

Evaluación el nivel de mecanización tecno-agrícola en seis municipios del valle de Toluca

Jesús Hernández Ávila
Francisco Gutiérrez Rodríguez[§]
Antonio Díaz Viquez
Andrés González Huerta
Rodolfo Serrato Cuevas

Facultad de Ciencias Agrícolas-Universidad Autónoma del Estado de México. *Campus* Universitario 'El Cerrillo'. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. CP. 50090. Tel. 722 4811600. (jha333@hotmail.com; adiazv@uaemex.mx; agonzalezh@uaemex.mx; rserratoc@uaemex.mx).

[§]Autor para correspondencia: fgrfca@hotmail.com.

Resumen

Los objetivos fundamentales de esta investigación fueron conocer el estado técnico del parque de tractores y máquinas agrícolas, así como analizar los índices técnico-económicos de este parque en los seis municipios del Estado de México. Se planteó como hipótesis, que algunos índices de mecanización eran parecidos o superiores a los mostrados por la FAO. Para la realización del presente trabajo se hicieron, estudios descriptivos no experimentales, ya que tuvieron como propósito conocer la situación actual de la funcionalidad de las máquinas agrícolas, en seis municipios del Estado de México (Zinacantepec, Toluca, Metepec, Almoloya de Juárez, Rayón y Calimaya). De acuerdo con el análisis y evaluación de dichos resultados, ningún tractor sobrepasa las 450 moto-horas de trabajo al año, además la relación superficie tractor en el municipio de Almoloya de Juárez es de 12.81 ha tractor⁻¹, siendo la más alta y la menor de 4.44 ha tractor⁻¹ en Toluca-Metepec y lo planteado por la FAO es de 50 ha tractor⁻¹, lo cual muestra el grado de subutilización. La relación implemento por tractor se considera óptima, ya que la más baja para implementos de preparación primaria de suelos es de 0.98 en Toluca-Metepec y los demás municipios su relación es mayor de 1. En lo referente a la edad de uso de los tractores, 46% de estos se compraron en el lapso de 2007 al 2017 y 11.2% son tractores de la marca Ford, los cuales tienen un promedio de 20 años de uso, considerándose un parque de máquinas agrícolas obsoleto.

Palabras claves: índices tecno-económicos, municipios estudiados, tractores.

Recibido: diciembre de 2021

Aceptado: marzo de 2022

Introducción

El crecimiento urbano en el orbe es una acción producto de la industrialización y la construcción de vivienda y modernización en la sociedad toda, por lo que la reducción de superficie dedicada a la actividad agropecuaria se acentúa en el día a día aunado a una disminución de la mano de obra en el sector rural y a las nuevas actividades generadas en el sector industrial y de servicios. La mecanización agrícola, medida por la cantidad de hectáreas de tierra arable por tractor fue muy rápida en el periodo 1965-1981, según la FAO el número de tractores prácticamente se duplicó alcanzando casi el millón de unidades, con aumentos notables en algunos países.

Sin embargo, mucho más irregular en estos índices lo tienen las regiones del tercer mundo, por ejemplo, África tiene 0.6 tractores 100 ha^{-1} ; América Latina 0.57 tractores 100 ha^{-1} y Asia 0.11 tractores 100 ha^{-1} y los países desarrollados capitalistas (RFA República Federal Alemana hasta 1960) con 16 tractores 100 ha^{-1} , lógico que este país tiene una potencia media en sus tractores de 24.2 kW lo que hace que aumente la densidad de tractores por cada 100 ha (Gutiérrez, 1990). Según Johan *et al.* (1991). la mecanización de la agricultura tiene dos objetivos principales: aumentar la productividad por productor, cambiar el carácter del trabajo agrícola haciendo menos arduo y más atractivo.

El análisis del escenario en la rama de la mecanización agrícola permite plantear que, en 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 32; 28 a 44.74 kW (de 50 a 60 hp), si las suposiciones del escenario son válidas, el parque actual tendría del orden de 217 300 tractores activos, lo cual representa 60% de las necesidades de mecanización (Negrete, 2006). Camarena-Aguilar y Lara-López (2000) estimaron 200 000 tractores en 1998 con un promedio de potencia de 52.5 kW (70.4 hp).

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 que trabajan una superficie de 18 000 000 ha, según Negrete (2006); Negrete (2011), con una relación de $102 \text{ ha tractor}^{-1}$. Según el INEGI en la encuesta Nacional Agropecuaria (2007), el porcentaje de tractores propios de acuerdo a los años de uso se obtuvo lo siguiente: años no especificados el 7.1%; hasta 5 años de uso 16.9%; de 5 a 10 años, el 19.7%; de 10 a 15 años, el 12.1% y más de 15 años, 44.3%, contabilizando el parque de implementos y máquinas agrícolas, se tiene lo siguiente: trilladoras 3.9%; sembradoras de precisión 16.7%, implementos para la preparación de suelos el 29.5%; segadoras 2.1%; otras máquinas de uso agrícola 47.8%.

De acuerdo con el plan PIMA para la renovación del parque de tractores en España, 55% tiene más de 16 años de explotación (Plan PIMA, 2014). La mecanización agrícola, medida por la cantidad de hectáreas de tierra arable por tractor fue muy rápida en el periodo 1965-1981, según la FAO el número de tractores prácticamente se duplicó alcanzando casi el millón de unidades, con aumentos notables en algunos países. Por ejemplo, en Venezuela se pasó de un tractor por cada 399 ha en el primer quinquenio de los sesenta a un tractor por cada 94 ha, en 1982, mientras que, en México en 1982 se tenía un tractor por cada 148 ha comparadas con un tractor por cada 346 ha veinte años antes.

En la década de los 60's, la agricultura mundial tuvo una incorporación de 15 000 000 de tractores y en el año de 1982 la incorporación fue de más de 26 000 000, por lo que se puede plantear de los datos obtenidos que por cada 100 ha de suelo cultivado se tenían 2.1 tractores (Jróbostov, 1989).

Es aquí donde 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), de acuerdo con lo planteado por Ortiz-Cañavate (2010), en la república española es de 17 años para realizar la renovación. La mecanización agrícola ha tenido efectos de largo alcance en la agricultura, ha hecho nuestra agricultura más eficiente y productiva, lo que ha permitido que nuestra población queda disponible para otras ocupaciones y esto ha permitido al 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 Cadena (1997); Reina (2004); Slater (2008), afirman que el tiempo real promedio en México de preparación de tierras, siembra, fertilización, aplicación de pesticidas y cultivos, es de aproximadamente de 14 h ha⁻¹. Estos datos de Reina (2004); Slater (2008), fueron utilizados por Negrete *et al.* (2013), para realizar un estado comparativo con lo investigado a nivel nacional, lo cual fue utilizado también para estos municipios objeto de la investigación.

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. 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 la mecanización agrícola (Iofinov, 1984).

Materiales y métodos

Esta investigación se sitúa con base a su vez en trabajos investigativos que se han realizado en los municipios: Toluca, Zinacantepec, Metepec, Almoloya de Juárez, Calimaya y Rayón, por jóvenes tesistas de la licenciatura de Ingeniero Agrónomo en concomitancia en proyectos de investigación autorizados por la Universidad Autónoma del Estado de México, para efectos de esta evaluación investigación se le denomina 'Polo regional tecno-agrícola del Valle de Toluca'.

Para la realización de este trabajo, se realizaron visitas de campo a pequeños productores, propietarios de tractores y máquinas agrícolas y la información obtenida fue por medio de un cuestionario aplicado a las principales comunidades de los diferentes municipios. Los tamaños de las muestras se realizaron en función al cálculo de la siguiente formula (Aguilar-Barojas, 2005).

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(n-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde: n = es el tamaño de la muestra; N = tamaño de la población; σ = desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5; Z = valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que al no tenerse, se le toma en relación con 95% de confianza, que equivale a 1.96 (usual) o en su relación al 99% de confianza su valor equivale a 2.58. Estos valores se toman a criterio del investigador; e = es el límite aceptable de error muestral, cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía de 1% a 9%, valor a criterio del investigador. Los municipios antes mencionados, objeto de estudio (Figura 1), se encuentran ubicados en el Valle de Toluca, en la zona central del estado de México.

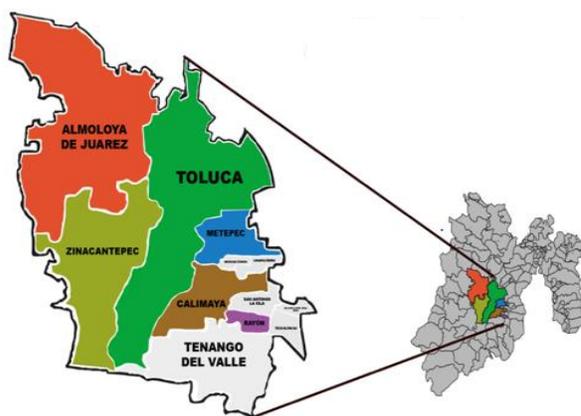


Figura 1. Municipios estudiados con imágenes del Gobierno, Estado de México.
<https://www.ipomex.org.mx/recursos/ipo/files/ipo/2016/118/6/c91bcfac7e0d4838954ca892517a4087.pdf>.

En cada uno de los trabajos de investigación se realizó la siguiente metodología: estudios descriptivos no experimentales, transaccional descriptivos, porque tuvieron 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, y 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 diseñada, 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.

Para obtener la información requerida se basó fundamentalmente en la realización de encuestas (cuestionarios) ad hoc aplicados directamente a los agricultores, dueños de tractores y máquinas agrícolas, de igual manera se solicitó información a la secretaria del campo del gobierno del estado de México (SECAMPO) y a las autoridades municipales, delegados e integrantes del comisariado ejidal por municipio investigado. Antes de realizar las encuestas a los agricultores de los seis municipios se calculó el tamaño de las muestras, de acuerdo con las fórmulas planteadas por Aguilar-Barojas (2005).

Con los resultados obtenidos por cada municipio 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 evaluación 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); Gutiérrez (1990); Larqué-Savedra (2019). Al obtenerse el tamaño de la muestra se seleccionó con el empleo de un método aleatorio simplificado la cantidad de agricultores a muestrear, los cuales serían, siempre propietarios de tractores y máquinas agrícolas. La caracterización del nivel de mecanización para los municipios referidos se realizó en función de la cantidad de tractores agrícolas y sus diferentes potencias, número de implementos para cada uno de los tractores encuestados, índice de equipamiento energético, etc.

La fórmula empleada en cada uno de los estudios siempre fue la misma, adecuándose al tamaño de la muestra determinada en función de las características técnico-económicas de cada municipio. El tamaño de la muestra se calculó en función de una unidad mínima y las comunidades elegidas, se tomaron al azar, con un nivel de confianza de 95% y como límite del error muestral se tomó 9% y para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula de población finita cuando se conocen el total de unidades de observación que la integran, propuesta por Aguilar-Barojas (2005). Con los resultados obtenidos en cada uno de los trabajos de investigación llámense municipios, se analizan y evalúan en conjunto, mediante la estadística descriptiva.

Resultados y discusión

En este trabajo de investigación se realizó una exposición de la mecanización agrícola en seis municipios del valle de Toluca en los últimos 15 años, con el objetivo de conocer cuál ha sido la evolución en este tan importante sector, así como la importancia del nivel técnico y tecnológico de la agricultura en esta región del Estado de México. Por lo anterior se presentan estadísticas del parque de máquinas y tractores, producto de 429 encuestas realizadas en total en los seis municipios objeto de estudio. Por lo tanto, los valores que se presentan en este trabajo están avaladas por estas encuestas directamente con los propietarios de los tractores y las máquinas agrícolas.

En la Figura 2, se muestran la cantidad de tractores encuestados y que aproximadamente dan una muestra real, ya que estos cálculos fueron realizados basados a fórmulas de cálculos mostrados en la metodología del trabajo. Se observa que la menor cantidad de tractores la posee el municipio de Metepec y la mayor cantidad encuestada se realizó en el municipio de Almoloya de Juárez.

Aunque los municipios de Zinacantepec y Calimaya poseen una gran cantidad de tractores. Dada la extensión de la superficie que utiliza en labores de cultivo en hectáreas y la cantidad de tractores en su conjunto, arroja una relación de aproximadamente $15 \text{ ha tractor}^{-1}$, cantidad bastante exigua, teniendo en cuenta que la FAO, plantea aproximadamente $50 \text{ ha tractor}^{-1}$ (FAO-FAOSTAT (2017)).

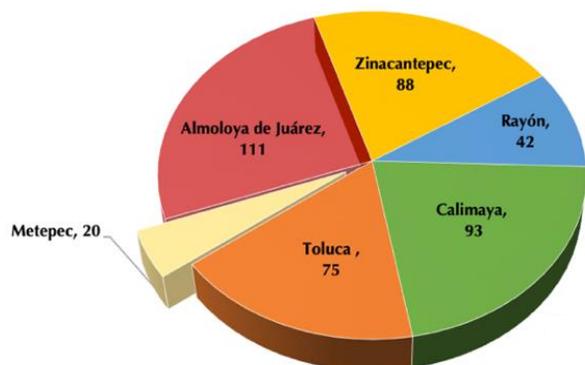


Figura 2. Número de encuestas realizadas (productor-tractor) por municipio analizado de acuerdo con cálculos muestrales realizados desde 2017 a 2019.

En este aspecto según plantean Palacios y Ocampo (2012), en el sur de la república mexicana esta relación es de $221 \text{ ha tractor}^{-1}$, en el centro $104 \text{ ha tractor}^{-1}$ y el índice reportado para el norte del país es de $70.8 \text{ ha tractor}^{-1}$, como se puede observar en estos datos en la totalidad de los casos de mayor la superficie que lo que se tiene de tractores, es importante señalar que en la provincia de Manabí, Ecuador, la superficie promedio que se utiliza por tractor es de $48.8 \text{ ha tractor}^{-1}$, estando en este caso cercano a lo recomendado de $50 \text{ ha tractor}^{-1}$ (FAO-FAOSTAT 2011).

Es importante señalar que a pesar del desarrollo que muchos países actualmente poseen, fundamentalmente en la agricultura de precisión, en 90% de las sembradoras de maíz, no existen las que puedan tener acoplados equipos de precisión y aún no se han comenzado a introducir emisores de señales en los tractores, así como la técnica del GPS.

Otro de los índices importantes para tener en cuenta en estos municipios es la potencia por hectárea, la cual en su conjunto es de más de 2 kW ha^{-1} , pero en algunos municipios es mucho mayor a esta cifra, pues el municipio de Zinacantepec tiene como promedio 7.2 hp ha^{-1} (5.29 kW ha^{-1}), muy por encima de la media nacional, que según la FAOSTAT (2011) es de 1.04 hp ha^{-1} . Ahora bien, la relación potencia/superficie que se acerca al ideal, debe ser de 1 hp ha^{-1} (Palacios y Ledesma, 2012), es necesario señalar que este índice mostrado en el municipio de Zinacantepec está muy por encima de lo que se muestra en la provincia de Manabí, república de Ecuador, que es de aproximadamente de 2.28 hp ha^{-1} según plantea Loor-Sácido *et al.* (2019).

En la Figura 3, se muestra la cantidad de tractores que se tienen en cada municipio (2017 a 2019), se observa que la mayor cantidad de tractores de mayor potencia los tiene el municipio de Calimaya y los demás municipios están por debajo de esta potencia, según lo investigado por Ortiz-Cañavate (2010) en la república española la potencia media de los tractores es de 120 CV ($\approx 85 \text{ kW}$ y es necesario señalar que $1 \text{ hp} \approx 1.014 \text{ CV}$); sin embargo el municipio de Calimaya tiene un promedio de 91.7 hp , el de Almoloya de Juárez con un promedio de 83.6 hp , siendo estos municipios los más desarrollados y con la mayor cantidad de tractores, no se acercan a la potencia reportada por este

investigador, de acuerdo a lo investigado por Negrete (2013), el promedio de potencia por tractor en México es de 52.19 kW (70 hp) y aun cuando estos municipios están por encima del promedio nacional al momento de darse a conocer estos datos, es necesario aumentar la potencia, teniendo en cuenta el envejecimiento del parque de tractores existentes, lo cual será analizado más adelante.

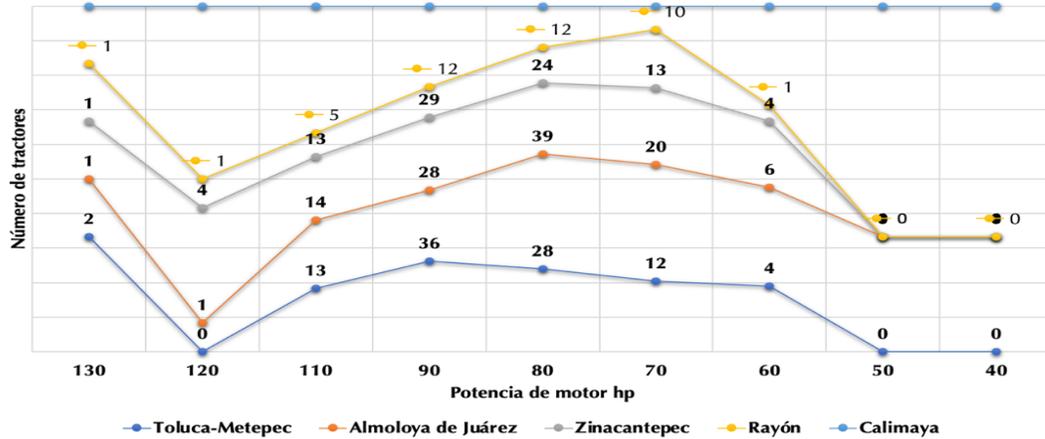


Figura 3. Número de tractores-potencia en los motores.

La cantidad de tractores que se han adquirido por los agricultores a partir del año 2006 (Figura 4), no son significativas y como se puede observar en algunos casos ha ido en descenso con raras excepciones, pero lo más importante de todo lo mencionado es que una gran cantidad de tractores han sido adquiridos antes del año 2006 y son cifras bastantes significativas, pues muestran que los tractores tienen años de uso, lo cual los pone dentro de las posibilidades de cambio por tecnologías más modernas, ya que estos no están acordes con los alcances científicos y técnicos en esta rama de la agricultura, que es la mecanización agrícola, se puede mencionar que el municipio de Calimaya tiene 46% de tractores con uso anteriores al año 2006, el municipio de Rayón tiene un parque de tractores de 83% anterior a la fecha señalada, Almoloya de Juárez con 33% y el parque de tractores más joven es el de Zinacantepec con un 15 % utilizados desde antes del año 2006.

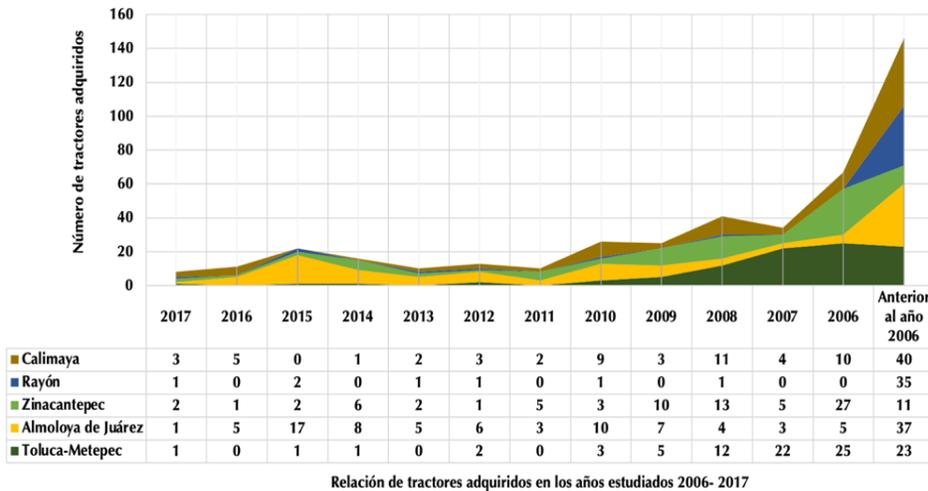


Figura 4. Número de tractores adquiridos por año en los municipios investigados.

Se puede asegurar que la venta de tractores ha sido más bien un mercado de expansión y no de sustitución en el valle de Toluca, por lo que es necesario prestar atención al mercado de sustitución de tractores en todo el valle, pues esto que se presenta no es más que una muestra de lo que está sucediendo en los demás municipios del Estado de México. Por lo anteriormente analizado es necesario implementar planes que ayuden a los agricultores a renovar este parque de tractores agrícolas para hacer más competitivo el campo y que a su vez se eliminen los tractores que son obsoletos y que poco cumplen con los medios técnicos actuales que cumplen las normas de contaminación y que además estén adaptadas con las condiciones ergonómicas que cuiden al máximo con la salud del hombre.

Ahora bien para que el gobierno pueda establecer un plan de renovación de este parque de tractores obsoletos se deben de cumplirse toda una serie de objetivos, como son: a) que los nuevos tractores estén homologados; que cumplan con todos las normas oficiales mexicanas, antes de su puesta en marcha; b) que produzcan un menor impacto ambiental que la que están sustituyendo; c) que tengan una mayor eficiencia en el uso de los energéticos, por ejemplo $g\ kW^{-1}\ h^{-1}$ y que estos tengan un tope como máximo y los que tengan un consumo mayor que el establecido no puedan ser comercializados; d) que los tractores tengan tecnologías más avanzadas que los precedentes; y e) que las casas comercializadoras de tractores estén obligadas a darle un curso de mantenimiento, manejo y conservación de no menos de 15 h a cada agricultor.

Para dar una idea más acabada de la situación del parque de máquinas y tractores en cada uno de los municipios, se presenta la Figura 5 con su respectiva tabla la cantidad de cada uno de los diferentes implementos y aperos con que constan estos. El municipio de Calimaya es el que tiene una mayor cantidad de implementos presentando una relación implemento por tractor de 6.07, siendo esta una relación bastante alta en relación con los demás municipios, pues el siguiente es Almoloya de Juárez con una relación de 5.24 implementos por cada tractor y de acuerdo con lo planteado por Iofinov (1984) esta es una buena relación, la cual puede cumplimentar la mayoría de las tareas que se exigen en una granja agrícola.

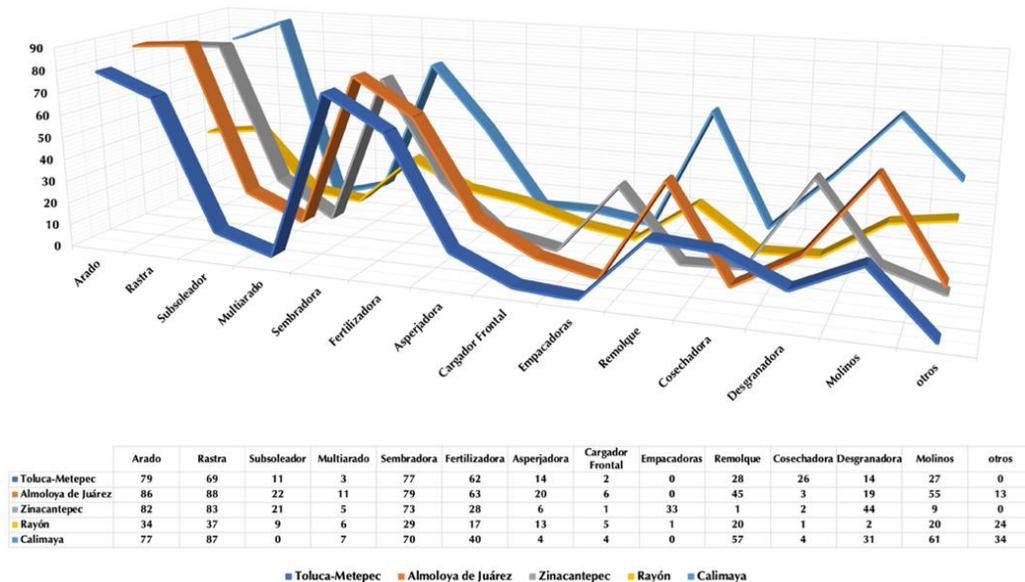


Figura 5. Cantidad y tipo de máquinas agrícolas por municipio.

Los demás municipios están por debajo de la relación mencionada, pues Rayón tiene una relación de 4.59, Zinacantepec su relación de 4.56 y por último el binomio Toluca-Metepec tiene una relación de 4.16 (Figura 6).

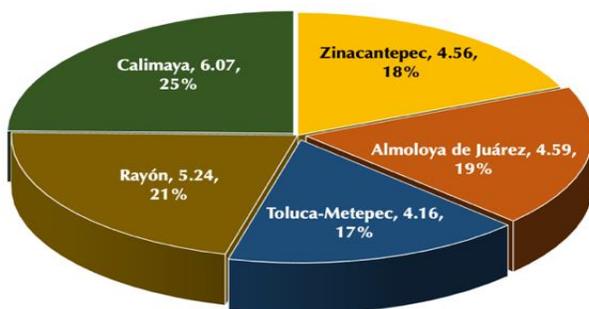


Figura 6. Relación tractor-implementos de los municipios estudiados del periodo 2006-2017.

En la Figura 7 se muestran la cantidad de tractores que tiene cada municipio y su esquema de tracción o fórmula de rodaje, lo cual es de vital importancia para los diferentes trabajos para los cuales estén destinados, pues como se sabe, en los tractores con fórmula de rodaje 4 x 4 existe un incremento de aproximadamente un 35% de tracción con respecto a los tractores agrícolas con esquema de tracción 4 x 2 (ASABE EP496.3, 2006). Y como se observó en la (Figura 7) la relación de tractores y su fórmula de rodaje en los municipios encuestados arrojan que los tractores con fórmula de rodaje 4 x 2 son predominantes sobre el de 4 x 4.

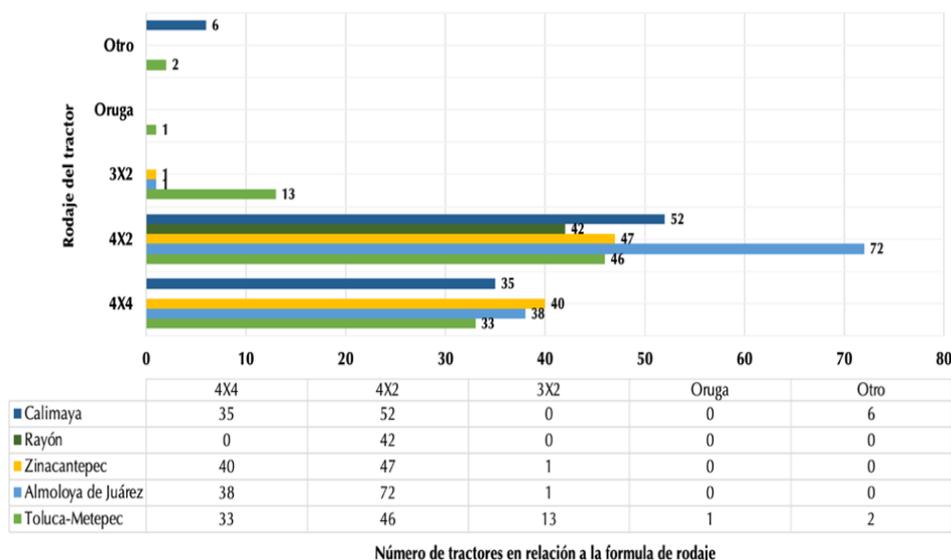


Figura 7. Relación de tractores y su fórmula de rodaje.

En los municipios Toluca-Metepec, 34.7% de los tractores son de fórmula 4 x 4, en Almoloya de Juárez, 34.2% es de esta misma fórmula y en Zinacantepec es 45.5% y por ejemplo en el municipio de Rayón no se encontró ningún tractor con este esquema de tracción y como bien plantean Morelos *et al.* (2009), al hacer una comparación de estos dos esquemas, existen ventajas en el tractor con esquema de tracción 4 x 4, al momento de calcular el patinaje y las fuerzas de tracción.

Es importante que, al momento de elegir un tractor, también se pueda elegir la fórmula de rodaje para los trabajos que se requieren en la finca o granja agrícola, pues pruebas realizadas por Romantchik-Kriuchkova *et al.* (2015), mostraron en diferentes tipos de índices en tareas de mecanización agrícolas con un mismo modelo de tractor agrícola con dos fórmulas de rodajes diferentes (4 x 4 y 4 x 2), como son patinaje o resbalamiento en las ruedas traseras, potencial de tracción, consumo horario de combustible y consumo específico, una gran superioridad en igualdad de condiciones en los tractores con fórmula 4 x 4, y en este caso en lo que fue más importante, en los valores mostrados en la productividad o capacidad de campo, por lo cual debe tenerse en cuenta por los propietarios y por el gobierno del estado en sus planes de venta de tractores y renovación del parque el que los tractores sean de la potencia adecuada en función de las áreas que los agricultores poseen y que estos tengan doble tracción para así de esta manera poder tener una mayor eficiencia en los trabajos realizados.

En esta zona analizada del valle de Toluca, se observa que el motor impulsor en la venta de tractores agrícolas tiene como líder en los municipios la marca John Deere y solo en Toluca y Metepec se encuentra por encima la marca Massey Ferguson. Es importante señalar que, en países productores de tractores, como es el caso de Alemania, la marca John Deere se comercializa por encima de tractores autóctonos, caso parecido lo tienen Bulgaria, Francia, todo esto hasta el año 2017, cuestión esta que no ocurre en países como Austria, Croacia, Dinamarca, etc., donde esta marca pasa a ser casi desapercibida, dando paso a tractores y máquinas agrícolas de producción europea.

Es interesante conocer a través de estos datos que no existen en esta región tractores que tienen una alta calidad y que en otros países han arrebatado el liderazgo a marcas tan prestigiosas como New Holland o la propia Massey Ferguson y en este caso es digno de mención la marca japonesa Kubota. Además, como se ha observado en los datos obtenidos, la compra de tractores en los últimos cinco años ha sido muy pequeña en esta zona analizada (<https://www.interempresas.net/agricola/articulos/210018-convulsion-en-los-mercados-europeos-de-tractores.html>).

Es necesario acotar que hasta el año 2017, la mayor parte de los países tuvieron un crecimiento en la compra de tractores y cosechadoras, pues en esta época, por ejemplo Noruega tuvo un incremento de 7.5%, Polonia de 21.2%, Portugal 13.8%, Argentina 22%, Estados Unidos de América 4.5% y en tractores de más de 100 h. p. sufrió una caída de 8.1%; sin embargo, en el valle de Toluca en los municipios que se analizan, la caída en la compra de tractores ha sido bastante ostensible cuando se observó en la (Figura 8), con la excepción de Almoloya de Juárez.

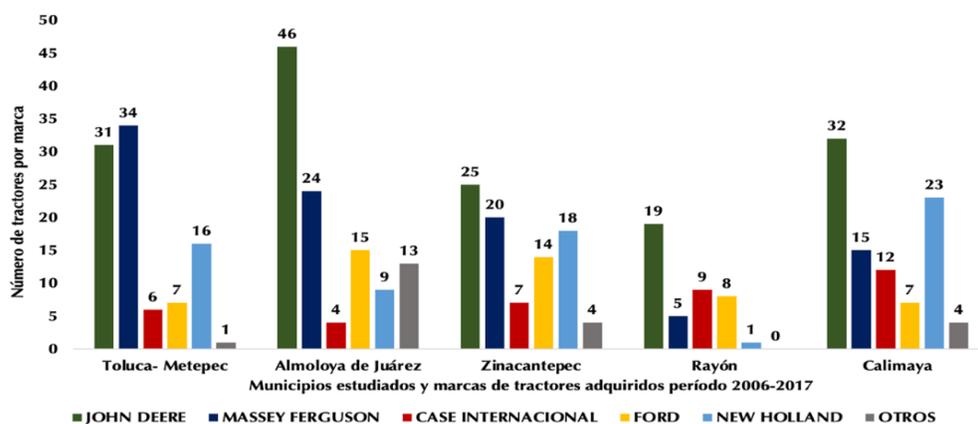


Figura 8. Marcas de tractores adquiridos (encuestas) período 2006-2017.

Conclusiones

El estudio realizado en estos seis municipios investigados del valle de Toluca arroja que la mayor cantidad de parque de tractores agrícolas es mayor de 15 años, lo cual supera lo óptimo para una vida útil que esté acorde con los alcances científicos y técnicos de una mecanización moderna. En la mayoría de los municipios analizados la cantidad de potencia por hectárea es de más de 2 hp ha⁻¹, suma bastante alta de acuerdo con los estándares actuales, los cuales exigen aproximadamente 1 hp ha⁻¹.

La relación implementos por tractor está por encima de 1, lo cual es alta, pero contrasta con la cantidad de horas utilizadas en labores agrícolas al año, lo cual muestra una no plena utilización de estas herramientas en el ciclo agrícola. La cantidad de tractores con esquema de tracción 4 x 4, es menor que los que poseen el esquema o fórmula de 4 x 2, siendo los primeros de mayor eficiencia en los trabajos agrícolas. En los últimos cinco años ha existido una baja bastante significativa en la compra de tractores en estos municipios.

Es interesante observar que existe una marca de tractor preponderante en la compra por parte de los propietarios y que los mismos no estén dotados de instrumentos (GPS) que coadyuven a una mayor optimización en las labores mecanizadas del campo.

Se recomienda al gobierno del Estado de México establecer un plan de renovación del parque de tractores que están envejecidos y que se promuevan máquinas y tractores de una potencia adecuada a la cantidad de superficie que tiene cada agricultor, pues tienen tractores con una potencia por encima de lo necesario, de acuerdo con la superficie que se tienen. Los índices fundamentales están por debajo de los recomendados por la FAO.

Literatura citada

- Aguilar-Barojas, S. 2005. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de la salud. Salud en Tabasco. Secretaría de Salud del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 11(1-2):333-338. ISSN: 1405-2091. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>.
- ASABE EP496.3. 2006. Agricultural machinery management. *In*: Asabe standards 2010. Am. Soc. Agric. Biol. Eng. 333-338 pp.
- Cadena, Z. M. 1997. Situación de la mecanización agrícola en México. *In*: maquinaria agrícola, antología. DGETA. 1^{ra}. Edición. México, DF. 185 p.
- Lara-Lopez, A. 2000. Trends and requirements of mechanization: the case of México. Proceedings of the 1st Latin-American meeting of the Club of Bologna. Fortaleza, Brasil. 20-31 pp.
- FAO. 2017. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO-FAOSTAT. <http://www.redagricola.com/mercado-maquinaria-agricola-cifras-evolucion/>.
- FAO-FAOSTAT- FAO. 2011. Dirección de estadística. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Rome, Italy. <http://faostat.fao.org/site/576/DesktopDefault.aspx?PageID=576#ancor>.
- FAO-FAOSTAT. 2017. <https://unstats.un.org/unsd/envstats/meetings/2017/documents/Session%201FAOEnvironment%20Statistics%20for%20evidence-based%20decision%20making.pdf>.

- Gutiérrez, F. R. 1990. Explotación del parque de máquinas y tractores. Universidad Autónoma de Nuevo León. http://sedagro.edomex.gob.mx/produccion_floricola.
- Iofinov, S. A. 1984. Explotación del parque de maquinaria y tractores. (Ed.). 'Kolos'. Moscú. 486 p.
- Johan, B. L.; Walter M. C.; Paul K. T. y David W. S. 1991. Tractores diseño y funcionamiento. Ed. Limusa. 1^{ra}. Edición. 1^{ra}. Reimpresión. México, DF. 432 p. ISBN: 968187036.
- Jróbstov, S. N. 1989 Explotación del parque de máquinas y tractores del ruso Luis Gómez I. 6^a Ed. MIR. Moscú. 100-105 pp.
- Karpenko, B. 1989. CelskojosiabennieMashino. Ed. Agropromisdat. 527 p.
- Larqué, S. B. S.; Cortéz, E. L.; Sánchez, H. M. A.; Ayala, G. A.V. y Sangerman-Jarquín, D. M. 2012. Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 4(8):825-837.
- Loor-Sácido, O. A.; Cevallos-Mera, R. X. y Shkiliova, L. 2019. Diagnóstico de la mecanización agrícola en cuatro comunidades de la provincia de Manabí, Ecuador. Rev. Cienc. Téc. Agropec. 28(1):4-8.
- Morelos, M. A.; Romantchik, K. E.; Gaytán, R. J. G. y Villaseñor, P. C. A. 2009. Fuerzas de tracción de las ruedas del tractor en los esquemas 4x2 y 4x4 al tomar una curva. Ing. Agríc. Biosis. 1(2):77-84.
- Negrete, J. C. 2006. Mecanización agrícola en México. Rev. Iberoamericana CTS. 1^{ra}. Edición. 127 p. ISBN: 9709500007.
- Negrete, J. C. 2011. Políticas de mecanización agrícola en México. Rev. Iberoamericana Ciencia, Tecnología y Sociedad. Artículo de Portafolio 22. ISBN: 1850-0013. www.revistacts.net.
- 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. Rev. Cien. Téc. Agric. 22(3):62-64.
- Ortiz-Cañavate, J. 2010. El sector de la maquinaria y mecanización agraria en España. http://oa.upm.es/8936/1/INVE_MEM.2010.83503.pdf. Archivo digital UPM.
- Palacios, R. M. I. y Ledesma, J. O. 2012. Los tractores agrícolas de México. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(4):812-824.
- Plan PIMA. 2014. Renovación de tractores. Normativa del Plan PIMA Tierra 2014: El Real Decreto 147/2014, de 7 de marzo. España. <https://www.interempresas.net/Agricola/Articulos/120422-Aprobado-el-Plan-PIMA>.
- Reina, J. L. C. 2004. Análisis del parque de tractores agrícolas en el Ecuador. Tesis para optar por el grado de Magíster en ingeniería agrícola. Universidad de Concepción, Chillán, Chile.
- 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(1):53-67.
- Slater, D. A. S. 2008. Evaluación técnica de la demanda y disponibilidad de tractores agrícolas en Chile. Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción. Tesis. Chillán, Chile.
- Soto, M. S. 1983. Introducción al estudio de la maquinaria agrícola. Ed. Trillas. DF, México. 144-156 pp.