

# Manual de Equipos para Siembra de Granos

Ferrari, H. y Ferrari, C.

2011



Ediciones

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria



INTA EEA Concepcion del Uruguay

# **MANUAL DE EQUIPOS PARA LA SIEMBRA DE GRANOS**

- I. EL TRACTOR AGRÍCOLA**
- II. SEMBRADORAS DIRECTAS**
- III. FERTILIZADORAS CENTRÍFUGAS**

**Ferrari, H. y Ferrari, C.**

**[2011]**

## A MANERA DE PRÓLOGO

La maquinaria agrícola está presente en prácticamente la totalidad de las actividades agropecuarias y mientras más intensiva es la producción mayor es su incidencia constituyendo una de las principales inversiones.

Actualmente son innumerables los distintos tipos de máquinas para las diferentes operaciones, desde sofisticados sistemas forrajeros hasta complejas y grandes cosechadoras de granos, pero en este complejo panorama, la sembradora es la máquina que ha experimentado las mayores evoluciones en los últimos años, posicionándose en los primeros puestos de importancia en el grupo de maquinarias agrícolas.

En este sentido, el siguiente manual pretende ser un instrumento de consulta eficaz para operadores, productores y técnicos involucrados dentro de la actividad agrícola zonal.

Por lo tanto, se ha procurado utilizar un lenguaje sencillo en el desarrollo de las ideas con una comprensión práctica, con el objeto de ponerlas al alcance de cualquier interesado en el tema.

*Los Autores*

## CONTENIDO

|   |          |
|---|----------|
| A manera de prólogo.....                          | 2        |
| <b>EL TRACTOR AGRÍCOLA .....</b>                  | <b>9</b> |
| Descripción y Funcionamiento del Tractor.....     | 9        |
| INTRODUCCIÓN.....                                 | 9        |
| TIPOS DE TRACTORES .....                          | 9        |
| EL MOTOR DIESEL.....                              | 10       |
| Circuito de combustible .....                     | 12       |
| Sistema de lubricación .....                      | 12       |
| Sistema de refrigeración .....                    | 15       |
| Sistema eléctrico .....                           | 16       |
| Sistemas de transmisión.....                      | 17       |
| TOMA DE POTENCIA .....                            | 19       |
| ENGANCHE DE TRES PUNTOS .....                     | 20       |
| BARRA DE TIRO.....                                | 21       |
| TROCHA .....                                      | 21       |
| CONTRAPESO O LASTRES .....                        | 21       |
| NEUMÁTICOS .....                                  | 22       |
| Carcasa Diagonal. ....                            | 22       |
| Carcasa Radial .....                              | 23       |
| SISTEMA HIDRÁULICO .....                          | 23       |
| SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AIRE.....              | 24       |
| Mantenimiento de Tractores Agrícolas.....         | 26       |
| INTRODUCCIÓN.....                                 | 26       |
| LIMPIEZA .....                                    | 26       |
| EL CUIDADO DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS.....      | 26       |
| MANEJO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES .....        | 27       |
| Combustibles.....                                 | 27       |
| Lubricantes .....                                 | 28       |
| RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA ELÉCTRICO .....  | 29       |
| PRESIÓN DE CUBIERTAS.....                         | 29       |
| CUIDADOS DE LA TRANSMISIÓN Y ARTICULACIONES ..... | 30       |

|  |           |
|--|-----------|
| SERVICIOS PERIÓDICOS .....   | 30        |
| Servicios que se realizan cada 10 horas .....                            | 30        |
| Servicios que se realizan cada 50 horas .....                            | 31        |
| Servicios que se realizan cada 100 horas .....                           | 31        |
| Servicios que se realizan cada 200 - 300 horas .....                     | 31        |
| Servicios que se realizan cada 400 horas .....                           | 32        |
| Servicios que se realizan cada 500 ó 600 horas .....                     | 32        |
| Servicios que se realizan cada 1200 horas .....                          | 33        |
| RECOMENDACIONES PARA UN USO EFICIENTE DEL TRACTOR .....                  | 34        |
| Lastres .....  | 34        |
| Tracción .....   | 35        |
| Elección de marchas .....  | 35        |
| Enganches .....  | 36        |
| Accesorios .....   | 36        |
| DISMINUCIÓN DE RIESGOS DE ROBO O HURTO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA .....   | 36        |
| Recomendaciones .....  | 36        |
| Documentos .....   | 37        |
| Prevención.....  | 37        |
| Seguridad en el Uso de Tractores.....                                    | 38        |
| TIPOS DE ACCIDENTES.....   | 38        |
| EL TRACTOR: PRINCIPAL MÁQUINA DE RIESGO .....                            | 39        |
| Bibliografía consultada .....  | 41        |
| <b>SEMBRADORAS DIRECTAS .....</b>  | <b>43</b> |
| Siembra.....   | 43        |
| Una buena siembra comienza con una buena cosecha .....                   | 44        |
| Clasificación de Sembradoras.....  | 46        |
| Descripción, tipos y funcionamiento de las partes de una sembradora..... | 46        |
| DEPÓSITO DE SEMILLA.....   | 46        |
| DOSIFICADORES DE SEMILLA.....  | 47        |
| Tipos de Dosificadores .....   | 47        |
| DOSIFICACIÓN DEL FERTILIZANTE .....                                      | 59        |
| Fertilizantes Sólidos.....   | 59        |
| CAÑO DE BAJADA Y SU IMPORTANCIA.....                                     | 60        |
| MONITORES DE SIEMBRA .....   | 62        |

|   |    |
|---|----|
| SENSORES DE PASO .....                            | 62 |
| Tipos de Sensores .....                           | 62 |
| LECTORES DE VELOCIDAD .....                       | 63 |
| Por Radar .....                                   | 63 |
| Por sensor magnético.....                         | 63 |
| Por GPS.....                                      | 63 |
| CONSOLA Y MONITOR DE DATOS.....                   | 63 |
| MANTENIMIENTO DE MONITOR DE SIEMBRA.....          | 64 |
| EFICIENCIA OPERATIVA DEL MONITOR DE SIEMBRA ..... | 64 |
| TREN DE SIEMBRA .....                             | 65 |
| Cuchillas corta rastrojos .....                   | 65 |
| Abresurcos.....                                   | 67 |
| Fijación del Tren de Siembra .....                | 69 |
| Control de profundidad.....                       | 70 |
| Barrerastrojos.....                               | 71 |
| Apretado de semilla .....                         | 71 |
| Tapado del surco .....                            | 72 |
| Fertilización .....                               | 74 |
| Preparación de Tractor antes de la Siembra .....  | 75 |
| ENGANCHE Y NIVELACIÓN DE LA SEMBRADORA.....       | 76 |
| REGULACIÓN DE LOS MARCADORES .....                | 76 |
| VERIFICACIÓN DE LA RUEDA MOTRIZ.....              | 77 |
| CALCULO DE DENSIDAD DE SIEMBRA .....              | 78 |
| REGULACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA.....         | 78 |
| VELOCIDAD DE SIEMBRA .....                        | 79 |
| AGRICULTURA DE PRECISIÓN .....                    | 80 |
| FERTILIZACIÓN Y DENSIDAD DE SIEMBRA VARIABLE..... | 80 |
| Novedades y Tendencias en Sembradoras.....        | 83 |
| SEMBRADORAS DE GRANO GRUESO .....                 | 83 |
| SEMBRADORAS DE GRANO FINO.....                    | 85 |
| Seguridad.....                                    | 87 |
| SEGURIDAD DE TRASLADO DE LA SEMBRADORA .....      | 87 |
| INDUMENTARIA ADECUADA .....                       | 88 |
| TRABAJO SEGURO.....                               | 88 |
| CUIDADO CON LAS FUGAS DE ALTA PRESIÓN.....        | 88 |

|  |     |
|--|-----|
| EL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA .....                                     | 88  |
| USE CADENAS DE SEGURIDAD .....   | 89  |
| Preparación y Mantenimiento .....  | 89  |
| PREPARACIÓN PARA EL TRABAJO .....  | 89  |
| OPERACIÓN .....  | 90  |
| AL FINALIZAR LA CAMPAÑA .....  | 91  |
| Condiciones a tener en cuenta para adquirir una Sembradora Directa ..... | 92  |
| TREN O CUERPO DE SIEMBRA .....   | 92  |
| Cuchillas Rastrojeras o de Micro-Labranza .....                          | 92  |
| Barre Rastrojos .....  | 93  |
| Discos Abresurcos .....  | 93  |
| Control de carga y Limitadoras de Profundidad.....                       | 93  |
| Sistema de Contactado de Semilla .....                                   | 94  |
| Ruedas Tapadoras .....   | 94  |
| SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.....   | 94  |
| Dosificadores monogranos.....  | 94  |
| Tubo de Bajada de Semillas.....  | 95  |
| Dosificadores a Chorrillo .....  | 95  |
| Dosificadores de Fertilizantes .....                                     | 95  |
| Tubos de Descarga de Granos Finos y Fertilizantes .....                  | 95  |
| Ruedas de Mando .....  | 95  |
| Doble Fertilización.....   | 96  |
| AUTONOMÍA DE SIEMBRA .....   | 96  |
| CAPACIDAD DE TRABAJO .....   | 96  |
| CONSIDERACIONES FINALES .....  | 97  |
| Un concepto diferente en sembradoras: las AIR DRILL.....                 | 98  |
| SEMBRADORAS POR AIRE (AIR-DRILL) .....                                   | 98  |
| CONFIGURACIÓN.....   | 98  |
| UNIDAD CARRO O TANQUE.....   | 99  |
| UNIDAD LOCALIZADORA O SEMBRADORA.....                                    | 99  |
| OTRAS APLICACIONES .....   | 100 |
| CONSIDERACIONES FINALES .....  | 100 |
| Bibliografía Consultada.....   | 102 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>FERTILIZADORAS CENTRÍFUGAS .....</b>  | <b>105</b> |
| La importancia de una correcta elección, uso y mantenimiento.....  | 105        |
| FERTILIZACIÓN Y MÁQUINAS .....   | 105        |
| REQUISITOS DE UNA BUENA FERTILIZADORA .....  | 106        |
| PRECISIÓN EN LA FERTILIZACIÓN. FACTORES A TENER EN CUENTA. ....  | 106        |
| MÁQUINAS FERTILIZADORAS.....   | 108        |
| Distintos Tipos .....  | 108        |
| Fertilizadoras Centrífugas de Disco .....  | 109        |
| Fertilizadoras de Distribución Pendular .....  | 109        |
| DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS QUE CARACTERIZAN LA FERTILIZACIÓN. ....                                       | 110        |
| DIMENSIONES.....   | 111        |
| PUESTA EN MARCHA DE LA FERTILIZADORA .....   | 111        |
| Operaciones Previas.....   | 111        |
| ENGANCHE Y NIVELACIÓN DE LA MAQUINA .....  | 113        |
| Máquinas de Arrastre.....  | 113        |
| Maquinas de Levante .....  | 113        |
| CALIBRACIÓN DE LA DOSIS DE ENTREGA DE FERTILIZANTE Y DETERMINACIÓN DEL ANCHO EFECTIVO DE COBERTURA ..... | 114        |
| EJEMPLO PRÁCTICO.....  | 115        |
| EL ANCHO DE COBERTURA.....   | 115        |
| DETERMINACIÓN DEL ANCHO EFECTIVO DE TRABAJO (UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN) GRADO DE SOLAPAMIENTO .....    | 116        |
| Forma de Operar .....  | 116        |
| SISTEMAS DE TRABAJO.....   | 118        |
| EJEMPLO PRÁCTICO.....  | 118        |
| ASPECTOS QUE INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD DE UNA FERTILIZACIÓN .....  | 119        |
| RECOMENDACIONES ESPECIALES.....  | 121        |

INTA EEA Concepcion del Uruguay

# **I - EL TRACTOR AGRÍCOLA**

**MANUAL DE EQUIPOS PARA LA SIEMBRA DE GRANOS**

**Ferrari, H. y Ferrari, C.**

**[2011]**

## EL TRACTOR AGRÍCOLA

### DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL TRACTOR

#### INTRODUCCIÓN

Cada nueva generación de tractores incorpora novedosas tecnologías que mejoran sus prestaciones tendientes a un mayor rendimiento, mayor potencia, velocidad, seguridad y confort. La mejor manera de aprovechar las ventajas y lograr reducciones en los costos operativos es mediante el uso intensivo de la máquina para obtener la máxima productividad; lo que implica mayor cantidad de horas de trabajo. Por ello resulta imprescindible que el operador de la máquina cuente con una adecuada capacitación para aprovechar al máximo las prestaciones. Por ello es necesario conocer los componentes, el funcionamiento y el correcto empleo de esta máquina tan importante e imprescindible del sector agropecuario.

Las máquinas agrícolas son, en general, la segunda inversión de capital luego de la tierra, incluso existen empresas agropecuarias donde las máquinas son la única inversión, como lo son los contratistas.

El operador es la persona que deberá obtener la máxima prestación del equipo y sobre todo conseguir que su uso tenga un bajo costo operativo. Para ello debe ser más que un conductor, debe conocer su funcionamiento, los riesgos de su uso y el mantenimiento.

Su puesto es clave en la empresa agropecuaria para mejorar la eficiencia de los trabajos y disminuir costos.

***“La mejor tecnología no funcionará correctamente si el operario que la tiene que aplicar no la utiliza adecuadamente”.***

#### TIPOS DE TRACTORES

Aunque intuitivamente se conozca lo que es el tractor se lo puede definir como *máquina automotriz con capacidad para remolcar, arrastrar y accionar otras máquinas.*

Obsérvese que está pensado para traccionar, para trabajar sobre terrenos agrícolas y para que su motor sea una unidad de potencia móvil, haciendo funcionar un grupo electrógeno, una bomba o un molino. Esto lleva a que su construcción sea totalmente diferente a otros vehículos y mucho más exigente, siendo su precio más elevado a igualdad de potencia.

Uno de los parámetros para evaluar a un tractor es la llamada eficiencia tractiva. Simplificando, diremos que es el porcentaje de su peso que puede traccionar a la barra de tiro, así, si la eficiencia es del 50% y el tractor pesa 6000 kg el mismo será capaz de “tirar” 3000 kg, o sea que a mayor eficiencia tractiva mayor será la eficiencia del uso del combustible y de los componentes en general.

En la bibliografía existen numerosas clasificaciones de tractores, hemos elegido una de las más sencillas. La primera gran división se puede hacer en función de las características de su sistema de desplazamiento, distinguiéndose:

- Tractores de Neumáticos.
- Tractores de Cadenas u Orugas.

Dentro de los de neumáticos cabe establecer tipos diferentes:

- Tractores Agrícolas Típicos:

Son tractores rígidos con dos ejes y con distinto diámetro de rueda. Su Potencia generalmente no supera los 300 CV. Pueden ser traccionados a un solo eje (2 x 4) con eficiencias tractivas del orden del 50% o a ambos (4 x 4) con eficiencias aproximadas al 65%, por eso en la actualidad los primeros (2 x 4) casi se han dejado de comercializar. Es importante destacar que habitualmente se utilizan el caballo vapor (CV) o los *Horse Power* en inglés (HP) para indicar la potencia. Sin embargo, la medida aceptada hoy día en todo el mundo es el kilowatt (Kw) que equivale a 0,75 de CV.

- Tractores Articulados

En general son de elevada potencia y con bastidor articulado para incrementar su maniobrabilidad. Característicos de grandes explotaciones, aunque también los hay pequeños, su ventaja es que tienen eficiencias tractivas del orden del 75%, por eso en la actualidad junto con los 4 x 4 constituyen casi todo el mercado.

Los tractores de cadenas (orugas) no emplean neumáticos para desplazarse utilizan una cadena con eslabones y zapatas. Ello les da, a igualdad de potencia, una capacidad superior de tracción, mayor maniobrabilidad y estabilidad. Pero son más lentos y debido a las características de su tren de rodaje no pueden desplazarse por vías asfaltadas.

Históricamente, se han empleado para trabajos especiales y dentro del ámbito forestal. Actualmente en los tractores agrícolas las cadenas han sido reemplazadas por bandas de goma que permiten corregir los inconvenientes comentados.

La principal ventaja de este tipo de tractores es que producen baja presión específica. La oruga es como si fuera una gran rueda apoyando mayor superficie, compactando menos el suelo, y con una eficiencia tractiva de más del 90%, su principal limitante es el alto precio y su menor aptitud para el transporte.

También existen tractores con diseños especiales para trabajos particulares tales como:

- Tractores estrechos destinados a explotaciones frutícolas o de viñedo, son de dimensiones pequeñas para permitir su tránsito por las calles de cultivos leñosos, como frutales o viñas.
- Tractores cañeros son más altos adaptados para ese tipo de explotación
- Tractores hortícolas de dimensiones pequeñas y muy versátiles para incorporar distintos implementos.

## EL MOTOR DIESEL

La base del funcionamiento de un motor de combustión interna es muy simple. La expansión de los gases producidos por la combustión dentro del cilindro empuja al pistón que, al estar unido por la biela al eje cigüeñal, provoca su rotación.

Para este proceso el pistón realiza cuatro recorridos o carreras dentro del cilindro y por ello son llamados motores de cuatro tiempos. En cada una de estas carreras ocurre una operación específica.

**Admisión:** aire atmosférico entra en el cilindro por el movimiento descendente del pistón.

**Compresión:** el pistón comprime el aire fuertemente, debido a ello éste alcanza una temperatura muy elevada, lo que permite que cuando ingrese el combustible entre en ignición.

**Expansión:** se inyecta el gasoil, y este se enciende inmediatamente por causa de la alta temperatura, **fíjese que no necesita una chispa como los nafteros**. Como producto de esta explosión se produce un gran aumento de la presión interna que empuja al pistón hacia abajo. Obsérvese que **este es el único tiempo** donde se produce trabajo mientras que el resto consumen energía.

**Escape:** se abre la válvula de escape y el pistón se dirige hacia la parte superior favoreciendo el barrido de los gases de combustión empujándolo hacia el tubo de escape.

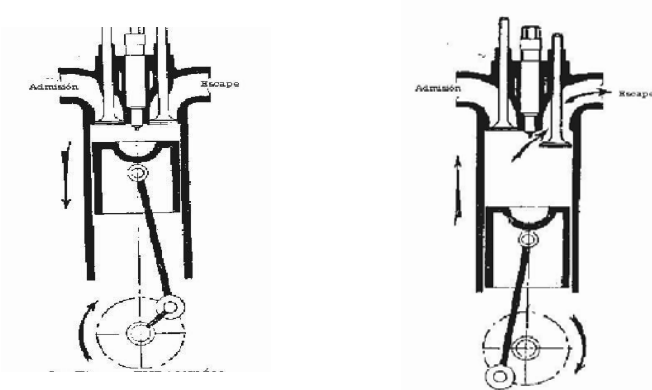


FIGURA 1. ESQUEMA DE EXPANSIÓN Y ESCAPE DEL SISTEMA DIESEL

La inyección es el mecanismo más complejo encargado de enviar a los cilindros, por medio de la bomba inyectora e inyectores, la cantidad necesaria de combustible, en el momento exacto y en forma de fino rocío.

Existen motores diesel, donde el combustible se inyecta en forma directa sobre la cámara de combustión, llamados de cámara abierta, y motores donde el combustible se inyecta en forma indirecta denominados de cámara dividida con bujías de precalentamiento.

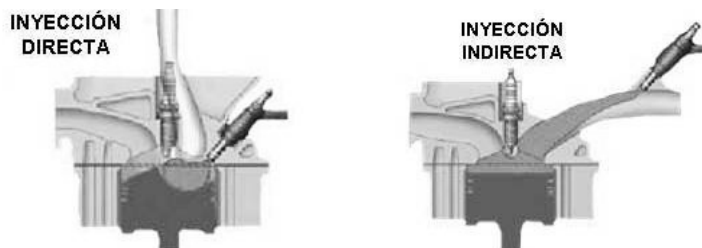


FIGURA 2. TIPOS DE INYECCIÓN EN MOTORES DIESEL

Los motores de inyección directa tienen mayor compresión que los de inyección indirecta y por lo tanto mayor eficiencia, pero son más ruidosos y tienen más vibraciones. Por eso, en general, no se los usa en autos pero sí en tareas de trabajo, son los usados en tractores, camiones, etc. Sin embargo, en la actualidad algunas empresas automotrices han conseguido, mediante técnicas muy especiales de inyección, utilizar motores de inyección directa en autos con bajas vibraciones y ruidos.

Existen dos conceptos importantes para comprender lo que dicen los folletos y manuales de tractores, uno es el trabajo que hace, al que se lo llama **torque o par motor**. Ésto está totalmente relacionado a la fuerza

que puede hacer ese motor. Cuando relacionamos ese torque o trabajo (fuerza x distancia) con la velocidad (distancia en el tiempo) aparece el otro concepto importante que es **la potencia** y la medimos en HP, CV o más apropiadamente en Kwa.

Obsérvese que si el motor funciona muy rápido, a gran velocidad, puede tener gran potencia aunque tenga poca fuerza, trabajo, y viceversa.

Los motores de última generación tienen como característica lo que se llama una elevada reserva de par que se mide en porcentaje, que no debería ser para un tractor menor al 20 ó 25%. En términos prácticos, significa que el motor, cuando está entregando su máxima potencia y se le exige más fuerza, es capaz de entregarla con una reducción relativamente pequeña del régimen de funcionamiento y sin detenerse.

Esa característica también les confiere la capacidad de mantener una potencia cercana a la máxima durante un amplio rango de régimen de vueltas. Así, por ejemplo, durante las tareas de labranza si el tractor entra en un sector duro de terreno, **en lugar de detenerse el motor**, pierde velocidad para luego recuperarla cuando el terreno está normal.

El **no detenerse** es muy importante ya que si un motor se detiene cuando está entregando su máxima potencia pueden producirse importantes daños por el rápido aumento de la temperatura. En definitiva una **reserva de par alta** permite que lo utilicemos **muy cerca de su potencia máxima** con bajos riesgos. El alto par también contribuye a iniciar los trabajos sin tironeos ni efectos perjudiciales sobre la transmisión.

### CIRCUITO DE COMBUSTIBLE

El combustible se encuentra depositado en el tanque, conducido por una cañería, llega al prefiltro, la llamada trampa de agua, que tiene por función retener las impurezas de mayor tamaño y el agua. Continúa su recorrido hacia la bomba alimentadora que es la encargada de impulsarlo, a baja presión, hacia los filtros y a la cámara de combustible de la bomba inyectora, donde sale el gasoil con elevada presión para ser dosificados por los inyectores en los cilindros.

El sistema de bomba inyectora es de **muy alta precisión** y se lubrica por el mismo gasoil por lo que **la limpieza del combustible es imprescindible** para su correcto funcionamiento. Las reparaciones de bomba e inyectores son uno de los puntos más caros de mantenimiento de un motor diesel.

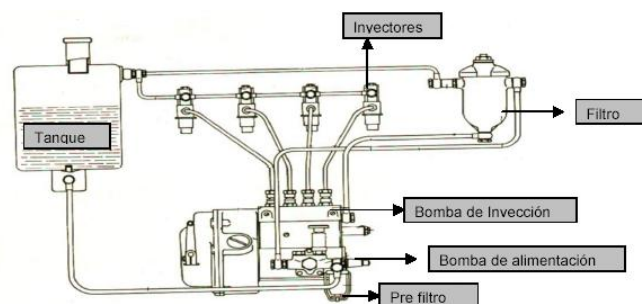


FIGURA 3. ESQUEMA BÁSICO DEL CIRCUITO DE COMBUSTIBLE

### SISTEMA DE LUBRICACIÓN

En los motores diesel hay gran cantidad de elementos en rozamiento y como donde hay fricciones se produce elevación de temperatura y desgastes. Por ello es necesario, para reducir sus consecuencias, colocar una película lubricante entre las distintas piezas

Los motores modernos tienen un sistema de lubricación forzada para asegurar que el aceite llegue a todas las partes mecánicas en movimiento.

El aceite es aspirado por una bomba que es la encargada de enviarlo, previo paso por los filtros, a los distintos puntos a lubricar a través de canales y orificios existentes en las piezas del motor. Los puntos vitales a lubricar son los cojinetes del cigüeñal, el árbol de levas, balancines y válvulas, aros, engranajes de distribución y otros mecanismos.

Durante el funcionamiento del motor, el aceite se contamina con impurezas y las mismas deben ser retenidas por los filtros. Fíjese que si un filtro se obstruye causaría la destrucción del motor (fundido), los filtros de calidad reconocida, como los repuestos originales, aseguran que aunque eso pase el aceite siga fluyendo. Por eso **jamás se deben utilizar filtros de mala calidad** o de marcas desconocidas.

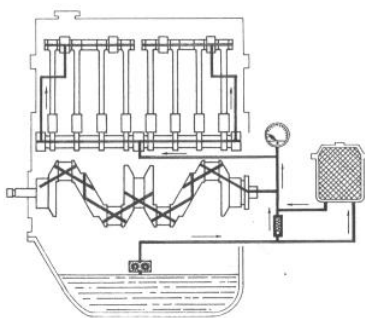


FIGURA 4. LUBRICACIÓN DEL MOTOR

#### LUBRICANTES

El uso de aceites y grasas junto con una buena conducción es quizás el paso más importante para obtener bajos costos de mantenimientos, larga duración, servicio satisfactorio y la duración óptima de las partes (cojinetes de las ruedas delanteras, etc.).

Es necesario tener en cuenta, que para almacenar los lubricantes se deben usar recipientes limpios, los cuales se guardan en sitios protegidos contra la tierra, humedad y otros agentes contaminantes.

#### Aceites

Los aceites lubricantes son productos derivados del petróleo y se obtienen de la mezcla de aceites minerales básicos, obtenidos en el proceso de refinación, a los cuales se agregan aditivos como antiespumantes, anticorrosivos, antioxidantes y dispersantes. Éstos aditivos son los que crean las condiciones favorables y específicas para el funcionamiento óptimo de la maquinaria agrícola.

Existen aceites específicos para motores, engranajes y sistemas hidráulicos, los cuales, como se explicó anteriormente, contienen aditivos específicos de acuerdo con su función. De ahí, que los números asignados a los aceites utilizados en los engranajes sean más elevados que el de los motores, aunque la viscosidad no necesariamente sea mayor.

Las características de los aceites varían de acuerdo con el uso específico para el cual se elaboran. Una de las más conocidas de es la viscosidad, que es la facilidad con que un aceite escurre o pasa por un delgado capilar. Esta propiedad varía con la temperatura, con lo que, cuanto mayor sea, menor es la viscosidad.

La forma más rápida de identificar la viscosidad es utilizando una escala creada en 1911 por la Sociedad Americana de Automotores (SAE). Por números se expresan los resultados de medición del aceite a bajas temperaturas, en rango entre  $-10$  y  $-35$  grados si contiene la letra W, o a 100 grados centígrados el resto de la escala. La importancia de mantener una viscosidad adecuada a temperaturas diferentes radica en que

se debe lograr una buena lubricación bajo las más diversas condiciones de operación de la maquina. Mediante el agregado de ciertos polímeros se han desarrollado los aceites multigrado que tienen como ventaja mantener una adecuada viscosidad en un amplio rango de temperaturas.

Por ejemplo, un aceite SAE 10W 50, indica la viscosidad del aceite medida a  $-18^{\circ}\text{C}$  y a  $100^{\circ}\text{C}$ , en ese orden. Nos dice que el este aceite se comporta en frío como un SAE 10 y en caliente como un SAE 50. Así que, para una mayor protección en frío, se deberá recurrir a un aceite que tenga el primer número lo más bajo posible y para obtener un mayor grado de protección en caliente, se deberá incorporar un aceite que posea un elevado número para la segunda.

Los aceites han ido evolucionando mediante el agregado de aditivos específicos. Entre los principales aditivos se pueden enumerar:

- ✓ *Detergentes y dispersantes*: esenciales en motores diesel ya que ayudan a evitar la acumulación de las partículas de carbón que se forman durante la combustión.
- ✓ *Antioxidantes*: protegen al aceite de la degradación a altas temperaturas y evitan la formación de ácidos y el aumento de la viscosidad.
- ✓ *Antifricción*: permite la adherencia del aceite sobre superficies en rápido movimiento y alta presión de contacto.
- ✓ *Antiespuma*: evita la formación de la misma.
- ✓ *Inhibidores de corrosión*: protegen a los metales de una corrosión prematura.

### Clasificaciones

De acuerdo con las capacidades de prestación de los aceites, el Instituto Americana del Petróleo (API) junto a la SAE ha establecido un sistema de clasificación general de reconocimiento mundial. La primera letra de la clasificación indica si el aceite es apto para motores nafteros con letra "S" o para motores diesel con letra "C". La segunda letra de la clasificación aumenta con relación a las exigencias que puede soportar el aceite, partiendo desde la "A" para motores de bajas revoluciones, hasta los últimos en motores nafteros con letra "L". Desde el año 2001 para motores diesel el de mayor capacidad de lubricación es el CH-4 apto para motores gasoleros turbo postenfriados con altas exigencias.

Hay que aclarar que un mismo aceite puede reunir propiedades que lo hagan apto para varias categorías, por ejemplo CD-CC-SE-SF, que en este caso significa que cumple con los requerimientos "S" de motores nafteros y "C" gasoleros de altas exigencias.

Atendiendo a que las condiciones de trabajo en Europa son diferentes a los de EE.UU. surgió una nueva propuesta por parte de la Asociación de Constructores Europeos de Automóviles (ACEA). La cual ha desarrollado su propio sistema de clasificación teniendo en cuenta no solo los motores sino las compañías petroleras, y los entes de normalización y definición de productos, en la cual se diferencian por letras, los motores a nafta (A), los diesel livianos (B) y los diesel de vehículos industriales (E) con tres niveles de calidad de 1 a 3, siendo 3 el de mayor calidad. Por ejemplo un motor de tractor de más de 10 años sin turbo podría emplear una calidad E1-96, uno turbo un E2-96, y en un nuevo motor turbo con postenfriado con altas presiones de inyección sería aconsejable el empleo de un aceite E3-96.

Sin embargo, **siempre**, se deberán respetar las recomendaciones dadas por el fabricante del motor o del tractor en cuanto a la calidad de aceite requerida en forma independiente de la marca a emplear. Una vez definida la calidad requerida, la elección del proveedor será extremadamente importante siendo desaconsejable la compra de las grandes ofertas a bajo precio sin una empresa responsable detrás, que se pueden convertir en pérdidas importantísimas a la hora de producirse roturas de costosas reparación del motor.

### Grasas

Las grasas son lubricantes muy viscosos formados por la unión de un aceite mineral (fluido lubricante) y un jabón metálico a los cuales se le agregan sustancias aditivas que mejoran cualidades. Su función, tal y como se especificó anteriormente, es evitar el contacto metálico entre piezas móviles.

La condición espesa de la grasa tiene por finalidad facilitar el trabajo eficiente en condiciones de temperaturas elevadas, cuando existen velocidades de rotación alta, o con cargas y ambiente contaminado.

Existen diferentes tipos de grasas, entre las cuales se pueden citar las siguientes: grasas de chasis, de textura fibrosa y la multipropósitos.

- ✓ Las *grasas de chasis* se elaboran a base de jabón de calcio. Son de buena resistencia a la acción del agua y de consistencia blanda; se recomiendan en la lubricación de todo tipo de vehículo automotor y maquinaria en donde las condiciones de trabajo no sean severas, y para la lubricación de chasis.
- ✓ Las *grasas de texturas fibrosas* son a base de jabón de sodio. Son de consistencia mediana y se recomiendan para rodamientos que operan a mediana y altas velocidades y cargas, no son buenas para soportar la acción del agua.
- ✓ Las *grasas multipropósitos* se elaboran a base de jabón de litio; son de uso múltiple, resistentes a la acción del agua y soportan las temperaturas elevadas. Se emplean para la lubricación de piezas sometidas a diferentes condiciones de funcionamiento, excepto las temperaturas muy altas. Si uno desconoce o tiene dudas de cual es la grasa específica utilizar las en base litio.

### SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Los motores, durante su funcionamiento, producen calor por la fuerte compresión del aire dentro del cilindro, por la combustión y por el rozamiento de las partes mecánicas en movimiento. Por todo esto, los motores de combustión interna, necesitan un sistema de refrigeración eficiente, pudiendo ser por aire o por agua.

#### MOTORES REFRIGERADOS POR AIRE

Consiste en un turbo ventilador que envía aire hacia los cilindros y es accionado por una correa que toma mando del motor.

Estos sistemas tienen la ventaja de tener menos componentes que los de agua, y eliminar los problemas de corrosión dentro del motor. Sin embargo, trabajan a mucha mayor temperatura (130 – 150°C) y por lo tanto el sistema debe ser siempre controlado. Otra de las desventajas es que son más ruidosos.

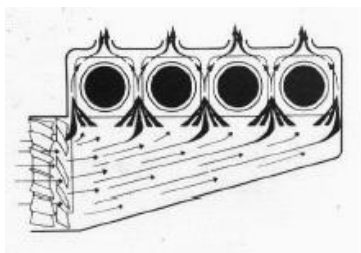


FIGURA 5. ESQUEMA DE MOTORES REFRIGERADOS A AIRE

#### MOTORES REFRIGERADOS POR LÍQUIDO

El líquido refrigerante es el elemento responsable de tomar el calor del motor y cederlo al ambiente enfriándose. Hablamos de líquido refrigerante y no de agua debido a que en la actualidad todos los motores usan esos líquidos que si bien, mayoritariamente son agua destilada, tiene agregados antioxidantes, antiespuma y otros aditivos que mejoran su capacidad para enfriar como algunos alcoholes que los hacen muy diferentes del agua y es **absolutamente necesario utilizarlos** debiendo ser de muy buena calidad.

El líquido refrigerante circula por acción de la bomba de agua y va desde el radiador (enfriado) por acción del flujo de aire generado por el ventilador, hasta pasar por el bloque del motor para enfriarlo y llevar la temperatura hacia el radiador para volverla a enfriar. El sistema cuenta con un elemento clave que es el termostato, éste regula el paso del líquido, permitiendo que el motor tome temperatura de trabajo rápidamente (80 – 90°C) y que la ella sea constante independientemente de la temperatura ambiente. Los motores sufren un desgaste muy alto cuando funcionan fríos y roturas muy importantes si pasan de las temperaturas máximas de trabajo.

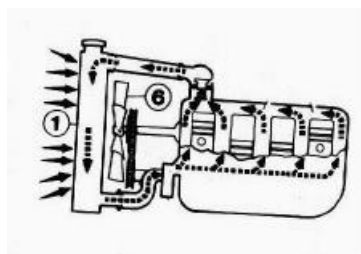


FIGURA 6. ESQUEMA DE MOTORES REFRIGERADOS POR AGUA

#### SISTEMA ELÉCTRICO

El tractor posee una planta productora de electricidad formada por un generador (alternador), la batería y el regulador de voltaje; esta usina provee de electricidad como mínimo a tres sistemas: de calentamiento (en los motores de inyección indirecta), de arranque y de iluminación. En la actualidad es común que además los motores estén comandados por una central electrónica que determina la inyección, puesta a punto de válvulas, etc. Además de que muchos tienen sus bombas de combustible eléctricas. Ésto hace que el sistema eléctrico en los nuevos tractores sea imprescindible tenerlo en óptimas condiciones porque condicionan en forma directa el funcionamiento del tractor.

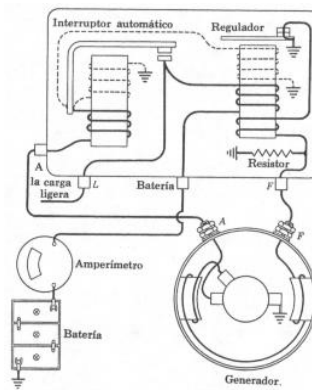


FIGURA 7. ESQUEMA BÁSICO DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

## SISTEMAS DE TRANSMISIÓN

### TRANSMISIÓN MECÁNICA

Es el sistema de transmisión más difundido en los tractores agrícolas no solamente por su simplicidad sino porque son los más eficientes. La transmisión lleva el movimiento de rotación del motor a las ruedas motrices y a la toma de potencia mediante un conjunto de elementos como: el embrague, la caja de velocidades, el diferencial, los reductores finales.

En definitiva siempre va a existir un engranaje motriz que toma potencia del motor y otro engranaje movido. De la relación entre el número de dientes del primero con el segundo se tendrá menor velocidad y un mayor torque (por ej. 1<sup>º</sup> velocidad en baja) o alta velocidad y menor torque (por ej. 4<sup>º</sup> en alta).

Este tipo de caja es la más eficiente en términos de transmitir energía teniendo muy pocas pérdidas por calor.

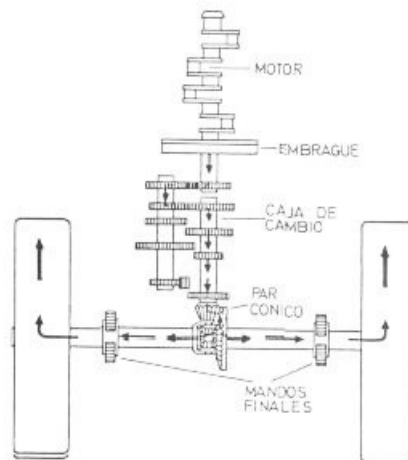


FIGURA 8. ESQUEMA DE SISTEMA DE TRANSMISIÓN MECÁNICA.

Un avance en estas cajas, que hoy día lo traen la totalidad de los tractores, es la incorporación de los llamados cambios sincronizados. Esto permite realizar cambios hacia velocidades menores sin necesidad de detener el tractor para que el cambio “entre”. Esta modalidad es muy útil para el transporte o el desplazamiento vehicular pero no aporta demasiadas ventajas en situaciones de trabajos de tracción.

Todo el sistema está en baño de aceite, caja de velocidades, conjunto diferencial, y reductores. Este aceite deber ser cambiado, según lo indica la tabla de mantenimiento no porque pierda sus características lubricantes como el del motor por la combustión, sino porque se va saturando de partículas metálicas del desgaste de los engranajes hasta que termina siendo una pasta abrasiva en lugar de lubricante.

### *Cambios Secuenciales*

Un avance sobre las transmisiones mecánicas convencionales han sido los llamados cambios secuenciales. Estos consisten en una caja similar a la convencional pero que cuenta con un sistema que automatiza el embrague conjuntamente con la elección del cambio solicitado. Es decir que cuando uno mueve la palanca hacia delante para conseguir un cambio más alto o hacia atrás para uno más bajo se pone en funcionamiento un sistema eléctrico o hidráulico que embraga y coloca el cambio por nosotros. El sistema es más veloz que lo que puede hacer aun excelente conductor.

### TRANSMISIÓN HIDRÁULICA

Este sistema se utiliza cuando se necesita variar en forma continua la velocidad sin escalonamientos como con las cajas de velocidades o cuando la máquina debe ir marcha atrás y adelante en forma reiterada ya que no poseen embrague, por ello se los ve equipando cosechadoras o niveladoras viales. Además de ser más caros son más ineficientes que los mecánicos, se pierde energía para mover el aceite, por ello difícilmente se los vea como única transmisión en tractores agrícolas dónde, por lo general, los más avanzados combinan ambos sistemas el hidráulico y el mecánico.

Están constituidos por el motor de combustión interna que da movimiento como en cualquier otro, una bomba de caudal variable, válvula reguladora de caudal, un motor hidráulico y reductor.

A su vez se pueden diferenciar básicamente dos tipos de transmisiones:

- ✓ *Transmisión hidrodinámica:* emplean caudales relativamente altos con presiones bajas. Cada vez tiene mayores aplicaciones en los tractores agrícolas. Un ejemplo de ello es el tipo de transmisión llamada convertidor de par que proporciona la multiplicación de par y características de adaptación automática a las cargas en condiciones de trabajo con altas exigencias. El convertidor es un elemento que permite “bajar” medio cambio **sin tocar el embrague**, lo que en algunos tractores viene simbolizado como una liebre y una tortuga. Ésto quiere decir que teniendo un convertidor es posible llevar el motor cerca de su potencia máxima en forma prolongada, ya que cuando el motor baja sus revoluciones cerca del punto de calado (pare) se puede en forma inmediata poner un cambio menor a través del convertidor, si tuviera que apretar el embrague el tractor se detendría con el implemento clavado en la tierra o si fuera un camión subiendo una cuesta rodaría hacia abajo. De esto se deduce que siempre luego de usar el convertidor **se lo debe volver a colocar en la posición alta, liebre**. El convertidor consta de un impulsor conectado al volante del motor, una turbina conectada a un eje de salida y un estator. El fluido del convertidor transmite la potencia, y el estator, al dirigir, a su vez, el aceite hacia los alabes del impulsor, multiplica el par. En todas las máquinas, el enfriador de aceite controla la temperatura del aceite del convertidor de par, obteniéndose así mayor duración en condiciones extremas.
- ✓ *Transmisiones hidrostáticas:* en contraposición a las anteriores, trabajan con caudales bajos y presiones altas. Este tipo es el que tradicionalmente se utiliza en las maquinas agrícolas y son los típicos sistemas hidráulicos del tractor donde a través de sus terminales se conectan los por ejemplo cilindros hidráulicos que funcionan para levantar máquinas.

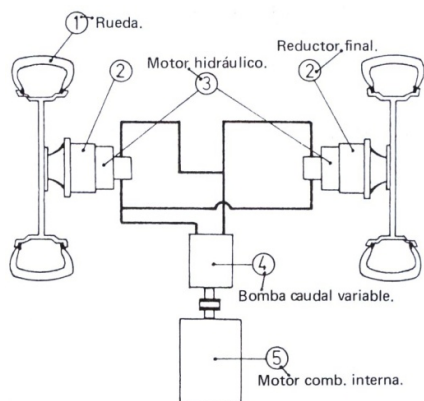


FIGURA 9. CIRCUITO BÁSICO DE TRANSMISIÓN HIDRÁULICA

- ✓ **Transmisiones automáticas.** Como su nombre lo indica son transmisiones que se realizan en forma automática es decir sin la intervención del conductor. Se encuentran en los tractores más modernos, avanzados y de alta potencia. En general tiene dos opciones, que debe realizar el conductor, priorizar la tracción por ejemplo para tareas de alto esfuerzo como arar, o priorizar la velocidad y también el régimen de la toma de potencia por ejemplo para pulverizar. Una vez elegida la opción según el trabajo a realizar una computadora decidirá el cambio más apropiado a medida que vayan cambiando las condiciones de trabajo. En algunos también existe una tercera opción que permite optimizar el consumo.

El sistema se basa en engranajes concéntricos llamados hepicicloidales que tienen la virtud de poder realizar cambios de relaciones entre engranajes sin detenerse.

### TOMA DE POTENCIA

A través del árbol de la toma de potencia el tractor transmite potencia a las máquinas que se le acoplan, accionando total o parcialmente sus órganos de trabajo.

La transmisión se realiza mediante el movimiento de rotación del árbol de la toma de potencia. Este gira, visto el tractor desde su parte posterior, en el sentido de las agujas del reloj.



FIGURA 10. VISTA DE TOMA DE POTENCIA DEL MOTOR

Según la velocidad normalizada de giro y dimensiones, se establecieron las siguientes categorías:

| Categoría | Diámetro Nominal (mm) | Cant. y Tipos de Estrías | Régimen Nominal V/min. |
|-----------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| 1         | 35                    | 6 – recta                | 540                    |
| 2         | 35                    | 21 – recta               | 1000                   |
| 3         | 45                    | 20 - recta               | 1000                   |

La toma de potencia según el equipo que acciona, se clasifica en:

- ✓ *Toma de potencia accionada por el eje intermediario de la caja de cambio:* se acopla y desacopla con el embrague de la transmisión.
- ✓ *Toma de potencia independiente:* está accionada desde el motor. Su acoplamiento se realiza mediante un embrague propio, lo que permite el funcionamiento continuo, aún con el tractor detenido.
- ✓ *Toma de potencia de cambio:* la velocidad de giro del árbol está sincronizada con la velocidad de avance del tractor.

Las más usadas son las categorías 1 y 2 y la mayoría de los tractores tienen el tipo de toma de potencia independiente lo que es deseable por comodidad de trabajo y seguridad de uso.

## ENGANCHE DE TRES PUNTOS

Muchos tractores vienen equipados con este tipo de enganche y está compuesto por dos brazos laterales y uno central en posición superior.

Los brazos laterales, por medio de palancas del sistema hidráulico, pueden moverse en forma ascendente o descendente.

La longitud del brazo central (superior) es ajustable y permite la regulación de los implementos de atrás hacia adelante.

A través del enganche de tres puntos la máquina acoplada forma una unidad con el tractor, denominada integral o montada. Permite el movimiento de las posiciones de trabajo y transporte; regula la carga y profundidad de labor; transfiere fuerza -transferencia de peso- al eje trasero y delantero del tractor de manera mayor que otro tipo de acople siendo, por lo tanto muy eficientes, además de tener una gran capacidad de maniobra.

En Argentina es un sistema que, a diferencia de Europa, no se ha difundido mucho debido a que se utilizan equipos de gran ancho de labor y este sistema no lo admite.

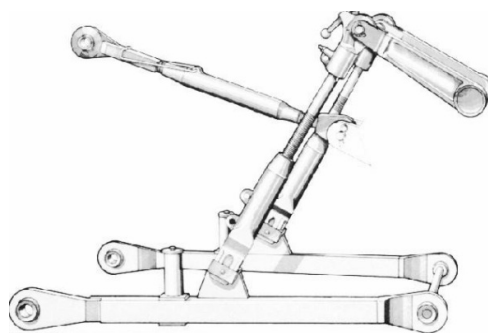


FIGURA 11. ESQUEMA DEL DISPOSITIVO DE TRES PUNTOS

El enganche, accionado hidráulicamente, tiene la posibilidad de responder a distintas formas de control. Ellas son:

- ✓ *Control de carga:* mediante este control la carga o resistencia al avance que ofrece un arado es siempre la misma. Ello se logra modificando la profundidad de trabajo según la información que proporciona un mecanismo detector de carga. De esta forma se beneficia el motor ya que el mismo siempre tendrá una carga constante sin alterar su funcionamiento
- ✓ *Control de posición:* controla la profundidad manteniéndola constante. En este caso se prioriza la herramienta y el motor tendrá cargas variables.

- ✓ *Control de carga y profundidad:* con este tipo de control, también llamado mixto, se logra combinar una respuesta a la carga y a la posición aunque de forma atenuada.

## BARRA DE TIRO

Es la barra de enganche para implementos de tracción, que puede ser de dos tipos: barra de tiro para implementos de arrastre y para enganche de tres puntos.

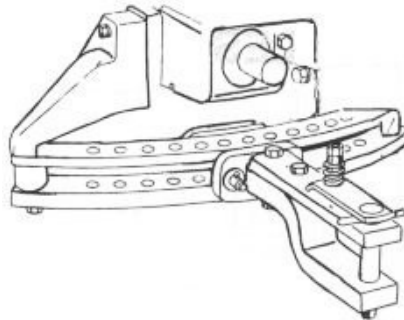


FIGURA 12. ESQUEMA BARRA DE TIRO REGULABLE

La barra de enganche debe ser regulable en altura y longitud, y además debe permitir trabajar en forma oscilante o fija en una posición. De esta manera es posible lograr un correcto enganche de los implementos de arrastre con la finalidad de mejorar la eficiencia de trabajo.

## TROCHA

La trocha del tractor es la distancia entre ruedas, medidas en un mismo eje, de centro a centro de los neumáticos. Ésta es variable para permitir su adaptación a distintos trabajos culturales, optimizar el enganche y la regulación de las distintas maquinarias.

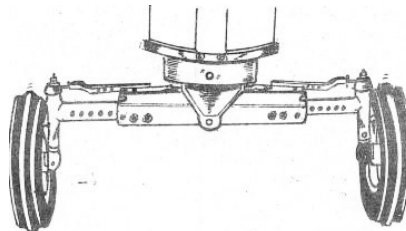


FIGURA 13. ESQUEMA BARRA DE TROCHA DEL TRACTOR

## CONTRAPESO O LASTRES

El peso es fundamental para que el tractor pueda traccionar, a mayor peso mayor capacidad de tracción. Siempre se deben respetar los lastres máximos de fábrica, caso contrario la transmisión puede sufrir daños. Por otro lado, tener al tractor totalmente lastrado cuando no se realizan tareas de esfuerzo es un gasto inútil de combustible y rodados provocando además compactación de suelo.

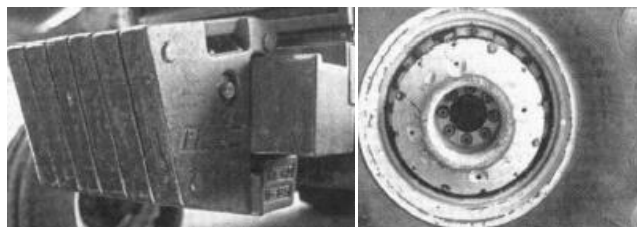


FIGURA 14. TIPOS DE LASTRES

Bien empleados, controlan el patinamiento y la dirección del tractor. Pueden ser colocados en las ruedas motrices para reducir el patinamiento mediante contrapesos o agua en las cubiertas, o con contrapesos en la parte delantera para evitar el levantamiento del tractor.

Existe también un lastre de tipo dinámico, que se da cuando se alarga o se acorta la barra del tractor o bajando o subiéndola, es decir produciendo una transferencia de peso al eje trasero del tractor desde el apero tirado por él. Para maximizar este efecto siempre se debe colocar el enganche lo más alto posible en el tractor y lo más bajo posible en el implemento.

Como norma general, se debe lastrar completamente al tractor cuando se realicen trabajos que demanden esfuerzos de tracción importantes.

## NEUMÁTICOS

Transferir la potencia de un motor hasta la barra de tiro depende en gran medida de la relación de las ruedas con el suelo. Por lo que el tipo y estado de los neumáticos son importantes para mejorar la respuesta del tractor.

El diseño, la presión de inflar, el tipo de construcción y el peso inciden en un mayor o menor empleo de la potencia de tracción, mayor o menor desgaste de los equipos y mayor o menor consumo de combustibles.

Las funciones que deben cumplir los neumáticos son: transmitir la fuerza del motor para generar fuerza de tracción, soportar el peso del tractor, brindar suspensión, lograr un adecuado despeje del tractor, frenado y conducción. A partir de su construcción se diferencian dos tipos:

### CARCASA DIAGONAL.

En este tipo de neumáticos, convencional, la banda de rodadura es solidaria con los flancos (costados).

Todas las flexiones son transmitidas a la banda de rodadura, en consecuencia se produce:

- ✓ Fricción con el suelo.
- ✓ Deformación de la superficie de contacto con el suelo.
- ✓ Mayor compactación del suelo.
- ✓ Desgaste más rápido.
- ✓ Menor adherencia.
- ✓ Consumo de combustible más elevado.

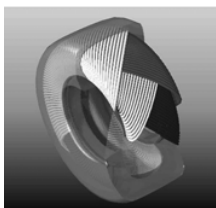


FIGURA 15. ESQUEMA DE NEUMÁTICO CONVENCIONAL



FIGURA 16 ESQUEMA HUELLA Y PISADA DE NEUMÁTICO CONVENCIONAL

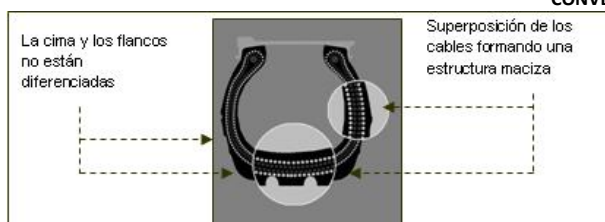


FIGURA 17. DETALLE DEL EFECTO DE PISADA DEL NEUMÁTICO CONVENCIONAL

**CARCASA RADIAL**

El principio de la técnica radial es hacer trabajar de forma independiente cada parte del neumático.

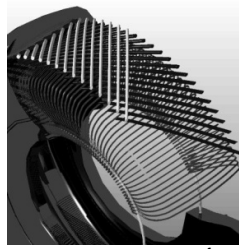


FIGURA 18. ESQUEMA DE NEUMÁTICO RADIAL

Las flexiones no son transmitidas a la banda de rodamiento, lo cual implica:

- ✓ Reducción de las fricciones con el suelo.
- ✓ Ningún desplazamiento entre las lonas de la carcasa.
- ✓ Disminución de las deformaciones de la superficie de contacto con el suelo.
- ✓ Menor compactación del suelo

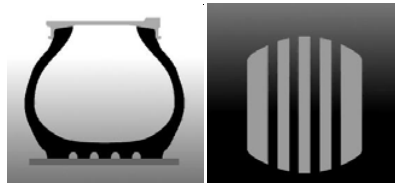


FIGURA 19. ESQUEMA DE HUELLA Y PISADA DE NEUMÁTICO RADIAL

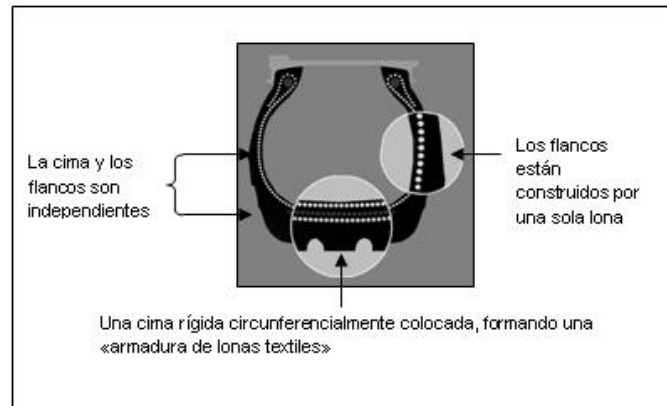


FIGURA 20. DETALLE DE LA PISA DE UN NEUMÁTICO RADIAL

**SISTEMA HIDRÁULICO**

El sistema hidráulico se basa en la transmisión de energía mediante un fluido confinado en un circuito cerrado. Este sistema se caracteriza por su seguridad, confiabilidad y sencillez en la transmisión de energía. Consta de: depósito de aceite, bomba hidráulica, válvulas distribuidoras y cilindros hidráulicos.

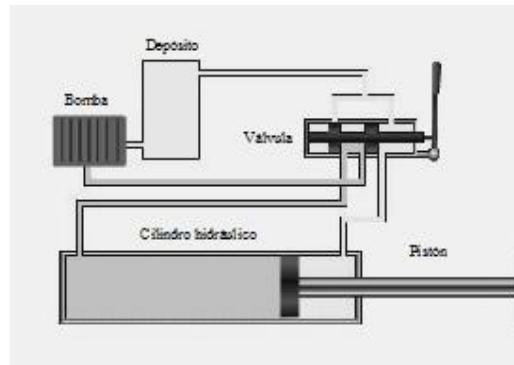


FIGURA 21. ESQUEMA BÁSICO DE UN SISTEMA HIDRÁULICO

Existen dos tipos de sistemas hidráulicos:

- ✓ **Abierto:** la bomba hidráulica genera constantemente caudal, aún cuando el circuito permanece en reposo. En este caso, el caudal generado por la bomba atraviesa la válvula de mando y vuelve al depósito.

Cuando el sistema está activo el caudal que entrega la bomba se inyecta dentro del cilindro hidráulico u otro actuador.

Estos sistemas son los más económicos y los más difundidos. Sin embargo, son los más ineficientes, ya que están siempre funcionando, y por lo tanto los que más rápidamente se desgastan.

- ✓ **Cerrado:** la bomba trabaja si el sistema está activo, es decir cuando se quiere transmitir energía. En esta circunstancia la bomba genera el caudal necesario que demanda el actuador. Estando el sistema en reposo, no hay caudal, pero el sistema está bajo presión.

Para ambos sistemas, pero sobre todo para los de centro abierto se deben extremar las precauciones para no contaminar el sistema con partículas extrañas (tierra, arena, etc.). Estos sistemas tienen una bomba de engranajes que funciona en forma permanente, por lo tanto se dañará rápidamente con el consecuente mal funcionamiento.

Los conectores de los acoples rápidos deben siempre estar limpios, nunca dejarlos en la tierra, siempre las hembras de los acoples en el tractor deben tener sus tapones colocados y por último nunca dejar el sistema bajo presión al momento de desenganchar la máquina.

## SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AIRE

Frecuentemente el tractor trabaja inmerso en una nube de tierra que ensucia el aire que el motor aspira para realizar la combustión del gasoil.

La función del filtro de aire es impedir la entrada de tierra suspendida en el aire en el motor. De lo contrario aquella ingresará a los cilindros, se mezclará con el aceite lubricante, y formará una pasta esmeril que en pocas horas de funcionamiento desgastará los aros de los pistones, rayará las camisas, los cojinetes de biela y cigüeñal, y hasta los propios pistones.

Existen básicamente dos tipos de filtros de aire:

**Filtros de Aire Seco:** Este tipo de filtro se caracteriza por retener más del 99% de las partículas en suspensión con cualquier régimen de funcionamiento del motor. Es decir que su eficiencia es realmente alta. Por lo general está constituido por un predepurador centrífugo que elimina las partículas gruesas, un cartucho principal de celulosa y un cartucho de seguridad de paño.

Filtro de Aire en Baño de Aceite: Está compuesto por un predepurador ciclónico o centrífugo y dos elementos filtrantes de malla metálica, uno fijo y otro removible para efectuar la limpieza. Ambos elementos están dentro de una carcasa cuyo fondo lo cierra un tazón provisto de aceite.

El aire con tierra es aspirado desde el motor y es obligado a atravesar el predepurador ciclónico, el cual le imprime un movimiento circular que hace que las partículas más gruesas, debido a su peso, choquen con las paredes del depurador. Luego caen por gravedad y parte de ellas se depositan en el recipiente transparente (vasito) que acompaña al predepurador, otra parte cae fuera del sistema regresando a la atmósfera. El resto continúa por la columna hacia la masa de aceite, la que, impulsada por el aire, salpica las mallas metálicas. Estas, impregnadas de aceite, retienen las partículas de polvo que quedan adheridas.

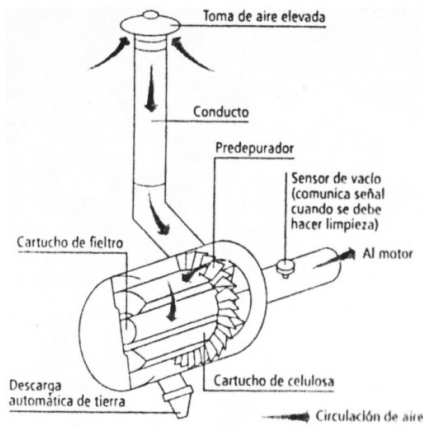


FIGURA 22: ESQUEMA FILTRO DE AIRE HÚMEDO

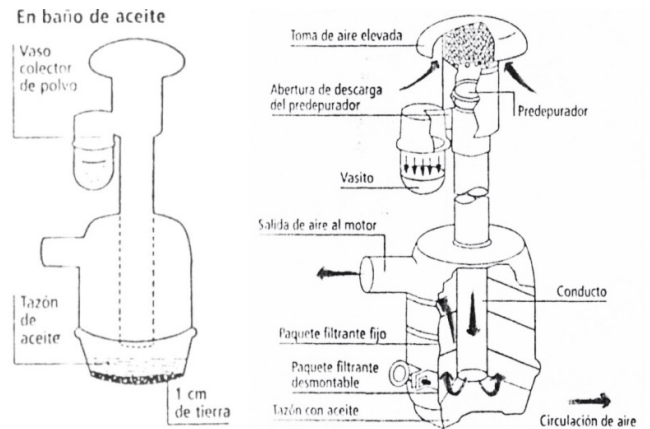


FIGURA 23. ESQUEMA FILTRO EN BAÑO DE ACEITE

## MANTENIMIENTO DE TRACTORES AGRÍCOLAS

### INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de los tractores es de suma importancia debido a la necesidad de conservarlos, ya que su reposición es una inversión muy costosa. Para que el tractor mantenga su eficiencia, y a la vez para que conserve su valor a través de las horas de trabajo, el usuario deberá brindarle algunos cuidados mínimos que siempre tendrán carácter de inversión. El tractor, al cabo de un período razonablemente largo, indemnizará al usuario por estas pequeñas incomodidades, si es que realmente lo son, funcionando con la misma eficiencia y el mismo vigor de sus primeros días, prolongando la vida mecánica de todas sus piezas y resguardando así la inversión que requirió su compra.

Las labores de mantenimiento del tractor involucran el cuidado que se debe tener sobre los componentes mecánicos, así como el manejo adecuado de los combustibles y lubricantes.

### LIMPIEZA

El tractor debe estar limpio, una buena práctica es establecer días fijos de la semana, por ejemplo viernes de tarde, para el lavado de los tractores del establecimiento. Esto no sólo es estético, cumple un rol mucho más importante y siempre se lo debe realizar en frío, permite detectar fugas de aceite y combustible que de otro modo quedan cubiertas de tierra, limpiar el sistema de refrigeración -las aletas del radiador en los refrigerados por agua y las de los cilindros en los de aire-. Es importante recordar que un sistema sucio refrigerará mal, la tierra es un excelente aislante del calor.

La observación de pérdidas de aceite en caja, diferencial o palieres hace necesario revisar el nivel de grasa de los mismos en forma muy frecuente hasta su reparación, el no cambiar un simple retén puede traer consecuencias graves con reparaciones muy costosas de transmisiones.

También el momento del lavado es ideal para revisar rótulas de dirección y juegos de ruedas, movimientos en general, luces, presión de cubiertas y realizar posteriormente las tareas de engrase y éste también es el momento para completar la planilla de novedades.

### EL CUIDADO DE LOS COMPONENTES MECÁNICOS

Antes de iniciar cada jornada es necesario proceder a verificar los niveles de aceite del motor, y de agua del radiador, drenar el vaso de sedimentación de impurezas, y revisar el nivel de combustible, el cual debe ser suficiente para cumplir con las labores diarias.

También es aconsejable, antes de iniciar los trabajos con el tractor, hacer funcionar el motor en vacío durante algunos minutos con el fin de que el aceite adquiera la temperatura ideal de funcionamiento y lubrique debidamente todas las partes mecánicas.

Un buen tractorista debe atender el mínimo desperfecto del motor o de cualquiera de los componentes con el fin de poder corregirlos al menor costo posible. Además, se debe revisar diariamente los niveles de aceite, presión de aire de los neumáticos, el nivel de agua de la batería y del radiador, correas, y estado de

las mangueras. En la mayoría de los casos, los defectos pueden corregirse mediante soluciones sencillas que derivan, en general, de la simple observación de los problemas.

Por otra parte, si el tractor ha estado funcionando con trabajos pesados **nunca apagar el motor bruscamente**; en este caso, es aconsejable disminuir las revoluciones del motor hasta llegar a un "mínimo", y luego, detener su funcionamiento, es decir, "apagar el motor". Esto es indispensable en los motores refrigerados por aire y en los turbo, detenciones bruscas provocarán el engranado de los turbos y la fisura de las tapas de los refrigerados por aire.

Es importante considerar el resguardo del tractor cuando no se encuentra en funcionamiento. Es recomendable que los tractores y los equipos se guarden en galpones, particularmente los primeros. En estos lugares quedan preservados del sol y la lluvia; por otra parte allí pueden efectuarse cómodamente los ajustes y reparaciones que deban hacerse en el propio establecimiento.

Otro aspecto de interés se refiere al período de ablande o asentamiento. Se entiende como tal, al lapso de tiempo necesario, generalmente entre 50 y 80 horas de marcha, según marca y modelo, para que todas las piezas sustituidas o cambiadas, tales como: aros, cilindros, cojinetes, engranajes, de un motor reparado, se ajusten entre sí para obtener su óptimo rendimiento.

Durante el período de ablande o asentamiento, el consumo de aceite es mayor que en condiciones normales. Con el transcurso del tiempo el consumo de aceite disminuye y aumenta la eficiencia del motor. Este período de asentamiento debe transcurrir respetando estrictamente las indicaciones contenidas en el manual correspondiente a cada modelo de tractor. Una vez concluido el período de ablande se debe reponer totalmente el lubricante y realizar todos los ajustes señalados por el fabricante.

## MANEJO DE COMBUSTIBLES Y LUBRICANTES

En general, se entiende por combustible al carburante que hace funcionar el motor de un vehículo, maquinaria o aparato, y por lubricantes, a todas aquellas sustancias que producen una película antifriccionante entre dos piezas en movimiento tales como los aceites y las grasas.

### COMBUSTIBLES

La calidad del combustible usado es un factor de gran importancia para la vida útil del motor. Por esta razón, los combustibles que pueden considerarse adecuados deben estar limpios.

Deben almacenarse en un lugar limpio de tierra, agua y otras materias extrañas; además, es fundamental evitar el almacenamiento prolongado del combustible para prevenir futuras fallas en el motor y/o bomba de inyección, y la obstrucción de los filtros, ocasionadas por el uso de combustible sucio.

La contaminación con agua se produce de dos formas: externa o interna. La primera penetra directamente en el recipiente o tanque por filtración o acumulación del agua de lluvia sobre las bocas de carga.

La contaminación interna se produce durante los días de calor si los tambores permanecen varias horas al sol, cuando se enfrían juntan agua. Ello se produce al condensarse la humedad que se encuentra dentro del tanque, precipitando pequeñas gotas de agua dentro del recipiente. Para evitarlo se recomienda llenar el depósito de combustible después de cada jornada de trabajo con el fin de evitar la formación de humedad.



FIGURA 24. ESQUEMA DE CONDENSACIÓN DE COMBUSTIBLE

La contaminación con partículas de tierra proviene del polvo que flota en el ambiente y queda pegado a la superficie de embudos, mangueras y recipientes.

**RESUMIENDO: Para evitar contaminaciones se recomienda:**

- ✓ Dejar reposar el combustible en el tambor una vez recibido
- ✓ Mantener los tambores en forma vertical y con cierta inclinación, de manera que el agua acumulada de lluvia no llegue a la boquilla del tanque
- ✓ Purgar los tanques de combustibles antes de volver a llenarlos
- ✓ Llenar los tanques de combustible al terminar la jornada de trabajo, para evitar condensación de agua
- ✓ No dejar los tambores por varias horas al sol
- ✓ Mantener limpios de polvo los embudos, mangueras, etc
- ✓ Realizar un correcto mantenimiento de los circuitos de combustible del motor (revisada de trampas de agua y recambios de filtros)

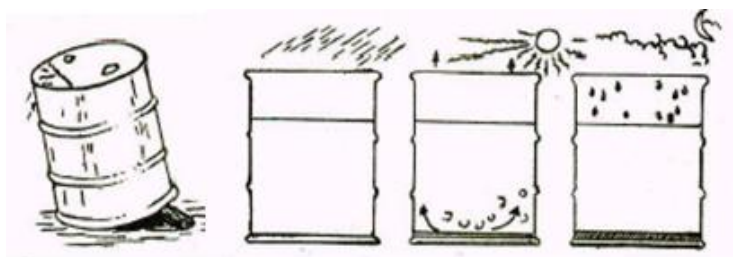


FIGURA 25. ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLE

**LUBRICANTES**

Muchos mecánicos y usuarios consideran que mientras el aceite esté resbalante al tacto, entre los dedos índice y pulgar, se puede continuar usando. Esta creencia es falsa, ya que el aceite ha podido perder cualidades imperceptibles al tacto, por lo tanto, se recomienda cambiarlo aun cuando resbale entre los dedos.

También se dice, que cuando un aceite está negro es necesario cambiarlo. Esta creencia también es falsa, lo que ocurre es que el aditivo detergente dispersante está actuando con el propósito de limpiar al motor de las impurezas que se mantienen en suspensión, y que serán eliminadas en el próximo cambio de aceite.

Es normal que un aceite trabajando a altas temperaturas y presiones disminuya un poco su viscosidad para poder lubricar en condiciones extremas. Al respecto, se debe tener en cuenta que los aceites espesos no

son necesariamente mejores, ya que si se emplea un aceite espeso en situaciones inconvenientes, cuando éste se somete a elevadas temperaturas puede lubricar en forma deficiente.

Se recomienda comprar aceites de calidad y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. En ocasiones, las alternativas más económicas se traducen en fallas en los componentes mecánicos del tractor.

## RECOMENDACIONES SOBRE EL SISTEMA ELÉCTRICO

La tensión de la correa del alternador debe ser tal que ceda entre uno y un centímetro y medio al presionar con el pulgar en su parte media, tensiones mayores romperán prematuramente los rodamientos del alternador o de la bomba de agua, si también mueve a ésta. Correas flojas provocarán patinamiento, desgastes excesivos y que la carga eléctrica sea insuficiente, como agravante, si el tablero solo cuenta con indicador de luz de carga no nos daremos cuenta de ello.

La verificación del agua de electrolito se debe hacer en forma semanal. Es la forma más fácil de detectar si el sistema tiene sobrecarga de tensión para el caso de no contar con un voltímetro en el tablero. Vasos con niveles bajos pueden ser un indicador de problemas en el regulador de voltaje, revisar y reparar, caso contrario las baterías tendrán corta vida. Los bornes deben estar limpios, una forma simple de cuidarlos es ponerles dos o tres veces por semana unas gotas de aceite de motor. También se debe verificar la fijación de las baterías, si éstas se mueven, las placas internas terminaran en cortocircuito y la batería no servirá más.

Baterías cargadas y bien aseguradas, con adecuado nivel de electrolito, son la mejor forma para que duren por mucho tiempo.

## PRESIÓN DE CUBIERTAS

Para que las cubiertas duren más los dos factores más importantes que debemos cuidar son el patinaje y la presión. En general las cubiertas diagonales traseras utilizan 16 o 18 lb y 28/30 lb las delanteras. Consulte el manual para ver cual es la presión indicada.

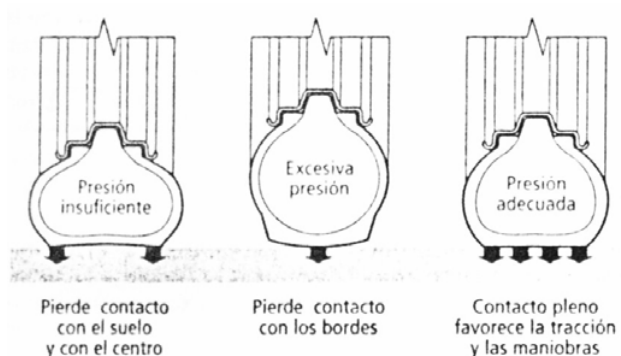


FIGURA 26. ESQUEMA DE TIPOS DE PRESIÓN DE INFLADO EN CUBIERTAS

Bajas presiones hacen que las cubiertas se corten en los laterales, duren menos y que ya no se pueda utilizar la opción del retacado. En las delanteras, se fuerza innecesariamente la dirección causando desgastes prematuros de las articulaciones, constituyendo un costo y un peligro. Por el contrario presiones excesivas producen desgastes prematuros en el centro de la banda de rodamiento y menor tracción.

Cuando el tractor se lo use en rutas de asfalto no olvidar aumentar las presiones en forma sustancial, caso contrario su conducción será más peligrosa y las cubiertas se desgastarán excesivamente.

Los tractores más antiguos no tienen la opción de cubiertas radiales pero no hay ninguna restricción para su uso, salvo el económico. Este rodamiento mejora la tracción hasta en un ocho por ciento, para que sean más efectivas se las debe usar con mucha menos presión, consulte a su proveedor.

El hidrofollado no debe superar el 75% de la capacidad de la cubierta, su elasticidad y la del asiento es la única amortiguación con la que cuenta el tractorista.

### CUIDADOS DE LA TRANSMISIÓN Y ARTICULACIONES

Al menos una vez al año, o antes según manual, cambiar las grasas de las cajas de velocidad, diferencial y reductores de mando final, su costo es mínimo comparado con los beneficios que trae aparejado.

Cada alemita se debe engrasar con la frecuencia que indique fábrica, al hacerlo recordemos que se debe quitar el exceso de grasa pero nunca toda, la grasa además de lubricar hace de tapón impidiendo que entre la tierra.

### SERVICIOS PERIÓDICOS

Las diversas partes operativas del tractor se deben controlar, atender o ajustar, después de haber transcurrido determinada cantidad de horas de operación. Para determinar este período o intervalo se usa el cuenta horas, instrumento que se activa cuando el motor está en funcionamiento.

En general, estos servicios periódicos se le deben realizar al tractor a intervalos de 10, 50, 100, 200, 400, 600 y 1200 horas de funcionamiento. Sin embargo, los tractores deben ser revisados y recibir servicio a intervalos más frecuentes cuando son operados bajo condiciones fuera de las normales, como son: excesivo calor, frío, o polvo; frecuentes arranques y paradas; o con combustibles y lubricantes de poca calidad. Estos controles deben llevarse en planillas exclusivas para este uso.

#### SERVICIOS QUE SE REALIZAN CADA 10 HORAS

Después de **10 horas** de funcionamiento es necesario revisar: el nivel de aceite del carter, el nivel de agua en el radiador, el filtro de aire, la bomba de dirección, y la bomba de combustible.

#### CONTROL DEL NIVEL DE ACEITE DEL CARTER

Cuando el tractor está "apagado" se mide el nivel de aceite y se verifica que el rastro se encuentre entre las marcas de la varilla. Si es necesario se completa el nivel de aceite hasta la marca superior.

#### CONTROL DEL NIVEL DE AGUA EN EL RADIADOR

Se debe agregar agua suficiente hasta completar el nivel y si con el tractor se realizan labores pesadas agregue un refrigerante para ayudar a mantener el agua fría y el sistema limpio. Siempre utilice agua desmineralizada o destilada, de esta forma el sistema durará más tiempo.

#### CONTROL DEL FILTRO DE AIRE

Si el filtro está sumergido en aceite, quitar el tazón de aceite y la bandeja del filtro de aire. Si el nivel de impurezas está aproximadamente en 10 mm, limpiar el tazón, cambiar el aceite y llenarlo a nivel. Si el tractor tiene filtro de aire en seco se debe soplar diariamente para quitar las impurezas.

**BOMBA DE DIRECCIÓN**

Revisar el nivel de aceite; este nivel debe estar 19 mm abajo del borde de la boca del depósito.

**BOMBA DE COMBUSTIBLE**

Controlar la bomba de combustible y revisar el vaso de sedimentación y los filtros de combustibles; drenarlos si se observa la presencia de agua o materias extrañas.

**SERVICIOS QUE SE REALIZAN CADA 50 HORAS**

Luego de **50 horas** de funcionamiento es necesario revisar la batería, el nivel del aceite de la transmisión y del sistema hidráulico, y los elementos de goma como mangueras, acoples, correas, etc.

**BATERÍA**

Controlar el nivel del ácido en los vasos. El nivel deberá estar 15 mm por encima de las placas. Siempre que sea necesario agregar agua destilada, nunca ácido.

**CONTROL DEL NIVEL DE ACEITE DE TRANSMISIÓN Y DEL SISTEMA HIDRÁULICO**

Además se debe controlar a tiempo cualquier fuga de aceite por alguna manguera o sello del sistema hidráulico.

**NEUMÁTICOS:**

Verificar la presión de aire, ajustar tuercas y tornillos, inspeccionar el estado de la banda de rodamiento; además, limpiar sus partes laterales.

**SERVICIOS QUE SE REALIZAN CADA 100 HORAS**

Luego de 100 horas de funcionamiento es necesario revisar

- ✓ La batería
- ✓ El nivel del aceite de la transmisión y del sistema hidráulico
- ✓ Los elementos de goma.

**SERVICIOS QUE SE REALIZAN CADA 200 - 300 HORAS****CAMBIO DE ACEITE DEL MOTOR**

Dependiendo del uso al cual el tractor se somete y de la calidad del aceite que se utiliza, este servicio puede adelantarse o atrasarse. Para realizar esta operación hay que quitar el tapón de drenaje del carter y dejar que se vacíe, colocando nuevamente el tapón y agregando la cantidad y calidad de aceite necesario e indicada por el manual. Revisar y limpiar el tapón, si tiene arandela de presión cámbiela por una nueva.

Después de **200 - 300 horas** de funcionamiento, se recomiendan las siguientes labores de mantenimiento: cambiar los filtros de aceite del motor; revisar el drenaje y el filtro de aire; revisar la tensión de la correa del ventilador; inspeccionar los frenos; verificar el nivel del líquido del depósito de los frenos, inyectores, freno de mano; y controlar el recorrido del pedal de embrague.

**FILTROS DE ACEITE DEL MOTOR**

Mientras se efectúa el drenaje del carter, se reemplaza el filtro de aceite, teniendo en cuenta siempre que el aro de goma que lleva el filtro esté bien colocada y que tenga una ligera capa de aceite para facilitar la operación y evitar posibles fugas; no es necesario apretar excesivamente el filtro.

**DRENAJE, LIMPIEZA Y LLENADO DEL FILTRO DE AIRE (TIPO BAÑO DE ACEITE)**

Teniendo en cuenta las condiciones en que se encuentra el aceite, se quita el tazón de aceite, se limpia la bandeja perfectamente y se reemplaza.

**CONTROL DE LA TENSIÓN DE LA CORREA DEL VENTILADOR**

Hay que estar pendiente de que la correa mantenga su tensión, y si es necesario, ajustarla para evitar problemas con el alternador, o que luego pueda ocasionar otros inconvenientes.

**FRENOS**

Vaciar el aire que pueda existir en el sistema (purgar depósito).

**NIVEL DEL LÍQUIDO DEL DEPÓSITO DE LOS FRENOS**

Verificar el nivel del líquido y reponerlo hasta el nivel indicado si es necesario.

**INYECTORES (PUNTA) (OPERACIÓN A EFECTUAR POR UN TALLER ESPECIALIZADO)**

Remover los picos de los inyectores, teniendo cuidado de limpiar el área aledaña a los mismos con la finalidad de evitar la caída de impurezas. Luego, se procede a calibrar la punta por medio de un instrumento especial para esta labor.

**FRENO DE MANO**

Con la palanca de freno desactivada, soltar la contratuerca de la horquilla, y el pin de ambos brazos, luego se ajusta hasta que la horquilla quede en posición de colocar los pines.

**CONTROL DEL RECORRIDO DEL PEDAL DE EMBRAGUE**

Se realiza con el motor operando a más de 2.200 rpm, verificando la distancia libre del pedal antes del desembragar, la cual deberá ser de aproximadamente 44,5 mm. Para realizar esta labor se utiliza el tornillo de ajuste.

**SERVICIOS QUE SE REALIZAN CADA 400 HORAS**

Al llegar a las **400 horas** de funcionamiento del motor, la labor de mantenimiento que se recomienda es el cambio del filtro o filtros del combustible.

**CAMBIO DE LOS FILTROS DE COMBUSTIBLE**

Los filtros de combustibles impiden que llegue sucio a la bomba de inyección, y por lo tanto, que esta se dañe, al igual que los inyectores. Esta frecuencia de servicio dependerá de la limpieza del combustible utilizado y del cuidado que se tenga en su almacenamiento. Para reemplazarlos, se cierra la llave de paso en la parte inferior del tanque y se quitan los filtros para su reemplazo. Después que se colocan, se abre la llave de paso y se procede a quitar, si es necesario, el aire en el sistema.

**SERVICIOS QUE SE REALIZAN CADA 500 Ó 600 HORAS**

Luego de **500 ó 600 horas** de funcionamiento, se recomiendan las siguientes labores: control del filtro de aire, revisión del tanque de combustible, inspección de la admisión de aire, graduación de las válvulas de admisión y escape, revisión de los rodamientos, verificación de la caja de dirección, y reemplazo de los filtros de transmisión.

**CONTROL DE CONEXIONES DEL FILTRO DE AIRE**

Ajustando las abrazaderas sobre las mangueras, se evita que penetre sucio al sistema.

#### TANQUE DE COMBUSTIBLE

Limpiarlo cada vez que la ocasión lo requiera, según lo explicitado anteriormente

#### MANGUERAS DE ADMISIÓN DE AIRE

Revisar conexiones de mangueras al motor y sustituirlas en caso necesario.

#### VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y ESCAPE

Graduar válvulas del cilindro No. 1 con un calibrador de láminas, verificar la "luz" de cada válvula y el balancín correspondiente (se recomienda prestar especial atención a lo indicado en el manual). Es conveniente que lo realice alguien especializado.

#### RODAMIENTOS DE RUEDAS DELANTERAS

Revisar cada uno de los rodamientos, engrasar y en caso de desgaste proceder a cambiarlos.

#### CAJA DE DIRECCIÓN

Chequear el nivel de aceite luego de quitar el tapón lateral.

Existen otros servicios que deben realizarse, pero los principales ya han sido mencionados, sin embargo, al final se incluye un cuadro (Resumen de servicios) en el cual se indican los servicios y los intervalos a los cuales deben realizarse.

### SERVICIOS QUE SE REALIZAN CADA 1200 HORAS

#### FILTRO DE DIRECCIÓN HIDRÁULICA

Cambiar el filtro de dirección teniendo cuidado que el sello quede en la posición correcta.

#### RESUMEN DE SERVICIOS

Con la finalidad de facilitar la implementación de las recomendaciones suministradas en los párrafos anteriores, en el siguiente cuadro se presentan cada uno de los componentes del tractor que deben recibir mantenimiento, el intervalo, y el tipo de servicio que se debe realizar en cada oportunidad.

| COMPONENTE                      | SERVICIO A RECIBIR                       | INTERVALO      |
|---------------------------------|--|----------------|
| Carter.                         | Revisar nivel de aceite motor.           | Cada 10 horas. |
| Radiador                        | Controlar nivel de líquido refrigerante. | Cada 10 horas. |
| Pre-depurador                   | Controlar el tazón colector.             | Cada 10 horas. |
| Bomba de combustible            | Controlar vaso de sedimentación.         | Cada 10 horas. |
| Eje delantero                   | Engrasar.                                | Cada 10 horas. |
| Bomba de dirección              | Revisar nivel de aceite.                 | Cada 10 horas. |
| Filtro de aire (seco)           | Limpiarlo.                               | Cada 10 horas. |
| Ruedas delanteras y traseras    | Ajustar tuercas y tornillos              | Cada 50 horas. |
| Neumáticos                      | Revisar presión de aire.                 | Cada 50 horas. |
| Batería                         | Limpiar y controlar nivel electrolito    | Cada 50 horas. |
| Ejes delanteros transmisión.    | Revisar nivel de aceite.                 | Cada 50 horas. |
| Transmisión / Sist. Hidráulico. | Controlar nivel de aceite.               | Cada 50 horas. |
| Eje delantero                   | Lubricar articulación eje delant.        | Cada 50 horas. |

|   |   |                  |
|---|---|------------------|
| Barra de dirección                      | Lubricar.   | Cada 50 horas.   |
| Brazos hidráulicos                      | Lubricar.   | Cada 50 horas.   |
| Embrague toma fuerza                    | Lubricar.   | Cada 50 horas.   |
| Todos los puntos que se puedan engrasar | Lubricar  | Cada 50 horas.   |
| Carter                                  | Drenar y llenar.  | Cada 100 horas.  |
| Filtro de aceite motor                  | Reemplazarlo.   | Cada 200 horas.  |
| Filtro de aire (húmedo)                 | Drenar, lavar, llenar hasta el nivel                              | Cada 200 horas.  |
| Conjunto de correas                     | Ajustarlas.   | Cada 200 horas.  |
| Frenos de potencia                      | Purgar.   | Cada 200 horas.  |
| Nivel del líquido de frenos             | Revisar.  | Cada 200 horas.  |
| Inyectores (punta)                      | Limpiar y ajustar.  | Cada 200 horas.  |
| Freno de mano                           | Revisar y ajustar.  | Cada 200 horas.  |
| Filtros de combustibles                 | Reemplazarlos.  | Cada 400 horas.  |
| Mangueras admisión de aire              | Revisar conexiones de mangueras al motor.                         | Cada 600 horas.  |
| Válvulas de admisión y escape           | Controlar luz de válvulas.  | Cada 600 horas.  |
| Rodamientos de ruedas delanteras        | Limpiar, lubricar y/o ajustar.                                    | Cada 600 horas.  |
| Caja de dirección                       | Verificar nivel de aceite.  | Cada 600 horas.  |
| Motor                                   | Controlar velocidades en vacío.                                   | Cada 600 horas.  |
| Trans. y sist. Hidráulico               | Cambiar filtro y limpiar respiradero.                             | Cada 600 horas.  |
| Bomba tanque combustible                | Limpiar vaso de sed. malla filtrado de bomba, colector de tanque. | Cada 600 horas.  |
| Aceite sist. Hidráulico/ transmisión.   | Cambiar   | Cada 1200 horas. |
| Filtro de dirección hidráulica          | Cambiar   | Cada 1200 horas  |
| Líquido refrigerante                    | Cambiar   | Cada 1200 horas  |

**Recordar que siempre es imprescindible  
leer el manual del tractor, visite a su concesionario.**

**Los datos aquí presentados  
son orientativos**

**debiéndose siempre**

**respetar los fijados por el fabricante.**

#### RECOMENDACIONES PARA UN USO EFICIENTE DEL TRACTOR

El usuario debe ser un verdadero técnico para evaluar los aspectos que mejoran el rendimiento del tractor, por ello, a manera de ayuda y teniendo en cuenta que cada caso reúne una serie de connotaciones que lo diferencian, es que a continuación se sintetizan algunos aspectos a tener en cuenta para mejorar la aptitud y el rendimiento del tractor.

#### LASTRES

Una de las estrategias para bajar costos es armonizar los equipos, es decir no sembrar con el tractor de 220 HP y no tirar una rastra pesada con un 120 HP. Esto que parece una verdad de perogrullo es una realidad al momento del trabajo y para que no ocurra la clave está en la planificación. En muchas oportunidades es preferible contratar el tractor de un vecino que mal usar el propio.

Si está prevista la siembra por uno o dos meses o cualquier labor que implique poco esfuerzo para ese tractor, retirar los lastres incluyendo el hidroyneado, valdrá ampliamente el esfuerzo. Probablemente se reducirá en casi dos toneladas el peso, que caso contrario "se pasearan" esas dos toneladas sin sentido gastando hasta más del 20% de combustible, compactando el suelo y hasta comprometiendo las líneas de siembra que pisen las ruedas.

Para tareas intermedias o de menor duración, el agua de las cubiertas es el lastre más fácil de manejar y para nada despreciable, pudiendo llegar a casi 1 tonelada de peso extra.

### TRACCIÓN

Los tractores que tienen bloqueo de diferencial y que se destraban con el movimiento del volante o el uso del freno, se lo debe usar no solo para una empantanada, sino para cualquier tarea de esfuerzo, particularmente en suelos no duros. Mejorará notablemente la tracción y minimizará el desgaste de cubiertas.

Los tractores de tracción asistida, los de doble tracción con ruedas desiguales, no están pensados para utilizar la doble tracción todo el tiempo, pero si deben utilizarla para las tareas de esfuerzo, caso contrario serán más ineficientes que uno de tracción simple de igual potencia. Nunca utilizarla cuando se está sobre suelo duro como caminos internos y vecinales o asfalto, no solo se desgastarán las cubiertas delanteras en forma excesiva, también se podrá romper la tracción delantera.

Los diferentes tractores tienen diferentes relaciones peso/potencia, la tendencia general es que cada vez sean más livianos, para evitar la compactación de suelos y por economía. Ello puede influir notablemente en su capacidad de tracción (la frase de "ingeniero el tractor viejo tira más que el nuevo"). Dependiendo del tractor que tengamos debemos utilizar el concepto de implementos de menor ancho pero con velocidades más altas para mantener y aumentar la eficiencia, lo que se pretende, en definitiva, son las máximas ha/hs.

### ELECCIÓN DE MARCHAS

Cuando se use al tractor con esfuerzos inferiores al 70% de su capacidad se puede usar la regla de "marcha alta motor bajo" es decir no utilizar el acelerador "fondeado." De esa manera se obtendrá un interesante ahorro de combustible; por supuesto esto no es posible si se utiliza la toma de potencia ya que la misma está normalizada en el régimen nominal o muy cerca de éste, por ello es indispensable que el tractor tenga en buen funcionamiento el tacómetro.

La mayoría de los tractores actuales de más de 120/140 HP tienen la opción de 540 rpm o de 1000 rpm que corresponden a regímenes diferentes del motor. Es importante consultar con un técnico que es más conveniente, posiblemente sea mucho más económico cambiar la máquina de 540 rpm que tenemos por otra de 1000 o cambiar su relación de caja que la del tractor.

Los tractores que tienen cambio de marchas bajo carga se los debe utilizar siempre en el cambio alto y se los puede llevar más cerca del límite de su capacidad que los que no lo tienen, sino se estará pagando un costoso accesorio sin utilidad.

En cuanto a la caja de velocidades es importante que tenga buena cantidad de marchas entre los 4 y 12 km/h, ya que en ese rango es donde se realiza la mayoría de las tareas agrícolas. El escalonamiento será tal que no se repitan las velocidades a pleno régimen del motor, y que entre velocidades sucesivas haya una diferencia del 20%. Esto último se refiere a las velocidades entre 4 y 12 km/h.

Ello es debido a que la forma normal de trabajo de un motor de tractor es con el acelerador a fondo para aprovechar al máximo la potencia del mismo, queda claro entonces que, con el acelerador fijo, la única forma de regular la velocidad es a través de los cambios de la caja de velocidades.

Los mecanismos de cambio bajo carga, ya comentados, es decir los que se ejecutan sin necesidad de accionar el embrague, agilizan notablemente la tarea y permiten aumentar el aprovechamiento de la potencia disponible.

### ENGANCHES

El enganche apropiado entre la máquina y el tractor es indispensable para conseguir bajos costos operativos. Como regla general (aunque puede tener sus excepciones) para las herramientas de tracción siempre es conveniente que el enganche esté lo más alto posible en el tractor y lo más bajo en el implemento, de esta manera el tractor se "afirmará" más y patinará menos.

### ACCESORIOS

Los tractores modernos ofrecen sofisticados equipos electrónicos que permiten maximizar la eficiencia de uso, desde elección automática de marchas hasta controladores de patinaje, pasando por diferentes sensores que nos indican todo un panorama de situación. Si bien todos accesorios constituyen un extraordinario adelanto son muy costosos y solo serán rentables en la medida que los utilicemos. Siempre debemos tener presente que la primera y mejor inversión es la capacitación del operario, no hay sistemas a pruebas de fallas humanas.

### DISMINUCIÓN DE RIESGOS DE ROBO O HURTO DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

Lamentablemente los índices de delincuencia han aumentado en los últimos años dentro del país y el ambiente agropecuario no ha sido la excepción.

A los ya tristemente comunes robos de hacienda se han sumado los robos de bienes tales como las maquinarias agrícolas. Las máquinas motorizadas o autopropulsadas, como los tractores y las cosechadoras son blancos muy atractivos porque pueden llevarse por sus propios medios, hasta la plataforma de un camión remolque. Son además equipos de alto valor que brindan mayores posibilidades de beneficios a los delincuentes.

El destino es variado pudiendo terminar en el despiece y venta de repuestos como la venta en otra zona del país. Como agravante de esta situación, para la tarea agropecuaria si la misma es sustraída o dañada en un momento crítico del ciclo de producción, el tiempo requerido para su reemplazo puede resultar en las pérdidas de la cosecha de valor mucho más alto que el de la maquinaria misma.

Así cobra vital importancia contar con pólizas de seguros que contemplen esta pérdida, y asegurarse de incluir todos los números de identificación de la maquinaria y de sus partes individuales.

### RECOMENDACIONES

Registros correctos: la mayoría de las máquinas de mayor valor tienen un número de serie o de identificación. Si ya tiene una lista con esa identificación asegurarse de mantenerla actualizada a medida que incorpora nuevos equipos.

Contar con copias de la misma en diferentes lugares del establecimiento y suministrar una copia al concesionario local de maquinaria agrícola.

Registrar también el número de identificación de los componentes individuales de los principales sistemas de maquinaria como los son el motor, los ejes y las bombas hidráulicas. Lo que resultará muy útil si esos componentes son puestos a la venta en forma individual.

Además considerar estampar su propio número o marca identificatoria en esos equipos y en otras maquinarias e implementos que no tengan número de serie. Ello podría servir para identificar la maquinaria al recuperarla. Siempre que sea posible haga constar ese número (el grabado por Ud. o el de fábrica) en la factura de compra ya sea usada o nueva. Aunque los números se pueden limar o cambiar existen técnicas que en algunos casos permiten restituirlas o en su defecto generalmente se observará para la policía que los números han sido modificados.

Verifique periódicamente que las placas identificatorias no hayan sido retiradas, esto sería un indicio que alguien podría estar planeando su robo a la primera oportunidad. Notifique a las autoridades y pida nuevas placas al concesionario.

Además del robo de máquinas completas, el de partes fáciles de sustraer –como ser baterías, bombas inyectoras, etc. está en aumento. Aunque este tipo de vandalismo no tendría tanta incidencia sobre las operaciones agrícolas como el robo de maquinaria también resulta en daños y pérdidas de tiempo costosos

### DOCUMENTOS

Además es conveniente contar con fotografías de diversos ángulos que muestren la fecha en la que fueron tomadas e incluir toda otra documentación que demuestre la propiedad de los equipos (Facturas de compras, manuales de uso, etc.) Conservar todos estos documentos en un archivo actualizado y en un lugar seguro, bajo llave y separado del lugar donde guarda estas máquinas.

### PREVENCIÓN

Aunque es muy importante llevar y mantener buenos registros, los especialistas en maquinarias remarcan que las posibilidades de desanimar el robo o vandalismo es observar ciertas medidas sencillas.

Las máquinas agrícolas son bienes de alto valor. El mayor acceso a las áreas rurales por la red de carreteras y autopistas facilita que se cargue la maquinaria y sea trasladada a una región lejana en cuestión de horas. Por ello no dejarlas en el campo lejos de la casa, especialmente de noche.

Si no fuera posible guardarla en un galpón con llave y debe permanecer en el exterior asegurar que existe buena iluminación. Evitar estacionarlas cerca de portones que lleven a la carretera y desde donde sea fácilmente visible. Podrían ser cargadas rápidamente a un camión. Si debe dejar la máquina en el campo, estacionarla de manera que no pueda verse desde la ruta y si fuera autopropulsada retirar una o dos piezas de manera de impedir su puesta en marcha.

Si tuviera cabina asegurar las puertas con llave. Para implementos es buena idea retirarle por ejemplo alguna cubierta de manera de no facilitar su movimiento, todo ello claro está se debe maximizar en la medida que sepamos que nos encontramos en lugares más riesgosos, cerca de rutas transitadas o donde hay antecedentes de robos.

La vulnerabilidad del establecimiento puede evaluarse estudiándolo de la forma en que lo harían los vándalos. Por ejemplo si se deja abierto o sin llave el galpón donde se guardan las máquinas o ni siquiera tiene puertas. ¿Está poco iluminada el área que circunda a la casa y los galpones? esto podría atraer a los malvivientes.

Ante el descubrimiento del robo. Efectuar la denuncia. Según las autoridades la mayoría de las víctimas piensan que esto no ayuda en nada, que involucra muchos trámites o que no cuentan con suficientes pruebas.

Si se sufre algún robo informe de inmediato a las autoridades y a la compañía aseguradora, recordar que el seguro sigue siendo la medida más efectiva de prevención y su costo para el medio rural, de menor riesgo que el ciudadano, es relativamente bajo. Proporcionar una descripción completa de la máquina, todos los números de identificación y las fotos.

Corroborar que los números registrados por las autoridades sean los correctos y pedir una copia de la denuncia. Informar al concesionario y pedir que exhiba en el establecimiento una descripción completa y los números de identificación del equipo robado.

## SEGURIDAD EN EL USO DE TRACTORES

En consonancia con su importancia para las explotaciones agrarias, se puede afirmar que el tractor es la herramienta más empleada por los agricultores, y, por lo tanto, es fundamental analizar los riesgos que se pueden derivar del manejo de los mismos. Las estadísticas de siniestralidad indican que el 70% de los accidentes graves y mortales del sector derivan de la utilización del tractor, y lo que es aún más relevante, el tractor es el agente que mayor porcentaje de accidentes mortales aporta al agro, por lo que su conocimiento es clave para disminuir la siniestralidad en el sector.

### TIPOS DE ACCIDENTES

Los accidentes más típicos con maquinaria agrícola son debidos a:

- ✓ Manipulación de las distintas partes de la máquina con objeto de limpiarla, cuando todavía está en movimiento. En determinadas circunstancias este tipo de accidentes podría evitarse.
- ✓ Problemas causados por la ausencia o el deterioro de la protección de la toma de fuerza.
- ✓ Accidentes debidos a atropellos. Generalmente las víctimas más habituales son personas de edad avanzada y con tractores viejos.
- ✓ Los accidentes graves en los que intervienen niños ocupan un espacio desgraciadamente importante. Generalmente se da la circunstancia de que los niños viajan como acompañantes en el tractor o bien juegan cerca de éste en lugares en los que no son visibles por el conductor.
- ✓ Falta de tiempo, especialmente en los casos de agricultores a tiempo parcial, en los que las labores de reparación y mantenimiento no son todo lo eficaces que debieran ser, y las soluciones temporales se convierten en permanentes en muchos casos.
- ✓ Las situaciones de estrés disminuyen notablemente la capacidad de reacción y el grado de concentración en la labor realizada.
- ✓ Falta de información sobre la correcta utilización y los peligros inherentes a la máquina en cuestión.
- ✓ Los malos hábitos alimenticios junto con largas jornadas de trabajo son factores que influyen directamente en el peligro de accidentes.
- ✓ La confianza excesiva junto con el menosprecio del peligro multiplican el riesgo de accidentes.

Los trabajadores que utilizan máquinas agrícolas están expuestos a diferentes tipos de lesiones traumáticas, tales como cortes, magulladuras, quemaduras, fracturas y amputaciones ocasionadas por contacto con las piezas móviles de la máquina, caídas o colisiones con la máquina.

## EL TRACTOR: PRINCIPAL MÁQUINA DE RIESGO

Si el tractor por sí solo es ya una fuente de riesgo, ya sea por los trabajos en pendiente, la utilización de una velocidad excesiva o una incorrecta utilización de los dispositivos habituales, su uso junto con el cada vez más sofisticado y complejo equipamiento agrícola, es a su vez un factor que potencia el riesgo.

### RIESGO DE VUELCO

Es el accidente más común e importante con el tractor, por la gravedad de las lesiones que se producen cuando el accidente tiene esta causa. Ocurre normalmente de forma lateral o hacia atrás. Es fundamental nunca realizar fuerza a través del enganche superior, solo sirve para acoplados.

### RIESGO EN LOS DESPLAZAMIENTOS

Por ser un vehículo utilizado frecuentemente en los desplazamientos de los agricultores y ganaderos, el riesgo de accidente con el tractor andando en ruta es muy elevado. El tractor no posee suspensión, por lo que desniveles en la ruta afectan directamente la estabilidad del vehículo. Baches, cunetas, banquinas, entre los más frecuentes, son fuente de vuelcos con el tractor andando a velocidad por caminos, aún los internos del establecimiento.

### RIESGO DE CAÍDAS

Las caídas desde tractores, constituyen el segundo accidente en importancia, por el número y gravedad de los mismos. Se debe tener especial cuidado con el tipo de calzado, las suelas de yute ("alpargatas") son muy resbaladizas con humedad y no protegen al pie ante golpes. Si el tractor no tiene estribos o agarraderas para subirse al mismo hágaselas.

### CHOQUES Y ATROPELLOS

Son causados por el tractor en movimiento. Recuerde que el tractor es mucho más difícil de frenar que un automóvil, siempre utilice los frenos con la traba puesta.

### INCENDIOS

En estas ocasiones, los accidentes ocurren por contacto con productos inflamados. Siempre debemos tener a mano un matafuego de 1 kg mínimo y mayores en la zona de talleres.

### ATRAPAMIENTOS Y APLASTAMIENTOS

Estos accidentes los producen los órganos en movimiento del tractor: toma de fuerza y eje cardánico, enganche de tres puntos y sistemas hidráulicos para el manejo de maquinaria arrastrada. Cuide las protecciones de la toma de fuerza y utilice chavetas de seguridad, nunca pernos con puntas salientes!

### RUIDO, VIBRACIONES Y ERGONOMÍA

Se producen situaciones de incomodidad en el trabajo como consecuencia de las características de las cabinas, de los asientos del conductor y del espacio disponible para realizar los movimientos necesarios en el manejo de la máquina. Es indispensable verificar que el silenciador esté en buen estado, la exposición

continúa a ruidos fuertes termina causando sorderas irreversibles, utilice algún tipo de tapones de oído sino puede solucionarlo, no use algodón.

Fíjese que el caño de escape no vuelque humo sobre el lugar del conductor especialmente en aquellos sin cabina, los gases además de ser cancerígenos provocan cansancio e irritación en la vista.

El asiento es casi el único elemento que aísla al conductor de los golpes y vibraciones cuidando la columna vertebral y disminuyendo el cansancio. Fíjese que el mullido del tapizado esté en condiciones y sino utilice algo en su reemplazo, adapte el asiento a su peso y a las medidas de su cuerpo, los brazos deben quedar aproximadamente a 120° con respecto al volante.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Botta, G. Draghi, L y Jorajuria, D. 2004. Los Tractores Agrícolas. Editorial Universitaria UNLP.
- Botta G.; Rivero D.; Melcon F.; Pozzolo, O.; Tourn M. 2007. Rut depth, tractor passes and soil cone index interaction on two mechanics soil conditions. In: Jornadas de la Ciencia y Tecnología UNLPAM, 2007, Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- Di Prinzi, A. P. y Magdalena, J. C. 1992.. El Tractor Agrícola, Funcionamiento y Mantenimiento. 2° ed. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue y la EEA Alto Valle del INTA.
- Goering, G 1992. Engine & Tractor Power. 3° ed. University of Illinois.
- Lostri A y Honorato A. 1986. ¿Que Tractor elegir?; Parámetros de comparación de tractores agrícolas engomados. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Macias, D y Kraemer, J. Manual para el Mantenimiento del Tractor Agrícola. Proyecto Ganadero INTA Corrientes.
- Pozzolo, O.; Wilson M.; Debattista J.; Cerana J. 2001. Tránsito de maquinaria en suelos inundados. Efectos sobre la impedancia en el perfil edáfico. In: Congreso Internacional de Ingeniería Agrícola, Chillán, Chile. Ed. Univ. cat de Chile, p. 143-146.
- Pozzolo, O.; Ganges, M.; Ferrari H.; Hegglin, P.; Rivarola S.; Curró C.; Debattista J. 2006. Comportamiento de suelos vertisoles al tráfico en sistemas de siembra directa y convencional. In: VII Congreso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola. Chillán. Chile. v. 1, p. 133.
- Pozzolo, O. 2001. El campo en Alerta. Consejos a prueba de robos. Revista Supercampo. 83:12-13, Ed. Perfil, v. 83, p. 12-13, 28 nov.
- Pozzolo, O. 2003. Rutinas para bajar costos. Revista Supercampo, Ed. Perfil, v. 77, p. 20-23, 06
- Pozzolo, O. 1998. Como evitar accidentes en el uso del tractor. Revista Supercampo Año IV, Ed. perfil, v. 47, p. 88-90, 07 oct.
- Pozzolo, O.; Ferrari, H. y Curró, C. 2007. Curso Modular para Operadores y de Servicio de Mecanización Agrícola. (Cursos de corta duración dictados/Extensión extracurricular).
- Raggio, J, B 1997. Cómo y con qué en Maquinarias Agrícolas, Qué mirar para elegir bien y cómo mantener su buen funcionamiento.1° ed.
- Rivero D.; Jorajuria, D.; Balbuena R.; Gili A.; Bomben M.; Rosatto H.; Tourn M.; Melcon F.; Bellora, H.; Pozzolo, O.; Botta G. 2008. Tractor Passes And Soil Cone Index Interaction On Direct Drill And Conventional Tillage Soil. In: CIGR - International Conference Of Agricultural Engineering, 2008, Fox de Iguazu. XXXVII Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola – Conbea.
- Stone, A. A. y Gulvin H. E. 1980. Maquinaria Agrícola. 10° ed. Editorial C.E.C.S.A.

INTA EEA Concepcion del Uruguay

## **II – SEMBRADORAS DIRECTAS**

**MANUAL DE EQUIPOS PARA LA SIEMBRA DE GRANOS**

**Ferrari, H. y Ferrari, C.**

**[2011]**

## SEMBRADORAS DIRECTAS

En los últimos años la evolución experimentada por estas máquinas ha resultado ser de las más significativas, dentro del conjunto que compone la máquina agrícola. Cambiaron sus características técnicas y se modificaron las funciones que cumplen en el proceso productivo de los cultivos.

Además, el lugar que ocupa la sembradora en el equipo de maquinarias, es fundamentalmente diferente al que ocupaba en otras épocas, cuando inmediatamente luego del tractor se consideraban las herramientas de labranza. Hoy la sembradora ha ganado posiciones, y en muchos casos, se la considera y evalúa dentro de los primeros puestos en el conjunto de máquinas de la empresa agropecuaria.

A pesar de la relevancia que han tomado estas máquinas, queda aún un importante tema pendiente por solucionar en nuestro medio como es el de incrementar la eficiencia del equipo de siembra y bajar sus costos operativos. Este objetivo está íntimamente relacionado no solamente con la tecnología del equipo sino con la capacitación de la persona que la opera habitualmente. Ésta publicación intenta colaborar con ellos en un actual panorama de permanente cambios y avances tecnológicos en la maquinaria agrícola.

## SIEMBRA

Puede definirse la sembradora como una máquina que distribuye semilla en forma regular sobre toda la superficie o en líneas equidistantes a una profundidad uniforme, ofreciendo las mejores condiciones posibles de germinación para obtener un cultivo.

Después de la siembra las semillas deben sobrevivir con sus propias reservas hasta que, tras la germinación, los cotiledones emergen al exterior, la radícula se inserte en la tierra y, ya como plántula, puede realizar fotosíntesis. No todos los granos sembrados llegan a transformarse en plántulas y es por ello que la cantidad de semilla usada debe ser superior al número de plantas deseadas. La diferencia entre las semillas sembradas y las plántulas logradas es lo que llamamos eficiencia de siembra y expresamos este valor como un porcentaje.

Los factores básicos que determinan la eficiencia de siembra, además del correcto trabajo de la sembradora son varios, los más importantes son el poder germinativo y la energía germinativa de la semilla (determinados en laboratorio), el tipo y estado del suelo en cuanto a fertilidad y grado de humedad; también el clima que, principalmente a través de las precipitaciones y la temperatura, juega otro factor fundamental para el logro de las plántulas.

Existen otros factores que es preciso considerar como lo son enfermedades, plagas, características propias de la especie e incluso la variedad a sembrar, la forma de cultivo y el método de recolección.

Resumiendo, en la siembra intervienen cuatro factores: suelo, clima, semilla y equipo sembrador. La correcta preparación del suelo, semilla de alta calidad y la elección y regulación del equipo de siembra reúnen, en su conjunto, el paquete tecnológico necesario para realizar una implantación exitosa.

Una buena siembra comienza con la excelente preparación del suelo que, independientemente del tipo de labranza -ya sea convencional, reducida o labranza cero- debe:

- Proveer buena humedad superficial para asegurar una germinación rápida y uniforme.

- Presentar una superficie del suelo apropiada, que facilite la infiltración del agua de lluvia e impida el planchado que afecta la emergencia de la plántula.
- Permitir a la sembradora colocar la semilla de manera uniforme y a una misma profundidad.
- Estar libre de malezas anuales y perennes, tanto para evitar la competencia con el cultivo por luz, agua y nutrientes, como para facilitar las posteriores operaciones de cosecha.

Cualquiera sea el sistema que se utilice, éste debe lograr un ambiente adecuado para la germinación, emergencia rápida y buen crecimiento, primer paso para lograr al éxito del cultivo.

En este capítulo nos detendremos en el factor sembradora, la cual deberá tener los elementos necesarios para realizar en forma eficiente las siguientes operaciones básicas:

- 1) Abrir un surco distribuyendo de manera eficiente la semilla sin producir alteraciones por efectos mecánicos.
- 2) Colocar la semilla a la profundidad requerida y en forma uniforme.
- 3) Depositar la semilla en el fondo del surco en íntimo contacto con la tierra para luego compactarlo lateralmente y en profundidad, permitiendo de esta manera el posterior anclaje de la plántula y la llegada de agua y nutrientes a través del suelo.
- 4) Cubrir la semilla con una delgada capa de tierra en lo posible húmeda y con forma de "V" invertida para disminuir, en caso de lluvia, el encostramiento sobre la línea ayudando además a una rápida hidratación en condiciones de oscuridad dando como resultado una rápida germinación.

## UNA BUENA SIEMBRA COMIENZA CON UNA BUENA COSECHA

Cualquier sistema de conservación del suelo debe comenzar con un manejo adecuado de los restos de la cosecha de cultivo. En definitiva se trata de conseguir que su distribución en el suelo sea uniforme y suficiente para que quede protegido.

Conforme el suelo esté más cubierto mejor, pues así estará más protegido de la acción de la lluvia, aumentará más su fertilidad natural (materia orgánica) a medio plazo y retendrá más agua (por menor evaporación y mayor infiltración). No obstante, una gran cantidad de rastrojo insuficientemente picado y mal distribuido obligará a utilizar accesorios especiales en la sembradora y aún así dificultará en forma importante el trabajo de siembra.

El picado y distribución de los restos vegetales de los cultivos debe llevarse a cabo durante la cosecha siendo posible realizar trabajos complementarios como la rotura de los tallos de maíz con rolos o desmalezadoras después de esta labor. (Figura 1).

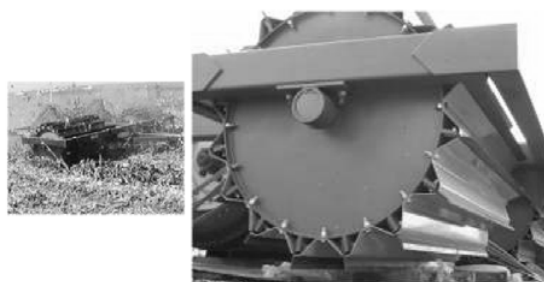


FIGURA 27. ROLO TRITURADOR DE RASTROJO.

En la cosechadora debe existir un picador-desparramador de paja en la cola de la máquina con regulaciones para determinar el tamaño de picado y su distribución uniforme en el campo. Es deseable que tenga también desparramadores de granza que se ocupen de distribuir lo arrojado por la zaranda y el zarandón (Figura 2 y 3). También hay en el mercado sistemas de picado en el cabezal de la cosechadora para el caso de cultivos como maíz y girasol (Figura 4).

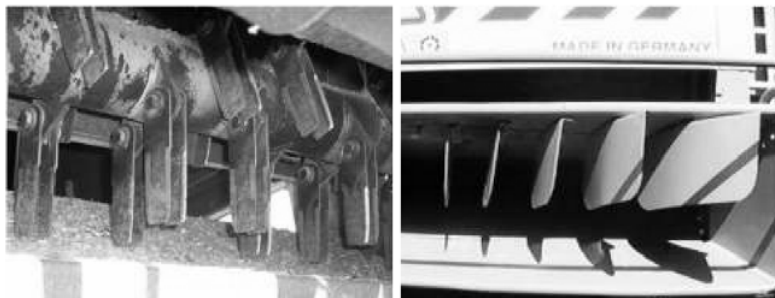


FIGURA 28. TRITURADOR - DESPARRAMADOR DE PAJA.



FIGURA 29. ESPARCIDOR DE GRANZA.



FIGURA 30. TRITURADOR DE RASTROJO DE MAÍZ EN PLATAFORMA.

Es preciso evitar la formación de huellas en la cosecha eligiendo cosechadoras con rodados de gran dimensión o duales o bien orugas. Dependiendo de la presión que ejerzan se formaran huellas que, dependiendo de su tamaño, causarán serias dificultades a la sembradora, sobretodo en lo referido a mantener una profundidad de siembra constante (Figura 5).



FIGURA 31. NEUMÁTICOS DE ALTA FLOTACIÓN PARA EVITAR HUELLAS Y COMPACTACIÓN.

Como se deduce de lo comentado, es muy importante que el operario responsable de la siembra participe y esté atento al tipo de trabajo que se realiza en la cosecha ya que tendrá consecuencias directas en la

siembra y terminará dificultándola. Todas las labores se deben ver como un continuo y nunca como operaciones independientes.

## CLASIFICACIÓN DE SEMBRADORAS

Existen varias clasificaciones de sembradoras, hemos elegido la que aquí se presenta porque se adapta, en general, a las comercializadas en el país. Su finalidad es que sea una herramienta que nos permita ver los diferentes tipos de tecnología que podemos elegir al momento de optar por una sembradora.

| Sembradora de grano grueso con distribuidor monograno   | Sembradora de grano fino o de entregas múltiples  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mecánicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Horizontal</li> <li>• Inclinada</li> </ul> </li> <li>• <b>Precisión</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dedos</li> </ul> </li> <li>• <b>Neumáticas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión</li> <li>• Succión</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mecánicas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rodillo acanalado</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad constante y capacidad variable</li> <li>• Velocidad variable y capacidad constante</li> </ul> </li> <li>• <b>Roldana</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad variable y capacidad constante</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• <b>Neumáticas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión</li> <li>• Succión</li> </ul> </li> </ul> |

## DESCRIPCIÓN, TIPOS Y FUNCIONAMIENTO DE LAS PARTES DE UNA SEMBRADORA

### DEPÓSITO DE SEMILLA

*Sistema monotolva y tolvas individuales:* El sistema monotolva ofrece la ventaja de brindar mayor autonomía de trabajo, evitando paradas innecesarias, sobre todo en siembras de alta densidad. Este sistema, además de mantener un volumen constante de semillas sobre el dosificador, elimina las posibles variaciones de presión de carga sobre el aquel, que alterarían la densidad y profundidad de siembra (Figura 6). Otra de sus ventajas es que facilita el diseño para la distribución del peso de la máquina.



FIGURA 32. SISTEMA MONOTOLVA PARA DEPÓSITO DE SEMILLAS.

Las tolvas individuales, deben contar con un contra fondo o chapón normalizador de presiones tal como se ilustra en la Figura 7.



FIGURA 33. SISTEMA DE TOLVAS INDIVIDUALES PARA DEPÓSITO DE SEMILLAS.

Ambos sistemas deben presentar un diseño que facilite la descarga total de semillas una vez finalizada la siembra con objeto de su limpieza completa y facilitar el mantenimiento.

### DOSIFICADORES DE SEMILLA

Un buen dosificador es aquel que coloca las semillas en forma equidistante sin provocar daños mecánicos y con una entrega que minimice el rebote en el fondo del surco.

Posiblemente el dosificador de las sembradoras es el mecanismo más importante de ellas y el que la identifica como tal. Es posible prescindir de la mayoría de sus componentes y la seguiremos reconociendo como sembradora por su dosificador, tal como sucede en las viejas sembradoras al voleo.

### TIPOS DE DOSIFICADORES

#### DOSIFICADORES PARA GRANO FINO O DE ENTREGAS MÚLTIPLES (CHORRILLO)

##### *Dosificador de Roldana o de velocidad variable y capacidad constante*

Es un cilindro hueco con estrías axiales internas que está incorporado a una carcasa que generalmente está dividida en dos compartimientos por un tabique fijo, con diferentes capacidades (Figura 8).



FIGURA 34. DOSIFICADOR DE ROLDANA.

Dicha carcasa está unida por su parte superior al fondo de la tolva y por medio de una compuerta basculante se habilita uno u otro compartimiento. Al girar las estrías del rotor con el compartimiento cargado fuerza la salida de una determinada cantidad de semillas por el orificio de descarga correspondiente. Al ser de capacidad fija la dosificación se realiza variando la velocidad del rotor por medio de una caja de velocidades. Es importante tener un gran número de velocidades debido a que esta será la forma de regular la densidad de semillas.

Actualmente, para solucionar esta limitante, en el mercado se han difundido sistemas de roldana que presentan el tabique desplazable en lugar del clásico fijo, llamadas roldanas con membrana desplazable (Figura 9).



FIGURA 35. DOSIFICADOR DE ROLDANA CON MEMBRANA DESPLAZABLE.

Este avance permite combinar la caja de velocidades con una capacidad variable lo que le confiere una regulación de densidad casi continua.

Las roldanas permiten la siembra tanto de "grano fino" como de determinadas legumbres asegurando regular precisión y buen trato del grano.

#### *Dosificador de Rodillo Acanalado o de velocidad constante y capacidad variable*

Consiste en una carcasa fija a la tolva en cuyo interior se encuentra un rodillo dotado de acanaladuras rectas (Figura 10). El mismo se desplaza en sentido axial permitiendo variar de este modo la sección estriada que se enfrenta con el paso de los granos. Al girar el rodillo cada acanaladura se llena de una determinada cantidad de semillas de la tolva, las que son forzadas a salir cuando enfrentan la boca de salida.



FIGURA 36. DOSIFICADOR DE RODILLO ACANALADO HORIZONTAL.

Este es un sistema sumamente difundido en nuestro país por su simplicidad constructiva y funcional produce, bajo determinadas condiciones (influencia de la tapa reguladora, densidad alta, entre otras.) altos porcentajes de daño a las semillas y carece de la versatilidad del sistema anterior con respecto al uso de diferentes tamaños de granos.

Una mejora en este sistema, fue la disposición helicoidal de las acanaladuras del rodillo (Figura 11), mejorando el trato de la semilla, debido a que, durante el giro del rodillo, éste se llena de semillas en una forma más progresiva, resultando en menores porcentajes de daño de granos.

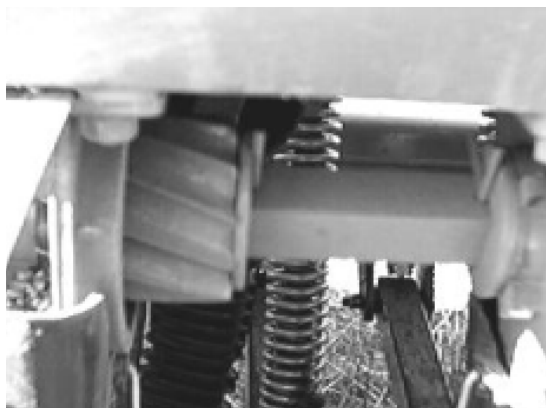


FIGURA 37. DOSIFICADOR DE RODILLO ACANALADO HELICOIDAL.

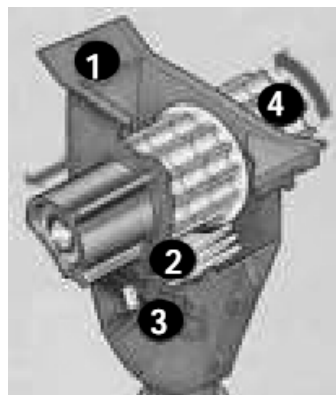


FIGURA 38. CHAPA REGULADORA DE FLUJO.

En la parte externa del dosificador se encuentra una chapa llamada reguladora de flujo (Figura 12), que debe colocarse en una posición que impida que la semilla caiga por gravedad o por saltos. Se la usa cerrada para semillas corredizas pequeñas, y abierta, en granos rugosos o grandes.

#### DOSIFICADORES PARA GRANO GRUESO O MONOGRANOS

##### *Dosificadores mecánicos*

Las sembradoras de granos gruesos (Figura 13), se caracterizan por utilizar dosificadores monogranos, estos son capaces de sembrar las semillas en forma individual, desde distancias mayores a los 50 cm entre ellas hasta en forma continuada similar al llamado chorrillo de las finas.



FIGURA 39. SEMBRADORA DE GRANO GRUESO.

Muchos de los problemas en los dosificadores se deben a que las semillas son diferentes, así las semillas de maíz no sólo difieren en su tamaño, sino también en su forma de acuerdo a su posicionamiento en la espiga, distinguiéndose achatadas y redondas, lo que tradicionalmente ha obligado al calibrado de las mismas mediante técnicas de clasificación. Otra de las semillas problemáticas por motivos similares es la de girasol.

En el ámbito internacional la mayoría de los países productores han adoptado los sistemas neumáticos habiendo discontinuado los mecánicos. Sin embargo, en Argentina se continuó su desarrollo existiendo diseños de muy buen comportamiento. Son sencillos, robustos, de bajo costo, pero necesitan como condición necesaria semilla calibrada para su buen funcionamiento. Su precisión es excelente dependiendo del grado de calibración que tenga la semilla, lo que no siempre es fácil de conseguir. Dentro de ellos encontramos:

##### **Platos con Alveolos.**

Los dosificadores de platos con alvéolos (Figura 14), constituyen, hasta ahora, el grupo más utilizado, ya que dan lugar a máquinas menos costosas y menos complicadas y proporcionan precisión suficiente para la siembra de maíz, siempre que la semilla esté bien calibrada como ya fue mencionado.



FIGURA 40. DOSIFICADOR MECÁNICO DE PLATOS CON ALVÉOLOS.

Estos platos, llamados placas de siembra, pueden ser de material plástico o metálico. Es importante que sean de buena calidad sobre todo los plásticos ya que las ralladuras y desgastes provocan incorrecto llenado y como consecuencias fallas (cuando falta una semilla) o dobles (cuando hay más de una en un mismo lugar). Es importante controlar que siempre se los coloque con la fresadura hacia abajo (Figura 15).

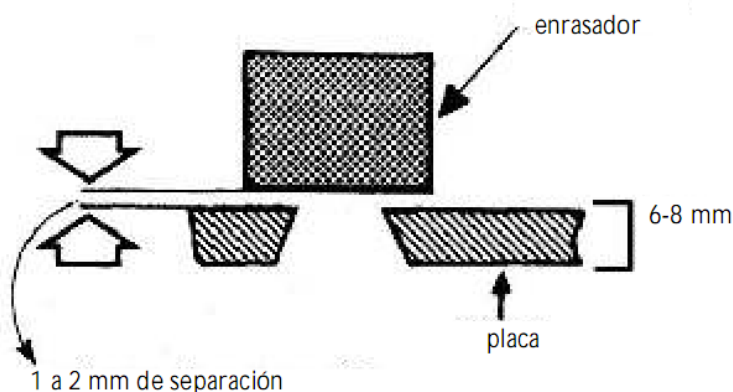


FIGURA 41. POSICIÓN DE LA FRESADURA EN EL ARMADO DE LA PLACA.

Cuando se pueda optar recordar que se consigue mayor precisión aumentando el número de orificios y no la velocidad del plato.

Estos platos constan de un engrasador y un gatillo expulsador que obliga a salir a las semillas por lo que se debe verificar que la luz existente entre el engrasador y el orificio ocupado por la semilla permita el pasaje de ésta sin dañarla y ello dependerá no sólo del tamaño de la semilla sino del espesor de la placa. También es muy aconsejable reemplazar los engrasadores por cepillos para el caso de semillas delicadas como la soja.

Los expulsadores pueden ser de estrella, los que se deben cambiar cada vez que se modifique el número de orificios de la placa o de gatillo los que no tienen esa limitante (Figura 16). La punta del expulsador, cualquiera sea el sistema, no deben sobrepasar el espesor de la placa, sino entrar ligeramente en ella, lo que se regula mediante tornillos o tuercas. Siempre es buena práctica cambiar los resortes o plásticos de tensión una vez por campaña, es un costo muy bajo que dará mayor seguridad.

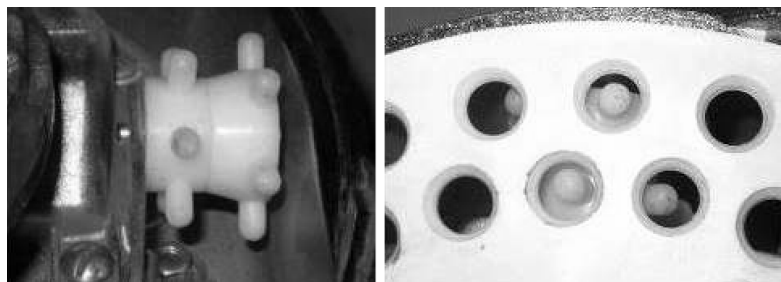


FIGURA 42. EXPULSADOR DE ESTRELLAS PARA PLACA CON ALVÉOLOS.

Mención aparte merece la contraplaca, por la misma debe pasar un sólo orificio libre por lo que hay que recordar verificar su abertura cada vez que se cambie el número de agujeros en la placa (Figura 17).

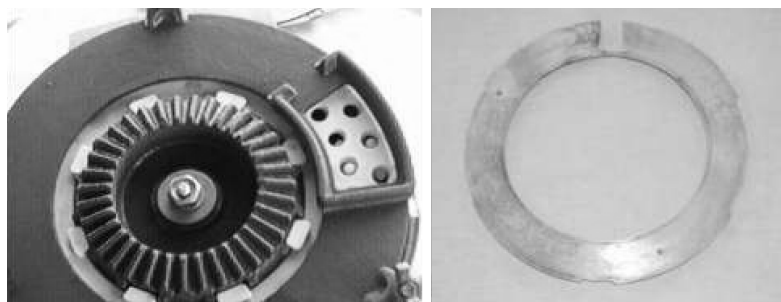


FIGURA 43. ORIFICIO DE ABERTURA DE LA CONTRAPLACA.

En el mercado existen dosificadores de placas horizontales, inclinadas y verticales, siendo las últimas poco utilizadas. La principal ventaja de los horizontales es que ocupan menos lugar en el plano vertical permitiendo que el dosificador se coloque más cerca del suelo y por lo tanto la semilla caiga más suave en el surco, además son más estables a vibraciones, mientras que los inclinados no necesitan enrasadores tratando así mejor a la semilla (Figura 18).



FIGURA 44. DOSIFICADOR DE PLACA INCLINADA.

Todos ellos deben tener placas de acuerdo al calibrado de semilla que tengamos, lo que es un costo adicional no solo por las placas sino por el mayor costo que tiene esta semilla clasificada.

### **Dedos Pinzadores**

Este tipo de dosificadores, se han venido utilizando en algunos países exclusivamente para la siembra del maíz, son muy precisos, aunque más delicados y por ello complicados de mantener.

Constructivamente son un conjunto de pinzas, colocadas como radios de una circunferencia, las que mantienen apretadas las semillas contra el plato hasta soltarlas por la acción de una leva, cuando ello sucede la caída de la semilla no es libre, sino a una especie de noria que gira a la misma velocidad que los

dedos y la libera en la parte de abajo, reduciendo la altura de caída y por lo tanto posibles rebotes (Figura 19).

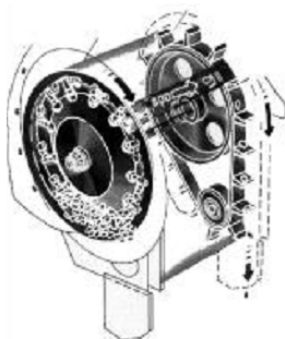


FIGURA 45. DOSIFICADOR DE DEDOS PINZADORES.

Este dispositivo es menos exigente que los dosificadores de plato alveolado en relación con el calibre uniforme de las semillas, pero necesitan incorporar grafito en polvo para su lubricación y requieren atención del sistema.

#### DOSIFICADORES NEUMÁTICOS

La dosificación de semilla se realiza a través de una corriente de aire forzada, llamada dosificación neumática, resulta ventajosa con respecto de la dosificación mecánica cuando la semilla es de tamaño desuniforme, por la falta de calibración, o bien por características propias de la misma como peso y forma. Otro beneficio de estas sembradoras es que, en general, liberan las semillas muy cerca del suelo, a unos pocos centímetros, lo que disminuye el rebote contra el fondo del surco y, por eso, la distancia entre semillas de una misma hilera resulta más uniforme por consiguiente la distribución es más regular grano a grano. También cambiar la densidad, en un dosificador neumático, puede ser más fácil que en un mecánico.

Es importante tener en cuenta el trato poco agresivo que le imprime a la semilla, debido a que no requiere gatillo expulsor, por lo que no existe rotura de grano, lo que también contribuye a la calidad de distribución de plantas.

En cuanto al principio de funcionamiento se puede mencionar que en los dosificadores neumáticos el tamaño del alveolo es menor que el de la semilla a dosificar (Figura 20). La captación y retención de la semilla en los alveolos se realiza por medio de una corriente de aire que fluye a través éstos debido a una diferencia de presión a ambos lados de la placa. En el caso de los dosificadores por vacío, la corriente succiona la semilla hacia el alveolo, porque la placa se ubica entre ésta y la fuente de depresión.



FIGURA 46. DETALLE DE LA SUJECIÓN DE LA SEMILLA AL ALVÉOLO.

La fuerza de retención, hace que la semilla se mantenga adherida a la placa en el alvéolo. De esta manera puede ser transportada desde el talud de semillas hasta el punto de descarga, donde se corta la corriente de aire y desaparece la fuerza de succión.

Este principio de funcionamiento implica que la semilla no deba introducirse en el alveolo, lo que no solo permite dosificar apropiadamente material desuniforme en forma y tamaño, sino que un solo orificio sirva para sembrar diferentes semillas. Sin embargo, el sistema permite que más de una semilla se adhiera en cada orificio por lo que necesita de un enrasador que obligue a que quede sólo una (Figura 21).



FIGURA 47. ENRASADOR DE SERRUCHO UTILIZADO EN DOSIFICADORES NEUMÁTICOS.

En los dosificadores por presión las semillas serán conducidas por una corriente de aire en una placa que, en lugar de tener orificios, tiene acanaladuras para que luego cepillos enrasadores dejen una sola por muesca (Figura 22).

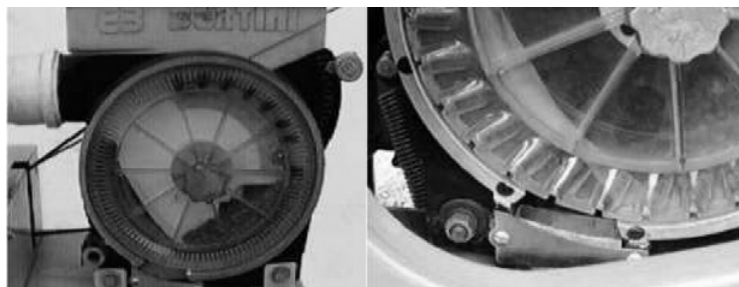


FIGURA 48. DOSIFICADOR NEUMÁTICO POR PRESIÓN.

En ambos sistemas la densidad de siembra se regula para un mismo número de orificios o acanaladuras a través de la velocidad de giro de la placa.

*Dosificador neumático a depresión (por vacío) con disco perforado.*

*Relación Semilla – Placa – Vacío*

Son los más utilizados y difundidos en el mercado nacional. La tolva alimenta a la cámara de semilla a través del conducto correspondiente. Una de las caras de dicha cámara está compuesta por el disco de siembra que gira accionado por las ruedas de la maquina (Figura 23).

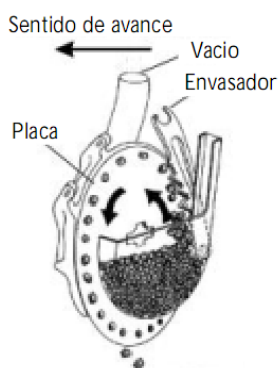


FIGURA 49. DOSIFICADOR NEUMÁTICO POR VACÍO.

En el caso de los dosificadores con placa de caras planas, -libres de muescas, hendiduras, o salientes- que sirvan para que la semilla calce al ser captada, la retención está dada solamente por la relación entre peso de la semilla y la fuerza de succión en el alveolo. A su vez esta última surge de la relación entre el nivel de vacío (presión negativa) y la sección del alveolo.

En la práctica, el equilibrio mencionado cambia sensiblemente porque al peso de la semilla se le debe agregar las fuerzas que actúan sobre ésta, producto de los movimientos y sacudidas del dosificador, por lo que la fuerza de retención debe ser superior para prevenir la ocurrencia de fallas. Por otra parte la semilla retenida debe soportar la acción del envasador que, dependiendo del nivel de agresividad, va a ejercer mayor o menor fuerza tendiente a sacar la semilla del alveolo.

La fuerza de succión puede ser modificada por medio de las dos variables que la componen. Sin embargo, la sección del alveolo está condicionada por el tamaño de la semilla por lo que no presenta grandes alternativas de variación. Generalmente este tipo de dosificadores ofrece una sola placa para cada especie. Por otra parte el dimensionamiento de las turbinas no permite grandes cambios más allá de ciertos límites, sobre todo cuando alimenta a un gran número de dosificadores.

Estos condicionamientos determinan que el logro de una buena retención de semilla está dado por una adecuada fuerza de succión (nivel de vacío y sección del alveolo) y la minimización de las fuerzas externas que actúan sobre la semilla.

Lo primero se logra siguiendo las especificaciones del fabricante en lo que respecta a regulaciones y regímenes de la turbina, elección de la placa y nivel de vacío. En caso que los dosificadores sean colocados en reemplazo de otros sistemas, para convertir máquinas mecánicas en neumáticas, debe limitarse la cantidad de unidades dosificadoras a la capacidad de la turbina especificada por el fabricante, de lo contrario se condiciona una menor fuerza de retención para todo el sistema.

Respecto del mantenimiento y controles previos, es necesario eliminar pérdidas o fugas de aire en los conductos, verificar el correcto estado de los sellos y juntas, y realizar un periódico control del nivel de vacío mediante vacuómetros.

En este sentido, principalmente si no se tiene experiencia previa con sistemas neumáticos se debe trabajar con extrema prolijidad y detenimiento, debido a que los desperfectos en la conducción de aire son generalmente difíciles de percibir y los materiales son, en muchos casos, frágiles.

En lo que respecta a las fuerzas actuantes sobre la semilla debe considerarse las vibraciones y sacudidas a las que está sometido el tren de siembra sobre el que se monta el dosificador, principalmente los

generados o incrementados por un excesiva velocidad de siembra y por el tránsito por superficies irregulares.

Por otra parte, al momento de llegar a las cabeceras el nivel de vacío se reduce cuando se baja el régimen del motor, por lo que se corren riesgos mayores de que se caigan las semillas retenidas en los alveolos.

Un aspecto importante que hace a la eficiencia de estos sistemas es que cuando los orificios con la semilla adherida van llegando a la parte inferior del giro del disco, también arriban al límite de la cámara de vacío, con lo cual éste se interrumpe y la simiente es liberada cayendo al suelo desde muy baja altura, por lo que el tubo de descarga es mínimo o incluso inexistente disminuyendo rebotes (Figura 24).

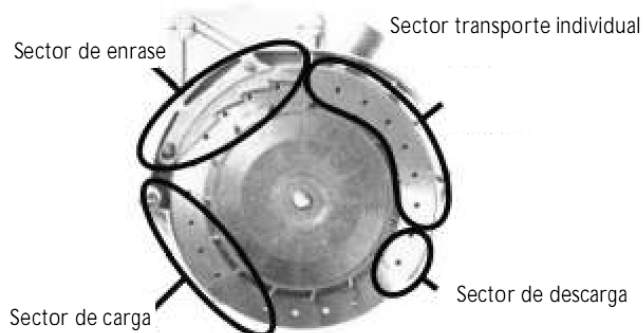


FIGURA 50. PUNTOS DE ACCIÓN DEL DOSIFICADOR NEUMÁTICO POR VACÍO.

Otro aspecto que resulta particularmente crítico en este tipo de dosificadores, es el ajuste del enrasador (Figura 25). Tanto la retención de la semilla como el correcto desempeño de este dispositivo, son muy afectados por la velocidad de la placa y el nivel de agresividad que se le da en la regulación. Ambos, velocidad y agresividad, mantienen una relación dinámica y afectan simultáneamente a la calidad de distribución del sistema. El punto óptimo del enrasador cambia con la variación en la velocidad de la placa. Como regla general a mayor régimen de placa debe ser menor la agresividad del enrasador. Esta regla se basa en que la mayor velocidad de la placa provoca un choque más violento de la semilla contra el enrasador lo cual se evita o atenúa reduciendo la agresividad del mismo, que consiste en alejarlo de la trayectoria de la semilla. La particularidad que tiene este sistema es la extremada sensibilidad ante los cambios mencionados. Ensayos realizados en el Instituto de Ingeniería Rural del INTA demuestran incluso, que la posición óptima del enrasador es depende en mayor medida de la velocidad de la placa que del tamaño de la semilla.

En función de lo expresado es evidente que con los dosificadores neumáticos existe un cierto deterioro de la calidad de siembra cuando la velocidad se aleja de la utilizada en la regulación.

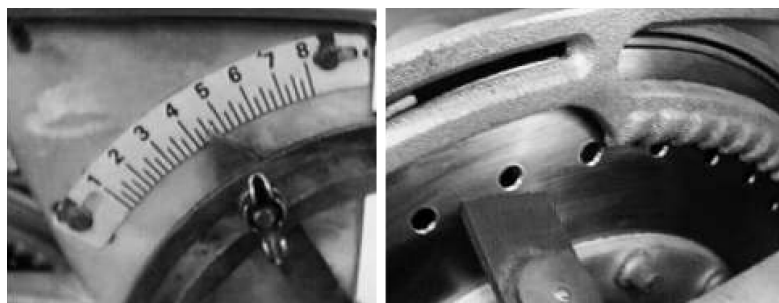


FIGURA 51. AJUSTE DE ENRASADOR DE TIPO SERRUCHO.

Por lo expuesto hasta aquí surge que, para un mismo nivel de vacío, cuanto más liviana sea la semilla más fácilmente va a ser retenida en el alveolo, lo cual resulta cierto desde el punto de vista físico y de las fuerzas que intervienen.

Esta conclusión podría llevar a seleccionar semilla de menor tamaño, principalmente en maíz que naturalmente es una de las semillas más pesadas. Sin embargo la morfología de la semilla tiene un papel importante. En el caso de semillas que tengan puntas ahusadas (algunos calibres de maíz y girasol) se corre el riesgo de que éstas se introduzcan en el alveolo produciendo “clavado” de la semilla.

Este fenómeno es indeseable porque compromete la liberación correcta del material. Cuando la semilla está clavada en el alveolo y se corta el vacío, la liberación no es “limpia”, ya que se produce un arrastre en el sentido de giro de la placa modificando el punto real de descarga, lo cual se agrava con altas velocidades y semillas extremadamente livianas (en girasol principalmente).

Una alternativa es reducir el tamaño del alveolo para minimizar la profundidad que se va a clavar, lo cual debe realizarse teniendo en cuenta que también se reduce proporcionalmente la fuerza de succión. Algunos dosificadores que se ofrecen en el mercado cuentan con un dispositivo que del lado opuesto de la placa presiona la semilla reduciendo en gran medida el clavado lo cual soluciona o atenúa en gran parte el problema. (Figura 26).

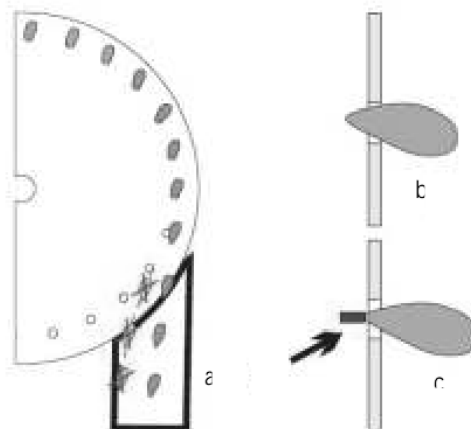


FIGURA 52. DISPOSITIVO PARA ATENUAR EL CLAVADO DE LA SEMILLA.

Especial mención debe realizarse al funcionamiento del circuito de aire. En la mayoría de los casos, la ocurrencia de fugas resulta difícil de percibir si no se hace una observación detallada de todos los componentes.

Resulta práctico empezar a revisar el sistema desde la turbina hacia los dosificadores. Se debe verificar el correcto estado y vinculación de las mangueras, controlando también su ubicación por entre las estructuras de la máquina para evitar fricciones, roturas o estrangulamientos.

En cuanto a los dosificadores es muy importante su correcto armado, cuidando de que asienten perfectamente los sellos en los lugares correspondientes, a fin de asegurar la inexistencia de fugas.

Antes de colocar la tapa del dosificador es necesario verificar la correcta posición de la placa, principalmente respecto de la contraplaca (sello interior), que debe estar en perfecto estado, libre de

surcos producidos por la fricción con ésta. También se debe controlar la ubicación del enrasador, verificando que realice el movimiento correcto cuando se acciona la palanca de regulación.

### *Dosificador neumático a presión con tambor perforado*

En este sistema la tolva suministra semilla a través del canal hacia un tambor que gira accionado por las ruedas de la maquina. Una turbina, que recibe movimiento de la toma de potencia del tractor genera una corriente de aire hacia el tambor y la tolva, de forma tal que dentro de estos recipientes existe mayor presión que en el exterior. Esta presión escapa continuamente por los orificios que tiene el tambor, hasta que son tapados por las semillas.

El tambor tiene una hilera de agujeros por cada hilera de siembra (Figura 27). Cada orificio que se traslada por la mitad ascendente del tambor, se encuentra con un enrasador estático (de cepillo), que elimina cualquier exceso de semilla. Al llegar a la parte superior del giro, antes de iniciar el traslado por la mitad descendente, cada orificio es cubierto por el rodillo tapador, con lo cual la simiente cae por el conducto de descarga impulsada por la corriente de aire hasta el suelo.

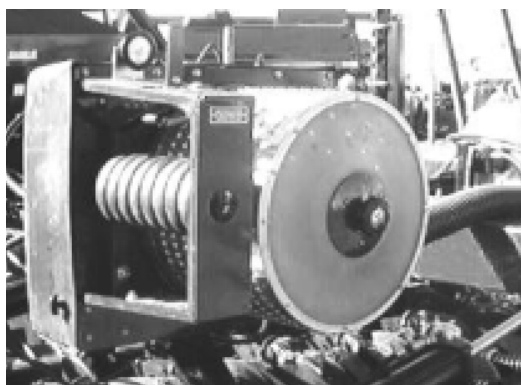


FIGURA 53. DETALLE DEL DOSIFICADOR NEUMÁTICO DE TAMBOR.

La densidad de siembra puede variarse cambiando la relación de movimiento que existe entre el tambor y las ruedas de la sembradora.

Éstos fueron uno de los primeros sistemas neumáticos utilizados y están poco difundidos en el país.

### *Dosificadores neumáticos por presión de aire (soplado)*

Estos sistemas trabajan en forma inversa a los anteriores, es decir por presión (Figura 28). En Argentina la firma Bertini tiene patentado este sistema siendo prácticamente la única que lo ofrece.

Estos dosificadores necesitan una significativa menor potencia que los por vacío, la corriente de aire se produce a través de un ventilador montado en la lanza de la maquina, el cuál es accionado por un motor hidráulico que, si el tractor cuenta con un buen sistema hidráulico, no pierde presión de aire en cabeceras.



FIGURA 54. DOSIFICADOR NEUMÁTICO POR PRESIÓN.

Como factor adicional tiene un radiador de aceite que ayuda a mantener constante la viscosidad del fluido.

Las placas dosificadoras son de policarbonato transparente que permiten ver el correcto funcionamiento del sistema (Figura 29). Estas placas giran en sentido contrario a las agujas del reloj en contacto con las semillas colocándolas por gravedad en su periferia donde tiene orificios que sobre el borde tienen una pequeña ranura por donde sale el aire además de ubicar a las semillas. De esta forma la semilla trata de impedir la salida del aire manteniéndose posicionada en la periferia (Figura 30).



FIGURA 55. PLACA DE SUJECIÓN POR PRESIÓN CONSTRUIDA EN POLICARBONATO TRANSPARENTE. ENRASADOR DE CEPILLO.



FIGURA 56. DETALLE DE LA POSICIÓN DE LA SEMILLA EN LA CAVIDAD DE LA PLACA DE PRESIÓN.

En cada uno de estos orificios se ubican varias semillas, por lo que este sistema, al igual que él por vacío, necesita un enrasador. El mismo está compuesto por un cepillo (Figura 29), que se puede regular desde el exterior, el cual “barre” todas las semillas dejando sólo una por alveolo para que al acercarse al punto de salida una felpa anule la presión de aire y la semilla caiga sin velocidad muy cerca del suelo de forma similar a los por vacío.

#### MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS

Además de tener en cuenta todos los puntos necesarios en las máquinas con dosificación mecánica, se debe cuidar la tensión y el estado de las correas que accionan a la turbina. No debe existir patinamiento, no solo por la integridad de la correa, sino porque afectará la corriente de aire y a la dosificación de la semilla. También es importante cuidar la hermeticidad de los conductos de aire. Cualquier fuga que varíe la presión o depresión de trabajo, modificará la dosificación, si bien esto es más importante en los sistemas por vacío.

Se debe tener en cuenta que para turbinas accionadas por cardan, el tractor debe contar con toma de potencia independiente, es decir, que se acopla y desacopla con un comando independiente del embrague de la transmisión de movimiento a las ruedas. Además, su régimen normalizado estará de acuerdo a las exigencias de la sembradora, 540 rpm ó 1000 rpm. En estos casos es posible que existan deficiencias de

siembra en las cabeceras porque se reduce la velocidad de avance y por lo tanto la succión. Para estos casos siempre será conveniente hacer cabeceras más amplias las que serán luego sembradas en forma perpendicular al cultivo.

En los sistemas por vacío se deberá vigilar la integridad de los sellos periféricos y frontales asegurando que no tengan desgastes o ralladuras. En los de presión revisar el desgaste de los cepillos enrasadores y asegurarse de la correcta elección de la placa de siembra ya que, si bien son pocas, cada cultivo tiene la suya y existen variaciones de placas para la siembra de maíz y girasol.

## DOSIFICACIÓN DEL FERTILIZANTE

### FERTILIZANTES SÓLIDOS

#### DOSIFICADOR POR TORNILLO SINFIN

Se integra por uno o más tornillos sinfín de múltiples secciones los que acarrear el fertilizante hacia orificios maquinados en el fondo de la tolva y que conducen el producto hasta un embocador donde el agroquímico cae por gravedad hacia el terreno (voleo), o es guiado por un tubo especial hasta el surcador (Figura 31).

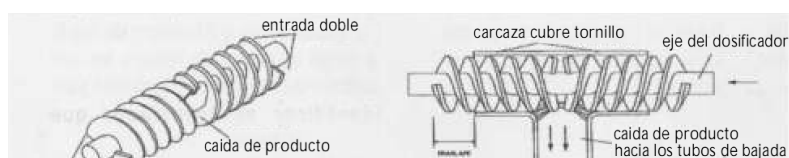


FIGURA 57. DOSIFICADOR DE FERTILIZANTES POR TORNILLO SINFIN.

Generalmente la densidad de aplicación se controla con el régimen del citado tornillo sinfín y si el fertilizante es homogéneo tiene una dosificación precisa. Sin embargo, el sistema no es muy eficiente en cuanto a la uniformidad de entrega con fertilizantes en polvo, es de construcción y mantenimiento más complicado.

#### DOSIFICADOR POR ESTRELLA VERTICAL (EJE HORIZONTAL)

Consta de un eje sobre el cual se fijan una serie de estrellas acarreadoras que giran verticalmente (Figura 32); bajo las cuales, en el fondo de la tolva, existen una serie de orificios de calibre variable. La fertilización puede ser al voleo o presentar el sistema tubos conductores del producto.

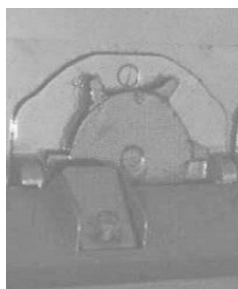


FIGURA 58. DOSIFICADOR DE ESTRELLA VERTICAL.

La densidad de aplicación se regula a través del calibre del orificio de salida.

Trabajan con regular eficiencia tanto empleando fertilizantes en polvo o granulados. Su principal ventaja reside en su sencillez constructiva y de mantenimiento.

#### DOSIFICADOR POR ESTRELLA HORIZONTAL (EJE VERTICAL)

En líneas generales el principio constructivo y funcional es similar al anterior, diferenciándose únicamente en que en éste la estrella trabaja en posición horizontal (Figura 33). De esta manera se produce el acarreo del fertilizante hacia un orificio de calibre variable lográndose una dosificación más precisa que los verticales. La fertilización puede ser a voleo o a través de surcadores.

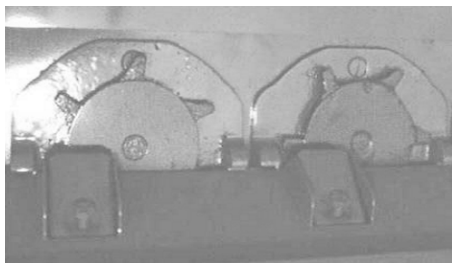


FIGURA 59. DOSIFICADOR DE ESTRELLA HORIZONTAL.

La fuerza de gravedad, la acción del agitador-acarreador y el calibre del orificio determinan la densidad de aplicación de fertilizante. En algunos casos se puede actuar igualmente sobre el régimen de la estrella o cambiar la misma para variar la dosis de entrega.

Éste es un sistema adecuado para las fertilizaciones con gránulos. Por su disposición se debe cuidar siempre el engrase de los ejes y su limpieza.

#### DOSIFICADOR DE RUEDA DENTADA TIPO CHEVRÓN

Éste es el dosificador de granulados más utilizado en la actualidad por las distintas marcas de sembradoras debido a sus mejores prestaciones. Se basa en un rodillo generalmente de poliuretano dispuesto en forma horizontal, con dientes situados en forma diagonal que le dan la particularidad de poseer propiedades autolimpiantes (Figura 34), además, debido a que presenta un trato relativamente suave del material, puede ser utilizado para la siembra de granos finos. La variación de dosis se realiza mediante una caja de velocidad cambiabile.

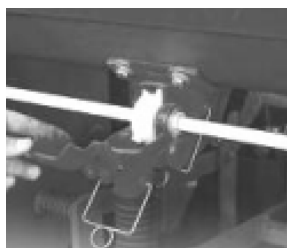


FIGURA 60. DOSIFICADOR DEL TIPO CHEVRÓN.

#### CAÑO DE BAJADA Y SU IMPORTANCIA

Tanto los distribuidores mecánicos como los neumáticos dependen de su eficiencia de distribución en la línea de siembra, del rebote que se produzca en el caño de bajada de la sembradora y la altura de caída libre.

Dentro de los caños de bajada para las sembradoras de grano fino los más utilizados son los corrugados de goma (Figura 35), cuyo interior debe ser liso para permitir un mejor descenso de la semilla. Un factor primordial en este tipo de caños, es el largo, se debe verificar, con el tren de siembra clavado, que los caños

de bajada queden rectos, evitando que se presenten partes dobladas o torcidas que impedirían la libre caída de las semillas afectando la uniformidad (Figura 36).



FIGURA 61. CAÑO DE BAJADA DEL TIPO DE MANGUERA CORRUGADA.



FIGURA 62. CAÑOS DE BAJADA CON PLIEGUES QUE AFECTAN LA UNIFORMIDAD DE DESCARGA DE SEMILLAS.

Para su mejor conservación, se recomienda, después de cada temporada, desmontar cada uno de los caños y colocarlos en talco industrial, caso contrario, se deberá contar con un stock de repuesto, nunca tratar de arreglarlos emparchando o uniendo tramos.

La actual tendencia es reemplazar los caños de bajada de goma corrugada por caños plásticos rígidos telescópicos para mejorar la uniformidad de distribución en la línea de siembra (Figura 37), el material de estos caños debe ser de buena calidad y construcción de manera que permita su fácil deslizamiento.

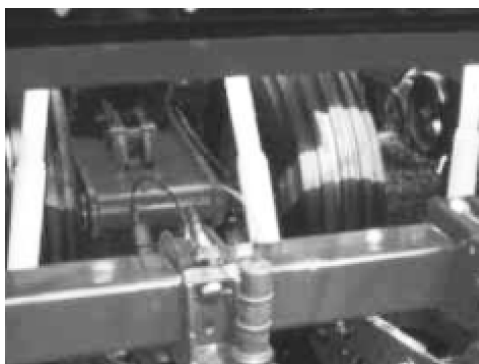


FIGURA 63. TUBOS DE BAJADA DEL TIPO TELESCÓPICOS.

Para la siembra gruesa, los mejores caños aparentan ser los que poseen forma rectangular con el lado más largo siguiendo la línea de siembra y achicándose al llegar a la salida con una leve inclinación en sentido contrario al avance de la sembradora (hacia atrás) (Figura 38). De esta manera se disminuye el efecto de la velocidad entre el suelo y la semilla disminuyendo el rebote en el fondo del surco.

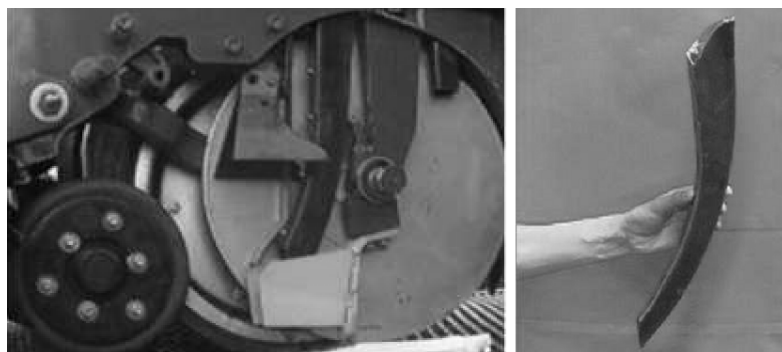


FIGURA 64. TUBO DE DESCARGA CON INCLINACIÓN PARA SIEMBRA DE GRUESA.

## MONITORES DE SIEMBRA

El monitor de siembra es un sistema electrónico que permite controlar la dosificación de semillas que entrega cada dosificador de la sembradora en tiempo real (Figura 39).



FIGURA 65. MONITOR DE SIEMBRA. VISOR DIGITAL.

En su versión más simple están compuestos por sensores de paso que indican si semilla se desliza o no por los tubos de bajada, a estos sistemas se los puede complementar con un detector de velocidad de avance y una consola con monitor donde se centralizan, interpretan y visualizan todos los datos conociendo así superficie sembrada y densidad de la siembra por cada surco.

## SENSORES DE PASO

Los sensores están ubicados en cada tubo de caída de semillas. Al pasar delante del sensor, cada semilla es detectada y da un pulso que llega a la consola por medio de cables.

Dichos sensores son capaces de detectar e interpretar el 99% de lo que pase por delante de ellos y se vinculan a procesadores altamente confiables y veloces. Esta información se integra con la proveniente de un lector de velocidad más los datos cargados manualmente (números de surcos y distanciamiento entre ellos) para dar como resultado los datos de siembra.

## TIPOS DE SENSORES

### DE SEMILLA

Básicamente se componen de un emisor y un receptor. Los usados para maíz, girasol y soja son de alta lectura y muy precisos. Para su instalación es necesario perforar ambas caras del tubo de descarga, para lograr que las partes se vean, colocándose enfrentadas y alineadas. El montaje se realiza de forma que el sistema de abresurcos y raspadores no interfieran con los sensores. Es importante verificar que los sensores no puedan transformarse en un obstáculo para la caída de semilla, no por la posibilidad de atoramientos, sino por contribuir a aumentar el rebote de los granos en la siembra gruesa en los tubos de bajada cambiando la posición de las semillas en el surco.

### DE FERTILIZANTE O DE SEMILLA DE GRANO FINO

Son sensores encargados de captar el paso de fertilizante o de semilla de grano fino e informarlo al monitor. La precisión de estos sensores es menor que la de los de grano grueso, ya que por delante de ellos circula un chorrillo difícil de cuantificar. La instalación de estos sensores es menos dificultosa que los que los de grano grueso, ya que por lo general se instalan sobre manguera corrugada.

## LECTORES DE VELOCIDAD

Los sistemas de lectura de velocidad, son los encargados de generar la información sobre la velocidad de avance que está desarrollando la sembradora sobre el lote. Existen dos tipos de lectores de velocidad los llamados por Radar, Sensor, y GPS

### POR RADAR

El sistema por radar fue el empleado inicialmente y trabaja por generación de microondas que rebotan contra el suelo y vuelven al emisor, detectando de esta manera el desplazamiento.

Este sistema debe ser calibrado para cada potrero en particular, debido a que se comporta de distinta forma sobre un suelo desnudo y sobre un rastrojo. Se debe tener en cuenta que delante del emisor no debe haber mangueras del sistema hidráulico que generen lecturas erróneas con el movimiento propio de la siembra.

### POR SENSOR MAGNÉTICO

Este sistema se difundió por ser una opción más económica que el radar y con menos complicaciones a la hora de entrar en diferentes tipos de lotes. Su principal desventaja es que está muy expuesto a roturas e interferencias ya que se instalan imanes sobre las ruedas y el sensor capta el pasaje de los imanes.

### POR GPS

El detector por GPS es el sistema más moderno y utilizado, con menos complicaciones porque no necesita calibraciones ni nivelaciones, alcanza con colocar la antena en el techo del tractor (Figura 40). Además, permite asociarse a los sistemas de agricultura de precisión.



FIGURA 66. ANTENA DE DETECCIÓN DE LA SEÑAL GPS.

## CONSOLA Y MONITOR DE DATOS

La consola es la encargada de centralizar todos los datos emitidos por los sensores que detectan el pasaje de la semilla por los tubos además de los datos de velocidad de avance registrados por sensores correspondientes. En la pantalla se muestra entonces la velocidad y los kilos o el número de semillas por hectárea tomando como referencia los valores con los que se calibró el equipo en forma manual, o sea como cualquier equipo convencional al inicio de la tarea. A partir de allí se verán los datos en tiempo real, así si por ejemplo un dosificador por alguna razón provee menos semilla que lo establecido lo indicará en el momento que se produzca.

Algunos de los datos básicos que brinda el monitor son:

- ✓ Fallas de siembra.

- ✓ Fallas por densidades de siembra diferentes del objetivo.
- ✓ Velocidad de siembra en km/h.
- ✓ Área sembrada total y parcial en hectáreas.
- ✓ Densidad de semillas por hectáreas, surco por surco y promedio.
- ✓ Número de semillas por metro lineal, por surco y promedio.
- ✓ Capacidad de trabajo en hectáreas por hora.
- ✓ Rotación de ejes.
- ✓ Fecha y hora.

### MANTENIMIENTO DE MONITOR DE SIEMBRA

Para obtener un buen comportamiento del monitor de siembra se deben considerar los siguientes aspectos:

- ✓ Bajo ninguna circunstancia se debe realizar una reparación con soldadura eléctrica con el monitor de siembra conectado a la batería. Desconectar previamente a la reparación los dos bornes de la batería.
- ✓ Nunca se deberá lavar con agua a presión los elementos que componen el sistema del monitor.
- ✓ La limpieza de los sensores es fundamental para obtener precisión en la lectura. Los curasemillas y la tierra juegan en contra de aquella. Para ello hay que utilizar la baqueta que se entrega junto con el monitor, que es de cerdas plásticas y funciona muy bien para quitar el material adherido. En general, se aconseja reparar la limpieza antes de comenzar a sembrar cada mañana.
- ✓ Los sensores de fertilizantes requieren una limpieza más rigurosa por las características higroscópicas del producto.
- ✓ Los cables que corren a la altura de los paralelogramos deformables de las sembradoras deberán acompañar sus movimientos para evitar estiramientos y cortaduras.
- ✓ En caso de tener que cambiar algún fusible, se deberá respetar el valor que recomienda el fabricante y nunca colocar uno de mayor valor.

### EFICIENCIA OPERATIVA DEL MONITOR DE SIEMBRA

La tecnología del monitor de siembra, en la actualidad se encuentra al alcance de contratistas y productores. Permite realizar una operación costosa, como lo es la siembra, con menos riesgos y con mayor tranquilidad para el operador, el cual solo debe conducir mirando hacia adelante, sin preocuparse por lo que está pasando con la dosificación.

La conveniencia de su incorporación se visualiza con un ejemplo:

*Si se considera una máquina de 14 surcos a 52,5 cm entre ellos, el operario debe revisar la máquina cada dos vueltas. En esa operación pierde 5 minutos, desde que se baja del tractor, revisa bien la máquina, vuelve a subir y comienza a sembrar nuevamente. Por cada hora de trabajo pierde 10 minutos (16%). Si se incorpora un monitor de siembra, cada hora se trabaja*

*al 100%, lo que equivale a decir que la sembradora incrementó su ancho de trabajo en dos surcos.*

Además, con el monitor de siembra se puede también sembrar en horarios nocturnos aumentando la superficie implantada por día con una razonable seguridad en la siembra.

## TREN DE SIEMBRA

Las sembradoras directas posiblemente sean las máquinas que más evolución han sufrido en los últimos años acompañando los cambios tecnológicos derivados de esta técnica. Sin embargo, ha veces se olvida que deben realizar lo mismo que las antiguas sembradoras convencionales es decir "*colocar la semilla en condiciones óptimas para que germine rápida y uniformemente en la densidad y a la profundidad que deseamos con una separación uniforme entre ellas*".

Lo que ha cambiado es dónde las pondrán, ahora no las podemos ayudar modificando el suelo y como todas las cosas, no existe la máquina que sirva para todo y en todas las condiciones. Lo importante entonces es conocer que nos ofrece el mercado, que es lo que hay que ver y elegir para cada condición y estar dispuesto a cambiar accesorios cuando cambie la situación de, por ejemplo, humedad o cantidad de rastrojo. Las siguientes líneas tienen el objetivo de realizar una reseña de algunos de los puntos más destacados al momento de elegir o modificar la sembradora con lo que nos ofrece el mercado actualmente.

### CUCHILLAS CORTA RASTROJOS

Este elemento se utiliza básicamente con dos objetivos diferentes. Por un lado y principalmente, lograr cortar el rastrojo, facilitando así la acción de los abresurcos de semilla y, por otro lado provocar una microlabranza de la zona de siembra, permitiendo mejores condiciones de implantación para la semilla, junto con un pequeño barrido del rastrojo de la línea de siembra. Ésto además provee tierra suelta que será utilizada por los sistemas tapadores.

Existen varios diseños de cuchillas cortadoras, las lisas son las más indicadas cuando se pretende la mínima remoción con un buen corte del rastrojo y mínimo atoramiento (Figura 41). Esta característica es apreciada cuando los suelos son pesados y con exceso de humedad. Sin embargo, prácticamente no producen tierra suelta lo que complica el accionar de los mecanismos tapadores y aumenta el esfuerzo en los abresurcos.

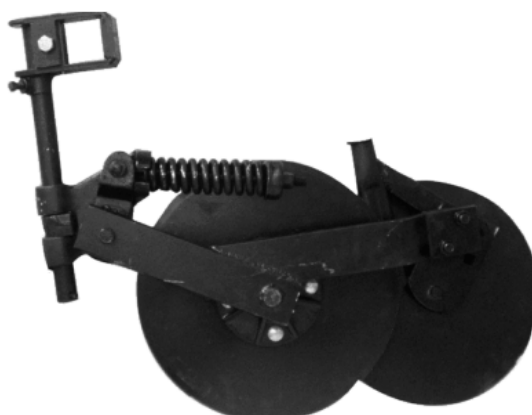


FIGURA 67. CUCHILLAS CORTADORAS LISAS. SUELOS PESADOS.

Las otras cuchillas presentan diferentes tipos de ondulaciones, en términos generales se puede decir que a mayor ondulación mayor esfuerzo, menor penetración y mayor microlabranza y por lo tanto mejor tapado y accionar de los abresurcos siempre y cuando no se trabaje a velocidades excesivas.

Así los principales tipos de cuchillas en el mercado son las lisa ya comentadas, las *Dura Flute* (Figura 42) que tiene ondulaciones pequeñas en toda su periferia con buena penetración y excelente corte pero dejan poca tierra suelta, las *Rippled (Bubble)* (Figura 43) con un borde liso y un ancho de labor de 2,5 cm hacen una buena microlabranza pero tienen menor penetración y menor capacidad de corte de rastrojo y las *Deep Flute* llamadas “ravioleras” con 5 cm de ancho de corte con la mayor microlabranza pero el peor comportamiento a velocidades altas o en suelos arcillosos y/o húmedos.

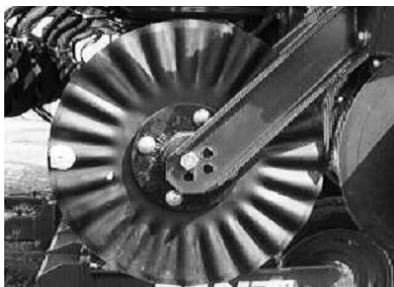


FIGURA 68. CUCHILLAS ONDULADAS EN TODA SU SUPERFICIE.

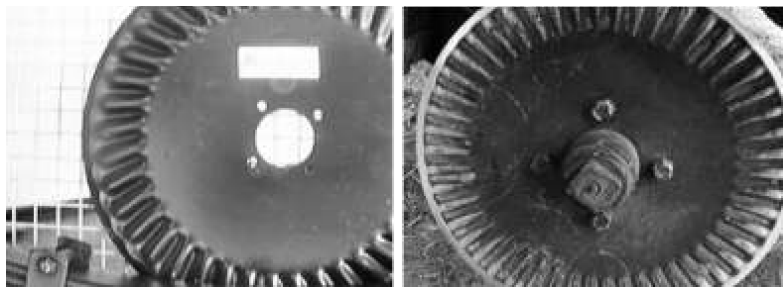


FIGURA 69. CUCHILLAS ONDULADAS CON BORDE LISO.

Mención aparte merecen las llamadas Turbo (Figura 44), las más utilizadas, que combinan la microlabranza de 2,5 cm -aunque se ofrecen anchos menores- son las más aptas para suelos pesados, con un diseño de ondulaciones que hacen que trabajen perpendicular al suelo. Esto hace que tengan un buen corte con limpieza del surco. Como regla general y las turbo no son la excepción, nunca se debe ir a una velocidad tal que se observe tierra fuera del surco pues se alterará el funcionamiento de los mecanismos del resto del tren de siembra.

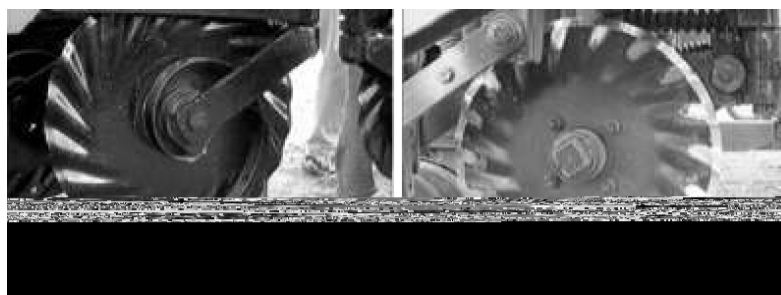


FIGURA 70. CUCHILLAS DEL TIPO TURBO QUE MEJORAN EL CORTE Y LA MICROLABRANZA.

Debe tenerse en cuenta que lo que era un excelente trabajo de corte de rastrojo y roturación de la línea de siembra, puede transformarse en un desastre operativo luego de una lluvia de 30 mm.

Con respecto al posicionamiento de las cuchillas cortarastrojos, en las máquinas nacionales se ofrecen alternativas de ubicación además de los diferentes tipos de cuchillas mencionados. Ellas son fijas al bastidor independientemente de los abresurcos, mediante una fijación rígida o con resortes de carga o montadas en el tren de siembra en conjunto con los abresurcos.

Para el primero de los casos (fijas al bastidor) es en general la posición más utilizada, la principal ventaja radica en que los abresurcos tendrán menores esfuerzos sobre todo cuando los suelos sean más desparejos. En este diseño es fundamental que las cuchillas sean de gran diámetro, mayores a 16", su principal desventaja es que requiere trabajar a mayor profundidad con un copiado de suelo algo peor que las fijadas al tren de siembra, pero con mayor capacidad de penetración.

Los accesorios llamados apretarastrojos (Figura 45) son una opción eficiente con rastrojos abundantes y húmedos, funcionando también muy bien en suelos arcillosos, pero deben ser de un buen diseño en su contacto con el suelo pues pueden causar más problemas que beneficios.



FIGURA 71. APRETARASTROJO ADHERIDO A LA CUCHILLA CORTADORA.

### ABRESURCOS

Los abresurcos son los mecanismos responsables de definir el surco y depositar la semilla dentro del mismo. En las sembradoras directas, salvo algunas excepciones, son del tipo de discos, pudiendo adoptar dos configuraciones los llamados bidiscos o los monodiscos.

#### BIDISCOS

Las primeras sembradoras directas que se adoptaron en forma masiva poseían abresurcos compuestos por bidiscos muchas de ellas eran de origen brasileño.

Esas sembradoras tenían como característica principal mayoritariamente carecer de cuchilla cortarastrojos. Los discos abresurcos eran dobles descentrados o de diferentes diámetro, lo que permitía cortar el rastrojo si éste no era abundante. Uno de los principales problemas de estas máquinas es la regulación de profundidad, ya que todo el peso lo tienen en el soporte de los abresurcos para conseguir penetración y ello hace que se produzca un empuje de la tierra hacia delante dificultando la regulación (efecto *bulldozing*).

Además en estos sistemas el grado de desgaste producido en los discos es elevado y cuando los discos se gastaban su capacidad de corte se ve resentida en forma importante.

Por otra parte, la regulación de la presión necesaria está dada generalmente por resortes concéntricos, regulándose mediante la quita de alguno de ellos. Este diseño hace que sea de muy difícil regulación y complicada mecánicamente, terminando en la práctica con la máquina siempre en su presión máxima. Actualmente en el mercado existen máquinas que permiten esta regulación mediante sistemas hidráulicos o hidroneumáticos o por medios más sencillos de cambiar las cargas de resortes.

El abresurco bidisco de discos iguales (Figura 46) con cuchilla corta rastrojo es hasta el presente el sistema que mejor define el surco de siembra en forma de “V” sin tierra en el fondo y con paredes compactadas con igual presión en los lados, ubicando en forma precisa la semilla en el surco. Su principal limitación se observa en suelos arcillosos y con contenidos de humedad más elevados, con mayor tendencia a atorarse. Esto último está muy relacionado al diseño de los mismos en cuanto al ángulo entre discos y al cuidado que se debe tener con el desgaste de los rodamientos.



FIGURA 72. ABRESURCO BIDISCO CON DISCOS IGUALES.

#### MONODISCOS

La otra opción del mercado en abresurcos son los monodiscos. Este sistema aparecido hace unos 15 años tuvo su origen en EEUU. Se trata de un solo disco que tiene una inclinación de 8 grados con respecto al avance lo que hace que produzcan un surco de unos 5 cm de ancho; presentado la mayoría también unos 10 grados de inclinación con respecto a su vertical lo que ayuda a la remoción de suelo.

Estos discos, de mayor diámetro que los bidiscos, tienen 17 o 18 pulgadas lo que le confieren una capacidad de autolimpieza mayor que aquellos, además de posibilitar la incorporación de un limpiador. También tiene más capacidad de penetración a la misma presión. Son los que brindan mayor oportunidad de trabajo en condiciones extremas como suelos secos o muy húmedos y arcillosos.

Su principal desventaja radica en que en suelos con alta humedad y especialmente si son arcillosos se produce un compactado sobre una de las caras del surco (“fratachado”) (Figura 46), por otro lado, cuando el suelo está seco, tienden a desgarrar agregados que son alojados en el fondo del surco causando dificultades en mantener una profundidad de siembra constante y un buen contacto semilla - suelo.

Sus mecanismos de rodamientos deben ser de calidad debido a que son sometidos a esfuerzos axiales y tangenciales en mayor medida que los bidiscos, acelerando el desgaste.

Por último, una empresa ha modificado los monodiscos dándoles una cierta concavidad al mismo, haciendo que transiten inclinados pero con un menor compactado lateral del surco, ello sumado a un diseño de rueda limitadora con un rebaje con menor superficie de apoyo. Sin embargo, este diseño presenta una menor adaptación a las situaciones más extremas.

Entre las excepciones a los abresurcos ya comentados existen los de penetración positiva (ya que todos los de discos necesitan peso para penetrar) como son, la reja tipo bota, la reja tipo cincel y la reja tipo sable, que por presentar ciertos inconvenientes en su utilización se han dejado de lado, pero no se descarta su uso en situaciones de suelo, particularmente para los arenosos o franco arenosos (Figura 47).

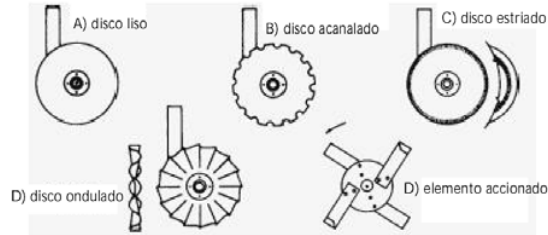


FIGURA 73. ALTERNATIVAS DE ABRESURCOS.

Como vemos, no existe el sistema ideal para todas las situaciones debiendo adaptarse la sembradora a las condiciones de suelo y rastrojo.

### FIJACIÓN DEL TREN DE SIEMBRA

Las máquinas ofrecidas en el mercado nacional presentan dos tipos de configuraciones: abresurcos fijados a paralelogramo o a un brazo longitudinal simple (Figuras 48 y 49). Si bien este último es de construcción más sencilla y presenta como ventaja más facilidad para conseguir mayor espaciamiento entre líneas en el sentido longitudinal (menores atoramientos con rastrojo) y posibilidad de estrechar más los surcos, hace que el ángulo de corte de los discos varíe con las oscilaciones del brazo. Cuando se da esta situación todo el tren de siembra funciona mal, ya sea aumentando el esfuerzo por “topar” más la tierra, el llamado efecto *bulldozing*, o cambiando la profundidad de siembra o alterando el tapado del surco. En este sentido los montados en paralelogramos mantienen siempre un ángulo de corte exacto, siendo la tendencia actual.



FIGURA 74. ABRESURCO FIJADO AL PARALELOGRAMO.



FIGURA 75. ABRESURCO FIJADO A UN BRAZO LONGITUDINAL SIMPLE.

Generalmente los monodiscos han sido los elegidos para el montaje sobre brazo longitudinal oscilante. Sin embargo, en la actualidad se ofrecen monodiscos montados sobre paralelogramos y no sobre brazos, lo que le da al sistema mejor penetración y menores problemas de tapado de salida de las semillas por la zapata, también se han adosado cuchillas cortadoras con alguna ondulación por delante del monodisco permitiendo reducir el problema de fratachado del surco.

El sistema de paralelogramo son los más indicados para mantener un tren de siembra paralelo a la superficie. Sin embargo, sus principales limitaciones es el espacio que ocupa lo que dificulta estrechar surcos y por otro lado conseguir una mejor salida de rastrojo.

### CONTROL DE PROFUNDIDAD

Las primeras sembradoras utilizaban como control de profundidad el uso de sunchos fijados a los abresurcos a modo de limitador. Estos deben cambiarse cada vez que se decidía cambiar la profundidad de siembra siendo generalmente un trabajo engorroso además de tener poca superficie de apoyo. También se utilizan las ruedas tapadoras como limitadoras con la desventaja que ante microrelieves la profundidad de la siembra no se mantenía constante.

Actualmente se utiliza mayoritariamente la opción de regular la profundidad de los discos a través de ruedas adosadas a los mismos. Estos sistemas permiten una regulación aceptablemente buena de la profundidad siempre que no haya condiciones negativas de microrelieve, tal como huellas de la cosecha anterior o tocones de plantas de maíz. Si ello sucede, las ruedas copiaran estos desniveles provocando alternaciones en la profundidad de siembra. Es por este motivo que últimamente varias fábricas ofrecen la opción de regular la profundidad mediante el antiguo sistema de las ruedas tapadoras traseras, lo que constituye una buena opción siempre que no haya adherencia de tierra a las mismas o el terreno no presente muchas oscilaciones en el relieve, en este caso el copiado será deficiente y las semillas quedarán a diferentes profundidades.

Las ruedas limitadoras siempre deben cumplir con la condición de mantenerse pegadas al abresurco de manera de impedir el ingreso de tierra, barro o rastrojo manteniendo limpio al disco. También es de fundamental importancia que permanezcan limpias.

Estas ruedas pueden ser dobles (a ambos lados del doble disco) o simples (en un solo lado) (Figuras 50 y 51). Para el primero de los casos actualmente mayoritariamente se utiliza un sistema de balancín entre ambas ruedas que promedia la profundidad según el relieve que cada rueda registra. Tiene un muy buen comportamiento pero alta superficie de contacto lo que si bien ayuda a una mayor durabilidad complica en espaciamiento entre surcos y dificulta el trabajo en rastrojos como maíz.



FIGURA 76. RUEDAS TAPADORAS DOBLES.

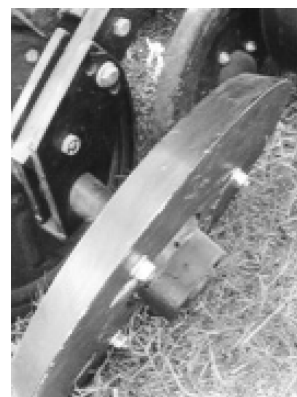


FIGURA 77. RUEDAS TAPADORAS SIMPLES.

En el caso de los monodiscos, la profundidad se regula mediante una única rueda adosada que también transita en forma inclinada, por ello es de un ancho considerable, generalmente de 114 mm, lo que puede ofrecer dificultades sobre todo si hay rastrojo o tocones del cultivo anterior.

Las novedades en este sistema son ruedas más angostas, de 54 mm, que trabajan en forma menos "torcidas" como las adosadas al monodisco, ello hace que funcionen mejor, siempre que el suelo pueda soportar la presión ejercida, caso contrario se hunden más fácilmente alterando la profundidad de siembra.

### BARRERASTROJOS

Los barrerastrojos (Figura 52), son accesorios que deben ser utilizados cuando las condiciones de cantidad de rastrojo sean tales que impidan o dificulten la siembra porque el corte es malo o insuficiente. En estas situaciones los barrerastrojos son necesarios y se justificará su uso, caso contrario no conviene usarlos debido a que son un elemento más que dificulta la limpieza de los elementos y restan peso a la penetración.

La mayoría de ellos debido a falta de lugar o a un mal diseño, son "empujados" lo que ayuda a dificultar su avance favoreciendo las atoraduras. Hoy el mercado ofrece alternativas con accesorios que permiten ubicarlos de manera de ser traccionados. Los de dedos largos se adhieren menos con el barro que los escotados aunque estos últimos realizan un trabajo menos agresivo.



FIGURA 78. BARRERASTROJO DE ALAMBRE.

### APRETADO DE SEMILLA

Es sabido que el favorecer la capilaridad por debajo de la semilla ayuda a su germinación y al enraizamiento de la plántula (Figura 53). Sin embargo, no constituye un problema de fácil solución ya que excesos de compactación sobre la semilla pueden provocar el fracaso de la siembra sobre todo en suelos con problemas de estructura.

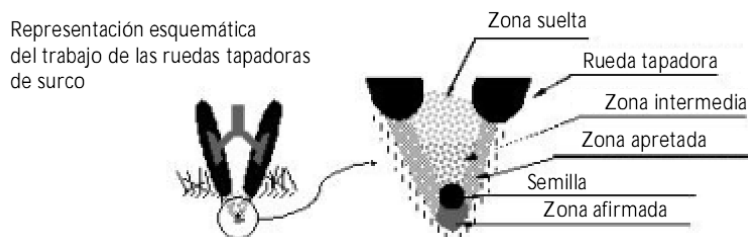


FIGURA 79. CONDICIÓN AMBIENTAL IDEAL PARA EL DESARROLLO DE LA SEMILLA.

Buscando solucionar esto, aparecieron en el mercado las llamadas ruedas apretadoras o contactadoras de semilla (Figura 54). Ellas cumplen una doble función, no sólo compactan el fondo del surco con la semilla, sino que además, la fijan impidiendo el salto dentro del surco derivado de la energía cinética que trae por la bajada desde el dosificador, ayudando, de esta manera, a conservar el espaciamiento de las plantas en la línea.



FIGURA 80. RUEDA CONTACTADORA DE SEMILLA.

Sin embargo, las ruedas presentan sus limitaciones, sobre todo en cuanto a la adherencia del suelo sobre ellas. Cuando esto sucede, es preferible no tenerlas, ya que adhieren las semillas, las desplazan y modifican la profundidad. También poseen ciertos problemas cuando el surco se desmorona, ya que pisa sobre el suelo desmoronado sin hacer contacto directo sobre la semilla.

Por su ubicación, las ruedas son pequeñas lo que disminuye su autolimpieza limitando así su uso. En cuanto a su ancho hay de 25 y de 13 mm, compactando mejor la última pero con más problemas de adherencias.

Una buena solución a los problemas de suelos con elevada adherencia o con problemas de desmoronamiento es la lengüeta afirmadora (Figura 55), si bien tiene menor presión que las ruedas convencionales, se comporta como una gran rueda (imaginando que continúa su curvatura) lo que sumado a que son construidas de material antiadherente de tipo teflón, hace que se puedan utilizar casi en cualquier circunstancia, aunque lógicamente a medida que la humedad sea menor las ruedas realizan mejor trabajo.

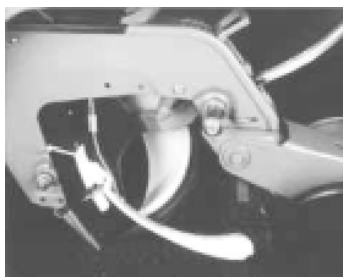


FIGURA 81. LENGÜETA CONTACTADORA DE SEMILLA.

### TAPADO DEL SURCO

El cierre del surco es una tarea que se vuelve más importante en la medida que las condiciones atmosféricas son más rigurosas en cuanto a evaporación y paralelamente la tarea se vuelve más difícil en la medida que tenemos suelos más arcillosos y húmedos.

Esencialmente existen dos tipos de ruedas para cerrar surcos con sus variantes:

#### Doble Rueda

Pueden tener bordes lisos, biselados o un accesorio de casquete dentado. Las dobles ruedas deben tener buen diámetro debido a que si son pequeñas su velocidad de giro es alta llegando a remover el suelo con el consecuente desplazamiento de la semilla especialmente en suelos de textura suelta.

Las ruedas con accesorio dentado (Figura 56), presentan en general un buen desempeño en suelos arcillosos siempre y cuando no haya exceso de humedad que provoque la adherencia del suelo, en esa situación las ruedas de goma de bordes biselados (Figura 57) realizan un mejor trabajo, siempre para doble discos.



FIGURA 82. RUEDAS TAPADORAS DENTADAS.

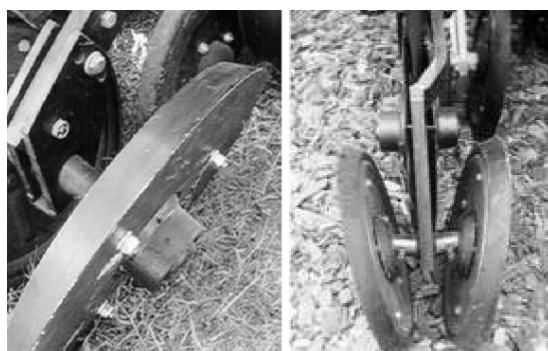


FIGURA 83. RUEDAS TAPADORAS DE GOMA CON BORDE BISELADOS.

También se encuentran ruedas de chapa estampada con bordes dentados de una sola pieza (Figura 58). Estas ruedas realizan un buen trabajo en la mayoría de las condiciones siendo una de las variantes más empleadas actualmente.



FIGURA 84. RUEDAS TAPADORAS DE CHAPA ESTAMPADA, CON BORDES DENTADOS.

#### RUEDAS SIMPLES

Las ruedas simples, en su versión más sencilla, son ruedas de banda deformable que ayudan a su autolimpieza (Figura 59). Estas ruedas poseen poca agresividad dependiendo su resultado del estado y tipo de suelo, su mejor desempeño lo realizan en suelos sueltos.

Las ruedas metálicas dentadas con inclinación en el plano horizontal y vertical (Figura 60) funcionan bien en suelos arcillosos, pero deben tener una buena gama de posibilidades en cuanto a su regulación. Su capacidad de tapado y de autolimpieza dependen de ello.



FIGURA 85. RUEDAS SIMPLES CON BANDA DEFORMABLE.



FIGURA 86. RUEDAS METÁLICAS DENTADAS CON INCLINACIÓN.

Un punto aparte e importante para cualquier tipo de sistema de tapado es la carga de las ruedas y a medida que los suelos son más arcillosos cobra mayor importancia. La mayoría de las ruedas se encuentran fijadas a los elementos abresurcos (Figura 61) y es frecuente que la carga se encuentre priorizada para los mismos por lo que es poca la disponible en las ruedas.



FIGURA 87. DETALLE DE LA FIJACIÓN INTEGRADA DE LAS RUEDAS TAPADORAS.

Si las ruedas no tienen carga suficiente el trabajo será insatisfactorio, independientemente del sistema utilizado. Actualmente, se encuentran disponibles en el mercado sistemas fijadores a partir del chasis de la máquina con resortes de carga independientes (Figura 62). Este tipo de diseño es muy interesante en suelos arcillosos, donde la falta de tapado es un problema frecuente.



FIGURA 88. RUEDAS TAPADORAS CON FIJACIÓN AL CHASIS Y RESORTES DE CARGA INDIVIDUAL.

## FERTILIZACIÓN

La opción de la doble fertilización al costado de la línea de siembra es la más deseada para la siembra directa ya que no sólo presenta mayor eficiencia en la utilización del fertilizante sino que además permite solucionar el problema de incompatibilidad semilla - fertilizante. Sin embargo, las opciones mecánicas no son sencillas de implementar, la más utilizada es posiblemente el doble disco en diferentes variantes

(escotado, diferentes diámetros, etc) abasteciendo a dos líneas contiguas (Figura 63). Este tipo de diseño es muy problemático cuando se trabaja con suelos adhesivos con alta humedad o con rastrojo abundante ya que las máquinas de grano fino presentan escaso margen en las distancias entre surcadores.



FIGURA 89. ABRESURCO BIDISCO CON ALIMENTACIÓN DE DOS LÍNEAS CONTIGUAS.

La otra solución encontrada, es la fertilización en la misma línea pero a profundidad mayor, lo que en la práctica no siempre es fácil de lograr. En este sentido, hay fertilización aprovechando la cuchilla cortadora de rastrojo la que es transformada en un monodisco con zapata haciendo la fertilización a mayor profundidad que el abresurco (Figura 64), la otra es la colocación de una bota de penetración positiva, con la ventaja de no depender de la carga y ayudar a penetrar a los abresurcos, por delante de los abresurcos la que puede provocar -dependiendo del tipo de suelo y el grado de humedad- un surco con terrones o fisuras que comprometan la colocación de semilla en forma correcta, sobre todo en suelos arcillosos secos. Últimamente han aparecido en el mercado versiones de zapatas con ruedas apretadoras para solucionar este inconveniente.



FIGURA 90. CUCHILLA CORTADORA CON ZAPATA DE FERTILIZACIÓN.

## PREPARACIÓN DE TRACTOR ANTES DE LA SIEMBRA

Teniendo en cuenta las exigencias para la siembra con respecto a humedad de suelo y profundidad, es imprescindible que todos los cuerpos de la sembradora trabajen en las mismas condiciones de cama de siembra. Por ello es muy importante regular la trocha del tractor, para que la pisada de la rueda no coincida con la línea de siembra. Para evitarlo se recomienda utilizar sembradoras con números pares de cuerpos de siembra. Cuando el equipo es de número impar deberemos adaptar la trocha del tractor de manera que no coincida con la hilera.

En el caso de siembra directa o labranza reducida es muy importante evitar la compactación del suelo. Esto se logra colocando a los tractores neumáticos de gran superficie de apoyo, en lo posible equipados con doble tracción, con neumáticos duales y de baja presión de inflado.

#### ENGANCHE Y NIVELACIÓN DE LA SEMBRADORA

La barra de tiro del tractor debe permanecer fija, para que no se produzcan oscilaciones laterales. La nivelación de la sembradora es óptima cuando, en condiciones de trabajo, las tolvas controladas en sus tapas quedan horizontales. De esta manera los distribuidores y los abresurcos trabajan correctamente produciendo una siembra uniforme. Esto se logra utilizando las perforaciones de las placas de amarre de la sembradora o invirtiendo la grampa de enganche del tractor.

#### REGULACIÓN DE LOS MARCADORES

Los marcadores bien regulados evitarán espaciamientos desuniformes entre hileras (Figura 65). Su correcta regulación se puede realizar de dos maneras muy sencillas. Una forma, la más habitual, se realiza calculando el ancho efectivo de trabajo de la máquina. Para ello, se deberá multiplicar el número de cuerpos por la distancia entre los mismos. Ese ancho efectivo, se deberá dividir en dos y sumarle la mitad de la distancia entre surcadores. Para finalizar, se trasladará esta distancia desde el último surcador hasta el borde cortante del marcador. A continuación se presenta un ejemplo práctico.

**Si la sembradora consta de 24 surcadores distanciados entre ellos a 20 cm, el ancho de trabajo será de 4,8 m, a este se lo dividirá en dos resultando en 2,4 m y se le sumara la mitad de la distancia de separación de los surcadores  $2,4 \text{ m} + 0,10 \text{ m} = 2,5 \text{ m}$ , esa es la distancia que se debe tomar desde el último abresurco hasta el casquete del marcador.**

La otra forma, más exacta, es calculando el ancho absoluto de la máquina en forma manual, o sea, midiendo la distancia existente entre el primer y el último abresurco, lo que reducirá al mínimo el error que pudiese existir por la desuniformidad en el distanciamiento entre surcadores. Al igual que en el caso anterior, una vez que tenemos el ancho, lo dividiremos en dos, pero ahora, en vez de sumarle la mitad del distanciamiento entre abresurcos, se le deberá sumar el distanciamiento total entre los mismos. Retomando el ejemplo anterior con este método resultaría de la siguiente forma

**Al medir la distancia entre el primer y el último abresurco nos dará un resultado de 4,60 m, dividido por dos = 2,30 m, más el distanciamiento entre 2 surcadores (0,20 m) dará, al igual que en el caso anterior, una prolongación del marcador de 2,5 m.**



FIGURA 91. SISTEMA MARCADOR DE SIEMBRA DE BRAZO Y CASQUETE.

### VERIFICACIÓN DE LA RUEDA MOTRIZ

La rueda motriz, mediante el rozamiento con el suelo, es la encargada de generar el movimiento de tracción hacia los dosificadores, el cual se transmite por medio de sistemas de cadenas o ejes cardánicos hacia los engranajes variadores, cajas de cambios mecánicas o variadores eléctricos (Figura 66).



FIGURA 92. RUEDA MOTRIZ – DISPOSICIÓN Y TRANSMISIÓN.

Es de extrema importancia asegurar tracción eficiente con el mínimo patinaje, para lo cual, se recomienda utilizar neumáticos con tacos profundos y armados con el ángulo invertido para favorecer la eficiencia tractiva.

Se deberá verificar periódicamente la presión de inflado de dicho neumático, para evitar variaciones en la dosificación y, en caso de poseer más de una rueda motriz, controlar que dicha presión y el desgaste de los tacos sean homogéneos, caso contrario, el diámetro de las ruedas motrices será desigual, con la consiguiente desuniformidad en la dosificación de semillas.

De lo expresado, una de las primeras cuestiones a verificar es el patinamiento de la rueda motriz. A la velocidad de trabajo se debe contar no menos de 10 vueltas de la rueda y luego medir la distancia que recorrió para completar esa cantidad de giros. Con este dato y el de la distancia teórica se calcula el patinamiento. La distancia teórica se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\text{Distancia teórica} = nv \times 2 \times 3,1416 \times rbc$$

Donde **nv** es el número de vueltas que dio la rueda y **rbc** es el Radio Bajo Carga, cuyo valor puede ser tomado del manual de la máquina o de un catálogo de neumáticos (en metros) o, mejor aún, medido en el momento con la carga de la máquina.

$$\text{Porcentaje de patinamiento} = \frac{(\text{Dist. Teórica} - \text{Dist. Medida})}{\text{Dist. Teórica}} \times 100$$

El patinamiento no debe superar el 5%. En caso de que este valor sea superior es necesario buscar las posibles causas. Verificar la resistencia que tiene la rueda a girar, buscar desperfectos en la transmisión o presencia de elementos que frenen el sistema, controlar la tensión del resorte que carga sobre esta rueda y el estado de la cubierta.

### CALCULO DE DENSIDAD DE SIEMBRA

Velocidad de siembra: La sembradora, la cama de siembra y el cultivo en sí, determinan la velocidad de trabajo para una siembra uniforme. Al sobrepasar los 6-7 Km/h aparecen dispersiones en la línea de siembra, originadas por la falta de carga en la placa, rotura de semilla, rebotes y rodamiento de la semilla en el fondo del surco.

Estudios realizados demuestran que a mayor frecuencia de entrega de semilla mayor posibilidad de falla.

**Frecuencia:** Semilla / metro x Velocidad de avance (m/seg.)

Ejemplo: 28 semillas por metro lineal; velocidad de avance 7 Km/h: 1,94 m/seg.

Frecuencia: 28 sem/m x 1,94 m/seg. = 54 semillas/seg.

### REGULACIÓN DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA

Los mandos de regulación de siembra deben caracterizarse por la facilidad y rapidez de la operación. En máquinas que se deba modificar la densidad de siembra mediante el cambio de engranajes el reemplazo debe ser mínimo, estando ubicados en un lugar accesible y sin tener que recurrir a herramientas manuales. Lo ideal es contar con cajas selectoras de marchas.

Siempre se debe consultar el manual de instrucciones provisto por el fabricante.

Generalmente la máquina tiene una tabla de siembra ubicada a la vista del operador, quien la considerará como punto de partida para la regulación y calibración a campo, verificando la entrega de semilla por metro lineal de surco. Esta información también se encuentra en el manual de la máquina.

Existen tres formas de indicar la densidad de siembra en un cultivo, por el número de semillas por hectárea, por el número de plantas por hectárea y por los kilos de semilla por hectárea.

La diferencia entre las dos primeras es que en la segunda (plantas/ha) se debe agregar el valor de la eficiencia de siembra ya comentado. Esta es la forma utilizada para todos los cultivos de grano grueso y la actual tendencia en los finos.

Establecida la dosis de siembra (número de semillas por hectárea), se puede calcular en número de semillas por metro lineal, utilizando la expresión matemática:

$$Sm = Du \times dl / 10.000$$

Siendo:

$S_m$  = número de semillas por metro lineal.

$D_u$  = semilla por hectárea.

$D_l$  = distancia entre líneas en metros y 10.000 no tiene unidades

Así, si se desea sembrar 150000 semillas por hectárea en línea a 0,5 m, el número de semilla por metro lineal que deberá colocar cada cuerpo de la sembradora será:

$$S_m = 150.000 \times 0,5 / 10.000 = 7,5 \text{ semillas}$$

Esto significa que la distancia entre semillas deberá ser:

$$d_s(\text{dist. entre semillas}) = 1 / S_m = 1 / 7,5 = 0.13m$$

Un método sencillo y práctico utilizado a campo consiste en lo siguiente:

- ✓ Cargar la máquina con la semilla a sembrar.
- ✓ Colocar la relación de transmisión según lo indique la tabla de siembra de la sembradora.
- ✓ Avanzar unos metros con la máquina embragada para que se cárguen los distribuidores.
- ✓ Siempre con la máquina embragada pero desclavada se avanzará con el tractor unos 20 m a velocidad de siembra.
- ✓ Luego se hará un recuento de la semilla arrojada en 5 m lineales de varios de los distribuidores, para después promediar y saber con exactitud si es necesario modificar la relación de transmisión. Es una buena práctica observar que los pesos arrojados entre los distribuidores no tengan diferencias mayores al 5%.

## VELOCIDAD DE SIEMBRA

Resulta innegable el importantísimo valor que tiene la capacidad de trabajo y el tiempo que demandan las labores. El costo de las labores, principalmente cuando son realizadas por contratistas, y la oportunidad de la labor en función del entorno meteorológico y de la maximización del uso de los equipos convierte al tiempo en un "insumo" cada vez más valioso.

En líneas generales la capacidad de trabajo está condicionada por tres factores principales como son el ancho de labor, la logística para el abastecimiento de insumos y la velocidad de avance.

De los mencionados, la velocidad resulta ser el factor que menos inversión y planificación necesita para ser modificado, pero también el de mayor impacto en la calidad de la labor y en el rendimiento del cultivo. A diferencia de otras labores como la cosecha, la siembra resulta particularmente difícil de ser evaluada cuando se está realizando y sus resultados recién se ven con el cultivo ya establecido, quedando pocas o ninguna posibilidad de corregir los defectos.

Otro aspecto relevante es que se trata de una labor que generalmente no es presenciada por el responsable y el operario la realiza prácticamente en soledad. En este sentido el empleo de monitores de siembra constituye una herramienta de control muy útil para el operador del equipo, pero no resuelve los problemas por sí solo.

La velocidad máxima de trabajo recomendada por la mayoría de las fábricas de sembradoras oscila entre los 7 y 9 Km/h.

Exagerar en la velocidad de avance trae, además problemas en la uniformidad de profundidad de siembra -debido a que al superar dicho límite de velocidad- la pérdida de estabilidad de la máquina, produciendo pequeños saltos y disminuye su capacidad de penetración. Sin embargo, ensayos realizados muestran que velocidades excesivamente lentas, menores a los 4 km/h, no mejoran sino incluso empeoran la siembra por mal funcionamiento principalmente de los mecanismos tapadores.

La capacidad de trabajo está en función de su ancho efectivo y de la velocidad de avance de la máquina. Al trabajar con equipos de mayor ancho de labor, se evitan los inconvenientes antes mencionados, conservando la capacidad operativa, sin necesidad de aumentar la velocidad.

Velocidades de trabajo por encima de lo recomendado pueden provocar dificultades en la carga de semilla en el órgano dosificador alterando la uniformidad de entrega, a su vez, las mayores vibraciones desmejoran la uniformidad de siembra, la distribución de semillas y expone a la sembradora a un mayor rigor de trabajo.

Es sabido también, que mayores densidades de siembra y con lotes desuniformes, se debe reducir aún más la velocidad para mejorar la calidad de siembra y preservar la sembradora.

## AGRICULTURA DE PRECISIÓN

La Agricultura de Precisión es tecnología que permite relacionar información agronómica en forma georeferenciada es decir en cada lugar del potrero con una precisión del orden del metro y ello es posible gracias a que usa a algunos satélites para ubicarse. De esta forma, en teoría podría saber por ejemplo cuanto fertilizante necesita cada tramo de un lote y ponerle lo justo y así para las diferentes labores. La cantidad exacta metro a metro de semilla, de herbicidas, etc.

Lógicamente para ello es preciso toda una tarea previa que debe realizar el técnico quien determinará, a través de diferentes parámetros, rendimientos, mapas y análisis de suelos entre otros, las dosis para cada caso.

Toda esta información es volcada a programas de computadora como el GIS, para en definitiva permitir que cuando avancemos con la máquina la misma aplique en forma automática metro a metro la dosis exacta y no un promedio para todo el lote.

Se deduce entonces que la máquina deberá estar equipada con un sistema que le permita realizar estas dosificaciones.

En la actualidad existen aproximadamente 1500 monitores de rendimiento en el país y su uso se va extendiendo, sus mejores resultados se verifican en la medida que el lote es más desuniforme.

## FERTILIZACIÓN Y DENSIDAD DE SIEMBRA VARIABLE

Interpretar y analizar, a través de las herramientas de Agricultura de Precisión, lotes que presentan un suelo con alta variabilidad espacial, permite lograr resultados que no se consiguen si se trata el lote como un promedio. Este manejo diferencial, puede traer aparejado, como consecuencia, la disminución de la

contaminación, el aumento de la producción por la mejora de los suelos y, también, podría lograr un mejor resultado económico debido a que las recomendaciones promedio, provocan una sobre aplicación en algunos sectores con el consiguiente riesgo ambiental y una subaplicación en otros provocando una pérdida de rendimiento.

Para un óptimo manejo de los cultivos extensivos, usando conceptos de agricultura de precisión, una alternativa sería delimitar zonas de manejo uniformes dentro del lote. Estas zonas de manejo, se pueden determinar en base a mapas de rendimiento (Figura 67), cartas de suelo, fotografías aéreas, imágenes satelitales, topografía, o bien, en base a la experiencia que tenga el productor con respecto a la variabilidad presente dentro del lote.

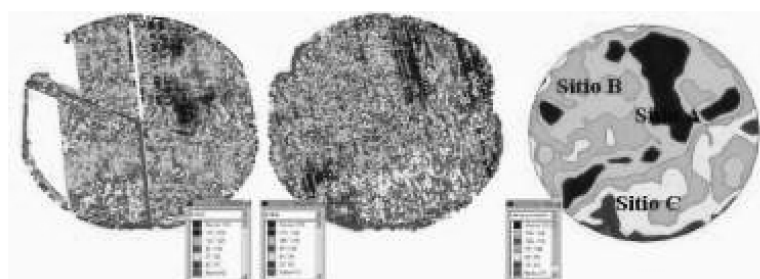


FIGURA 93. MAPA DE RENDIMIENTO – ZONAS DE MANEJO UNIFORME.

Utilizando, por ejemplo, mapas de rendimiento de campañas anteriores se puede obtener un mapa normalizado, en el que se expresa como valor 100 el promedio del lote y cada punto de rendimiento como un porcentaje del promedio. De esta manera, la escala del mapa de rendimiento se refleja en rangos de porcentaje con respecto a la media. Los mapas confeccionados de esta manera, se pueden comparar entre sí para determinar si los patrones de variabilidad de rendimiento son estables en el tiempo y presentan una magnitud similar.

En concreto, si se quiere analizar el manejo de la fertilización nitrogenada de un cultivo, una vez delimitadas las zonas de baja, media y alta potencialidad productiva, el siguiente paso sería el muestreo dirigido de suelos dentro de cada zona, para su posterior análisis, interpretación y recomendación de manejo, para ello existen varios métodos, pero los más utilizados son: el método del balance, modelos de simulación y el método de la curva de respuesta.

Una alternativa de ingresar en Agricultura de Precisión sin poseer maquinaria para dosis variable podría ser la paralelización de ambientes, pero esto solamente podría realizarse en lotes donde esa variabilidad pueda definirse en unidades más o menos continuas. La única precaución que debe tenerse es la de marcarle al tractorista dónde debe cambiar la relación de la caja de marchas para dosificar distinto según necesidad de cada ambiente. Existen equipos adaptables a la mayoría de las sembradoras que modifican la dosificación cambiando la velocidad de los dosificadores a través de motores hidráulicos lo que se realiza desde la cabina. Estos equipos facilitan esta operación disminuyendo no sólo el tiempo operativo sino también los errores.

Lo comentado anteriormente es una alternativa de menor inversión, pero la Agricultura de Precisión se volverá más eficiente en la medida que pueda manejar sitios pequeños en forma individual. Así aún dentro de ambientes paralelizados también hay diferentes rendimientos y a esas diferencias no las estaríamos manejando. Lo ideal, para realizar el manejo sitio específico por zonas, sería poseer maquinaria para dosis

variable bajo prescripción con la cual se podría sembrar o fertilizar en cualquier sentido dado que la maquinaria cuenta con GPS que le indica en qué lugar del lote está ubicada en cada momento mientras siembra o fertiliza y según el lugar en el que esté aplica una dosis u otra (a esto se lo indica el navegador – controlador). Otro punto de gran importancia es que permite manejar toda la variabilidad del lote incluyendo la que se encuentra dentro de cada sitio, zona o ambiente. A mayor variabilidad del lote mayor rentabilidad tendrá implementar la agricultura de precisión en todo su potencial.

El mapa de rendimiento es una herramienta confiable para conocer la variabilidad de los lotes, el área que esta variabilidad abarca y el rendimiento que alcanza cada zona de manera muy precisa. Los datos de rendimiento obtenidos en los distintos ambientes para la dosis variable y uniforme se pueden visualizar en el mapa de rendimiento.

Como ya fue comentado, cuanto mayor sea la variabilidad presente dentro de un lote, mayores serán los beneficios por el tratamiento diferencial de las zonas, los que se pueden estimar a través de "presupuestos parciales". El presupuesto parcial se fija en los ingresos y en los costos que cambian cuando se aplican nuevas prácticas de producción.

Un análisis de rentabilidad más completo debería incluir el impacto sobre el campo en su conjunto, los cambios en el riesgo de obtener ciertos rendimientos y de costos de producción, pero por lo menos el método de presupuestos parciales es una buena forma de comenzar a estudiar la rentabilidad promedio.

Además del componente económico existen otras maneras de analizar el manejo, y es desde el punto de vista agronómico donde en lugar de buscar la mejor rentabilidad se podría estar buscando mejorar algunas características físico químicas de las zonas del lote.

Esta mejora se podría lograr con el aporte de rastrojos de mayor calidad en los sitios de menor productividad lo cual se lograría con mayor aporte de nitrógeno por fertilizantes. No solo los sitios de menor productividad se mejoran, sino que los de alta productividad también se verían favorecidos con esta visión.

Para esto lo ideal sería fertilizar a las gramíneas (trigo y maíz) para lograr el mayor rendimiento y no para lograr la mayor rentabilidad. Esta puede ser la diferencia de objetivos que pueden tener productores dueños de campos versus contratistas.

De esta manera, queda claro que con un manejo variable del lote, identificando áreas con diferente potencial de rendimiento, los saldos son positivos.

Hoy en día la Agricultura de Precisión cuenta a nivel nacional con un gran desarrollo, de sembradoras/fertilizadoras capaces de realizar dosis variable en forma satelital, copiando y dosificando en tiempo real, es decir a medida que avanza la máquina, según la recomendación que realizó el técnico.

De esta manera, con un buen criterio agronómico, el uso de dosis variable, podría brindar buenos resultados económicos y agronómicos que permitirían tener una gran rentabilidad en forma sustentable.

## NOVEDADES Y TENDENCIAS EN SEMBRADORAS

### SEMBRADORAS DE GRANO GRUESO

La tendencia más fuerte de la mayoría de las marcas está dada por la fabricación de sembradoras con un mayor ancho de labor, con gran autonomía de semilla, con sistemas de plegado hidráulico, en su mayoría tipo libro (Figura 68), con una gran automatización de manejo de la dosificación de semillas, con distribuidores neumáticos, tanto por succión cuanto por presión.



FIGURA 94. SISTEMA DE PLEGADO TIPO LIBRO PARA TRANSPORTE.

Por el lado de la autonomía de semilla, la tendencia es colocar en la parte media de la sembradora, una o dos grandes tolvas que alimentan a las tolvas individuales ubicadas en cada línea de siembra a través de mangueras plásticas que llevan la semilla desde la tolva mayor a las individuales por medio de presión de aire generada por una turbina de mando hidráulico, el sistema es sencillo y eficiente, y está marcando una firme tendencia de fabricación (Figura 69).



FIGURA 95. SISTEMA DE TOLVA GENERAL CON ALIMENTACIÓN DE TOLVAS INDIVIDUALES POR MEDIO DE CORRIENTE DE AIRE.

Por el lado de los fertilizantes arrancadores, existe una tendencia cada vez más firme en utilizar fertilizantes líquidos formulados con soluciones de fósforo, potasio, micronutrientes y algo de Nitrógeno.

La colocación del fertilizante líquido se hace en la línea de siembra en bajas dosis a través de colitas afirmadoras de grano (Figura 70) que llevan el fertilizante al lugar adecuado por medio de mangueras de pequeños diámetros alimentados por un sistema bomba de caudal variable. (Figura 71).



FIGURA 96. APLICACIÓN DE FERTILIZANTE LÍQUIDO CON MANGUERAS ADHERIDAS A LAS COLITAS CONTACTADORAS DE SEMILLAS.



FIGURA 97. BOMBA DE CAUDAL VARIABLE ALIMENTADORA DE LÍQUIDO FERTILIZANTE.

Dentro de las novedades en trenes de siembra, se presentan cuerpos totalmente de fundición de acero de alta calidad. Cuerpos de siembra 100 % de fundición, desde el paralelogramo, los amarres, hasta el brazo porta rueda tapadora de cierre. Otra novedad, es la desaparición de cadenas para el mando de los distribuidores neumáticos, cuya tendencia es reemplazarlas por cajas de mando a sinfines construidas en plástico, conectados por un sistema de cable flexible, confiriéndole la capacidad de eliminar las variaciones que provocan las cadenas en los trenes cinemáticos.

Como novedad y tendencia, se están desarrollando maquinarias que siembran soja con distribuidores monogranos, a 38 cm. entre hileras, esto se logra, por medio de la construcción de sembradoras con cuerpos iguales separados en dos planos, la mitad son utilizados para sembrar Maíz a 76 cm. y el 100 % cuando siembran Soja a 38 cm., estas últimas, se levantan desde la cabina del tractor por medio de un sistema electrohidráulico y de la misma manera se bajan, o sea, que cambiándola mitad de las placas de siembra, la máquina pasa, en pocos minutos, de sembrar Maíz a 76 cm. a Soja a 38 cm. todo como monograno de alta precisión (Figura 72 y 73).



FIGURA 98. SEMBRADORA CON CUERPOS INDIVIDUALES SEPARADOS EN DOS PLANOS. DISPOSICIÓN DE SIEMBRA A 38 CM.



FIGURA 99. SEMBRADORA CON LA MITAD DE LOS CUERPOS LEVANTADOS EN FORMA INTERCALADA. DISPOSICIÓN DE SIEMBRA A 76 CM.

Otra tendencia en sembradoras es mover el tren cinemático con motores hidráulicos, con sistemas de dosificación variable por medio de monitores y programas que admiten prescripciones con guía satelital (GPS). Además, eliminar el marcador mecánico para siembra y colocar sistemas de autoguía satelital en tractores (Figura 74), que a través de bases correctoras estacionarias o conexiones satelitales, pueden trabajar con errores centimétricos, algunos de ellos hasta menores de los 5 cm. de error.



FIGURA 100. SISTEMA DE AUTOGUÍA – PILOTO AUTOMÁTICO MÁS BASE ESTACIONARIA.

## SEBRADORAS DE GRANO FINO

En sembradoras de grano fino, la tendencia sigue al aumento del ancho de labor a través de sistemas *Air Drill* (Figura 75), con dosificadores de distribución a chorrillo y traslado neumático hasta los cuerpos de siembra; éste posibilita fabricar grandes máquinas con gran ancho de labor, las que disponen de un carro con ruedas propias que lleva toda la semilla y el fertilizante ubicado por delante de la sembradora y a través de mangueras alimentan los trenes de siembra colocados en 3 o 4 planos sobre un chasis con sistema de plegado tipo alas.



FIGURA 101. SEMBRADORA AIR DRILL DE GRAN ANCHO DE LABOR.

Lo importante de todo esto es poder construir máquinas de gran ancho de labor y poder plegarlas para el transporte con un ancho razonable. Además estas sembradoras, de gran ancho de labor, generalmente requieren tractores de 250 a 350 CV, lo que también demanda de una evolución hacia tractores de mayor potencia.

Como alternativa a esta tendencia y como novedad se presenta una máquina de 10 m. de ancho de labor donde el Tanque / Tolva central de semilla está sobre el cuerpo central de la máquina, el cual posee un muy simple sistema de dosificación con un rodillo por hilera que dosifica y deja caer la semilla en un tubo venturi que con gran caudal de aire lleva la semilla a través de mangueras plástica lisa a cada uno de los cuerpos de siembra ubicados en uno o dos planos sobre un chasis que se pliega tipo alas (Figura 76).



FIGURA 102. SEMBRADORA CON TOLVA DE SEMILLA CENTRAL, DOSIFICACIÓN POR RODILLO Y TRASLADO POR AIRE.

Estas sembradoras poseen el conocido distribuidor a rodillo que con tres tipos de rodillos intercambiables siembra todos los tipos de grano existentes desde alfalfa o colza hasta soja,(Figura 77).



FIGURA 103. DISTRIBUIDOR A RODILLO Y TUBO VENTURI DE AIRE CON MANGUERA DE TRASLADO DE LA SEMILLA HACIA EL CUERPO DE SIEMBRA

En los cuerpos de siembra, al igual que en granos grueso, también existe una marcada tendencia a ser construidos en fundición de acero de alta calidad, lo que permite una fabricación en gran escala, con bajo costo y con excelente durabilidad de las piezas (Figura 78).



FIGURA 104. SEMBRADORA CON CUERPOS DE SIEMBRA CONSTRUIDOS EN FUNDICIÓN DE ACERO.

Los cuerpos de siembra de fundición, se presentan como una tendencia muy sólida, que asegura la calidad constructiva dado que todos los cuerpos exhiben una exactitud constructiva muy importante pudiendo, además, diseñar fábricas muy automatizadas, dado que la fundición y el centro mecanizado parece reemplazar a las máquinas de corte láser, las plegadoras y guillotinas, como así también a los robot de soldadura y seguramente con baja de costo de mano de obra, transformándolo en altamente competitivo al proceso de fabricación.

## SEGURIDAD

### SEGURIDAD DE TRASLADO DE LA SEMBRADORA

Las sembradoras actuales presentan un gran ancho de labor y alta versatilidad, ya que cuentan con todos los movimientos accionados hidráulicamente desde la cabina del tractor. Esto la hace muy cómoda, ya que en pocos minutos pasan de posición de trabajo a transporte y viceversa.

Actualmente se utilizan dos sistemas de transporte, los que elevan toda la máquina sobre las ruedas y las que modifican el tren de rodados para su transporte siendo siempre traccionada desde un extremo (Figura 79). Ambos sistemas tienen ventajas y desventajas coexistiendo en el mercado aunque aparentemente la tendencia parecería ser las máquinas del primer tipo.



FIGURA 105. SISTEMA DE TRANSPORTE CENTRAL CON ELEVACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LA SEMBRADORA SOBRE EL CHASIS DE LA MISMA.

Todos estos movimientos, además de los marcadores, deben estar alertados a través de calcomanías ilustrativas con la correspondiente señal de peligro.

Para seguridad propia y de los demás, cada vez que se desplace la máquina por caminos públicos, debe identificarse la misma con el emblema universal de “vehículo de movimiento lento”. Este símbolo se ubicará en la parte trasera en un lugar visible y a una altura no menor de 0,60 m y no mayor a 1,80 m del suelo.

Un aspecto importante es verificar que la sembradora en posición de transporte no tenga más de los 3,5 m de ancho que es lo permitido por ley. Anchos superiores deberán tener permiso especial para su transporte y se deberán utilizar carretones.

El decreto ley que regula la circulación en rutas es el 79/98 y es importante conocerlo para no tener contravenciones o serios problemas en caso de accidentes. En el mismo las principales exigencias para la maquinaria agrícola son las siguientes:

- ✓ Se debe circular entre la salida y la puesta del sol sin visibilidad limitada por lluvia neblina sin ocupación total o parcial del carril contrario.
- ✓ El distanciamiento mínimo es de 200 metros entre máquinas y las mismas deben tener removidas todas las partes posibles para minimizar su ancho.
- ✓ La capacidad de frenado debe ser de un mínimo de 30 metros circulando a una velocidad de 20 km/h y se deben utilizar cadenas de seguridad.

- ✓ Se debe circular con luces ámbar intermitentes y las reglamentarias con banderas rojas y carteles indicadores de ancho y largo.
- ✓ Las dimensiones máximas permitidas son un ancho 3.5 metros, un largo 25.5 metros del tren total de arrastre y una altura 4.5 metros.

#### INDUMENTARIA ADECUADA

Evitar ropa suelta y utilizar equipos de seguridad adecuados según el tipo de trabajo. La exposición prolongada al ruido puede afectar el oído. Como medida preventiva, proteger sus oídos con orejeras o tapones (fundamentalmente si trabaja con maquinas de tipo neumática).

También es necesario el uso de mascarás que protejan las vías respiratorias durante la operatoria de carga y descarga de la máquina así como si se efectúan tratamientos con agroquímicos a semillas. También es conveniente el uso de guantes adecuados para cada trabajo, para el que se realiza con agroquímicos deben ser de PVC y para el trabajo con la máquina son recomendables los de vaqueta.

El manejo seguro de la maquina requiere toda la atención del operador. No ponerse auriculares para escuchar radio durante el trabajo con la maquina.

#### TRABAJO SEGURO

Siempre levante los cilindros y coloque las trabas de seguridad antes de realizar las operaciones de ajuste o mantenimiento debajo de la maquina.

#### CUIDADO CON LAS FUGAS DE ALTA PRESIÓN

Los fluidos a presión que se escapan del sistema pueden tener tanta fuerza que penetran la piel, causando lesiones graves. Por lo tanto es imprescindible dejar el sistema sin presión antes de aflojar o desconectar cualquier tubería.

Apretar todas las conexiones antes de aplicar presión al circuito.

Colocar piezas de cartón en sitios de derrame. No acercar las manos y el cuerpo a la fuga de alta presión.

#### EL MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA

- ✓ Entienda el procedimiento de servicio antes de ponerse a trabajar, mantenga el área de trabajo limpia y seca.
- ✓ Nunca lubrique o realice el servicio con la maquina en movimiento. Utilice guantes apropiados para el trabajo de mantenimiento, los lubricantes pueden causar alergias de piel importantes.
- ✓ Mantenga manos, pies y ropa lejos de la toma de potencia y barra cardánica.
- ✓ Desconectar toda la potencia y soltar la presión para las operaciones de control. Bajar el equipamiento al suelo.
- ✓ Detenga el motor, saque la llave, permita que el motor se enfríe.
- ✓ Asegurar el soporte de los elementos de la maquina, si estos debieran ser levantados para el trabajo de servicio.

- ✓ Mantenga todas las partes en buenas condiciones y con apropiada instalación. Corregir daños inmediatamente. Reemplace las partes rotas o gastadas.
- ✓ Limpiar manchas de grasa, aceite, gas oil, etc.
- ✓ Desconectar el cable (-) de la batería antes de realizar ajustes en el sistema eléctrico de la maquina o soldar sobre ella.

### USE CADENAS DE SEGURIDAD

Una cadena de seguridad le ayudara a controlar el quipo tirado en caso de soltarse accidentalmente de la barra de tiro.

Utilizar piezas de unión adecuadas, enganche la cadena al soporte de la barra de tiro del tractor u otro lugar de anclaje especificado. Vea que la cadena quede suficientemente floja para permitir los giros.

Adquiera una cadena que aguante sobradamente el peso del equipo arrastrado. No utilizar la cadena para remolcar quipos u otras maquinas.

## PREPARACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una buena siembra está estrechamente relacionada con el rendimiento y el valor de la respectiva cosecha. Muchas veces se atribuye equivocadamente a la maquina mal funcionamiento o baja eficiencia, cuando el problema en realidad reside en la poca atención que se prestó al equipo, su incorrecta regulación, o su operación equivocada debido a la falta de información, o bien, por desinterés de su responsable directo.

### PREPARACIÓN PARA EL TRABAJO

A continuación se enumeran algunos factores que deben tenerse en cuenta para el buen mantenimiento y la correcta operación de la sembradora. Antes de comenzar la campaña y luego de un periodo extenso de inactividad es conveniente que efectúe las siguientes operaciones:

1. Limpie todos los dosificadores con kerosene en cantidad abundante y déjelos secar. Luego, con las ruedas dentadas desconectadas, tome con una llave pequeña el eje de mando y hágalo girar en ambos sentidos, verificando que no exista resistencia o dificultad en el movimiento. Nunca aplique aceite a los dosificadores.
2. Ajuste toda la bulonería.
3. Lubrique con aceites y grasas (según lo que recomiende el fabricante) de buena calidad y marca conocida. En general las sembradoras requieren aceites o grasas livianos. Lubrique todos los lugares que tengan movimiento, como masas de ruedas, ejes de surcadores, caja de velocidades. Cuando agregue aceite en esta última utilice siempre del mismo tipo. También preste atención a la limpieza y buena viscosidad del que se encuentra ya en el interior de la caja.
4. Cuando coloque grasa en los nipples tipo alemite, primero quite la suciedad del orificio con un trapo limpio y luego bombee con la grasa hasta que la grasa nueva salga por los bordes desplazando la vieja. Infórmese sobre este detalle y observe debido a que hay mecanismos que están protegidos con capuchones de goma o retenes y estos no deben romperse por excesos de grasa.
5. Si el rodado es neumático, verifique su correcta presión de inflado.

6. Revise los surcadores y controle que los discos no estén frenados o tengan rozamiento que ocasionen desgastes prematuros.
7. También controle la alineación de las ruedas cubridoras y su estado general.
8. Arme o instale las cadenas de mando cuidando, si son del tipo americano o de chapa, que el lado abierto del gancho de los eslabones quede hacia afuera y vaya hacia adelante en la dirección en que trabaja la cadena. Asimismo es importante que los tensores (ruedas o patines) estén colocados en la rama floja de la cadena sin tensarla excesivamente.
9. Con todos los movimientos conectados, levante un extremo de la maquina en caballetes y gire la rueda de mando a fin de verificar el movimiento de todas las partes.
10. Enganche la sembradora al tractor dejando la tapa de la tolva en posición horizontal.
11. Regule la presión de los resortes y la profundidad de siembra en todos los surcadores según las condiciones del terreno.
12. Asegúrese que no haya elementos extraños en el fondo de la tolva, como piedras, clavos, maderas, alambres, trozos de metal. Luego eche semilla a la tolva.
13. Calibre los kilos a sembrar por hectárea calculando su propia tabla de siembra.
14. Compre solo semilla de buena calidad.

## OPERACIÓN

15. Durante la siembra, para evitar amontonamiento, déficit, o bien la falta total de semilla en algunos tramos de las hileras, y para mantener la densidad elegida en la tabla de siembra, recuerde estas indicaciones:
16. Levante siempre los surcadores cuando se gira con la máquina en los ángulos del potrero, de lo contrario no se mantendrá constante la densidad de siembra en las diagonales del terreno. Esta densidad desuniforme también puede ser producto de repasos posteriores a la siembra.
17. No detenga el equipo en el lote de siembra por cualquier motivo, pues ello ocasiona amontonamientos de semilla y espacios sin descarga.
18. Realice los reabastecimientos de la tolva en la cabecera, prevéalos con anticipación.
19. Deténgase en el lote de siembra sólo en caso de emergencia.
20. Para tapar la semilla utilice cadenas o ruedas cubridoras y no la rastra. Cuide de no llevar los surcadores demasiado levantados.
21. Controle que todas las compuertas de los dosificadores estén colocadas en la misma posición. También controle que no haya daños en los indicadores de densidad de siembra.
22. Verifique el buen funcionamiento del agitador, así evitará que los dosificadores queden sin semilla antes del reabastecimiento de la tolva.
23. No se exceda con la velocidad de siembra.
24. El equipo debe desplazarse bien derecho, sin trayectorias sinuosas. Para ello fije la barra de tiro del tractor. La conducción del equipo debe ser firme.

25. El tamaño de los neumáticos debe ser el original de la maquina. Evite el pegado de tierra a su banda de rodamiento. Controle periódicamente la presión de inflado.
26. Si está utilizando semillas tratadas con productos químicos, o trabaja en condiciones polvorientas, lave, aunque sea dos veces al día, con abundante kerosene los dosificadores. Nunca les coloque aceite.
27. Lubrique periódicamente todos los mecanismos de acuerdo con las instrucciones del manual del fabricante. Con este mantenimiento preventivo, no solo evitara fallas al sembrar sino también roturas y desgastes prematuros.

#### AL FINALIZAR LA CAMPAÑA

1. Guarde la máquina en un lugar seco y protegido de la intemperie.
2. No deje grano en la tolva, más aún si es semilla tratada con productos químicos, ya que se pudre y enmohece oxidando los dosificadores que luego al ponerse en movimiento, se rompen. Limpie la tolva.
3. Retire y limpie con agua los tubos de bajada y guárdelos con talco industrial.
4. Limpie y engrase los surcadores para evitar que se oxiden.
5. Apoye los surcadores en una tabla y a nivel del suelo, a fin que ni los resorte ni los la máquina queden cargados durante el período de inactividad.
6. Si el rodado es neumático, calce la máquina en tacos para que las ruedas queden en el aire, si es necesario desmóntelas.
7. Reemplace las piezas rotas o gastadas.
8. Lubrique los órganos con movimiento y cubra con aceite de transmisión los surcadores y cubridores.
9. Si toma en cuenta las precedentes consideraciones y sigue las indicaciones del manual de uso y mantenimiento de su máquina, acrecentará la vida útil de la misma, así como también, aumentará los rendimientos de su cosecha.

## CONDICIONES A TENER EN CUENTA PARA ADQUIRIR UNA SEMBRADORA DIRECTA

*Ing. Agr. MSc. Hernán Ferrari e Ing. Sist. Inf. Cecilia Ferrari*

Grupo Mecanización Agrícola – PRECOP II - EEA INTA Concepción del Uruguay

Previo a la adquisición de una sembradora, y antes de pensar en marcas y precios, es necesario preestablecer las alternativas productivas de cada caso. Esto es, determinar las condiciones de suelo y/o zonas en donde se va a trabajar, cultivos que se irán a sembrar, forma u opciones de fertilización y la capacidad de trabajo necesaria para cubrir los requerimientos. Una vez resuelto lo anterior, se deberán considerar las condiciones comerciales de la oferta, la calidad del producto ofrecido y el servicio post-venta.

Los puntos más importantes que se deben tener en cuenta a la hora de adquirir una sembradora de siembra directa para gruesa, son los que se detallan a continuación:

### TREN O CUERPO DE SIEMBRA

#### CUCHILLAS RASTROJERAS O DE MICRO-LABRANZA

Es el primer órgano activo a analizar dentro del tren de siembra. Su elección dependerá de las condiciones y tipos de suelo en donde se requiera trabajar. Como regla general, se podría recomendar, para el 70% de los casos, las cuchillas de ondulaciones tangenciales tipo turbo o siembra directa. Estas cuchillas se comportan muy bien ante el corte del rastrojo, la tracción sobre el suelo y ante la micro-labranza del suelo. Su principal problema radica en la velocidad de avance, ya que si se superan los 7,5 Km/h en las turbo y 8 Km/h en las siembra directa se produce el fenómeno de surco desnudo. En cuanto al número de ondulaciones, y en contra de la tendencia, es preferible que sean de poca cantidad, entre 19 y 23 ondulaciones. De esta forma, si no se excede la velocidad de avance permitida, se logrará realizar un mejor corte del rastrojo con menor gasto energético (menor consumo de combustible) y se mejorará el trabajo de los discos abresurcos por encontrarse el suelo removido en su ancho de acción, aumentado así la longevidad de los discos y evitando el desgaste prematuro de los rodamientos. Si la sembradora a adquirir pretende ser usada en distintas partes del país, situación usual en contratistas, se deberá pensar en adquirir también un juego de cuchillas rizadas (rippled o bubble). Dichas cuchillas permiten trabajar en suelos más pesados y con un mayor contenido de humedad subsuperficial, condiciones en las que las cuchillas de ondulaciones tangenciales se empastarían.

En cuanto al diámetro, acorde con la tendencia, es preferible seleccionar el mayor que la sembradora admita, entre 17 y 19 pulgadas, no solo para aumentar la vida útil (hasta 15”) si no también, para mejorar el ángulo de corte del rastrojo y reducir el esfuerzo de rodadura de la cuchilla. Un aditamento que ayuda al trabajo de la cuchilla en situaciones difíciles de trabajo, como ser un alto volumen de rastrojo y suelo con alta adherencia, son los flejes contenedores al costado de la cuchilla. Estos funcionan, por un lado, como tenedor de rastrojo favoreciendo el corte, y por el otro evitando que el suelo se levante al traccionar la cuchilla contra el suelo.

En cuanto a las cuchillas y discos para suelos pesados y/o con alto grado de adherencia, la EEA INTA C. del Uruguay viene trabajando desde hace 3 años en sistemas de cromado de alta resistencia que reducen el coeficiente de rozamiento evitando que el suelo se adhiera y aumentando notablemente la vida útil de dichos órganos.

### BARRE RASTROJOS

Su adquisición se deberá tener en cuenta para siembras en zonas cuya temperatura de suelo sea inferior a 18 °C. Este aditamento permitirá limpiar una franja del terreno, elevando así la temperatura del suelo por acción directa de los rayos de sol. Los sistemas que mejor se comportan, son aquellos que desplazan el residuo más allá del plano de circulación de las ruedas limitadoras de profundidad. No se recomienda su adopción en lotes donde exista un alto volumen de rastrojo, ya que el desplazamiento del rastrojo terminaría provocando desuniformidad en la profundidad de siembra y llegando a atorar los cuerpos con el material desplazado.

### DISCOS ABRESURCOS

El sistema que mejor calidad de surco realiza es el de bidiscos, discos en "V" encontrados. Sin embargo, su utilización suele verse limitada ante condiciones de suelos pesados y/o con alto contenido de humedad. En la actualidad, existe en el mercado sistemas bidiscos con fresado interno que evitan que los discos se separen a medida que se desgastan, por lo que impiden que la tierra y el rastrojo ingresen entre ellos y lo empasten.

Para situaciones complejas (suelos arcillosos y húmedos), el sistema que mejor se adapta es el de monodisco, que a su vez puede funcionar sin cuchilla rastrojera, pero que contrariamente al anterior la calidad de surco que realiza no es la más adecuada. La tendencia es a reemplazar estos monodiscos convencionales por monodiscos de periferia cóncava que mejoran notablemente la calidad de surco realizado.

Una situación intermedia a los bidiscos y monodiscos, es el sistema de bidiscos desencontrados, ideal para el contratista que se desplaza por diferentes regiones del país.

En esta sección, es importante revisar el escudo protector de discos (quilla). Este debe ser de un material de alta resistencia a la deformación para evitar que, cuando haga impacto contra algún obstáculo del terreno, roce contra los discos y provoque el desgaste prematuro de los mismos. La tendencia es la de adoptar quillas postizas que permitan ser cambiadas fácilmente cuando se gasten o hayan sufrido roturas.

### CONTROL DE CARGA Y LIMITADORAS DE PROFUNDIDAD.

Las máquinas ofrecidas en el mercado nacional presentan dos tipos de configuración para la fijación del tren de siembra: abresurcos fijados a un paralelogramo, o bien, abresurcos fijados a un brazo longitudinal simple. Si bien este último es de construcción más sencilla y brinda la posibilidad de estrechar más los surcos, hace que el ángulo de corte de los discos varíe con las oscilaciones del brazo. En este sentido, los montados en paralelogramos mantienen siempre un ángulo de corte exacto, siendo desde hace ya varios años los más recomendables para la mayoría de las situaciones.

El sistema de control de carga adosado al paralelogramo, además de tener que mantener prácticamente constante la carga dentro de la amplitud de copiado, debe presentar un sistema de sencilla regulación para poder adaptar la carga del tren de siembra a las diferentes situaciones de suelo. Ensayos recientes, demuestran que si no se controla la carga, usando siempre carga máxima, el maíz puede ser afectado en su rendimiento potencial en un 15 %, siendo este valor variable según la humedad del suelo.

En Argentina existe una fuerte tendencia de reemplazar los resortes de carga lineal, utilizados en la actualidad para el control de carga, por pulmones neumáticos de carga constante y de un costo relativamente reducido.

De esta manera, con un sistema de regulación rápida y de carga constante, se podría equipar a todas las sembradoras con ruedas limitadoras de profundidad de ancho reducido (2”), disminuyendo la posibilidad de que se provoque variación en la profundidad de siembra al encontrarse con obstáculos en el suelo. A su vez, estas ruedas deben presentar un diámetro no menor a 15” para, de esta manera, poder reducir el esfuerzo de rodadura y disminuir la compactación del suelo. Por otro lado, deben poseer un labio limpia disco de material resistente para evitar ser dañado por el rastrojo del lote.

#### SISTEMA DE CONTACTADO DE SEMILLA

Los dos tipos de sistemas de contactado de semilla, más conocidos, que existen en el mercado son: las ruedas y las “colitas de castor” o “lengüetas”. En las sembradoras de gruesa, es recomendable que el elemento contactador sea una rueda ya que la condición de trabajo, durante este período de siembra, presenta, en la mayoría de los casos, un suelo superficial con baja humedad, condición en donde la rueda tiene el mejor comportamiento. En cambio, en las de fina, el órgano que mejor se adapta es la colita de castor debido a que, contrariamente a la anterior, presenta mejor comportamiento ante situaciones de suelo con mayor humedad. Además, se deberá contar con un sistema de regulación de carga sencilla para aumentar o disminuir los niveles de presión de contactado.

#### RUEDAS TAPADORAS

En cuanto a las ruedas tapadoras, se debe constatar que el material que las compone, en su periferia, sea de baja adherencia (acero inoxidable, teflón, entre otros) para evitar atoraduras cuando se trabaje con elevada humedad en el suelo. Además, es importante que las mismas cuenten con las características de: regulación del ángulo de trabajo y de regulación del nivel de carga. La primera característica, es de gran importancia para modificar el nivel de lomo de surco cuya variación es vital para lograr una eficiente emergencia de semillas epigeas, donde el cotiledón sale fuera de la tierra como el caso del girasol y la soja, e hipógeas, donde el cotiledón queda dentro del suelo como el caso del maíz. La segunda, es necesaria para poder trabajar en diferentes condiciones y tipos de suelo, aumentando la carga cuando el suelo este más seco y sea más pesado y disminuyéndola cuando este más húmedo o sea más franco y/o arenoso. En el período de siembra de gruesa, a diferencia del período de fina, como la parte superficial del suelo se encuentra más seca que la subsuperficial, es recomendable que las ruedas tapadoras cuenten con discos escotados para ayudar y mejorar la remoción del suelo. Estos deben estar adosados en la parte externa de las tapadoras. De esta forma, se ayudará a cortar la capilaridad del suelo evitando que la humedad se evapore e impedirá que la semilla se mueva o se descalce del fondo del surco, situación fundamental para lograr una emergencia pareja.

#### SISTEMA DE DOSIFICACIÓN

##### DOSIFICADORES MONOGRANOS

Los dosificadores monogranos se dividen en dos grandes grupos: mecánicos y neumáticos. Los primeros, de placa y contra-placa, se recomiendan para situaciones en las que se busca reducir el consumo energético. Son sencillos, robustos, de bajo costo, pero requieren de semilla calibrada para su buen funcionamiento. Su precisión es correcta dependiendo del grado de calibración que tenga la semilla, lo que no siempre es fácil de conseguir. En cambio, los sistemas neumáticos, son más costosos, requieren de un circuito hidráulico de caudal variable con mayor consumo energético, pero son cada vez más utilizados, siendo la tendencia en nuestro país por no utilizar semillas calibradas, disminuyendo el costo de insumos, por tratar a la semilla con mayor cuidado, produciendo menor daño, y por ser más sencillos de operar cuando se necesita modificar la densidad por hectárea.

### TUBO DE BAJADA DE SEMILLAS

Es un componente determinante de la distribución regular de las semillas. Según su forma, posición y construcción, se podrá ver afectado, en mayor o menor medida, el descenso uniforme de las semillas. En la actualidad, numerosos ensayos han demostrado que dentro de las velocidades normales de siembra (6 – 7,5 Km/h) el tubo de bajada que mejor se comporta es el de forma curva. Esto se debe a que su forma copia el sentido del recorrido de la semilla evitando el principal factor de mala distribución de siembra al impedir que se produzcan repiques dentro del mismo. La EEA INTA C. del Uruguay esta pronta a lanzar al mercado un dosificador de semillas gruesas y finas que no necesita tubo de bajada, lo que mejoraría significativamente la distribución de siembra.

Dentro del tubo de bajada, se debe tener especial cuidado con la adopción de sensores de paso de semillas para monitores de siembra. Los mismos deben ser instalados por la misma fábrica o por personal especializado, puesto que su mala instalación desmejora notablemente la distribución de siembra debido al golpeteo de las semillas sobre los mismos.

### DOSIFICADORES A CHORRILLO

Dentro de los dosificadores de grano fino, los más difundidos son: el rodillo acanalado, la roldana y el chevrón.

De ellos, la roldana es el que mejor comportamiento presenta, sin provocar daño a las semillas y con una buena distribución. Su desventaja radica en un mayor costo del conjunto por requerir de una caja de velocidades para variar la dosificación.

El rodillo acanalado es de bajo costo, brinda una buena distribución, pero su principal y grave problema radica en el trato agresivo que termina provocando daño a las semillas.

El chevrón es un dosificador de fertilizantes que, también, puede ser utilizado para semillas. Requiere de una caja de velocidades, no es agresivo con las semillas, pero no logra una buena distribución de las mismas.

### DOSIFICADORES DE FERTILIZANTES

En cuanto a dosificadores de fertilizantes, son bien conocidos los beneficios de la utilización de los de tipo chevrón, por lo que se han vuelto prácticamente la única opción en el mercado.

### TUBOS DE DESCARGA DE GRANOS FINOS Y FERTILIZANTES

Los más reconocidos son el tubo telescópico y la manguera corrugada. Esta última es la más utilizada, presenta un costo menor que el telescópico pero hay que tener mucho cuidado en la elección para asegurarse que realice una buena labor. Las mismas deben ser corrugadas por fuera, para dar flexibilidad, pero por dentro esos pliegues no se deben notar para evitar que la semilla se tranque, lo cual se logra seleccionando los llamados de “pollera” o de pliegues chatos. El tubo telescópico es más costoso pero, contrariamente al anterior, no presenta ningún pliegue, por lo tanto la semilla no se tranca en su recorrido. Se debe procurar que sea de buena calidad, por ejemplo teflonados, para evitar que se quiebren ante una flexión brusca del tren de siembra.

### RUEDAS DE MANDO

Se debe procurar que las ruedas de mando posean tacos y control de carga. Estos dos puntos son fundamentales para evitar el patinamiento, el cual siempre debería ser menor al 5 % para disminuir las variaciones en la densidad de siembra en las diferentes condiciones del suelo dentro del mismo lote.

### DOBLE FERTILIZACIÓN

Además de la fertilización en la línea de siembra, en el mercado existe la opción de fertilizar al costado de la línea. Esta es la opción más deseada para la siembra directa, ya que no sólo presenta mayor eficiencia en la utilización del fertilizante sino que además permite solucionar el problema de incompatibilidad semilla - fertilizante. Sin embargo, las opciones mecánicas no son sencillas de implementar, la más utilizada es posiblemente el doble disco en diferentes variantes (escotado, diferentes diámetros, entre otros). Este tipo de diseño es muy problemático cuando se trabaja con suelos adhesivos con alta humedad o con rastrojo abundante.

La otra opción, a la segunda fertilización, es en la misma línea de siembra pero a profundidad mayor, lo que en la práctica no siempre es fácil de lograr. Para ese fin, se utiliza la cuchilla rastrojera transformada en un monodisco con zapata. Esta condición puede provocar, dependiendo del tipo de suelo y el grado de humedad, un surco con terrones o fisuras que comprometen la colocación de semilla en forma correcta.

### AUTONOMÍA DE SIEMBRA

Por el lado de la autonomía de semilla, es recomendable contar con una capacidad de tolva de semillas no inferior a los 180 litros por metro de ancho de trabajo. Si fuera posible adquirir el sistema de doble tolva compuesta por una o dos grandes tolvas que alimentan a las tolvas individuales ubicadas en cada línea de siembra a través de mangueras plásticas, en este caso la capacidad debería ser superior a los 250 litros por metro de ancho de trabajo.

En cuanto al fertilizante, es necesario que las tolvas contenedoras sean de materiales no corrosibles y que la capacidad sea: para el caso de la fertilización en la línea de siembra, no menor a 150 Lts/m, y en caso de contar con doble fertilización, no debe ser menor a los 200 Lts/m.

Las sembradoras del futuro de Argentina, serán con una sola tolva de fertilizante y una sola tolva de semilla con gran autonomía y con facilidad de carga automática (una sola persona), y tendrán una sola y localizada boca de recarga.

El fertilizante y la semilla, serán dosificados eficientemente de acuerdo si es grano grueso o fino y la semilla llegará a cada cuerpo sembrador por medio de la asistencia de aire. Es decir, que las sembradoras del futuro serán tipo Air Drill, tanto de grano fino cuanto de grano grueso.

### CAPACIDAD DE TRABAJO

La misma debe ser calculada previamente a la compra de la máquina para poder satisfacer las necesidades con un ancho de trabajo acorde. Por otro lado, el ancho buscado también estará influenciado por la disponibilidad de tractor, de manera que permita lograr un armónico acoplamiento Tractor-Sembradora. Otra condición a tener en cuenta, son los cultivos a sembrar, debiendo buscar equipos que brinden una amplia versatilidad para el cambio de distanciamiento de siembra, siguiendo la tendencia del acortamiento entre hileras según ambientes, fecha de siembra, genotipo y foto período.

Uno de los factores de gran valoración, que determina, en muchos de los casos, la toma de decisión en la compra de una sembradora es la posibilidad de ser transportada por carreteras, situación normal de los contratistas argentinos. Prestar servicios a terceros implica trasladarse por caminos y rutas con diferentes dificultades. Por lo tanto, se debe prestar atención en la practicidad que posea la máquina para transformar el equipo de situación de trabajo a transporte y viceversa, como así también la seguridad que ofrece con relación a la velocidad y su traslado. Dentro de este tema, se deberá procurar que el ancho del equipo, en situación de traslado, nunca supere el permitido por las normas de tránsito (3,5 m).

La tendencia va dirigida a sembradoras de gran ancho de labor, con mayor equipamiento para facilitar el pase de trabajo a transporte. A su vez, se deberá reducir el ancho máximo de transporte, en los próximos años, ya que no podrán circular más en carreteras sin límites de ancho.

### CONSIDERACIONES FINALES

Lo expuesto anteriormente pretende ser un sencillo instructivo para el análisis por parte del futuro comprador de una sembradora de grano grueso, evitando que la decisión sea tomada simplemente por el precio del producto. Ante situaciones de oferta similares, la compra debería estar definida por el servicio post-venta, el cual demarca, sin dudas, el prestigio y trayectoria de la empresa vendedora.

## UN CONCEPTO DIFERENTE EN SEMBRADORAS: LAS AIR DRILL

*Ing. Agr. Jorge Maroni*

Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Rosario

Las sembradoras denominadas «Air Drill», han comenzado a utilizarse en la República Argentina y ya existen desarrollos de la industria nacional en el ámbito comercial. Las semillas son entregadas por un dosificador mecánico y conducidas por una corriente de aire a través de mangueras hasta los órganos localizadores de cada línea de siembra. Un principio similar es utilizado en algunos equipos para aplicar únicamente fertilizantes. Esta nueva oferta tecnológica puede significar, en el futuro, otro impacto en el proceso de mecanización de nuestro país.

### SEMBRADORAS POR AIRE (AIR-DRILL)

Este tipo de sembradoras para granos finos se utilizan frecuentemente en las grandes planicies de los Estados Unidos, Canadá y Australia, donde la gran capacidad de trabajo y el ancho de labor es una condición fundamental para poder sembrar muchas hectáreas por día en la época y momento oportunos.

En la República Argentina ha comenzado la introducción de este tipo de máquinas, ya sea por compañías importadoras o bien por los fabricantes nacionales. La zona triguera típica es el área ideal para su difusión. La gran capacidad de trabajo es una condición muy interesante para nuestros planteos productivos, siendo una característica relevante, particularmente al momento de la siembra donde la «oportunidad» es un factor fundamental para asegurar el éxito del cultivo. El ancho de labor que se alcanza equivale al que se obtendría apareando no menos de tres equipos convencionales.

En Argentina se prefiere utilizar la denominación "sembradoras por aire" (en inglés air-drill) para diferenciarlas claramente de las "sembradoras neumáticas". Estas últimas utilizan aire a presión o succión para el funcionamiento de los dosificadores, manejando las semillas una por cada vez (dosificadores monograno) y son usualmente aplicados a las sembradoras de granos gruesos (maíz; sorgo; girasol; soja; algodón). Las "air-drill", en cambio, se utilizan para granos finos (trigo; arroz; centeno; cebada) y la distribución espacial de las semillas es del tipo "chorrillo en líneas" (en masa, sin solución de continuidad), la dosificación se hace por medio de un dosificador mecánico y el aire sólo transporta las semillas o el fertilizante a través de tubos hasta los abresurcos localizadores.

### CONFIGURACIÓN

Las sembradoras por aire están constituidas por dos unidades separadas y cada una de ellas puede ser usada independientemente en combinación con otro equipo, dando lugar a aplicaciones con diferentes objetivos. De hecho, en Estados Unidos existen empresas que fabrican solamente la unidad contenedora/dosificadora de la semilla y el fertilizante, la que se acopla a otras máquinas de diferente tipo o marca. Las unidades son las siguientes:

- a) Unidad "carro o tanque" que contiene y dosifica las semillas y/o fertilizantes.
- b) Unidad "localizadora o sembradora" que localiza las semillas y/o el fertilizante en el suelo.

Entre la unidad "tanque" y la unidad "localizadora", se encuentran una serie de mangueras y cabezales distribuidores, por donde circulan las semillas (o fertilizantes) impulsadas por la corriente de aire que produce una turbina.

### UNIDAD CARRO O TANQUE

Constituida generalmente por dos compartimentos, conteniendo uno la semilla y otro el fertilizante. La proporcionalidad del volumen entre ambos dependerá de los requerimientos del manejo del cultivo siendo, por lo general, una proporción del 60% y 40%. También pueden usarse los compartimentos para un solo material, cuando no se aplican dos materiales disímiles en forma simultánea. La capacidad de la tolva varía según el modelo, con volúmenes que van desde los 4.000 hasta los 12.000 litros, lo que significa para semillas con un peso hectolítrico de 80 gr que la capacidad será de 3.200 a 9.600 kg. Esto explica la gran autonomía de estas máquinas, ya que para el caso de trigo, por ejemplo, para la tolva de mayor capacidad y sembrando a razón de 120 kg por hectárea, la reposición será cada 80 hectáreas. Cuando se comparte con fertilizante aplicado en forma simultánea, estos valores serán diferentes. Para la traslación, la unidad tanque posee sus propios rodados, los cuales están dimensionados para una mínima compactación del suelo. Asimismo, este concepto de tolva o tanque separado de la unidad sembradora permite contener grandes cantidades de productos con un ancho mínimo del equipo, lo que facilita el transporte. El sistema sembrador puede plegarse a medidas razonables, no dependiendo del contenedor de la semilla ni del fertilizante.

Los dosificadores instalados en la parte inferior de las tolvas son del tipo mecánico de rodillo acanalado contruidos en compuestos plásticos y son accionados por un tren cinemático apto para regular la cantidad del material que se desea aplicar. Una turbina, accionada por un motor hidráulico, genera la corriente de aire que transporta la semilla y/o el fertilizante hasta la otra unidad que los localiza en el suelo en diferentes formas, según la configuración de los sistemas abresurcos. Las mangueras conductoras salen desde los dosificadores de la unidad tanque y culminan en un cabezal distribuidor, desde allí, y por conductos de menor sección, se traslada la semilla y/o fertilizante a cada uno de los órganos localizadores.

El conjunto se completa con un receptáculo y sin fin transportador para facilitar la carga de los productos a la tolva. Como en la mayoría de las sembradoras actuales, existe la opción de instalar un sistema electrónico de monitoreo que permite conocer, desde una consola instalada en la cabina del tractor, datos referidos a la densidad de siembra; hectáreas sembradas; velocidad y otras funciones que estos procesadores ofrecen en la actualidad.

### UNIDAD LOCALIZADORA O SEMBRADORA

Es un equipo independiente de la tolva, presentando diversas alternativas en cuanto al ancho de labor, número de órganos localizadores, separación entre ellos, tipo de abresurcos y accesorios complementarios para el contactado de la semilla, el control de la profundidad y el tapado. Para la aplicación del fertilizante también son posibles configuraciones donde el producto se localiza junto a la semilla o en líneas separadas. Equipos más complejos permiten adicionar una tolva complementaria para aplicaciones de un tercer producto, como por ejemplo herbicidas o insecticidas granulados. El criterio agronómico para el manejo de esta etapa del cultivo será determinante de las opciones que se seleccionen o para definir el equipo.



GRÁFICO 1. UNIDAD TANQUE ABASTECIENDO CON FERTILIZANTES A UNA SEMBRADORA DE GRANOS GRUESOS

Resultaría muy extenso describir todas las alternativas que se ofrecen con respecto a la unidad sembradora. No obstante, en las últimas exposiciones agrícolas de los Estados Unidos, predominaron los diseños con órganos localizadores aptos para trabajar sobre residuos. Esta tendencia se repite en nuestro país. Los órganos localizadores del tipo púa, bota o azadón montados sobre arcos flexibles similares a un cultivador de campo, quedaron relegados para el uso sobre terrenos con labranza convencional o mínima y poca cantidad de residuos en superficie.

Los "abresurcos de discos", con mayor capacidad de adaptación al manejo de los residuos, se ofrecen en dos versiones:

1. discos planos dobles para terrenos con labranzas mínima o reducida
2. disco plano único y oblicuo, con zapata, apto también para la siembra directa.

El conjunto se completa con ruedas limitadoras de profundidad, contactadoras de semilla-suelo y tapadoras.

El número de cuerpos sembradores y su separación es variable según las marcas y modelos, con anchos de trabajo que van desde los 8 m. hasta los 17 m. aproximadamente. Las separaciones entre líneas pueden ser del orden de los 19, 23, 30 y hasta 38 cm., dependiendo también del sistema de abresurcos. Dado el gran ancho de trabajo, el equipo está constituido por varias secciones articuladas, adecuándose a las irregularidades del terreno. Estas secciones pueden plegarse mediante un sistema hidráulico, permitiendo así el transporte de la máquina.

## OTRAS APLICACIONES

La unidad "tanque o carro" puede ser acoplada a un cultivador de campo, que se utiliza como unidad sembradora o incorporadora de fertilizante. También puede utilizarse la unidad tanque enganchada detrás de una sembradora de granos gruesos tradicional, dirigiendo el producto a través de los conductos hasta dicha sembradora y localizándolo según el dispositivo disponible.

## CONSIDERACIONES FINALES

Esta nueva generación de sembradoras por aire significa un valioso aporte al proceso de siembra, a la oportunidad de hacer las labores en tiempo y forma, con gran ancho de labor y eficiencia. La información acerca del comportamiento de estos equipos es netamente empírica y las primeras experiencias locales son alentadoras. Observaciones realizadas en la Argentina y en el Uruguay sobre cultivos de trigo muestran un

buen nivel de emergencia de las plantas con una aceptable distribución espacial de las mismas. La realización de ensayos que contemplen el análisis de las variables de interés para el proceso de siembra, permitirá conocer con mejor precisión las prestaciones y/o eventuales limitaciones de este tipo de sembradoras.

## BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- AACREA. 1998. Siembra Directa. Cuaderno de actualización técnica nº 59. Área de comunicación AACREA. pp 38 – 45.
- AGROMERCADO. 1999. Sembradoras, tractores y fertilizadoras. Cuadernillo nº 35. pp 2 – 9.
- BERTINI. 2004. Manual de Siembra. pp 4 – 29.
- BRAGACHINI, M.; BONGIOVANNI, R.; MÉNDEZ, A. Y SCARAMUZZA, F. 2002. Fertilización y Densidad de Siembra Variable. Proyecto Agricultura de Precisión INTA Manfredi. [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)
- BRAGACHINI, M.; CASINI, C.; MARTELLOTO, E.; BONETTO, L.; BONGIOVANNI, R. 1992. Soja; siembra, secado, y almacenaje. Proyecto PROPECO. SAGyP e INTA. pp 9 – 60.
- BRAGACHINI, M.; MÉNDEZ, A.; MARTÍN, A. 2001. Mercado de sembradoras I, II y III. [www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org)
- D'AMICO J.; TESOURO, M. 2008. Dosificadores Neumáticos por succión. Pautas de regulación y uso de dosificadores para la siembra de precisión. IIR. Ediciones INTA.
- DIR. 1988. Departamento de ingeniería rural. Información técnica Sembradoras. INTA.
- HERRERA M.; POZZOLO, O. SEIMANDI C. 2003. Trenes de Siembra Directa, prestación en diferentes condiciones de suelo y humedad. Revista Científica Agropecuaria, Ed. Facultad de Ciencias Agrop, v. 7, n. 1, p. 35-39.
- MAGNELLI, P. 2004. Monitores de Siembra. Revista de los CREA Nº 285. CREA. pp 84 – 88.
- ORTIZ CAÑAVATE. 1980. Las Maquinas Agrícolas y su aplicación. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp 125 – 144.
- POZZOLO, O.. 2006. Capítulo III. 2. Labranzas y Maquinarias Utilizadas en la Arrocería. In: BENAVIDEZ, RENÉ ANTONIO. (Org.). El Arroz. Su cultivo y sustentabilidad en Entre Ríos. Concepción del Uruguay - S. Fe, v. 2, p. 345-358.
- POZZOLO, O.; AMAVET A.; CANGIANNI S. 2000. Efecto de diferentes accesorios sobre un abresurco de doble disco descentrado en sembradora directa en vertisoles. In: Fac. De Agronomía UBA, (Org.). Avances en Ingeniería Agrícola. Buenos Aires, p. 148-153.
- POZZOLO, O.; POCHAT F. 2000. Evaluación de dos abresurcos. Disco simple vs. disco doble descentrado para sembradora directa en vertisoles. In: FAC. DE AGRONOMIA, UBA. (Org.). Avances en Ingeniería Agrícola. Buenos Aires, p. 56-61.
- POZZOLO, O.; CANGIANNI, S.; PIANGET, D. 1998. Influencia de la profundidad de siembra en la implantación de especies forrajeras. Información Técnica de La Estación Experimental INTA C Del Uruguay, Ed. INTA EEA C. del Uruguay, p. 122-131.

POZZOLO, O. 1998. Preparación del suelo, sistemas de siembra, maquinaria. Descripción de sembradoras, pulverizadoras, niveladoras y arados taiperos. In: AACREA. (Org.). Cuadeno de Actualización de arroz. Buenos Aires, v. Cap. 3.

POZZOLO, O.; DEBATTISTA J.; PIROVANI A. 1994. Efectos de sistemas de siembra sobre la compactación en suelo arcilloso. In: III Congreso De Ingeniería Rural, 1994, Morón, BsAs. Memorias del III Congreso Argentino de Ingeniería Rural y I Congreso Internacional de Ingeniería Rural. Ed. Univ. de Morón e INTA, v. II, p. 845-846.

RAGGIO, J. B. 1997. Cómo y con qué en máquinas agrícolas. Qué mirar para elegir bien y cómo mantener su buen funcionamiento. pp 61 – 76.

STONE, A.; GULVIN, H. 1980. Maquinaria Agrícola. Editorial C.E.C.S.A. pp 401 – 428.

INTA EEA Concepcion del Uruguay

# **III – FERTILIZADORAS CENTRÍFUGAS**

**MANUAL DE EQUIPOS PARA LA SIEMBRA DE GRANOS**

**Ferrari, H. y Ferrari, C.**

**[2011]**

## FERTILIZADORAS CENTRÍFUGAS

### LA IMPORTANCIA DE UNA CORRECTA ELECCIÓN, USO Y MANTENIMIENTO.

*Ing. Agr. Roberto M. Delafosse*

Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 1989.

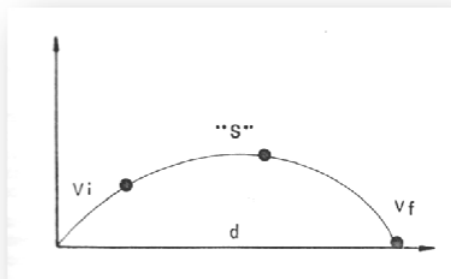
#### FERTILIZACIÓN Y MÁQUINAS

Si a cualquier persona relacionada con el medio rural, sea agricultor o técnico, se le habla hoy día de fertilizadoras, inmediatamente asocia éstas a las máquinas de tipo centrífugo; sean con distribuidores de discos o pendulares.

Las primeras fertilizadoras no estaban basadas en este tipo de distribución sino que se limitaban a cubrir la superficie a trabajar con una capa de producto caído por gravedad desde un mecanismo de distribución forzada, siendo el más conocido de estos mecanismos el de platillos. Tal sistema otorgaba buenos resultados en lo referente a uniformidad de distribución, con pocos inconvenientes mecánicos: su limitante está relacionada a la capacidad de trabajo al distribuir el fertilizante solamente a lo ancho de la máquina.

Así, y en la búsqueda de distribuir los fertilizantes por cada maquinada en anchos de cobertura cada vez mayores, se comienzan a difundir las fertilizadoras centrífugas y simultáneamente con ellas aparece, con la finalidad del logro de uniformidad de distribución, el fertilizante comercial granulado. Este tipo de fertilizante, en cuanto a su concepción física, hace posible alcanzar mayores distancias desde el punto de proyección con precisiones de cobertura sumamente aceptables.

Podría compararse esto entonces con el disparo de un proyectil. Este, transformado en un granulo de fertilizante y dotado de cierta velocidad inicial se pretende que alcance la mayor distancia posible con alta precisión.



Esto define igualmente algunas particularidades de las fertilizadoras centrífugas:

- Se caracterizan por poseer un gran ancho de cobertura.
- Debido a sus sistemas particulares de distribución del producto puede fertilizarse a mayores velocidades que en las máquinas por gravedad.
- Influyen en las mismas tanto la intensidad como la dirección del viento, en el momento de la aplicación.
- La precisión en el grado de cobertura tiende a ser menor que en las máquinas por gravedad.

## REQUISITOS DE UNA BUENA FERTILIZADORA

Una buena fertilizadora deberá reunir una serie de requisitos como:

- Poseer elevada calidad de dosificación y distribución de fertilizante sobre el terreno independientemente de factores como: tipo de fertilizante, grado de humedad del mismo, velocidad de trabajo, nivel de producto en la tolva, etc.
- Presentar amplia gama de regulaciones de dosis de entrega.
- Permitir efectuar regulaciones rápidas y precisas de las dosis de entrega.
- Manifiestar elevada capacidad de trabajo, cualquiera sean las condiciones a que es sometida.
- Simplicidad constructiva, de mantenimiento y de limpieza de depósitos de fertilizante y elementos de dosificación
- Precio competitivo.

## PRECISIÓN EN LA FERTILIZACIÓN. FACTORES A TENER EN CUENTA.

En máquinas de este tipo, una vez determinada la dosis a aplicar por hectárea para un suelo y/o una alternativa de cultivos es preciso aplicarla con la mayor uniformidad y localización adecuada a fin de conseguir el máximo de rendimiento en la fertilización.

La mecanización en el proceso de fertilización se complica como consecuencia de la diversidad de formas y tamaños de los productos a aplicar. Estas variaciones de las características físicas de los fertilizantes obliga a que la maquinaria específica presente rangos de tolerancia funcional como para adaptarse sin mayores problemas a los diferentes tipos de producto.

En la tarea de fertilización de tipo centrífuga se debe buscar por sobre todas las cosas alta uniformidad de distribución, independientemente de aquellos factores que puedan incidir sobre el trabajo mecánico de una fertilizadora. Generalmente, en este tipo de máquinas si se mide la distancia máxima alcanzada por los gránulos de fertilizante a uno y otro lado del punto de proyección (teóricamente centro geométrico de la máquina) y se suman ambas distancias se tendrá el ancho total de cobertura. Pero, si se pesan las cantidades de producto que quedan sobre el terreno en fajas paralelas a la línea de avance de la máquina se observa que mientras en las fajas más alejadas apenas se llega al 1% de la dosis pretendida, en la zona central de aplicación se detectan valores superiores a esa misma dosis.

Así, aunque el ancho total de esparcido sea de 12; 14; 16 ó más metros el sector cubierto por el fertilizante en su dispersión no es uniforme sino que tiende a manifestar menor cantidad de producto en ambos extremos de la zona de caída. Este "Efecto de Entrega" depende del principio constructivo de cada máquina y se debe fundamentalmente a que los gránulos del fertilizante no caen simultáneamente sobre los puntos de proyección siendo esparcidos con irregularidad. Gravitan igualmente sobre este particular el tipo de distribuidor, el fertilizante empleado, el régimen de trabajo, diseño y número de paletas del distribuidor, distancia del punto de proyección al suelo, etc.

Al no disponer de datos de buena fuente y con suficiente garantía, que señalen la uniformidad de distribución y el ancho de trabajo más favorable para un determinado fertilizante, corresponderá verificar a campo este parámetro a fin de lograr una entrega transversal constante de producto.

Estas mediciones que requieren de una metodología establecida deben fundamentar su aplicabilidad en Normas de ensayos adecuadas al tipo de máquina y en lo posible a condiciones locales de trabajo.

Lo señalado precedentemente obliga a estudiar detenidamente el ancho total de esparcido y las disminuciones en la densidad de entrega a medida que los gránulos de fertilizante se alejan del punto de proyección, para determinar luego con certeza el grado de superposición que se dará a pasadas sucesivas con la finalidad de obtener una densidad media constante de cobertura.

¿Hasta dónde es importante el estudio de esta dosis en lo que hace a la uniformidad de distribución? Especialistas del grupo de trabajo FAO/CEE elaboraron un trabajo en el que se analizan las respuestas de diferentes cultivos a la irregularidad en la distribución de fertilizante determinando que: en remolacha azucarera sobre la base de una producción potencial de 43 toneladas/ha con fertilizante uniformemente distribuido se producen mermas en dicha producción de 0,9 % al constatar una irregularidad en la aplicación de nitrogenados del 15%. Con 30% de irregularidad la pérdida de cosecha llega al 3,5 %. Al aumentar esa irregularidad al 50 % las pérdidas alcanzan al 10,5% de la producción; 4.500 kg que ya no se cosecharán.

En trigo, según este estudio, las pérdidas para los porcentajes de irregularidad indicados llegan al 0,6; 2,3 y 6,3 % respectivamente. En avena 0,6; 2,3 y 6,2 %. Valores similares se señalan para fertilizantes fosfatados.

Para definir el grado de irregularidad tolerable debe establecerse previamente como se calcula este aspecto de la distribución.

Las recomendaciones prácticas en cuanto a límites admisibles, en la mayoría de los cultivos, se establecen en 10% para la distribución de nitrogenados y hasta 30 % para granulados. En general las representaciones gráficas del producto acumulado en entrega transversal de los sistemas de fertilización de tipo centrífugo más comunes manifiestan tendencias particulares, relacionadas en sí mismas con el ancho de cobertura, el grado de precisión y la simetría de cada uno de estos sistemas.

La influencia de ciertos factores sobre la uniformidad de entrega de una fertilizadora centrífuga podemos cuantificarla desde el punto de vista de la calidad de su entrega longitudinal y por otro lado desde la óptica de su calidad en cuanto a entrega transversal.

En los sistemas de fertilización en cuestión la entrega longitudinal puede considerarse como uniforme mientras se atiende a aspectos tales como alimentación continua de producto, régimen normalizado de toma de potencia y en ciertos equipos velocidad constante de avance.

En cambio en la entrega transversal se deberán considerar aspectos como régimen de toma de potencia, distancia entre el proyector de fertilizante y el suelo, ángulo de este mismo proyector o distribuidor y terreno; entre los más importantes.

El reducir el régimen de la toma de potencia del tractor de 540 vueltas/minuto a 400 vueltas/minuto produce en las fertilizadoras centrífugas de dos discos una expulsión anticipada del gránulo de fertilizante, lo que operativamente se visualiza a través de la presencia de una excesiva cantidad de producto en la zona delimitada por la trocha del tractor, un fenómeno similar ocurre en las fertilizadoras de tipo pendular.

En las fertilizadoras de un solo disco la disminución del régimen de la toma de potencia del tractor provoca un desplazamiento de la simetría de aplicación con relación al punto de proyección del producto.

Cabe considerar asimismo que tanto la falta o exceso de distancia entre el proyector o distribuidor y terreno, como la ausencia de paralelismo entre este mismo proyector y el terreno tienen una marcada influencia sobre la simetría de aplicación y el ancho de esparcido en estos sistemas de fertilización de tipo centrífugo.

## MÁQUINAS FERTILIZADORAS

### DISTINTOS TIPOS

Son distribuidoras de fertilizantes sólidos donde el producto es esparcido por proyección mediante la utilización de la fuerza centrífuga.

Presentan un ancho de cobertura superior al de las fertilizadoras por gravedad, ya que la caída libre del producto hacia el terreno es reemplazada por un lanzamiento del mismo dotándolo de una alta velocidad inicial. Esta proyección del fertilizante hace que en este tipo de máquina la precisión de trabajo sea menor y debe recurrirse a la utilización de fertilizantes granulados para lograr mayores anchos de trabajo y calidades de distribución aceptables.

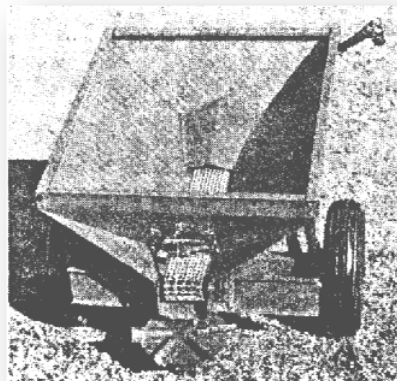
Los tipos más difundidos de fertilizadoras centrífugas son las de *distribución por disco* y de *distribución pendular por tubo oscilante*.

Sus principales características técnicas son:

- El tamaño del gránulo de fertilizante, el diámetro del disco, la velocidad de giro del mismo y la altura del disco con relación al suelo serán factores que influirán directamente en el ancho de esparcido.
- La densidad de entrega para estas máquinas estará dada por la relación entre la velocidad de trabajo y la cantidad de material entregado al disco de distribución; en fertilizadoras accionadas por la toma de potencia del tractor (la que invariablemente deberá mantener un régimen constante).
- En máquinas cuyo mando se inicie en las ruedas de transporte la densidad dependerá del material entregado al disco.

### FERTILIZADORAS CENTRÍFUGAS DE DISCO

El principio de funcionamiento es muy simple; en la parte inferior de la tolva existe un disco dotado de paletas o nervios, que gira a alta velocidad. El fertilizante, al caer desde la tolva y depositarse sobre el citado disco en movimiento, es empujado por las paletas o nervios hasta alcanzar una velocidad tal que lo obliga a proyectarse en un amplio sector (que no incluye el ocupado por el tractor y la máquina propiamente dicha).



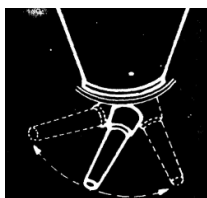
Algunas máquinas fertilizadoras se comercializan con dos discos diferentes o con más de una zona de caída y/o con sistemas acarreadores de fertilizante hacia el o los discos, con el objetivo de disminuir el defecto señalado.

### FERTILIZADORAS DE DISTRIBUCIÓN PENDULAR

Las fertilizadoras pendulares o de tubo oscilante han sufrido una importante evolución técnica en estos últimos años, constituyéndose en máquinas de alta precisión y confiabilidad funcional, pueden esparcir tanto fertilizantes granulados como en polvo.

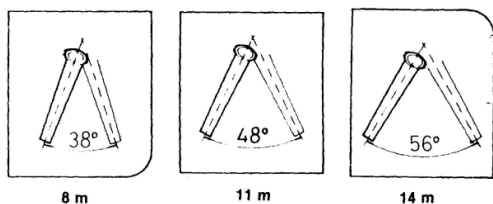


Su principio funcional se basa en la acción de un tubo o trompa oscilante, que al recibir una cantidad de fertilizante contenido en la tolva lo lanza hacia el terreno cubriendo un sector que puede superar en algunos casos los 100° de amplitud. Para ello, el tubo oscilante está animado de un movimiento alternativo dotado de un régimen elevado de carreras por minuto.



El ancho de cobertura es algo menor que el de las fertilizadoras centrífugas convencionales; este defecto se compensa con una mayor uniformidad de reparto y un uso indistinto de fertilizantes sólidos de diferentes granulometría.

Con la finalidad de poder variar el ancho de cobertura, así como brindar mayor adaptabilidad a determinado tipo de fertilizante, algunas marcas comerciales proveen sistemas con ángulo variable de barrido del péndulo.



Como se ha visto estos sistemas de fertilización se caracterizan fundamentalmente por sus elementos de distribución del producto. Sin embargo, un componente sumamente importante en este tipo de máquina es la tolva o

depósito de fertilizante; esta tolva al momento de decidir la elección de un equipo debe reunir entre otros los requisitos siguientes:

- Fácil acceso a las bocas de carga o llenado.
- Suficiente rigidez constructiva como para soportar sin roturas ni deformaciones las cargas a que será sometida.
- Ser basculante hacia atrás o laterales, para permitir su rápida limpieza y correcto mantenimiento.
- Disponer de capacidad suficiente como para dotar al equipo de alta autonomía de trabajo.
- Presentar un diseño interior que favorezca el desplazamiento hacia los dosificadores del producto, pero evitando sobre estos puntos de dosificación altas concentraciones de fertilizante. Cuando hay alta presión de fertilizante, las dosificaciones se dan en forma irregular, llegándose en muchos casos a una intermitencia o taita de distribución del producto.

#### DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS QUE CARACTERIZAN LA FERTILIZACIÓN.

**FERTILIZANTE.** Toda sustancia o mezcla de sustancias que incorporada al suelo o aplicada sobre la parte aérea de las plantas, suministre el o los elementos que requieran los vegetales para su nutrición, con el propósito de estimular su crecimiento, aumentar su productividad y mejorar la calidad de las cosechas.

**ENMIENDA.** Toda sustancia o mezcla de sustancias de carácter mineral u orgánico que incorporada al suelo, modifique favorablemente sus caracteres físicos o físico-químicos sin tener en cuenta su valor como fertilizantes.

**FERTILIZACIÓN.** Acción de aplicar fertilizantes.

**CONJUNTO DOSIFICADOR.** Mecanismo destinado a entregar cantidades medidas de fertilizantes por unidad de tiempo.

**CONJUNTO DISTRIBUIDOR.** Dispositivo que a partir del fertilizante entregado por el conjunto dosificador lo descarga sobre el terreno.

**DENSIDAD DE ENTREGA (denominada comúnmente DOSIS DE APLICACIÓN).** Cantidad (masa o volumen) de fertilizante a aplicar por unidad de superficie o longitud.

**DENSIDAD DE ENTREGA TEÓRICA.** Cantidad (masa o volumen) de fertilizante a aplicar por unidad de superficie o longitud, suponiendo nulo el patinamiento de la máquina u otras pérdidas en el tren de mando o accionamiento.

**DENSIDAD DE ENTREGA EFECTIVA.** Cantidad (masa o volumen) de fertilizante realmente aplicada por unidad de superficie o longitud.

**DOSIS.** Cantidad (masa o volumen) de fertilizante entregado por unidad de tiempo.

**DOSIS TEÓRICA.** Cantidad (masa o volumen) de fertilizante que tendría que entregarse por unidad de tiempo para una determinada regulación.

**DOSIS EFECTIVA.** Cantidad (masa o volumen) de fertilizante realmente entregada por unidad de tiempo, para determinada regulación.

**ANCHO DE COBERTURA.** Longitud entre partículas extremas proyectadas, medida sobre una línea perpendicular a la dirección de avance.

**DENSIDAD APARENTE DE UN FERTILIZANTE** Cantidad de fertilizante expresada en masa por unidad de volumen, medida de acuerdo a su ensayo correspondiente.

**PRECISIÓN DE ENTREGA.** Regularidad de entrega de fertilizante tanto en la dosificación como en la distribución.

**FALLA DE ENTREGA.** Falta o disminución de la cantidad de fertilizante en una determinada unidad de superficie o longitud con respecto a la densidad de entrega.

**EXCESO DE ENTREGA (sobredosis).** Exceso de fertilizante entregado en una determinada unidad de superficie o longitud con respecto a la densidad de entrega.

**SOLAPAMIENTO.** Superposición de la distribución de una pasada de la máquina respecto de la contigua, expresada en porcentaje respecto del ancho de cobertura.

**ANCHO EFECTIVO.** Ancho de trabajo real obtenido por la aplicación del solapamiento.

**PLANO MEDIO DE LA DISTRIBUIDORA DE FERTILIZANTE.** Plano vertical equidistante a dos planos paralelos que contienen ya sea, la periferia de los flancos de las ruedas o los puntos más salientes a derecha e izquierda de la máquina.

### DIMENSIONES

**LARGO TOTAL.** Distancia entre dos planos verticales perpendiculares al plano medio de la distribuidora de fertilizantes y que contienen los puntos más salientes anterior y posterior de ella.

**ANCHO TOTAL.** Distancia entre dos planos verticales paralelos al plano medio de la distribuidora de fertilizantes y que contienen los puntos más salientes anterior y posterior de ella.

**ALTURA TOTAL.** Distancia entre el plano del terreno y el plano horizontal que contiene el punto más elevado de la distribuidora de fertilizante.

### **PUESTA EN MARCHA DE LA FERTILIZADORA**

#### OPERACIONES PREVIAS

Las fertilizadoras son utilizadas generalmente durante una corta temporada dentro del año, permaneciendo ociosas durante mucho tiempo, Por ello, deben ser acondicionadas de manera especial antes y después de su utilización para obtener un funcionamiento correcto

- **MANTENIMIENTO Y LUBRICACIÓN**

Durante su trabajo la máquina debe ser controlada y mantenida, de acuerdo con las indicaciones del *Manual de uso* y al buen criterio del responsable de su funcionamiento.

La falta de atención correcta llega a ocasionar dificultades frecuentes que se reflejan en aplicaciones incorrectas, incrementos de esfuerzos de tracción, inversiones constantes en reparaciones, etc. Al respecto se dan una serie de indicaciones para lograr un mantenimiento adecuado de este tipo de máquinas:

- **TOLVAS DE FERTILIZANTES**

En el momento del trabajo a campo, el fertilizante es colocado dentro de la tolva correspondiente, para evitar excesivas compactaciones de producto en el traslado, formación de grumos, etc. Una vez finalizado el trabajo deben retirarse los restos del fertilizante de la tolva.

También es necesario lavar el interior de la tolva con agua a presión, secándolo con chorro de aire. Por último, puede cubrirse el interior con unas pinceladas de querosene o aceite muy liviano, que serán eliminados al comenzar la campaña frotándolas con un lienzo.

- **DOSIFICADORES REMOVEDORES**

Es conveniente controlarlos antes de comenzar el trabajo, con la tolva vacía. Debe hacerse girar en ellos el eje de mando en sentido normal de trabajo; si el eje fuera renuente a la fuerza ejercida (por la presencia de restos de fertilizantes y/o corrosión) deberá cepillarse con cuidado hasta eliminar los elementos extraños.

- **CADENAS DE MANDO**

Estas cadenas, integrantes del tren cinemático de las máquinas, deben estar al comienzo de la campaña en óptimas condiciones de funcionamiento: limpias y lubricadas, a fin de mantener su elasticidad y transmitir al mismo tiempo movimientos sin exigir esfuerzos innecesarios.

Una práctica común de mantenimiento es desmontar la cadena de mando de la máquina, introduciéndola en un recipiente con querosene para luego lavarla a presión eliminando todo resto de suciedad. Se completa esta tarea sumergiendo la cadena en aceite de máquina limpia por lo menos dos horas, para lograr que el aceite se introduzca entre los pernos de los eslabones. Finalmente, se escurre el aceite, secándose la cadena con un lienzo, para evitar así que durante el trabajo se adhiera tierra.

- **RODADOS (MÁQUINAS DE ARRASTRE)**

Se controlará diariamente la presión de inflado de los rodados, porque una cubierta de mando sin la presión de aire adecuada lleva a entregar mayor cantidad de fertilizante en menor unidad de superficie. Por otro lado las variaciones en la presión de inflado influyen directamente sobre la regularidad de entrega de producto, y nivelación lateral de la máquina.

Cuanto más regular sea el desplazamiento de la máquina sobre el terreno, cuantas menos vueltas dé una rueda de mando y cuanto menos tendencia tenga esta rueda a deformarse bajo el peso propio de la máquina y del fertilizante, más preciso será el trabajo. En consecuencia, es preferible el trabajo con máquinas de rodado alto.

- **LUBRICACIÓN**

Al entrar la máquina en servicio, es vital la lubricación diaria de trenes de engranajes, cojinetes de rodamientos, mazas de ruedas, etc para posibilitar un buen funcionamiento y conservación

del equipo. Antes de colocar la grasera en el alemite limpiar su boca con un lienzo sin suciedad. Una vez iniciada la aplicación de la grasa, no debe detenerse el proceso hasta que la misma aparezca por los extremos del elemento engrasado y haya desplazado a la grasa que se encontraba en el interior. La grasa remanente de los bordes y cabeza del alemite no debe eliminarse porque actúa como sellador.

## ENGANCHE Y NIVELACIÓN DE LA MÁQUINA

### MÁQUINAS DE ARRASTRE

- **ENGANCHE**

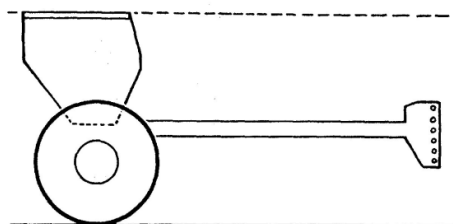
Se efectúa por medio de la unión de la placa de amarre de la máquina a la barra de tiro del tractor, esta última debe permanecer fija.

- **NIVELACIÓN**

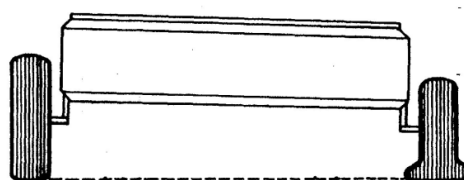
La nivelación longitudinal se logra a través del aprovechamiento de la amplitud de la placa de amarre de la máquina.

La nivelación transversal se logra constatando el mantenimiento de similares presiones de inflado en los rodados de la fertilizadora

El paralelismo entre la línea del suelo y las tapas de tolvas darán una idea de la nivelación correcta de la máquina. La nivelación incorrecta lleva a transferir esfuerzos inoportunos hacia el tren trasero del tractor; no permite el accionar correcto de los dosificadores, ocasionando una distribución desuniforme del producto.



Nivelación Longitudinal



Nivelación Transversal

### MAQUINAS DE LEVANTE

- **ENGANCHE**

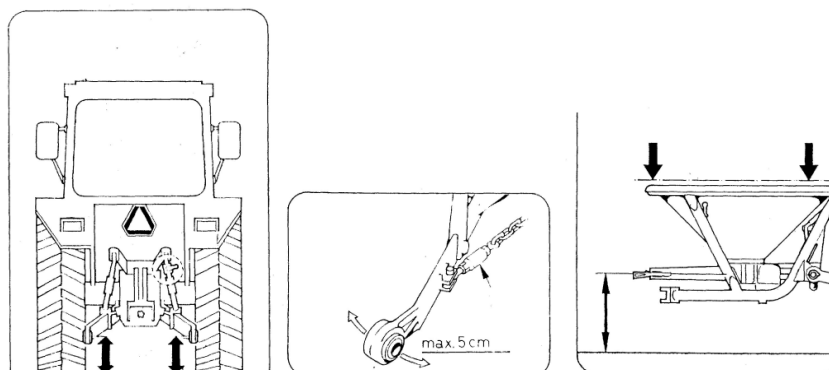
Se efectiviza por medio del sistema hidráulico de levante del tractor,

- **NIVELACIÓN**

La nivelación longitudinal se controla con el tercer punto telescópico del tractor. La nivelación transversal con los correctores de los brazos inferiores del sistema de levante. Las tiritas de fijación de estos brazos deben permanecer firmes con la finalidad de solidarizar entre sí máquina y tractor.

La inadecuada nivelación lleva a cargar de manera no uniforme los dosificadores y a esparcir irregularmente el producto.

Antes del trabajo, debe controlarse que el sistema de levante del tractor disponga de la capacidad mínima necesaria como para elevar y mantener a un nivel constante la máquina, con su carga completa de fertilizante.



### CALIBRACIÓN DE LA DOSIS DE ENTREGA DE FERTILIZANTE Y DETERMINACIÓN DEL ANCHO EFECTIVO DE COBERTURA

Sobre este tema se pretende:

- a) Aplicar por unidad de superficie una cantidad fija de producto, previamente calculada.
- b) Que esta dosificación y la correspondiente distribución sobre el terreno se hagan con la mayor uniformidad posible.

Estas dosis de aplicación no pueden ser estimadas sino que deben provenir de una fuente de información seria. El disponer de un dato concreto permitirá al usuario de la máquina, a través de la lectura del Manual de Uso de la fertilizadora, colocar el registro de dosificación en un punto tal que concuerde con la dosis a entregar.

Lo señalado en el párrafo precedente no significa que ya puede iniciarse el trabajo con la fertilizadora, pues el procedimiento seguido es de orientación sirviendo de base para la verificación a campo con la máquina. Es interesante señalar al respecto que: en ensayos efectuados en el Departamento de Ingeniería Rural se han detectado diferencias promedio del 30% entre las indicaciones teóricas y lo realmente entregado por las máquinas, siendo causal importante de tales diferencias el porcentaje de humedad ambiente al momento de la aplicación del producto.

Pasos a seguir:

- 1- Cargar la máquina con el fertilizante a utilizar.
- 2- De acuerdo a lo indicado en el Manual de Uso colocar la palanca de regulación en el punto señalado para la dosis pretendida. Si fuera necesario cambiar los engranajes de mando que correspondan.
- 3- Comenzar el desplazamiento del equipo, ya en trabajo, a velocidad controlada. Según: Vel. (km/h):  $(d/t) * 3,6$

4- Verificar mandos y régimen nominal toma de potencia. En aquellas máquinas donde el alimentador sea accionado por las ruedas de mando podrá estimarse la velocidad de trabajo.

5- Detener la fertilizadora y cubrir el distribuidor con una lona o elemento similar, algo separado de aquél, como para no interferir en la salida de fertilizante. Avanzar nuevamente con la máquina a velocidad de trabajo y recoger el producto entregado en un minuto. Si por determinado motivo no puede cubrirse el distribuidor puede recurrirse a pesar la máquina antes y después de haber funcionado durante el tiempo indicado, obteniendo por diferencia de peso el fertilizante entregado; ó a desmontar dicho elemento y coleccionar el fertilizante en algún recipiente. En máquinas dotadas de péndulo este control de calibración de dosis se efectúa desmontando este proyector, conectando los mandos y finalmente recogiendo en forma estática o dinámica el producto entregado en un minuto.

6- Pesarse el fertilizante recogido.

7- Aplicar la fórmula.

### EJEMPLO PRÁCTICO

Se requiere fertilizar un potrero con 116 kg/ha de superfosfato, con una máquina que cubre una banda de 12 metros, trabajando a una velocidad de 7 km/h.

$$Q = (116 * 12 * 7) / 600 = 16,24 \text{ kg/minuto}$$

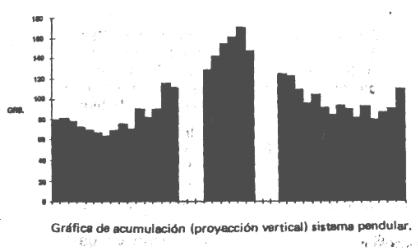
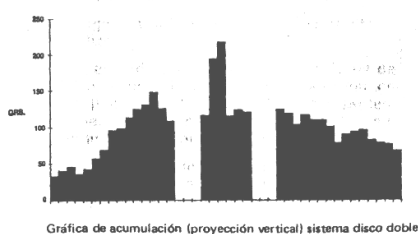
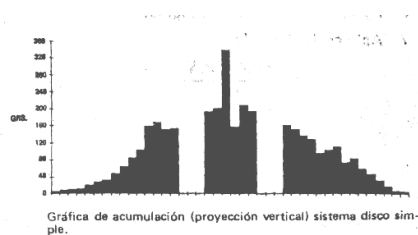
Concretamente, deberá recogerse en un minuto de trabajo de la máquina, 16,24 kg de fertilizante para confirmar la entrega de 116kg por hectárea.

### EL ANCHO DE COBERTURA

Puesta a funcionar una fertilizadora es posible determinar en forma más o menos rápida los aspectos fundamentales: EL ANCHO DE COBERTURA Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LA ACUMULACIÓN DE PRODUCTO EN ENTREGA TRANSVERSAL (Proyección vertical).

Ya se ha señalado que estos sistemas en estudio tienden en trabajo a concentrar en su proyección mayor cantidad de fertilizante sobre el centro geométrico de la máquina, cantidad que va disminuyendo a medida que nos alejamos hacia los extremos del ancho total de cobertura (límites externos de lateral derecho e izquierdo respectivamente).

Independientemente del ancho de cobertura obtenido por el paso en trabajo de una fertilizadora debe atenderse a la manera en que el fertilizante es

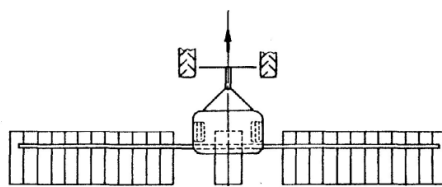


repartido sobre la superficie del terreno: determinándose de esta manera GRAFICAS DE ACUMULACIÓN propias a cada sistema.

## DETERMINACIÓN DEL ANCHO EFECTIVO DE TRABAJO (UNIFORMIDAD DE DISTRIBUCIÓN) GRADO DE SOLAPAMIENTO

### FORMA DE OPERAR

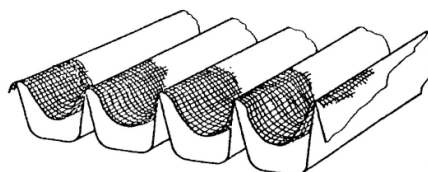
1. Se colocarán sobre el terreno en una línea transversal a la de avance de la máquina fertilizadora una serie de bandejas de recolección (1000 mm de largo; 250 mm de ancho; 150 mm de profundidad. Norma CODEMA; Norma IRAM 8041)



Disposición de bandejas en el ensayo dinámico de distribución transversal.

perfectamente alineadas, o de no disponerse de éstas reemplazarlas por algún elemento de recolección de producto de características similares a las señaladas. Estas bandejas deberán estar preferentemente una junto a otra, dejando libre el espacio correspondiente a la pisada del tractor y máquina.

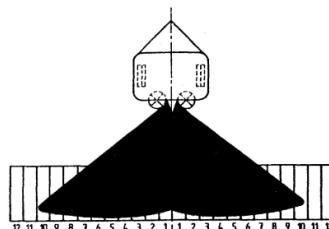
2. Con la máquina con carga de fertilizante y una velocidad controlada de trabajo se efectuarán por lo menos quince pasadas sobre las bandejas en un único sentido de marcha, con el objeto de acumular en cada una de estas suficiente



Disposición sobre las bandejas colectoras de una malla de protección contra el rebote.

cantidad de producto como para poder pesarlo en una balanza de regular precisión.

3. Recogido y pesado el fertilizante entregado por la máquina se vuelcan los datos en una planilla donde constan: pesos observados por bandeja a ambos lados de la máquina, media real obtenida, porcentaje de la media y valor resultante con solapamiento.



Se confecciona un diagrama de distribución transversal determinando sobre el mismo el ancho de cobertura.

El gráfico de distribución establece la uniformidad de distribución de la máquina. Como ancho de cobertura se considera el ancho del gráfico de distribución en cada tipo de máquina, despreciando en ambos extremos de dicha banda aquellos valores menores del 5% del promedio del peso entregado.

Se considera que la fertilizadora cumple satisfactoriamente su trabajo cuando los resultados del gráfico de distribución, con un solapamiento adecuado, se encuentran dentro de una

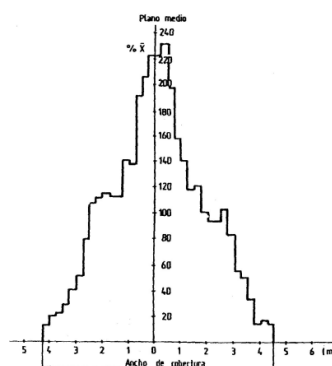


Diagrama de distribución transversal

tolerancia de más/menos 30 % respecto de la media obtenida considerando los valores acumulados.

El ancho efectivo debe determinarse tratando de obtener la distribución más uniforme posible y más cercano al valor medio.

| Alistamiento | Lado izquierdo |         |                            | Lado derecho |                            |                               |
|--------------|----------------|---------|----------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------|
|              | Nº de Bandeja  | Peso gr | Peso %X (con solapamiento) | Peso gr      | Peso %X (con solapamiento) | Resultante (con solapamiento) |
|              |                |         |                            |              |                            |                               |
|              |                |         |                            |              |                            |                               |
|              |                |         |                            |              |                            |                               |
| X            |                | --      |                            |              | --                         |                               |
| S            |                | --      |                            |              | --                         |                               |

Planilla de control de datos.

Con la información disponible se confecciona el DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN TRANSVERSAL CON SOLAPAMIENTO.

En el citado diagrama, como se lo indica en la representación correspondiente, el trazo grueso corresponde al gráfico de distribución acumulada con solapamientos. Los trazos de menor grosor corresponden al gráfico de distribución acumulada sin solapamientos.

En este diagrama de distribución transversal con solapamiento queda ya determinado el ANCHO EFECTIVO DE TRABAJO, el que indicará por otro lado la distancia entre maquinadas sucesivas.

Este diagrama corresponde a una fertilización efectuada transitando en maquinadas consecutivas según sistema

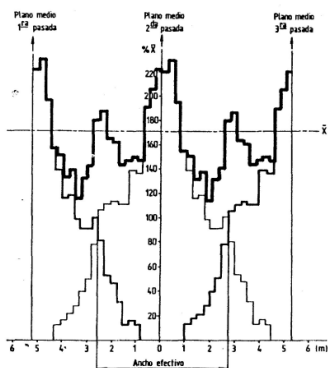
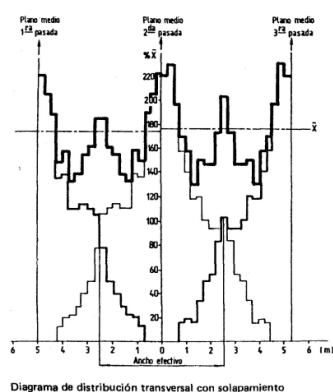
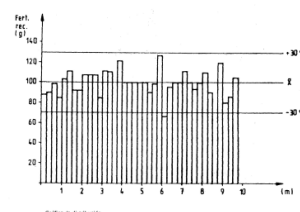
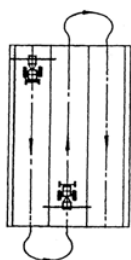


Diagrama de distribución transversal con solapamiento para el método de trabajo en redondo.

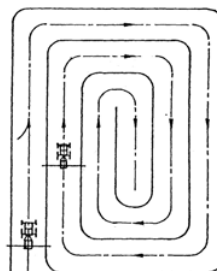
de IDA y VUELTA. Esta metodología puede aplicarse cuando los diagramas obtenidos tienen una cierta simetría; correspondiendo generalmente a entregas efectuadas con máquinas de disco doble o pendulares. Caso contrario, debe recurrirse al sistema de trabajo en REDONDO a fin de corregir las entregas asimétricas relacionadas con fertilizadoras dotadas de un solo disco distribuidor.

Puede esporádicamente darse el caso en que debido a la interacción de factores de tipo físico-mecánicos y climatológicos no sea necesario recurrir a efectuar solapamientos en el trabajo con la fertilizadora.

SISTEMAS DE TRABAJO



Sistema de Trabajo de Ida y Vuelta

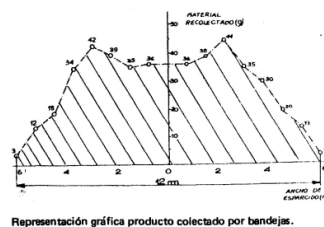


Sistema de Trabajo en Redondo

EJEMPLO PRÁCTICO

A una fertilizadora de tipo disco doble, a la cual ya se le controló la dosis de entrega (kg/ ha), se le quiere determinar en trabajo con fertilizante granulado la uniformidad de distribución interponiendo para ello en el paso de la máquina 16 bandejas de 750 mm de ancho. Pesado el fertilizante recogido, se identifican los siguientes valores:

| Bandejas Lado Izquierdo |    |    |    |    |    |    |    |   |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Nº                      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 |
| (gr)                    | 36 | 35 | 39 | 42 | 34 | 18 | 12 | 3 |
| Bandejas Lado Derecho   |    |    |    |    |    |    |    |   |
| Nº                      | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8 |
| (gr)                    | 36 | 38 | 44 | 35 | 30 | 20 | 13 | 3 |



- Determinación de la Media (X): 27,4. Al no detectarse valores inferiores al 5% de X no corresponde efectuar descartes.
- Ancho de cobertura: 12 m.
- Determinación tolerancia más/menos 30% X (130 máximo/70 mínimo):

*Bandeja 1 izquierda:*  $36 \times 100 / 27,4: 131,3$ ; luego sucesivamente 127,7; 142,3; 153,2; 124; 65,7; 43,8; 10,9.

*Bandeja 1 derecha:*  $36 \times 100 / 27,4: 131,3$ ; luego sucesivamente 138,6; 160,6; 127,7; 109,5; 73; 47,4; 10,9.

Debe entonces efectuarse el solapamiento correcto observándose que los valores acumulados obtenidos por traslape estén comprendidos dentro de la tolerancia señalada; siempre en función de la medida obtenida. Corresponderá entonces superponer las bandejas 6; 7 y 8 lado izquierdo y 6; 7 y 8 lado derecho.

La bandeja 6 lado derecho presenta un valor encuadrado dentro de la tolerancia (73), pero es necesario incorporar la misma al traslape ya que sin ésta la interacción de los valores de las bandejas 7 y 8 del mismo lado no sería suficiente como para que se encontraran dentro de los límites de aceptación.

- Porcentaje de solapamiento:

(n° bandejas superpuestas x 100) / n° total bandejas

En consecuencia; lado izquierdo % de solapamiento: 37,5 (2,25 m)

Valores acumulados: 36; 35; 39; 42; 34; 21 (18 + 3); 24 (12+12); 21 (3 + 18)

Lado derecho % de solapamiento: 37,5 (2,25 m)

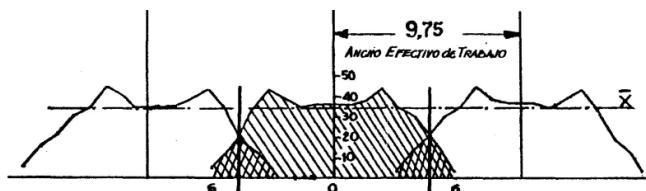
Valores acumulados: 36; 38; 44; 35; 30; 23 (20 + 3); 26 (13+13); 23 (3+20)

- Media total producto acumulado:  
31,68

- CV: 24,30

- Desvío: 7,70

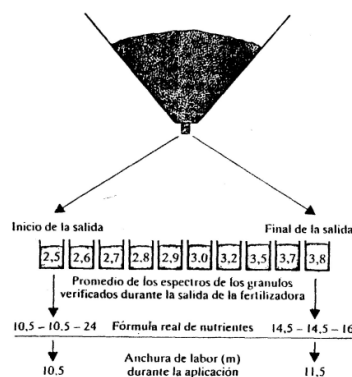
- Ancho efectivo de trabajo: 12 m -  
2,25 m (solapamiento correspondiente a la primer maquinada): 9,75 m



### ASPECTOS QUE INFLUYEN SOBRE LA CALIDAD DE UNA FERTILIZACIÓN

- Influencia del empleo de mezcla de fertilizantes sobre las características de la aplicación:

La gráfica pone de manifiesto como desde el inicio del trabajo, con tolva llena, hasta el punto donde finaliza la entrega del fertilizante se producen variaciones que incluyen en este caso tanto el equilibrio de componentes; como el espectro, de los gránulos expulsados y el ancho de cobertura.



- Influencia del nivel de producto en la tolva sobre la dosis de entrega:

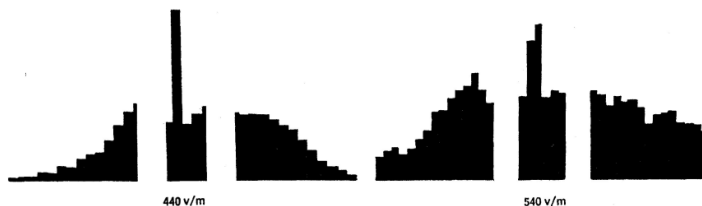
| Nivel \ kg : min | Lleno  | Medio  | Cuarto | Octavo |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| I                | 16,80  | 19,60  | 18,40  | 17,80  |
| II               | 16,72  | 18,40  | 18,68  | 17,88  |
| X                | 16,76  | 19,00  | 18,54  | 17,84  |
| kg : ha          | 100,60 | 114,00 | 111,20 | 107,00 |

| Nivel \ kg : min | Lleno  | Medio  | Cuarto | Octavo |
|------------------|--------|--------|--------|--------|
| I                | 24,76  | 22,62  | 22,20  | 22,20  |
| II               | 24,32  | 23,00  | 21,82  | 20,92  |
| X                | 24,54  | 22,81  | 22,01  | 21,56  |
| kg : ha          | 147,20 | 136,90 | 132,10 | 129,40 |

Ensayos efectuados en el IIR (Castelar) con diferentes tipos de fertilizantes y máquinas fertilizadoras ponen claramente de manifiesto como variaciones en el nivel de llenado de tolva afectan la dosis de entrega. La gráfica indica ensayos efectuados con fertilizante perlado y granulado respectivamente.

- Influencia de la variación en el régimen de mando al distribuidor (toma de potencia del tractor).

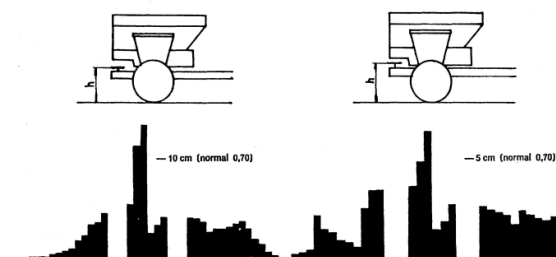
En un ensayo efectuado con fertilizadora monodisco y fertilizante granulado se observa como la reducción del régimen de la toma de potencia del tractor



aunque no afecta el ancho efectivo de trabajo (5 metros) influye negativamente sobre la precisión en la cobertura (440 v m; CV 76,48-540 v'm; CV 30,66).

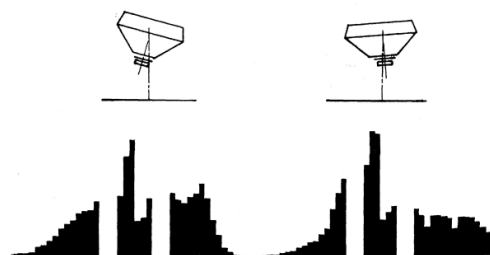
- Influencia de la variación en la altura del punto de proyección del producto.

Estos gráficos correspondientes a una serie de ensayos concretados en el IIR (INTA) reflejan la influencia de la variación de la altura de proyección del fertilizante, sobre la calidad del trabajo pretendido. Así, una variación en la altura de -5cm lleva a obtener un ancho efectivo de trabajo, de 8,25 m con un CV de 63,06. La variación en altura de -10cm tiende a desmejorar las condiciones señaladas ya que el ancho de trabajo se reduce a 7,25 m detectándose un CV de 81,59.



- Influencia de la variación en la nivelación transversal del proyector.

La falta de nivelación transversal afecta directamente la simetría de aplicación, como se observa en este ensayo efectuado con fertilizante perlado y máquina monodisco. Los valores medios permiten visualizar anchos efectivos de trabajo de 6,25 m y 5 m respectivamente; desvíos de 74,14 y 78,77 y finalmente CV de 58,68 v 66,62 para cada una de las gráficas. Esta falta de simetría influye sobremanera la factibilidad técnica de lograr un solapamiento eficiente con el consecuente problema de encuadrar los valores dentro de las tolerancias permitidas.



- Influencia del incremento o disminución de la velocidad de desplazamiento de la fertilizadora sobre la dosis de entrega.

Esta influencia se detecta en máquinas fertilizadoras donde el acarreo o forzado del producto al proyector se produce a partir de la acción de la toma de potencia del tractor. En máquinas dotadas de accionamiento a estos elementos ya sea por ruedas de transporte u otros

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| 7 km/h                            | 142,9 kg/ha |
| 8 km/h                            | 125,0 kg/ha |
| 9 km/h                            | 111,0 kg/ha |
| <i>TESTIGO: MAQUINA A 10 km/h</i> |             |
| <i>DOSIS: 100,0 kg/ha</i>         |             |
| 11 km/h                           | 90,9 kg/ha  |
| 12 km/h                           | 83,3 kg/ha  |
| 13 km/h                           | 76,9 kg/ha  |

independientes de la TDP, no varía la dosis en función de la velocidad de trabajo.

### RECOMENDACIONES ESPECIALES

- Se buscará aquella máquina fertilizadora que se destaque por su sencillez constructiva y funcional, acordes con un precio competitivo.
- Es conveniente adquirir la máquina en un concesionario próximo al lugar de trabajo, el que debe disponer en forma inmediata de repuestos de origen.
- En su trabajo a campo se observará aquella máquina que posea pocas regulaciones y que se puedan efectuar con solamente uno o dos juegos diferentes de llaves.
- La máquina debe poseer una relación de transmisión modificable, mediante el reemplazo de una mínima cantidad de engranajes ubicados en lugares accesibles.

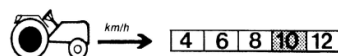
- La tolva o depósito de fertilizantes será rebatible, para facilitar su limpieza y mantenimiento.

- Cargar la máquina con fertilizante en el momento de comenzar el trabajo. No exponer el fertilizante a ambientes húmedos, pues forma grumos que luego es imposible dosificar.

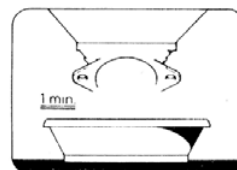
- Si la máquina es accionada por la toma de potencia del tractor se verificará periódicamente el estado y régimen de la misma.

- Al montar los mandos cardánicos, controlar en ellos su posición correcta de trabajo y el ángulo del árbol del cardan.

- Durante el trabajo, observar una velocidad adecuada de avance, para no perjudicar la precisión de entrega de producto.

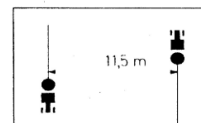
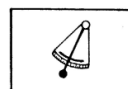


- Para el trabajo, calibrar la máquina según las indicaciones del Manual de Uso y luego verificar a campo.



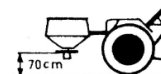
- Mantener constantemente determinado el ancho de trabajo para evitar excesivas superposiciones o espaciamentos.

- Atender especialmente el grado de superposición que pudiera requerirse.

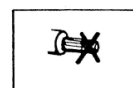


- Verificar enganche y, fundamentalmente, nivelación de la máquina.

- En máquinas centrífugas controlar en trabajo el mantenimiento del espaciamento entre distribuidor y terreno.



- No engrasar, limpiar ni ajustar ningún componente de la máquina sin antes detener el giro de la toma de potencia.



- Finalizado el trabajo limpiar, lavar y guardar la máquina.

