



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN

"PROPUESTA DE SISTEMATIZACIÓN EFICIENTE
PARA LA OPTIMIZACIÓN TÉCNICA-ADMINISTRATIVA
DEL USO DE LA MAQUINARIA
EN UNA EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O A G R Í C O L A
P R E S E N T A :
J A V I E R F R A N C O T E L L O

ASESOR: ING. CARLOS GERARDO DEOLARTE MARTÍNEZ

CUAUTILÁN IZCALLI, EDO. DE MEXICO

2 0 0 8



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN



**DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
PRESENTE**

**ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Propuesta de sistematización eficiente para la optimización técnica-administrativa del uso de la maquinaria en una explotación agrícola

que presenta el pasante: Javier Franco Tello
con número de cuenta: 7208599-4 para obtener el título de :
Ingeniero Agrícola

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

**ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"**

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 08 de mayo de 2008

PRESIDENTE	<u>Ing. Carlos Gerardo Deolarte Martínez</u>	
VOCAL	<u>Ing. Raúl Espinoza Sánchez</u>	
SECRETARIO	<u>L.A. Jorge Joaquín Azpeitia Salazar</u>	
PRIMER SUPLENTE	<u>Ing. Aurelio Valdez López</u>	
SEGUNDO SUPLENTE	<u>Dr. Carlos Gómez García</u>	

AGRADECIMIENTOS

A mis padres **Rodrigo y Elvira**, ya que gracias a su esfuerzo, cariño y ejemplo, fueron mi guía para que mi formación universitaria estuviera completa tanto dentro como fuera de las aulas.

Asimismo a mis hermanos **Rodrigo, Sara, Irma, Tere, Manolín y César** que en algún momento me brindaron su apoyo para superar situaciones difíciles que se presentaron a lo largo de mi trayectoria profesional.

Un reconocimiento especial para mi querida esposa **Ma. del Rosario**, ya que fue pieza fundamental en el proceso de culminación, porque gracias a su apoyo, determinación y empuje, fue que se logró esto.

A mis hijos **Itzel y Javier**, que fueron un aliciente durante todos estos años de duro trabajo dentro y fuera del hogar y que en ciertos períodos fue muy pesado para ellos.

A la familia de mi querida esposa, **Irene, Olivia, Elba, Teresa, Claudia, Hernán, Carlos** y en forma especial para mis suegros, **Elpidio y Soledad** quienes estuvieron presentes en todo momento.

A mis asesores por sus acertadas observaciones y sugerencias. Especialmente para el **Ing. Carlos Gerardo Deolarte Martínez**, por su insistencia en conseguir mi título y hasta que lo logró.

A mis amigos y hermanos **Ing. Fortino A. González Blanco, Hortensia**, mis sobrinos **Isra, Angelito y Chayito**, gracias por la experiencia compartida y mas que amistad a lo largo de todos estos años.

A mis amigos **Ociel, Jacobo y Erasmo** con quienes compartí tiempos especiales durante mi juventud.

A mis maestros que con sus conocimientos y enseñanzas me ayudaron en mi desempeño profesional y personal.

A esta mi **Universidad Nacional Autónoma de México**, que por medio de la **Licenciatura de Ingeniería Agrícola** me dio la oportunidad de formarme y desarrollarme en el ámbito profesional.

**¡¡GOYA, GOYA, CACHÚN CACHÚN RA RA CACHÚN CACHÚN RA
RA GOYA AGRÍCOLA!!**

DEDICATORIA

*A mi querida Esposa
gracias por todo
A nuestros hijos Itzel y Javier
Que no se den por vencidos
Que luchen para lograr sus metas.
A Galileo sigue adelante.
A nuestra adorada nieta Xochitl
Que se esfuerce para
Obtener sus fines.*

INDICE**Página**

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos particulares.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
3.1 Importancia de los elementos técnicos-administrativos para el mejoramiento de la eficiencia de las máquinas agrícolas.....	3
3.2. Importancia de obtener el rendimiento máximo de las máquinas agrícolas.....	3
3.2.1. Rendimiento máximo de la maquinaria agrícola.....	4
3.2.1.1. Clasificación de la maquinaria agrícola.....	4
3.2.1.2 Definición de implemento agrícola.....	5
3.2.1.3 Implementos agrícolas de labranza primaria.....	6
3.2.1.4 Implementos agrícolas de labranza secundaria.....	7
3.2.1.5 Mantenimiento y ajustes de los implementos de labranza.....	7
3.2.1.6 Ajustes a los implementos agrícolas y su mantenimiento.....	8
3.2.1.7 Usos y ajustes de los implementos agrícolas.....	9
a) Subsolador.....	9
b) Arado de cincel.....	11
c) Arados de vertedera.....	13
d) Arado de discos.....	14
e) Rastras.....	16
f) Sembradoras.....	19
g) Cultivadoras.....	20
3.2.1.8 Mantenimiento de la maquinaria agrícola.....	21
3.5.1.9 Importancia del rendimiento de campo de la maquinaria en una explotación agrícola.....	22
3.5.1.9.1 Obtención del rendimiento máximo de campo de la maquinaria agrícola en la explotación.....	22

a) Capacidad de campo.....	23
b) Capacidad de material.....	28
c) Capacidad de producción.....	28
3.5.1.9.2 Obtención del rendimiento máximo	
de la potencia.....	28
a) El tractor agrícola.....	29
b) Potencia del tractor.....	29
1) Potencia a la Barra de Tiro (BDT).....	30
2) Potencia de la Toma de Fuerza (PTF).....	30
3) Potencia hidráulica (Phi).....	31
4) Potencia eléctrica (PE).....	31
3.5.1.9.2.1 Factores técnicos que merman	
el rendimiento de la potencia del tractor agrícola.....	31
a) La altitud snmm.....	31
b) La temperatura ambiente.....	32
c) El patinaje.....	32
d) La pendiente.....	33
e) La resistencia a la rodadura.....	33
3.5.1.9.3 Obtención del rendimiento	
máximo del operador.....	34
3.5.1.9.3.1 Seguridad y ergonomía de las	
máquinas agrícolas.....	34
a) Visibilidad del operador.....	35
b) Distancia del operador con los	
controles de operación.....	35
c) La cabina del tractor.....	35
d) El ruido.....	36
e) Vibraciones.	37
3.5.1.9.3.2 Los accidentes en la operación de la	
maquinaria agrícola.....	38
a) Los accidentes en la operación del tractor.....	39
1) Los vuelcos.....	39
2) Los vuelcos laterales.....	39
3) El vuelco hacia atrás.....	40

b) Medidas de protección y prevención de vuelcos.....	41
1) Estructura de protección de volcamiento (ROPS).	41
a) Barras protectoras de volcamiento.....	41
b) Cabinas protectoras de volcamiento...	41
2) Cinturón de seguridad.....	42
3) Caídas.....	43
4) Atrapamientos.....	43
c) Los accidentes en la operación de los implementos agrícolas.....	44
3.3 El control administrativo de los costos de mecanización en la agricultura actual.....	44
3.3.1 Control de trabajo en campo de la maquinaria.....	45
3.3.2 Servicio de mantenimiento de la maquinaria.....	45
3.3.3 Días disponibles para las labores agrícolas.....	46
3.3.4 Determinación de los costos de la maquinaria agrícola por el administrador.....	46
a) Los costos fijos.....	47
1.- Depreciación.....	48
2.- Interés sobre la inversión.....	49
3.- Impuesto.....	49
4.- Almacenamiento.....	50
5.- El seguro.....	50
b) Los costos variables.....	50
1.- Mantenimiento y reparación.....	50
2.- Combustibles.....	51
3.- Lubricantes y filtros.....	51
4.- Mano de obra.....	51
3.3.5 Costos totales de operación.....	52
3.3.6 Costos de administración.....	52
IV. CONCLUSIONES.....	53
V. RECOMENDACIONES.....	54
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	55
VII. ANEXOS.....	57

INDICE DE FIGURAS

Página.

Figura 1. Subsolador integral, ideal para romper el piso de arado y dejar desarrollar el sistema radicular de los cultivos.....	17
Figura 2. Arado de cincel rígido de cinco cuerpos.....	19
Figura 3. Arado de vertedera de tiro de 12 cuerpos.....	21
Figura 4. Arados de tres y cuatro discos de enganche integral.....	22
Figura 5. Rastras pesada de discos de tiro.....	24
Figura 6. Sembradoras-fertilizadora múltiple de tiro.....	26
Figura 7. Cultivadora de rejas de enganche integral.....	27
Figura 8. Terreno de forma regular para obtener la capacidad de campo.....	30
Figura 9. Tractor agrícola moderno.....	36
Figura 10. Los ROPS o estructura de protección de volcamiento protegen la vida del tractorista.....	47
Figura 11. ROPS y cabinas de protección en los tractores protegen y dan confort a los tractoristas.....	49

INDICE DE CUADROS

Página.

Cuadro 1. Clasificación de la maquinaria agrícola.....	12
Cuadro 2. Niveles de ruido que provocan daño al oído.....	43
Cuadro 3. Vida útil, uso anual y porcentaje de reparación de Maquinaria agrícola.....	54

INTRODUCCIÓN.

En las explotaciones agrícolas durante la producción de los cultivos en donde se tiene algún grado de mecanización, consecuentemente se desencadenan una serie de factores que influyen negativamente en el uso eficiente de la maquinaria agrícola y al logro de los objetivos de la empresa y a las características propias de los sistemas de producción en México, en donde cada sistema es diferente uno del otro, desde la capacitación de los agricultores hasta el tipo de maquinaria agrícola utilizada, pasando por las diferencias en clima, suelo, capital invertido, sistemas de riego, tipos de cultivo, comercialización de la producción, entre otros. Debido a lo anterior, en los diversos sistemas de producción se han generado y se seguirán generando una gran cantidad de problemas que afectan directamente la realización eficiente de las operaciones agrícolas y como consecuencia se vean reducidas las utilidades de la explotación o en caso extremo la pérdida de la inversión. Identificar esos problemas y como corregirlos es objetivo de esta investigación, es decir, señalar y describir todos aquellos factores técnicos-administrativos que debemos de tomar en cuenta para un uso correcto de la maquinaria agrícola en la explotación y que van desde el deficiente mantenimiento de la maquinaria hasta inadecuados ajustes de los implementos agrícolas en base a las necesidades de los cultivos, saltando la importancia de las condiciones y características del suelo, la selección de un modelo inadecuado de trabajo en función de la forma del terreno, la poca capacitación de los operadores de la maquinaria, la falta de herramienta, la poca supervisión del trabajo en campo, la mala selección de la maquinaria, el poco conocimiento de los controles de operación de los tractores, la mala selección del sistema de labranza y lo que es mas importante, un deficiente control administrativo de la maquinaria agrícola de lo que esta realiza en la explotación.

En la actualidad por experiencia propia, existe en México poca cultura de conservación y buen control administrativo de la maquinaria agrícola, en algunas regiones del sur del país ni se percatan de que deben llevar un buen programa administrativo, en otras del centro y norte poco se realiza, pero en general se da poca importancia a su cuidado, aun cuando la maquinaria es después del costo de la tierra el activo fijo mas caro en los sistemas de producción.

La identificación y corrección de los factores técnicos-administrativos que merman el uso eficiente de la maquinaria agrícola, es función principal del administrador de la maquinaria agrícola, pero desgraciadamente en nuestro país tanto en las explotaciones grandes como pequeñas no se cuenta con un especialista en la materia, debido a que el propietario de la empresa piensa que es otro gasto más que tiene que realizar, pero éste no se da cuenta que el sueldo del administrador se obtendrá de los ahorros obtenidos en el uso eficiente de la maquinaria agrícola en el campo.

Para la solución de estos diversos problemas se plantea en esta revisión, su identificación y la forma de solucionarlos por el mismo agricultor, aunque éste no cuente con un administrador de maquinaria agrícola, función que el agricultor irá desarrollando en la identificación y solución de sus problemas agrícolas, en aras de contribuir en un mejor uso de la maquinaria en función de las condiciones agro-técnicas reinantes en los diversos sistemas de explotación agrícola en México.

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo general.- Identificar y dar los elementos para corregir los factores técnicos-administrativos que impiden el uso eficiente de la maquinaria en una explotación agrícola.

2.2 Objetivos particulares:

a) Proponer los elementos técnicos administrativos que conlleven a corregir el uso de la maquinaria agrícola en el campo para obtener el rendimiento máximo económico de esta.

b) Desarrollar los procedimientos administrativos para el control de la maquinaria agrícola en la explotación.

III. REVISIÓN DE LITERATURA.

3.1 Importancia de los elementos técnicos-administrativos para el mejoramiento de la eficiencia de las máquinas agrícolas.

Los elementos que influyen negativamente en el uso eficiente de la maquinaria agrícola son dos: (1) los técnicos y (2) los administrativos. Los elementos técnicos se refieren a los relacionados al mantenimiento y los ajustes que se le deben hacer a la maquinaria agrícola, con el fin de adecuarlos a las condiciones del suelo, es decir, ajustar el implemento en base a la textura, estructura, profundidad, humedad y tipo de suelo. Considerar estos factores nos permite tomar decisiones más adecuadas para elegir el momento más oportuno de realizar las labores de preparación del terreno y de saber que ajustes tendrán que realizarse a los implementos para que realicen su función sin ser forzados y sin requerir esfuerzos extras del tractor, obteniendo como consecuencia un alto rendimiento de nuestras máquinas sin dañarlas mecánicamente.

Aquí también se contemplan los de índole agronómica y se refieren a la relación que guarda el uso de la maquinaria agrícola con el manejo del cultivo desde la siembra, cosecha y hasta su almacenamiento. Contempla el crecimiento y desarrollo del cultivo y sus relaciones con el suelo y el clima. Es importante identificar, aquellos factores que están impidiendo que la maquinaria agrícola no se use eficientemente, como pueden ser; no usar la fecha de siembra recomendada, problemas de acame del cultivo, demasiada humedad en el suelo, mal manejo del cultivo, control inadecuado de las malezas, una mala variedad elegida, etc.

3.2 Importancia de obtener el rendimiento máximo de las máquinas agrícolas.

Para que los factores mencionados en el párrafo anterior no influyan negativamente en el uso inadecuado o ineficiente de la maquinaria agrícola, es importante que el agricultor o el administrador de la maquinaria agrícola conozcan y obtengan el máximo rendimiento de los tres factores que a continuación se mencionan; 1) El rendimiento de la maquinaria agrícola 2) El rendimiento de la potencia y 3) El rendimiento del operador. Dichos factores se verán con detenimiento en puntos posteriores.

(Hunt, 1986), menciona que el “manejo óptimo de la maquinaria agrícola se logra cuando el rendimiento económico de todo el sistema se ha maximizado”, es decir, un buen manejo de la maquinaria requiere que las labores individuales en un sistema de máquinas deben ajustarse y combinarse de tal manera que su rendimiento total reditúe las máximas ganancias a la empresa agrícola.

3.2.1. Rendimiento máximo de la maquinaria agrícola.

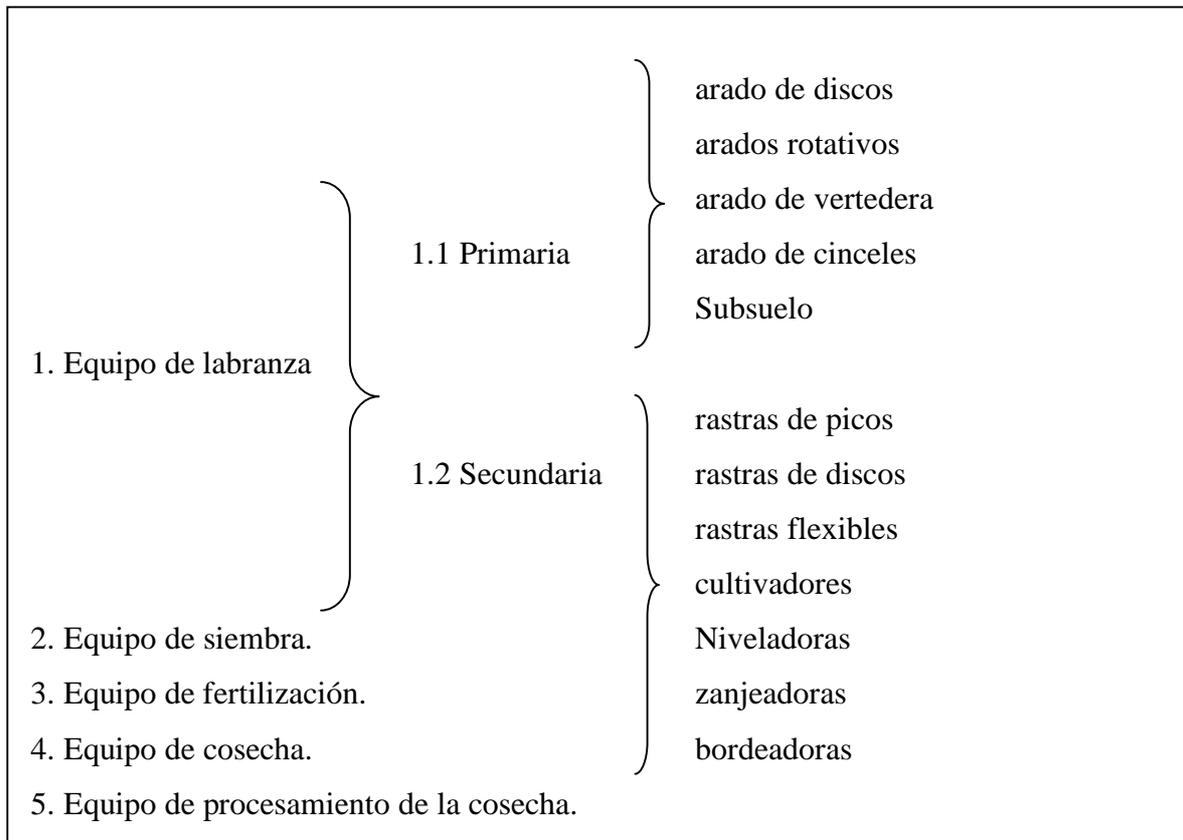
Asimismo (Gómez, 2005), menciona que en una explotación agrícola las máximas utilidades se logran cuando el rendimiento de los factores que entran en juego en la producción se han maximizado y por consiguiente el costo de producción por unidad es mínimo. Así puede hablarse de la razón entre el valor y el costo de producción de maíz, frijol, trigo, entre muchos otros, pero el lograr un costo mínimo por unidad de producción va a estar en función del rendimiento de los factores empleados.

Una parte de los costos mencionados corresponden al uso de la maquinaria agrícola ya que constituyen los instrumentos de producción y de aquí la importancia de conocer y determinar su rendimiento bajo los cuales son explotados.

3.2.1.1. Clasificación de la maquinaria agrícola.

(Noboru, 2001) menciona que la labranza es el primero y más importante trabajo en cualquier explotación agrícola. La labranza es fundamental para romper el suelo, proporcionar un espacio poroso óptimo en el suelo debido a la reducción del tamaño de los terrones y también favorecer las condiciones superficiales del suelo para una mejor germinación de la semilla. Por otra parte (Hunt, 1986) define la labranza como las actividades del volteo mecánico del suelo llevadas a cabo con el propósito de nutrir los cultivos.

En la clasificación de las máquinas de labranza se distinguen dos tipos de implementos; los de labranza primaria que incluye los diferentes tipos de arados y subsuelos y los de labranza secundaria que incluye los diferentes tipos de rastras, niveladoras y cultivadoras. ver cuadro no. 1.



Cuadro 1. Clasificación de la maquinaria agrícola.

3.2.1.2 Definición de implemento agrícola.

Un tractor para que realice una labor agrícola debe tener un sistema de enganche y control de los implementos, por lo que debe poseer:

- Un sistema de enganche de tres puntos.
- Una barra de tiro.
- Cilindros hidráulicos remotos.
- Eje de toma de fuerza.

De esta forma, podemos decir, que todos los equipos agrícolas que están diseñados para una operación específica y que para realizarla requieren de una unidad móvil que es el tractor y la unidad arrastrada les llamamos implementos agrícolas.

(Gómez, 2005), define a una “máquina agregada” como el conjunto formado por la unidad móvil llamada tractor y una unidad arrastrada llamada implemento y juntos pueden realizar una operación específica.

3.2.1.3 Implementos agrícolas de labranza primaria.

La labranza primaria es la labranza tradicional que se extiende a toda la capa arable o sea al horizonte A. Esta sirve para eliminar compactaciones superficiales, abrir el suelo y crear una estructura grumosa para acumular agua y muchas veces también incorporar, a través de la aradura, plagas, malezas y semillas de malezas. La profundidad de la labranza primaria depende de la fuerza de tracción disponible. Con tracción animal es normalmente entre 10 y 20 cm; con el tractor, especialmente con el aumento de potencia de los tractores modernos, se llega en algunos países hasta 40 cm (Friedrich, 2002).

Cabe señalar que tanto para el agricultor y mucho más para el técnico o ingeniero conocer los implementos agrícolas a utilizar en la explotación y las características particulares de su funcionamiento y sus ajustes respectivos son de gran importancia para garantizar una eficiente utilización de los implementos en aras de un adecuado aprovechamiento del diseño del implemento en los diversos sistemas de labranza conocidos, ya que su manejo adecuado permitirá hacer un uso adecuado del implemento reflejándose en un aumento en el rendimiento de campo de la maquinaria agrícola, traduciéndose esto en realizar una mayor superficie trabajada por unidad de tiempo y por otro lado mejorándose la calidad de la operación en la preparación del suelo que afectará en obtener el máximo potencial productivo del cultivo a establecer.

(Figueroa y Morales, 1999), mencionan que la labranza es una parte integral del proceso de producción de los cultivos. Su finalidad de esta práctica es la creación de características óptimas para el establecimiento y crecimiento de las plantas. Asimismo establecen que esta tiene por objetivos generales: (1) remover las malezas y (2) dar un ambiente adecuado al suelo para que la semilla pueda germinar y las plántulas puedan desarrollarse y donde las raíces obtengan los nutrientes, agua y aire necesarios para su crecimiento.

La labranza primaria se realiza con los subsuelos, arados de cincel, arados de vertedera, arados de discos y rastras pesadas de discos, ya que remueven y mullen el suelo para

reducir la compactación, y para enterrar o mezclar materiales vegetales y fertilizantes en la capa labrada. Esta labranza es más agresiva y trabaja a profundidades que van desde los 20 y hasta los 100cm lógicamente dependiendo del tipo de cultivo a establecer.

3.2.1.4 Implementos agrícolas de labranza secundaria.

La labranza secundaria sirve para preparar el suelo para la siembra. Esto incluye la formación de la superficie, la nivelación, la formación de camellones o surcos para irrigación y para establecer la cama de siembra. La cama de semilla debería extenderse solamente sobre un horizonte muy delgado hasta la profundidad prevista de la siembra. Normalmente la labranza secundaria nivela y pulveriza el suelo y una profundización de la misma solamente llevaría a una pérdida innecesaria de humedad. Cuando el suelo está todavía suelto hay que incluir también una recompactación en la labranza secundaria (Friedrich, 2002)

Asimismo, remueve el suelo a una menor profundidad que la labranza primaria, proporciona una pulverización adicional y nivelación y elimina malezas. La preparación definitiva de la cama de siembra es la operación final de esta labranza. Los implementos que realizan esta actividad pueden ser: rastra de discos, rastra de picos, cultivadora, azadones rotatorios, rototiler y niveladoras.

Son labores que se realizan con implementos agrícolas que no requieren mucha potencia para ser realizadas, además las velocidades de trabajo en promedio se realizan entre los 5 y 11 km/h.

3.2.1.5 Mantenimiento y ajustes de los implementos de labranza.

De acuerdo con (Hunt, 1986), la labranza emplea más de la mitad de la potencia gastada en las granjas de los Estados Unidos, por lo que tiene gran importancia económica el que el administrador de la maquinaria agrícola comprenda las características de operación, la aplicabilidad y el rendimiento de las diferentes máquinas de labranza.

Retomando lo antes dicho y para evitar el uso ineficiente de los implementos agrícolas durante el trabajo en el campo, el operador debe por principio de cuentas conocer cómo funcionan los implementos y cómo están constituidos para su trabajo en el campo, de esta manera éste estará en condiciones de realizar los ajustes pertinentes para realizar

una ejecución eficiente de la labor. Por lo que empezaremos por identificar los elementos técnicos que influyen negativamente en el uso eficiente de la maquinaria agrícola, y empezaremos por los concernientes al mantenimiento y los ajustes de los implementos agrícolas utilizados en las diversas labores de la explotación.

Describiremos el mantenimiento y ajustes de los componentes de los implementos de labranza comúnmente utilizados en un sistema de labranza convencional, sistema que elegimos de tal manera por ser el sistema de preparación de suelos mas completo y el que (Figuroa et al, 1999) definen como “a las operaciones combinadas de labranza primaria y secundaria que normalmente se desarrollan en la preparación de la cama de siembra para una área y cultivo dado”.

En la ejecución de las labores agrícolas del sistema antes mencionado o de cualquier otro, el operador es el personaje mas importante ya que es el encargado directo de realizar las labores en el campo, por lo que aquí es importante que se le capacite para una realización correcta de la operación encomendada.

Para que se dé lo señalado en el párrafo anterior así como en todas las labores de mecanización a realizar, debe existir en la explotación agrícola otro importante personaje, el “Administrador de Maquinaria Agrícola”, que es el técnico en quien recae toda la responsabilidad de supervisar y estar pendiente de que a la maquinaria agrícola se le haya dado el mantenimiento y ajustes adecuados para que la labor que va a realizar el operador no tenga contratiempos y esta se realice conforme al programa agrícola planeado por el administrador. Esta relación de personajes, operador-administrador, es de suma importancia, ya que su continua relación generará una mayor certidumbre en la realización de todas las labores, traduciéndose con ello, en una reducción de los tiempos improductivos y un aumento de los productivos que se verán reflejados en una reducción de los costos de producción debido al uso de la maquinaria.

3.2.1.6 Ajustes a los implementos agrícolas y su mantenimiento.

Dada la existencia de los diferentes tipos de implementos y de condiciones de suelos es importante que el operador del tractor revise su maquinaria y realice los ajustes necesarios antes de salir al campo.

Podemos decir que debemos de realizar dos tipos de ajustes a nuestra maquinaria; 1) los ajustes mayores y 2) los ajustes menores. Los primeros son aquellos que debemos realizar antes de salir al campo. Para realizarlos debemos primeramente tener un conocimiento amplio de las condiciones de humedad y textura del suelo en donde se realizará la labor. Teniendo lo anterior iniciaremos con el ajuste mayor y que se debe de realizar en el taller de maquinaria con herramienta semi-especializada. Estos ajustes generalmente no son a diario, son básicamente al inicio de la temporada y de acuerdo a las condiciones de humedad y textura del suelo. Por otra parte los ajustes menores son los que debemos de realizar en el campo, estos deben ser realizados consumiendo el menor tiempo posible y son responsabilidad directa del operador del tractor, de ahí la importancia de su capacitación en el conocimiento de estos equipos agrícolas.

Es importante destacar que en el caso de una empresa que se dedique a la maquila de maquinaria agrícola, los ajustes mayores son mas continuamente ya que trabajan en diferentes explotaciones agrícolas que tienen diferentes tipos de suelos, y no así en una empresa que solo usa maquinaria para sus propias necesidades.

3.2.1.7 Usos y ajustes de los implementos agrícolas.

Como se dijo anteriormente describiremos el mantenimiento y ajustes de los componentes de los implementos de labranza comúnmente utilizados en un sistema de labranza convencional, sistema que elegimos debido a que es el más completo y el más utilizado en una región determinada.

a) Subsolador.

El subsolador es un implemento que trabaja debajo de la capa arable para romper compactaciones que están fuera del alcance de la labranza normal. Esta operación sirve para crear grietas que mejoran la infiltración del agua y la penetración de las raíces. La profundidad del subsolado se debe determinar según la compactación encontrada y la humedad del suelo a esta profundidad.

La operación del subsolado requiere mucha energía, por lo tanto, no es adecuada para la tracción animal. Con el tractor se debe considerar como una operación de mejoramiento de suelo muy costosa que no se hace de manera rutinaria

Usos:

- Se usa para romper el subsuelo compactado por el paso continuo de la maquinaria agrícola.
- Se utiliza bajo condiciones de suelo seco.
- Se usa para la aplicación de fertilización a mayor profundidad.
- Su uso periódico asegura incrementos significativos en el rendimiento de los cultivos.
- Cabe aclarar que el subsolador no voltea el suelo, solo lo afloja.
- Los subsoladores son cinceles grandes y fuertes que pueden llegar hasta profundidades mayores de 1 m (Friedrich, 2002).



Figura 1. Subsolador integral ideal para romper el piso de arado y dejar desarrollar el sistema radicular de los cultivos (Márquez, 2004).

Ajustes:

- Ajustar la profundidad de trabajo en función de la textura del suelo.
- Nivelar el implemento tanto lateralmente como longitudinalmente en el enganche de tres puntos del tractor, esto asegurará que el implemento penetre verticalmente en el suelo y realice el rompimiento del suelo en forma lateral.
- Realizar los ajustes finales son ya durante el trabajo en el campo, como son la velocidad del tractor y la profundidad de trabajo principalmente.

- Es necesario mencionar que los ajustes antes mencionados deben hacerse según las condiciones del suelo, esto permitirá que el tractor y el implemento no se fuercen y la labor se realice con una alta calidad y al menor costo (Friedrich, 2002).

b) Arado de cincel

Es un implemento formado por una serie de brazos o arcos con rejas tipo púa, montados sobre barras porta herramientas. (DGEyC, 2007)

Usos:

- Según (JICA, 1988) este tipo de arado es empleado con el propósito de romper la superficie dura del suelo y remover las malezas ahí presentes. Su uso se recomienda bajo condiciones de suelo seco también.
- Este arado es un implemento que afloja el suelo pero no lo voltea, es extensamente usado en regiones áridas ya que al no voltear el suelo minimiza la evaporación del agua en esta.
- Se recomienda en zonas donde el problema de la erosión es grave, su utilización ahorra mano de obra y reduce los costos de operación de la labor.
- Este arado favorece una mayor retención de agua en el suelo que el arado de discos.
- Remueve el suelo sin invertirlo. (Kiyoshi, 2001)

Ajustes:

- Los arados de cincel rígido están constituidos por una estructura rígida fuertemente constituida llamada “barra portaherramientas” y por los cuerpos de cada uno de los cinceles.
- El número y forma de los cinceles varía en función del tipo de suelo en donde se va a hacer la labor y a la potencia del tractor que se encargará de jalar el implemento.
- Es necesario arreglar los cinceles a la distancia requerida, la cual deberá asegurar que se lleve a cabo un total aflojamiento del suelo evitando dejar partes crudas, es decir, suelo sin aflojar.

- Para un buen trabajo de este arado, es necesario también nivelar el implemento tanto lateral como longitudinalmente en el enganche de tres puntos del tractor, esto asegurará que el implemento penetre verticalmente en el suelo y realice el rompimiento del suelo en forma lateral.
- Este implemento esta formado por diversos escarificadores de varios picos diseñados para operar a 25-30cm de profundidad.
- Es ideal en terrenos duros con buen ancho de corte y gran velocidad
- Se requieren 15 H.P. por cincel.
- Trabaja a profundidades de hasta 50cm.
- Para un arado de cincel de un peso de 500Kg, 7 cinceles, un ancho de trabajo de 2.1 m y profundidad de trabajo de 50cm, se requieren 70 H.P. (Hunt , 1986)



Figura 2. Arado de cincel rígido de cinco cuerpos (AMSSA, 2007)

- El cincel en el suelo causa la compresión y levante de este para roturar el suelo.
- Aplicando velocidades mayores el suelo es también movido a los lados.
- El impacto del cincel sobre los grumos y los terrones lleva también a una pulverización del suelo.
- Los cinceles dejan el suelo ondulado tanto en la superficie como en el fondo del suelo, por eso se recomienda hacer al menos dos pases cruzados para emparejar el perfil.
- Los cinceles vibratorios montados sobre resortes sirven generalmente para mejorar la acción de pulverización y para arrancar malezas. Generalmente se

usan para la labranza secundaria en profundidades hasta 15 cm, mientras que los cinceles rígidos se usan para la labranza primaria y el subsolado

- Un arado de cincel trabajan bien con velocidades comprendidas entre 8 y 12 km/h porque pulverizan y mezclan muy bien el suelo (Friedrich, 2002).

c) Arados de vertedera.

Es el arado clásico que invierte totalmente el horizonte superficial del suelo, enterrando la vegetación o residuos superficiales

Usos:

- Aumenta el número de poros en el suelo aumentando el aire en el suelo y como consecuencia hay más acumulación de agua.
- Entierra cubriendo por completo los residuos vegetales y animales con el fin de agregar materia orgánica y fertilizar al suelo.
- Se recomienda trabajar en suelos libres de obstáculos como piedras, troncos enterrados, etc.
- Trabaja muy bien en suelos profundos libres de obstáculos.
- El arado de vertedera o de reja es uno de los más clásicos implementos de labranza.
- El arado de vertedera fue desarrollado de tal manera que corta un prisma de suelo y le da vuelta aproximadamente 130° .
- El arado de vertedera es el implemento más indicado para la operación de voltear el pan de tierra mientras su acción mezcladora es muy limitada (DGEyC, 2007).

Ajustes:

- Estos arados tienen la ventaja de transferir parte o todo el peso del arado y la fuerza vertical al tractor, mejorando así la tracción.
- Los arados de reja penetran por la acción del talón del arado.
- Los arados que se ladean no están ajustados correctamente; el arado debe seguir al tractor en línea recta sin necesidad de ajustar las cadenas de los

brazos inferiores del enganche en tres puntos o de corregir el rumbo del tractor con la dirección.



Figura 3. Arado de vertedera de tiro de 12 cuerpos (Márquez, 2004).

- Existe una gama amplia de tipos de vertedera según el tipo de suelo, el uso o la velocidad. Existen también vertederas en fajas y vertederas laminadas con aceros especiales, teflón u otros materiales sintéticos para reducir la resistencia en suelos pegajosos.
- Un arado de dos vertederas requiere 75 H.P. ; uno de tres 95 H.P., con un peso de 750 y 950 Kg. respectivamente (Friedrich, 2002).

d) Arado de discos.

Implemento cuyo órgano de roturación está compuesto por discos

Usos:

- El disco del arado, dependiendo del ángulo de ataque, corta un prisma de suelo y lo voltea.
- Este arado penetra al suelo por su peso. En suelos pesados hay que aumentar el peso del implemento poniéndole pesos adicionales.
- Mientras el disco no voltea tan perfectamente como la vertedera, está haciendo al mismo tiempo la labor de pulverizar y mezclar.
- Los arados de discos generalmente son menos susceptibles a daños por piedras o troncos y por lo tanto se prestan muy bien para terrenos con presencia de obstáculos, aunque evitarlos es mejor.

- La acción pulverizadora del disco lleva a una pérdida de estructura, una fuerte mineralización, una mayor erosión y pérdida de humedad y una peor infiltración de agua
- Los arados de disco son de construcción robusta.
- Al penetrar al suelo producen un efecto de unos casquetes giratorios que cortan y mueven la franja de tierra produciendo un efecto de mezclado en lugar de inversión como lo hace la reja
- El corte el disco en el fondo del surco no es parejo por la forma que afecta, quedando siempre bajo la capa arada, pequeñas protuberancias entre el corte de 2 discos, cosa que no sucede con la reja ya que en ella el corte es por completo recto.
- Se recomienda en terrenos pesados y adherentes, en los que existe gran dificultad de deslizamiento del suelo sobre la superficie de volteo, así como en aquellos suelos en los que se ha formado piso de arado.
- En terrenos secos y duros en donde es muy difícil la penetración del arado de rejas.
- En terrenos en los cuales por razones tanto de su constitución, textura y/o de estructura, el arado no debe invertir totalmente la banda de tierra (erosión).



Figura 4. Arados de tres y cuatro discos de enganche integral (Deere and Co, 2007)

Ajustes:

- El arado se pueden ajustar tanto el ángulo vertical como el ángulo horizontal. Con estos ajustes se puede adaptar al tipo de suelo o se puede

determinar el grado de pulverización y la facilidad de penetración en el suelo.

- El arado ajustado correctamente soporta todas las fuerzas laterales y procede en línea recta sin necesidad de ajustar las cadenas de los brazos inferiores del enganche de tres puntos.
- El disco del arado al trabajar en el suelo se apoya sobre su filo generando el piso de arado, que es una capa dura en el subsuelo.
- Estas compactaciones inhiben la infiltración de agua y causan así problemas de sequía a corto plazo y también pueden contribuir a la desertificación de regiones grandes a largo plazo.
- El ancho de trabajo de un arado dependerá de la cantidad de discos.
- Los discos más usuales son de 66 y 71 cm de diámetro.
- El filo interno del disco dura poco pero mejora la penetración y el corte del suelo es más parejo.
- El filo externo, es un biselado ancho en la parte exterior; este tipo de filo dura más tiempo aunque la penetración al suelo es menor.
- Una mejor concavidad da mayor penetración del disco al suelo.
- La profundidad de corte dependerá del diámetro de los discos, ángulo de los discos y peso del arado y esta variará de 10 a 30 cm.
- El ancho de corte depende principalmente del ángulo que forme el disco con la dirección de movimiento del implemento (DGEyC, 2007).

e) Rastras.

Se emplean antes de pasar el arado, para cortar la materia vegetal que puede haber en la superficie y pulverizar la capa superior del terreno y dejarlo en mejores condiciones para la siembra.

Usos:

- Se emplean antes y después de la aradura.
- Rompen los terrones que salen después de la aradura.

- Pulverizan el suelo para una mejor contacto suelo-agua-semilla.
- En ocasiones se utiliza para cubrir semillas.
- Elimina las malezas incorporándolos al suelo.
- Corta tallos gruesos y rastrojos.



Figura 5. Rastras pesada de discos de tiro (Blanco, 2007).

Ajustes:

- Realizar el enganche del implemento nivelándolo longitudinalmente y verticalmente.
- Evitar la labor de rastreo en suelo húmedo.
- Ajustar haciendo que la punta del limpiador quede próxima al disco y apretarlos, para evitar se acumule suelo y rastrojo entre los discos
- El tamaño de los discos de una rastra así como su separación, su peso y su ángulo de corte definen su intensidad de trabajo.
- Ajustar la separación de los discos dependiendo de las actividades a realizar; ya que se utilizan separaciones de 18-23 cm. para laboreo secundario sobre suelo labrado y poco rastrojo y 28-35 cm. para trabajo profundo, suelo duro y abundante rastrojo.
- Para fijar el espaciamiento tomar en cuenta: condiciones del suelo, profundidad de trabajo y dimensiones de los discos.
- Se recomienda montar discos de mayor espesor y dentados en la parte delantera de las rastras, para compensar el desgaste ya que actúan sobre un suelo mas consolidado.

- Se recomienda poner peso extra a la rastra si se dificulta la entrada de los discos al suelo, ya que los discos penetran el suelo debido a su peso.
- Las rastras ligeras tienen una carga por disco de < 50kg/disco y las pesadas > 80kg/disco.
- Apretar bien los grupos de discos para un funcionamiento adecuado de la rastra.
- Ajustar el ángulo de corte de los discos que va de 0-30 grados. A 0 grados los discos de la rastra girarían como ruedas con una ligera penetración; a mayor ángulo mayor penetración.
- En rastras en “x” el ángulo de los discos es de 10-25 grados en todos los grupos de discos; en las rastras en “v” el ángulo es de 15-20 en los discos delanteros y en los traseros de 25-30 grados (Márquez, 2004).
- Con su peso de 47 a 58 Kg. por disco, corta tallos espesos y rastrojos.
- Espaciamiento de 23 cm. entre discos, ideal para la mayoría de las cosechas.
- Requiere un tractor con mínimo de 50 H.P. a la toma de fuerza.
- La armazón principal y de las distintas secciones, son de acero estructural tubular y presentan gran resistencia a la torsión.
- Los cojinetes sellados están lubricados de manera permanente para una vida útil extremadamente larga.
- El enganche puede ajustarse para trabajar directamente detrás del tractor, o desplazada hacia un lado.
- Las secciones de discos tienen un ángulo de ataque ajustable para adaptar la rastra a distintos tipos de terreno.
- Mediante sencillos ajustes de la barra de levante, se nivela longitudinalmente la rastra durante el transporte y se balancea la presión hacia debajo de las secciones de discos delantera y trasera, obteniendo una profundidad uniforme.
- Controla hidráulicamente la profundidad de corte del disco, desde el asiento del operador, levantando las ruedas de transporte.
- Los discos son dentados en la sección delantera, y lisos en la trasera; se ofrecen en 60.9 cm. de diámetro y 4.6 mm. de espesor.
- El bastidor es de 28 discos, 38% más ancho y está reforzado para mayor durabilidad y estabilidad (Montana, 2005).

f) Sembradoras.

Son máquinas que nos permiten colocar y dosificar la semilla en el suelo para su germinación.

Usos:

- Se utilizan para la colocación y dosificación de la semilla en el suelo.
- Existen sembradoras para la siembra de todo tipo y tamaño de semillas.
- Es muy común que una sembradora también se use para que fertilice y siembre a la vez.
- Se utilizan para ahorrar semilla.
- Elimina la operación de aclareo.
- Facilita las labores de cultivo y recolección



Figura 6. Sembradora-fertilizadora múltiple de tiro (Agleader, 2006).

Ajustes:

- Ajustar los elementos distribuidores de semilla a través de la calibración de la sembradora.
- Ajustar los dosificadores de fertilizante.
- Ajustar la profundidad de siembra.

- Ajustar la velocidad de siembra.
- Ajustar la separación de las unidades sembradoras.
- Ajustar los marcadores de la sembradora.

g) Cultivadoras.

Son máquinas que nos permiten eliminar malezas así como aporcar y cubrir fertilizantes cuando estos son aplicados a la base de la planta

Usos:

- Son muy útiles para la eliminación de malezas.
- Realizan la apertura del suelo para mayor captación de agua.
- Provoca la aireación del suelo.
- Fomenta la actividad microbiana en la descomposición de los residuos orgánicos.
- Se utiliza para aporcar los cultivos, así como para eliminar las malezas.
- Es muy útil para la cobertura de fertilizantes.



Figura 7. Cultivadora de rejas de enganche integral (Sócrates, 1998).

Ajustes:

- Debemos determinar muy bien la profundidad de trabajo y la separación entre los cuerpos cultivadores.
- Debemos ajustar la trocha del tractor.
- Seleccionar la cultivadora adecuada para el tipo de cultivo.

- Ajustar la altura de trabajo.
- Ajustar la velocidad de trabajo en campo (Márquez, 2004).

Es así como hemos descrito los usos y los ajustes mas comunes que se le deben realizar a los implementos antes mencionados. El propósito de describirlos es para que el tractorista o cualquier persona que este en contacto con la maquinaria agrícola sepa cual es la función de cada uno de ellos y para que se utiliza, para que de esta manera pueda conocerlos y realizar los ajustes respectivos de acuerdo a las condiciones del suelo y su humedad.

3.2.1.8 Mantenimiento de la maquinaria agrícola.

El mantenimiento en este tipo de implementos no es muy complicado ni costoso si se realiza a tiempo y siguiendo de manera preferente las recomendaciones del fabricante del implemento. Seguir esas recomendaciones aparentemente resultará muy costoso el mantenimiento pero a largo plazo no lo será, si pensamos que se alcanzará la vida útil del implemento y algo muy importante en la mecanización de una empresa, es que se tendrá una alta certidumbre de que podemos utilizar el implemento en cualquier momento que se necesite sin poner en riesgo la programación de las diferentes labores para la preparación del suelo.

Otro de los aspectos de gran importancia para la conservación de la maquinaria, es elegir de manera correcta la velocidad de trabajo con el tractor, ajustar correctamente el implemento, tener un operador capacitado y un tractor con la potencia correcta acorde con el tamaño del implemento; tomando en cuenta estos puntos entre otros mas, permitirá evitar daños a la maquinaria y reducir los costos de producción.

3.5.1.9 Importancia del rendimiento de campo de la maquinaria en una explotación agrícola.

Es muy importante dentro de la explotación agrícola que el administrador conozca cual es el rendimiento de sus máquinas agrícolas. Contar con esta información beneficiará a la explotación, ya que se tendrán los rendimientos reales de su maquinaria, del operador

y del uso eficiente de la potencia de los tractores, para poder planificar y cumplir en tiempo y forma con los programas agrícolas planteados.

El rendimiento de la maquinaria agrícola se puede medir en términos de la rapidez y la calidad con la que se efectúan las operaciones. La rapidez es una medida importante debido a que pocas empresas requieren de operaciones tan oportunas como la agricultura, que necesita contar con una especie de sensibilidad a las estaciones y al mal tiempo. La integralidad es el aspecto de la calidad que describe la capacidad de una máquina para funcionar sin producto desperdiciado. Como la mayoría de los materiales agrícolas son frágiles y muchos de ellos son perecederos, la cantidad de daño al producto o la reducción de su calidad, debido al funcionamiento de una máquina, es otra medida importante del rendimiento de la máquina. Parte de los operadores agrícolas están conscientes de la necesidad de operaciones integrales y rápidas, pero con frecuencia pasan por alto las sanciones económicas que resultan del daño al cultivo y al suelo. Tanto la calidad como la cantidad deben considerarse cuando se evalúa el rendimiento de la máquina (Hunt, 1986).

3.5.1.9.1 Obtención del rendimiento máximo de campo de la maquinaria agrícola en la explotación.

Una manera de expresar la rapidez del rendimiento de la máquina es en términos de cantidad por tiempo; en este caso es la cantidad de trabajo-labor que una máquina realiza por unidad de tiempo.

Dependiendo del tipo de operación que realiza una máquina éstas se clasifican en:

a) Capacidad de campo.

Es la cantidad de superficie que una máquina (máquina agregada y otras máquinas autopropulsadas) realiza por unidad de tiempo, se expresa en número de hectáreas por hora trabajada.

Con el propósito de que el administrador de maquinaria agrícola entienda y pueda aplicar las fórmulas para calcular el rendimiento de las máquinas de una explotación agrícola, se desarrollará enseguida el análisis matemático para obtener las ecuaciones a utilizar para el cálculo del rendimiento o capacidad de campo de un tractor que realiza una labor agrícola.

Para determinar la Capacidad de Campo, es necesario calcular primeramente dos factores: 1) la superficie (S) y 2) el tiempo (t); siendo sus unidades ha/h.

Para conocer la superficie (S) de cualquier campo de forma regular, sabemos que basta multiplicar su ancho (A) por su longitud (L), ver figura 1.

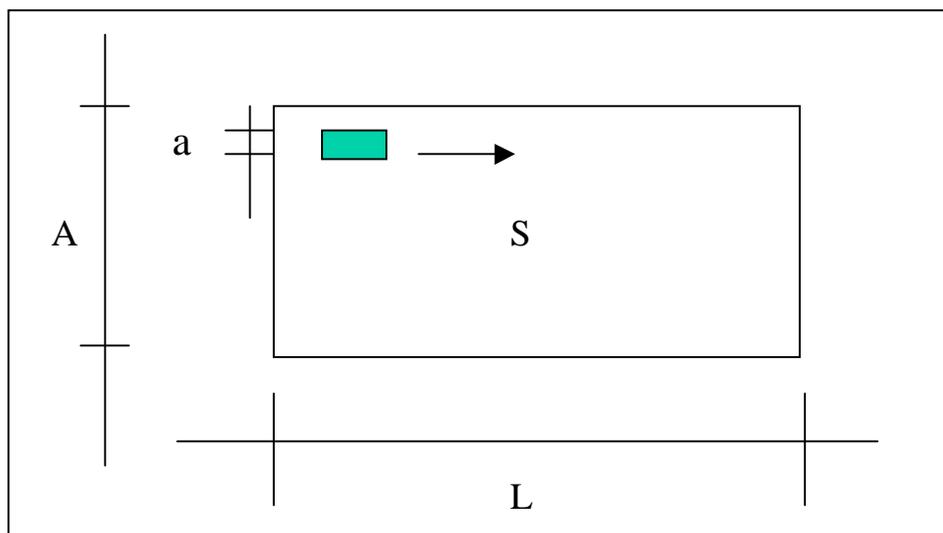


Figura 8. Terreno de forma regular para obtener la mejor capacidad de campo.

$$S = A L$$

Donde : S = Superficie del campo, (m²)

A = ancho del campo, (m)

L = longitud del campo, (m)

Ahora, debemos obtener la superficie en hectáreas, utilizando la siguiente fórmula:

$$S = A L / c \dots\dots\dots(1)$$

Donde: S = Superficie del campo, (ha)

A = ancho de la superficie del campo, (m)

L = longitud del campo, (m)

c = 10 000, (constante)

Ahora solo resta calcular el tiempo (t) en concluir dicho campo. Para eso se calculará el tiempo que tarda el tractor con su implemento en recorrer la Longitud (L), lo cual depende de la velocidad (V):

Si la Velocidad es:

$$V = d / t \dots\dots\dots(2)$$

Donde: V = velocidad, (m)

d = distancia, (m)

t = tiempo, (s)

Como la distancia (d) es la longitud (L) del terreno que la máquina recorre en el campo, entonces tenemos:

$$V = L / t \dots\dots\dots(3)$$

Donde: V = velocidad de avance del tractor e implemento, (km / h)

L = longitud que recorre el tractor e implemento, (m)

t = tiempo en recorrer la distancia L, o tiempo de un viaje en (h).

Ahora si despejamos el tiempo (t) en (3) tenemos:

$$t = L / V \dots\dots\dots(4)$$

y para uniformizar unidades dividimos la ecuación (4) entre la constante 1000 obtenemos el tiempo (t) de un viaje o recorrido, en horas (h):

$$t = L / V 1000 \dots\dots\dots(5)$$

Donde: t = tiempo de un viaje o recorrido, (h)

L = longitud del viaje o recorrido, (m)

V = velocidad de avance del tractor e implemento (km / h)

c = 1000, (constante)

La ecuación (5) es el tiempo de un viaje o recorrido de la longitud (L) de la figura 1. Ahora para obtener el tiempo útil o productivo (tu) que se utiliza en terminar toda la superficie de la figura 1 obtenemos para su cálculo la siguiente ecuación:

$$t_u = (L / V c) (A / a) \dots\dots\dots (6)$$

(un viaje o recorrido del tractor e implemento es la distancia que recorren éstos desde un extremo del campo (cabecera) hasta el extremo opuesto (cabecera).

Donde : tu = tiempo útil o productivo que el tractor e implemento emplean en terminar de trabajar la superficie (S), (h)

L = longitud de la superficie del campo, (m)

V = velocidad de trabajo del tractor e implemento (km / h)

A = ancho de la superficie del campo, (m)

a = ancho de trabajo del implemento en campo, (m)

c = 1000, (constante).

Finalmente la CCT se obtiene dividiendo la Superficie (S), ecuación (1) entre el tiempo útil o productivo (tu) ecuación (6):

$$CCT = S / t_u \dots\dots\dots (7)$$

$$CCT = a V / 10 \dots\dots\dots (8)$$

Donde: CCT = capacidad de campo teórica, (ha / h)

a = ancho de trabajo del implemento en campo, (m)

V = velocidad de trabajo del tractor e implemento (km / h)

c = 10 (constante).

La ecuación (8) solo considera el tiempo útil o productivo (tu) que se lleva en recorrer el tractor e implemento la longitud (L) hasta terminar la superficie del campo; en la realidad, las máquinas autopropulsadas pierden tiempo en forma improductiva, por ejemplo en los virajes, en los ajustes sobre el campo, en cargar y descargar productos agrícolas si no se hace sobre la marcha, etc. Estos tiempos inútiles o improductivos (ti) incrementan la duración de la labor, es decir,

incrementan la duración de la labor; es decir, para concluir la superficie (S) de la figura 1 se emplea mayor tiempo que el considerado inicialmente en el tiempo útil (tu).

Para considerar los tiempos inútiles o improductivos nace el concepto de Capacidad de Campo Efectiva (CCE), cuya ecuación es:

$$CCE = S / tu + ti; (ha/h) \dots\dots\dots (9)$$

Donde: CCE = capacidad de campo efectiva, (ha / h)

S = Superficie del campo, (ha)

ti = tiempo inútil o improductivo empleado, (h)

tu = tiempo útil o productivo, (h)

(Tt) = tu + ti = tiempo total empleado en la labor agrícola, (h)

Con la ecuación (9) se deduce que en la realidad, se trabaja menor superficie por hora o se emplea mayor tiempo por hectárea comparado con la CCT. Puede entonces introducirse un nuevo concepto; la Eficiencia de Campo (E).

La eficiencia de campo (E) se define como la proporción del tiempo que se aprovecha productivamente (tu) con relación al tiempo total (Tt) empleado, expresado en porcentaje.

Luego entonces, la Eficiencia de campo (E) se expresa con la siguiente ecuación:

$$E = tu / Tt * 100$$

$$\text{ò} \quad E = tu / (tu + ti) 100 \dots\dots\dots (10)$$

Donde : E = Eficiencia de campo, (%)

ti = tiempo inútil o improductivo empleado, (h)

tu = tiempo útil o productivo, (h)

Si relacionamos la CCE, ecuación (9) y CCT, ecuación (7) expresándolo en porcentaje tenemos:

$$(CCE / CCT) 100 = [(S / tu + ti) / (S / tu)] 100 \dots\dots\dots (11)$$

$$(CCE / CCT) 100 = S * tu / S (tu + ti) 100 \dots\dots\dots(12)$$

Simplificando y sustituyendo:

$$(CCE / CCT) 100 = E \dots\dots\dots(13)$$

Despejando la CCE tenemos:

$$CCE = CCT * E / 100 \dots\dots\dots(14)$$

Sustituyendo la igualdad de CCT de la ecuación (9) tenemos:

$$CCE = (a V / 10) (E / 100) \dots\dots\dots (15)$$

Por lo tanto la CCE es:

$$CCE = a V E / 1000 \dots\dots\dots (16)$$

Donde: CCE = capacidad de campo efectiva, (ha / h)

a = ancho de trabajo del implemento en campo, (m)

V = velocidad de trabajo del tractor e implemento, (km / h)

E = Eficiencia de campo, (%)

c = 1000, (constante).

b) Capacidad de material.

Es la cantidad parcial de material que una máquina (como una combinada) procesa por unidad de tiempo. Se expresa en toneladas de grano cosechado por hora trabajada; hectolitros recolectados por hora, etc.

c) Capacidad de producción.

Es la cantidad total de producto que una máquina procesa por unidad de tiempo. Se expresa en toneladas totales (como el grano y la paja que entran a una combinada) por hora trabajada; en el caso de una empacadora de forraje se expresa también en número de pacas por hora; etc.

En los tres casos mencionados de capacidad, el común denominador es el tiempo, lo que significa que existen máquinas capaces de realizar la misma operación con mayor rapidez que otras y se dice que tienen mayor capacidad en el trabajo. (Gómez, 2005).

3.5.1.9.2 Obtención del rendimiento máximo de la potencia.

La segunda forma de medir el rendimiento económico de una máquina es la eficiencia con la que se aplica la potencia para alcanzar los objetivos de la producción.

La comprensión cabal de la naturaleza de la potencia y de su uso óptimo es esencial para el buen uso de la maquinaria agrícola.

El rendimiento de la potencia de los tractores es uno de los renglones más importantes de información que necesita un buen administrador de maquinaria agrícola. El tractor es indudablemente la máquina más usada en las empresas de producción agrícola y una de las más costosas; por consiguiente el administrador de maquinaria siempre tendrá interés por obtener buenos resultados del rendimiento de los tractores (Hunt, 1986).

a) El tractor agrícola.

El tractor es un vehículo dotado de motor que le sirve para poder desplazarse por sí mismo y remolcar o accionar las distintas máquinas que se utilizan en la agricultura actual.

En la mayoría de los casos, el tractor esta dotado de ruedas neumáticas de las cuales, predominantemente, las traseras son motrices y de mayor tamaño que las delanteras, que son sólo directrices; ahora bien, en la actualidad existen tractores en donde las ruedas traseras y delanteras son motrices o de tracción.



Figura 9. Tractor agrícola moderno (CNH,2006).

Cabe mencionar también que existen otros tractores que en lugar de llevar ruedas neumáticas, van dotados de dos cadenas (metálicas o de caucho) giratorias, una a cada lado del tractor, sobre las cuales se desplazan y que se llaman tractores de cadena u oruga (Arnal, 2005).

b) Potencia del tractor.

La potencia se define como la razón para producir un trabajo. El trabajo en un sentido técnico es la aplicación de una fuerza a través de una distancia, por lo que el trabajo mecánico se puede determinar multiplicando la fuerza por la distancia. La potencia es entonces el trabajo realizado por la unidad de tiempo.

Los tractores transmiten potencia de varias maneras:

1) Potencia a la Barra de Tiro (BDT).

Los implementos tirados o remolcados obtienen potencia de la tracción de las ruedas motrices y del tiro o arrastre de la barra de tiro del tractor.

Para calcular la potencia a la BDT se utiliza la siguiente ecuación:

$$PBT = FV/c$$

Donde: PBT = potencia a la barra de tiro expresada en Kw [HP]

F = fuerza medida en kN [lb]

V = velocidad de avance en km/h [MPH]

c = constante, 3.6 [375]

2) Potencia de la Toma de Fuerza (PTF).

Es la potencia rotatoria que se obtiene del eje de la toma de fuerza del tractor y que se utiliza para hacer accionar a los implementos que así lo requieran.

Para calcular la potencia a la toma de fuerza se utiliza la siguiente ecuación:

$$PTF = 2\pi F R N / c = 2\pi T N / c$$

Donde: PTF = potencia de la TDF expresada en kW [HP]

F = fuerza tangencial, kN [lb]

R = radio de la fuerza de rotación, m [pies][HP]

N = revoluciones por minuto, (rpm)

T = par motor, N•m [lb•pies]

c = constante, 60 [33 000]

3) Potencia hidráulica (Phi)

$$\Phi = p W / c$$

Donde: Φ = potencia hidráulica, Kw [HP]

P = presión manométrica, kPa [psi]

$Q =$ velocidad de flujo, l / s [gal / min]

$C =$ constante, 1000 [1714]

4) Potencia eléctrica (PE).

$$PE = I E$$

Donde: PE = potencia eléctrica, W

I = velocidad de flujo de los electrones, A

E = presión eléctrica, V

(Hunt, 1986)

3.5.1.9.2.1 Factores técnicos que merman el rendimiento de la potencia del tractor agrícola.

Existen diversos factores que están influyendo constantemente en la obtención de la potencia máxima de un tractor. Estos factores que en forma real el agricultor común y corriente nunca toma en cuenta, es preciso luego entonces, que el administrador de maquinaria agrícola si lo haga y los tome en consideración, con el objeto de saber cual es la potencia máxima de que dispone de sus tractores y pueden alcanzar los objetivos de producción bajo las condiciones reales de la ubicación geográfica de los terrenos de la explotación.

De entre los factores que están limitando la potencia del tractor son:

a) La altitud snmm.

La altitud y su relación con la presión del aire puede producir pérdidas de potencia de aproximadamente 3% / 300m de altitud. Las mermas son aún mayores para altitudes mayores a una milla. De acuerdo con esto podemos decir que la merma de la potencia de un tractor disminuye 1% por cada 100 m de altitud (Hunt, 1986).

Este factor, el administrador de maquinaria agrícola de cualquier explotación agrícola debe de contemplarlo, ya que esto influye primeramente en el costo para comprar un tractor de aspiración natural que es más económico o de uno de aspiración forzada (con turboalimentador de aire) que es más costoso; esta decisión lógicamente esta influenciada por la ubicación geográfica de la explotación agrícola, debido a que si la explotación esta ubicada a nivel del mar no es muy recomendable comprar un tractor con turbo, pero si esta ubicada a 2300m snmm sería recomendable adquirir un tractor

con turbo. Ahora, si requerimos tener simplemente mas potencia de nuestro tractor independientemente de la ubicación de la empresa, lo podemos comprar con turbo si las condiciones económicas de ésta son buenas.

b) La temperatura ambiente.

Las combinaciones del clima de baja presión y temperatura elevada o de presión elevada y temperatura baja podrían producir hasta un 8% de disminución o de incremento de la potencia, respectivamente.

c) El patinaje.

El patinaje se presenta en los tractores agrícolas cuando están realizando alguna labor y es muy importante que el administrador de maquinaria la conozca, ya que esto le permitirá realizar los ajustes necesarios para reducirla hasta los límites permitidos de un 10 a un 15 % máximo. Este problema es muy fuerte cuando los tractores no tienen el lastre o peso requerido en los neumáticos del tractor.

Para evitar el patinaje es muy importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Contar con un tractorista capacitado.
- Agregar agua a los neumáticos traseros.
- Colocar los contrapesos correspondientes.
- Evitar realizar alguna labor agrícola si el terreno tiene humedad.
- Nivelar bien el implemento agrícola.
- Seleccionar adecuadamente la velocidad de trabajo.
- Darle mantenimiento al tractor y al implemento.
- Poner al tractor el doble rodado, si esta diseñado para ello.
- Operar adecuadamente el sistema hidráulico del tractor (control de profundidad y posición).
- Revisar que los neumáticos no estén lisos.

Podemos decir que los elementos antes mencionados ya son en teoría del conocimiento de los tractoristas, pero en la práctica en la mayoría de los casos poco se toman en cuenta .

Asimismo es importante agregar lastre también en las ruedas delanteras o poner los contrapesos delanteros del tractor, esto, con la finalidad de evitar el patinaje de las ruedas o que estas se levanten y dejen al tractor sin control de la dirección, por lo que se recomienda que aproximadamente 25, 30 y 35% de la masa total del tractor esté en las ruedas delanteras para implementos remolcados, semi-montados y montados, respectivamente (Hunt, 1986).

d) La pendiente.

La pendiente se define como la tangente del ángulo entre la vertical y la horizontal del suelo, expresada como un porcentaje.

Cuando la maquinaria agrícola actúa sobre una pendiente, el peso ya no actúa perpendicularmente a la pendiente a través de las ruedas y ejes, sino de una manera vertical con un ángulo igual al de la pendiente, esto hace que la resistencia a la rodadura se reduzca ya que el peso sobre las ruedas disminuye (Hunt, 1986).

Si hacemos un análisis de las líneas anteriores podemos ver que es muy importante trabajar la maquinaria agrícola en terrenos lo mas nivelados posible, ya que esto permitirá realizar las labores con mayor rapidez y con un gran ahorro de energía que se traduce en menos litros de consumo de combustible por hora.

e) La resistencia a la rodadura.

La resistencia al rodamiento se define como la parte de la fuerza debida al peso necesario para mantener el equipo en movimiento con una velocidad constante. Esta fuerza es necesaria para proporcionar la energía requerida para comprimir o apartar la tierra suelta y para vencer la fricción de los cojinetes de las ruedas y del eje.

Para determinar la resistencia a la rodadura es necesario contar con los coeficientes de resistencia a la rodadura. Este coeficiente se define como la razón de la fuerza horizontal (tiro) necesaria para jalar una rueda cargada sobre una superficie horizontal con la fuerza vertical sobre el eje de esa rueda. En unidades del sistema inglés SI esta razón es tracción/peso. En el SI la masa de la carga sobre la rueda se debe convertir

primero a unidades de fuerza, multiplicando por “g” la aceleración de la gravedad (9.807 m / seg²).

Para evitar la resistencia a la rodadura es muy importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Engrasar los rodamientos de la maquinaria agrícola.
- Agregar sólo el lastre necesario a la maquinaria agrícola.
- Nivelar los implementos.
- Labrar el terreno adecuadamente sin dejar terrones grandes.
- Darle el mantenimiento respectivo a la maquinaria.
- Evitar que queden en el campo demasiados residuos de la cosecha anterior.

3.5.1.9.3 Obtención del rendimiento máximo del operador.

El tercer componente del rendimiento económico de un sistema de máquinas es el rendimiento del operador. El administrador de la maquinaria agrícola debe ser capaz de obtener altos rendimientos de sus máquinas y de la potencia de los tractores; pero esto se dará si el operador o tractorista está capacitado y además cuenta con un ambiente seguro y confortable para el desarrollo de sus actividades, toda vez que los sistemas mecanizados han cambiado en los últimos años, de una función física a funciones de vigilancia y control del funcionamiento de las máquinas (Hunt, 1986).

3.5.1.9.3.1 Seguridad y ergonomía de las máquinas agrícolas.

La seguridad de los operadores de maquinaria agrícola es una preocupación principal de los administradores de maquinaria. A pesar de las precauciones, suceden muchos accidentes en las labores agrícolas (Hunt, 1986).

El estado actual de la mecanización en la agricultura moderna permite la realización de las diversas labores agrícolas con comodidad y eficacia, aunque lamentablemente estas labores no están exentas de riesgos para los trabajadores del campo. El 40% de los accidentes producidos en el sector agrícola se deben al manejo o manipulación de maquinaria agrícola, en la mitad de estos accidentes está relacionado con el tractor. Para evitar los accidentes no basta con tener intención de hacerlo, hay que actuar de forma activa evitando realizar imprudencias.

Dado que es muy importante la seguridad y maniobrabilidad de la maquinaria el estudio de la ergonomía se ha intensificado en la construcción de la maquinaria agrícola moderna.

La ergonomía se define como “el estudio de los factores que influyen en la eficiencia en la cual un hombre puede realizar su trabajo y/o una interacción hombre-máquina para imponer el diseño sobre el medio ambiente del trabajo”. La ergonomía se aplica en muchas partes en el diseño de la maquinaria agrícola tales como 1) Visibilidad del operador en la operación de la maquinaria 2) Distancia del operador con los controles de operación 3) El ambiente de una cabina para evitar el polvo, olores extraños 4) El ruido 5) La vibración , etc. (Kiyoshi, 2001) .

a) Visibilidad del operador.- El operador para que pueda ver el funcionamiento del tractor y del trabajo que realiza el implemento, debe tener una buena visibilidad, ya que esto le servirá para poder observar el trabajo de la maquinaria y realizar los ajustes correspondientes. Tanto un tractor con cabina como uno sin ella le proporciona la suficiente visibilidad, pero la diferencia estriba en que el tractor con cabina le proporcionará mayor confort al operador y este en teoría generará un mejor rendimiento en el trabajo.

b) Distancia del operador con los controles de operación.- Los fabricantes de la maquinaria agrícola y en especial la de los tractores aplican la ciencia de la ergonomía para dejar que los controles de operación del tractor estén siempre al alcance de la mano del operador, ya que esto le proporcionará confort para realizar en tiempo y forma los ajustes respectivos para una buena operación de la maquinaria agrícola.

c) La cabina del tractor.- La cabina del tractor o de cualquier otro implemento ofrece al operador, además de evitar mucho ruido, polvo, radiación solar, lluvia, etc., una visión excepcional del trabajo en campo. La cabina le proporciona al operador calefacción y aire acondicionado además de un tablero con los instrumentos y medidores fáciles de leer y luces de advertencia que mantienen al operador al tanto de cualquier problema potencial; todo esto viene a proporcionar los elementos necesarios para obtener un alto rendimiento del operador con la maquinaria agrícola.

d) El ruido.- El ruido se define como un sonido molesto, indeseado, desagradable; o como un sonido cuyo nivel sonoro sobrepasa las normas. Entre los efectos que causa el ruido principalmente a los tractoristas es la presbiacusia, o pérdida de la audición, la cual se genera debido a una exposición durante años, a altos niveles de ruido en el trabajo

Los niveles de seguridad aceptados fijan, en general, un nivel por debajo de los 85 dBA estimándose que la exposición a un nivel por arriba de estas cifras durante periodos cortos determina la pérdida temporaria de la audición ya que luego de un lapso de descanso, el oído, vuelve a recuperar su capacidad original. Una pérdida progresiva, permanente e irrecuperable de la audición ocurre cuando la exposición al ruido se prolonga día tras día (Zeledón, 2002).

Los tractores que no tienen cabina someten a los operadores a ruidos que van hasta los 85 dB(A), por lo que para evitar daños al oído del operador se le deben suministrar protecciones auditivas para 8 horas de exposición al ruido y siendo obligatorios para niveles mayores de 90 dB(A) ver tabla 2.

Por lo tanto si no se dispone de una cabina que reduzca significativamente los niveles sonoros se recomienda el empleo de protectores auditivos, y un control médico con pruebas audiométricas (Infoagro, 2007).

Duración de exposición al ruido h / día	Máximos niveles de sonido dB(A)
8	90
4	93
2	96
1	99
½	102
¼	105

Cuadro 2. Niveles de ruido que provocan daño al oído (Kiyoshi, 2001).

e) Vibraciones.- La exposición constante a las vibraciones mecánicas del tractor por parte de los operadores, han generado problemas de salud a estos. Sin embargo pocos tractoristas se dan cuenta del daño a corto plazo. El daño se presenta con los años de trabajo reflejándose dolores de espalda, musculares y de huesos (Tous, 2004).

Las vibraciones en los tractores son producidas por las propias vibraciones del motor y las irregularidades del terreno, aunque en algunos casos se deben también a la falta de amortiguación del asiento del conductor (Infoagro, 2007).

En la actualidad los tractores agrícolas se están fabricando con asientos confortables pensando en la salud del operador. Estos asientos están diseñados para absorber las vibraciones y las sacudidas de los tractores, permitiéndole al operador no solo salud y comodidad sino que le permite también estar alerta y relajado durante el trabajo en campo (Sears-seating, 2004).

Se recomienda por tanto:

- Usar asientos en perfectas condiciones, con reposa-brazos y respaldo adecuados.
- Ajustar el asiento para evitar dolencias de espalda.
- Comprobar la altura y profundidad del asiento, altura y ángulo del respaldo, movimiento hacia delante y atrás, y posibilidad de giro (especialmente si se pasan periodos prolongados de tiempo mirando hacia atrás).
- Comprobar que el asiento absorba vibraciones (buena amortiguación).
- Bajarse del tractor cada hora más o menos, y hacer algo activo durante 5-10 minutos.
- Es también recomendable el uso de fajas anti-vibratorias. (Infoagro, 2007)

Si tomamos en cuenta los factores antes mencionados podremos obtener un buen confort, salud y seguridad para el operador y podremos obtener de él un gran rendimiento en el trabajo, beneficiándose con esto en gran medida la explotación agrícola al reducirse los costos por efecto de accidentes en el trabajo de campo.

3.5.1.9.3.2 Los accidentes en la operación de la maquinaria agrícola.

Para que todo el personal de la explotación agrícola, especialmente el que tiene contacto con la maquinaria agrícola realice sus tareas sin accidentes, la empresa o el

administrador de la maquinaria agrícola debe de contar con un programa de salud y seguridad para evitarlos. Cuando un accidente se produce, generalmente se interrumpe totalmente la actividad o proceso que se está realizando, o en el mejor de los casos no necesariamente hay una interrupción total del proceso, sino alguna interferencia sobre el mismo. Esa es precisamente una de las definiciones de accidente que se pueden ensayar, aunque desde el punto de vista legal y en líneas generales, para que haya un accidente tiene que haber una víctima, la cual seguramente requerirá cuidados médicos, pudiendo quedar con alguna incapacidad y no retornando sino hasta pasado algún tiempo a la actividad laboral normal. Asimismo un accidente puede no ocasionar víctimas humanas sino daños materiales a la propiedad privada. Lo que sí ocurre en todos los casos en que se produce un accidente en la generación de costos, los cuales seguramente serán menores o reducidos si se trabaja en la prevención de accidentes (Infoagro, 2007).

Un buen plan de salud y seguridad para evitar los accidentes según Karsky, (1999) especialista en seguridad agrícola del Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica, de la Universidad de Idaho, son los elementos que a continuación se enlistan y que deben ser adoptados y aplicados en la explotación agrícola:

- Carnet de Salud y Seguridad del trabajador agrícola.
- Reglas de seguridad en el trabajo.
- Nombre y teléfono del encargado del programa de salud y seguridad.
- Contar con un sistema de registro para reportar asuntos relacionados con la salud y seguridad.
- Entrenamiento formal para los empleados en la seguridad y conocimientos de la salud.
- Inspección periódica de las áreas de trabajo.
- Reconocimiento de los peligros.
- Informar a los trabajadores de los requisitos de seguridad requeridos por ley.
- Plan de preparación para emergencias.
- Mapas de ubicación del equipo y materiales de emergencia.

a) Los accidentes en la operación del tractor.

El administrador de la maquinaria agrícola debe saber e informar a su personal de taller y campo que el tractor es la maquinaria agrícola más usada y la principal causa de accidentes, muchos de ellos mortales. Todos los accidentes causan considerables

pérdidas ya sea por daños materiales, gastos médicos, tiempo de trabajo perdido, pérdida de productividad, etc (Infoagro, 2007).

Se debe tener en cuenta que el tractor es un vehículo de trabajo y no un transporte de pasajeros por lo que ni el tractor ni el remolque deben ser utilizados para transportar personas. Asimismo el tractor esta diseñado para trabajar a bajas velocidades. El exceso de velocidad aumenta el riesgo de accidentes.

Por otro lado la cantidad de tiempo en que se usa el tractor, su variedad de usos y su fuerza y peso masivo, contribuyen a la razón por la cual hay tantos accidentes relacionados con los tractores (Karsky, 1999).

Para que el tractorista conozca y tome las debidas precauciones y así evite accidentes, a continuación se mencionan las principales causas de accidentes debidas a los tractores:

1.- Los vuelcos.

Los vuelcos, constituyen aproximadamente la mitad de los accidentes en tractores, y son los responsables de muchas lesiones y daños a la propiedad (Infoagro, 2007).

Operadores distraídos, conducir a alta velocidad y un camino tosco o disparejo son las causas principales de volcamientos con el tractor (NASD, 2004).

Los tipos de vuelcos que se presentan con los tractores en el campo son:

2.- Los vuelcos laterales.

Los vuelcos laterales son los más comunes. La estabilidad depende de la posición del centro de gravedad, altura y anchura de vía del tractor. Cuanto más bajo esté el centro de gravedad y mayor sea la distancia entre ruedas, mayor será la estabilidad.



Figura 10. Los ROPS (Rollover Protective Structures) o estructura de protección de volcamiento protegen la vida del tractorista (NASD. 2004).

Se enlistan algunas formas de que este tipo de vuelco ocurra:

- Al trabajar lateralmente en pendientes pronunciadas.
- Al aproximarse demasiado a zanjas o cunetas.
- Al efectuar virajes bruscos.
- Remolcar una carga demasiado pesada.
- Falta de atención en la conducción, sobre suelos resbaladizos o con obstáculos.
- Al frenar de emergencia el tractor con un solo pedal de frenos, debido a no tener puesto el cerrojo de frenos independientes (Infoagro, 2007).

3.- El vuelco hacia atrás.

La estabilidad depende de la posición del centro de gravedad del tractor (altura y distancia al eje trasero). Para que la dirección responda ha de cumplirse que recaiga en la directriz al menos el 20% del peso total del tractor.

Cuando se acopla un apero al tractor es preciso que el punto de enganche del apero (altura respecto al suelo) así como su retraso respecto al eje trasero del tractor sean mínimos, con objeto de disminuir el riesgo de vuelco.

En caso de descuido del conductor, el propio sistema mecánico del tractor puede producir el vuelco hacia atrás si se produce la inmovilización de la corona del diferencial (atasco de las dos ruedas, sobrecarga en una subida, embrague violento, etc (Infoagro, 2007).

Se enlistan algunas formas de que este tipo de vuelco ocurra:

- Al subir una pendiente pronunciada.
- Por enganchar un implemento a un punto demasiado alto.
- Por forzar el tractor cuando éste encuentra una resistencia fuerte.

- Al arrancar violentamente, desembragando y acelerando de golpe (NASD, 2004).

b) Medidas de protección y prevención de vuelcos.

1) Estructura de protección de volcamiento (ROPS).

La única medida de protección eficaz para el caso de vuelco, que además garantiza un espacio vital al conductor, es la estructura de protección de volcamiento (ROPS). Estas estructuras generan una “zona de seguridad” al operador del tractor en caso de volcadura. Las ROPS surgieron a mediados de los años 60 y no fueron disponibles en todos los tractores hasta mediados de los años 70.

Las estructuras protectoras de volcamiento no previenen el volcamiento, pero es 99.9% efectivo en prevenir la muerte o lesiones graves.

Existen dos tipos de estructuras protectoras de volcamiento:

- a) Barras protectoras de volcamiento.-** Es un arco o marco de metal resistente que protegen al operador tras un vuelco, la cual esta montada en forma sólida sobre el cuerpo principal del tractor. No tiene cristales y no protege al tractorista del ruido ni del clima.
- b) Cabinas protectoras de volcamiento.-** Esta cabina utiliza las barras protectoras, pero encierra las barras con metal y vidrio. Protege al operador contra el ruido, vibración, clima, polvo y le da confort durante su trabajo en el campo.



Figura 11. ROPS y cabinas de protección en los tractores protegen y dan confort a los tractoristas.

2) Cinturón de seguridad.

Los cinturones aseguran que el operador del tractor este dentro de la “zona de seguridad” ofrecida por los ROPS del tractor. Los cinturones deben estar disponibles en todos los tractores ya que junto con los ROPS son el 99% efectivos en prevenir la muerte del operador (NASD, 2004).

Aunque los fabricantes, están continuamente mejorando el diseño de los tractores para hacerlos más seguros, todavía no han sido capaces de fabricar mecanismos que reconozcan situaciones inseguras. Por ello, se deben conocer los riesgos derivados de los tractores, de los aperos enganchados y de las condiciones del terreno. De esta forma los conductores de tractores que conocen su maquinaria y los riesgos a que están expuestos, están mejor preparados para evitar los accidentes.

Para combatir la siniestralidad en el sector de la agricultura, y en particular en el uso de tractores y maquinaria agrícola, es preciso por tanto aumentar la formación y la sensibilización de los agricultores y de los operarios de esta maquinaria; para que usen procedimientos seguros y no pongan en peligro su salud.

Las áreas de peligro incluyen: partes mecánicas, procedimientos de trabajo, condiciones climatológicas, productos fitosanitarios, terreno irregular y cualquier otra causa potencial de riesgo.

A continuación se enlistan algunas recomendaciones que el administrador de la maquinaria agrícola debe dar al tractorista para operar el tractor con seguridad:

- Deben cumplirse rigurosamente las normas de circulación.
- Se revisarán los órganos fundamentales del tractor: dirección, frenos, embrague, etc.
- Llevar siempre luces indicadoras adecuadas y señales reflectantes.

- Conducir a la velocidad adecuada para mantener el control sobre el tractor ante sucesos inesperados.
- Reducir la velocidad antes de girar o frenar.
- Tener cuidado con las zanjas, troncos, rocas, terraplenes y otros obstáculos.
- Embragar suavemente, especialmente subiendo una ladera o llevando un remolque.
- Descender las laderas con precaución, en una marcha corta, usando el motor como freno.
- Asegurarse antes de bajarse del tractor de que el freno de mano esta puesto y funcione correctamente.
- Hacer pequeños descansos regularmente.
- Si la carga remolcada excede el peso del tractor, el remolque deberá tener frenos independientes (Infoagro, 2007).

3) Caídas.

Para evitar las caídas debemos tener cuidado principalmente al subir o baja del tractor. Cualquier caída nos puede generar alguna lesión, por lo que debemos siempre tener precaución al estar trabajando con el.

Para evitar lesiones innecesarias por caídas durante la operación del tractor es importante seguir las siguientes recomendaciones:

- No subir o bajar de un tractor en movimiento.
- No saltar nunca del tractor.
- No permitir otros pasajeros en el tractor.
- Mantener los estribos, escaleras y en general todo el tractor limpio y seco.
- Los tractores deben tener estribos, escaleras y asideros de acuerdo con las normas establecidas (Infoagro, 2007)

4) Atrapamientos.

Son producidos por la toma de fuerza, los ejes de transmisión o durante el enganche de los implementos.

Tanto la toma de fuerza como los ejes de transmisión deben estar completamente protegidos por cubiertas de seguridad, tanto cuando se realicen trabajos estacionarios,

como cuando se arrastre una máquina accionada por la toma de fuerza. Si las cubiertas han sido retiradas para efectuar reparaciones deben colocarse inmediatamente. Es importante que por ningún motivo se pase por encima de una toma de fuerza en funcionamiento y también evite siempre trabajar con ropa suelta (Infoagro, 2007).

c) Los accidentes en la operación de los implementos agrícolas.

En casi todas las actividades agrícolas se necesitan implementos de alguna clase. El uso seguro de estos implementos es muy importante. La mayoría de las lesiones se pueden prevenir sencillamente al poner por parte de los tractoristas mayor atención al trabajo. Los accidentes ocurren por hacer las cosas con apuro o con impaciencia sin seguir los pasos correctos. Haciendo el trabajo con calma, tomándose algunos segundos más para hacer las cosas en forma correcta y segura, es más importante y menos costoso que tener que hacerlo de nuevo o lesionarse en el proceso.

Otro de los atrapamientos que debemos hacer notar es cuando se enganchan los implementos o remolques al tractor, por lo que debemos tener en cuenta los siguientes puntos:

- Asegurarse de que no hay nadie detrás del tractor.
- Acercar el tractor lentamente al apero o remolque.
- Parar y poner el freno de mano.
- Poner punto muerto.
- Bajar del tractor y enganchar el apero o remolque (Infoagro, 2007).

3.3 El control administrativo de los costos de mecanización en la agricultura actual.

Es muy importante que el administrador de una explotación agrícola lleve un control de los costos de su maquinaria; pero desgraciadamente en el medio rural mexicano raro es el agricultor o pequeño empresario que lleva este control. Esta situación es debida a que hay poco personal capacitado para ello y en segundo los agricultores creen que no es necesario llevar ese control debido a que piensan que las máquinas no necesitan mas

que diesel y aceite y que invertir en personal para el control de las máquinas es un gasto innecesario.

Sin duda esta forma de pensar del agricultor es por falta de conocimiento al respecto y por que la situación económica de él y del campo es muy limitada como para invertir en personal capacitado para administrar sus máquinas. Esta forma de pensar ha hecho que la maquinaria en el campo siempre este abandonada, a la intemperie, con poco mantenimiento y sin ninguna bitácora de control de cada una de las máquinas.

Debido a lo anterior es importante proponer los puntos que a continuación se describirán en este capítulo, ya que desarrollaremos la forma de llevar un control de costos de la maquinaria agrícola que nos ayudarán en ser eficaces y eficientes en el desarrollo de los planes y programas de trabajo de la explotación agrícola.

3.3.1 Control de trabajo en campo de la maquinaria.

Es necesario que el productor o a través de un técnico capacitado en administración de maquinaria agrícola, lleve un registro diario del uso de cada máquina, esto ayudará a llevar un control preciso de los gastos que esa máquina este realizando y además le permitirá al administrador llevar un control de los costos y del uso anual de esa máquina. Toda esta información servirá para saber en que momento se deben hacer los mantenimientos respectivos y podrá realizarse con más precisión cuando hay que reparar esa máquina y cuando reponerla por una nueva.

3.3.2 Servicio de mantenimiento de la maquinaria.

Para realizar el mantenimiento y los ajustes de las máquinas agrícolas, es importante primeramente que cuente la empresa con personal capacitado para ello y además que se sigan preferentemente las recomendaciones del fabricante de las máquinas. Esto podrá pensarse que es muy caro, pero es más recomendable hacerlo ya que se tendrá siempre una máquina disponible para realizar las labores con seguridad y en tiempo.

También es importante contar con un taller y herramienta suficiente además de un buen stock de refacciones, todo esto hará que el trabajo en campo no se retrase y se consigan los objetivos establecidos.

En los anexos 1 y 2 se muestran la tabla de intervalos de servicio de mantenimiento de un tractor agrícola, el cual denota las horas a la que deben realizarse las diversas

actividades de servicio que requiere un tractor para que siempre se encuentre en condiciones de trabajo en campo.

3.3.3 Días disponibles para las labores agrícolas.

Determinar los días disponibles para realizar las labores agrícolas y cumplir con los objetivos planteados de producción es de suma importancia para la empresa, ya que el administrador debe contar con la maquinaria agrícola en condiciones adecuadas de funcionamiento y de cuánto tiempo tiene disponible para cada una de las labores en función de la superficie a trabajar. Se recomienda si fuera posible tener estadísticas particulares para saber con más precisión por ejemplo; los días de lluvia, los días festivos, el número de tractores e implementos disponibles, el número de operadores, el número de turnos a trabajar por día, etc. Todo esto ayudará al administrador contar con más precisión de realizar la preparación y cosecha de la producción en tiempo y forma.

3.3.4 Determinación de los costos de la maquinaria agrícola por el administrador.

La mayoría de las decisiones de manejo de maquinaria agrícola, requieren de un conocimiento preciso de los costos. Llevar un registro preciso de los costos, es una parte indispensable del trabajo del administrador de maquinaria.

Los costos pueden definirse como la expresión en dinero de las erogaciones necesarias para atraer a los factores de la producción hacia la producción de un bien o la prestación de un servicio. El gasto es todo desembolso que trae como consecuencia una disminución inmediata del capital.

Los costos de la maquinaria, se dividen en dos categorías, 1) Los costos fijos o de propiedad y 2) Los costos variables o de operación.

Los costos fijos o de propiedad, se definen como la parte del costo total que no varía en función del uso de la maquinaria.

Los costos variables son la parte del costo total proporcional a la utilización de la maquinaria, o sea, que los costos variables se incrementan proporcionalmente con la cantidad del uso operacional dado a la maquinaria, mientras que los costos fijos son independientes del uso (Nava, 1983).

De acuerdo con el párrafo anterior, a continuación se plantean los costos que un administrador de maquinaria agrícola debe calcular, a fin de que conozca las fórmulas que más comúnmente se utilizan.

a) Los costos fijos.

Antes de ver el primer concepto, conviene conocer algunos términos para facilitar la comprensión del sistema del cálculo de costos.

1.- Vida útil de un equipo.- Es el total de horas o años que se espera sea la duración de una máquina hasta quedar en desuso.

Este valor puede ser muy variable ya que dependerá del uso, del mantenimiento y de la calidad de los materiales de que esta hecho el equipo (ver cuadro 3).

2.- Uso anual de un equipo.- Es el total de horas de trabajo productivo en una temporada (un año). Este valor es muy variable; (ver cuadro 3).

3.- Precio (P).- Es el valor del equipo.

4.- Valor residual (R).- Es el valor comercial de una máquina cuando queda en desuso.

También se puede considerar el valor que tiene una máquina en un momento determinado de su vida (el 2do. Año, el 6to. Año, etc).

MAQUINARIA	VIDA ÚTIL ESTIMADA HORAS (1)	USO ANUAL ESTIMADO HORAS	TOTAL REPARACIONES (1) HASTA TERMINO VIDA ÚTIL (% DEL PRECIO)
Motor de llantas	12,000	1,000	120
Tractor Oruga	12,000	1,000	100
Combinada Automotriz	2,000	500-600	60
Araños, Rastras, Rodillos	2,500	500	120
Sembradora, Cultivador, Surcador.	2,500	500	120
Eparcidor fertilizantes	1,200	200	120
Eparcidor estiércol	2,500	500	60
Segadora de barra	2,000	200-250	120
Rastrillo desc. lateral	2,500	500	100
Empacadoras (empacadora)	2,500	200-300	80
Cosechadora de forrajes	2,000	500	80
Aspersor (pulverizador)	1,200	150-200	100
Piscadora maíz	2,000	300	80
Remolques o vagones	5,000	500-600	100

Cuadro 3. Vida útil, uso anual y porcentaje de reparaciones de maquinaria agrícola (ASAE, 1977)

A continuación se analizarán los costos fijos:

Debemos diferenciar los términos depreciación y amortización, que no son sinónimos.

1.- Depreciación.- Es la reducción en valor de una máquina a través de los años, debido al desgaste, corrosión u obsolescencia.

Este costo sirve para compensar el desgaste que sufre la máquina anualmente y que al final de su vida útil se cuente con el capital para su reemplazamiento. Existen varios métodos para determinar éste costo, sin embargo en México para efectos de tipo fiscal, se utiliza el método de línea recta cuyas partidas anuales de este costo son todos iguales.

La amortización.- Representa la cantidad de dinero real o teórico que el administrador debe considerar anualmente para reemplazar la maquinaria una vez que quede en desuso. El término amortización tiene el mismo efecto que la depreciación, solo que se aplica a activos fijos intangibles: patentes, derechos de autor, servicios notariales, etc.

1.- Depreciación anual.

$$D = P - R / VU$$

Donde:

D = Depreciación anual; (\$/año)

P = Precio de compra de la maq; (\$)

R = Valor residual; (\$)

VU = Vida útil de la maq; (años)

Para calcular la depreciación anual, primero debemos calcular los años de uso de la máquina con la siguiente fórmula:

$$\text{Años de uso} = \text{VU} / \text{Uso anual}$$

Donde:

Años de uso = (años)

VU = Vida útil; (h)

Uso anual = (h / año)

Valor Residual (R) 10-15% del precio de compra

2.- Interés sobre la inversión.- Este costo se refiere a la utilidad que el capital (dinero) invertido en la compra de la máquina debería reeditar.

El monto del capital invertido para la compra de una máquina bien pudo generar intereses en una inversión a plazo fijo. Por esta razón, se carga el interés (referenciado con la tasa de interés bancaria) sobre el valor de la máquina adquirida. Como el valor de la máquina disminuye con los años por efecto del uso, se toma el promedio del valor inicial con el valor final.

$$I = i (P + R) / 2$$

Donde

I = Cantidad de interés anual; (\$/año)

i = Tasa de interés anual; (decimal)

P = Precio de la máquina; (\$)

R = Valor residual de la Máq.; (\$)

3.- Impuesto.- Se refiere a los impuestos por tenencia de la maquinaria y placas en algunos casos.

Si se paga un impuesto anualmente, similar a la tenencia en los automóviles, estos se deben cargar a los costos fijos anuales. Los impuestos que se cargan por una sola ocasión como los que se cargan al momento de la compra del equipo, se pueden cargar en el precio de compra y recuperarse como depreciación. Si el impuesto al activo fijo se

paga anualmente, éstos se deben cargar cada año a los costos fijos. Se considera un valor anual de 1% sobre el precio de compra de la máquina.

4.- Almacenamiento.- Se refiere al costo del lugar donde se resguarda la maquinaria. Es común asignar para cada año alrededor de 1% del precio de compra de la maquinaria, utilizar la siguiente fórmula:

$$CA = P' a / L * A$$

Donde

CA = Costo de almacenamiento; (\$ / año-máq.)

P' = Costo del almacén; (\$)

a = área que ocupa la máquina; (m²)

A = área del almacén; (m²)

L = Vida útil almacén; (años)

Si la maquinaria se mantiene a la intemperie, éste costo se elevará por un mayor mantenimiento a realizar a la maquinaria.

5.- El seguro.- En el caso de maquinaria de mucho valor, es posible y recomendable asegurarla, en caso contrario el propietario asume los riesgos de accidentes, volcamientos, incendios, robo, etc.

Valores de 0.5 a 1 % del precio del equipo.

b) Los costos variables.

1.- Mantenimiento y reparación. Debido a su gran variabilidad es recomendable tomar los valores de ASAE de la tabla 2.

$$TR = 120 / 100 = 1.2$$

$$CR \text{ anual} = (P) (TR) / VU \text{ años}$$

Donde:

CR anual = Costo de reparación; (\$/año)

$P =$ Precio de compra de la maq; (\$)

$TR =$ Tasa de reparación total; (% del precio en decimales)

$VU \text{ años} =$ Vida útil anual; (años)

Que son valores que proporcionan una tasa de reparación constante en función del uso.

Se conforman por los costos de las refacciones y la mano de obra para la instalación de esas partes.

2.- Combustibles.- Se refiere a gasto de combustible que se realiza durante las labores agrícolas de la empresa, calculándose de la siguiente manera.

a) Se puede determinar el consumo de diesel por hora para cada labor (CC diesel; lt/h) y se multiplica por su costo (\$/lt).

Ejem: Un tractor con arado consume; $CC = 10 \text{ lt/h} \times 6.00 \text{ \$/lt} = \$ 60.00/\text{h}$

b) En caso de no conocerse el consumo, se puede calcular el consumo de combustible según la ASAE.

Consumo C. diesel (lt/h) = $0.165 \text{ lt/H.P.-h} \times \text{H.P. (TDF máxima)}$

Consumo C. gasolina (lt/h) = $0.227 \text{ lt/H.P.-h} \times \text{H.P. (TDF máxima)}$

$CC = (\text{CCdiesel lt / h}) (\text{Costo / lt})$

3.- Lubricantes y filtros.- Se Incluyen aceite del motor, aceite de transmisión, los filtros y los engrases.

a) Se puede calcular cada cuantas horas se cambian los aceites y filtros, y según el valor se calcula el costo/h

b) Una forma mas abreviada indicada por la ASAE, es considerar un 15% del costo en combustibles.

$CL = 0.15 (\text{CC diesel})$

4.- Mano de obra.- Es el valor del salario del operador, incluyendo leyes sociales.

$$MO = S_j / J$$

Donde:

MO = Costo por salario del operador; (\$ / h)

S_j = Salario del operador durante una jornada de trabajo; (\$ / jornada)

J = Duración de una jornada de trabajo; (h).

Sumando estos costos se obtienen el total de los costos variables por año y/o por hora.

3.3.5 Costos totales de operación.

Se obtiene sumando los costos fijos más los costos variables y se pueden expresar en \$/año o en \$/h.

3.3.6 Costos de administración.

a) En algunos casos se justifica agregar este tipo de costos.
b) Se calcula entre un 10-20% de la suma de los costos totales debido a la organización de la empresa, transporte de equipos, limpieza de instalaciones mobiliario, etc. Por lo tanto si sumamos los costos fijos mas los costos variables y por último los costos de administración, obtenemos el costo total de operación por el uso de la maquinaria agrícola en el sistema de producción.

Es muy importante que estos costos se lleven diariamente, ya que de esta forma se tendrá un mejor control de los gastos realizados y se obtendrán con más exactitud el costo real que la empresa eroga por el uso de la maquinaria agrícola en la producción de sus cultivos.

IV. CONCLUSIONES

1.- Los elementos técnicos-administrativos identificados para obtener el máximo rendimiento en campo de las máquinas agrícolas son:

- a) Determinar el rendimiento de campo de la maquinaria agrícola.
- b) Seguir las indicaciones del manual del operador para las actividades de mantenimiento y ajustes de los implementos y tractores de acuerdo a las condiciones de la labor a realizar en el campo.
- c) Tomar en consideración los factores climáticos y del suelo para obtener la máxima potencia de los tractores agrícolas.

2.- Para corregir el mal uso de la maquinaria agrícola en campo y reducir los costos de producción es necesario llevar un registro sistematizado de todas las actividades técnicas y administrativas que en ella se realizan.

3.- Se implemente un sistema técnico-administrativo para el cálculo de los costos de producción del sistema mecanizado que se lleve a cabo en la explotación agrícola.

4.- Es importante proporcionar a los trabajadores del campo, tractoristas, mecánicos, etc., el equipo de trabajo y protección necesaria para evitar accidentes en las labores que ellos realizan.

V. RECOMENDACIONES.

- 1.- Dar incentivos económicos al personal.
- 2.- Proporcionar a los trabajadores agrícolas un seguro médico.
- 3.- Adquirir tractores con protección contra volcaduras y ruidos.
- 4.- Poner anuncios de seguridad en el campo y en el taller de maquinaria agrícola.
- 5.- Dar mantenimiento anual a los caminos que van hacia las parcelas, para evitar volcaduras y accidentes diversos.
- 6.- Tener la maquinaria agrícola bajo techo.
- 7.- Al cumplir la vida útil de un equipo reponerla por una máquina nueva.
- 8.- No poseer máquinas agrícolas de desecho.
- 9.- Tener un buen stock de refacciones.
- 10.- Mantener una excelente relación laboral entre ingenieros, tractoristas, mecánicos y peones.
- 11.- Mantener un excelente ambiente de trabajo a través de la limpieza y el ordenamiento de las áreas de trabajo.
- 12.- Capacitación del personal.

VI BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arnal, A, P. 2005. Tractores y motores agrícolas. 3ra. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- 2.- Agleader, 2006. AgLEADER, Technology. Soj South Riverside Drive. Ames, IA. USA.
- 3.- AMSSA, 2007. Abastecedora de Maquinaria y Servicio S.A. Ave. Juan Fernández Albarran 67 Fraccionamiento Industrial San Pablo Xalpa., Tlalnepantla, Edo. México
- 4.- Blanco, 2007. Maquinaria y equipos para laboreo mínimo y convencional. Departamento de ingeniería rural. Universidad de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- 5.- CNH, 2006. Case New Holland de México. Santiago de Querétaro. México.
- 6.- DGE y C, 2007. Dirección General de Estadística y Censos. Chubut-Patagonia-Argentina. <http://www.estadistica.chubut.gov.ar/glosario/glosCNA-TemasVarios.html>
- 7.- Deere & Company, (2004). Manual del tractor Modelos 7420 y 7520. http://manuals.deere.com/omview/OMP70860_63
- 8.- Deere and Company, 2007. Arado de discos modelo 3635. Jhon Deere. Illinois, USA.
- 9.- Figueroa, B., Morales, F. 1999. Manual de Producción de Cultivos con Labranza de Conservación. Colegio de Postgraduados y SAGARPA. Alianza para el Campo. México. Manual. pp. 2-6.
- 10.- Friedrich, T. 2002. FAO. Manual de prácticas integrales de manejo y conservación de suelos. Conceptos y objetivos de la labranza en una agricultura conservacionista. Capitulo 4. Roma. Italia. http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C4.htm
- 11.- Friedrich, T. 2002. FAO. Manual de prácticas integrales de manejo y conservación de suelos. Implementos de labranza. Capitulo 5. Roma. Italia. http://www.fao.org/ag/ags/agse/agse_s/7mo/iita/C5.htm#ini
- 12.- Gómez, C. 2005. Apuntes de clase de Rendimiento de las Máquinas Agrícolas. FES.C .UNAM. Cuautitlán, Izcalli. Estado de México. México.
- 13.- Hunt, D. (1998). Maquinaria Agrícola. Rendimiento Económico, Costos, Operaciones, Potencia y Selección de Equipo.
- 14.- INFOAGRO, 2007. Prevención de riesgos laborales. Seguridad en tractores. Copyright [infoagro.com](http://www.infoagro.com). Madrid, España. http://www.infoagro.com/maquinaria/seguridad_tractores2.asp

- 15.- JICA. 1988. Farm Machinery. Vol. II. Farm Machinery Design Course. Pp. 87-90
- 16.- Kiyoshi, N. 2001, Operador productivity. Japan.
- 17.- Karsky, T, 1999. Especialista en Seguridad Agrícola, Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica, Universidad de Idaho, Moscow, ID. email (tkarsky@uidaho.edu).
- 18.- Márquez, L. 2004. Maquinaria Agrícola. Editorial B y H España. España.
19. Montana, 2005. Rastra de discos. Manual de funcionamiento.
<http://www.maquinariamontana.com/pdf/H.pdf>
- 20.- Noboru K. 2001. Tillage Machinery. Japan International Cooperation Agency. Faculty of Agriculture, Kyoto University. Japan. Paper. pp. 13-14.
- 21.- NASD. 2004. Estructura protectora de volcamiento. Ohio State University. USA.
<http://www.cdc.gov/nasd/docs/d001701-d001800/d001733/d001733-s.html>
- 22.- Nava, J ., Lòpez, T. 1983. Apuntes para el curso de administración de maquinaria agrícola. Departamento de mecanización del campo. SARH. México.
- 23.- Sears-seating, 2004. Características de los asientos para maquinaria agrícola. Eurosealand. Madrid, España. <http://www.searsseating.net/spain/intro.htm>
- 24.- Tous, F., Moras., F., 2004. Entrenamiento por medio de vibraciones mecánicas: revisión de literatura. Universidad Ramón Llull, Barcelona. España.
<http://www.castillo.webunited.net/fibrafit/vibracionesmecanicas.html>
- 25.- Timble, 2003. Trimble Navigation Limited. Prairie City. Iowa. U.S.A
- 26.- Sócrates, R. 1998. Control de maleza en trigo en el norte de Sinaloa. Folleto para productores No. 9. INIFAP. Sinaloa, México.
- 27.- Zeledón, D. 2002. Universida Politècnica de Nicaragua (UPOLI)., 2002. carta informativa no. 12. Luchemos contra el ruido.
<http://www.upoli.edu.ni/Carta%20Informativa/2002/carta12/10.html>

VII. ANEXOS

Tabla de intervalos de servicio - Según se requiera - Cada 10 horas - Cada 50 horas - Primeras 100 horas - Cada 250 horas

ANEXO 1

Item	Según se Requiera	Cada 10 horas	Cada 50 horas	Primeras 100 horas	Cada 250 horas
Limpieza del Elemento del Filtro de Aire Primario. ^a	.				
Revisión del nivel de refrigerante en el depósito de recuperación.	.				
Revisión del nivel de aceite del motor	.				
Revisión de la Trampa de Agua	.				
Revisar la limpieza del enfriador de aceite y paneles del radiador	.				
Llenado de Combustible y Acondicionador de Combustible	.				
Revisión del nivel de aceite del sistema hidráulico / transmisión.	.				
Revisar la presión de las llantas e inspeccionarlas	.				
Lubricación de pivote del eje delantero ^b	.				
Lubricar los pivotes de la caja de reducción de MMRD	.				
Lubricar las crucetas de las cajas de reducción	.				
Lubricar cople de barra cardán	.				
Lubricación de eslabones elevadores del enganche de 3 puntos	.				
Cambio del filtro de aceite hidráulico / transmisión	.				
Apretar e inspeccionar todas las mangueras y abrazaderas, buscando fugas.	.				
Cambiar aceite en cubos y puente del eje de MMRD.	.				
Cambio del aceite y el filtro del motor ^c	.				
Revisar el torque especificado en tornillos y tuercas. ^d	.				
Cambiar filtro de combustible. ^e	.				
Drenar agua y sedimentos en el tanque de combustible.	.				
Revisar el funcionamiento de los frenos.	.				
Revisar el nivel del líquido de la batería	.				
Lubricar la mangueta del eje delantero de TS.	.				
^a (Indicado por la señal de restricción del aire en el tablero).					
^b En condiciones de extrema humedad, lodo o cargas extremas (cargadora frontal).					
^c El aceite utilizado durante las primeras 100 horas es aceite de asentamiento. Cada 250 horas utilizando aceite clasificación API-CI. Si el nivel de azufre en el diesel excede 0.7%, reducir el intervalo de servicio a la mitad.					
^d En rodados hacer el retorque a las primeras 10 horas y durante las primeras 100 horas revisar frecuentemente. Refíerese a las Secciones "Asentamiento" y "Especificaciones".					
^e Cada 250 horas o según se requiera.					

OUO1011.0000043 -63-24JAN01-1/2

Item	Según se Requiera	Cada 10 horas	Cada 50 horas	Primeras 100 horas	Cada 250 horas
Revisión del nivel de aceite en cubos de rueda de la TDM					.
Revisión del sistema de seguridad de arranque en neutral.					.

OUO1011,0000043 -63-24JAN01-2/2

Tabla de intervalos de servicio - Cada 500 horas - Cada 1000 horas - Cada 1500 horas - Cada 2000 horas

ANEXO 2

Item	Cada 500 horas	Cada 1000 horas	Cada 1500 horas	Cada 2000 horas
Cambio del filtro de aceite hidráulico / transmisión	.			
Lubricación de baleros de ruedas de ejes delanteros de TS.	.			
Lubricación de los baleros del eje trasero	.			
Revisar banda del ventilador	.			
Revisar conexión a tierra del motor.	.			
Verificar el funcionamiento del indicador de restricción de aire	.			
Limpiar el tazón de trampa de agua	.			
Reempacar los baleros de ruedas del eje delantero. ^a		.		
Apretar e inspeccionar todas las mangueras y abrazaderas, buscando fugas.		.		
Limpiar el tubo del respiradero del cárter del motor		.		
Cambiar elementos primario y secundario del filtro de aire. ^b			.	
Cambiar el aceite del sistema hidráulico / transmisión.			.	
Limpiar cedazo de aspiración de aceite del sistema hidráulico.			.	
Cambiar aceite en cubos y puente del eje de MMRD.			.	
Cambiar el refrigerante del motor. ^c				.
Cambiar el termostato. ^d				.
Ajuste del juego de las válvulas del motor. ^d				.
Ajuste la bomba e inyectores de combustible. ^e				.
Revisión de velocidades del motor en vacío. ^d				.
^a En condiciones de extrema humedad reducir el intervalo a cada 500 horas. Acuda a su distribuidor John Deere.				
^b Cada 1500 horas o cada 2 años lo que ocurra primero, o después de 5 limpiezas del elemento primario.				
^c Cada 2000 horas o Cada 2 años, lo que ocurra primero.				
^d Acuda a su distribuidor John Deere.				
^e Acuda a su distribuidor autorizado.				

OOU1011,0000046 -63-24JAN01-1/1