

TRACTOR E IMPLEMENTOS AGRICOLAS

El alistamiento y manejo de herramientas en el cultivo de la palma de aceite es un factor clave que se debe tener en cuenta en el manejo de las plantaciones. En ello radica la oportunidad de realizar las labores de acuerdo con los requerimientos que exige el cultivo. La falta de capacitación y conocimiento ha originado problemas en la logística. Estos afectan la calidad en las labores de campo, y por consiguiente, ocasionan altos costos de mantenimiento que inciden de manera significativa en el balance económico de la producción del aceite de palma.

Los equipos que se presentarán en este capítulo son los siguientes:

- Para la preparación del terreno: el tractor agrícola, cinceles rígidos, rastras y arados de discos.
- Para la aplicación de fertilizantes: abonadora horizontal, abonadora centrífuga y pendular.
- Equipos para siembra: remolques y ahoyador mecánico.
- Equipos para muestreo de suelos: barrenos.
- Equipos utilizados en el riego y el drenaje: zanjadora rotativa, zanjadora de vertedera.
- Equipos para el control de malezas: guadaña manuales, control de malezas mecánico (rana), pulverizadora de mochila y de tractor.
- Equipos para el control biológico y de enfermedades: aspersores de turbina, pulverizadoras, nebulizadoras, entre otras

La exposición se complementará además con temas como el cálculo de eficiencias y rendimientos de las labores de campo mecanizadas, las máquinas acopladas al tractor y los equipos y herramientas manuales; también se introduce el tema del afilado y el manejo de herramientas para el mantenimiento de la maquinaria.

El tractor agrícola

Se define como una máquina generadora de energía empleada para diferentes labores agrícolas, como el transporte de insumos y productos, y para las operaciones de campo, como el alistamiento de los suelos, las labores culturales y la cosecha de cultivos.

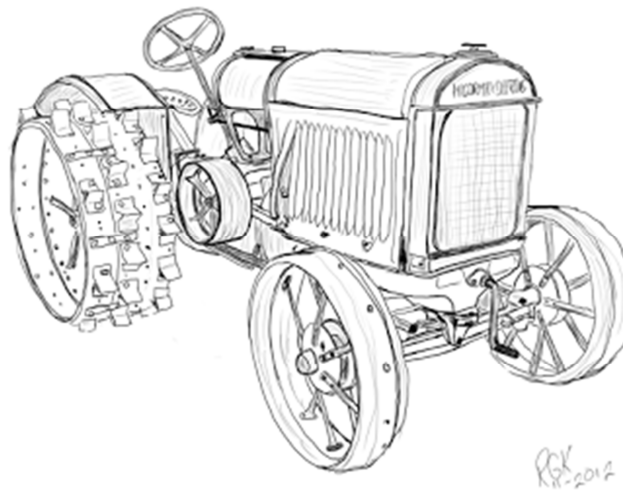
Clasificación de los tractores agrícolas

Los tractores se clasifican de acuerdo con la potencia del motor, la construcción, el tipo de rodadura y la tracción.

Potencia del motor. Se clasifican en motocultores (menos de 18 hp), de baja potencia (menor de 60 hp), mediana potencia (entre 60 y 100 hp) y alta potencia (mayor a 100 hp).

Construcción. Se clasifican en tractores rígidos y articulados; estos últimos se caracterizan por ser de alta potencia: son utilizados principalmente en labores de labranza para grandes áreas.

Tipo de rodadura. Se clasifican en tractores de oruga y enllantados.



Tracción. Se clasifican como de doble transmisión, cuando la tracción la hacen las cuatro ruedas, y sencillo, cuando la hacen las ruedas traseras.

Componentes del tractor agrícola

El tractor agrícola se compone del motor, el embrague, la caja de velocidades, la transmisión, las ruedas, el sistema hidráulico y el eléctrico, el eje de toma de fuerza, la barra de tiro y el enganche integral o de tres puntos.

El tractor agrícola funciona de manera similar a un vehículo. La Figura 1 muestra el esquema general de los componentes del tractor: en ella se puede observar que la energía producida por la combustión dentro del motor se transforma en energía mecánica, que es utilizada para el funcionamiento del sistema hidráulico, el eje toma de fuerza (TDF) y las ruedas motrices para desarrollar las diferentes labores agrícolas.

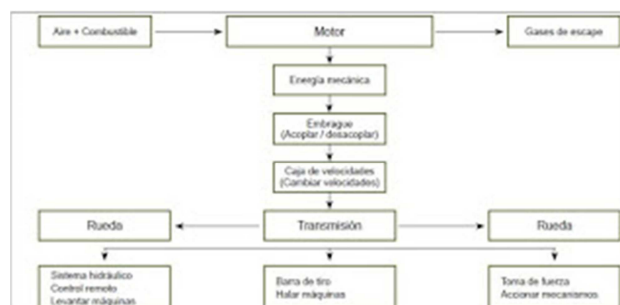


Figura 1. Funcionamiento del tractor agrícola (fuente: Berlijn, J. D., 1982).

Motor. Los motores de los tractores agrícolas funcionan con combustible diesel, el cual es de bajo costo de operación y mantenimiento. El motor está constituido por el bloque, el

sistema de alimentación o combustible, el sistema de lubricación y el sistema de enfriamiento.

Sistema de alimentación:

Su función es transportar el combustible desde el tanque de combustible hasta la cámara de combustión del motor.

El sistema de alimentación lo compone el tanque de combustible, la bomba de alimentación, el filtro de combustible, la tubería de alimentación, la bomba de inyección, los tubos de inyección, los inyectores, la tubería de retorno de combustible al tanque y las válvulas de control eléctricas.

La Figura 2 presenta un diagrama del funcionamiento del sistema de alimentación, en el que se puede observar que el combustible en el depósito es succionado por la bomba de alimentación, la cual se encarga de hacerlo llegar a los filtros. De ahí sale a una tubería que comunica a la bomba de inyección, y ésta, a su vez, la envía a los inyectores, encargados de pulverizar el combustible para que se mezcle con el aire, previamente purificado por el filtro de aire y aspirado por el pistón en la cámara de combustión.

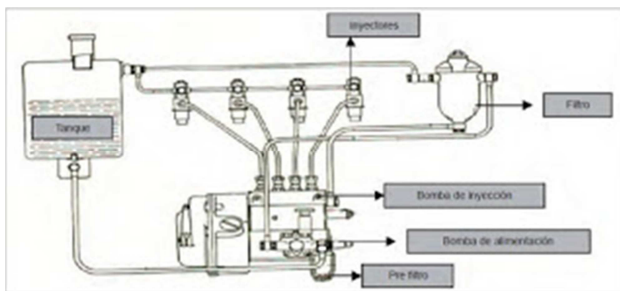


Figura 2. Partes del sistema de alimentación (fuente: INTA).

La aspiración del aire al motor se realiza a través del múltiple de admisión, que consiste de una serie de conductos conectados a la culata. Su función es orientar el aire a la cámara de combustión para que se mezcle con el combustible y se produzca la combustión. Algunos motores poseen turbocargadores que envían el aire al motor a una presión más alta, ya que son compresores que ayudan al motor a no perder potencia cuando se trabaja a alturas de 500 metros o más sobre el nivel del mar. A los motores que no poseen turbocargadores se les conoce como motores de aspiración natural, y a los que no los tienen se les conoce como motores turbocargados.

Recomendaciones para abastecer de combustible al tractor:

1. Hacerlo en las horas de la noche, para evitar la condensación del agua.
2. Apagar el motor cuando realice la operación.
3. Utilizar siempre filtros limpios dobles para retener impurezas.
4. No extraer combustible del fondo del tanque de abastecimiento nunca.

El combustible debe almacenarse siguiendo los siguientes criterios:

1. Asegurar que no se contamine con agua, oxido, suciedad y basuras.
2. Asegurar que no se evapore en el aire.
3. Ubicarlo lejos de edificios y equipos.

El sistema de lubricación:

Tiene la misión de garantizar la mínima fricción ofrecida por las superficies flotantes para disminuir desgastes de las partes en movimiento y evitar el calentamiento excesivo del motor. Los sistemas de lubricación con bomba son los más utilizados en los tractores agrícolas.

Los lubricantes utilizados en los motores deben ser los recomendados por el fabricante, de acuerdo con las condiciones ambientales del lugar donde va a operar el tractor.

El aceite sucio no puede lubricar ni proteger el motor, aumenta su desgaste y puede ocurrir que no selle los pistones. El agua en el aceite oxida las partes del motor; asimismo, el agua condensada y el combustible sin quemar contaminan el aceite y descomponen el motor.

El aceite contaminado puede tener agua, suciedad, combustibles sin quemar, pedazos de metal desgastados del motor o tierras y lodos provenientes del exterior.

El sistema de Refrigeración:

Tiene la función de mantener el motor operando a la temperatura óptima, ya que una temperatura muy alta le puede ocasionar daños severos. Los sistemas de enfriamiento más utilizados en los motores agrícolas son los que requieren agua o líquido refrigerante. El sistema de enfriamiento consta de un ventilador, un radiador, una bomba de refrigerante o de agua, un termostato y conductos de agua (Figura 3).

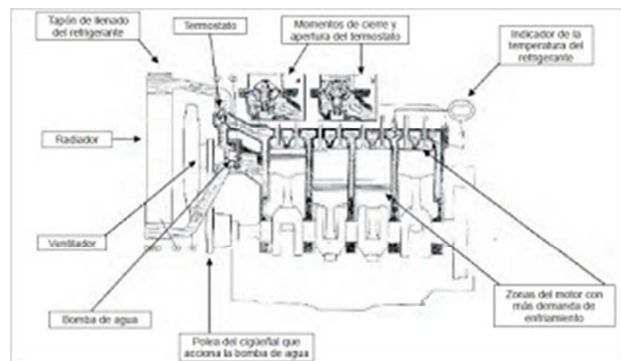


Figura 3. Sistema de enfriamiento (fuente: Ortiz, 2009).

El sistema funciona cuando el agua o refrigerante sube de temperatura en el interior del motor, y se abre el termostato para permitir su circulación hasta el radiador; el agua es enfriada por el sistema radiador-ventilador para luego ser enviada a presión, por la bomba, hacia los conductos del motor, manteniéndolo a una temperatura óptima.

¿Qué hacer con un motor recalentado?

- (1) Dejar el motor encendido en marcha mínima, buscando que la temperatura baje.
- (2) Girar la tapa del radiador para permitir que se abra la válvula de presión y se elimine así el vapor de agua.
- (3) Quitar la tapa con el motor funcionando, adicionar agua o líquido refrigerante, que se mezcla gradualmente con el agua caliente, para evitar un daño en el bloque o culata.

Embrague

Cumple con la función de conectar o desconectar el motor de la caja de velocidades y a través de ésta, de la caja con los mandos de las ruedas u orugas. La conexión puede hacerse con platos de fricción o con mecanismos hidráulicos.

Los embragues que utilizan plato de fricción (Figura 4) emplean un plato de presión (prensa del embrague) que se encarga de presionar al de fricción (disco del embrague), para conectar y desconectar el motor de la caja de velocidades.

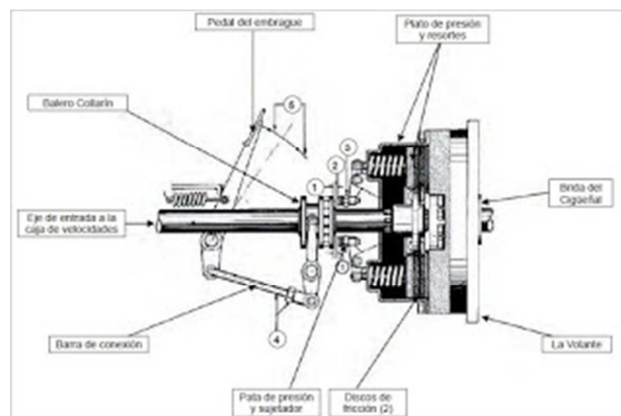


Figura 4. Embrague de plato de fricción (fuente: Ortiz, 2009).

Precauciones: Los problemas del embrague se pueden evitar observando los cambios en la sensación del pedal y escuchando si éste se mueve:

- Lo chirridos o saltos a baja velocidad pueden significar falta de grasas o de aceite, o suciedad en el embrague.
- Los cambios duros se asocian con embragues desajustados.
- El chirrido al apretar el pedal puede significar que la balinera está seca, que le falta lubricación o que es necesario reemplazar la balinera.
- El cascabeleo a baja velocidad puede indicar que las piezas están desgastadas y requieren cambio.
- El agarre o los saltos cuando se suelta el pedal también indican problemas del embrague.

“El mantenimiento fundamental del embrague es la lubricación periódica del rodamiento y el ajuste del recorrido libre del pedal. Un buen operador mira, escucha, palpa y huele para observar si existe algún problema y corrige antes de que se conviertan en un daño grave.”

Caja de velocidades.

La potencia del motor se transfiere mediante el embrague a la caja de velocidades (Figura 5). Ésta tiene la función de regular la velocidad de avance para garantizar la calidad de las labores y obtener la fuerza de tiro necesaria de acuerdo con los requerimientos del equipo agrícola que se esté operando.

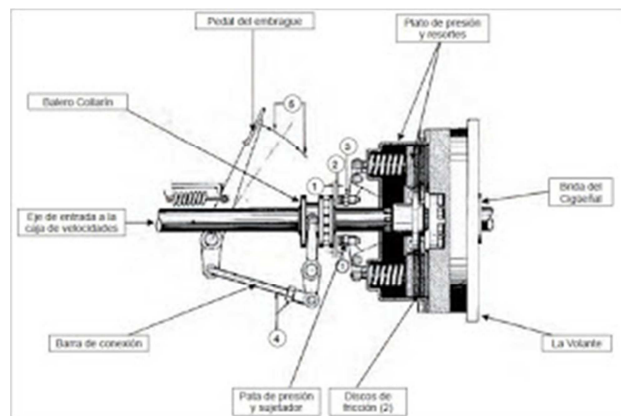


Figura 5. Caja de velocidades (fuente: Ortiz, 2009).

Es importante tener en cuenta que a mayor velocidad, menor fuerza de tiro, y a menor velocidad, mayor fuerza de tiro. Este concepto es muy importante, ya que algunas labores de labranza son de mayor requerimiento de fuerza de tiro, y por tanto, se trabaja a velocidades más bajas que las empleadas para las labores culturales (como la aplicación de plaguicidas o el control mecánico de malezas), que requieren menos fuerza de tiro.

Transmisión.

Transmite el movimiento de la caja de velocidades a las ruedas motrices. Este movimiento es transmitido por un eje de salida –donde viene seleccionada la velocidad requerida– al grupo diferencial, y éste permite a las ruedas girar a distintas velocidades en las curvas. El movimiento que sale del diferencial pasa a los reductores laterales, que son muy útiles para el aprovechamiento eficiente de la potencia del motor a las ruedas motrices. El tipo de reductor más utilizado en los tractores es el de reducción por piñón a la salida del mando final.

Frenos. Su función es bajar la velocidad de desplazamiento del tractor; también sirven para hacer curvas de un diámetro muy pequeño, apoyándose el giro sobre la rueda interna, que queda inmovilizada.

Los frenos pueden ser mecánicos o –en los tractores más modernos– hidráulicos. Los tipos de frenos más comunes son los de cinta, de tambor y de discos.

El freno de tambor es aquel en el que las bandas (zapatas) actúan sobre la superficie interior del tambor (campana); el de cinta funciona accionando una cinta que se encuentra alrededor del tambor; y el de disco es usado en la mayoría de los tractores sobre el eje de las ruedas.

Ruedas.

Están compuestas por el rin y la llanta. Ésta puede tener diferentes configuraciones de acuerdo con las labores de campo que se tengan previstas. Las ruedas motrices reciben la energía del motor a través de los mecanismos de transmisión, y por adherencia al terreno, empujan el tractor; las delanteras dirigen la marcha por medio del sistema de dirección que es manipulado por el operador.

El cambio de las llantas se debe realizar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante: para esto es muy importante consultar los manuales de operación y

mantenimiento del tractor..

Sistema eléctrico.

El sistema eléctrico de un tractor agrícola comprende un sistema de carga, en el cual un generador (alternador) aprovecha el movimiento de una polea del motor para producir corriente eléctrica y almacenarla en un acumulador de energía (batería), y éste, a la vez, abastece de energía a los diferentes circuitos que componen el tractor: al sistema de ignición, que se encarga de mover el motor de arranque para dar inicio al encendido del motor, a las luces, la bocina, las válvulas electrohidráulicos, y a los sensores de temperaturas y de presión de aceite de motor e hidráulico.

La electricidad es usada por las luces e instrumentos de control del tractor: fluye desde la batería a través de los cables hacia las luces e instrumentos. Estos instrumentos alertan sobre situaciones como la pérdida de presión del aceite del motor, el recalentamiento, los problemas de carga del sistema eléctrico, los elementos de alerta o los niveles del combustible.

Para identificar tales instrumentos es importante montarse en el puesto de mando del operador y ubicarlos en el tablero de control (Figura 6):

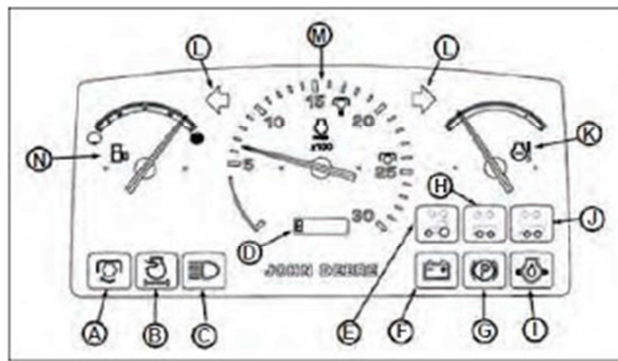


Figura 6. Tablero de operación del tractor Jhon Deere.

- Horómetro (D)
- Tacómetro (M)
- Medidor de combustible (N)
- Medidor de temperatura (K)
- Medidor de carga de la batería (F)
- Medidor de presión del aceite (I)
- Indicador de luces (C)
- Indicador de trabajo de la toma de fuerza (A)
- Indicador de obstrucción del filtro de aire (B)
- Indicador del freno de emergencia (G)
- Indicador de direccionales (E, L)
- Indicador de remolque (J)
- Luz para remolque (H)

Razones por las que falla la batería:

- (1) Por sobrecarga, al evaporarse el líquido electrolito e impedir la acumulación de corriente.
- (2) Por carga insuficiente, al debilitarse la potencia de la batería, debido a alguna de las siguientes causas:

- Correa del alternador suelta
- Regulador de voltaje defectuoso
- Conexiones sueltas
- Líquido bajo en la batería
- Corrosión en los bornes
- Grietas en la caja de la batería
- Tiempo insuficiente para generar corriente (carga)

Cuidados con la batería:

1. Desconectar siempre el cable a tierra de la batería, el que va al bastidor, antes de trabajar con cualquier parte del sistema eléctrico. Esto evitará un corto-circuito o el arranque inesperado del motor.
2. Desconectar primero el cable a tierra, cuando retire la batería de la máquina, y conectar el cable a tierra al final, cuando la coloque nuevamente.
3. Desconectar los cables de la batería antes de recargarla, de modo que no dañe el alternador.
4. Jamás colocar un destornillador a través de los bornes de la batería para comprobar si hay chispa. Esto no le indicará cuán buena es la chispa y sí podría hacer explotar el gas de la batería.
5. Asegurar que los cables de la batería están conectados a los bornes correctos. El alternador se dañará si conecta la tira a tierra y, el cable eléctrico, a los bornes incorrectos.

Sistema hidráulico.

Su función es usar la energía mecánica en diferentes lugares y puntos del tractor, sin necesidad de acudir a transmisiones mecánicas. Esta energía se transmite por medio de un fluido a alta presión. Con el sistema hidráulico se pueden levantar y bajar implementos con el enganche en tres puntos, controlar la profundidad de una labor por medio de toma hidráulica, accionar botellas hidráulicas de implementos agrícolas, controlar frenos y dirección.

El sistema hidráulico está compuesto por un depósito de aceite, unos filtros, una bomba, válvulas, distribuidores y botellas hidráulicas (Figura 7).

Fuentes de potencia del tractor

Es necesario situarse en la parte posterior del tractor, con el objeto de reconocer y ubicar sus fuentes de potencia (Figura 8). Los elementos que las conforman son los siguientes:

1. Enganche en tres puntos
 - Brazos laterales (2 y 5)
 - Brazos inferiores (4)
 - Tensores (3)
 - Tercer punto o punto central (1)
2. Eje de la toma de fuerza (7)
3. Barra de tiro (6)

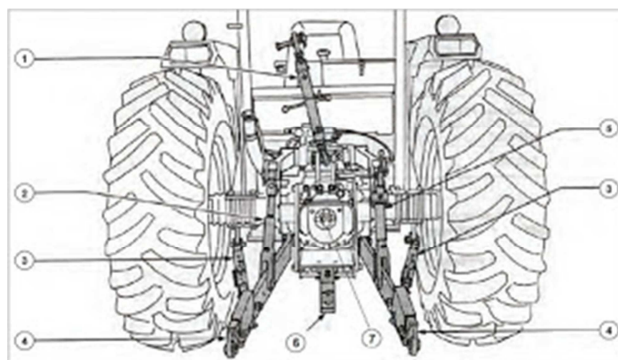


Figura 8. Fuentes de potencia del tractor (fuente: Kubota M9000).

Toma de fuerza (TDF).

Es un eje cuya función es imprimir rotación a algunos implementos agrícolas (fumigadoras, cortamalezas, abonadoras, etc.) utilizadas en las labores de campo. Hay tres tipos de ejes, cuyas dimensiones son universales: estándar (de 6 estrías y 3,5 centímetros de diámetro, que gira a 540 revoluciones por minuto –rpm–, a la velocidad nominal del motor); de trabajo pesado (de 21 estrías, con 3,5 centímetros de diámetro, que gira a 1.000 rpm); y especial (de 20 estrías, con 4,5 centímetros de diámetro, que gira a 1.000 rpm del motor). Hay que recordar que algunos tractores poseen ejes de toma que giran dependientes de la caja de velocidades y tienen rangos de trabajo (giros) diferentes. Las tomas de fuerza pueden ser hidráulicas o mecánicas. Los tractores modernos vienen contruidos con tomas fuerza hidráulicas.

Para acoplar los equipos a la toma de fuerza, es necesario que el tractor se encuentre apagado y la toma desconectada. Así se evitan accidentes. El primer paso para acoplar consiste en alinear el tractor y el equipo a acoplar; luego de su enganche al tractor, se toma el cardan del equipo y se conecta con el eje. Es preciso asegurarse de que quede bien acoplado: el cardan tiene un pasador que entra en la ranura del eje y no permite que –con el giro del eje– se suelte. Se recomienda al operario que siempre ponga el protector del eje en el tractor, lo cual lo favorece en caso de desconectarse el cardan. Nunca se debe intente acoplar equipos a la toma, con el motor en funcionamiento, aun cuando la toma esté desconectada.

Enganche de tres puntos.

Este acople lo utilizan para los implementos que requieren este tipo de enganche: algunos cinceles, rastrillos pulidores, voleadoras, etc. En relación con sus dimensiones, este tipo de enganches se ha normalizado, de acuerdo con la potencia del tractor, por categorías:

Categoría I: 20-45hp

Categoría II: 45-100 hp

Categoría III: Más de 100 hp

Los implementos de Categoría I pueden montarse en uno de Categoría II, y éste, a su vez, al de Categoría III.

Procedimiento de enganche:

(1) En reverso, colocar el tractor cerca del implemento que va a enganchar y procurar que quede centrado para facilitar el enganche.

(2) Subir o bajar los brazos con el control hasta la altura necesaria para conectar el implemento.

(3) En los tres puntos se encontrará uno fijo y dos que tienen sistemas de graduación: una caja niveladora vertical y una extensión de tornillo en el punto central; enganchar siempre

de primero el brazo fijo y después aquel que se le facilite, y dejar de último el que presente alguna limitación.

(4) En algunos casos se necesitará levantar el implemento para facilitar la operación o mover el tractor. En los tractores que tienen velocidad de caída ajustable, bajar lentamente el implemento para reducir impactos y evitarle golpes.

Nivelación del implemento: La estructura de enganche en tres puntos es un triángulo, una figura estable poco deformable que facilita el trabajo del equipo. Para nivelar el implemento es necesario hacerlo en dos sentidos: en el sentido longitudinal se realiza con el tercer punto, acortándolo o alargándolo, hasta lograr una penetración uniforme del equipo (profundidad de trabajo). En el sentido transversal, cuando se busca un ancho uniforme de trabajo e igual profundidad de la labor, se nivela utilizando la caja niveladora del brazo lateral derecho (al pararse por detrás del tractor), subiendo o bajando el brazo hasta observar que el equipo se ve nivelado. Inmediatamente, se realiza la graduación. Es recomendable ensayar el equipo en campo y observar la nivelación y profundidad de trabajo del equipo.

Para desenganchar los implementos:

1. Transportar el equipo al sitio de almacenamiento y colocar el tractor en posición de parqueo.
2. Colocar el apoyo o pata del implemento sobre su estructura.
3. Bajar lentamente el equipo hasta que quede apoyado en el suelo.
4. Desenganchar el punto central modificando su longitud.
5. Desenganchar el brazo de la caja de niveladora, utilizándola si se requiere.
6. Desenganchar el brazo izquierdo.
7. Retirar el tractor y subir los brazos del levante.
8. Guardar los pasadores de enganche y el tercer punto en el sitio correspondiente.

Barra de tiro.

Es el sistema de enganche del tractor para halar remolques, rastras y todos los equipos agrícolas de arrastre. Esta barra tiene un movimiento oscilante para permitir el alineamiento entre el centro de fuerza del implemento con el eje del tractor. Para la mayoría de implementos de labranza, la barra de tiro se usa en posición libre; en cambio, para los remolques se debe fijar con la barra guía en posición central.

Para enganchar a la barra de tiro de marcha en reverso, colocar el tractor centrado con la barra de tiro y acercarse lentamente, hasta lograr que el orificio del tiro del implemento coincida con el orificio del tiro del tractor; colocar el pasador de enganche, pinándolo, para evitar que se salte o caiga en la operación del conjunto “tractor – implemento”.

Figura 7. Partes del sistema hidráulico (fuente: INTA, 2003).

La bomba succiona el aceite ya filtrado y lo manda a los distribuidores y a las válvulas; éstas, a su vez, regulan la dirección y la presión, y envían el aceite a las botellas hidráulicas, para que realicen el trabajo (levantar, bajar, etc.). Terminado el trabajo el aceite vuelve al depósito.

Manejo del Tractor

Poner en marcha el motor

1. Sentarse cómodamente en el puesto del operador y ponerse el cinturón de seguridad antes de iniciar cualquier operación.
2. Colocar el acelerador a un tercio de su recorrido. Recordar que el tractor tiene acelerador de mano y de pie. Utilizar el acelerador manual.
3. Colocar la caja de velocidades en posición neutral y pisar el embrague, pues los tractores tienen un dispositivo de seguridad que bloquea el paso de corriente y que se acciona al pisar el embrague.
4. Colocar la llave en el interruptor de encendido, y accionarla a la posición de arranque, para permitir el paso de la corriente; soltar la llave cuando sienta el motor en funcionamiento, y ella regresa a su posición normal.
5. Dejar el motor funcionando en vacío, para que alcance la temperatura normal de funcionamiento, operación que tomará unos tres minutos.

Poner en marcha el tractor

1. Antes de arrancar el tractor, es necesario bloquear los dos pedales de los frenos, para evitar contratiempos al frenar que puedan ocasionar accidentes.
2. Desembragar y seleccionar la velocidad de marcha, de acuerdo con el tipo de trabajo por realizar y el implemento que tiene enganchado.
3. Soltar el freno de estacionamiento para arrancar el tractor, acelerar el motor con suavidad y simultáneamente retirar el pie del embrague: al terminar el recorrido sobre el pedal, el tractor avanzará libremente.
4. Acelerar de acuerdo con la necesidad de respuesta del motor, utilizando preferiblemente el acelerador manual. Conducir el tractor tomando el timón (volante) con seguridad, mantener los pies sobre la plataforma del tractor y nunca apoyarlos sobre los pedales, pues ocasiona fricción y desgaste de componentes como el embrague o los frenos (SENA, 1999).

Parar el tractor

1. Desacelerar.
2. Desembragar y frenar simultáneamente.
3. Colocar en posición neutral la caja de velocidades y la caja auxiliar.
4. Activar el freno de estacionamiento.
5. Dejar funcionar el motor a baja revolución durante dos minutos, para bajar la temperatura gradualmente antes de apagarlo.
6. Apagar el motor y retirar la llave de encendido del interruptor.
7. Colocar la caja de velocidades en un cambio bajo.
8. Activar el freno de estacionamiento.
9. Revisar el tractor para detectar posibles averías.

Prueba de conducción

1. Arrancar el motor, seleccionar la velocidad y poner en marcha el tractor.
2. Realizar el manejo a velocidades bajas, 1, 2, 3, y en reversa, con baja rotación, sin exceder las 1.500 rpm.
3. Hacer giros sucesivos a derecha e izquierda.
4. Detener la marcha del tractor y apagar el motor.

Con la anterior prueba, se consigue habilidad en el manejo de pedales de embrague,

frenos, acelerador de pie y manual, manejo de la dirección e igualmente la caja de velocidades (SENA, 1999).

Normas de Seguridad

1. Evitar poner en funcionamiento el motor en recintos cerrados: los gases de escape son altamente tóxicos.
2. No dejar la llave de encendido puesta en el interruptor de arranque: puede causar un accidente.
3. No permitir el transporte personas encima de los guardabarros o de los implementos: puede causar un accidente e inclusive la muerte.
4. Verificar constantemente el estado de las llantas: llantas en mal estado pueden ocasionar un accidente.
5. Observar constantemente los indicadores y testigos del tablero: ellos reportarán cualquier falla o el normal funcionamiento del equipo.
6. Acceder siempre al tractor por los estribos, normalmente por la izquierda: al acceder por otro sitio se puede resbalar y golpear.
7. Utilizar el cinturón de seguridad.
8. Verificar que el tractor posea el roops o barra antivuelco, como norma de seguridad.
9. No abastecer de combustible con el motor en funcionamiento: puede provocar un incendio.
10. Utilizar ropa adecuada para operar el tractor; los zapatos con sistema de protección con punteras son ideales como elemento de protección.
11. El tractor debe estar equipado con sistemas 11. de protección contra la lluvia y el sol (capacete o cabina).

Herramientas utilizadas para el mantenimiento de máquinas y equipos

Las herramientas manuales son utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual que requieren para su accionamiento la fuerza motriz humana; su utilización en una infinidad de actividades laborales les confiere gran importancia.

Los principales riesgos asociados a la utilización de las herramientas manuales son los siguientes:

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.
- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.

A nivel general, son seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano, a saber:

- Seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar.

- Mantener las herramientas en buen estado.
- Usar correctamente las herramientas.
- Evitar entornos que dificulten su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignar las herramientas de manera personalizada, siempre que sea posible.

El servicio de mantenimiento general de la empresa deberá reparar o poner a punto las herramientas manuales, desechando las que no se puedan reparar. Para ello, deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La reparación, afilado, templado o cualquier otra operación debe ser realizada por personal especializado, que evite en todo caso las reparaciones provisionales.
- Para el tratado y afilado de las herramientas es necesario seguir las instrucciones del fabricante.

Para la movilización de las herramientas, tomar las siguientes medidas (Universidad de Atacama):

1. Transportarlas en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.
2. Evitar llevarlas (sobre todo, las punzantes y cortantes) en los bolsillos.
3. Las manos del operario deben estar libres, sobre todo, cuando se tenga que subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso.

Llaves de boca fija y ajustable

Son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos que posean cabezas que correspondan a las bocas de la herramienta (Figura 9). Están diseñadas para sujetar las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas. Tienen formas diversas pero constan como mínimo de una o dos cabezas, una o dos bocas y un mango o brazo (Universidad de Atacama).

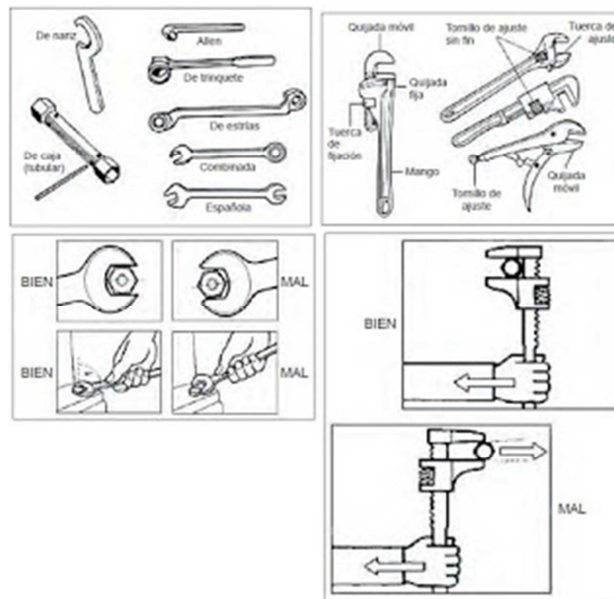


Figura 9. Formas de llaves y sus usos. (Fuente Universidad de Atacama)

Procedimientos de utilización:

1. Efectuar la torsión girando hacia el operario, nunca empujando.
2. Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca a apretar o desapretar.
3. Utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y que forme ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta. No debe sobrecargarse la capacidad de una llave, utilizando una prolongación del tubo sobre el mango o golpear éste con un martillo.
4. Es más seguro utilizar una llave pesada o de estrías.
5. Utilizar llaves de tubo de gran resistencia para tuercas o pernos difíciles de aflojar.
6. La llave de boca variable debe abrazar totalmente la tuerca en su interior y girarse en la dirección que suponga que la fuerza soporta la quijada fija: tirar siempre de la llave evitando empujar sobre ella.
7. Utilizar con preferencia la llave de boca fija en vez de la de boca ajustable.
8. No utilizar las llaves para golpear (figuras 10) (Universidad de Atacama).

Medidas de prevención:

1. Deslizar correctamente la cremallera y tornillo de ajuste.
2. Mantener el dentado de las quijadas en buen estado.

3. Evitar que se desbasten las bocas de las llaves fijas, pues se destemplan o pierden paralelismo las caras interiores.
4. Reponer las llaves deterioradas, y no repararlas.
5. Evitar la exposición a calor excesivo.



Figura 10. Manejo inadecuado de las llaves (Fuente Universidad de Atacama)

Martillos y mazos

El martillo es una herramienta de mano, diseñada para golpear; básicamente consta de una cabeza pesada y de un mango que sirve para dirigir el movimiento de aquélla. La parte superior de la cabeza se llama boca, y puede tener formas diferentes. La parte inferior se llama cara, y sirve para dar el golpe (Figura 11).

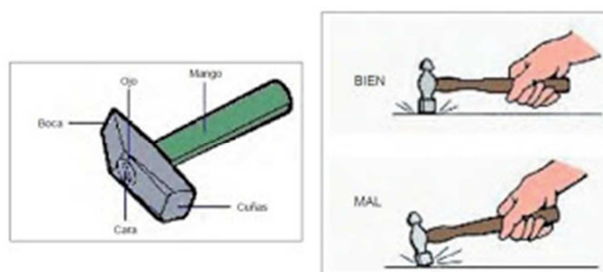


Figura 11. Componentes del martillo y su manejo (Fuente Universidad de Atacama)

Utilización:

1. Asegurar que el mango del martillo esté perfectamente unido a la cabeza, antes de usarlo. Un sistema es la utilización de cuñas anulares.
2. Seleccionar un martillo de tamaño y dureza adecuados para cada superficie que se vaya a golpear.
3. Observar que la pieza que se va a golpear se apoya sobre una base sólida, no endurecida, para evitar rebotes.
4. Procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo (Figura 11).

Medidas de prevención:

1. Evitar la utilización de un martillo con el mango deteriorado o reforzado con cuerdas o alambres.
2. Evitar la utilización de martillos con la cabeza floja o la cuña suelta.
3. Evitar la utilización de un martillo para golpear otro, para dar vueltas a herramientas o como palanca.
4. Utilizar protecciones personales.
5. Utilizar lentes de seguridad o monogafas.

Tipos de acoples

Los tornillos, los remaches y las soldaduras son los tipos de acoples más comunes en las herramientas utilizadas en el cultivo de la palma de aceite.

Remache. Es un elemento de fijación que se utiliza para unir dos piezas; consiste en un tubo cilíndrico que dispone de una cabeza de mayor diámetro para que quede ajustado al introducirse en un agujero. Los remaches más utilizados son el POP y los macizos fabricados en aluminio.

El remache no es reutilizable; el procedimiento para su instalación es el siguiente:

1. Hacer el hueco con un taladro, del mismo diámetro del remache.
2. Introducir el remache en el hueco, con una herramienta llamada remachadora, sujetando el remache a presión. De esta forma se unen las piezas.

Tornillo. Es un elemento utilizado para unir piezas, conformado por una cabeza y una caña roscada, que —mediante la fuerza de torsión ejercida por una llave— se introduce en un agujero roscado de su medida. Los tornillos más comunes son los de cabeza hexagonal, los ALLEN, los de cabeza ranurada, los pernos y los de mariposa y ojal

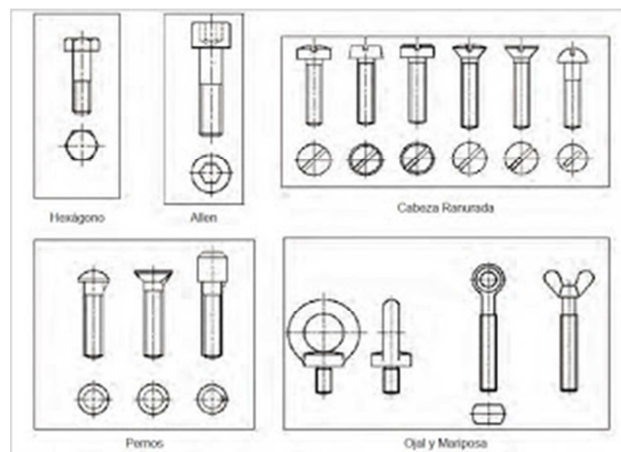


Figura 12. Tipos de tornillos de acuerdo con su cabeza (fuente: JOSE Ltda., 2009).

Los tornillos se fabrican de diferentes diámetros. Por lo general, se utiliza el sistema métrico –que expresa el diámetro en milímetros (mm)– o en el sistema inglés, que lo expresa en pulgadas (").

En relación con las roscas, se consiguen izquierdas o derechas, y el material con que se fabrican es generalmente el acero; éste se clasifica en grados, y los de grado mayor son los más acerados.

Los tornillos utilizados para la madera por lo general son de latón o de hierro.

Las llaves de boca fija y ajustable son las herramientas que se utilizan para tornillos hexágonos; para los otros tipos de cabeza se utilizan los destornilladores y llaves tipo ALLEN.

MÁQUINAS ACOPLADAS AL TRACTOR PARA LABOREO DE SUELOS

Cinceles rígidos

Este tipo de equipos de labranza se utiliza para romper capas endurecidas sin invertir el perfil del suelo; es apropiado para esponjar, creando un ambiente adecuado para el crecimiento de las raíces del cultivo.

El cincel rígido se debe trabajar en condiciones de humedad óptima porque, si el suelo está muy húmedo, no produce el estallamiento requerido, y en condiciones secas se elevan los requerimientos de potencia y se generan altos consumos de combustible, sin que se logre descompactar el suelo.

Según su construcción, el cincel rígido puede trabajar a profundidades que oscilan entre los 25 y los 40 centímetros y se puede operar a velocidades entre 4 y 7 kilómetros por hora (km/h).

El cincel rígido está compuesto de las siguientes partes (Figura 13):

- Enganche que puede ser de tiro o integral
- Barra portaherramientas donde van acopla dos los brazos

- Brazos
- Puntas o cinceles
- Alerón cortador (opcional)



Figura 13. Partes del cinkel rígido INAMEC (fuente: INAMEC).

En el mercado existen diferentes tipos de cinceles rígidos y su clasificación depende de la forma del brazo y de la punta.

Cinkel rígido tipo parabólico. El término parabólico está relacionado con la curvatura del brazo. Esta geometría ha desplazado otro tipo Cortador de cinceles (los de brazo recto), debido a que los requerimientos de potencia se reducen hasta en 25%, principalmente porque la punta produce el estallamiento y el brazo encuentra el suelo roturado, sin producir fuerzas adicionales que elevarían los requerimientos de potencia.

La forma de roturación depende del ancho de la punta. Éste es importante para establecer la distancia entre brazos: en términos generales, entre más ancha sea la punta, mayor es el área roturada. La Figura 14 muestra que la punta con alerón cortador produce un estallamiento del suelo mayor que la punta sin este aditamento.

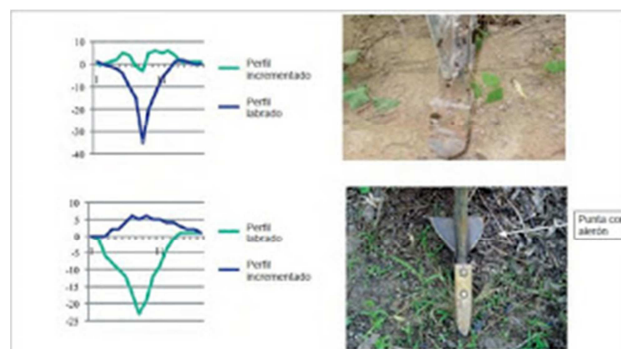


Figura 14. Patrón de rompimiento de dos tipos de puntas (fuente: autor).

“El mantenimiento del cinkel rígido requiere de ajuste permanente de la tornillería y pintura general con anticorrosivo cuando termina la época de preparación de terrenos; también del cambio de las puntas o cinceles cuando ellos estén desgastados.”

Para el enganche y nivelación del implemento, se debe seguir el procedimiento documentado en las fuentes de potencia del tractor (enganche en tres puntos).

Rastras de discos

Están compuestos por un conjunto de discos cóncavos montados sobre cuatro ejes que giran libremente, soportados por rodamientos o cojinetes de fricción, que van inclinados en relación con la dirección de avance y que giran solidariamente sobre su propio eje (Cañavate, 1979).

Las rastras de discos se utilizan principalmente para incorporar y triturar residuos vegetales y para incorporar enmiendas, como cales y rocas fosfóricas, para la corrección química de los suelos.

Los discos tienen la forma de un casquete esférico y suelen ser de borde liso o dentados; estos últimos tienen mayor capacidad de penetración que los lisos.

Las rastras de discos están compuestas, según Laguna Blanca (1999), de las siguientes partes (Figura 15):

- Bastidor: sujeta las secciones de los discos y forma un cierto ángulo en relación con la dirección de avance, que puede graduarse por medio de un mecanismo de corredera.
- Discos: son los elementos de trabajo de la rastra y están sujetos a un eje; están espaciados entre sí por medio de un separador.
- Desbarradores: son los accesorios encargados de mantener los discos limpios de suelo, para que giren libremente sin dificultad.
- Ruedas: soportan el peso de la rastra, en especial, durante su transporte; se pueden manejar por medio de una botella hidráulica o de un mecanismo manual.
- Corredera: gradúa el ángulo de corte de los discos (traba); consta de dos piezas que mueven a voluntad el bastidor.
- Enganche: puede ser de tiro o integral.
- Tornillos de nivelación: nivelan el implemento para garantizar que los discos trabajen a la misma profundidad.



Figura 15. Partes de la rastra de discos (foto del autor).
De acuerdo con el peso que soporta cada disco, las rastras se clasifican así:

- Pesadas: más de 60 kilogramos por disco
- Semipesado: entre 50 y 60 kilogramos por disco
- Livianas: menos de 60 kilogramos por disco

Las rastras pesadas se usan para romper e invertir el suelo como labor primaria, y las livianas para disminuir el tamaño del terrón. Éstas últimas son muy importantes para la siembra de la cobertura vegetal en el caso del cultivo de la palma de aceite.

Por lo general, las rastras pesadas utilizan discos con diámetros mayores a 24 pulgadas, y las livianas, con diámetros menores a 24 pulgadas. Las rastras que utilizan discos mayores a 28 pulgadas se denominan de tipo Rome.

De acuerdo con la disposición de los discos, estos se clasifican así:

- Simples: cuando los discos componen un cuerpo.
- Doble acción: cuando los discos componen cuatro secciones y están dispuestos en forma de “X” (Figura 16 izquierda).
- Excéntrica: cuando los discos componen dos secciones y están dispuestos en forma de “V” (Figura 16 derecha).



Figura 16. Clasificación de acuerdo con la disposición de los discos (fotos del autor). La profundidad de trabajo de la rastra está ligada al ángulo de corte, a la velocidad de operación, al peso de la rastra y a la concavidad de los discos. Entre mayor sea el ángulo de corte de los discos, mayor será la capacidad que tienen de penetrar el suelo; a menor velocidad de operación, mayor será su capacidad de penetración; y entre más pesados, trabajan a una profundidad mayor que los livianos. Sin embargo, la máxima capacidad de penetración de un disco es un tercio de su diámetro.

Nivelación: Las rastras de conjuntos descentrados tienen la tendencia de trabajar con mayor profundidad en el cuerpo delantero. Se debe utilizar el conjunto de nivelación para lograr que ambos cuerpos trabajen a igual profundidad. En todo caso, la nivelación de la rastra es siempre en sentido longitudinal. Para regular la profundidad límite de trabajo, se está subiendo o bajando el eje de transporte, que regulará dicha profundidad.

“Las regulaciones de las rastras en campo se resumen en la graduación del ángulo de corte de los discos, la nivelación del implemento y la velocidad de operación. El cuidado y mantenimiento del equipo reside en el engrase de los rodamientos o cojinetes de fricción, la pintura general de las partes en su periodo de inactividad y el cambio de tornillería. Los discos se deben reemplazar cuando hayan tenido un desgaste de dos pulgadas en relación con su diámetro nominal.”

Angulo de corte (traba):

El ángulo entre los cuerpos de los discos y el marco principal se puede cambiar, utilizando los orificios del marco con el sistema de transporte de levante y el implemento para ajustar la traba cerrando el ángulo que forman los dos cuerpos del rastra, para mejorar la penetración (suelos duros), o abrir el ángulo para suelos livianos; es necesario tener en cuenta que al “trabar el implemento” se aumenta ligeramente el requerimiento de potencia para operarlo. No se puede utilizar mayor ángulo del necesario, si se desea hacer un

buen trabajo y economizar potencia. Hay que recordar también distribuir uniformemente los dos cuerpos sobre el marco, para lograr el trabajo eficiente del implemento. El primer paso es ajustar la rastra en su nivelación horizontal, operando el conjunto de nivelación situado en la parte frontal del implemento; deben tensionarse los resortes del sistema de nivelación, en el sentido de las agujas del reloj (para bajarla de atrás), o en el sentido contrario (para bajarla de adelante), y lograr así que ambos cuerpos trabajen a igual profundidad.

Arado de disco

Este implemento es utilizado para la construcción de bancales (elevaciones del terreno para aislar la planta de la zona saturada de agua), especialmente en terrenos con problemas de drenaje. Este tipo de prácticas ha dado buenos resultados en algunas plantaciones del país, principalmente porque las raíces encuentran condiciones de buena aireación y se genera un ambiente adecuado para el desarrollo del cultivo.

El arado de discos es un implemento cuya función es cortar e incorporar los residuos vegetales con inversión del suelo por acción del movimiento y la concavidad de los discos.



Figura 17. Arado de discos (foto del autor).

Este implemento está compuesto de las siguientes partes:

- Bastidor, en el cual se fijan todos los elementos del arado de discos.
- Enganche: su función es unir el arado con el tractor.
- Brazo: es el encargado de sujetar el extremo inferior del disco con el bastidor.
- Portadisco: es un plato con un eje central que une al disco con un rodamiento (la función de los rodamientos es hacer girar el disco libremente).
- Disco: es el elemento de trabajo encargado de realizar el corte y la inversión del suelo; tiene una forma cóncava y su borde exterior corta el terreno.
- Rallador o desbarrador: mantiene la cara interior limpia y ayuda al voltear el suelo.
- Rueda guía: se ubica en la parte trasera del arado y su función es mantener alineado el arado con el eje del tractor, para absorber esfuerzos laterales que se producen por el empuje que efectúa el suelo al implemento.

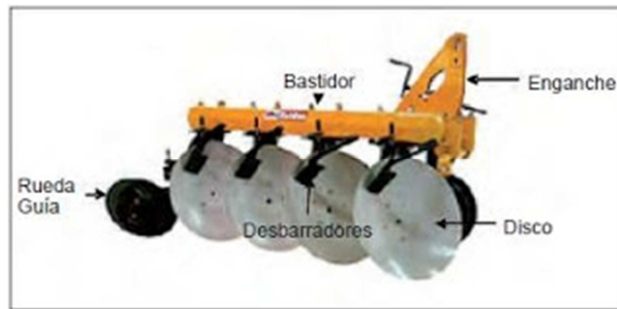


Figura 18. Partes del arado de discos BALDAN de cuatro discos (fuente: AGRICONS S.A., 2011).

Las regulaciones están dirigidas a graduar la profundidad de corte, el ancho de trabajo, el ángulo de corte del disco, la posición de la rueda guía, para que quede alineada con el eje del tractor, y la posición de los ralladores, que debe quedar distante entre 4 a 5 milímetros del disco (Laguna Blanca, 1999).

El arado de discos se puede operar a velocidades que oscilan entre 4 y 8 km/h. En el mercado se encuentran de dos, tres, cuatro o más discos. En el caso del cultivo de la palma, para la construcción de bancales, se utilizan arados 2 y 3 discos, con diámetros entre 26 y 28 pulgadas.

“El mantenimiento y conservación de este implemento se centra en el engrase general diario de los rodamientos y puntos de engrase, el ajuste de los rodamientos del portadiscos y la pintura general con anticorrosivo, por lo menos, una vez al año. Cuando los discos dejan de usarse, se deben cubrir con grasa, para preservarlos de la oxidación.” Para la construcción de bancales, se deben realizar entre 4 y 6 pases del implemento, para que cada uno quede con un ancho mínimo de entre 3,5 y 4 metros y una altura de 40 centímetros. La Figura 19 presenta la forma como se construye un bancel.

Para el enganche y nivelación del implemento, se debe seguir el procedimiento documentado en las fuentes de potencia del tractor (enganche en tres puntos).



Figura 19. Construcción de un bancel (foto de Oscar Obando).

Barrenador

Como indica su nombre, el ahoyador mecánico es una máquina cuya función es abrir huecos de diferentes diámetros y profundidades. Para el caso de la palma de aceite, se requieren hoyos de 35 a 40 centímetros de diámetro y 40 centímetros de profundidad.

El ahoyador mecánico está compuesto de los siguientes elementos:

- Enganche: por lo general se los construye para • enganche integral o de tres puntos.
- Barreno: es el elemento de trabajo del BARRENADOR; está constituido por una platina ancha enrollada en forma de espiral sobre un eje central; en la parte baja lleva dos cuchillas que se encargan de perforar el hoyo.
- Transmisión: se encarga de transmitir el • movimiento al barreno por medio de un par cónico.



Figura 20. Partes del ahoyador mecánico (foto de Pedro Nel Franco).

Para utilizar el ahoyador se requiere realizar el estaquillado de la palma con antelación, para señalar el centro del hoyo; luego se procede a enganchar el implemento al tractor, siguiendo el procedimiento para los implementos de enganche integral, y después, a conectar el cardan a la TDF del tractor. Según el tipo de terreno, se puede hacer el hoyo de un sola vez o sacando el barreno de vez en cuando, para limpiarle la tierra (Laguna Blanca, 1999).

“El cuidado y mantenimiento del implemento se concentra en el engrase general de las crucetas de la transmisión, en vigilar el nivel de aceite de la transmisión y en revisar el estado de las cuchillas, afilándolas cuando se encuentren romas.”

MÁQUINAS ACOPLADAS AL TRACTOR PARA OTRAS LABORES

Abonadoras

Abonadoras horizontales o de tipo estándar

Está equipada de una tolva colocada a lo largo de la máquina. El ancho de distribución o

de trabajo es igual al ancho de la tolva, que distribuye el fertilizante en bandas sobre la superficie del suelo, para luego ser incorporada al mismo mediante rastras de discos o arados.

La abonadora tipo estándar está compuesta de las siguientes partes (Berlijn et ál., 1982a):

- Tolva: almacena el fertilizante y al mismo tiempo es el chasis de la máquina.
- Fondo de tolva: está compuesto por aberturas, que ajustan la salida de los fertilizantes por medio de compuertas.
- Ajuste de dosificación de fertilizantes: es un mecanismo que mueve transversalmente las compuertas y gradúa el tamaño de las aberturas del fondo de la tolva; de esta forma se dosifica la salida del fertilizante.
- Eje de alimentación: está compuesto por agitadores y alimentadores, que sirven para romper fertilizantes aglutinados y reciben el movimiento directamente de las ruedas.
- Agitadores: mueven el fertilizante hacia los alimentadores.
- Alimentadores: están ubicados sobre las aberturas y empujan el fertilizante hacia ellas.

Calibración. Para calibrar la abonadora se debe conocer la cantidad de fertilizante por hectárea, el diámetro de las ruedas y el ancho de la tolva. Con esta información, se calcula la cantidad de fertilizante para una distancia equivalente a diez vueltas de la rueda motriz y se gradúa el tamaño de la abertura para aplicar la cantidad de fertilizante requerida. El cálculo se realiza como se describe a continuación.



Figura 24. Calibración abonadora horizontal (foto del autor).

Ejemplo: Calibración para aplicación de 1.000 kilogramos de fertilizante por hectárea (kg/ha):

Información de entrada:

Cantidad de fertilizante (kg/ha)1.000

Diámetro de la rueda (m)0,6
Ancho de la tolva(m)3,5

Cálculo:

- Área recorrida en 10 vueltas (m²) = Número de vueltas X perímetro de la rueda X ancho de la tolva
- Perímetro de la rueda (m) = 3,1416 X Diámetro de la rueda
- Perímetro de la rueda (m) = 3,1416 X 0,6 = 1,88
- Área recorrida en 10 vueltas (m²) = 10 X 1,88 X 3,5 = 36,88
- Cantidad de fertilizante (kg/m²) = Cantidad de fertilizante (kg/ha) /10.000
- Cantidad de fertilizante (kg/m²) = 1.000 /10.000 = 0,1
- Cantidad de fertilizante en vueltas = Cantidad de fertilizante (kg/m²) X Área recorrida en 10 vueltas
- Cantidad de fertilizante en 10 vueltas (kg) = 0,1 X 36,88 = 3,7

Con este resultado, se bloquea la máquina, para que las ruedas giren libremente, se coloca una lona debajo de la abonadora, se le da diez vueltas a las ruedas, se recoge el fertilizante con la lona y se pesa, hasta que la abertura quede graduada y entregue los 3,7 kilogramos. Es entonces cuando la máquina está calibrada para entregar 1.000 kilogramos de fertilizante por hectárea.

Abonadoras centrífugas

La distribución del fertilizante se efectúa por medio de la fuerza centrífuga de uno o dos discos rotativos que lo esparcen sobre la superficie del suelo. Dependiendo del diseño del mecanismo de distribución, la aplicación del fertilizante tiene un patrón diferente. Por lo general, en las abonadoras de doble disco, la distribución es de forma triangular, concentrando el fertilizante en el centro del eje de aplicación; en cambio, las abonadoras de disco simple esparcen el fertilizante hacia un lado con relación del mismo eje.

El disco centrífugo está construido con unas paletas graduables que lanzan el fertilizante, garantizando que el trabajo cubra hasta 30 metros de ancho, lo cual hace que la labor sea rápida y eficiente.

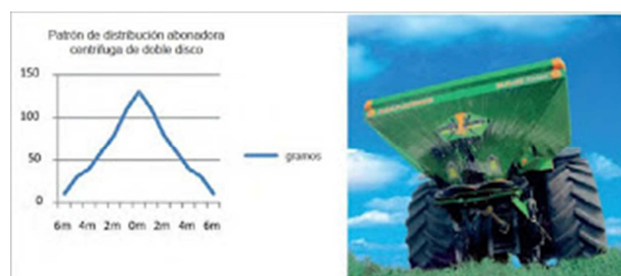


Figura 25. Patrón de distribución de la abonadora centrífuga de doble disco (fuente: AMAZONE).

La abonadora (Figura 26) está constituida de las siguientes partes (Berlijn et ál., 1982b):

- Tolva central con una o más salidas, dotada de un mecanismo de agitación que permite mantener el fertilizante homogéneo y suelto, para facilitar su salida.
- Agitador ubicado en el fondo de la tolva.
- Mecanismo dosificador, que consiste en dos anillos colocados en la parte inferior de la tolva. El anillo interior tiene dos compuertas de forma triangular. El anillo exterior está provisto de dos extensiones que tapan parte de las compuertas del anillo interior.
- Discos de distribución equipados con paletas.
- Eje de mando conectado a la TDF del tractor.

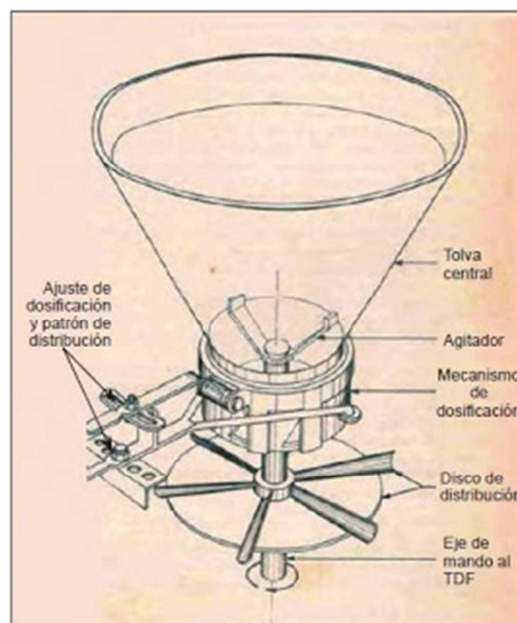


Figura 26. Partes de la abonadora centrífuga (fuente: Berlijn et ál., 1982b).

La dosis de fertilizante se regula variando la abertura de los orificios de salidas y la velocidad de avance de la máquina, con el ajuste previo del ancho de trabajo, que depende principalmente del tipo de fertilizante.

El equipo puede operar a velocidades entre 5 y 10 kilómetros por hora (km/h) con

requerimientos de potencia que varían entre los 40 y los 90 hp.

“La conservación del equipo depende de la limpieza de la tolva y de los mecanismos que están en contacto con el abono. Esta limpieza ha de realizarse después de usar la máquina y puede hacerse con una manguera que suelte el agua a presión (Laguna Blanca, 1999).”

Las tolvas tienen diferentes capacidades, que oscilan entre 400 y 4000 litros (l).

Graduación y ajuste. Altura sobre el suelo: enganchar el equipo al sistema hidráulico del tractor y levantarlo hasta que el cardan quede en línea recta con la toma de fuerza; para abonos y productos en polvo, bajar el hidráulico de manera que la aplicación quede lo más cerca del suelo. Cuando se levante el implemento, desconectar el cardan de trabajo. Para evitar daños en el eje de toma o en el cardan, llevar el motor a las revoluciones de giro recomendadas para el trabajo del toma de fuerza.

Nivelación. Para lograr una distribución uniforme el implemento, éste debe estar completamente nivelado, tanto longitudinal como transversalmente, sobre los tres puntos de enganche, como se explicó en las fuentes de potencia (enganche en tres puntos).

Para calcular la descarga o distribución por unidad de superficie, tener en cuenta los siguientes elementos:

- Velocidad de rotación (rpm) de la toma de fuerza, que debe ser de 540 rpm.
- Velocidad de avance del tractor.
- Ancho de la banda de distribución, que depende del tipo de fertilizante por aplicar.
- Posición de la palanca de graduación de descarga.

Calibración del equipo:

1. Seleccionar la velocidad de avance del tractor entre 5 y 10 kilómetros por hora.
2. Determinar el ancho de trabajo del implemento, teniendo en cuenta un margen de traslapo de 10%.
3. Tomar lectura de la descarga (D) para cada posición en un tiempo de 30 segundos (s); para facilitar que el trabajo, tomar como guía la tabla de calibración del equipo impresa en el manual del operador: confrontarla con la descarga deseada, abrir la compuerta en la posición encontrada y hacer por lo menos tres lecturas, para sacar un valor promedio.
4. Calcular la descarga (D) dividiendo el peso del fertilizante en kilogramos por 30 segundos.
5. Determinar la capacidad de campo teórica (CT):
$$CT \text{ (ha/h)} = \text{Velocidad (km/h)} \times \text{ancho de trabajo (m)} \times 0,1$$
6. Calcular la descarga en kilogramos por hectárea:

$$\text{Kg/ha} = \text{Descarga (kg/s)} / \text{CT (ha/h)} \times 3.600$$

Observar que el plato de distribución tiene paletas que se pueden ajustar y que modifican el ancho de distribución del equipo, y tener en cuenta este punto de ajuste del equipo.

Ejemplo:

Información de entrada

Velocidad media de operación..... 8 km/h
 Descarga en 30 segundos..... 15 kg.
 Ancho de trabajo 15,6 m

Cálculo:

$$\text{CT (ha/h)} = 8\text{km/h} \times 15,6\text{m} \times 0.1 = 12,48 \text{ ha/h.}$$

$$\text{D (kg/s)} = 15 / 30 = 0,5 \text{ kg/s}$$

$$\text{Kg/ha} = 0,5 \text{ (kg/s)} / 12,48 \text{ (ha/h)} \times 3.600 = 144,23\text{kg/ha se aproxima a 144.}$$

Si se considera una densidad de 143 palmas por hectárea, se estaría aplicando por palma de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Kg/palma} &= (\text{kg/ha}) / 143(\text{palmas/ha}) \\ &= 144(\text{kg/ha}) / 143 (\text{palmas/ha}) \\ &= 1 \text{ kg} \end{aligned}$$

Abonadora pendular

La distribución del abono corre a cargo de un péndulo de forma troncocónica que se fija a una pieza acodada que va debajo del dosificador (Laguna Blanca, 1999). El péndulo lleva, en el extremo, un pequeño aro que cumple la misión de uniformizar la distribución del fertilizante. Este aro se llama deflector.



Figura 27. Abonadora pendular (fuente: COMERCIAL VEIRAS S.A.)

Las diferentes anchuras de trabajo se pueden obtener colocando péndulos más largos o variando el ángulo de oscilación.

“El cuidado y mantenimiento de la abonadora pendular es similar al de la abonadora centrífuga.”

Cortamalezas y Rolo

Cortamalezas

Es un implemento acoplado al tractor que se usa para cortar la cobertura en las calles de la palma. El mecanismo de corte opera por medio de unas cuchillas giratorias con filo doble o sencillo que cortan el material vegetal por impacto. Comercialmente, este implemento se consigue para ser enganchado a la barra de tiro del tractor o con enganche en tres puntos, para anchos de trabajo entre 1 y 2,8 metros.

El cortamalezas se compone de las siguientes partes:

- Transmisión: a través de engranajes transmite movimiento del TDF del tractor al portacuchillas.
- Portacuchillas: es el elemento que soporta las cuchillas y transmite su inercia para facilitar el trabajo de corte.
- Cuchillas: son los elementos que al entrar en movimiento producen la acción de corte.
- Rueda de transporte: facilita el traslado del implemento y gradúa la altura de corte.
- Patines: facilitan el deslizamiento del implemento contra el piso para proteger la estructura inferior.

Figura 28. Partes del cortamalezas (fuente: autor)

El cortamalezas puede operar a velocidades entre los 4 y 8 km/h. La velocidad depende de la dificultad que opone la cobertura al corte, por lo que a mayor dificultad al corte se debe operar a más baja velocidad.

Para su operación y mantenimiento tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Usar el caballaje apropiado; cuando el tractor es muy grande, con una relación tractor-implemento no apropiada, se pueden presentar daños en el equipo y un gasto innecesario de combustible
2. Enganchar el cortamalezas al tractor, al enganche integral o la barra de tiro, asegurándolo con los pines diseñados para tal fin.
3. Revisar y apretar todas las tuercas y tornillos.
4. Con el motor apagado, acoplar el cardan a la toma de fuerza y verificar que quede asegurado.
5. Bajar de la máquina hasta que las cuchillas de corte queden a la altura deseada.
6. Prender el motor y acelerar a la velocidad nominal del motor, accionar el embrague suavemente para obtener la velocidad máxima de rotación de las cuchillas, sin causar

daño en el cortamalezas o en el tractor.

7. No empezar a cortar hasta que las cuchillas hayan alcanzado la velocidad de rotación.

8. Seleccionar la velocidad de avance del tractor.

Después de desarrollar los pasos descritos y de realizar todos los ajustes correspondientes, seguir las siguientes recomendaciones:

1. Operar el equipo y observar que la altura de corte sea la apropiada; si no es así, realizar el ajuste correspondiente, como se explicó antes.
2. En los cortamalezas de tiro dejar un espacio adecuado para voltear, evitando dar curvas cerradas; esto facilita la operación y asegura una larga vida de las crucetas.
3. Si el cortamalezas es de alce y tiene patines deslizantes laterales, los patines no deben apoyarse sobre el suelo, sino deben estar siempre a una distancia del suelo, para evitar un daño en ellos.
4. Realizar trabajo con el conjunto tractor cortamalezas y observar:
 - a) Altura de corte
 - b) Tamaño del picado
5. La caja de transmisión debe mantener su nivel de aceite, que generalmente es valvulina SAE 140, sin sobrepasar éste, para evitar daños a los sellos; por ningún motivo se debe usar grasa en vez de valvulina en la transmisión.
6. Lavar muy bien el equipo guardado bajo cubierta, cuando termina la temporada de trabajo, engrasarlo y proteger las cuchillas con aceite quemado, para evitar que se oxiden.
7. Engrasar periódicamente el cardan, para proteger las crucetas, y mantener todas las tuercas y tornillos apretados.

Rolo liso

Este implemento se utiliza para acostar la cobertura vegetal en las calles de la palma, con el fin de facilitar la cosecha y otras labores agronómicas que requiere el cultivo.

El rolo liso constituido por un cilindro, que suele ser hueco para ser relleno con agua o con arena (que aumentan su peso), por un bastidor con puntos de apoyo para el eje del cilindro y por un enganche a la barra de tiro del tractor.

“El mantenimiento de este equipo se basa en la revisión de los rodamientos de los puntos de apoyo del eje del cilindro, la pintura general en la época en que no se utiliza y su almacenamiento en un sitio cubierto.

Pulverizadoras y Aspersores

Pulverizadoras de tractor

Aunque en menor proporción, las pulverizadoras de tractor se utilizan en el cultivo de la palma de aceite para control de malezas en calles.

Este equipo utiliza principalmente boquillas de abanico o cortina, para la aplicación de herbicidas, como se explicó previamente.

Para una buena aplicación con el pulverizador de tractor, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Volumen de agua que se requiere aplicar por hectárea, para seleccionar la boquilla adecuada, con la velocidad de operación y presión recomendadas.
- Número y ubicación de las boquillas: en este caso, para el control de malezas en las calles, la longitud del aguilón portaboquillas debe ser menor de 7,8 metros.

- La velocidad de operación: no debe superar los 12 km/h.
- Selección de la boquilla adecuada para los volúmenes de aplicación requeridos: para esto es importante contar con los catálogos de los diferentes fabricantes de boquillas.

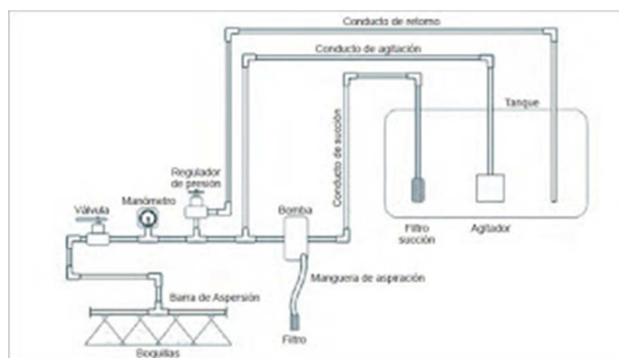


Figura 29. Componentes de la pulverizadora de tractor (fuente: Murcia, 2004).

Para la calibración de este equipo, deben seguirse las siguientes instrucciones:

1. Llenar el tanque del pulverizador con 100 a 200 litros (l) de agua.
2. Regular la presión de acuerdo a la presión de trabajo de la boquilla.
3. Poner en funcionamiento el sistema y verificar fugas, ajustar el TDF a 540 rpm, alinear las boquillas, asegurar el flujo de las boquillas y limpiar sus filtros en caso de que se observe un flujo menor en alguna de ellas.
4. Calibrar la velocidad del tractor de acuerdo con los volúmenes recomendados y el tipo de boquilla, para lo cual se marca una distancia conocida y se toma el tiempo de avance.
5. Calcular el flujo de las boquillas: con un recipiente se recoge la cantidad de agua en un minuto y se realiza un promedio, verificando que la diferencia entre este promedio y el flujo de cada boquilla sea inferior a 5%; en caso de que exceda este valor se debe cambiar la boquilla.

Boquilla	Ángulo de pulverización (Grados)	Caudal (l/min)	Altura boquilla (m)	Faja de aplicación (m)	Velocidad de trabajo (km/hr)		
					Volúmenes de pulverización (l/ha)		
					2,5	3	4
DEF-01	110	0,25	0,35	1	60	50	38
DEF-015	110	0,41	0,35	1,4	98	82	62
DEF-02	110	0,47	0,35	1	113	94	71
DEF-04	110	0,95	0,35	1,4	228	190	143
DEF-05	90	1,2	0,35	1	411	343	257

Figura 30. Catálogo de boquillas TEE JET para pulverizador (presión 15 psi) (fuente: TEE JET).

En el momento de la aplicación se calibra la altura de la barra de aspersión, para que la cobertura de la boquilla sea correcta.

Recomendaciones:

1. No dejar el equipo con producto de un día para otro.
2. Lavar con jabón y agua a presión el equipo después de utilizarlo.

3. Lavar las boquillas con agua jabonosa y limpiarlas con un cepillo de cerdas suaves; si continúan con el orificio de descarga obstruido, pringarlas con agua hirviendo.
 4. No tratar de destapar las boquillas con alambre, alfileres, puntillas u otro elemento metálico.
 5. Al aplicar productos sobre bordes de cercas u otros obstáculos, y tener cuidado con el aguilón, pues lo puede golpear y dañar.
 6. Leer cuidadosamente las indicaciones del fabricante, referentes al manejo y toxicidad de los productos que va a aplicar.
- “El cuidado y mantenimiento del equipo está orientado a su lavado general con agua y jabón. Al final de la temporada se debe lavar con ACPM, aplicando entre 15 y 20 galones, se pone a funcionar la pulverizadora, para que limpie las boquillas, se retiran éstas y se almacenan en un frasco. Finalmente, se ubica la pulverizadora en un lugar limpio, ventilado y bajo techo.”

Aspersores de turbina

Son equipos de alto volumen que trabajan con altas presiones. Son ideales para la aplicación de insecticidas y fungicidas en palmas altas y medianas, por el tamaño reducido de las gotas. El aire es impulsado por una turbina accionada por el toma fuerza del tractor y mientras éste es orientado hacia la palma las boquillas incorporan pequeñas gotas a la masa de aire. El volumen debe ser suficiente para remplazar todo el aire contenido en el follaje y lograr buena cobertura del árbol. Estos equipos generan sobre 50.000 metros cúbicos (m³) de aire por hora y por lo general la aplicación se dirige a dos hileras de palmas.

Entre los inconvenientes de esta tecnología está la potencial deriva (perdida por acción del viento) del producto aplicado. Para evitar la deriva, es importante calibrar adecuadamente el equipo, de modo que la aspersión no sobrepase la altura de los árboles, y aplicar en condiciones climáticas idóneas. Además, son frecuentes los problemas de cobertura que se producen por la excesiva velocidad de desplazamiento del tractor, en tanto que velocidades muy bajas ocasionan pérdidas de producto, lo que provoca un aumento de los costos.

Recomendaciones:

1. Alistar el equipo, acoplando el cardan a la TDF a 540 rpm, y verificar el estado del equipo, fugas y boquillas; limpiar los filtros de las boquillas si observa un flujo menor en alguna de ellas (llenar el tanque completamente).
2. Regular la presión de acuerdo con la presión de trabajo de la boquilla.
3. Seleccionar la velocidad de trabajo de acuerdo con los volúmenes recomendados.
4. Acelerar el motor hasta lograr 540 rpm de la TDF.
5. Llenar el tanque y medir el volumen de agua utilizado.
6. Para aumentar o disminuir la velocidad, cambiar la marcha, sin alterar la aceleración.
7. Si el volumen de pulverización es bajo, aumentar la presión y disminuir la velocidad.
8. Si el volumen de pulverización es alto, disminuir la presión y aumentar la velocidad.
9. Utilizar la presión adecuada para la aplicación de productos, que en ningún caso debe exceder las 70 libras por pulgadas cuadradas (lb/pulgadas²).

Normas de seguridad

1. No acoplar el cardan del ahoyador a la toma de fuerza, con el motor en funcionamiento, ya que por accidente se puede activar el eje y ocasionar un accidente con graves consecuencias.

2. Verificar siempre que el tractor tenga el protector del eje de la toma de fuerza, como elemento de seguridad.
3. No permitir el transporte de personas en las barandas del remolque.
4. Utilizar ropa apropiada para efectuar las labores de mecanización, que incluye botas de seguridad y guantes.
5. Utilizar la herramienta adecuada para realizar ajustes y calibración de los implementos.
6. Cuando transporte equipos o implementos enganchados a los tres puntos, cerrar la perilla de presión del sistema hidráulico, para evitar que el implemento se descuelgue y ocasione un accidente.
7. No permitir el transporte de personas encima de los implementos, pues puede ocasionar un accidente con consecuencias fatales.
8. Con implementos enganchados al tiro rastras y rastrillos, girar siempre a la izquierda, para evitar daños a los implementos o las llantas traseras del tractor.
9. Antes de trabajar los implementos, apretar bien las tuercas y revisar las conexiones de mangueras y engrase, para lograr un óptimo funcionamiento de los implementos.
10. Aplicar las actividades de mantenimiento que se documentaron para cada máquina acoplada al tractor.

Cálculo de eficiencias y capacidad de campo de algunas labores agrícolas mecanizadas

La capacidad de campo de una labor agrícola mecanizada se define como la cantidad de área trabajada en un tiempo determinado. Este indicador se mide en hectáreas por hora (ha/h) o en hectáreas por día (ha/d).

Para medir la capacidad de campo de una labor se deben conocer algunos términos fundamentales que se describen a continuación:

- Ancho de trabajo (A): es el ancho sobre el cual el implemento realiza su labor, que es diferente al ancho del implemento, aunque en algunos equipos coincide el ancho de trabajo con el ancho del implemento.
- Velocidad de operación (V): la velocidad media en la cual se realiza una labor agrícola de manera continua; por lo general, se mide en kilómetros/hora (km/h).
- Capacidad de campo teórica (CT): es el resultado de multiplicar la velocidad media por el ancho de trabajo; se mide en hectáreas/hora (ha/h) y se refiere al trabajo de un implemento de manera continua sin tener en cuenta pérdidas de tiempo.

$$CT \text{ (ha/hr)} = A \text{ (m)} \times V \text{ (km/hr)} \times 0,1$$

- Capacidad de campo real (CR): es la capacidad de campo teniendo en cuenta las pérdidas de tiempo; se calcula midiendo el área intervenida sobre el tiempo real de ejecución de la labor. Esta capacidad de campo es afectada principalmente por la geometría de los lotes, el estado de la maquinaria y los virajes o movimientos innecesarios, principalmente en la cabecera de los lotes.

$$CR \text{ (ha/h)} = \text{Área intervenida (ha)} / \text{tiempo real de ejecución de la labor (h)}.$$

- Eficiencia de campo (E) (%): es la relación entre la capacidad de campo real y la teórica.

La eficiencia puede variar entre 60 y 80% (Tabla 2).

$$E (\%) = CR/CT \times 100$$

Despejando:

$$CR (ha/h) = CT (ha/h) \times E(\%)/100$$

Tabla 2. Velocidades de operación y eficiencia de algunas labores agrícolas mecanizadas

Operación	Velocidad Km/hora	Eficiencia %
LABRANZA		
Arada	4-7	75-85
Rastrillada	6-10	75-85
Pulida	7-11	75-85
Rastra de púas	4-6	75-85
Surcado	6-10	75-85
Rodillo compactador	6-9	75-85
Nivelación	5-9	75-85
CULTURALES		
Aspersión	Variable	65-85
Cultivada (1)	3.5-5.0	60-80
Cultivada (2)	4-8	70-85
Guadaña	6-9	70-85
SIEMBRA		
Surco ancho	4-7	60-80
Surco estrecho	4-7	60-80
Voleadora	5-10	60-80

Fuente: autor

Ejemplo:

Calcular la capacidad de campo real de una voleadora con un ancho de trabajo de 12 metros (A) y una velocidad de operación (V) de 8 kilómetros por hora.

Se calcula la capacidad de campo teórica (CT):

$$CT (ha/h) = A (m) \times V (km/h) \times 0,1$$

$$CT (ha/hr) = 12 m \times 8 km/h \times 0,1 = 9,6 ha/h$$

Luego se aplica la siguiente fórmula:

$$CR (ha/h) = CT (ha/h) \times E(\%)/100$$

$$E (\%) \text{ Voleadora} = 60\% \text{ (Tabla 2)}$$

$$CR (ha/h) = 9,6 ha/h \times 60\%/100 = 5,76 ha/h$$

Pulveriza

Tipo de boquilla	Características
	- Para superficies planas y limpias. - Adecuadas para aplicación en bandas (surcos o entre surcos). - Presión recomendada de pulverización: 1,5 - 3 (22 - 44 psi).
	- Adecuadas para aplicación dirigida al follaje del cultivo para el control de insectos aéreos o de hongos. - Presión recomendada de pulverización: 3 - 4 (44 - 59 psi).
	- Trabajo con presiones altas y gotas pequeñas; son las más indicadas para el manejo de hongos en el follaje. - Utilizadas para el control de plagas en árboles, presentes en el follaje. - Adecuada para tratamientos localizados, mediante aplicación manual. - Presión recomendada de pulverización: 3 - 5,5 (44 - 81 psi).
	- Para trabajo con baja presión y gotas gruesas. - Menor problema por taponamiento del orificio. - Comúnmente usada para aplicación de herbicidas, en suelos sin cultivo. - También son usadas para aplicación de nematodos, insecticidas sistémicos y herbicidas en la base de árboles. - Presión recomendada de pulverización: 2 - 3 (29 - 44 psi).

dor de mochila o bomba de espalda

Es utilizada para la aplicación de herbicidas y para el control de malezas en el plato y en las calles. Está compuesta de un tanque de almacenamiento de producto, una cámara de aire para regular la presión, un agitador hidráulico para mantener la mezcla homogénea, una bomba de pistón, una palanca para accionar la bomba, un aguilón para dirigir la aplicación y una boquilla, que en últimas es el elemento encargado de dirigir el producto a la vegetación que se requiere controlar (Figura 31).

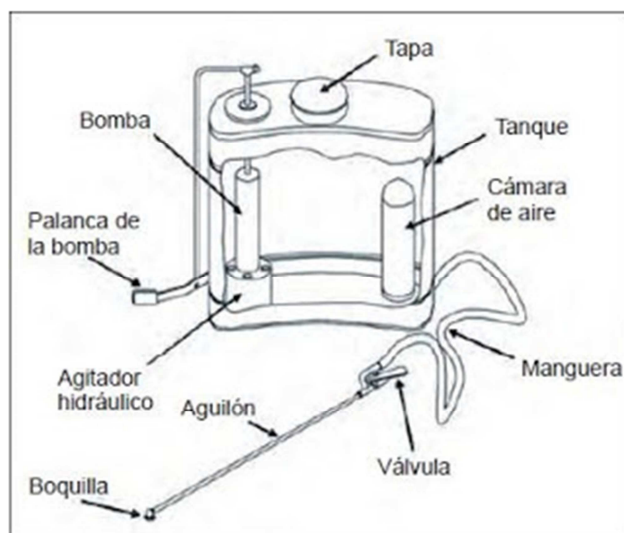


Figura 31. Partes de la pulverizadora de mochila (fuente: Murcia, 2004).

Las boquillas más utilizadas en los pulverizadores de mochila son las de cono y las de

abanico o cortina (Figura 32); esta última es recomendada para la aplicación de herbicidas.

Tipo de boquilla	Características
	- Para superficies planas y limpias - Adecuadas para aplicación en bandas (surcos o entre surcos) - Presión recomendada de pulverización: 1,5 - 3 (22 - 44 psi)
	- Adecuadas para aplicación dirigida al follaje del cultivo para el control de insectos, ácaros o de hongos. - Presión recomendada de pulverización: 3 - 4 (44 - 59 psi)
	- Trabajo con presiones altas y gotas pequeñas; son las más indicadas para el manejo de hongos en el follaje. - Utilizadas para el control de plagas en árboles, presentes en el follaje. - Adecuada para tratamientos localizados, mediante aplicación manual. - Presión recomendada de pulverización: 3 - 5,5 (44 - 81 psi)
	- Para trabajo con baja presión y gotas gruesas. - Menor problema por taponamiento del orificio. - Comúnmente usada para aplicación de herbicidas, en suelos sin cultivo. - También son usadas para aplicación de nematodos, insecticidas sistémicos y herbicidas en la base de árboles. - Presión recomendada de pulverización: 2 - 3 (29 - 44 psi)

Figura 32. Tipos de boquillas (fuente: Murcia, 2004)

Para una buena aplicación se deben tener en cuenta los siguientes aspectos (Murcia, 2004):

- El suelo debe estar húmedo; no se recomiendan aplicaciones en suelos muy secos o inundados.
- La lluvia lava el producto. Por eso es importante mezclarlo producto con alguna sustancia que ayude a pegarlo en las hojas.
- Como los vientos fuertes desplazan el producto a otro sitio, se recomienda hacer aplicación cuando la velocidad del viento es menor a 3,5 kilómetros por hora.
- La calidad del agua es importante, por lo que se recomienda no usar aguas sucias que posean sedimentos. Además, es necesario medir el pH, pues éste influye en la reacción química de algunos productos.
- Si la temperatura ambiente es mayor que 35 grados centígrados, pueden producirse pérdidas del producto por evaporación.
- Es indispensable conocer el volumen de mezcla en litros por hectárea, para la selección de la boquilla.
- No deben realizarse aplicaciones con humedades relativas menores a 55%, por lo que se sugiere tener disponible la información de alguna estación meteorológica cercana a la plantación.

Para la calibración del equipo se debe seguir el siguiente procedimiento.

1. Seleccionar la boquilla. Ejemplo: abanico o cortina para aplicación de herbicidas.
2. Determinar el ancho de la aplicación, usando la altura recomendada por el fabricante de la boquilla.

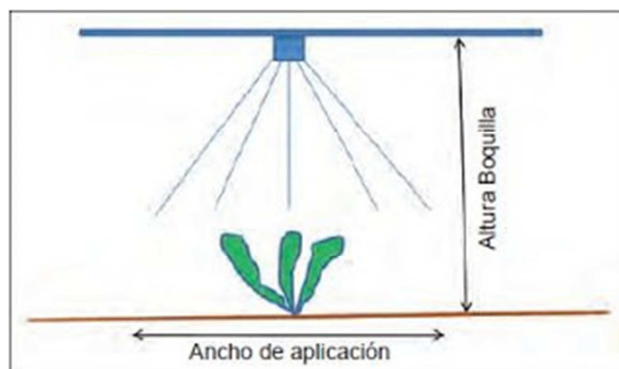


Figura 33. Altura de aplicación (fuente: autor).

3. Marcar cien metros.

4. Llenar la bomba con 20 litros (l) y marcar el nivel en la bomba.

5. Aplicar al paso normal.

6. Medir el volumen de agua gastado (adicionando agua al equipo hasta llegar al nivel inicial).

7. Aplicar las siguientes fórmulas:

Litros de mezcla por ha = $100 \times \text{cantidad de litros en 100 m} / \text{ancho de la boquilla}$

No. de bombadas por ha = $\text{litros de mezcla} / \text{capacidad del tanque de la bomba}$

Cantidad de producto por bombada = $\text{Recomendación (c.c. / ha)} / \text{No. de bombadas}$

Ejemplo:

Cantidad de litros en 100 m = 2

Ancho boquilla: 1 m

Capacidad tanque bomba: 20 l

Recomendación producto = 2.000 c.c. por ha

Litros de mezcla por ha = $100 \times 2 \text{ litros} / 1 \text{ m} = 200 \text{ l por ha}$

No. de bombadas por ha = $200 \text{ l por ha} / 20 \text{ l} = 10 \text{ bombadas por ha}$

Cantidad de producto por bombada = $2.000 \text{ c.c.} / 10 \text{ bombadas} = 200 \text{ c.c.} / \text{bomba}$.

Para el mantenimiento del pulverizador de mochila es importante tener el catalogo del fabricante, así como un inventario adecuado de repuestos (abrazaderas, boquillas, empaques, cinta teflón, etc.) y de herramientas (destornilladores, alicates, llave de tubo, cepillo y navajas). Además, se deben seguir las

Siguientes recomendaciones:

- La pulverizadora debe estar limpia para su revisión.
- Desarmar la pistola, revisar filtros, limpiarlos con cepillo y con abundante agua.
- Engrasar la válvula del gatillo.
- Llenar con agua.
- Mover varias veces la palanca de presión y fijarse si hay escapes.
- Revisar el chorro que produce la boquilla.
- Si el chorro no es parejo, quitar la boquilla, limpiarla con un cepillo pequeño y mucha agua.

Es necesario contar con todo el equipo de protección para una aplicación segura (Figura 34).



Figura 34. Equipo de protección (foto de Judith Guevara).

Administración y mantenimiento del tractor agrícola

La administración es fundamental en cualquier negocio agropecuario, y el logro de los objetivos depende de cómo se utilicen los recursos para producir a menores costos y con buenas productividades.

El tractor agrícola es una máquina compleja que requiere de buena administración. Para su buen manejo, es preciso conocer la máquina integralmente y contar con la información que ayude a tomar decisiones que pueden ser trascendentales en cualquier actividad que se esté desarrollando en el campo. Por eso, es indispensable conocer las indicaciones del fabricante y por supuesto, asegurar que el operador de la máquina la conozca bien.

Para administrar un tractor, se debe tener en cuenta que la máquina será útil en la medida en que se mantenga en buen estado; y que puede ser lucrativa si se controla el trabajo que está desarrollando y los costos de la operación, que están muy ligados a la eficiencia de la labor. Para ello, debe elaborarse un plan de mantenimiento que integre la prevención, la predicción y las reparaciones.

Para el diseño de este plan de mantenimiento es necesario apoyarse en los manuales del operador, de servicios y de partes (que deben estar disponibles), y paralelamente, identificar el taller autorizado por el fabricante, para acudir a él cuando el problema no pueda ser resuelto por el operador, debido a su nivel de complejidad, o cuando sea necesario hacer valer las garantías que ofrece el fabricante.

El programa de mantenimiento preventivo de un tractor se construye con los manuales, que brindan información especializada:

- El manual del operador es útil porque hace una descripción detallada de la máquina, informa sobre las especificaciones técnicas del tractor, explica su funcionamiento, brinda información sobre los lubricantes y combustibles que se recomienda utilizar y además de presentar el plan de mantenimiento preventivo que debe seguirse, describe cómo realizar dicho mantenimiento.
- El manual de servicio informa sobre la tolerancia y la forma de realizar cualquier tipo de reparación y mantenimiento. Lo maneja principalmente el taller autorizado.
- El manual de partes es fundamental para identificar repuestos y la referencia otorgada por el fabricante, para solicitar partes de reposición a los proveedores o al concesionario de la marca.

El mantenimiento diario se basa en revisar los niveles de los aceites del motor e hidráulicos y del filtro de aire del motor, en drenar la trampa de agua y los filtros del sistema de combustible, y –en los tractores con tracción en las cuatro ruedas– en eliminar el aire de la transmisión delantera. Se recomienda observar los niveles de aceites, de combustibles, de líquido refrigerante y de engrase con el motor apagado y frío y con el tractor en posición horizontal.

Para realizar el mantenimiento diario, debe comenzarse de adelante hacia atrás y verificar lo siguiente:

- El nivel de agua del radiador
- El estado del filtro primario de aire
- El estado del filtro secundario de aire
- El engrase del tren delantero
- El nivel de aceite del motor
- El nivel del electrolito de la batería
- La presión de las llantas delanteras
- El nivel del aceite hidráulico
- Drenar la trampa de agua del filtro de combustible
- La presión de las llantas traseras
- El engrase de los pedales y de las barras traseras del hidráulico
- Los gases del tren delantero
- El estado de las luces
- El nivel de combustible
- El funcionamiento del horómetro
- El funcionamiento del freno de parqueo
- El funcionamiento de instrumentos del tablero
- El aseo del tractor
- El engrase general del tractor

El otro tipo de mantenimiento que requiere el tractor agrícola es el periódico (de acuerdo con las horas de trabajo), que incluye la sustitución de filtros y aceites, y de correas, la verificación de holguras de válvulas, la revisión de inyectores y el control de presión de las bombas recomendado por el fabricante.

Para ejecutar el programa de mantenimiento de manera adecuada se debe contar con la herramienta necesaria recomendada por el concesionario de la marca.

Así mismo, el control de los costos y del trabajo de la máquina hace parte de la administración del tractor agrícola. En este caso se debe tomar la información de campo necesaria, como horas de trabajo, hectáreas trabajadas, consumo de combustible diario y observaciones para documentar el proceso de las operaciones de campo mecanizadas.

Para estos controles es importante diseñar formatos que permitan tomar la información, ya que con base en la misma se tomarán decisiones importantes.

Existen múltiples formas de tomar tal información. Lo importante es analizarla y que el diseño de los formatos obedezca a un programa serio de administración.

Con estos formatos se puede calcular el rendimiento promedio de labor en hectáreas por hora, el consumo de combustible en galones por hectárea y de galones por hora; además, muestra las dificultades o eventualidades ocurridas en el desarrollo de la labor.

Aceites y grasas utilizadas en el mantenimiento del tractor

Los aceites y lubricantes utilizados en los vehículos y la maquinaria agrícola se clasifican de acuerdo con su viscosidad y el servicio que prestan. Por su viscosidad, los aceites son clasificados por la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), y por servicio, por el Instituto Americano del Petróleo (API).

En la clasificación SAE no interviene la calidad ni la composición química del aceite: solo su grado de viscosidad. En la clasificación API se tiene en cuenta la calidad del lubricante y las necesidades que éste debe satisfacer.

Según la viscosidad, los aceites se clasifican en multigrados o monogrados. En los multigrados, la viscosidad no varía sustancialmente al cambiar la temperatura. En cambio, en los aceites monogrados, la viscosidad cambia con la temperatura.

De acuerdo con la clasificación SAE, los multigrados se representan con sigla SAE seguida por un número y la letra W (SAE 15W-30, SAE 15W-40, SAE 20W-40, SAE 20W-50, etc.), y los monogrados se presentan con la sigla SAE acompañado por un número (SAE 30, SAE 40, SAE 50, etc.). Tanto en un caso como en el otro, entre más grande sea el número, mayor es la viscosidad del aceite. Por consiguiente, su acertada elección para el motor de un tractor agrícola dependerá de la temperatura ambiental en la que va a operar.

Tabla 4. Actividades de mantenimiento preventivo.

Control diario de maquinaria								
Tractor#	2							
Nombre Supervisor	Jorge Quintana							
Marca tractor	Kubota							
Modelo Tractor	M300							
Lote#	43							
Idas	20							
Implemento	Rastro Interagro de 20 discos por 24 pulgadas # 2							
Fecha	Horometro de entrada al lote	Horometro de salida del lote	Horas día	Has trabajadas	Consumible (galones)	Nombre operador	Labor	Observaciones
12-Jul-10	100	108	8	3,5	15	Juan Perez	Rastro	
13-Jul-10	108	112	4	2	8	Juan Perez	Rastro	
14-Jul-10	112	120	8	3,5	15	Juan Perez	Rastro	
15-Jul-10	120	122	2	1	2	Juan Perez	Rastro	Lluvia
16-Jul-10	122	130	8	3,5	15	Juan Perez	Rastro	
17-Jul-10	130	137	7	3	12	Juan Perez	Rastro	
18-Jul-10	137	140	3	1	2	Juan Perez	Rastro	Se dafo disco de rastro
19-Jul-10	140	141	1	0,5	1	Juan Perez	Rastro	Ruina
20-Jul-10	141	146	5	2	4	Juan Perez	Rastro	Termino la labor
Total			46	28	74			


Firma supervisor

Fuente: El Autor

Como ya se anotó, API ha desarrollado un sistema para seleccionar y recomendar aceites para motor basado en las condiciones de servicio. Cada clase de servicio es designada por dos letras. La primera letra puede ser la “S” (que identifica los aceites recomendados para motores a gasolina de autos de pasajeros) o la “C” (que identifica los aceites recomendados para camiones, tractores agrícolas y maquinaria de construcción que operan con combustible diesel). A la “S” o a la “C” la sigue una segunda letra, que indica la exigencia en servicio: la A para el menos exigido, y se avanza en el orden alfabético para indicar el incremento de la exigencia en servicio requerida. A continuación se presenta la clasificación API de acuerdo con el nivel de exigencia (Tabla 7).

Clasificación API	Características
CA (1940)	Motores de aspiración natural. Protección mínima contra la corrosión, desgaste y depósitos. Obsoleta.
CB (1949)	Motores de aspiración natural. Mejor control sobre los depósitos y el desgaste. Obsoleta.
CF (1994)	Motores de aspiración natural, turbo o sobrealimentados, que pueden usar gasoil con diferentes contenidos de azufre. Efectivo control de la formación de depósitos en los pistones, desgaste y corrosión en cojinetes. Reemplaza el nivel CD
CI-4 “Plus” 2004	Surgió como resultado de cierta insatisfacción por parte de fabricantes como Caterpillar, Mack y Cummins en lo referente a requisitos de Control del espesamiento

Tabla 7. Clasificación API aceites para motores diesel

Fuente: Cámara Argentina de Lubricantes

En relación con las grasas, es importante conocer el servicio y la utilidad de cada una, para seleccionar la más adecuada.

- Amarilla: es la ordinaria, de uso general
- Roja: de uso general, pero más resistente a la temperatura
- Negra: aguanta más para fricción y más temperatura
- Negra con litio: aplicación especial para mayor fricción, temperatura e impurezas

Al aplicar la grasa con el inyector, es importante medir de uno a tres bombazos, para no exagerar la cantidad aplicada, ni dañar los empaques de caucho.

Mantenimiento preventivo de máquinas acopladas al tractor, equipos y herramientas agrícolas

Para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo de los equipos y máquinas agrícolas utilizadas en el cultivo de la palma de aceite, es importante contar con el inventario de los equipos y máquinas disponibles y con los catálogos de cada uno, ya que en ellos se presenta el conocimiento del fabricante. En el caso de que no contar con esta información, es necesario identificar a las personas que han operado tales equipos o máquinas, para establecer con ellas las actividades de mantenimiento que han de ser incluidas en el plan.

Los manuales de las máquinas acopladas al tractor y de los equipos agrícolas presentan una descripción general de la máquina (características y especificaciones), de su ensamble, de los ajustes que requiere, de la operación del equipo en el campo, de su mantenimiento, de su lubricación y de las partes que lo componen, con las referencias otorgadas por el fabricante.

Además de lo anterior, se deben elaborar formatos que ayuden a administrar el mantenimiento de cada máquina, en los que se especifiquen las rutinas y la frecuencia, ya sea en horas, días o semanas.

Rutina - Componente	Fecha:														Operador:															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
8 HORAS - DIARIA																														
Engrasar																														
Apretar tornillos y tuercas																														
50 HORAS - MENSUAL																														
Revisar: Chumaceras																														
Eje																														
Mucho																														
Tiro																														
Vigas																														
100 HORAS - DOS MESES																														
Verificar: Chumaceras																														
Revisar: Rodamientos Eje																														
de transporte																														
Eje de transporte																														
Bufo hidráulica																														

ALMACENAR ADECUADAMENTE LUBRICANDO Y ENCARGANDO DESPUÉS DE CADA TEMPORADA DE TRABAJO, CON ACEITE QUEBADO
PROTEGER LAS PARTES SENSIBLES A DESGASTE DE TRABAJO

Figura 46. Formatos de mantenimiento de una rastra de discos (fuente: autor).

Con la identificación de las rutinas de mantenimiento y las frecuencias para cada equipo, se debe realizar un inventario de partes o repuestos y de lubricantes que se requieran, y clasificar estos entre los que son de cambio muy frecuente y los que son de cambio poco frecuente, pues de ello dependerá el inventario de tales repuestos y lubricantes. Por ejemplo, mantener grasa en inventario es fundamental, ya que la labor de engrase es diaria; lo mismo sucede con la tornillería.

“Mantener al día el inventario de los equipos, tener acceso a manuales completos de los fabricantes y establecer las rutinas de mantenimiento, con sus frecuencias, es la base para administrar con eficiencia un banco de maquinaria y equipos.”

Corrección de fallas menores en máquinas, equipos y herramientas

Para corregir las fallas menores en los equipos agrícolas, incluido el tractor, es necesario contar con la herramienta necesaria (recomendada por el fabricante) y con el manual del equipo; y para el caso del tractor, con el manual del operador.

En los manuales, el fabricante relaciona las anomalías de los diferentes sistemas que componen la máquina, informa sobre sus posibles causas y soluciones, y no solo recomienda lo que se debe hacer para corregir la falla, sino cómo hacerlo.

Ejemplo: Manual del operador JHON DEERE 6310

Anomalía o falla: El sistema hidráulico no funciona

Causas:

- Falta de aceite
- Filtro obstruido
- Bomba hidráulica sucia

Soluciones:

- Rellenar hasta la marca superior de la varilla de nivel.
- Cambiar el filtro.
- Comprobar si el filtro esta obstruido.

¿Cómo hacerlo?

En caso de que la solución sea cambiar el filtro hidráulico, el procedimiento lo describe el manual del operador (Figura 47).



Figura 47. Procedimiento para cambio de filtro hidráulico (fuente: JHON DEERE).

“Quien más sabe sobre la máquina es el fabricante, y por ello se debe proceder como él recomienda.”

Referencias bibliográficas

- AGRICONS S.A. Pagina WEB División agricola.2011.
- ALFONSO, OSCAR. Diagnóstico de la mecanización en plantaciones de palma de aceite en Colombia. Cenipalma. 2009.
- AMAZONE. Catalogo de abonadora centrífuga ZA-X PERFECT. Alemania.2006.
- ASHBURNER, J; SIMS, B. Elementos del diseño del tractor y herramientas de labranza. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica, 1984.
- BERLJIN, J. D. Arados de discos. Editorial Trillas. México. 1982.
- BERLJIN, J.D. Maquinaria de fertilización, siembra y trasplante. Editorial Trillas. México. 1982.
- BERLJIN, J.D. Organización del taller rural. Editorial Trillas. México.1982.
- BERLJIN, J.D. Tractores agrícolas. Editorial Trillas. México. 1982.
- BOURS R ALFONSO. Distribuidor de Case/New Holand. Pagina WEB. 2008.

COMERCIAL VEIRAS S.A. Abonadoras centrifugas. Pagina WEB. 2011

COPAINS s.r.l. Página WEB.Tecnología Agropecuaria. Argentina. 2011

CORLEY, R.H.V; TINKER P.B. La Palma de Aceite. Cuarta Edición (Versión en español). FEDEPALMA 2009.

CORTES, E.A. Acople conjunto Tractor-Implemento. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Colombia. 1993.

COSMECO. Pagina WEB. Machine Agricole. 2011

CUESTA MUNOZ PABLO, VILLANEDA VIVAS EDGAR. El análisis de suelos: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción de forrajes. Tomado del Capítulo 1 del manual técnico "Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y valles interandinos". Corpoica.

HANS, TANNER. Tala dirigida con Motosierras en bosques tropicales. CATIE. Costa Rica. 1996.

HERRAGRO. Pagina WEB. 2009.

ICOLLANTAS. Consejos prácticos sobre llantas agrícolas. 23 páginas.

INAMEC. Catalogo de productos. 2004.

INTA, Manual de mantenimiento del tractor agrícola.2003.

JACTO. Catalogo de productos. 2003.

JHON DEERE México y Centroamérica. Pagina WEB. Mexico.2011.

JOHN DEERE, Manual del Operador Tractores 6010, 6110,6310 y 6410.

JOSE LTDA. Pagina WEB. Clases de Tornillos.2009.

KUBOTA. Manual del operador Tractor M9000. 2004.

LAGUNA BLANCA, A. Maquinaria agrícola. Constitución, funcionamiento, regulaciones y cuidados. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Madrid 1999.

MURCIA CONTRERAS, GILBERTO. Evaluación de algunos implementos utilizados en la mecanización del sistema Maíz-Soya. Corpoica.2004.

OLEO MAC. Pagina WEB. Catalogo de productos. 2011.

ORTIZ AREVALO FRANCISCO JAVIER, El Tractor agrícola. Escuela de agricultura "Roberto quiñones". Marzo del 2009.

ORTIZ-CAÑAVETE, J. Las máquinas agrícolas y su aplicación. Ediciones Mundiprensa. 1989. pp. 59-69.

RANKINE, I.R; FAIRHURST, T.H. Guía de campo fase madura. Volumen 3. INPOFOS, 1998.

REYES FERNANDO. Apuntes de agronomía. Página WEB_El Prisma. 2006.

SENA. Preparación de suelos " Construcción de Lomos con Caballoneador". 1978.

SMITH, D. W; SIMS, B.G; O'NEIL, D.H. Principios y prácticas de prueba y evaluación de maquinas y equipos agrícolas. FAO, 1994.

STONE A; GULVIN H. Maquinaria Agrícola. Editorial CECSA. 1985. pp. 264-282.

TEE JET. Catálogo de boquillas. 2003.

TRENTINO. Cuchillería y afilado. Pagina WEB. 2011.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. Operación del esmeril. Programa de salud ocupacional. 2007.

VALENCIA HERNADEZ, JORGE. Herramientas y maquinas utilizadas en un taller de mecánica automotriz. Guía #1. Universidad de Atacama. Chile. 2007.

WIKIPEDIA. Artículos_ Remaches y Tornillos. 2011

ZANIBONI, G; PETRILLI, A; VIALE, M; PLATA, H.D; JEREZ, R.D; MENDOZA, J.D; CORREA, F.A. Curso de pequeña mecanización. Bucaramanga, Colombia, 1995.