

REVISIÓN

# Diseño de tractores agrícolas en México

## *Design of agricultural tractors in Mexico*

Jaime Cuauhtémoc Negrete<sup>1</sup> Antonio Liles Tavares Machado<sup>2</sup> y Roberto Liles Tavares Machado<sup>3</sup>

**RESUMEN.** Este trabajo tiene por objetivo describir los antecedentes de diseño de los tractores agrícolas en México, ya que según varios autores es necesario que los países en desarrollo cuenten con fuentes de potencia agrícola adecuadas a la situación de su agricultura, razón por el cual es necesaria la revisión de literatura presente para que a partir de esta se pueda partir para un diseño de tractor que tenga en cuenta las características necesarias de potencia, facilidad de manejo y mantenimiento, precio accesible, durabilidad, entre otras características las cuales deben ser de acuerdo a las necesidades del agricultor en lo que respecta a sus propiedades promedio y sistemas de producción agrícola en el país.

**Palabras clave:** mecanización, agrícola, diseño y fabricación, importación, exportación.

**ABSTRACT.** This work has for objective to describe the antecedents of design of the agricultural tractors in Mexico, since according to several authors it is necessary that the countries in development have appropriate sources of agricultural power to the situation of its agriculture, reason for which is necessary the review of present literature so that starting from this one can design of a tractor considering the necessary characteristics of power, handling easiness and maintenance, affordable price, durability, among other characteristics which should be according to the farmer's necessities in what concerns to their average properties and their systems of agricultural production in the country.

**Keywords:** Agricultural, Mechanization, design, production, import, exportation.

## INTRODUCCIÓN

En México el 34% de la población se dedica a tareas agrícolas, con superficies de tierra muy pequeñas como se puede ver en Figura 1. El hecho de que el 85% de los campesinos no tengan más de 5 ha de terreno cultivable, y que de entre ellos, el 90% no llegue a las 3 ha indica claramente su gran necesidad de maquinaria ligera (Instituto Valenciano de la Exportación, 2006).

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.

Se puede decir que el tractor agrícola es una máquina dotada de fuente de potencia y medios de locomoción propios (rue-

das/orugas), utilizada principalmente, como sistema de tracción y transporte de otros equipamientos, para la realización de las más distintas operaciones en la propiedad rural (Machado *et al.* 2010).

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).

Fernández *et al.* (2002), afirma que el factor capital se encuentra muy distante de las necesidades de la familia y se manifiesta en la escasez de equipos agrícolas e infraestructura.

Lo anterior debería replantear las políticas públicas a promover en el país, las cuales deberían fomentar la investigación, docencia y desarrollo de maquinaria agrícola congruente al ta-

**Recibido** 25/09/10, aprobado 10/12/11, trabajo 03/12, revisión.

<sup>1</sup> Investigador Independiente en Mecanización y Máquinas Agrícolas, Ingeniero Agrónomo en Maquinaria Agrícola por la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Coah. México, Especialista en Gerenciamiento y Uso de Máquinas Agrícolas por la Facultad de Agronomía "Eliseu Maciel" de la UFPeL, R.S .Brasil, Viena 216 col. los sauces, Querétaro, aro. México. C.P. 76114 E-✉: [temoneg@gmail.com](mailto:temoneg@gmail.com)

<sup>2</sup> Machado, Professor, Doutor, Setor de Máquinas Agrícolas (SMA), Departamento de Engenharia Rural (DER), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM).

<sup>3</sup> Professor, Doutor, Setor de Máquinas Agrícolas (SMA), Departamento de Engenharia Rural (DER), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM).

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.

maño promedio de las propiedades agrícolas en el país. (Negrete, 2006). O un programa de incentivo a la mecanización semejante al de Brasil llamado PRONAF (Programa de fortalecimiento de la agricultura familiar), que provee crédito para la adquisición de maquinaria agrícola con bajísimas tasas de interés, a los agricultores llamados “familiares”, los cuales son pequeños productores rurales. Conceptos de “agricultura familiar” en Brasil se encuentran en Machado (2010).

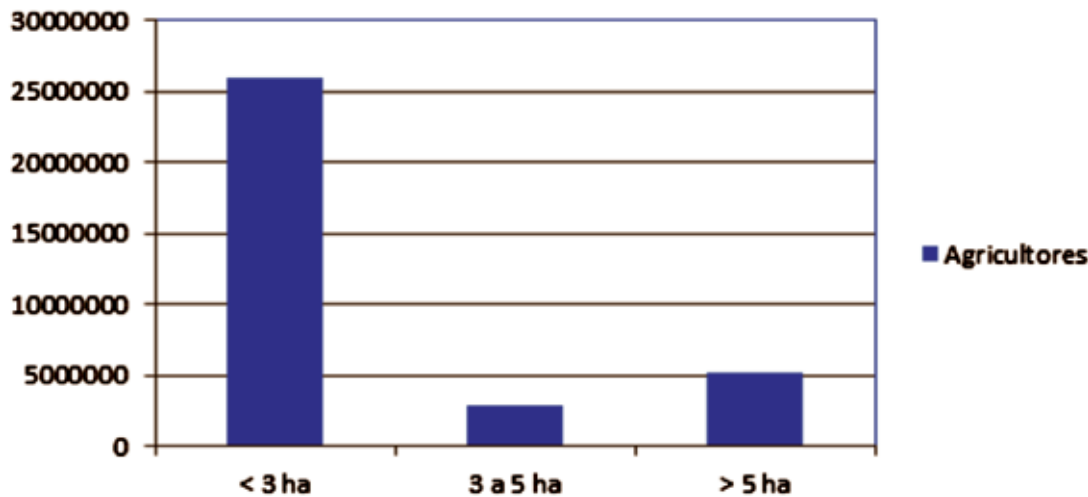


FIGURA 1. Tamaño de las fincas de los campesinos en México con datos del Instituto Valenciano de la Exportación, (2006).

Por ello en este trabajo primeramente se resalta la necesidad de un tractor de diseño nacional, después se describe la oferta actual de tractores, siguiendo con la demanda de los mismos y finalmente describiremos los diseños del tractor agrícola que en México se han realizado de potencia baja acordes a las necesidades de los pequeños agricultores, los cuales no están en posibilidad de adquirir un tractor diseñado para ser rentable en propiedades de mayor tamaño al promedio del país. Los diseños se han llevado a cabo en instituciones educativas resaltando la Universidad Nacional Autónoma de México con varios.

## DESARROLLO DEL TEMA

### Necesidad de un tractor de diseño nacional

En esta época de explosión demográfica y de urgente necesidad de más alimentos, la cantidad de energía apropiada y los tipos de fuentes de energía necesaria para producir alimentos de manera apropiada son tópicos de mucha actualidad. En el hemisferio occidental la reacción a esta problemática ha sido un aumento en el tamaño de los tractores. En algunas naciones en desarrollo el tamaño óptimo y definitivo aún no ha sido determinado, por lo tanto, es responsabilidad prioritaria de los ingenieros desarrollar nuevos y mejores tractores para satisfacer las necesidades de la manera más económica posible (Rodríguez, 2005).

El incremento de tractores e implementos agrícolas, que respondan a las condiciones de cada región y con una adecuada administración, selección y aplicación de conocimientos técnicos y científicos, podrían constituir un factor preponderante para impulsar la mecanización de la agricultura, pensando en la reducción del esfuerzo del hombre y la conservación de los recursos naturales (Reina 2009).

Se ha notado que la adquisición de un tractor que ayude a

las jornadas de trabajo en las tierras de cultivo, es penosamente escasa, ya que el importe de una máquina/herramienta como esta es bastante elevada, considerando las condiciones en la que se encuentra el sector agrícola en México actualmente (Gutiérrez 2009).

Según Lara (2000), los tractores disponibles en México son demasiado caros para los agricultores individuales del sector de subsistencia de la agricultura de México. Sin embargo hay dos alternativas para el problema de proveer a esos agricultores con una fuente de potencia económica. Una de esas alternativas es el desarrollo de un tractor que sea apropiado no solo al tamaño de propiedad agrícola sino también para el nivel tecnológico prevaleciente en el sector (habilidades de reparación, operación y disponibilidad de componentes).

El tener un tractor de diseño nacional podría satisfacer básicamente dos necesidades actuales del país

- 1.- La necesidad del sector agrícola de pequeños productores, los cuales puedan adquirir un tractor que pueda tener un fácil mantenimiento para usar en terrenos de no más de 3 ha.
- 2.- La necesidad de maquinaria con tecnología nacional para impulsar el desarrollo de empresas mexicanas dedicadas al sector.

### Antecedentes de la oferta de tractores de baja potencia

Debido a la importancia que adquiriría la importación de tractores agrícolas hasta 1965, el Gobierno Federal desarrolló una política cuya finalidad era la integración nacional de los productos que se importaban básicamente para la industria automotriz y que podían producir partes para tractores agrícolas. Las cuatro marcas que presentaron programas de fabricación y que satisfacían los requisitos fijados por la Secretaría de Industria y Comercio fueron; en 1966 International Harvester y John

Deere, en 1967 se incorporaron Massey Ferguson y Siderúrgica Nacional S.A. (Gallardo, 1977).

Siderúrgica Nacional S.A. Maquilando el tractor Ford y el tractor de origen soviético T-25 Vladimir, que contaba con un motor diesel de potencia 23,1 kW (31 hp), del cual produjo más de 17 000 pequeños tractores entre 1970 y 1989 (Aburto 1984).

Elvira (1985), en un estudio concluyo que este tractor excedía las necesidades de potencia para el promedio de propiedades en los valles centrales de Oaxaca, México.

Así mismo fueron autorizados otros programas de fabricación como el de la empresa denominada David Mexicana S.A. que utilizaría una patente inglesa para producir el tractor David modelo 12V con potencia de 12 hp (8,94 kW) y pretendía producir 804 tractores anuales y el de la B.M.C. correspondiente a la firma inglesa Brithis Motor Co. Con el fin de realizar la fabricación de un tractor pequeño, modelo 425 con potencia de 25 hp (18,64 kW) pretendiendo fabricar 1 000 tractores anuales (Aguirre 1969), solo que estos programas fueron bloqueados y nunca se inicio su fabricación en el país para que Siderúrgica Nacional S.A. pudiera comercializar el tractor ruso T-25 Vladimir marca Belarus 250 que se estaba armando bajo el nombre de tractor SIDENA.

Cuando se pudo haber iniciado la fabricación del tractor UNAM (Negrete 2006), o la de otros modelos que se habían autorizado inicialmente como el David 12 V o el BMC 425 que cubrían la gama de tractores pequeños, muy necesarios para el país dada la cantidad de pequeños agricultores que no podían adquirir un modelo de mayor tamaño y potencia. También se suspendió la fabricación del tractor John Deere 1020 de 39 hp (29 kW) de potencia en 1975, además de que solo se fabricaron en el país 509 tractores entre 1973 y 1975 (Aburto 1984). Hecho además que es de una enorme trascendencia pues en el país el porcentaje de parcelas pequeñas es tal que se debió de dar prioridad a los tractores de potencia baja como los mencionados anteriormente. Así mismo tampoco se apoyo a la empresa fabricante de motocicletas ISLO de Saltillo, Coahuila. Cuando hizo un estudio sobre la posibilidad de fabricar tractores de baja potencia (Díaz 1976).

La trascendencia del sector de maquinaria agrícola en México reside en la importancia estratégica de la modernización del campo, un área que presenta grandes desigualdades por las condiciones de los terrenos de cultivo y la dificultad de los campesinos para la adquisición de equipos, cabe destacar que la producción local de maquinaria competitiva es escasa a pesar de la implantación de grandes ensambladoras (Instituto Valenciano de la Exportación, 2006).

### Oferta actual de tractores

En la actualidad 4 empresas ofertan tractores en el país con plantas distribuidas así;

1.- John Deere compuesta de tres plantas, una en Garza García, Nuevo León, dedicada la fabricación de implementos agrícolas entre los que se encuentran los roturadores, arados, rastras, eembradoras, picadoras de forraje, cultivadoras y desmenuzadoras.

Otra en Santa Catarina, Nuevo León, la cual está enfocada a la fabricación de cucharones y componentes para equipo industrial y solo la Planta Saltillo, Coahuila dedicada a la fabricación de tractores.

2.- CNH de México es la empresa encargada de fabricar y comercializar las marcas de tractores y maquinaria agrícola Case y New Holland, con plantas en Queretaro, Qro. y Silao, Gto. De acuerdo a lo anterior en el año 2004 CNH Global N.V. es el sucesor de New Holland N.V, bajo un nuevo esquema de operación la sociedad toma el nombre de CNH de México S.A de C.V.

3.- AGCO de México, S. de R.L. de C.V. e inicia operaciones inmediatamente con la marca Massey Ferguson y posteriormente se incorporan las operaciones para Challenger. En México, durante 1996 AGCO Corp. adquiere las instalaciones ubicadas en Queretaro para reanudar la producción de tractores agrícolas.

4.- McCORMICK Tractores de México S. de R.L. de C.V. es una empresa de tractores, que comenzó sus actividades el 14 de mayo del 2003, está ubicada en Silao, Gto. En esta planta se arman los tractores McCormick con 8 diferentes modelos que van desde los 40 hp (29,8 kW) hasta los 230 hp (171,5 kW).

En 2008 de acuerdo con el centro de investigaciones interdisciplinarias para el desarrollo rural integral CIIDRI el mercado mexicano es muy estable y reporta ventas promedio de entre 10 000 y 11 000 tractores anuales desde 1997 con un costo por tractor que fluctúa entre los 16 000 y 60 000 dólares. 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% (Jiménez *et al.*, 2008).

### Demanda de tractores en México

Para actualizar los datos sobre la tractorización en el país, se confronta un serio problema de falta de 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 6 700 000 hp con un promedio de 42 hp/tractor (31,1 kW).
- 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 25 000 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.

El análisis del escenario permite concluir que a partir de una frontera agrícola con 24 000 000 ha, con una superficie mecanizable de 18 600 000 ha, se requerirían del orden de 360 000 tractores, con potencias de 50 a 60 hp (37,2 a 44,7 kW) si las su-

posiciones 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. Otro indicador resultante del análisis del escenario es la composición porcentual del equipo que queda obsoleto con relación al total de tractores adquiridos, este indicador sugiere que la mayor parte de los tractores que anualmente se incorporan al parque de maquinaria están destinados a la renovación de equipos obsoletos (Negrete 2006). Así mismo Aburto (1984), estimó 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 (80,4 hp) (Lara, 2000).

Así mismo Camarena citado por Lara (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 ha (Negrete 2006).

Reina (2004), estimó según Faostat, para México 324 890 tractores con un promedio de potencia de 65 kW (87 CV) para una superficie de 27 300 000 ha.

En 2008 de acuerdo con el centro de investigaciones interdisciplinarias para el desarrollo rural integral CIIDRI en todo el país operan 324 mil tractores de todas las marcas. Jiménez *et al.* (2008). Estos datos difieren notablemente con los del censo de 2007.

En el país según Masera (1990), la superficie para hacer rentable la adquisición de un tractor mediano es de por lo menos de 25 ha.

En el mundo la mayoría de las propiedades agrícolas cultivadas son áreas de poca extensión (55% son menores de 4 ha). Estudios señalan que la potencia óptima para una granja de 4 ha es de 3,9 hp. Como consecuencia de esta magnitud de potencia, la solución dada para los problemas de mecanización, ha sido el diseño de pequeños tractores (Cortez, 2011).

En México las propiedades agrícolas tienen un promedio de dimensiones de tamaño pequeño las cuales se mencionan a continuación, menor de 2 ha, el 29,5%, entre 2 y 5 ha el 24,2%, más de 5 ha 36,1%.

Lo que indica que los propietarios de 2 ha y los que poseen entre 2 y 5 ha que suman más del 50% de propietarios no tienen la opción de un tractor para mecanizar su producción, pues los tractores de gama baja que son los apropiados para el tamaño de propiedad de los pequeños agricultores, no están disponibles y cuando lo están que como ya se describió se importan de otros países lo que encarece su precio por el tipo de cambio del dólar, además de otros factores. Aunque a partir del 2006 se inició la importación de tractores chinos de los cuales dos marcas ofertan tractores de baja potencia YTO y Jinma, lo que significa que ya están disponibles tractores que aún son de demasiada potencia para el promedio de propiedades en México, pero cubren un sector no atendido durante muchos años. Para remediar dicha situación se podrían producir tractores de diseño nacional y del tamaño adecuado a la mayoría de propiedades agrícolas en el país, como los tractores de la UNAM, el TractoSEP, y el motocultor de alto despeje; que son diseños de

instituciones gubernamentales, el primero del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, el segundo fue un proyecto conjunto entre el Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI) de Querétaro, el Instituto Tecnológico de Oaxaca y el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca (ITAO), y el último de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Guanajuato; en los cuales se ha invertido dinero, tiempo y esfuerzo, pero que no han cristalizado por falta de visión de los tomadores de decisiones.

## Los diseños de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México)

### Tractor de tres ruedas

Tractor proyectado en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México por el Ingeniero Alberto Camacho Sánchez en 1975.

La característica esencial de este tractor en comparación a otros tractores es su precio mucho más bajo comparado con los existentes en el mercado tradicionalmente, el número reducido de sus componentes, hacen que los gastos de mantenimiento sean bajos, por ello el tractor se muestra apropiado para ejecutar los trabajos agrícolas básicos en propiedades pequeñas de campesinos pobres (Díaz, 1976). Se muestra en la Figura 2. El tractor se proyectó para usar dos tipos de motores (diesel y gasolina), y en ambos casos la potencia es de 18 hp. La superficie que hace productiva la adquisición de un tractor es de 7 ha en sistemas agrícolas bajo riego y de 14 ha. En superficies bajo sistema de cultivo de temporal (Díaz 1976).



FIGURA 2. Tractor trineumático fuente Betancourt 2002.

El tractor trineumático presenta una configuración de triciclo y quedan eliminados una de las ruedas motrices y el diferencial, en comparación con los tractores comerciales, la transmisión queda solo con dos velocidades hacia adelante y una en reversa. La caja de velocidades se distingue por carecer de flechas estriadas y engranes deslizantes sobre su eje de rotación, nuevamente comparados con los usados en cajas convencionales. En su lugar se emplean engranes que se desplazan en su propio plano y enlazan radialmente. La etapa final de la transmisión es una reducción de cadena, que va desde la caja de velocidades hasta la catarina en la rueda trasera. El mecanismo de la dirección usa una reducción de cadena del

volante a las ruedas delanteras, también está equipado con un freno de disco que opera sobre la flecha de salida de la caja de velocidades, asimismo está incluido un mecanismo de levante de los implementos con un accionador hidráulico operado manualmente mediante una bomba de pistón. En el chasis cuenta con perfiles comerciales PTR de 4x4x1/4. La fuerza motriz es de un motor de gasolina de 4 tiempos encendido por cran de 18 hp (13,4 kW) a 3 400 rpm con el cual se obtienen velocidades de 2,2 y 7,9 km/h hacia adelante y 2,2 km/h en reversa según Gutiérrez (2009).

### Tractor vehículo de trabajo

En la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional Autónoma de México, Fabiola Correa diseñó este tipo de *tractor* como tesis de Diseñador Industrial, como objetivo inicial del proyecto, fue diseñar un vehículo de trabajo agrícola funcional y de bajo precio, como parte de la infraestructura para la adecuada explotación del campo mexicano.

Gracias a las posibilidades que el *tractor* ofrece, como un vehículo automotor que arrastra, empuja y suministra fuerza motriz a todo tipo de herramientas, el proyecto se amplía y propone la fabricación, a partir de un vehículo básico, de 3 modelos de tractor, dirigidos a distintos sectores: agricultura, construcción y combate de incendios forestales/rescate, como se muestra en la Figura 4.

El vehículo básico está diseñado a partir de una base motriz modificada, esto es, utilizando motor, caja de transferencia y chasis del vehículo que más se adecua a las funciones del tractor.

La selección de esta base motriz se hizo después de un análisis de varios modelos de motores de automóviles de venta en el país, siendo el elegido, por sus características de potencia y resistencia y por contar con doble tracción, el del Jeep Wrangler.

Algunas de las ventajas más importantes que el uso de este tren de fuerza proporciona son:

- menor costo;
- facilidad de mantenimiento y reparación.

Una vez definidas las modificaciones mecánicas al tren de fuerza, para lo cual se contó con asesoría en ingeniería, se definieron los componentes a diseñar: carrocería y cabina.



FIGURA 3. Tractor vehículo de trabajo. Fuente Correa (2002).

Para cuestiones de dimensionamiento y acomodo de los elementos, se tomaron en cuenta las normas de diseño de vehículos de trabajo, maquinaria pesada y tractores, y las medidas antropométricas (dinámicas y estéticas) de los usuarios, así como los factores físicos y ambientales que inciden sobre los operadores, con el fin de proporcionar al conductor las mejores condiciones de seguridad durante el uso del vehículo (ascenso, descenso, operación, mantenimiento)

La producción de vehículos pesados de uso especializado, como el *tractor*, se realiza dentro de un sistema intermitente, método de manufactura que requiere de personal capacitado y herramienta poco automatizado.

Cada uno de los modelos de *tractor* propuestos tiene las mismas características mecánicas (motor, toma de fuerza) y físicas (carrocería, cabina, controles) y se distinguen por las diferentes herramientas que a ellos se acoplan y accesorios adicionales:

- *tractor agrícola*: contrapesos frontales, enganche de 3 puntos (para herramientas agrícolas), marco de seguridad,
- *tractor construcción*: pala cargadora, retroexcavadora, cabina sellada;
- *tractor combate a incendios/ rescate*: pala cargadora, cañón, escalera, espacio de transporte de pasajeros (asientos traseros) y herramientas.

### Motocultor alto despeje

Desarrollado en Davis, California por Lara (1979), como parte de su trabajo de tesis de doctorado, y continuando su desarrollo en la FIME Facultad de Ingeniería de la Universidad de Guanajuato, como parte de la alternativa para proveer de potencia al sector de agricultura de subsistencia en México (Figuras 4 y 5).

En un motocultor o tractor de un eje y dos ruedas no tiene ruedas delanteras y mecanismo de dirección entonces es menos costoso que un tractor de dos ejes y cuatro ruedas a un mismo nivel de potencia, sin embargo debido a la diferencia en la fatiga del operador es más conveniente para operar. Debido a los anteriores razones se eligió el tractor de un eje, que pueda ser convertido en una unidad de 4 ruedas con el montaje de un pequeño asiento, este motocultor presenta la característica única de tener más despeje que los motocultores convencionales comerciales y así para poder ser usado cuando las plantas presentan mayor crecimiento.

Los objetivos de diseño fueron:

1. El tractor deberá ser capaz de arar, rastrear, surcar, cultivar entre surcos, y transportar productos agrícolas.
2. El tractor requerirá gran estabilidad lateral para trabajar en terreno inclinado e irregular.
3. Un máximo de partes disponibles localmente deberá ser incorporado.
4. Partes no estandarizadas serán diseñadas de acuerdo con las habilidades mecánicas locales.

El motocultor está equipado con un motor de gasolina de 5,8 kW (7,77hp), a 3 600 rpm.

Esta potencia es debido a que el diseñador de este moto-

cultor encontró que para el sector de subsistencia la potencia óptima del promedio de tamaño de propiedades (8 ha) es de 5,16 kW (6,91 hp).



FIGURA 4. Motocultor alto despeje. Fuente Lara (2000).



FIGURA 5. Motocultor alto despeje vista lateral. Fuente Lara (2000).

## DISCUSIÓN

Es importante destacar claramente que a mayor potencia por hectárea cultivada mayor es el ingreso per cápita de un país, por ello existe un mercado importante para tractores de potencia baja, así mismo las empresas transnacionales no están interesadas en dicho mercado siendo así que mientras no se genere en el país tecnología para el desarrollo de nuevos, más adecuados y más baratos equipos e implementos para la agricultura, no podrá crecer ni la oferta ni la demanda de éstos bienes de capital.

Los fabricantes nacionales deben estar conscientes de la necesidad del desarrollo y mejoramiento de las máquinas agrícolas, cuyo objetivo final sea obtener un producto útil y aceptable por el agricultor y que pueda ser fabricado con una ganancia. Aquí es importante que las instituciones de investigación establezcan alianzas con distribuidores y la industria agrícola con la finalidad de incrementar el número y calidad de las investigaciones, referentes a la utilización de los implementos agrícolas y sus efectos sobre el medio ambiente de trabajo, y que los resultados puedan aplicarse al desarrollo de una clase o grupo particular de implementos o máquinas.

La vigencia de la zona de libre comercio ha permitido acceder al enorme mercado de EE.UU. y Canadá y atrajo a los grandes transnacionales permitiendo a la industria ingresar en el comercio internacional con escala de producción y tecnología competitivas. La participación de México en el comercio internacional se ha consolidado en base a un modelo de especialización en la franja media de productos, particularmente en tractores. El nivel de integración de la industria es de grado intermedio (del orden del 50%), con producción propia de partes maquinadas a base de insumos locales e importación de los componentes de mayor valor agregado (motores, transmisiones), que se ensamblan directamente México cuenta con algunas ventajas competitivas importantes como una fuerza laboral calificada y de bajo costo, excelente infraestructura vial y portuaria, y acceso a insumos básicos como acero en calidades satisfactorias. Esta situación debe aprovecharse y generar una industria nacional de minitractores, para lo cual el primer paso es implementar diseños de calidad.

Los diseños de tractores de baja potencia no solo no han tenido éxito por la falta de apoyo del sector gubernamental y falta de visión también de los empresarios, sino también porque los diseños han sido hecho por profesionales faltos de experiencia en el diseño de este tipo de vehículos, por ejemplo los vehículos de la UNAM no han tenido el apoyo de su personal del Departamento de Mecanización Agrícola de la Facultad de Estudios Profesionales de Cuauhtitlán, que es donde se imparte la carrera de Ingeniero Agrícola especialista en Mecanización Agrícola, además de que solo en el rediseño del tractor trineumático se tomaron en cuenta las necesidades técnicas para el diseño de un tractor, aunque tenga una revisión de literatura deficiente pues no se menciona en este trabajo a Rodríguez (2005), quien en ese año describe una metodología para el diseño de una transmisión de un Mini tractor Agrícola a pesar de que reconoce que uno de los retos en el rediseño fue precisamente la transmisión, en los demás diseños realizados en la Facultad de Arquitectura por diseñadores industriales salta a relucir la falta de conocimientos elementales de mecánica del tractor, además por ejemplo en el vehículo de trabajo no se llega a nada pues el vehículo diseñado sigue sin ser adquirible para el sector de pequeños propietarios, únicamente en el diseño del motocultor de alto despeje se tomaron en cuenta primero las necesidades de los agricultores con propiedades de tamaño promedio en el país, y después las necesidades técnicas con la optimización de los componentes y un análisis de la mecánica de este vehículo, aunque los esfuerzos sean loables, en el trato SEP, lo único que se hizo fue un intento de diseñar un tractor reduciendo un tipo de tractor convencional, y esto a la larga sin la experiencia adecuada lleva a que el vehículo no cumpla con los requisitos requeridos. Como última observación primeramente lo que se debe hacer al diseñar un tractor para agricultores de países del tercer mundo como México es analizar los tipos de vehículos que se han diseñado a través de la historia y que puedan ser útiles para los campesinos que requieren de un tractor multitareas que sea económico, de fácil mantenimiento y operación, conforme con Reis *et al.* (2005), la razón por la cual el tractor debe ser una máquina versátil, capaz de mover y accionar un gran número de máquinas e implementos es el intento de tornar más racional el uso del motor y de los mecanismos de la transmisión, que son bastante caros. De otra forma, cada una de las máquinas o implementos considerados deberían ser autopropulsados, elevando en mucho su costo de adquisición, ya que su uso se da en períodos cortos del calendario agrícola. Como

ejemplo de tractores multitareas diseñados en Brasil están: el tractor diseñado en la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Campinas (Neto, 2000). El módulo de potencia para la agricultura diseñado en la Universidad Federal de Santa Catarina (Farina, 2010). La máquina automotriz para plantío directo en pequeñas propiedades Diseñada en el IAPAR. El microtractor de diseño inicial en el NEDIP de la UFSC y que continua en la UNIJUI (Valdiero, 2010).

Además de otros tractores diseñados para las condiciones de los agricultores del tercer mundo, como por ejemplo, el Tractor Tinkabi en África, según (Muller (1976), que en la actualidad se fabrica con características similares, así como el tractor Martrac en Zambia (<http://www.marlim.co.za/martrac>

<http://www.vtractor.com/specs.html>) o el V-tractor (<http://www.vtractor.com/specs.html>), que también es usado en África, aunque se diseñó en Estados Unidos.

## CONCLUSIONES

Para que un diseño de tractor con características adecuadas al campo mexicano se manufacture es necesario:

- Un equipo de diseñadores concedores de las condiciones del país;
- Apoyo gubernamental;
- Disposición de los empresarios del ramo a invertir.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABURTO, I.S.: *Análisis de Mercado y Perspectivas de los Tractores Agrícolas en México*, 128pp., **Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Economía)**, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1984.
- AGUIRRE, A. A.: *Repercusiones Económicas de la Fabricación de Tractores e Implementos Agrícolas en México* 189pp., **Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Economía)**, Escuela Nacional de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1969.
- BETANCOURT, P. A.: "El Tractor UNAM :Humanidades, Selección de Tecnologías y soberanía Nacional", *Revista de la Universidad Nacional Autónoma de México*, 612: 85-86, ISSN 0185-1330, 2002.
- CORTEZ, M. E.A.: *Alternativas de Mecanización para Pequeñas Unidades de Producción Agrícola, [en línea] Disponible en: [http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/alternativas\\_de\\_mecanizacion.pdf](http://www.agro.unalmed.edu.co/departamentos/iagricola/docs/alternativas_de_mecanizacion.pdf) [Consulta: enero 18 2011].*
- CORNEJO, M. M.A.: *Tractor Agrícola de tipo Económico*, **Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Diseño Industrial)**, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1975.
- CORREA, R. F.: *Tractor Vehículo de Trabajo*, 148pp., **Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Diseño Industrial)**, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 2002.
- DIAZ, M. E.: *Evaluación económica del tractor agrícola UNAM*, 97pp., **Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Ingeniería Industrial)**, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1976.
- ELVIRA, Q. R.J: *The Small Tractor As An Alternative Power Source For the SmallHolder Mechanization* 55pp., **Master Science Thesis**, Silsoe College, Cranfield, United Kingdom, 1985.
- FARINA, E.: *Desenvolvimento Conceitual de um Modulo de Potencia para Agricultura*, **Dissertação de Mestrado Em Engenharia Mecânica**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2010.
- FERNANDEZ, M.A.; R. ARIAS y J.NISSEN: "La Mecanización de la Pequeña Agricultura, un estudio de caso, Cunco IX, región Chile, *Agrosur*, 30(2): 43-54, 2002.
- JIMENEZ, S; F. FLORES; R. SCHWENTESIUS y S. MARQUEZ: "Mecanización del Agro en México 2009", *Agro.revista industrial del campo No.54 año 8 revista bimestral Dic.08-Enero 09, Publicación seriada, Disponible en: <http://3wmexico.com/2000agro/revpdf/agro54.pdf> acceso febrero 2011 [Consulta: 27 de febrero 2011].*
- INSTITUTO VALENCIANO DE LA EXPORTACIÓN: *Maquinaria Agrícola en México*, Instituto Valenciano de la Exportación (IVEX), México, 2006.
- GALLARDO, J. S.F: *Tractor Agrícola y el Mercado Nacional*, 146 pp., **Tesis de Licenciatura (en opción al título de Licenciado en Economía)**, Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1977.
- GUTIERREZ, C. R.D.: *Propuesta de Rediseño de un Tractor de Bajo Costo*, 67pp., **Tesis (en opción al título de Máster en Ingeniería Mecánica)**, Facultad de Ingeniería, UNAM, México D.F., 2009.
- LARA, L. A.: Trends and Requirements of Mechanization: The case of México, In: **1st Latin-American Meeting of the Club of Bologna**, Fortaleza, Brazil, July 4, 2000 pp. 20-31, Fortaleza. Brazil, 2000.
- LARA, L. A.: *Design and Development of a two Wheeled Tractor for production by small scale manufacturers in México*. **Doctoral Engineering Dissertation**, University of California, Davis, California, USA, 1979.
- MACHADO, A. L.T.; V. dos Reis e T. Machado: *Tratores para Agricultura Familiar guía de referencia*, 124pp., Ed. Universitaria UFPEL. Pelotas, R.S., Brasil, 2010.
- MASERA, O. C.: *Crisis y mecanización de la Agricultura Campesina*, 226pp., Edit. El Colegio de México, México D.F., 1990.
- MIALHE, L. G.: *Máquinas Agrícolas Ensayos & Certificação*, 722pp., Edit. Fundação de Estudos Agrários Luis de Quiroz, Piracicaba, S.P. Brasil, 1996.
- MULLER, M.: "Tinkabi-mechanical ox for Africa", *New Scientist*, 69(988): London, United Kingdom February, 1976.
- NEGRETE, J. C. R.: *Mecanización Agrícola en México*, 123pp., Edición propia, México, D.F., 2006.
- NEGRETE, J. C. R.: *Importancia del Diseño Asistido por Computador para el sector Maquinaria Agrícola en México*, 82pp., Trabajo final Especialidad en Diseño y Dibujo por Computadora., Asociación de Ingeniería y Diseño Asistido, Madrid, España, 2004.
- NETO, C.R. dos S.: *Desempenho de um trator de pequeno porte que executa tarefas simultâneas*, **Tese de mestrado**, Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas, Brasil, 2000.
- REINA, J. L.C: *Análisis del parque de Tractores Agrícolas en el Ecuador*. **Tesis M.Sc. Universidad de Concepción Chillán Chile. [en línea] 2004, Disponible en: [http://152.74.96.144:8080/sdx/udec/tesis/2004/reina\\_j/html/index-frames.html](http://152.74.96.144:8080/sdx/udec/tesis/2004/reina_j/html/index-frames.html) [Consulta: 27 de enero 2006].**
- REIS, A.V.; T. MACHADO; A. TILLMAN y E. DE MORAES: *Motores, Tratores, Combustíveis e Lubrificantes*, 315pp., Edit. UFPEL., Brasil, 2002.
- RODRIGUEZ, B. J.R.: *Desarrollo Tecnológico de una Metodología para el Diseño de una Transmisión de un Minitractor Agrícola*, 288pp., **Tesis (en opción al título de Máster en Ingeniería Mecánica)**, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, México D.F., 2005.
- VALDIERO, A. C.: Innovative Modular Design of a Machine for Aromatic Plants Harvesting, In: **CIGR-International Conference of Agricultural Engineering, XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Brazil, August 31 to September 4, Brazil, 2008.