

# Parque de tractores agrícolas en México: estimación y proyección de la demanda

## *Park of agricultural tractors in Mexico: estimate and projection of the demand*

Ing. Jaime Cuauhtémoc Negrete, Dr. Antonio Lilles Tavares Machado, Dr. Roberto Lilles Tavares Machado

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UAP, Querétaro, México.

<sup>II</sup> Departamento de Engenharia Rural (DER), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Brasil.

**RESUMEN.** Este trabajo tiene por objetivo analizar el parque de los tractores agrícolas en México, para presentar una visión del estado en que se encuentra este a los tomadores de decisiones, basado en datos nacionales e internacionales, pero para actualizar los datos sobre la tractorización en el país, se confronta un serio problema de falta de estos, teniendo que recurrir a elaborar estimaciones a partir de información incompleta y poco confiable. Por lo que al revisar la literatura al respecto se usa el modelo de análisis del parque de tractores según Reina y Slater, los cuales estiman la demanda de potencia de los tractores existentes y se le descuenta la potencia aportada por los animales de trabajo y los humanos empleados en la agricultura, así mismo se determina las horas necesarias de trabajo del tractor de acuerdo a la superficie de los principales cultivos y se obtiene el total de tractores necesarios menos la existencia actual y se divide entre las horas de uso anual con lo cual se determina el déficit de tractores. Finalmente el autor propone una alternativa para su incremento de acuerdo a las condiciones locales y la posible solución a dicha problemática. Las conclusiones del estudio sobre el parque de tractores en México son; La demanda de horas tractor al año es de 780 562 191, 5. El parque estimado para el 2011 es de 223 526. El déficit de tractores es de 557 036.

**Palabras clave:** tractor agrícola, México, mecanización agrícola, tecnología agrícola, tractorización.

**ABSTRACT.** This work has for objective to analyze the park of the agricultural tractors in Mexico, to present a vision of the current status to the drawers of decisions, based on national and international data, but to modernize the data on the tractorization in the country, a serious problem of lack of data is confronted, having to appeal to elaborate estimates starting from incomplete and not very reliable information. For that when revising the literature in this respect it is used the pattern of analysis of the park of tractors of Reina & Slater, which estimate the demand of power of the existent tractors and he is discounted the power contributed by the work animals and the humans employees in the agriculture, likewise it is determined the necessary hours of work of the tractor according to the surface of the main cultivations and the total of necessary tractors is obtained less the current existence and it is divided yearly among the hours of use with that which the current lack of tractors is determined. Finally the author proposes an alternative for his increment according to the local conditions and the possible solution to this problem. The conclusions of the study on the park of tractors in Mexico are; the demand of hour's tractor a year is of 780'562 191, 5. The park for the 2011 it is of 223 526. The lack of tractors it is of 557 036.

**Keywords:** agricultural tractor, Mexico, agricultural mechanization, agricultural technology, tractorization.

## INTRODUCCIÓN

Se entiende por tractores a los vehículos con motor esencialmente concebidos para tirar o empujar otros aparatos, vehículos o cargas. Los tractores agrícolas son vehículos autopropulsados destinados al accionamiento de los órganos de trabajo de las máquinas agrícolas.

De acuerdo con Machado *et al.* (2010), el tractor agrícola se define como una maquinaria que tiene fuente de potencia propia y medios de locomoción (ruedas/cadenas) utilizada,

principalmente, como sistema de tracción y transporte de otros equipos, con el fin de ejecutar las diversas operaciones dentro de la propiedad rural.

Por ello, como fundamento en la construcción y explotación de los tractores se debe tener en consideración que cada región agrícola, en función de las condiciones naturales y de las tecnologías de producción utilizadas, para cada operación agrícola se debe emplear un tractor determinado que, acoplado con los correspondientes implementos agrícolas, asegure el

mayor efecto técnico y económico, el mayor rendimiento, una alta calidad de los trabajos y el consumo mínimo de trabajo y de medios por unidad de producción obtenida.

El término tractor fue utilizado por primera vez en 1856, en Inglaterra como sinónimo de motor de tracción (TRACTion motOR). En 1890 fue empleada, en una patente norteamericana, para un motor a vapor montado sobre orugas. La primera aplicación del término a un tractor con motor de combustión interna se hizo en 1906 Mialhe (1980).

Como todas las máquinas agrícolas ha tenido una evolución y una adaptación gracias a la cual, hoy, son la máquinas más útiles en la agricultura sirviendo como índice que permite medir el grado de mecanización de la agricultura de los países.

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 ellas. La sobre mecanización causa un aumento de los costos fijos o de propiedad con la consiguiente menor rentabilidad, como asimismo de cesantía rural; por otro lado la falta de potencia y de máquinas ocasiona una pérdida en la oportunidad de ejecución de las faenas con reducción del área cultivada, disminución de los rendimientos y producción, con la consiguiente menor rentabilidad (Hetz y Esmay, 1986; Hunt, 1986; Jasmen, 1986) apud Slater (2008)

Es innegable el hecho de la falta total de datos en México, ya que el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) que es el encargado en recopilar y proporcionar información en el país, en lo que respecta a las estadísticas sobre maquinaria agrícola es vaga y poco útil, además de que no se cuenta con el apoyo de otras instituciones para mantener actualizado el inventario de dichos equipos, como sucede en otros países en Latinoamérica como Argentina y Brasil, en los cuales la Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinaria Agrícola y la Asociación Brasileña de Fabricantes de Maquinaria Agrícola y Equipos, cumplen esta función. En México la sección 113 de la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) que es la que aglutina a los fabricantes nacionales del ramo, parece no existir, o lo que es lo mismo existe pero no funciona, ya que debería mantener estadísticas sobre la fabricación de maquinaria agrícola, lo cual no hace. Esto no debe impedir el que se tomen acciones, para mejorar dicho parque, para que se actúe en consecuencia, por lo que son sugeridas medidas al respecto. Por ello en este trabajo se hará un análisis de la demanda desde el punto de vista de necesidades de horas totales de uso del tractor para los principales cultivos, también de la oferta de tractores agrícolas en México y se ofrece una alternativa para el incremento del parque de acuerdo a las condiciones del país.

El objetivo de este estudio es, por lo tanto, presentar una visión del estado del parque de tractores de México a los tomadores de decisiones, basado en datos nacionales e internacionales.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Para actualizar los datos sobre la tractorización en el país, se confronta un serio problema de falta de datos, teniendo que

recurrir a elaborar estimaciones a partir de informaciones incompletas y poco confiables, en el estudio de Evaluación Nacional del Programa de Mecanización de 1999 se hace un cálculo aproximado de la evolución del parque de maquinaria, a partir de estimaciones puntuales entre 1982 y 1995 con extrapolación al 2000.

Los datos significativos para esa estimación están contenidos en diversos estudios y diagnósticos, siendo los más relevantes;

1. - En 1982 se tenían en activo 157 964 tractores con una potencia de 4' 995 520 kW con un promedio de 31,32 kW/tractor (6 700 000 de hp con un promedio de 42 hp/tractor)
2. -El Programa de Desarrollo Rural Integral (PRONARI) estimo para 1988 una necesidad de 19 729 tractores de los cuales 14 572 eran para reposición y 5 157 para incrementar el parque.
3. -Según el VII Censo Nacional Agropecuario de 1991 se tenían en el país 177 000 tractores de los cuales 25 mil estaban fuera de servicio, no se indica el grado de deterioro de la maquinaria.
4. -La Secretaria de Agricultura, a través de la coordinación general de delegaciones estimo en 1995 un total de 190 200 tractores activos.

A partir de estos datos, en el estudio de Evaluación Nacional del Programa Mecanización de 1999 se preparó un posible escenario de evolución del parque, tomando en cuenta el número de tractores aportados por la alianza a través del programa mecanización y una estimación de venta de tractores fuera del programa de la alianza y un deshecho por obsolescencia por haber alcanzado una vida útil teórica de 15 años.

El análisis del escenario permite concluir que, a partir de una frontera agrícola con 24 millones de ha, con una superficie mecanizable de 18 600 000 de ha, se requerirían 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 el 60% de las necesidades de mecanización. (Negrete 2006)

Así mismo Aburto (1984) estimo para 1992 un parque de tractores de 161 052, originando para ese año un déficit de 43 778.

El número de tractores en el país fue estimado en 134 205 en 1992 con un promedio de potencia de 60 kW (80,47 hp), Lara-López (2000).

Zapata (1997), relata que si se considera la disponibilidad de 8 454 287, 5 kW (11 338 905 hp) del parque de tractores, las 16 892 228 ha mecanizables, y por otro lado, que la razón más adecuada de mecanización es de 0,75 kW/ha (1 hp/ha), se obtiene que existe un déficit de potencia de 4 140 557, 6 kW (5 553 323 hp), o sea, 79 333 unidades de tractores de 52, 19 kW (70 hp), así mismo relata que la industria tenía una capacidad para producir hasta 19 000 unidades al año, y agregándose 10 000 a las 9 000 que se producían, estimo que se cubriría en 8 años el déficit de 79 333 tractores.

Camarena-Aguilar apud Lara-Lopez (2000) estimó 200 000 tractores en 1998 con un promedio de potencia de 52,5 kW (70,4 hp)

Estimaciones de la industria indican que el parque de maquinaria agrícola en 2003 ascendió a 175 000 tractores, los que trabajan una superficie de 18 000 000 de ha según Negrete (2006)

En el VIII Censo Agrícola y Ganadero de 2007 se reporta que el país dispone de 238 248 tractores de los cuales el 95,5% se encontraban funcionando, que son usados en una superficie agrícola de 29 900 000 de ha, en la cual de un total de unidades de producción que utilizaron algún tipo de tracción fue de 3 755 000, de los cuales el 30,4% utilizo solo tracción mecánica, 17,1% solo animales de trabajo, mientras

que el 10,2% empleo tracción mecánica y animales de trabajo; resalta el número de unidades de producción que utilizaron herramientas manuales para las labores agrícolas que fue del 33,7% según INEGI (2007)

En 2008 de acuerdo con el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral (CIIDRI), en todo el país operan 324 000 tractores de todas las marcas (Flores *et al.*, 2008). Estos datos difieren notablemente con los del censo de 2007.

A seguir se presenta la Tabla 1 con estimaciones de la cantidad de tractores bajo varios autores.

**TABLA 1. Estimaciones de varios años y autores de la cantidad de tractores en México. Elaboración propia con datos de varias fuentes**

Año	Autor	Estimados	Estimados FAO	Déficit
1982	Evaluación Nac. Prog. Mec. 1999.	157 964		
1988	Programa de Desarrollo Rural Integral.			19 729 14 572 (reposición) 5 157 (incremento)
1991	VII Censo Nacional Agropecuario.	177 000	317 313	
1992	Aburto 1984.	161 052	312 408	43 778
1995	Secretaria de Agricultura.	190 200	297 692	
1997	Cadena.	152 261	287 882	
2000	Evaluación Nac. Prog. Mec. 2000.	217 360	273 166	360,000
2000	Lara-López.	134 205	273 166	
2000	Camarena Aguilar.	200 000	273 166	
2003	Industriales del ramo.	175 000	258 451	
2007	VIII Censo Nacional Agropecuario.	238 248	238 830	54% (obsoletos)
2008	CIIRI.	324 000		

Se puede visualizar la falta de consenso entre autores y la FAO en diferentes épocas sobre el parque de tractores en el país.

### Oferta de tractores en México

La oferta actual de tractores ensamblados en el país es de cuatro empresas así distribuidas;

1. -Industrias John Deere compuesta de tres plantas, una en Garza García, Nuevo León, México, dedicada la fabricación de implementos agrícolas entre los que se encuentran los roturadores, arados, rastras, sembradoras, picadoras de forraje, cultivadoras y desmenuzadoras. Otra en Santa Catarina, Nuevo León, México, la cual está enfocada a la fabricación de cucharones y componentes para equipo industrial y la Planta Saultillo, Coahuila, la única dedicada a la fabricación de tractores.
2. - CNH de México posee dos plantas en Querétaro, Qro. y Silao, Gto. Los productos fabricados por la compañía incluyen tractores de tracción sencilla y doble tracción con rangos de potencia de 50 a 120 hp principalmente, equipo forrajero, empacadoras, equipo de arado, segadoras y otros

productos de las marcas New Holland y Case IH.

3. - AGCO de México, S. de R. L. de C. V. fabrica tractores bajo la marca Massey Ferguson y Challenger. en una planta en Queretaro, Qro.
4. - La empresa McCormick Tractores de México, es una empresa de tractores, que comenzó sus actividades el 14 de mayo del 2003, en Silao, Gto. En esta planta se arman los tractores McCormick con 8 diferentes modelos que van desde los 29,83 kW hasta 171,51 kW (40 hasta los 230 hp).

### Oferta actual de tractores importados en el país

Existen, en México tractores importados que son ofertados por empresas como Valtra, Kubota, Belarus, etc.

A partir del 2006 se importan tractores de origen chino como la marca Fotón que tiene una planta de ensamble en Veracruz, la marca JINMA comercializada en México como Harvest King, y finalmente la marca YTO. Es importante mencionar que estas empresas asiáticas (las chinas ya mencionadas y la japonesa Kubota) ofertan tractores de potencia baja, lo que no hacen las otras empresas establecidas en el país (Negrete, 2011).

**TABLA 2. Importación, Exportación y consumo aparente en unidades de tractores de 1999 a 2009. Fuente: elaboración propia con datos de Faostat (2012)**

Año	Tractores importados	Tractores exportados	Consumo aparente de tractores
2009	7 536	5 372	2 754
2008	21 166	14 464	6 702
2007	11 181	8 859	2 322
2006	26 592	15 835	10 757
2005	14 089	5 511	8 578
2004	4 751	4160	591
2003	17 709	4 752	12 957
2002	9 049	3 053	5 996
2001	8 446	5 029	3 417
2000	7 017	4 001	3 016
1999	8 853	5 500	3 353

### Ventas de tractores en México

Las ventas de tractores también constituyen un indicador del comportamiento de la inversión en el sector agrícola. En los últimos trece años, las ventas anuales, en promedio, han caído de 9 532 a 3 552 unidades. Esta caída en ventas seguramente hubiera sido aún mayor si no se hubiera instrumentado el programa de “Mecanización” a partir de 1995 y como parte de la “Alianza para el Campo”, mediante el cual el gobierno federal ha otorgado un subsidio al productor equivalente al 20% del precio de lista de los tractores (los gobiernos estatales también otorgan un apoyo que varía de estado a estado) (Salcedo, 1999).

**TABLA 3. Ventas promedio anuales de tractores (número de tractores) Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, en Salcedo (1999)**

Años	1984-1988	1989-1994	1995-1997
Total	9 532	8 412	3 552
FTA	4 530	3 694	148
John Deere	3 069	3 473	2 723
Otros		1 184	132
	867	62	550

Siendo así que actualmente de acuerdo con el CIIDRI el mercado mexicano estaba muy estable y tenía ventas promedio de entre 10 000 y 11 000 tractores anuales, desde 1997 con un costo por tractor que fluctúa entre los 16 000.00 y 60 000.00 U.S.D. El mercado potencial en el año 2004 oscilo entre 15 000 y 18 000 unidades pero la venta fue de 11 000, lo que represento claramente un déficit sobre el total de la producción, actualmente las empresas dedicadas a la fabricación de tractores están produciendo por debajo de su capacidad 90-85% según Flores *et al.* (2008).

## MÉTODOS

### Fuentes de Información

Las fuentes de información para la obtención de datos fueron, principalmente, el VIII Censo Nacional Agropecuario realizado por el INEGI en 2007, y las estimaciones de la FAO,

disponibles hasta el 2007 del parque de tractores en el país.

Para la recolección de información se realizaron búsquedas en mecanización agrícola en el país en bases de datos impresas y en Internet de empresas importadoras y distribuidoras, revistas científicas, tesis profesionales, artículos periodísticos, etc.

### Identificación de los sistemas productivos y área cultivada

Para determinar los sistemas productivos y áreas cubiertas con los cultivos más importantes, se utilizó la información del VIII Censo Nacional Agropecuario (INEGI, 2007).

Como área total sembrada se consideró la superficie actualmente sembrada y plantada que incluye los cultivos anuales y permanentes.

### Demanda de horas tractor

Para estimar la demanda de horas tractor, se utilizaron los promedios de cultivos del tiempo operativo (h/ha) para la suma de cada una de las labores agrícolas mecanizadas, a través de estándares técnicos estimados por Reina (2004) y Slater (2008),

### Disponibilidad de potencia

Para estimar la disponibilidad de potencia, se consideró la potencia motriz, la humana y la animal, por ser todas importantes dentro del proceso productivo que involucra todas las labores agrícolas.

### Estimación de la potencia humana

Del total de la población de personas que viven en los sectores rurales, señaladas en el Censo de Población en la Agricultura en México del VIII Censo Agrícola y Ganadero realizado por el INEGI en 2007, se consideró sólo un porcentaje de las personas entre los 15 y los 60 años de edad, de la siguiente forma, entre 15 y 19 años el 20% de la población y entre 20 y 60 años el 40% de la población.

Para la estimación de la potencia humana se utilizó el equivalente de 0,075 kW para los hombres, propuesto por los autores Stout (1990), Pimentel (1980) y Fluck (1992), citados por Reina (2004) y Slater (2008)

### Estimación de la potencia animal

Para determinar la cantidad de animales utilizados en la tracción animal de cada una de las especies, se usó las cantidades encontradas por Cruz 1990.

Los equivalentes de potencia utilizados fueron los propuestos por Stout, (1990), citados por Reina (2004) y Slater (2008) que corresponden a 0,75 kW para caballos, 0,55 kW para bovinos, 0,45 kW para mulas y 0,25 kW para asnos.

### Estimación de la potencia motriz

Primero se estimó el parque de tractores actualizado y en seguida se multiplico por la potencia promedio en México que es de 52,19 kW (70 hp) por tractor según Cadena (1997).

Para estimar el parque de tractores en un momento dado, se usó la expresión de Muñoz (2011):

$$P_t^T = P_{t-1}^T + T_t^N - T_t^R \tag{1}$$

donde:

$P_t^T$  = Parque de tractores al momento t.

$P_{t-1}^T$  = Parque de tractores al momento t-1.

$T_t^N$  = Cantidad de tractores que se agregan al parque al momento t.

$T_t^R$  = Cantidad de tractores que salen del parque al momento t.

La cantidad de tractores que salen del parque se puede estimar conociendo la vida útil, promedio del tractor. Hetz *et al.* (1998), citado por Reyna (2004), señalaron un periodo de vida útil que oscila entre 9 y 15 años, según el tractor proceda de un determinado grupo de países. La vida útil de los tractores en México es de 7 años en promedio, de acuerdo a un estudio de la industria de Bienes de Capital (1986) apud Cadena (1997). Esta cifra coincide con los estimados por Collado (1986) y la Dirección de Ingeniería Agrícola de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), Cadena (1997).

Los tractores que se *agregan* al parque, requiere saber de las inscripciones anuales de tractores nuevos o de las unidades que se venden anualmente en el mercado. La dificultad para obtener *la cantidad de tractores que salen*-radica en que se obtendrán diferentes cifras finales, según sea la vida útil seleccionada, que puede ser de 500 horas de uso anual del tractor según Jasmén (1986) apud Slater (2008), 836 horas de uso anual del tractor según Reina (2004) y 1 000 horas de uso anual del tractor según Lara (2000) y Cadena (1997), en este estudio se consideraron el estimado de 1 000 horas, mientras que para su obtención se necesita de rigurosas estadísticas mantenidas por los registros de vehículos o de las entidades importadoras o de distribución comercial, lo que es algo muy difícil. Los datos de los censos agrarios ofrecen otra opción para superar las dificultades anteriores, puesto que representan las existencias reales de tractores. Por tanto, una opción es estimar la curva de crecimiento con base en los datos proporcionados por los censos agrarios según Muñoz (2011). Lo que fue realizado en este estudio para el período 1991 al 2007.

El total de tractores agrícolas de ruedas fue estimado por el autor para el 2011 a partir de los datos del último censo agropecuario del 2007, considerando la demanda aparente estimada a partir de la diferencia de las exportaciones menos las importaciones. Este dato usualmente se determina en costos totales (multiplicando el número de tractores por su costo) pero para el presente trabajo se consideró la demanda aparente en unidades, y también finalmente considerando la demanda estimada por expertos, así mismo se determinó la obsolescencia anual a partir de los datos de la FAO en que desde 1991 disminuye el parque de forma constante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Estimación de la cantidad de tractores que quedan obsoletos cada año

De la Tabla 4, a continuación se deriva dicha estimación;

**TABLA 4. Tractores en uso de 1961 a la fecha y disminución y aumento del parque de tractores. Elaboración propia con datos de FaoStat. (2012)**

Año	Tractores en uso	Aumento o disminución en el parque	Año	Tractores en uso	Aumento o disminución en el parque
1961	56 000	+4 000	1987	225 712	+24 288
1962	60 000	+4 000	1988	250 000	+22 900
1963	64 000	+4 000	1989	272 900	+27 100
1964	68 000	+4 000	1990	300 000	+17 313
1965	72 000	+4 000	1991	317 313	-4 905
1966	76 000	+5 500	1992	312 408	-4 905
1967	80 150	+3 750	1993	307 503	-4 906
1968	83 900	+3 500	1994	302 597	-4 905
1969	87 600	+3 754	1995	297 692	-4 905
1970	91 354	+1 446	1996	292 787	-4 905
1971	92 800	+1 500	1997	287 882	-4 905
1972	94 300	+1 400	1998	282 977	-4 905
1973	95 700	+1 500	1999	278 072	-4 906
1974	97 200	+1 500	2000	273 166	-4 905
1975	98 700	+1 400	2001	268 261	-4 905
1976	100 100	+1 511	2002	263 356	-4 905
1977	101 611	+6 648	2003	258 451	-4 905
1978	108 259	+5 741	2004	253 546	-4 906
1979	114 000	+1 057	2005	248 640	-4 905
1980	115 057	+28 021	2006	243 735	-4 905
1981	143 078	+3 005	2007	238 830	
1982	146 083	+6 236	2008		
1983	152 319	+2 681	2009		
1984	155 000	+23 571	2010		
1985	178 571	+23 570	2011		
1986	202 141	+23 571	2012		

Ya que muestra la disminución constante del parque de tractores a partir del máximo en 1991.

Desde 1962 la existencia de tractores tiene un crecimiento sostenido de 4000 tractores hasta 1967 que se incrementa el parque en varias cantidades, así hasta llegar a un máximo record en 1991 en que se incrementó en 17 313 respecto al parque existente en 1990, pero a partir de ahí los aportes de tractores no cubren ni las bajas por obsolescencia pues se ha disminuido el parque en una cifra constante de 4 905 tractores por año, por lo que se necesitan aportar más de esta cantidad para que el parque empiece a incrementarse, en lugar de disminuir, de lo contrario la agricultura mexicana se encontrara cada vez más comprometida. Esto puede ser mejor visualizado en la Figura 1 a continuación.

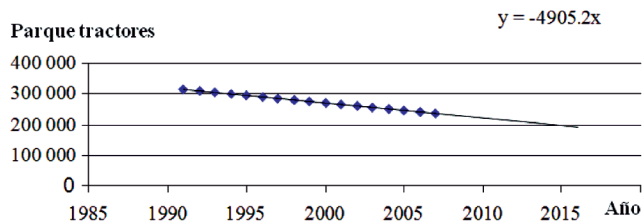


FIGURA 1. Existencias y tendencia lineal del parque de tractores de México 1991-2007. Elaboración propia, datos: FAO Stats (2012).

### Cálculo de los tractores obsoletos por año

A partir de la ecuación 1, se calculó el número de tractores obsoletos, de la siguiente manera;

- Tractores en el 2007=tractores 2006+tractores agregados-tractores obsoletos
- Los tractores agregados al año son aproximadamente 10 000, según Flores (2008).
- $238,830=243,735+10,000$ -tractores obsoletos cada año
- Tractores obsoletos =  $243\ 735+10\ 000-238\ 830$
- Tractores obsoletos =14 905.

### Estimación del parque de tractores para el 2011

Si se sigue la tendencia usada por los expertos de la FAO en que tiene una disminución constante de 4 905 tractores cada año considerando el intervalo de 1991 al 2007, no importando los tractores que se agreguen al parque tenemos que hay 233 925 en el 2008, 229 020 en el 2009, 224 115 en el 2010; 219 210 en el 2011, 214 305 en el 2012, 209 400 en el 2013, 204 495 en el 2014 y 199 590 en el 2015 (Figura 1).

En la Figura 1 se puede observar que si se sigue con la misma tendencia es para el 2015 cuando habrán disminuido en 100 000 tractores aproximadamente el parque en el país, ya que existirán tan solo 199 590 unidades.

Pero si consideramos otros parámetros como la demanda o el consumo aparente tendremos lo siguiente:

- Estimación de la cantidad de tractores a partir del 2007, en que se contaba con 238 248 tractores de los cuales el 95,5% se encontraban funcionando lo que da un total de 227 526 tractores por lo que se le suma a cada año la demanda según Jiménez apud Suárez (2011) y se le resta el promedio de tractores que quedan obsoletos cada año que es de aproximadamente 15 000.

TABLA 5. Estimación de la cantidad de tractores en uso. Elaboración propia datos del Censo Nacional Agropecuario en el 2007 según demanda y según consumo aparente

Año	Total censo	Demanda según Jiménez apud Suárez	Consumo aparente	Obsolescencia	Estimados según demanda	Estimados según consumo
2007	227 526					
2008		+11 000	6 702	-15 000	223 526	218 590
2009		+19 000	2 754	-15 000	227 526	206 344
2010		+10 000		-15 000	222 526	201 344
2011		+14 000		-15 000	223 526	200 344

Pero es más real tomar los consumos aparentes de tractores que se obtienen de restar las importaciones de las exportaciones se obtiene para el 2009, 2 754 tractores y para el 2008 6 702 tractores.

Como están en operación el 95% o sea 226 888 tractores más 6 702 tractores de consumo aparente menos los 15 000 de obsolescencia quedan en el 2008 218 590.

Para el 2009 se tienen 218 590 más el consumo aparente de 2 754 menos los 15 000 de obsolescencia quedan 206 344, para los años que no se tienen datos de consumo aparente se consideran la demanda estimada.

Se tienen así tres posibles cantidades de existencia para el 2011

Según la tendencia FAO 219 210.

Según demanda 223 526.

Según el consumo 200 344.

Para el presente estudio se considera la cantidad de 223 526 tractores.

### Cálculo potencia motriz humana

Considerando que México cuenta con 4 067 618 productores agropecuarios de los cuales 84% son hombres. En la Tabla 6

se encuentran los cálculos de la potencia motriz humana por edades.

TABLA 6. Cálculo potencia motriz humana. Elaboración propia. Datos INEGI 2007. Factores estimados para la conversión en Reina (2004)

Edad	Cantidad	Porcentaje	Factor	Total, kW
14 a 19	17 633	0,4%	0,068	1 199 044
20 a 29	263 921	6,4%	0,075	19 794 075
30 a 39	663 097	16,3%	0,075	49 732 275
40 a 49	852 407	20,9%	0,075	63 930,52
50 a 59	889 278	21,8%	0,075	66 695,85
Total				201 351,77

### Potencia motriz animales

Se consideró las existencias en 1990 de animales usados para el trabajo agrícola, en la Tabla 7 se muestra el cálculo de la potencia animal, según existencias INEGI 1994 adaptado de Cruz (2001), así mismo Ortiz (2007) considera los mismos datos. Los coeficientes son los recomendados por Stout (1990) citado por Reina (2004).

**TABLA 7. Cálculo potencia Animal. Elaboración propia datos fuente INEGI 1994. Factores estimados para la conversión en Reina (2004)**

Especie	Existencia	Factor	Total, kW
Bovinos	623 794	0,56	349 324,64
Equinos	865 853	0,75	649 389,75
Mular	749 009	0,52	389 484,68
Asnar	1 527 118	0,26	397 050,68
Total	3 765 774	Total	178 5249,70

**Potencia motriz tractores**

Los tractores estimados para el 2011 considerando los aportes de tractores al parque y las bajas por obsolescencia estimado nos dan 223 526 con una potencia promedio de 52,19 kW arroja 11'665 821, 94 kW

**Potencia total**

Potencia humana 201 351,77 kW (1,6%)  
 Potencia animal 1 785 249,7 kW (13,0%)

Potencia mecánica 11 665 821,94 kW (85,4%)  
 Total 13 652 421 kW (100%)

**Principales cultivos en México**

La superficie de labor en México es de 31 200 000 de ha, donde 29 900 000 son agrícolas, 1 300 000 son de pastos naturales, agostadero y se sembraron alguna vez en 5 años.

Existen 5 500 000 de unidades de producción y la superficie agrícola en 2007 era de 30 200 000 de ha de las cuales son 13 900 000 ha de cultivos anuales, 8 800 000 ha de cultivos perennes, donde 7 500 000 de ha no fueron sembradas.

En la Tabla 8 se muestran las horas de trabajo por ha para algunos cultivos según Reina (2004) y Slater (2008), así mismo Collado (1986) apud Cadena (1997) afirma 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. Para el presente estudio se usó los datos de Reina (2004) y Slater (2008).

**TABLA 8. Horas tractor por hectárea de varios cultivos según Reina (2004) y Slater (2008)**

Cultivo	Horas de trabajo de tractor, h/ha	Cultivo	Horas de trabajo de tractor, h/ha
Maíz	11,5	Durazno y olivo	43,0
Frijol	11,0	Arándano y frambueso	20,0
Sorgo	10,0	Naranja	3,0
Tomate	28,1	Aguacate	5,4
Remolacha	24,1	Almendro	16,0
Triticale	9,1	Café	3,0
Trigo cero labranza	7,3	Caña	3,5

En la Tabla 9 se encuentran los resultados del cálculo de las horas necesarias de uso de tractor para la superficie de los cultivos anuales y perennes en México según el VIII Censo Nacional Agropecuario.

**TABLA 9. Horas necesarias de tractor de cultivos anuales y perennes. Elaboración propia con datos del VIII Censo Nacional Agropecuario 2007**

Cultivo anual	Superficie, ha	Horas tractor	Total, h	Cultivo perenne	Superficie, ha	Horas tractor	Total, h
Maíz	7 300 000	11,5	839 500	Café	718	3,0	2 154
Frijol	1 500 000	11,0	16 500	Caña	633,7	3,5	2 217,95
Sorgo	1 100 000	10,0	11 000	Naranja	359,1	3,0	1 077,3
Otros	2 000 000	10,0	20 000	Aguacate	121	5,4	653,4
				Otros	6 968 200	3,0	20 904,6
		Total	887 000 000			Total	27 007 250

Suma horas de uso tractor cultivos anuales 887 000 000 más horas de uso tractor cultivos perennes 27 007 250, da un total de 914 007 250 h.

**Cálculo de la demanda de tractores**

Al total de horas de uso de tractor 914'007 250 se le resta el 14,6% que es 133 445 058,5 de aporte de energía humana y animal con lo que se obtuvo la cantidad de horas de uso de tractor de 780 562 19,5 y a continuación para obtener la demanda en unidades de tractores se dividió entre 1 000 horas de uso anual del tractor según Lara (2000) y Cadena (1997) de lo que

resultó la cantidad de 780 562 tractores.

**Cálculo del déficit de tractores**

A la demanda según las horas tractor necesario de cultivos anuales y perennes de 780 562 tractores se le resta los tractores estimados para el 2011 que son 223 526 con lo que se obtuvo el déficit de 557 036 tractores.

Para cubrirlo en un sexenio hay que agregar 92 839 tractores por año más 15 000 tractores que se vuelven obsoletos por año con lo que se obtuvo un total de 107 839 tractores anuales.

Debido a que el déficit de tractores estimado es demasiado alto y es del orden de alrededor de 110 000 tractores anuales, se proponen las siguientes alternativas:

1.-En el país existen vehículos destinados a la actividad agropecuaria según el censo nacional agropecuario hay 650 153 unidades de producción que cuentan con 797 455 vehículos de los cuales el 95,4% están en condiciones de funcionamiento lo que trae como promedio de 1,23 vehículos por unidad de producción.

Estos vehículos son generalmente camionetas pick-up o vehículos tipo jeep todo terreno las cuales tiene generalmente doble tracción, por lo cual pueden ser usadas para traccionar implementos en labores agrícolas con los adecuados sistemas de enganche de estos. Existen patentes de sistemas de enganches para camionetas pick-up y vehículos jeep todo terreno (Negrete, 2009).

Dicha patentes son:

- Patentes sistemas de enganche camionetas pick-up;
- Patente U. S. 6148928;
- Patente U. S. 5423394;
- Patente U. S. 5346018;
- Patente U. S. 4940096;
- Patentes sistema de enganche vehículos todo terreno tipo jeep;
- Patente U. S. 3078930.

Al Fomentar y divulgar el uso adecuado de estos sistemas se aliviaría la gran necesidad de potencia para las labores agrícolas sin el gran desembolso que es el aporte de 571,660 tractores para cubrir el déficit en el país, pues están disponibles 797,455 vehículos por el 95.4% de disponibilidad según (INEGI, 2007) se tienen 760,772 vehículos que con un sistema de enganche para implementos, exceden la cantidad de unidades de tractores que se necesitan que son 557,036.

Siendo así que las siguientes medidas serían las que mejorarían el parque de tractores en México

1. -Incremento del parque de tractores en alrededor de 20,000 unidades anuales pues solo las que quedan obsoletas son 15 000 para que así haya un incremento real ya que la tendencia ha ta ahora es la disminución constante de este, proyectándose una cantidad menor a los 200 000 tractores para el 2015.
2. -Introducción de motocultores y microtractores adecuados al tamaño de propiedad agrícola, para incrementar la productividad de estas, sería ideal que los vehículos usados fueran de diseño y producción nacional, aunque en principio se iniciara con unidades de importación.
3. -Incentivos para la manufactura de tractores y motocultores de tecnología nacional, pues esto abarataría las inversiones para incrementar el parque de tractores y desarrollaría la industria de bienes de capital.
4. -Incentivos para la introducción y manufactura de sistemas de enganche de implementos a vehículos tipo pick-up.

## CONCLUSIONES

- Del estudio sobre el parque de tractores en México se concluye: los tractores obsoletos por año son 14 905. La demanda de horas tractor al año es de 780 562 191,5. Entonces considerando un uso anual de
- 1 000 horas la demanda de tractores es de 780 562. El parque estimado para el 2011 es de 223 526. Siendo así entonces que el déficit de tractores es de 557 036 unidades.
- El parque actual tiende a disminuir en 4 905 tractores al año, a pesar de los aportes, de continuar así para el año 2015 habrá disminuido en 100 000 tractores por lo que hay que tomar medidas urgentes al respecto.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Ing. M.Sc. José Lizardo Reina Castro, por resolver las dudas del autor y la revisión del borrador de este trabajo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABURTO, I. S.: *Análisis de mercado y perspectivas de los tractores agrícolas en México. Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Economía)*, Facultad de Economía, UNAM, México, D. F., 1984.
2. AGUIRRE, A.: *Repercusiones económicas de la fabricación de tractores e implementos agrícolas en México, Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Economía)*, Escuela Nacional de Economía, UNAM, México D. F., 1969.
3. AYALA, G. A.V.: *La Certificación de Implementos y Maquinaria Agrícola en México. Normalización y Calidad*”, Folleto Técnico n° 41, INIFAP, Chapingo, México, noviembre, [en línea] 2010, Disponible en:
4. [www.inifap.gob.mx/ocima/folleto%20ocima.pdf](http://www.inifap.gob.mx/ocima/folleto%20ocima.pdf) [Consulta: septiembre 13 2012].
5. AYALA, G. A.V. y R. SCHWENTESIUS: “El mercado de tractores en México, Situación y perspectivas”, *Agro revista industrial del campo n° 71*, año 11, octubre-noviembre, [en línea] 2011, Disponible en: [www.3wmexico.com/s/Agro/](http://www.3wmexico.com/s/Agro/) [Consulta: octubre 14 2011].
6. CADENA, Z. M.: *Situación de la mecanización agrícola en México*, 185pp., En: *Maquinaria Agrícola, Antología*, DGETA, México, 1997
7. CRUZ, L. A. y M. SALDAÑA: *La tradición tecnológica de la tracción animal*, 202pp., Ed. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México, 2001.
8. FAO: *FAO Statistical Databases & Data-sets.*, [en línea] 2007, Disponible en: <http://www.faostat.org/> [Consulta: febrero 02 2012].



9. FLORES, F. y R. SCHWENTESIUS: *Mecanización del agro en México*, *Agro revista industrial del campo* No. 54 año 8 revista bimestral dic. 08-enero 09, [en línea] 2009, Disponible en: <http://3wmexico.com/2000agro/revpdf/agro54.pdf> [Consulta: febrero 02 2011].
10. GALLARDO, J. S.F.: *Tractor Agrícola y el Mercado Nacional. Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Economía)*, Facultad de Economía, UNAM, México, D. F., 1977.
11. INEGI: *Revista del VIII Censo Agrícola y Ganadero*, [en línea] Disponible en: [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx) [Consulta: febrero 02 2011].
12. LARA, L. A.: Trends and Requirements of Mechanization: The case of México. In: **1<sup>o</sup>. Latin-American Meeting of the Club of Bologna**, Fortaleza, Brazil, J 20-31, 2000.
13. LÓPEZ, R. M. y E. HETZ: “Uso anual que justifica económicamente la propiedad de algunas máquinas agrícolas de alto precio”, *Agro Sur*, 26(2): 44-52, julio, 1998.
14. MACHADO, A. L.T., V. DOS REIS y R. LILES TAVARES: *Tractores para agricultura familiar guía de referencia*, 124pp., Pelotas, R. S. Brasil: Ed. Universitaria UFPEL, Brasil, 2010.
15. MONTERO, M.: *El Universal CNC anuncia compra de 25 mil tractores chinos*, [en línea] Disponible en: <http://www.eluniversal.com.mx/index.html> [Consulta: julio 05 2007].
16. MIALHE, L. G. *Máquinas Agrícolas Ensaio & Certificação*. 722pp., Piracicaba, S.P. Brasil, Ed. Fundação de Estudos Agrários Luis de Quiroz, S.P. Brasil, 1996.
17. MUÑOZ, R. M., L. LLANOS y D. SÁES: “Relación entre el Parque de Tractores Agrícolas y el Patrón de Difusión y Adopción mediante un Modelo Logístico”, *Información Tecnológica*, 22(6), 121-128, 2011.
18. NEGRETE, C. J.: *Mecanización Agrícola en México*. 123pp., Ed. propia, México, D. F., 2006.
19. NEGRETE, C. J.: *Máquinas de Transporte y Tracción en la Agricultura*, 260pp., Ed. propia, México D. F. 2009.
20. NEGRETE, C. J.: *Farm Tractor in Mexico, Manufacturing and Design*, 103pp., Ed. Imagen y color, México D. F., 2011.
21. NEGRETE, C. J., A. LILES TAVARES y R. LILES TAVARES: “Diseño de tractores agrícolas en México”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1): 19-25, 2012.
22. NEGRETE, C. J.: “Políticas de mecanización Agrícola en México”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad–CTS* ISSN: 18500013, [en línea] Disponible en: [http://www.revistacts.net/files/Portafolio/Negrete\\_EDITADO.pdf](http://www.revistacts.net/files/Portafolio/Negrete_EDITADO.pdf) [Consulta: febrero 12 2012].
23. ORTIZ, L. H. & D. ROSSEL: “Current Status of Animal Traction in Mexico”, *Agricultural Mechanization in Asia, Africa, and Latin America*, 38(1): 2007. [http://imagenagropecuaria.com/2011/rebasan\\_54\\_de\\_tractores\\_en\\_mexico\\_su\\_vida\\_util](http://imagenagropecuaria.com/2011/rebasan_54_de_tractores_en_mexico_su_vida_util) [Consulta: febrero 12 2012].
24. REINA, J. L. C.: *Análisis del parque de tractores agrícolas en el Ecuador*, **Tesis (en opción al título de Master en Ingeniería Agrícola)**, Universidad de Concepción, Chillán, Chile, 2004.
25. SALCEDO, S.: *Impactos diferenciados de las reformas sobre el agro mexicano: productos, regiones y agentes*, Red de Desarrollo Agropecuario Unidad de Desarrollo Agrícola División de Desarrollo Productivo y Empresarial CEPAL, Naciones Unidas. Santiago de Chile, 1999.
26. SUÁREZ, L. G.: *Impacta clima y crisis económica mercado de tractores en México*, [en línea] Disponible en: <http://imagenagropecuaria.com/2011/impacta-clima-y-crisis-economica-mercado-de-tractores-en-mexico/> [Consulta: febrero 12 2012].
27. SOTO, S. M.: *Introducción al Estudio de la Maquinaria Agrícola*, 259pp., Ed. Trillas, México, 1983.
28. SLATER, D. A. S.: *Evaluación Técnica de la Demanda y Disponibilidad de Tractores Agrícolas en Chile* **Tesis (en opción al título de Ingeniero Civil)**, Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción, Chillán, Chile, 2008.

**Recibido:** 26 de febrero de 2012.

**Aprobado:** 14 de junio de 2013

Jaime Cuauhtémoc Negrete, Investigador, Ingeniero Agrónomo en Maquinaria Agrícola por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Coah, Maestrando en Planeación y Sistemas en el Centro de Investigaciones y Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UAP, Viena 216 Col. Los Sauces, Querétaro, Qro., México, C. P. 76114, Correo electrónico: [temoneg@gmail.com](mailto:temoneg@gmail.com)

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.