

9. Situación actual de la mecanización agrícola en cuatro municipios del valle de Toluca



DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.299.09>

FRANCISCO GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ*§

JESÚS HERNÁNDEZ ÁVILA**

GASPAR ESTRADA CAMPUZANO***

ANDRÉS GONZÁLEZ HUERTA****

RODOLFO SERRATO CUEVAS****

CARLOS GUSTAVO MARTÍNEZ RUEDA****

Resumen

Para el agricultor mexicano, la mecanización agrícola es principalmente atractiva porque permite un aumento sustancial en la productividad de las labores, ya que con ello se abaten costos de la producción, así como reducción de tiempo en los períodos de siembra y de labores culturales, procurando reducir los costos de inversión; por lo cual es necesario conocer el nivel de mecanización agrícola que tienen los municipios que conforman el eje urbano-agrícola (actividades agropecuarias), esto es: Toluca-Metepec, Zinacantepec y Almoloya de Juárez, del Estado de Mé-

§ Autor para correspondencia: fgutierrez@uaemex.mx

* Doctor en Filosofía y Ciencias Técnicas. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1464-0976>

** Doctor en Gobierno y Administración Pública. Profesor de tiempo completo en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4544-9250>

*** Doctor en Ciencias Agropecuarias. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1189-0470>

**** Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6055-7597>

**** Doctor en Ciencias Ambientales. Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5639-4542>

**** Doctor en Ciencias. Profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9644-5757>

xico; puesto que poseen características agrícolas similares, con un nivel tecnológico agrícola óptimo. De acuerdo a la investigación realizada ningún tractor sobrepasa las 450 moto horas (MH) de trabajo al año, la relación superficie tractor en el municipio de Almoloya de Juárez es de 12.81 ha / tractor, la más alta; mientras que la menor es de 4.44 ha / tractor en Toluca-Metepec; por su parte, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) plantea como óptimo un rendimiento de 50 ha / tractor. La relación implemento por tractor se considera buena, ya que la más baja para implementos de preparación primaria de suelos es de 0.98 en Toluca-Metepec, mientras que en los demás municipios la relación es mayor de 1.0. En lo referente a la vida útil de los tractores es importante señalar que 46% de estos se compraron entre los años 2007 y 2017; 11.2% son tractores de la marca Ford, que tienen un promedio de vida útil de 20 años, considerándose un parque de máquinas agrícolas obsoleto, de acuerdo con el avance científico, técnico y tecnológico a nivel global.

Palabras clave: *tractores, máquinas agrícolas, potencia, sistema de rodaje.*

Introducción

La mecanización de la agricultura es un factor de la producción agrícola comparable a la que tienen los recursos naturales como clima, suelo y agua; es uno de los medios para elevar la productividad de los procesos de trabajo. Ésta permite aplicar con mejores resultados y eficiencia factores importantes de la intensificación de la producción como el riego, fertilización, introducción de nuevas variedades y cultivos y razas de animales, técnicas de manejo y control en la producción de cultivos.

La mecanización generalizada y la intensificación de la producción constituyen un camino fundamental para la modernización de la agricultura mexicana y la satisfacción de la creciente demanda de productos agrícolas en el país. El análisis del escenario en la rama de la mecanización permite plantear que México, a partir de una frontera agrícola con 24 000 000 ha, posee una superficie mecanizable de 18 600 000 ha, para lo cual se requieren

del orden de 360 000 tractores con potencias de 28, 32 y hasta 44.74 kW (de 50 a 60 caballos de vapor (cv) (Negrete, 2006).

Estimaciones de la industria de construcción de tractores en México indican que el parque de maquinaria agrícola en 2003 ascendió a 175 000 tractores, los cuales trabajan una superficie de 18 000 000 ha (Negrete, 2006), con una relación de 102 ha / tractor. De acuerdo con la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA, 2017) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), del total de tractores propios 44.3% cuentan con más de 15 años de uso; 12.1%, de 10 a 15 años; 19.7%, de 5 a 10 años; 16.9%, hasta 5 años, y 7.1%, no fue especificado.

El estudio de la productividad del conjunto máquina tractor tiene capital importancia, como instrumento de aplicación práctica para la mejor utilización de los recursos destinados a la agricultura (Soto, 1983).

La mecanización agrícola ha tenido efectos de largo alcance en la agricultura, ha logrado que ésta sea más eficiente y productiva, lo que ha permitido que la población quede disponible para otras ocupaciones, y esto ha permitido a nuestro país convertirse, de una nación casi totalmente agrícola, en una potencia industrial (Soto, 1983). Es necesario mostrar, según algunos investigadores las horas de trabajo por hectárea para algunos cultivos en la república mexicana: según Reina (2004) y Slater (2008), así mismo, Collado (1986) y Cadena (1997) el tiempo real promedio en México de preparación de tierras, siembra, fertilización, aplicación de pesticidas y cultivos, es de aproximadamente de 14 h / ha. Estos datos de Reina (2004) y Slater (2008) fueron utilizados por Negrete et al. (2013).

La mecanización agrícola tiene lugar bajo especiales condiciones y algunos de sus factores los cuales no pueden ser controlados por el hombre. Ello constituye una limitación, que a diferencia de la industria, las labores agrícolas no se pueden distribuir en el tiempo ni a voluntad, ni uniformemente. Si no que es necesarios realizarlas en tiempos determinados en dependencia de la estación del año, de las condiciones climatológicas y del suelo, factores que en la mayoría de los casos no pueden ser controlados plenamente por el hombre y que incidirán sobre la economía de la explotación (Garrido, 1984). La mecanización no es un proceso que se produce de forma aislada, es decir, existe una estrecha relación entre proceso como tal, y las características de los diferentes cultivos ya que no

presentan iguales requisitos. Estas poseen diferentes especificidades; de igual forma distintas variedades de plantas dentro de las mismas especies tampoco manifiestan el mismo comportamiento lo que incide de una u otra forma sobre mecanización (Iofinov, 1984).

Materiales y métodos

Los municipios objeto de estudio se encuentran ubicados en el valle de Toluca, en la zona central del Estado de México. Los municipios estudiados fueron los siguientes: (a) Toluca de Lerdo: El uso del suelo correspondiente a la agricultura es de 37.01% (15 540 ha) y su uso potencial para la agricultura mecanizada es de 100%; (b) Zinacantepec: El uso del suelo agrícola es de 45.52% (14 566 ha) y su uso potencial para la agricultura mecanizada es de 55%; (c) Metepec: A este municipio corresponde una superficie con vocación agrícola de 31.95% (2 157 ha), de las cuales se ubican con una agricultura mecanizada de 94%; (d) Almoloya de Juárez: El municipio cuenta con una extensión territorial de 67.52 km², La superficie agrícola estimada en 29 747 6 ha, 61.47% del territorio municipal, de las cuales 29 608 ha (99%) se utilizan para el cultivo de maíz, en el régimen de temporal (INEGI, 2009). El presente estudio es exploratorio, descriptivo, no experimental; es transaccional descriptivo porque ha tenido como propósito conocer la situación actual de la funcionalidad de las máquinas agrícolas en particular de los tractores.

El estudio transversal es un diseño de investigación de uso frecuente. Se trata de estudios observacionales, se han considerado aspectos relacionados con la población estudiada, los sujetos o empresas de quienes se obtuvo la información fue voluntaria. Para la recolección de datos se aplicó un instrumento tipo matriz, previamente diseñado, que permitió describir estadísticamente las variables de: nombre y tipo de productor, ubicación, tipo de cultivo, superficie, tipo de máquina agrícola, marca, modelo, potencia, número de implementos o accesorios agrícolas, programa de mantenimiento: preventivo o correctivo, preparación técnica, cultivos, superficie agrícola, edad de los tractores, cantidad de implementos y máquinas agrícolas, etc. Antes de realizar las encuestas a los agricultores de los cuatro municipios

se calculó el tamaño de las muestras, de acuerdo con las fórmulas planteadas por Aguilar-Barojas (2005).

Con este estudio se pretende explicar la competitividad de las máquinas agrícolas en los tractores a partir de la teoría económica en general. La metodología aplicada se basa en el reconocimiento de las unidades primarias, llámese productores agrícolas y la economía global para explicar el funcionamiento y operación de los tractores agrícolas con la dinámica de la realidad. El alcance del impacto socioeconómico, que se pretende lograr a través del conocimiento del balance del conjunto máquina-tractor, el cual conlleve a una relación óptima en función de lograr aumentar la productividad del trabajo y con ello hacer que su economía sea de mayor cuantía, dándole un uso más racional de su conjunto máquina-tractor. Los índices que se analizan en esta investigación son los siguientes y siguen un patrón de los siguientes autores: dinámica de compra de tractores en los últimos 10 años, relación de superficie por tractor agrícola, cantidad de máquinas agrícolas por tipos, cantidad de tractores en función de su potencia, cantidad de tractores en función de su sistema de rodaje, cantidad de tractores por marca. Para el estudio se tomaron como referencia los índices propuestos por los siguientes investigadores: Karpenko (1989), Larque-Savedra (2012), Gutiérrez (1990) y Mogorianu (1987).

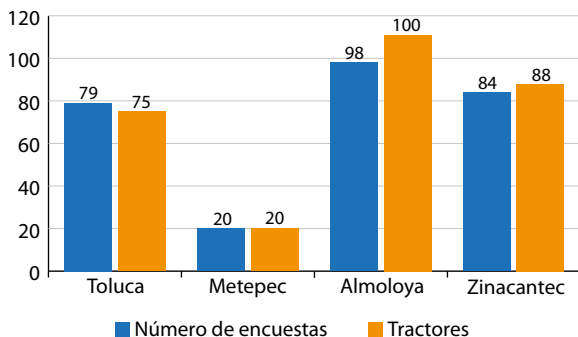
Resultados y discusión

De acuerdo a la cantidad calculada de tractores que poseen los agricultores, se realizaron las encuestas de forma aleatoria, en la gráfica 9.1 se muestran las cantidades de encuestas realizadas en cada uno de los municipios y la cantidad de tractores, en algunos casos la cantidad de tractores están por encima de las encuestas realizadas, ya que hay agricultores que tienen más de un tractor que es el caso de Almoloya de Juárez y con la excepción del municipio de Metepec, los demás tuvieron un comportamiento idéntico, por las razones antes expuestas.

Las encuestas realizadas se tomaron al azar en cada uno de los diferentes municipios, hasta completar la cantidad de tractores calculados, con los distintos propietarios. Como se puede observar el municipio de Metepec,

tiene una pequeña cantidad de tractores debido al desarrollo habitacional por un crecimiento poblacional e industrial, lo que resulta que la superficie agrícola, día a día es menor, es decir las propiedades rurales han disminuido y su población se dedica poco a las labores del campo.

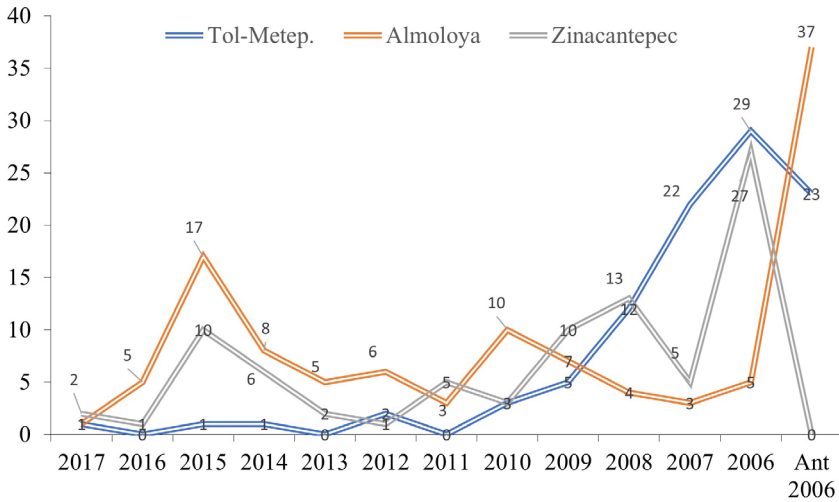
Gráfica 9.1. Encuestas realizadas en cada uno de los municipios y dadas en porcentaje del total de tractores calculados a tomar en cuenta. Estado de México, 2018



Fuente: Elaboración propia y obtenida de los datos de la investigación.

En la gráfica 9.2, se puede apreciar la dinámica de compra de tractores en estos municipios y la misma ha sido coincidente en los mismos años, ya que del año 2010 al 2013, se percibe una disminución en la adquisición de tractores y la misma comienza de nuevo en 2013 en el municipio de Almoloya de Juárez y se suma a este el municipio de Zinacantepec, no así el de Toluca y Metepec el cual sufre un periodo que se extiende desde 2011 hasta el año 2017, lo que indica que los cuatro municipios sufren una caída en la compra de tractores en el año 2016 y 2017. Todo esto debido a la disminución o desaparición de programas públicos por parte de los gobiernos federal y estatal, aunado al alto costo de los tractores y las máquinas agrícolas, considerando que este mercado es más bien de sustitución y no de expansión ya que los tractores en 21% pasan de los 17 años de servicio, esto de acuerdo, a las encuestas realizadas. Esta situación según se ha podido investigar con las distribuidoras de máquinas y tractores agrícolas de la región, la contracción del mercado ha repercutido en la compra-venta de los tractores e implementos mecanizados agrícolas.

Gráfica 9.2. Dinámica en la compra de tractores desde el año 2006 al 2017, en los municipios muestreados, del Estado de México, 2018



Fuente: Elaboración propia y obtenida de los datos de la investigación.

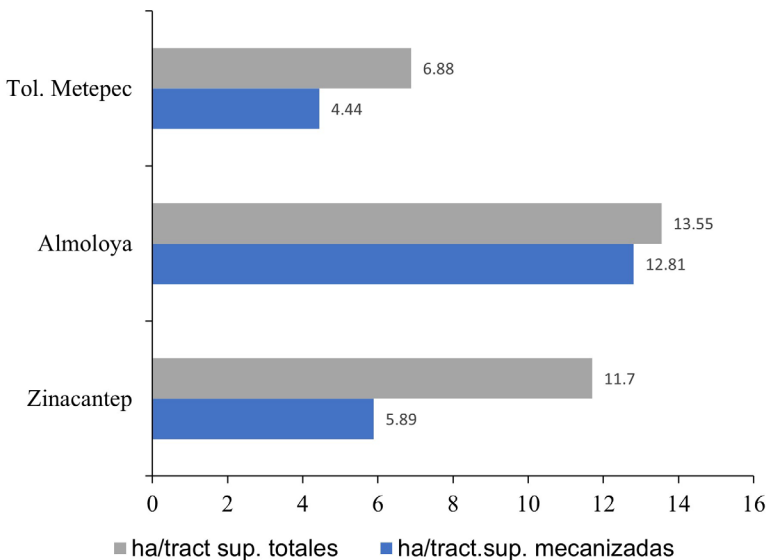
Es necesario plantear que la amortización de los tractores y las máquinas agrícolas en estos municipios es lenta, ya que la cantidad de moto horas (MH) de trabajo no superan en la inmensa mayoría las 450 MH de trabajo al año, caso contrario al que se tiene en España el cual la amortización de estos medios es muy rápida, ya que la cantidad de MH trabajadas por año es alta y supera a algunos países europeos como son Francia y Alemania (Ortiz-Cañavate, 2010).

Los tractores y máquinas agrícolas tienen un alto costo o valor económico, sin embargo, la amortización no se corresponde con la cantidad de horas que se trabajan anualmente. En la república mexicana debe darse un impulso a los planes de renovación del parque de tractores y máquinas agrícolas, así como políticas públicas para el subsidio y estímulos económicos, fiscales, de arrendamiento, etc., que contemplen la adquisición de dicha maquinaria con nuevas tecnologías por los productores agrícolas. Estos planes deben ayudar a la renovación de máquinas agrícolas obsoletas con alto índice de contaminación y a su vez con poca seguridad para su operación y manejo.

Las máquinas agrícolas deben de tener una edad media de explotación de 15 años, pues después de ese periodo, se consideran que no cumplen con las exigencias ergonómicas y medio ambientales de nuestro país, pues debe de tenerse en cuenta el cuidado del hombre que opera estos medios mecanizados, como son los tractores, máquinas para la aplicación de herbicidas, control de plagas, cosechadora y sembradoras de precisión, transformación de productos e insumos.

En la gráfica 9.3, se plantea la superficie en hectáreas por tractor de suelos cultivados o también mecanizado que están siendo cultivados mecanizadamente con los tractores que se encuentran en cada uno de estos municipios; la relación es de 4.44 ha / tractor; en Almoloya de Juárez es de 12.81 ha / tractor y en Zinacantepec es de 5.89 ha / tractor; de acuerdo a la FAO un tractor debe de dar servicio 50 ha de cultivo en la realización de todas la tareas mecanizadas que se necesiten, lo que demuestra una gran subutilización del parque de tractores de estos municipios.

Gráfica 9.3. Superficie de suelo mecanizada atendida por tractor y la relación de superficie total por tractor agrícola en cada municipio, Estado de México, 2018

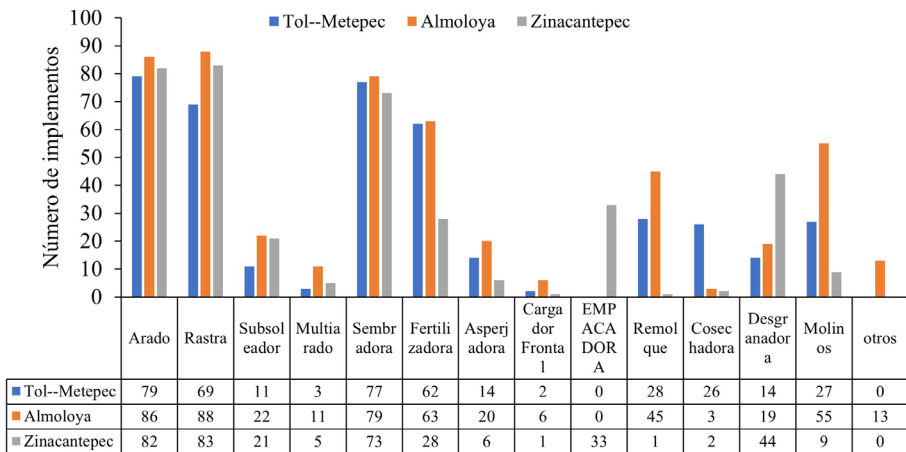


Fuente: Elaboración propia y obtenida de los datos de la investigación.

En el caso de la cantidad de hectáreas totales (mecanizadas y no mecanizadas) y que tienen potencial de ser mecanizadas en algunos casos en el municipio Toluca y Metepec, la relación es de 6.88 ha/ tractor; Almoloya de Juárez de 13.55 ha/ tractor y en Zinacantepec es de 11.7 ha/ tractor; existe poco potencial de que esta relación aumente con lo que se plantea en la base de datos estadísticos de la FAO [FAOSTAT, por sus siglas en inglés), 2011).

Se puede plantear que el nivel de implementos para la preparación primaria de suelos de acuerdo con la cantidad de tractores es aceptable, pues se debe de tener en cuenta que tanto el arado, subsoladores y los multirados son implementos idóneos para la preparación primaria de suelos. En la gráfica 9.4, se muestran las diferentes máquinas agrícolas que poseen cada uno de estos municipios y al realizar un análisis de la proporción de máquinas agrícolas por tractor del parque total de cada municipio, arroja lo siguiente, así se tiene que en los municipios Toluca-Metepec existe una relación de 0.98 implementos de preparación primaria de suelos por cada tractor; en Almoloya de Juárez 1.07; en Zinacantepec 1.17 implemento por tractor.

Gráfica 9.4. Cantidad de implementos y máquinas agrícolas declaradas por los propietarios en cada uno de los municipios, Estado de México, 2018



Fuente: Elaboración propia y obtenida de los datos de la investigación.

Estas relaciones implemento por tractor se consideran apropiadas, ya que su valor se acerca o pasa de la unidad, por lo que se plantea que cada tractor

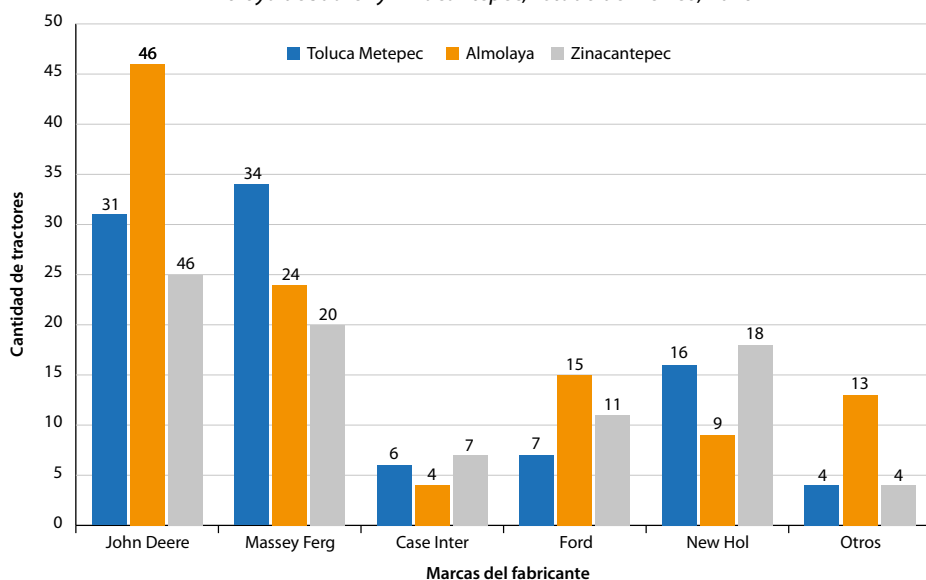
tiene un implemento de preparación primaria de suelos. Al considerar las sembradoras de grano u de otro tipo de cultura, se tienen las siguientes relaciones, en Toluca-Metepec es de 0.81 sembradora por tractor, Almoloya de Juárez, 0.71 y en Zinacantepec es de 0.83. Al parecer estas cifras son bajas; sin embargo son consideradas buenas, ya que las sembradoras son muy costosas y el tiempo que se utilizan es bastante corto. No obstante en Almoloya de Juárez se tienen por algunos agricultores dos o tres tractores, lo que hace muy difícil que cada tractor tenga una sembradora. Por su parte, en los otros tres municipios los valores son altos y son considerados buenos de acuerdo a comparaciones que se realizan con algunos países, como es el caso de España, en el cual solo se trabaja en labores de siembra 8.95% del total de horas trabajadas por tractores en la gama de potencia de 70 a 89 HP de 51 a 65 kW de potencia (Ortiz-Cañavate, 2010), que es la gama de potencia de los tractores encuestados en dichos municipios.

En lo referente a las fertilizadoras, la relación fertilizadora-tractor, la más alta la tienen los municipios de Toluca-Metepec siendo de 0.65; registrándose datos de siembra en el año 2017 de 3249 ha, teniendo un rendimiento de 3.96 t/ha siguiéndole en este orden Almoloya de Juárez con 0.56; este municipio en el año 2017 sembró 26 500 ha de maíz con un rendimiento de 5.27 t/ha, lo cual se considera bueno en las condiciones del valle de Toluca y por último, Zinacantepec con 0.32; siembra en este mismo año 11 038 ha de maíz grano y con rendimiento de 4.19 t/ha (Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de México, 2017), siendo el más bajo de los municipios considerados en este ensayo y es posible que influya la poca cantidad que se tienen de fertilizadoras.

Las marcas de tractores predominantes en estos municipios son la John Deere con 102 tractores, le siguen la Massey Ferguson con 78 y, por último, la New Holland con 43, las demás marcas no tienen un gran peso específico como puede verse en la gráfica 9.5. Las cuales están repartidas: Case International, Ford (este modelo de tractor con muchos años de antigüedad) y otras. Las marcas y modelos de tractores predominantes en estos municipios están dadas por la tradición y características que los mismos tienen desde el punto de vista técnico explotativo, accesibilidad de piezas de repuesto, longevidad y bajos índices de roturas. Es importante señalar que tanto los tractores John Deere, como los New Holland, son de fabricación nacional y esto influye

bastante en que estos tengan una gran presencia en el mercado agrícola mexicano, además de la gran gama de diferentes potencias para las diferentes labores y superficies agrícolas de los propietarios.

Gráfica 9.5. Cantidad de tractores por marca en los municipios de Toluca-Metepec, Almoloya de Juárez y Zinacantepec, Estado de México, 2018

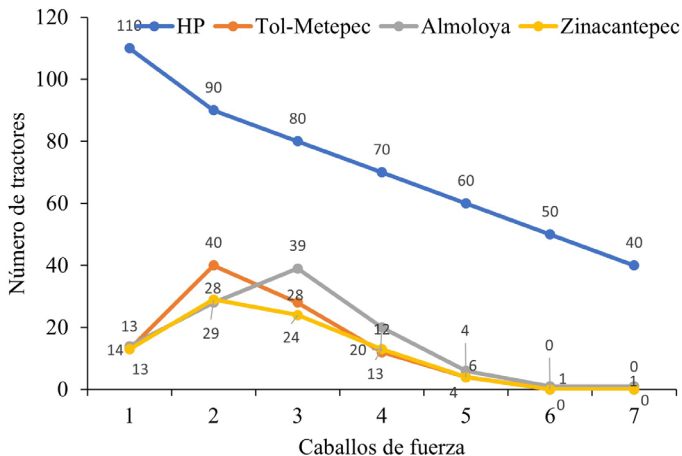


Fuente: Elaboración propia y obtenida de los datos de la investigación.

La cantidad de tractores y de máquinas agrícolas ha ido en aumento en los últimos 10 años y observando el crecimiento de tractores se tiene que en los últimos 10 años se han comprado 178 de los 294 tractores encuestados, lo cual significa 60.5% y hasta finales del año 2017 en que se concluyó este estudio, 116 tractores tenían más de 10 años (gráfica 9.2), lo cual puede considerarse que es necesario un plan para renovación de este parque, el cual es obsoleto desde el punto de vista técnico y tecnológico. También, los agricultores se han visto motivados en la compra de tractores dada la evolución y el aumento de la potencia media, así como mejores prestaciones desde el punto de vista tecnológico y aunque no podemos mencionar de forma enfática el electrónico, ya que ninguno de los tractores encuestados cuentan con GPS u otras bondades de este tipo, si se puede plantear que son máquinas con la posibilidad de tener mayor equipamiento en el motor, ya

que son más ahorrativas, tienen mayor relación de compresión en sus motores, gran cantidad de ellos cuentan con turbo compresores como aditamento que los hace más ecológicos o sea adaptados a mejores criterios medio ambientales y cumplen con las exigencias de seguridad que tiene como normas nuestro país. En la gráfica 9.6, 283 tractores se encuentran en la gama de 70 a 110 cv (51 a 81 kW), y sólo 16 tractores en la gama de 40 a 60 cv (29 a 45 kW), la potencia media de los tractores de estos municipios estudiados es de aproximadamente 83 cv (≈ 61 kW), siendo en la República española de aproximadamente 120 cv, según lo planteado por Ortiz-Cañavate (2010).

Gráfica 9.6. Cantidad de tractores y potencia en caballos de vapor (CV) situados en cada municipio, Estado de México, 2018

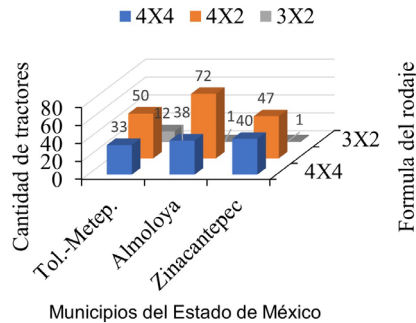


Fuente: Elaboración propia y obtenida de los datos de la investigación.

Es importante señalar que en los últimos años la mayor parte de los tractores que se comercializan en la república mexicana cumplen con las normativas de homologación antes de ser puestos en circulación y con esta homologación deben de cumplir los requisitos establecidos que se comprueban, cuando se aplican toda una serie de pruebas y ensayos en laboratorio, que en México se tienen en el municipio de Texcoco (centro nacional experimental de máquinas agrícolas), estas pruebas incluyen potencia del motor, niveles sonoros del motor del tractor, emisión de gases de escape, así como niveles sonoros para el sistema auditivo de los opera-

rios de dichas máquinas agrícolas, vibraciones y todo lo referente con los mínimos esenciales exigidos desde el punto vista ergonómico del tractor y las máquinas agrícolas en general.

Gráfica 9.7. Cantidad de tractores y sus diferentes fórmulas de sus sistemas de rodajes por municipios encuestados, Estado de México, 2018



Fuente: Elaboración propia y obtenida de los datos de la investigación.

En la gráfica 9.7 se muestran por municipios los tipos de tractores que se utilizan en función de la fórmula de su sistema de rodaje y ha sido una tendencia mundial, la cual ha permeado entre los agricultores al comenzar a utilizar tractores con doble diferencial o los llamados tractores con fórmula 4×4 , de manera tal que en Toluca-Metepec se tiene 38% de tractores con doble tracción, en el municipio de Almoloya de Juárez 34% y en Zinacantepec 45% de esta fórmula 4×4 (doble tracción), esto significa un logro por parte de los agricultores al momento de elegir este tipo de tractor con esta prestación, que si bien es cierto que hay un costo de inversión mayor al momento de la compra, esto lo puede costear con el trabajo posterior en su explotación. Estos tractores tienen toda una serie de ventajas, ya que los mismos tienen una mayor posibilidad de utilizar toda su masa durante el trabajo con los diferentes implementos agrícolas y por lo tanto, disminuyen de forma ostensible el patinaje de las ruedas traseras y delanteras, lo que trae como consecuencia un ahorro de combustible, aumento de la productividad del trabajo del conjunto máquina tractor, lo cual ha sido corroborado por Romantchik-Kriuchkova et al. (2015) en pruebas realizadas en campos experimentales de la Universidad Autónoma Chapingo,

entre tractores con formula de rodaje de 4×4 y 4×2 y se obtuvo un aumento de la productividad de 27 a 31% y un ahorro de combustible del aproximado de 16% en diferentes regímenes de trabajo por parte del tractor 4×4 .

Conclusiones

Se tiene un alto porcentaje de tractores que rebasan los 15 años de explotación en las labores agrícolas, caso particular del tractor Ford, los cuales tienen una antigüedad mayor a los 20 años, es decir 11.2% del total de la maquinaria agrícola de los municipios de referencia; por lo tanto, estos tractores se consideran obsoletos.

La potencia media del parque de tractores es de aproximadamente 83 cv (≈ 61 kW), indicativo del crecimiento de este, solo que contra este crecimiento conspira con lo reducido de la relación superficie tractor, ya que el municipio con la relación más alta es Almoloya de Juárez con 12.81 ha/ tractor, teniendo en cuenta superficie mecanizada y no mecanizada, pues esta relación de superficie mecanizada es de 13.55 ha/ tractor en el mismo municipio, lo cual se considera muy baja.

Del total de tractores objeto de las encuestas en los cuatro municipios es importante señalar que 37.7% de los mismos es de la fórmula de sistema de rodaje 4×4 , lo cual significa un avance creciente desde el punto de vista técnico y tecnológico. Debido al desarrollo habitacional e industrial en los municipios investigados, se prevé que la vocación agrícola en los municipios de Toluca y Metepec se convierta en casi nula, mientras que, en los municipios de Almoloya de Juárez y Zinacantepec, esta vocación agrícola se espera perdure por más tiempo para la explotación de cultivos arraigados, para lo cual se requiere forzosamente planes y programas basados en políticas públicas agrícolas, que a su vez incentiven a los productores para continuar con la producción de alimentos mediante esquemas de alta productividad y contar con la adquisición de tractores y maquinas agrícolas que eficienten los procesos de producción agrícola, por lo que debe implementarse un esquema financiero-tecnológico para la renovación de la maquinaria agrícola *ad hoc* a la región, así como características ergonómicas en el

binomio tractor-operador, salvaguardando la sustentabilidad y sostenibilidad del medio ambiente.

Referencias

- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de la salud. *Salud en Tabasco*, 1(1- 2), 333 -338.
- Cadena, Z. M. (1997). Situación de la mecanización agrícola en México. En *Maquinaria Agrícola, Antología* (p. 185). DGETA.
- Ayala, G. A. V, Audelo, B. M. A, Garay, H. M., y Mendoza, C. C. E. (2011). *La situación del mercado de tractores en México, perspectivas y retos en la certificación*. OCIMA-INIFAP, CENEMA. Sagarpa.
- Bassols, A. B. (1978). *Recursos naturales de México* (8ª ed. aumen.). Nuestro Tiempo.
- Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2011). *FAO. Dirección de Estadística*. <http://faostat.fao.org/site/576/DesktopDefault.aspx?PageID=576#anchor>.
- Garrido, P. J. (1984). *Implementos y máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación*. Ed. Científico Técnica.
- Gutiérrez, F. R. (1990). *Explotación del parque de máquinas y tractores*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Instituto Nacional de Estadística, geografía e Informática (2007). *Revista del VIII Censo Agrícola y Ganadero, documento on-line*. <http://www.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2009). *Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal*. <http://www.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2009). *Conteo de Población y Vivienda (1995)*.
- Iofinov, S. A. (1984). *Explotación del Parque de Maquinaria y Tractores*. Kolos.
- Johan, B. L. Walter, M. C., Paul K. T., y David, W. S (1991). *Tractores diseño y funcionamiento*. Limusa.
- Jróbstov, S. N. (1989). *Explotación del parque de máquinas y tractores* (trad. del ruso Luis Gómez I.) (pp. 100-105, 6ª ed.). MIR.
- Karpenko (1989). *Celsojosiabennie Mashino*. Agropromisdat.
- Lara, L. A. (2000). Trends and Requirements of Mechanization: The case of México. En *Latin-American Meeting of the Club of Bologna* (pp. 20-31).
- Larqué Saavedra, B. S., Sánchez Hernández, M. Á., Sangerman-Jarquín, D. M., Cortés Espinoza, L., y Ayala Garay, A. V. (2012). Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263125299027>
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México.
- Mogorianu, V. I. (1987). *Efectivnosty ispolzobania mashino traktor nova parka isdatelsvo, Moskua*.

- Negrete, J. C. (2006). Mecanización Agrícola en México. *Revista Iberoamericana CTS*.
- Negrete, J. C. (2011). Políticas de mecanización agrícola en México. *Revista Iberoamericana Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Artículo de Portafolio. .
- Negrete, J. C., Tavares, M. A. L., y Tavares M. R. L. (2013). Parque de tractores agrícolas en México: estimación y proyección de la demanda. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(3).
- Ochoa, B. J. G. (2010). *Estudio del parque de maquinaria agrícola en el Estado de México*. Sagarpa, INIFAP, CENEMA, Gobierno Federal.
- Ortiz-Cañavate, J. (2010). *El sector de la maquinaria y la mecanización agraria en España*. <https://www.google.com.mx/search?source=hp&ei=RBQeXY>
- Perea, E. (2011). *Rebasan 54% de tractores en México su vida útil*. www.imagenagropecuaria.com/articulos.php?id_art=1597&id_sec=25
- Reina, J. L. C. (2004). *Análisis del parque de tractores agrícolas en el Ecuador*. [Tesis de Maestría en Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción.]
- Romantchik-Kriuchkova, E., Morelos-Moreno, A., Villaseñor-Pera, A., y Pérez, S. L. (2015). Zonas de trabajo del conjunto del tractor agrícola con implemento en los esquemas de tracción 4X2 y 4X4. *Agrociencia*, 49, 53-67.
- Smith, H. P. (1975). *Maquinaria y equipo agrícola* (pp. 9-14, 104-116, 137-146, 2ª ed.) (trad. del inglés José Abeijon Veloso). Omega.
- Soto, M. S. (1983). *Introducción al estudio de la maquinaria agrícola* (pp. 144-156). Trillas.
- Slater, D. A. S. (2008). *Evaluación Técnica de la Demanda y Disponibilidad de Tractores Agrícolas en Chile* [Tesis de licenciatura de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción.]
- Wilkes, L. H. (1979). *Maquinaria y equipo agrícola* (pp. 121-168) (trad. del inglés José Ma. Serrano). Omega.
- Página web: <http://www.ivex.com.mx>
- Página web: <http://www.FAO> el uso del suelo en América latina
- http://sedagro.edomex.gob.mx/produccion_floricola (consultado el 04 de septiembre del 2019)