22(3). Disponible en <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542013000300011&lng=es&nrm=iso>. Consultado el 25 agosto 2014.
- Ochoa Bijarro, Juan Gabriel. 2010. Estudio del parque de maquinaria agrícola en el Estado de México. SAGARPA, INIFAP, CENEMA, Gobierno Federal. 103 p.
- Palacios Rangel, María Isabel y Jorge Ocampo Ledesma. 2012. Los tractores agrícolas de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Núm. 4. pp: 812-824.
- PMDUA (Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Amecameca). 2010. Gobierno del Estado de México Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda 174 p.
- Rodríguez Carreón, Víctor Manuel. 2007. Informe de evaluación estatal del subprograma de investigación y transferencia de tecnología. Servicios y Consultoría Agroforestal, S. A. de C. V. Estado de México. 98 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/info/sust/suelo/ind_mec.swf.
- Segura Lazcano, Jaime. 2009. Más y mejores apoyos para los campesinos mexicanos. Programa de mecanización del campo del Estado de México. 3 p.