



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**SITUACIÓN ACTUAL DE LA MECANIZACIÓN AGRÍCOLA: CASO  
MUNICIPIO DE SANTA MARÍA RAYON, ESTADO DE MÉXICO**

**TESIS**

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO FITOTECNISTA**

PRESENTA

**GLORIA BASILIO VARGAS**

(23<sup>a</sup>. GENERACIÓN Núm. Cuenta 9210072)

**ASESORES:**

**DR. JESÚS HERNÁNDEZ ÁVILA**

**Ph. D. FRANCISCO GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ**

**AGOSTO 2019**



**CAMPUS UNIVERSITARIO "EL CERRILLO", PIEDRAS BLANCAS**

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS .....	v
RESUMEN .....	v
ABASTRAC.....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. OBJETIVOS .....	4
2.1. Objetivo General .....	4
2.2. Objetivos Específicos.....	4
III. HIPÓTESIS .....	5
IV. JUSTIFICACIÓN .....	6
V. REVISIÓN DE LITERATURA .....	7
5.1. Situación de la mecanización agrícola en la República Mexicana. ....	7
5.2. Comercialización de tractores en México .....	10
5.3. Índice de Mecanización en México .....	14
5.4. Condiciones socioeconómicas del Municipio de Santa María Rayón	14
VI. MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
6.1. Ubicación de la investigación .....	20
6.2. Metodología .....	21
6.3. Resultados de las encuestas.....	26
VII. RESULTADOS.....	25
VIII.DISCUSIÓN.....	43
IX. CONCLUSIONES.....	45
X. REFERENCIAS.....	47
XI. ANEXOS .....	50

## AGRADECIMIENTO

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica del municipio de Santa María Rayón.	20
Figura 2. Tipo de tenencia de los suelos agrícolas cultivados de productores con maquinaria agrícola.	26
Figura 3. Superficie por tenencia de los suelos agrícolas cultivados de productores con maquinaria agrícola.	26
Figura 4. Superficie de suelo que laboran con tractor, o combinan tractor/animal.	28
Figura 5. Superficie de suelo laborado bajo temporal o riego	28
Figura. 6. Principales cultivos de los productores propietarios de tractor encuestados.	
Figura 7. Número de tractores por rango de superficie cultivada por productor.	30
Figura 8. Número de tractores por productor.	30
Figura 9. Potencia de los tractores de los productores entrevistados.	31
Figura. 10. Sistema de rodaje de los tractores de los agricultores entrevistados.	
Figura 11. Moto-horas trabajadas por tractor agrícola.	
Figura. 12. Año de fabricación de los tractores agrícolas de la zona de Rayón.	33
Figura 13. Marcas de tractor predominantes.	34
Figura. 14. Respuestas que manifiestan los productores acerca del conocimiento de las normas de mantenimiento preventivo de acuerdo al manual del fabricante.	
Figura. 15. Información manifestada por los productores relacionada a la realización del mantenimiento preventivo conforme al manual de servicio.	

Figura. 16. Productores que acuden a la agencia del distribuidor para darle mantenimiento a los tractores.

Figura. 17. Productores encuestados que han recibido algún curso de operación y mantenimiento de maquinaria agrícola.

Figura. 18. Productores que les gustaría recibir cursos de capacitación en manejo, mantenimiento de los tractores y máquinas agrícolas.

Figura. 19. Productores que les gustaría recibir cursos de capacitación en uso y conservación de suelos agrícolas.

Figura. 20. Respuestas que manifiestan los productores acerca de que institución sería la más conveniente según su criterio, para recibir asistencia técnica en el uso de máquinas y tractores agrícolas.

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Índices de mecanización agrícola en México.	17
Cuadro 2. Tamaño promedio de las unidades de producción 2007.	18
Cuadro 3. Uso de suelo en el Municipio de Rayón.	19
Cuadro. 4. Número de productores agrupados de acuerdo a la superficie en el municipio de Santa María Rayón, Estado de México.	26
Cuadro. 5.- Relación de implementos agrícolas en el municipio de Rayón, Estado de México.	36

## ABASTRAC

## I. INTRODUCCIÓN

En el territorio del municipio de Rayón la superficie apta para la agricultura representa el 85.41% y zona urbana 9.85%. Actualmente la agricultura continúa siendo la actividad económica de gran importancia para la población de Santa María Rayón. En este municipio se desconoce qué situación se tiene desde el punto de vista del desarrollo de la mecanización agrícola y que niveles ha alcanzado el mismo en los últimos años en comparación con municipios del Valle de Toluca.

Según Ramírez (2007), debido a la estructura agraria del país es inviable la modernización del minifundio con paquetes tecnológicos intensivos en capital, por dos razones fundamentales: primero, la maquinaria agrícola está diseñada para cultivar grandes extensiones de tierra y permanecería ociosa la mayor parte del ciclo agrícola; por otro lado, las pequeñas unidades de producción son incapaces de generar los recursos necesarios para capitalizarse. En efecto con una superficie pequeña, se vuelve incosteable la compra de un tractor, como respuesta a esta problemática un sistema de producción más asociativo y menos individualista, permitiría una difusión más rápida del conocimiento; facilitando la incorporación de nueva maquinaria y tecnologías, mayor financiamiento y mejor manejo de riesgos, generando impactos positivos en la productividad, como respuesta a la pulverización de la tenencia de la tierra y falta de liquidez para la compra de máquinas agrícolas. La maquinaria agrícola es trascendental en la optimización del trabajo para los agricultores, aunque tengan extensiones de tierra pequeñas; aun cuando el costo energético es alto para la producción agrícola. Con respecto al municipio de Santa María Rayón se registran 656 unidades de producción (INEGI, 2007); y de acuerdo a las entrevistas 37 unidades de

producción cuentan con tractor; en total se localizaron 42 tractores debido a que algunos productores cuentan con más de un tractor; lo cual nos indica que el 5.9 por ciento de las unidades de producción cuentan con tractor. Es posible inferir que no sólo trabajan sus áreas de cultivo, sino que también en alguna medida maquilan a otros productores. Ciertamente es que en las entrevistas realizadas el mayor número de productores se encuentra en un rango de superficie de 1-4 HA, siguiéndole el rango de 5-10HA de superficie cultivada. Con respecto a la antigüedad de los tractores que poseen el modelo 1967, es el registro más antiguo encontrado en Santa María Rayón y de los 42 tractores registrados 83 por ciento de los tractores son de fabricación anterior a 2008, considerando una vida útil de 10 años. La agricultura es parte fundamental de la vida de los productores en este municipio, generalmente los productores entrevistados han comprado un tractor usado o nuevo con recursos propios que provienen de una fuente de empleo en la ciudad, otro porcentaje de productores obtuvieron recursos de la misma actividad agropecuaria para la compra, combinando subsidios gubernamentales. El mantenimiento de la maquinaria agrícola ha sostenido el funcionamiento de los tractores aún con la cantidad de años de uso, esto se debe al conocimiento y auto aprendizaje de los productores con respecto a la mecánica de estos, porque no los llevan a las agencias de proveedores y tampoco han recibido cursos en mantenimiento de motores agrícolas.

Palacios, *et al.* (2012) menciona, el importante papel que desempeña la tractorización agrícola en el sostenimiento de la estructura productiva regional, y en la organización de los procesos de trabajo agrícola rural, lo cual permite destacar su importancia estratégica en el entorno agrícola no solamente local sino también en el nacional, al

ser parte de un modelo globalizador de desarrollo agrícola y tecnológico rural. Gleason, (2006) indica que cada distinta región del país necesita diversos tipos de máquinas, en atención a la naturaleza de las tierras a fin de evitar que la aplicación de ella produzca resultados negativos o constituya un verdadero fracaso económico para los productores.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General

Mostrar el estado actual que presenta el parque de máquinas y tractores agrícolas en el Municipio de Santa María Rayón, con la finalidad de identificar factores socio-técnico-económicos que limitan su uso en la agricultura del Estado de México; y plantear posibles herramientas en la toma de decisiones por parte del estado y municipio en los futuros programas de subsidio para la adquisición de estos medios mecanizados. Que la toma de decisiones en la política pública coadyuve a mejorar el uso de estos por parte de los productores.

### 2.2. Objetivos Específicos

- Conocer el nivel de mecanización agrícola que posee el Municipio de **Santa María Rayón**, Estado de México.
- Establecer un estado comparativo del nivel de mecanización agrícola del Municipio de **Santa María Rayón** con algunos otros Municipios de Estado de México y de América Latina.

### **III. HIPÓTESIS**

La mecanización agrícola del Municipio de Santa María Rayón tiene un nivel que se compara al que poseen municipios del Valle de Toluca y de algunos países de América Latina.

#### IV. JUSTIFICACIÓN

La maquinaria agrícola ha revolucionado la agricultura y aliviado la ardua labor de millones de familias y trabajadores agrícolas, pero también tenemos que pensar en la maquinaria del mañana que tendrá que aportar algo más, ya que deberá contribuir también a una agricultura que sea sostenible para el medio ambiente (FAO & AUC, 2018). La mecanización agrícola en México contribuye en todos los niveles de las tecnologías agrícolas y de procesado, desde herramientas manuales básicas y sencillas a motorizados más sofisticados. La mecanización no es un proceso que se produce en forma aislada, es decir existe una estrecha relación entre el proceso como tal y las características de los diferentes cultivos ya que no presentan iguales requisitos estas poseen diferentes especificidades. De igual forma distintas variedades de plantas dentro de las mismas especies tampoco manifiestan el mismo comportamiento lo que incide de una u otra forma sobre la mecanización (Gutiérrez, 1990). La finalidad de los estudios que se realizan en cuanto a mecanización tienen como objetivo ser útiles para aquellos que generan políticas públicas, para comprender cuáles serán las estrategias a seguir y mejorar procesos de inclusión que permitan una mejor calidad de vida para quienes producen los alimentos y garantizar nuestra seguridad alimentaria. Además de ser sostenible para el medio ambiente deberá ser accesible para los productores.

## V. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1. Situación de la mecanización agrícola en la República Mexicana.

El desconocimiento en América de los se movientes determinó que el arado no hubiera sido conocido, ni siquiera en la forma rudimentaria del egipcio. El único medio con que contaban los pueblos para efectuar el desmonte de los terrenos aprovechables era el fuego. Por medio de él se eliminaba la vegetación que se desarrollaba entre siembra y siembra. El principal instrumento de labranza que usaban los mexicanos era la cóatl, la actual coa, llamada así por que tiene forma de una serpiente. (Gleason, 2006). A partir de la conquista en el siglo XVI y los procesos de colonización; hubo una modificación en el proceso de desarrollo que se tenía en agricultura en los países mesoamericanos el arado y los animales de tiro fueron determinantes en la evolución de procesos de mecanización. En el periodo de saqueo por parte de España se conoce el arado de hierro; no fue sino hasta 1917 que llega a México el primer tractor. Para este tiempo el crecimiento de la población demandaba mayores cantidades de alimentos.

Si para 1930 se tenían en el país 3 875 tractores, en ese mismo periodo se importaron unos 9 000 con un costo de sesenta millones de pesos. Entre 1941 y 1946, con todo y la guerra mundial, se importaron de Estados Unidos 50 700 arados de hierro. En el periodo del presidente Miguel Alemán (1946 a 1952), esa cantidad se gastó por año para adquirir maquinaria agrícola. Entre 1940 y 1950, el valor de la maquinaria de los grandes propietarios se había quintuplicado, mientras que la de los pequeños productores privados había crecido dos veces y media y la de los ejidos se había duplicado (Palacios *et al.*, 2003).

La modernización acelerada de la tecnología agrícola en México se produjo en el periodo posterior a la II Guerra Mundial, con la hegemonía indiscutible de Estados Unidos y la reorganización mundial. La tendencia de mecanizar a través del uso de tractor desde las propuestas extranjeras, sobre todo norteamericanas, se acompañó de una amplia intervención tecnológica que incluyó educación e investigación, formación de instituciones, agrupación de comunidades con emergencia de liderazgos, definición de políticas y de orientaciones económicas, de extensionismo y de divulgación tecnológicas (Ocampo *et al.*, 2003).

Entre 1940 y 1960, con el apoyo del gobierno, las existencias de tractores se incrementaron once veces (Maserá, 1990). Hasta 1970 ingresaron principalmente en las zonas de riego, para enseguida centrarse en los distritos de temporal.

Hacia 1981, 89% de la superficie de riego se trabajaba con tractores, en una relación de 60 ha/tractor, mientras que en las de temporal la relación era de 144 ha/tractor. Los créditos, los subsidios en precios de maquinaria, combustibles y otros, permitieron un análisis del medio rural latinoamericano.

Actualmente hay 238 830 tractores en servicio en México (FAO, 2011), pero el 54% ya rebasó su vida útil (SAGARPA, 2010 a). Dentro de los problemas que enfrentan los productores del campo mexicano, se encuentra la falta de liquidez para la compra de maquinaria; además de la inversión, el incremento en los costos de combustible y operación de los tractores resulta costosa (Calva, 1998).

Todo lo anterior, son limitantes para la adquisición y mantenimiento de los equipos. Por otro lado, las importaciones se han incrementado, ya que éstas crecieron a una

tasa media anual de 4.32% entre 1980 y 2008 (FAO, 2011); en promedio se importaron 25 mil unidades en 2006-2008. A partir de esta situación, resulta una prioridad contar con mecanismos que permitan dar seguridad al usuario final o productor agrícola en el funcionamiento y calidad de los tractores, con el fin de lograr un aumento en la productividad y satisfacción del mismo usuario final. Por lo anterior, el sistema de certificación de la maquinaria e implementos agrícolas surgió como una respuesta a la necesidad de disponer de equipo apropiado, de calidad y seguro y con la finalidad de garantizar a los productores agrícolas que la adquisición de maquinaria agrícola cumple con las especificaciones de calidad establecidas por el fabricante (Ayala *et al.*, 2011).

La presencia amplia de las empresas productoras de tractores e insumos condujo a un acelerado proceso de modernización, donde destaca la subordinación tecnológica y la formación de la cultura agrícola moderna, reforzada desde la visión del Estado (Ocampo *et al.*, 2003).

Según datos de la FAO (2011), 1991 fue el año con un mayor número de tractores, ya el número alcanzó la cifra de 317 313 unidades en servicio. A partir de este año, la existencia de tractores ha ido disminuyendo. Calva (1998) menciona que la disminución en la cantidad de estos equipos se ha debido al incremento en los costos de combustible, la inversión y operación de los tractores que resultó costosa. Fuente: FAO-FAOSTAT, 2011.

Según Instituto Valenciano de la Exportación, (2006), en México el 34 % de la población se dedica a tareas agrícolas con superficies de tierra muy pequeñas y el hecho de que el 85 % de los campesinos no tengan más de 5,0 ha de suelos cultivables

y que dentro de ellos el 90 % no llegue a las 3,0 ha indica claramente su gran necesidad de maquinaria ligera.

Según Pellizi (2000), citado por Ortiz (2002), cada país debe basar su Política de mecanización en:

- a) Una definición de los niveles de mecanización más acordes con los factores técnicos y económicos.
- b) La creación de la infraestructura necesaria para el desarrollo de una industria agromecánica local sólida por medio de alianzas con industrias bien establecidas en los países industrializados.
- c) Una definición de los criterios aplicados a estandarización de la producción.
- d) El establecimiento de una red eficiente de servicio para la reparación y mantenimiento en el país.
- e) La promoción de programas de entrenamiento profesional, tanto en el ámbito agrícola como en la fabricación.

## **5.2. Comercialización de tractores en México**

A la hora de comprar un equipo, es importante que el agricultor conozca sus características técnicas, con el fin de saber si es el adecuado para las actividades que se pretenden realizar, de esta forma reducirá los costos de producción, contribuirá al ahorro energético y disminuirá la emisión de elementos contaminantes, nocivos para el medio ambiente (Arnal, 2001).

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. Negrete (2012).

Palacios *et al.* (2012). Menciona que las modalidades que adopta la tractorización en México se relaciona con una notoria desigualdad en la distribución de la tierra; para algunos agricultores resulta incosteable la compra de un tractor, recurren a la renta para desarrollar las actividades de preparación del terreno, siembra, cosecha y post cosecha. Además, para adquirir una unidad un agricultor necesita en promedio entre 375 mil y 800 mil pesos (Ayala *et al.*, 2011).

Desde 1997, el mercado mexicano es muy estable y reporta ventas promedio de 10 000 a 11,000 tractores anuales (Palacios *et al.*, 2003). Sin embargo, de acuerdo a Flores *et al.* (2007), la venta total de once mil tractores representa claramente un déficit sobre el total de la producción, situación principalmente motivada por la crisis que enfrenta el sector, ya que, de acuerdo con este autor, el mercado potencial oscila entre 15 mil y 18 mil unidades. En México, los equipos comercializados son especialmente para el mercado de granos y productores de bajos ingresos; las principales cadenas productivas que reciben apoyos para adquisición de tractores son las de maíz y frijol (48.84%), seguidas por las de sorgo (8.88%) y caña de azúcar (8.88%) (SAGARPA, 2010).

De acuerdo con Ayala *et al.* (2011) e INEGI (2009), los productores mexicanos utilizan en sus actividades agropecuarias tractores con una potencia que fluctúa de 45.6 a 64.6

kW. En investigaciones realizadas por Ochoa (2010) indica que en los últimos años las empresas constructoras de tractores en México tienen una demanda de tractores de 45.6 kW en adelante y como promedio los tractores que adquieren son de 53.2 kW. Sobre la producción de estos equipos, desde principios de los años sesenta se empezaron a producir los tractores en México de marcas como Ford (más adelante New Holland), Massey Ferguson (MF), John Deere (JD) e International Harvester (Palacios *et al.*, 2003). La producción de estos se localiza en Querétaro, Coahuila y Nuevo, León (Flores *et al.*, 2007).

Sobre su comercialización, se concentra en una red de distribuidores a nivel nacional; así, JD incluye 159 puntos de venta en México, NH agrupa 140 puntos de venta y Case 121, mientras que MF 86 y McCormick 35. Los principales comercializadores son John Deere (JD), New Holland (NH), Massey Ferguson (MF), McCormick (McC); John Deere, es considerado como el principal productor y distribuidor de maquinaria agrícola, con una presencia importante en el mercado mexicano (38%); NH es su más cercano competidor en este rubro; cabe resaltar que éste y Case forman una sola empresa y juntos acaparan el 29% del mercado, mientras que MF tiene 27%. Sobre el mercado externo, en los últimos años se ha producido un fuerte crecimiento tanto de las exportaciones como de las importaciones de maquinaria agrícola en México. En el periodo de 1980 a 2008, la tasa de crecimiento media anual ha sido más acelerada en exportaciones (13,33%) que en importaciones (4,32%). Lo anterior responde a que el modelo de negocios de las empresas productoras implica producir líneas de tractores en México, para el mercado local y de exportación, e intercambiar productos finales con otras plantas en otros países. Los principales destinos de los tractores mexicanos

son EE UU, Sudáfrica, Turquía, Tailandia, Colombia, Ecuador y Venezuela. Por otro lado, la apertura comercial ha generado también para la industria mexicana una creciente importación de productos. La situación del mercado que provienen de Estados Unidos, Turquía, Brasil, China y Japón (Flores *et al.*, 2007) principalmente, lo que representa un reto para el mercado nacional por el cuidado en la calidad de la producción importada. Es necesario hacer alusión a lo planteado por Lara (2000), el cual señala, que los tractores disponibles en México son demasiado caros para los agricultores individuales del sector de la subsistencia de la agricultura de México. Teniendo en cuenta la extensión que tienen los agricultores mexicanos en la mayoría de los casos, Negrete (2012), plantea que se deben de diseñar tractor mini para agricultores de países del tercer mundo como México que sean factibles de realizar multitareas que sean económicos, de fácil mantenimiento y operación conforme a lo planteado por Reis *et. al* (2005) y donde la fundamental razón es la de accionar un gran número de máquinas e implementos en el intento de tomar más racional el uso del motor y de los mecanismos de la transmisión que son bastante caros.

Debido al incremento de las importaciones de tractores, se hace necesario garantizar la calidad de la maquinaria que adquieren los agricultores en México. Por tal motivo SAGARPA a través del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) crean el Organismo de Certificación de Implementos y Maquinaria Agrícola (OCIMA). Certificar la calidad de la maquinaria agrícola como propósito; para ello el proceso se inicia una vez que un fabricante o comercializador de maquinaria agrícola gestiona la certificación; los tractores seleccionados son probados en el laboratorio del Centro Nacional de Estandarización de la Maquinaria Agrícola

(CENEMA), tomando como referencia los métodos de prueba establecidos en las normas:

1. NMX-O-169-sCFI-2002 “Tractor agrícola - potencia a la toma de fuerza”
2. NMX-O-207-sCFI-2004 “Tractor - Potencia y fuerza de levante hidráulico al enganche a los tres puntos en la capacidad de levante a los 610 mm”.
3. NMX-O-181-sCFI-2003 “Tractor agrícola-cabinas y marcos de protección de tractores agrícolas y forestales-especificaciones y método de prueba (prueba estática)”.

Actualmente existen 66 modelos de tractores certificados con una potencia a la “toma de fuerza” que varía de los 24.6 a los 130 hp o caballos de fuerza, lo que equivale a 18.3 kW hasta 96.98 kW y una Capacidad de Levante a los 610 mm (Valor Corregido) que va desde 942 kgf hasta 5,356 kgf. Actualmente hay 32 estructuras de protección certificadas que se ajustan a los 66 modelos de tractores igualmente certificados (Ayala et al., 2010). Los clientes con los que actualmente cuenta el CENEMA son los principales fabricantes de tractores que se pueden encontrar en México: • Industrias John Deere • AGCO de México o Massey Ferguson o Challenger • CNH o New Holland o Case • McCormick • Harvest King • Fotón • bravo Motors o yTO • Kubota.

### **5.3. Índice de Mecanización en México**

El número de tractores en uso en un país es el indicador del nivel de mecanización en la base de datos de las agencias de desarrollo, incluyendo la Organización para la Alimentación y Agricultura de las Naciones Unidas (FAO), la Organización para el desarrollo industrial de naciones unidas (UNIDO) y del Banco Mundial (WB). (FAO & AUC. 2018). En la década de 1960 a 1970 la agricultura mundial tuvo una incorporación

de 15 millones de tractores y en el año de 1982 la incorporación fue de más de 26 millones, por lo que se puede plantear de los datos obtenidos que por cada 100 ha de suelo cultivado se tenían 2,1 tractor. Sin embargo, mucho más irregular en estos índices lo tienen las regiones del tercer mundo, por ejemplo, África tiene 0,6 tractores /100 ha; América Latina 0,57 tractores/100 ha y Asia 0,11 tractores/100 ha, y los países desarrollados capitalistas (RFA República Federal Alemana hasta 1960) con 16 tractores /100 ha; considerando 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).

(Negrete, 2006; Larqué et al. 2012), plantean algunos índices que son importantes en este aspecto y que ayudan a conocer el nivel de mecanización.

- a) Superficie cultivada cubierta por cada unidad de potencia (tractor).
- b) Cantidad de tractores por cada 1000 ha de suelo.
- c) Superficie cosechada por equipo mecanizado.
- d) Cantidad de tractores por cada 100 ha de suelo cultivado.
- e) Potencia utilizada por unidad de superficie.

El siguiente cuadro expresa el índice de mecanización en México de acuerdo a las zonas agrícolas del país, realizando un comparativo con el tamaño de las unidades de producción, sería posible inferir que la orografía del norte y el centro tienen una mayor

determinación para el uso de maquinaria agrícola que el tamaño de la unidad de producción. Las planicies y valles facilitan el desplazamiento de maquinaria.

**Cuadro.1. Índices de mecanización agrícola en México. FUENTE: Evaluación Nacional del programa de Mecanización 2000. Citado por Negrete, (2006).**

Concepto		Norte	Centro	Sur	Nacional
Superficie mecanizable Millones Ha		6.2	8.3	4.1	18.6
Parque de Maquinaria Miles de tractores		87.5	79.6	18.5	185.7
Índice de mecanización Has por tractor		70.8	104.3	221.6	101

Con respecto al tamaño de la unidad de producción no define el índice de mecanización porque el tamaño de la unidad de producción en el sur es de 10.9Ha. y en el centro es de 8.4 Ha, y el índice de mecanización en el sur es de 221.6 3 ha tractor<sup>-1</sup> y en el centro 104.3 ha tractor<sup>-1</sup>; sin embargo, el tamaño de la unidad de producción es un factor básico en la producción agrícola destinada al mercado; en la medida de su eficiencia se expresa su capacidad para desarrollar amplias escalas productivas, y en la forma que integra al sistema de producción sus componentes tecnológicos. En las regiones del centro, sur y sureste del país, existen procesos intensivos de mecanización sobre todo en las regiones frutícolas, en las cuales el uso del tractor y otras modalidades de mecanización en parcela y bodega se ha incrementado. Palacios y Ocampo (2012). El índice reportado para el norte del país es 70.8 ha tractor<sup>-1</sup> el 70.37% de los tractores se encuentran concentrados en diez estados de la república, de los cuales seis se ubican en las zonas centro y norte que

concentra 43.31%, siendo Chihuahua, Zacatecas, Guanajuato y Jalisco, los que registran el mayor número. Para el caso del sur podría ser la orografía lo que impide el uso del tractor; además en el centro hay mayor acceso a maquinaria agrícola. La media a nivel nacional de 101 ha tractor<sup>-1</sup> nos indica que está muy por debajo de lo recomendado por FAO que es de 50 ha tractor<sup>-1</sup>.

**Cuadro 2. Tamaño promedio de las unidades de producción 2007.** FUENTE: Elaboración con base en datos de los Censo Agropecuario y Forestal 2007, INEGI. Citado por Palacios et. al. (2012)

Concepto	Norte	Centro	Sur	Nacional
Unidades totales (Núm)	802 646	2 624 055	2 122 144	5 548 845
Superficie (ha)	67 666 209	2 199 5 637	23 081 401	112 743 247
Tamaño promedio de la Unidad de producción en Ha	84.3	8.4	10.9	20.2

#### 5.4. Condiciones socioeconómicas del Municipio de Santa María Rayón

El proceso de urbanización y la tendencia de crecimiento del área urbana, provoca la transformación original del suelo, dado que distintos usos de suelo, han venido desplazando los usos agrícolas por los de vivienda.

**Cuadro 3. Uso de suelo en el Municipio de Rayón.** Fuente: Plan municipal de Desarrollo Santa Maria Rayon, 2012-2015.

Uso	Superficie Ha	Porcentaje %
Urbano	214.70	9.85
Agrícola	1 862.49	85.41
Bancos de materiales	74.54	3.42
Industrial	28.77	1.32
Total	2,180.5	100.00

El Municipio de Rayón tiene una extensión territorial de 2180.50 hectáreas, 85% de ellas es utilizada para la actividad agrícola. En la zona de la planicie se localizan cultivos principalmente de Maíz, Zanahorias, Hortalizas, Avena y Haba. De acuerdo a la información del censo agropecuario realizado por INEGI en el año 2007 el número de unidades de producción con actividad agropecuaria y forestal son 656 de la cuales 39 se registran con tractor propio, las demás aparentemente rentan el uso del tractor, o utilizan tracción animal para la realización de las labores del suelo. El tipo de agricultura que predomina en el municipio es la extensiva, la tradicional, aquella que aprovecha las condiciones favorables del medio, es de temporal y utiliza técnicas, instrumentos y herramientas tradicionales o rudimentarias tales como el arado, animales de tiro, la utilización del tractor se ha incrementado debido a que las personas

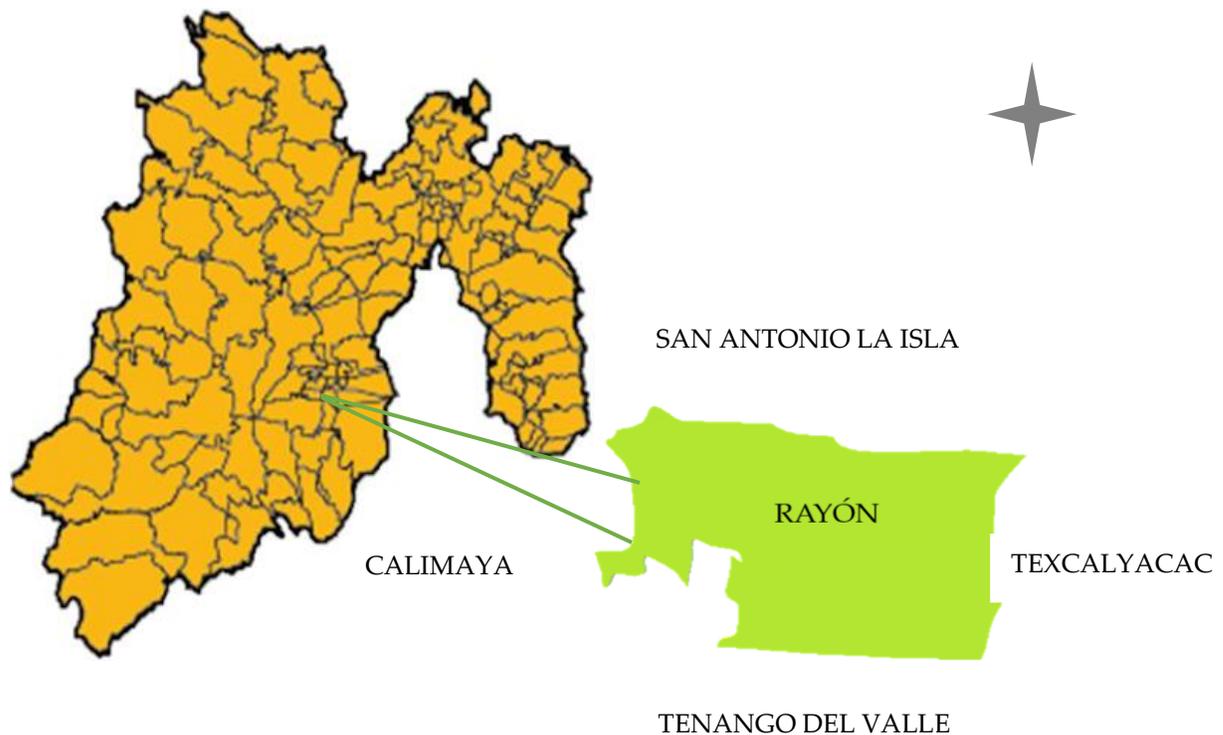
trabajan en la ciudad y les permite tener un recurso extra para comprar tractores usados y en algunos casos nuevos. En muy baja la utilización del riego. Las condiciones de la ganadería se han hecho difíciles en el municipio debido a la falta de espacio, sin embargo, sobresale la producción de ganado vacuno, ovino y porcino.

Hasta hace algunos años, una de las principales actividades económicas del Municipio era la agrícola, a últimas fechas esta actividad ha disminuido considerablemente debido a la baja rentabilidad de los cultivos por el encarecimiento de los insumos agropecuarios y al estancamiento de los precios de los productos del campo. Este estancamiento en el sector agrícola, provoca una incorporación de la población a las actividades secundarias y terciarias. En cuanto a maquinaria agrícola SEDAGRO en el Estado de México reporta que durante el periodo del 2006 al 2011 se entregaron alrededor de 6000 tractores beneficiando directamente a 25 000 productores, mecanizando 222 000 ha. Rayón pertenece a la Delegación Metepec, se registran 12 tractores subsidiados en la base de datos del año 2000 a 2018.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Ubicación de la investigación

El presente trabajo se realizó en el Municipio de Santa María Rayón, México el cual se ubica en la zona sureste del Estado de México. Entre los paralelos 19° 07' y 19° 10' de latitud norte; los meridianos 99° 31' y 99° 37' de longitud oeste; altitud entre 2 500 y 2 700 m, situado al sureste del Valle de Toluca. El municipio ocupa una extensión de 20.60 km<sup>2</sup> (2,180.50 Has); limita al norte con el municipio de San Antonio la Isla, al sur con Tenango del Valle, al este con Texcalyacac y al oeste con Calimaya. Su rango de temperatura es de 10 a 14 °C y su rango de precipitación es de 800 a 1100 mm anuales.



**Figura.1.** Ubicación geográfica del municipio de Santa María Rayón, Estado de México. Fuente: INEGI, 1996.

## 6.2. Metodología

La metodología que se utilizó se basa fundamentalmente en la realización de una encuesta directamente con los agricultores, dueños de tractores y máquinas agrícolas y para ello se ha diseñado un instrumento (cuestionario) como herramienta principal de trabajo. Se realizaron 37 encuestas a productores que son propietarios de maquinaria y equipo, para el levantamiento del padrón de productores con tractor se solicitó información a SEDAGRO y a las autoridades locales municipales, y se complementó con información proporcionada por los productores, el resultado fue de 38 productores propietarios de tractor y suelos agrícolas. Se aplicó la encuesta a 37 productores. El tamaño de la muestra se calcula, en función de una unidad mínima y las comunidades elegidas, se tomarán al azar, con un nivel de confianza de 95% y como límite del error muestral se toma el 9% y para calcular el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente ecuación:

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

Donde:

n - el tamaño de la muestra.

N - tamaño de la población.

$\sigma$  = 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, si no se tiene su valor, se lo toma con relación al 95% de confianza equivale a 1,96 (como más

usual) o con relación al 99% de confianza equivale 2,58, valor que queda a criterio del investigador.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09), valor que queda a criterio del encuestador (Aguilar-Barojas, 2005).

Al obtenerse el tamaño de la muestra se seleccionó con el empleo de un método aleatorio simplificado y dentro de las mismas se consideró la cantidad de agricultores a muestrear, los cuales serán, siempre propietarios de tractores y máquinas agrícolas. La caracterización del nivel de mecanización para el municipio de Rayón se realizará 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.

a) **Índice de equipamiento energético del productor**, puede ser representado por la relación de la potencia en kW (Kilowatts), con la cantidad de productores agrícolas de la zona, región o empresa agrícola:

$$\xi_p = \frac{\sum Nc}{\sum np}$$

Donde:

$\sum Nc$  --Potencia de los motores de los tractores agrícolas

$\sum np$  --Trabajadores vinculados con las tareas agrícolas

b) **Índice de equipamiento energético de una hectárea** de las superficies elaboradas, se debe tener en cuenta que el equipamiento energético por hectárea de la superficie elaborada es significativamente menor que por un obrero.

Se determinan por la formula (Garrido, 1984).

$$\xi_{ha} = \frac{\sum Nc}{\sum Fx}$$

Donde:

$\sum Nc$  – Potencia en hp

$\sum Fx$  -- Total de ha de superficie cultivada

c) **Cantidad de tractores físicos por cada 100 ha de suelo cultivado** en producción artificial (Karpenko, 1989).

$$\exists N = \frac{ZT}{Fx} (100) = \frac{tract}{100ha}$$

Donde:

$ZT$  –Número de tractores

$Fx$  –Hectáreas en producción con preparación de suelos mecanizados

d) **Relación Tractor-Productor**

$$\gamma_{r.t.p} = \frac{\sum Zt}{\sum np}$$

Donde:

$Zt$  – Número de tractores

$\sum np$ —Número de productores

e) **Relación Tractor Implemento:** es la relación de tractores y máquinas agrícolas en la zona, de investigación la cual da el grado de carga de máquinas agrícolas por tractor (Garrido, 1984).

$$\text{br.t.i} = \frac{\sum \lambda_1}{\sum Zt}$$

Donde:

$\lambda_1$  – Número de implementos

$Zt$  – Número de tractores

f) **Total de Maquinaria y Equipo Agrícola**

$$\text{TMEA} = Zt + \lambda_1$$

Donde:

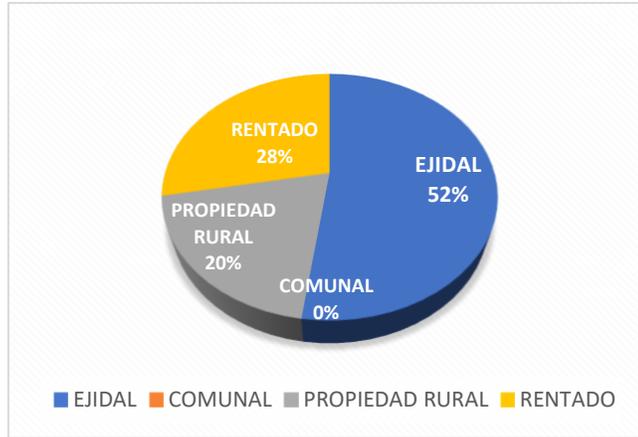
$Zt$  – Número de Tractores

$\lambda_1$  – Número de Implementos

## V. RESULTADOS

Los datos obtenidos de las encuestas realizadas a los productores propietarios de tractor agrícola proveen elementos para describir el desarrollo agrícola regional del municipio de Rayón con respecto al grado de mecanización. Más adelante se relacionan los índices que ayudan a describir el comportamiento del nivel de mecanización agrícola en el municipio de Rayón. Se realizaron 37 encuestas a productores que son propietarios de maquinaria y equipo, para el levantamiento del padrón de productores con tractor se solicitó información a SEDAGRO, a las autoridades locales municipales y a los productores del municipio; el resultado fue de 37 productores propietarios de tractor y suelos agrícolas. Con un total de 42 tractores de diferentes potencias, marcas y años de fabricación; registrando 218 implementos. La encuesta incluye información técnica de los tractores e información en aspectos de capacitación, asistencia técnica a productores y conservación de suelos agrícolas. Los cultivos principales son el Maíz, Hortalizas, Avena, Haba entre otros. También en el municipio se da la renta de suelos agrícolas y los servicios de maquila entre los productores.

La tenencia del suelo agrícola es ejidal predominante como se muestra en la figura dos; sin embargo, un porcentaje del 28 por ciento de suelos agrícolas es rentado por los propietarios de los tractores con la finalidad de incrementar su producción y este rango va desde tres hasta 40 ha de renta en este caso se encuentran 8 productores lo que equivale a 127 Ha. La tenencia ejidal equivale a 237 Ha. Y la propiedad Rural es de 90 Ha. El total de superficie cultivada por los propietarios de tractor agrícola es de 454 Ha.



**Figura. 2. Tipo de tenencia de los suelos agrícolas cultivados de productores con maquinaria agrícola. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

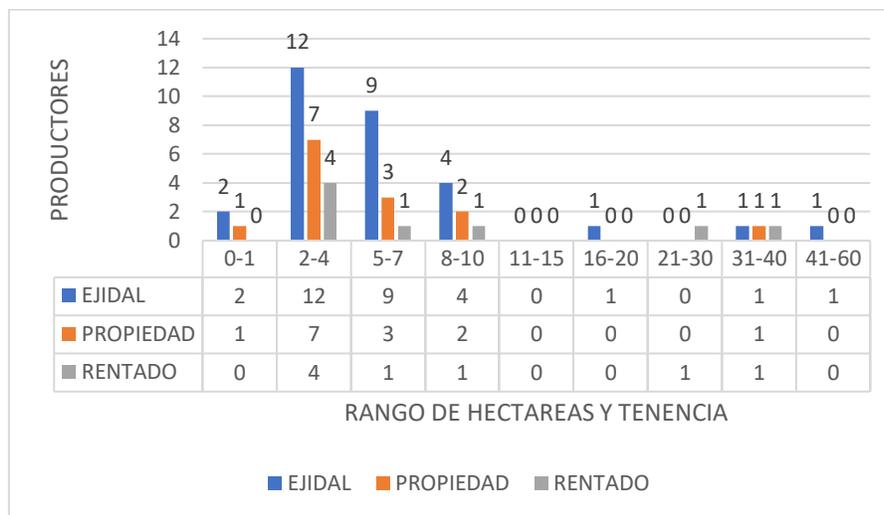
La tenencia de suelos agrícolas por superficie concentra a 13 productores con un rango de superficie de 2-4 Ha; en el rango de 5-7 Ha con 8 productores y 8-10 Ha con 5 productores; 2 productores con superficies de 11-15 ha; 1 productor con superficie de 16-20 ha; 4 productores en el rango de superficie de 31-40 ha y a 2 productores con superficies de 41-60 has, como se muestra en el cuadro 4.

**Cuadro. 4. Número de productores agrupados de acuerdo a la superficie en el municipio de Santa María Rayón, Estado de México. Fuente elaboración con información de encuestas.**

RANGO HA	0-1	2-4	5-7	8-10	11-15	16-20	21-30	31-40	41-60
NO. PROD	1	13	8	5	2	1	1	4	2

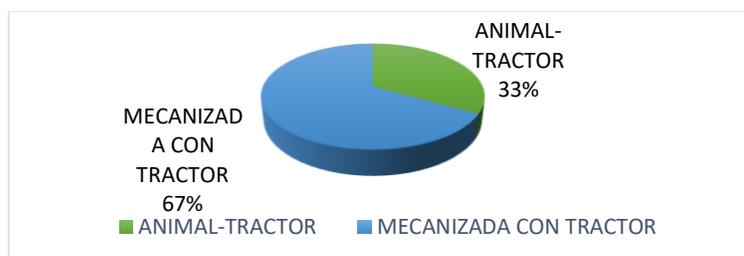
El régimen de tenencia del suelo agrícola de los productores es ejidal, propiedad rural y renta de predios para el cultivo. Algunos productores tienen tanto ejido como propiedad rural, en otros casos también tienen renta de suelo agrícola. La mayor cantidad de productores se concentra en superficies de 2-10 hectáreas; y el tipo de tenencia con mayor número de productores es el ejidal con 30 productores, 14 productores con propiedad rural y a 8 productores con renta de suelo agrícola. La

distribución de los productores por rango de superficie en cada tipo de tenencia de suelo agrícola se muestra en la figura 3.



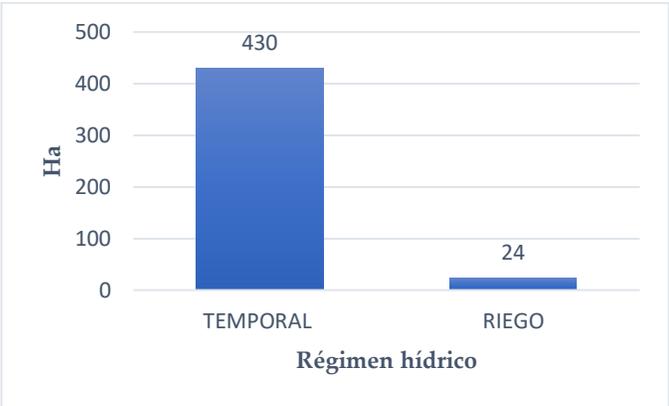
**Figura. 3. Superficie por tipo de tenencia de los suelos agrícolas cultivados de productores con maquinaria agrícola. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

Para la tracción combinan tractor/animal o sólo el uso de tractor, en los cultivos de hortalizas como el brócoli, coliflor y lechuga, durante el segundo periodo de crecimiento cuando las hojas son abundantes y ya no puede ingresar el tractor, las labores de aporque las realizan con tracción animal. En la figura 4 podemos observar que el 67% de la superficie que laboran los productores utiliza tracción mecanizada con tractor y en el 33% de la superficie cultivada se utiliza la combinación de tracción animal y tractor.



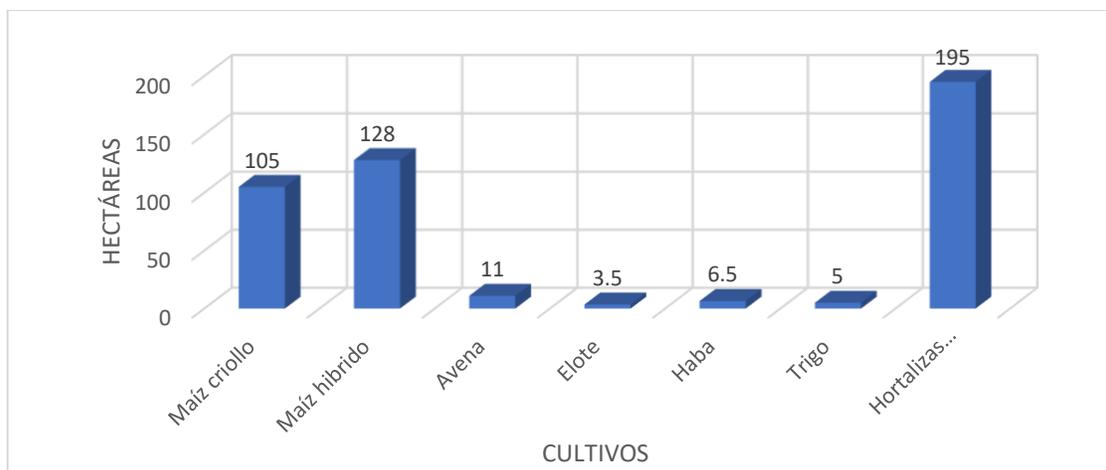
**Figura. 4. Superficie de suelo que se laboran con tractor, o combinan tractor/animal. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

La utilización del riego es limitada únicamente quienes tienen acceso a pozos artesanales, o utilizan punta de riego. El máximo de hectáreas por productor bajo riego es de 4 ha, son 8 productores encuestados que tienen riego y el rango es de una-4 ha bajo riego con un total de 24 Ha como se muestra en a la figura 5.



**Figura. 5. Superficie de suelo laborada bajo temporal o riego. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

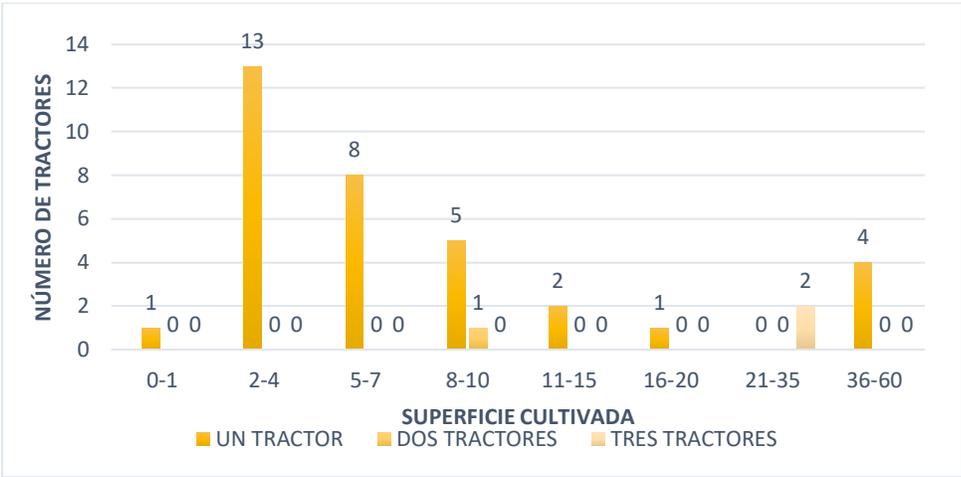
El riego lo utilizan principalmente en cultivos como brócoli, lechuga, col, betabel y cilantro. De acuerdo a lo manifestado por los productores las hortalizas se cultivan en 195 hectáreas, representan el 43 por ciento de la producción; la siembra de maíz representa un 23 por ciento maíz criollo con una superficie de 105 Ha, un 28 por ciento de maíz híbrido o semillas mejoradas con una superficie de 128 Ha y el uno por ciento destinado a elote con 3.5 Ha; el 3 por ciento de avena en una superficie de 11 Ha; el trigo y haba representan el 1 por ciento con una superficie de 5 y 6.5 Ha respectivamente como se muestra en la figura 6.



**Figura. 6. Principales cultivos de los productores propietarios de tractor encuestados. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

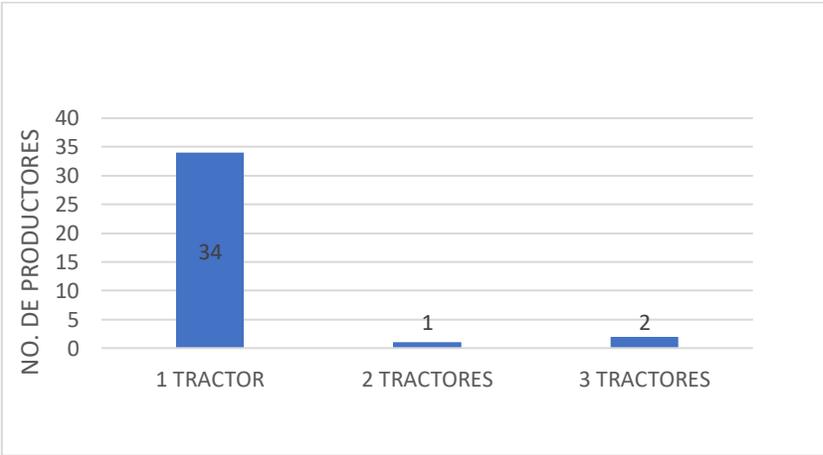
Podemos observar en la figura 7 que la mayor cantidad de tractores los poseen productores que cultivan entre 1-10 ha con un total de 28 tractores, dentro de este grupo se encuentra a un productor que posee 2 tractores. En el rango de 0-1 ha existen 1 productor. En el rango de 2-4 ha hay 13 tractores. En el rango de 5-7 ha encontramos a 8 tractores. En el rango de 8-10 ha hay 6 tractores incluyendo un productor con dos tractores; es decir que donde se encuentran la mayor cantidad de tractores, es en superficies menores a 10 hectáreas. Los dos productores que poseen tres tractores combinan actividades agrícolas y pecuarias de manera intensiva establecida de ganado ovino y bovino con un rango de tenencia de la tierra de 21-35 hectáreas. Y en superficies de 36-60 ha tenemos a 4 productores con un tractor cada uno, reflejando una distribución espacial de los tractores ineficiente. Según Masera (1990), para hacer rentable un tractor mediano ( $\approx 60$  h.p.) es necesario tener una superficie de cultivo de 25 ha, hecho que es corroborado por Lara López (2000), quien en un estudio realizado encontró que el punto de equilibrio para un tractor típico armado en México categoría II, totalmente dedicado a la maquila de las labores agrícolas, el punto de equilibrio es

de 31 ha. De acuerdo a los resultados de las encuestas en el municipio se tiene un tractor por cada 10.80 ha tractor<sup>-1</sup>. Estos datos indican la subutilización que se está haciendo de la maquinaria agrícola que los productores poseen.



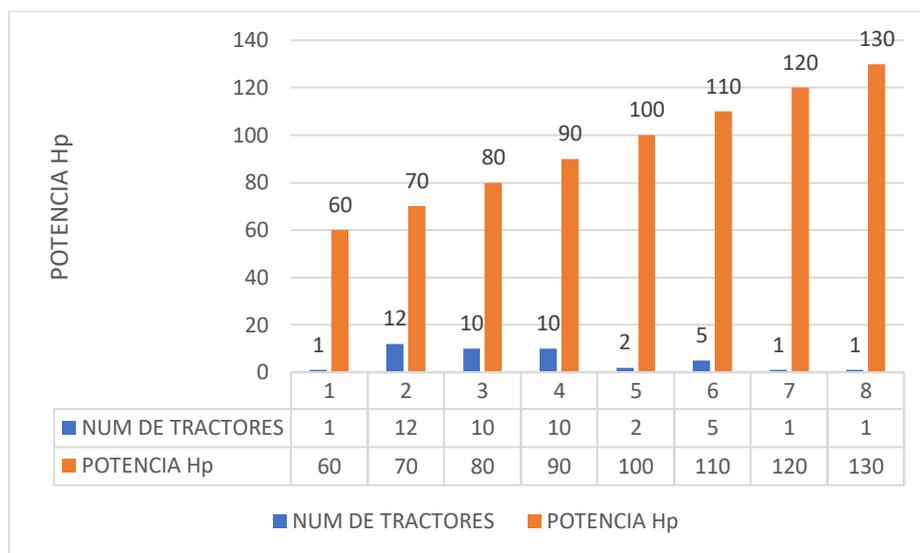
**Figura. 7. Número de tractores por rango de superficie cultivada por productor. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

De acuerdo a la figura 8 del total de productores 34 poseen un solo tractor, 1 productor posee dos tractores y dos productores poseen 3 tractores. El número de hectáreas y las actividades pecuarias son determinantes para la posesión de más de un tractor.



**Figura. 8. Número de tractores por productor. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

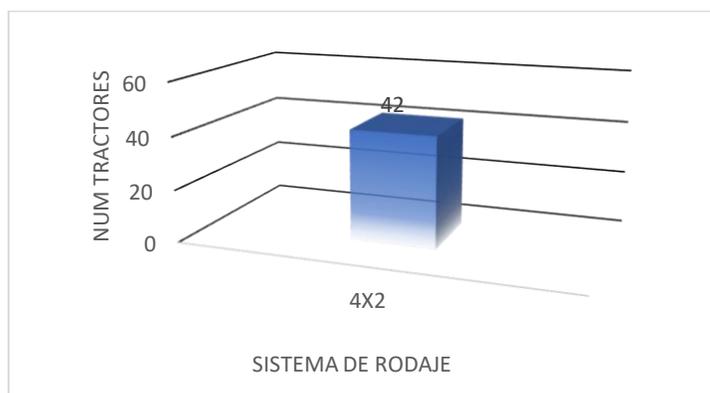
En lo referente a la potencia de los motores el rango de 70-90 hp se encuentran 32 tractores de los agricultores entrevistados, en potencia menor a 70 hp solo se encuentra un tractor, y potencias mayores a 90 y hasta 130 hp encontramos a 9 tractores como se muestra en la figura 9. Teniendo en cuenta la suma de las potencias del conjunto de tractores, se tiene un total de 3 690 H.p. y como índice de equipamiento energético por ha en el municipio de Santa María Rayón se tiene 8.12 h.p./ha. el cual indica existe potencia desperdiciada o subutilizada dado que, en cuanto a eficiencia productiva, Dr. José Gaytán Ruelas Profesor Investigador del Departamento de Ingeniería Mecánica de la UACH. de estos artefactos, asegura que la relación en potencia/superficie adecuada es de 1 hp ha<sup>-1</sup>, estudios realizados por Palacios et al. (2012).



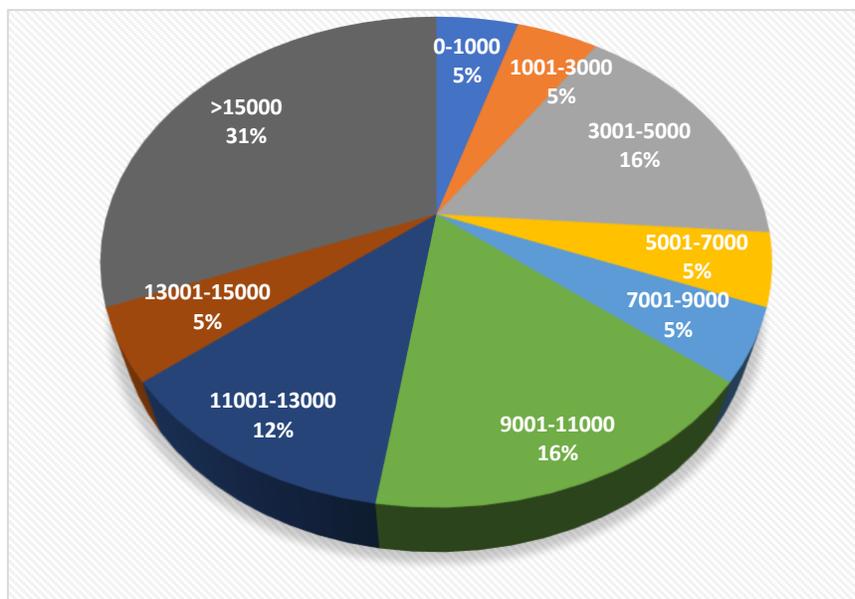
**Figura. 9. Potencia de los tractores de los agricultores entrevistados. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

La potencia media de la maquinaria está en 87.85 H.P. lo cual rebasa en un mínimo a lo identificado por Reina (2004), en su investigación y que le arrojó un promedio de 87,0 h.p. A nivel nacional el tipo de tractores de acuerdo a su potencia, el 36.8% de

estos presentan una potencia que oscila entre los 60 a 85 caballos de fuerza por sus siglas en inglés hp, 30% de 85 a 145, 17.1% de 60 HP y 16.1% de más de 145 hp; es decir, que la mayoría de los tractores existentes son los llamados “estándar”. Palacios y Ocampo (2012). Para el caso del Municipio de Rayón se tiene el 74 % con potencia de 60 a 90 hp, y el 26 % en potencias de 100 a 130 hp. El 100% de los tractores tiene un sistema de rodaje 4X2. Montoya, (2018) menciona tienen una menor tracción y con altas sobre cargas tienen la posibilidad de vencer con menor facilidad las resistencias externas que les ofrecen los implementos y máquinas agrícolas, se incrementa el resbalamiento o patinaje, ocasionando un mayor desgaste en los neumáticos. Pero a la vez son tractores de menor costo.

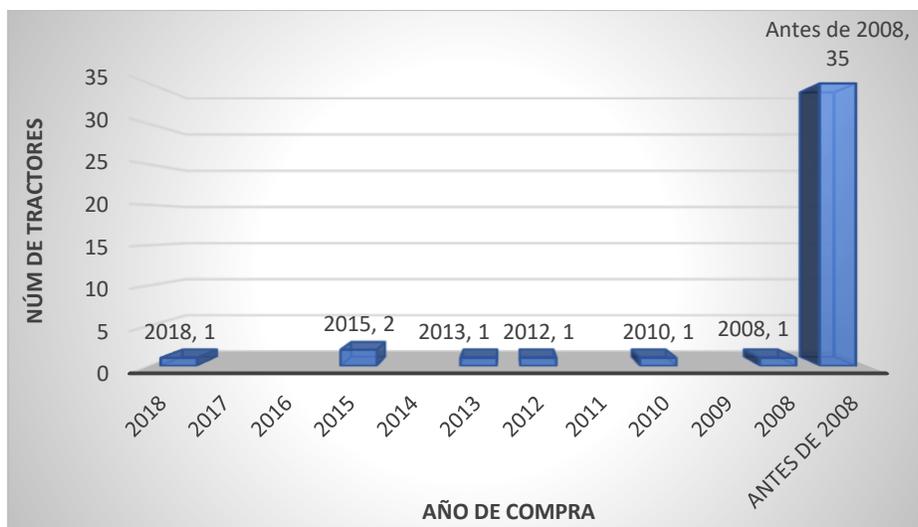


**Figura. 10. Sistema de rodaje de los tractores de los agricultores entrevistados. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**



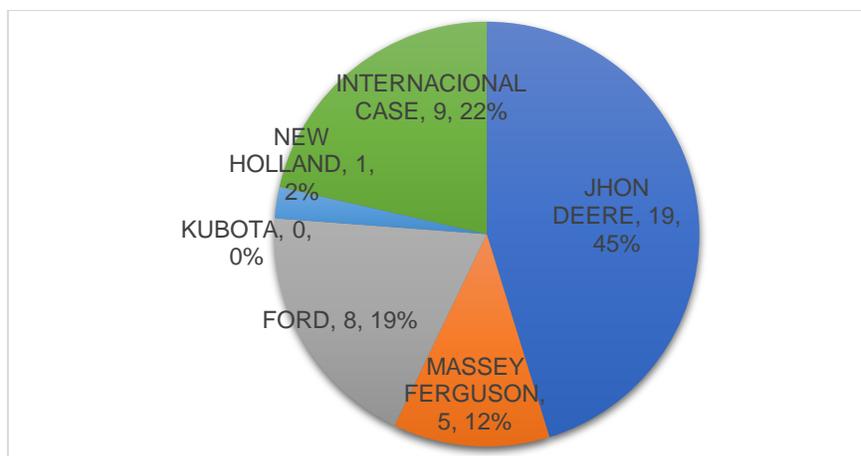
**Figura. 11. MOTO-Horas trabajadas por tractor agrícola. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

De acuerdo al estudio realizado por Bailón (2018), en el municipio de Zinacantepec los tractores trabajan anualmente un promedio de 414 moto-horas. en el caso de Rayón 542,70 moto-horas trabajadas en promedio anualmente, los productores informan sólo trabajar sus predios, debido al alto costo del combustible y refacciones. Sin embargo, este dato es un promedio, existe alta variabilidad en los datos. Puede ir de 225 moto-horas hasta 1100 moto-horas. Los años de uso indica el nivel de desgaste de las máquinas; generan mayores gastos en reparaciones y mayor contaminación atmosférica, el 31 por ciento de los tractores tiene más de 15 000 moto horas de trabajo.



**Figura. 12. Año de fabricación de los tractores agrícolas de la zona de Rayón. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

La renovación del parque de tractores puede disminuir el consumo de combustible hasta un 20 % manteniendo el mismo nivel de actividad, la disminución de combustible contribuiría en bajar la emisión de contaminantes a la atmósfera principalmente en CO que contribuyen al aumento del efecto invernadero de acuerdo a Herrera (2011). En Rayón el registro de tractor más antiguo es de 1967, mencionando otros dos del año 1969, son una muestra de lo caduca que se encuentra la maquinaria agrícola en el municipio. En la figura 12 podemos observar que, considerando una vida útil de 10 años, el 83 por ciento de los tractores ya rebasaron su vida útil, aunado al número de Moto-horas de acuerdo a la figura 12, el 31 por ciento ya rebasó las 15 000 Moto-horas podemos inferir el grado de obsolescencia; considerando la suma de los costos adicionales en combustible, mano de obra, refacciones y tiempo de inversión representa una fuga de recursos que convierten a la producción final más cara y muchas veces el mercado no responderá por estos costos adicionales haciendo una agricultura más ineficiente y precaria.



**Figura. 13. Marca de tractores predominante. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

En el municipio de Santa María Rayón, las marcas predominantes como se muestran en la Figura 13 son John Deere representa el 45%, Internacional Case el 22 %, Ford el 19 %, Massey Ferguson 12 % y New Holland 2%; en ese orden son las marcas de tractor, resalta que la marca Ford tienen 8 los tractores representan el 19 por ciento, y estos tienen más de 20 años de vida, actualmente ya no se comercializan. Cabe mencionar de acuerdo a la información proporcionada del año 2013, Ayala, et. al. (2013) OCIMA registró las siguientes marcas con certificaciones de una vigencia de 3 años. La marca Jhon deere tiene 20 certificaciones con potencias de 40 hasta mayores a 120 hp, seguida de la marca Massey Ferguson con 16 certificaciones con potencias 20 a 120 Hp, posteriormente esta la marca New Holland con 11 certificaciones con potencias de 50 a mayores de 120 Hp. YTO cuenta con 9 certificaciones y las potencias van de 50 a mayores a 120 Hp. Kubota con seis certificaciones y potencia de 10 a 110 Hp. Mc Cormick tiene 5 certificaciones con potencias de 50 a 90 Hp. Case cuenta con 4 certificaciones con potencias de 70 a 110 Hp. Harvest King tiene a esa fecha 3 certificaciones, con potencias de 20 a 50 Hp y 70 a 80 Hp. Por último, Fotón cuenta con dos certificaciones y la potencia es de 50 a 80 Hp. Sería importante que las

instituciones gubernamentales tomaran en cuenta estas consideraciones de potencia y calidad en los tractores que adquieren los productores. Podemos observar la presencia del número de tractores de la marca Jhon Deere en el municipio, relacionándola con el número de certificaciones que es el mayor. Entre más certificaciones posea una marca mayor presencia tiene en el mercado.

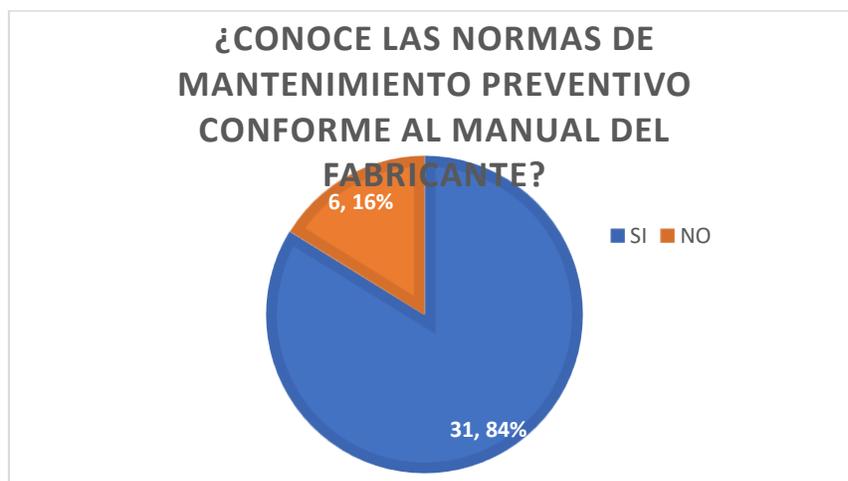
**Cuadro. 4.- Relación de implementos agrícolas en el municipio de Rayón, Estado de México. Fuente: encuestas realizadas en el municipio de Rayón.**

IMPLEMENTO	CANTIDAD	Relación implemento tractor
ARADO	34	0.80952381
RASTRA	37	0.880952381
SUBSOLEADOR	9	0.214285714
MULTIARADO	6	0.142857143
SEMBRADORA	29	0.69047619
FERTILIZADORA	17	0.404761905
ASPERJADORA	13	0.30952381
CARGADOR FRONTAL	5	0.119047619
ZANJEADORA	1	0.023809524
REMOLQUE	20	0.476190476
COSECHADORA	1	0.023809524
DESGRANADORA	2	0.047619048
MOLINO	20	0.476190476
ENSILADORA	7	0.166666667
EMPACADORA	1	0.023809524
CULTIVADORA	15	0.357142857
VOLEADOR	1	0.023809524
<b>TOTAL</b>	<b>218</b>	

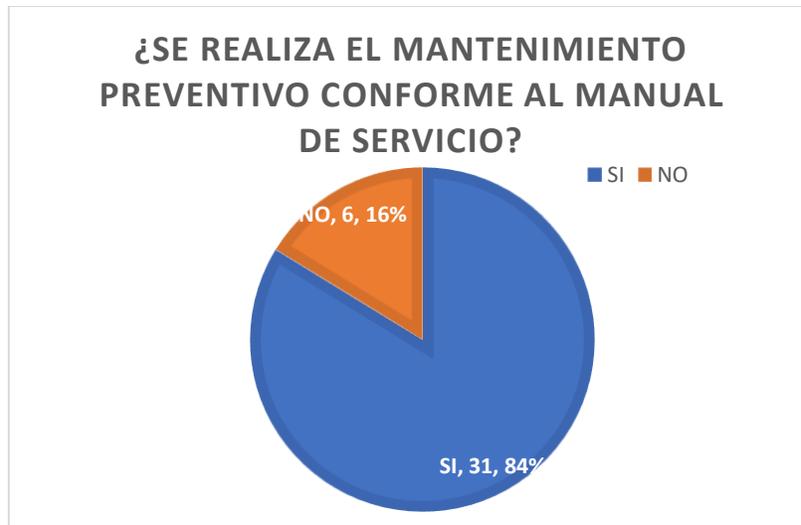
Las cantidades de implementos agrícolas suman la cantidad de 218 y el porcentaje que estos representan con respecto al total de tractores se plantea la relación tractor/implemento, la cual indica que se tienen de 5.1 implementos por tractor, por debajo de lo planteado por Garrido (1984), que deben ser 6 implementos por tractor.

En el cuadro 4 podemos observar que la relación que guarda cada implemento con respecto a los tractores es menor a uno, en términos idóneos cada tractor debería de tener al menos 1 arado, 1 rastra, 1 sembradora, fertilizadora, subsuelo o algún otro tipo de implemento; sin embargo, en ningún caso llegan al valor de 1 en cuanto a la relación implemento/tractor.

Con respecto al conocimiento de las normas de mantenimiento preventivo es complejo debido a que al menos el 50 por ciento de los tractores han sido comprados ya usados. Y los productores que han comprado de manera directa al fabricante, de alguna forma tienen un primer acompañamiento con el vendedor, sin embargo, es costoso y no existe ningún compromiso por parte de los vendedores para con los productores que acompañen la venta con capacitación o adiestramiento en el mantenimiento de los tractores. Es posible observar en la figura 14 que los productores mencionan conocer las normas de mantenimiento preventivo conforme al manual del fabricante.

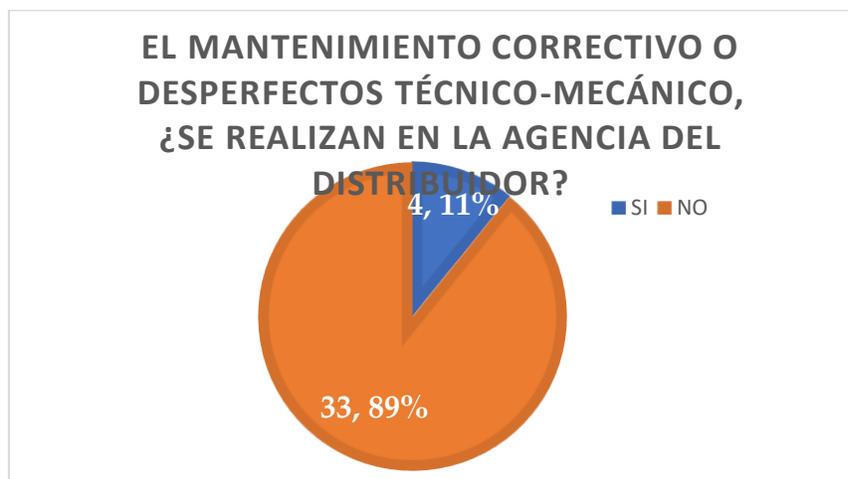


**Figura. 14.** Respuestas que manifiestan los productores acerca del conocimiento de las normas de mantenimiento preventivo de acuerdo al manual del fabricante. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.



**Figura. 15.** Información manifestada por los productores relacionada a la realización del mantenimiento preventivo conforme al manual de servicio. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.

En la figura 15 observamos que el 84 por ciento de los productores mencionan que realizan el mantenimiento preventivo conforme al manual de servicio, que lo realiza un mecánico de la región o ellos mismos; el 16 por ciento restante mencionan no realizan el mantenimiento del tractor conforme al manual de servicio debido a desconocerlo o bien no tener los recursos para realizarlo en tiempo y forma.

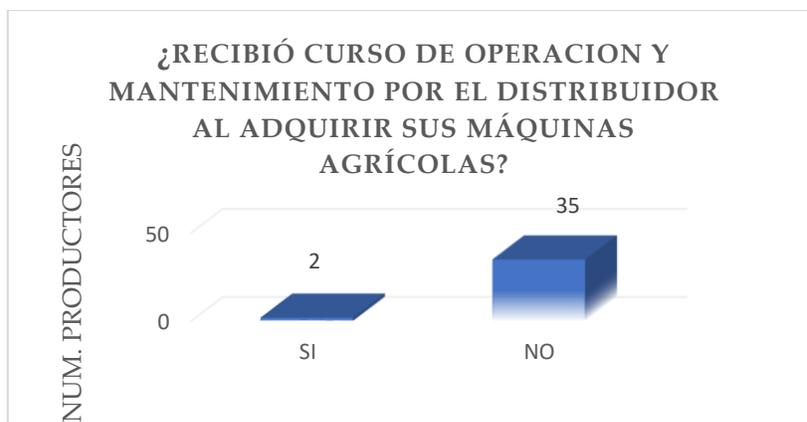


**Figura. 16.** Productores que acuden a la agencia del distribuidor para darle mantenimiento a los tractores. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.

Un 11% de los productores manifestó que acuden a la agencia para realizar el mantenimiento o arreglar los desperfectos de su tractor, el 89 por ciento manifiesta realizar el mantenimiento o desperfectos de su tractor con mecánico de la zona o bien ellos mismos realizan el trabajo de acuerdo a su experiencia. El argumento principal manifestado es el alto costo que deben pagar con las agencias distribuidoras de tractores. y que no acuden para dar mantenimiento a su tractor debido al alto costo que representa.

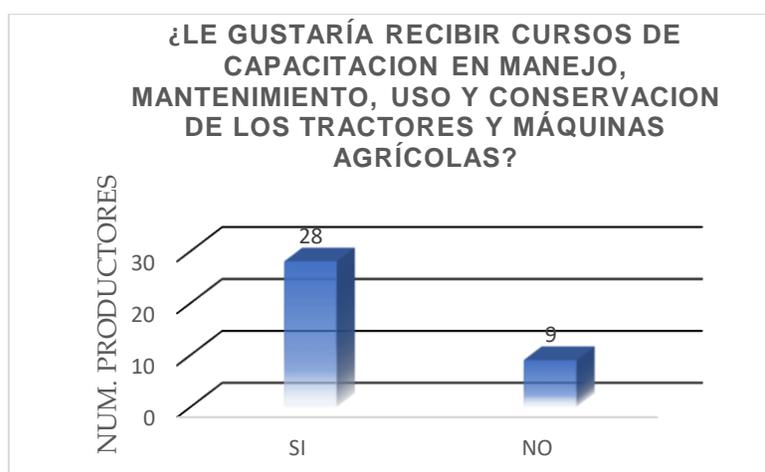
Generalmente la capacitación se considera un gasto, hasta innecesario, debido a que no se conocen las innovaciones en la región, o bien la economía de los productores no les permite destinar recursos a este rubro; y a lo largo del tiempo han aprendido a solucionar los problemas técnico-mecánicos con personal de la región o ellos mismos.

La falta de capacitación en el uso del tractor para cada trabajo agrícola, sin realizar una evaluación energética para identificar los costos y a la vez realizar un comparativo con respecto a las labores de subsuelo, arado, rastra que representan mayor inversión energética; termina en el uso excesivo de combustibles o excesiva pulverización del suelo.

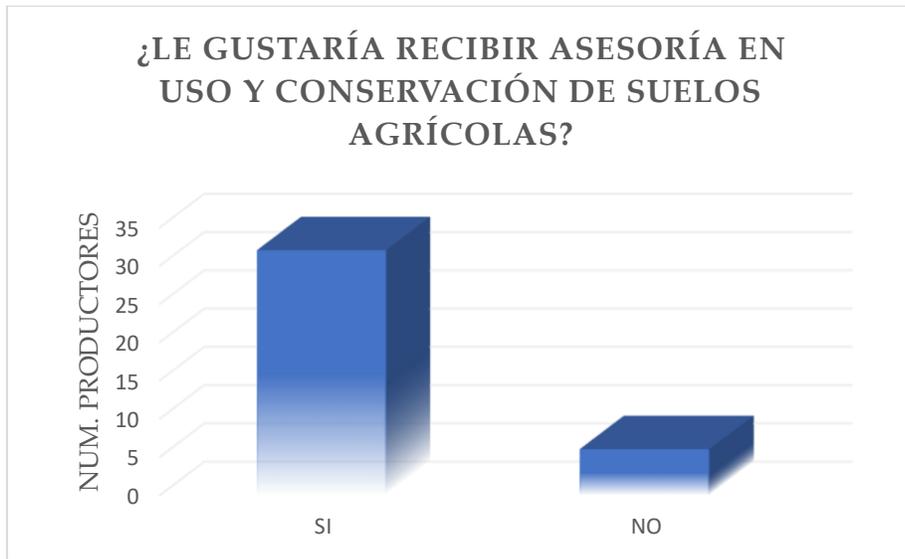


**Figura. 17. Productores encuestados que han recibido algún curso de operación y mantenimiento de maquinaria agrícola. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

En la figura 17 es posible ver que la mayoría de los productores manifiestan no haber recibido curso de operación y mantenimiento al adquirir la máquina agrícola, lo cual pone de manifiesto que deben existir mejores normas de responsabilidad social para los distribuidores, que no solo se beneficien con la venta, sino que esa venta lleve un adiestramiento. En la figura 18 manifiestan su interés por recibir curso de operación y mantenimiento de máquinas agrícolas.

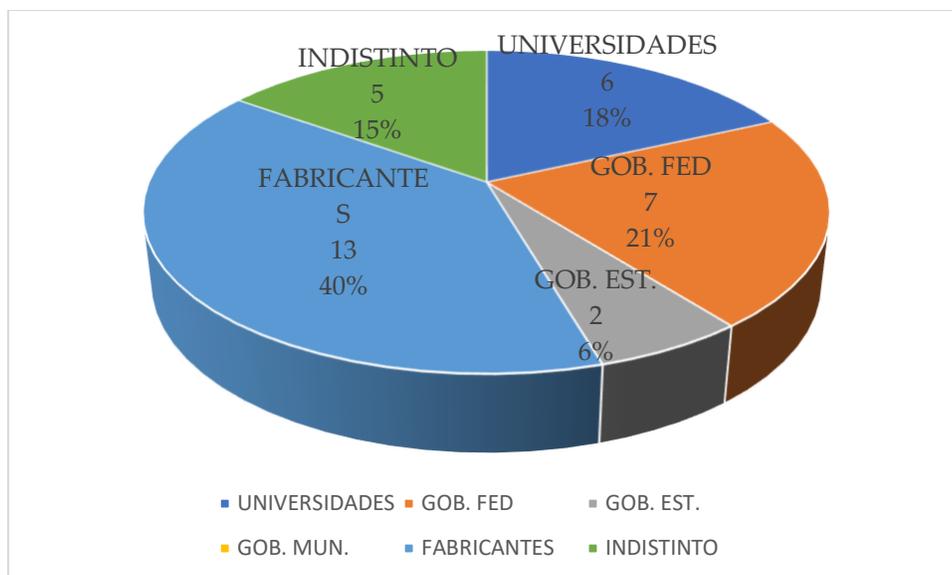


**Figura. 18. Productores que les gustaría recibir cursos de capacitación en manejo, mantenimiento de los tractores y máquinas agrícolas. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**



**Figura. 19. Productores que les gustaría recibir cursos de capacitación en uso y conservación de suelos agrícolas. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

Con respecto a asesoría en uso y conservación de suelos en la figura 19 la mayoría de los productores manifiestan su interés por conocer el efecto que los tractores y máquinas agrícolas ejercen sobre el suelo, lo cual sería fundamental conocer ya que estos artefactos provocan compactación del suelo, lo cual provoca la reducción del sistema radicular, disminuye la infiltración de agua y a la vez limita la humedad en la capa arable. En general manifiestan interés por conocer la maquinaria e implementos relacionados a la conservación del suelo incluyendo los costos y beneficios que conllevan. Partiendo de la problemática que enfrentan los productores en cuanto a la optimización de la energía de la maquinaria agrícola versus costos de combustibles con la finalidad de ahorrar recursos económicos.



**Figura. 20. Respuestas que manifiestan los productores acerca de que institución sería la más conveniente según su criterio, para recibir asistencia técnica en el uso de máquinas y tractores agrícolas. Fuente: Elaboración con información de encuestas realizadas.**

De acuerdo a la Figura 20 se observa que los agricultores a su criterio y análisis de su entorno 13 productores con tractor que equivale al 40 % consideran que el fabricante sería el idóneo para obtener asistencia técnica en relación al mantenimiento de maquinaria y equipo agrícola por considerar que conocen las máquinas, seguido de 7 productores que representan el 21 % que consideran que la capacitación o asistencia técnica obtenida a través del Gobierno Federal sería conveniente por considerar que esta sería subsidiada y menos costosa, los productores que consideran que las universidades deberían ser las aptas para dar esta asistencia técnica son 6 y representan el 18%, existen 5 productores que no muestran una preferencia por la vía a través de la cual obtuvieran el beneficio de la Asistencia Técnica consideran que lo importante sería recibirla. Y dos productores manifiestan que les gustaría recibirla del gobierno Estatal.

## VI. DISCUSIÓN

Generalmente para obtener los índices de mecanización se regionaliza o se considera la territorialidad, de tal forma que se divide la superficie mecanizable entre el parque de maquinaria agrícola en un área determinada. De acuerdo a los datos citados por Negrete (2006) para el centro del país se considera un índice del 104 ha tractor-1. En el estudio de Santa María Rayón; si se considerara el territorio que es de 1856 ha mecanizables y encontramos 42 tractores podríamos considerar un índice de mecanización del 44 ha tractor-1. Se registran 656 unidades de producción (INEGI, 2007); y de acuerdo a las entrevistas 37 unidades de producción cuentan con tractor; lo cual nos indica que el 5.9 por ciento de las unidades de producción cuentan con tractor. En el presente estudio se obtiene un índice de mecanización de 10.80 ha tractor-1, al considerar únicamente la superficie que labora cada productor propietario de tractor con un total de suelo cultivado de 454 Ha, sin considerar cuánto se maquila a otros productores debido a que no hay un dato exacto o es muy variable porque para tomar esta decisión consideran el costo del combustible y el desgaste de la máquina, con el índice de mecanización obtenido podemos inferir que existe subutilización de los tractores y la maquinaria agrícola. Según Masera (1990), para hacer rentable un tractor mediano ( $\approx 60$  h.p.) es necesario tener una superficie de cultivo de 25 ha. El índice de equipamiento energético por productor se tiene un valor de 74.79 KW.(87.85 Hp) considerando que la mayoría de los productores tienen menos de 10 ha. El índice de equipamiento energético por hectárea es de 8.12 hp, considerando que con 1 Hp por ha sería lo recomendado; existe energía en reposo. La potencia media es de 87 Hp. El número de tractores en 100 Ha es de 9.25, todos estos datos llevan a que los

productores no están seleccionando adecuadamente la potencia de los tractores y a su subutilización. En relación a los años de uso de los tractores, un 83% han rebasado su vida útil, considerándola de 10 años, Hetz *et al.* (1998), citado por Reina (2004), señalaron un periodo de vida útil que oscila entre 9 y 15 años. Y el 31 % ha rebasado las 15,000 Moto-horas según Lara (2000) un tractor tiene un uso anual de 1000 horas; en el área de estudio se tiene 542,70 moto-horas trabajadas en promedio, porque los datos muestran variabilidad de 225-1100 Moto-horas anuales. La relación tractor productor es de 1.13 tractores por productor pues algunos productores cuentan con más de un tractor; es importante considerar que los productores que cuentan con más de un tractor tienen una actividad agropecuaria intensiva en este caso se encuentra la actividad de producción de leche, producción de pie de cría de ganado ovino y producción de ganado de engorda. La relación tractor implemento tiene un valor de 5.16 lo cual nos indica un valor menor al recomendado, puesto que no se logra tener al menos seis implementos por tractor, se contabilizó en el municipio una cosechadora y una empacadora. El total de maquinaria agrícola es de 260.

En cuanto a asistencia técnica y capacitación en el uso y mantenimiento de maquinaria agrícola los productores de acuerdo a su criterio manifiestan que los concesionarios o fabricantes deberían ser los que impartan la Asistencia Técnica o Capacitación porque son los que conocen la maquinaria y además se benefician de la venta de los artefactos, en segundo lugar, de referencia están el Gobierno Federal, según los productores esta Asistencia Técnica debería ser subsidiada. Al igual que la de las Universidades; en general se interesan por el subsidio en este rubro porque consideran que los costos por parte de los fabricantes son muy altos, por tal motivo no llevan los tractores a las agencias.

## VII. CONCLUSIONES

Se calculó que el índice de mecanización para el Municipio Santa María Rayón es de 44.33 ha tractor-1, esto teniendo en cuenta la superficie total Agrícola del Municipio. Considerando la superficie de 454 ha de los productores entrevistados con tractor agrícola se tienen 10.80 ha tractor-1 el cual es bajo dado que la FAO recomienda 50 ha tractor-1. El 5.9 % de las unidades de producción cuenta con tractor; lo cual es un indicador de que las demás unidades de producción arrendan el uso de maquinaria agrícola y utilizan tracción animal. De acuerdo a los datos obtenidos en las encuestas realizadas, la relación tractor implemento ( $\beta$ r.t.i), tiene un valor de 5.16, lo cual está por debajo de lo idóneo; sin embargo logran el ciclo agrícola de cultivos como: maíz, hortalizas, haba, elote, trigo y avena combinando tracción animal e intercambiando el uso de algunos implementos entre productores.

Los productores encuestados tienen un promedio 74.79 K W de potencia por productor, muy alto de acuerdo a lo planteado por algunos autores y en algunos casos su trabajo se ve limitado por la obsolescencia de los tractores; los cuales en un 83% han rebasado su vida útil, considerándola de 10 años, y el 31 % ha rebasado las 15,000 Moto-horas. El índice de equipamiento energético por hectárea es de 8.12 Hp por Ha el cual es muy alto de acuerdo a las recomendaciones que es de 1 Hp por Ha. existe subutilización de la potencia de la maquinaria. Existen diferencias entre los productores aquéllos que cuentan con 2 o tres tractores y cuentan con rangos de suelo cultivado de 10-35 Ha. Y productores con hasta sesenta hectáreas de cultivo (rentado o Propio) que solo cuentan con un tractor. Es muy variable la distribución espacial de los tractores; más que de la superficie cultivada depende de la actividad agropecuaria

que realizan. Con respecto a la potencia de los tractores, los productores requieren mayor Asistencia técnica en cuanto a la selección de tractores que adquirirán. Con respecto a la capacitación los productores tienen disposición e interés debido a su necesidad de mejorar la forma en que dan mantenimiento a su maquinaria y en conocimientos sobre el suelo que cultivan; para manifestar quien o que institución sería el idóneo según su criterio para dar asistencia técnica en el uso y manejo de motores agrícolas toman en cuenta factores determinantes como: el costo, los conocimientos , el subsidio de la asistencia y se pone de manifiesto mayor compromiso por parte de los vendedores para que las ventas de tractores acompañen capacitación en el mantenimiento de los tractores. En un gran porcentaje los productores han adquirido los tractores ya usados, los recursos con los que han adquirido los tractores provienen de empleos que tienen en la ciudad; son sólo 12 tractores los que han adquirido con subsidio gubernamental y pocos son los productores que los han adquirido nuevos y con recursos propios. La mayoría cuentan con un ingreso diferente a la agricultura que les complementa la actividad agropecuaria y con lo que sustentan la vida familiar.

## VIII. REFERENCIAS

- Aguilar-Barojas, S (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Revista Salud en Tabasco. Vol.11. 1-2. pp. 333-338. Villahermosa, México. ISSN. 1405-2091.
- Arnal A. P. (2001). Potencia de los tractores agrícolas. Resumen de los datos de los ensayos OCDE realizados en los años 1997, 1998, 1999 y 2000. Asociación Empresarial Agropecuaria. ASAJA, Huesca, Informa. Mecanización Agraria- Universidad Pública de Navarra, Director Gerente de AEA ASAJA. Huesca. 6 p.
- Ayala, G. A. V; Audelo, B. M. A; Garay, H. M. y Mendoza, C. C. E. (2011). La situación del mercado de tractores en México, perspectivas y retos en la certificación. OCIMA-INIFAP, CENEMA. SAGARPA. Estado de México. Folleto técnico Núm. 47. 47 p. [www.inifap.gob.mx/circe/ocima/folleto%20ocima.pdf](http://www.inifap.gob.mx/circe/ocima/folleto%20ocima.pdf)
- Calva J. L. (1998). Crisis agrícola y alimentaria en México 1982-1988. Fontamara 54- Editores. México. D.F. 95 p.
- FAO-FAOSTAT. (2011<sup>a</sup>). FAO. Dirección de Estadística. DesktopDefault.aspx?PageID=576#anchor. Consultado 20 noviembre de 2018. <http://faostat.fao.org/site/576/>
- FAO-FAOSTAT. (2018) FAO. <http://www.fao.org/faostat/es/#data> <http://www.fao.org/faostat/es/#data/RM> Consultado 22 de octubre 2018.
- FAO & AUC. (2018). Sustainable Agricultural Mechanization: A Framework for Africa. Addis Ababa. 127 pp Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Consultado 10 de abril de 2019.
- Flores, F.; Schwentesius, R y Márquez, S. (2008). Maquinaria Agrícola. Indicadores generales (2003-2005). En recursos naturales, insumos y servicios para el agro mexicano. Colección Sistemas Agroindustriales, Tomo I (2008).
- Garrido, P. J. (1984). Implementos y máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación. ed. Científico técnica Habana Cuba. pp.398
- Gleason, Álvarez, Miguel. Maquinaria Agrícola Revista de Geografía Agrícola, núm. 36, enero-junio, 2006, pp. 129-154 Universidad Autónoma Chapingo Texcoco, México.
- Gutiérrez, R. F. (1990). Explotación del parque de máquinas y tractores. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Herrera Prat, Mario Ignacio; Toledo, Antonio; Pelayo García Fernández, Miguel Elementos de gestión en el uso del parque de tractores Revista Ciencias Técnicas

Agropecuarias, vol. 20, núm. 1, enero-marzo, 2011, pp. 20-24 Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez La Habana, Cuba. Consultado 19 de abril, 2019.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (1996). Censo de Población y Vivienda 1995. INEGI, México.

Instituto Valenciano de Exportación. (2006). Maquinaria Agrícola en México. (IVEX.), México.

Karpenko (1989). Celskojosiabennie Mashino. Editorial agropromisdat, pp 527 (Ruso).

Lara López, A. (2000) "Trends and requirements of Mechanization: the case of México", Proceedings of the 1 st Latin-American Meeting of the Club of Bologna, Fortaleza, Brasil, pp.20-31

Larqué Saavedra, Bertha Sofía; Cortés Espinoza, Lorena; Sánchez Hernández, Miguel Ángel; Ayala Garay, Alma Velia; Sangerman-Jarquín, Dora Ma. Análisis de la mecanización agrícola de la región Atlacomulco, Estado de México Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm 4, noviembre-diciembre, 2012, pp. 825-837 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México

Masera, C. O. (1990). Crisis y Mecanización de la Agricultura Campesina. El Colegio de México, México, 20 p.

Negrete, J. C. (2006). Mecanización Agrícola en México, México D.F., edición propia. Consultado en la web: fecha 15 de noviembre de 2018

Negrete, J.C. 2011. Políticas de mecanización agrícola en México. Artículo de portafolio revista Iberoamericana CTS. nov.2011

Negrete, J. C. Tavares, M. A. L., Tavares, M. R. L. (2012). Diseño de tractores agrícolas en México. Rev Cie Téc Agr vol.21 no.1. San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Ocampo, L. G. J. y Palacios, R. I. 2003. Tecnología y conflicto: Historia de la tractorización de México. En: SEMIHAA. Memoria PIHAA/CIESTAAM X SEMINARIO de resultados de investigación. Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigación Económica, sociales y tecnológicas de la Agroindustria y la agricultura Mundial (IESTAAM). Pág. 36

Ochoa, B. J. G. 2010. Estudio del parque de maquinaria agrícola en el Estado de México. SAGARPA, INIFAP, CENEMA, Gobierno Federal. 103 p.

Ortiz, L. H. y Rossel, K. D. (2002). La participación de las instituciones de Investigación y los fabricantes de máquinas agrícolas en un proceso de innovación. Ponencia

presentada en el 1er Foro de Mecanización Agrícola y Agroindustrial. Chapingo, México. Rita Schwentesius Rindermann (Coord.) Universidad Autónoma Chapingo. CIESTAAM. 135 p.

Palacios R. M. I; Reyes C. R; Teodoro M. J. M. (2003). SEMIHAAA Memoria PIHAAA/CIESTAAM X SEMINARIO de resultados de investigación. Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), p. 36.

Palacios Rangel, María Isabel, Ocampo Ledesma, Jorge, Los tractores Agrícolas de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas [en línea] 2012, (noviembre-Diciembre) : [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2018] disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263125299026>> ISSN 2007-0934.

Ramírez, V. B. et al. (2007): "Tecnología e Implementos Agrícolas: Estudio Longitudinal en una región Campesina de Puebla, México", Revista de Geografía Agrícola, enero-junio, No. 38, Universidad Autónoma Chapingo Texcoco México, pp. 55-70.

Reis, A. V., Machado, T., Tillman, A., De Morales, E. (2002). Motores, Tractores, combustibles e lubricantes. Edit. UFPel. Brasil, pp.315.

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].

[http://www.revistacts.net/files/Portafolio/Negrete\\_EDITADO.pdf](http://www.revistacts.net/files/Portafolio/Negrete_EDITADO.pdf) (consultado 15 de abril de 2019)

Plan municipal de Desarrollo Santa María Rayón, 2012-2015.  
[http://seduv.edomexico.gon.mx/planes\\_municipales/rayon/pdmrayon.pdf](http://seduv.edomexico.gon.mx/planes_municipales/rayon/pdmrayon.pdf)

SAGARPA. (2010) (a). Apoyos a la mecanización. Carpeta datos básicos mecanización. Mayo de 2010.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2000. Evaluación nacional de mecanización 2000. Informe de labores. México, D.F. 236 p.

<https://www.google.com.mx/search?dcr=0&source=hp&ei=apX3Wa6cKsnYjwTs8oDwCg&q>. Consultado el 30 de diciembre 2018.

## ANEXOS