

## REGULACIÓN DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS EN LOS PROCESOS DE SIEMBRA

### Fertilización y aplicación de productos fitosanitarios

En el libro se tratan las principales regulaciones tecnológicas que se ejecutan a los distintos tipos de máquinas sembradoras, plantadoras y trasplantadoras; las fertilizadoras de abonos orgánicos e inorgánicos y las máquinas fitosanitarias. Contiene ejemplos de los cálculos necesarios para el ajuste y regulación de estas máquinas. Además, se detallan los principales defectos o deficiencias que se pueden presentar durante el trabajo de las mismas y sus posibles causas relacionadas con las regulaciones, los aspectos técnico explotativos y los requisitos agrotécnicos y tecnológicos fundamentales que deben cumplir. También contiene los aspectos del control de la calidad del trabajo durante el turno de estos equipos. El libro está dedicado a los estudiantes de la carrera de agronomía y mecanización agropecuaria, así como a los profesionales y técnicos que trabajan directamente en la producción agropecuaria relacionados con el trabajo de las máquinas agrícolas.



**Dr. C. José Antonio González Marrero**

Graduado de Ingeniero en mecanización agropecuaria en la UNICA en 1985. Obtuvo el grado de doctor en ciencias técnicas agrícolas en el 2002. En el 2008 alcanza la categoría de profesor titular. Imparte docencia en la carrera de agronomía y dirige la disciplina mecanización agropecuaria. Actualmente se desempeña como vicerrector de investigaciones y postgrado de la ULT.

ISBN: 978-959-7225-01-0



9 789597 225010

**EDACUN**  
EDITORIAL ACADÉMICA UNIVERSITARIA



Dr. C. José Antonio González Marrero

REGULACIÓN DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS EN LOS PROCESOS DE SIEMBRA  
Fertilización y aplicación de productos fitosanitarios

## EDITORIAL ACADÉMICA UNIVERSITARIA



## REGULACIÓN DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS EN LOS PROCESOS DE SIEMBRA

### Fertilización y aplicación de productos fitosanitarios

**Dr. C. José Antonio González Marrero**



**REGULACIÓN DE LAS MÁQUINAS  
UTILIZADAS EN LOS PROCESOS DE  
SIEMBRA, FERTILIZACIÓN Y  
APLICACIÓN DE PRODUCTOS  
FITOSANITARIOS**

---

**Dr. C. Ing. José Antonio González Marrero**



Las Tunas, 2014

Diseño y Edición: Ing. Erik Marino Santos Pérez. P.I.

Corrección: MSc. Kenia María Velázquez Ávila. P.A.

Dirección General: DrC. Ernan Santiesteban Naranjo. P.T.

ISBN: 978-959-7225-01-0

Editorial Académica Universitaria (Edacun)

Universidad "Vladimir Ilich Lenin"

Ave. Carlos J. Finlay s/n

Código Postal 75100

Las Tunas, 2014



# ÍNDICE

	<u>Pág.</u>
Generalidades sobre la regulación de las máquinas utilizadas en los procesos de siembra, fertilización y aplicación de productos fitosanitarios.....	1
CAPÍTULO I. Regulaciones principales de las máquinas sembradoras, plantadoras y trasplantadoras... ..	17
Regulaciones principales de las sembradoras en línea a chorrillo... ..	18
Regulación y ajuste de la norma siembra o entrega de las máquinas sembradoras en línea a chorrillo... ..	21
Principales deficiencias que se pueden presentar en las sembradoras a chorrillo relacionadas con los ajustes y regulaciones .....	44
Principales requisitos o exigencias agrotécnicas y tecnológicas de las sembradoras a chorrillo... ..	46
Aspectos fundamentales en el control de la calidad del trabajo de las sembradoras a chorrillo... ..	47
Principales regulaciones de las sembradoras a golpe o distancia... ..	50
Regulación de la norma de siembra en las sembradoras en línea a golpe o distancia... ..	51
Principales deficiencias que se pueden presentar en las sembradoras a golpe o distancia... ..	58
Principales requisitos agrotécnicos y tecnológicos de las sembradoras a golpe... ..	60

Control de la calidad de la siembra en las sembradoras a golpe o distancia... ..	61
Principales regulaciones de las plantadoras de papas... ..	63
Regulación de la norma de plantación en las plantadoras... ..	64
Principales defectos que se pueden presentar en las plantadoras de papa... ..	69
Principales requisitos agrotécnicos y tecnológicos de las plantadoras... ..	71
Control de la calidad de la plantación en las plantadoras de papas... ..	71
Regulaciones fundamentales de las trasplantadoras	72
Regulación de la norma de plantación en las trasplantadoras... ..	73
Deficiencias más corrientes que se presentan en las trasplantadoras... ..	77
Principales exigencias agrotécnicas y tecnológicas de las trasplantadoras... ..	79
Control de la calidad del trabajo de las trasplantadoras... ..	80
Regulaciones principales de las máquinas sembradoras a voleo... ..	81
Regulación y ajuste de la norma de siembra en las sembradoras a voleo... ..	81
Regulación del vuelo de los marcadores... ..	82
Problemas resueltos y propuestos .....	85
CAPÍTULO II. Regulaciones de las máquinas para	

la aplicación de fertilizantes... ..	96
Regulación de las máquinas distribuidoras de fertilizantes orgánicos.....	97
Regulación de la norma de aplicación de las máquinas distribuidoras de fertilizantes orgánicos.....	97
Regulaciones de las máquinas fertilizadoras minerales en línea accionadas por ruedas motoras.....	103
Regulación de la norma de aplicación de las fertilizadoras en línea.....	104
Regulación de las máquinas fertilizadoras a voleo.....	115
Regulación de la norma de aplicación en las fertilizadoras a voleo.....	115
Principales deficiencias que se pueden presentar en el trabajo de las fertilizadoras.....	119
Principales requisitos agrotécnicos y tecnológicos de las máquinas fertilizadoras.....	121
Control de la calidad del trabajo de las fertilizadoras.....	122
Problemas resueltos y propuestos .....	123
 CAPÍTULO III. Regulaciones de las máquinas fitosanitarias o para la protección de plantas.....	 128
Regulación de las pulverizadoras líquidas.....	128
Cálculo y ajuste de la norma o volumen de aplicación (calibración) de las maquinas pulverizadoras o	

asperjadoras de chorro proyectado.....	130
Calibración de las pulverizadoras de chorro transportado.....	139
Cálculo de la cantidad de producto a añadir a cada tanque de las pulverizadoras para aplicar una dosis determinada.....	141
Determinación de la altura de las boquillas.....	144
Principales deficiencias que se pueden presentar en el trabajo de las pulverizadoras líquidas.....	146
Principales requisitos agrotécnicos y tecnológicos de las máquinas fitosanitarias.....	146
Control de la calidad del trabajo de las pulverizadoras.....	147
Principales regulaciones de las espolvoreadoras.....	148
Calibración de las espolvoreadoras.....	148
Principales requisitos agrotécnicos y tecnológicos de las espolvoreadoras.....	151
Problemas resueltos y propuestos .....	152
BIBLIOGRAFÍA.....	155
ANEXOS.....	157



## **GENERALIDADES SOBRE LA REGULACIÓN DE LAS MÁQUINAS UTILIZADAS EN LOS PROCESOS DE SIEMBRA, FERTILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS**

Los indicadores de calidad de los procesos tecnológicos mecanizados establecidos en los requisitos agrotécnicos están estrechamente vinculados a las regulaciones de las máquinas agrícolas.

En este libro tratamos las principales regulaciones tecnológicas que se ejecutan a los distintos tipos de máquinas sembradoras, plantadoras y trasplantadoras, las fertilizadoras y las máquinas fitosanitarias, además, los principales defectos o deficiencias que se pueden presentar durante el trabajo de las mismas y sus posibles causas relacionadas con las diferentes regulaciones y otros aspectos técnico explotativos, los requisitos agrotécnicos y tecnológicos fundamentales que deben cumplir y el control de la calidad del trabajo durante el turno y está dedicado a los estudiantes de la carrera de agronomía y mecanización agropecuaria, así como a los profesionales y técnicos que trabajan directamente en la producción agropecuaria relacionados con el trabajo de las máquinas agrícolas.

Las regulaciones que se realizan a las máquinas agrícolas se pueden clasificar en dos grupos fundamentales:

### 1- Las regulaciones tecnológicas.

Las regulaciones tecnológicas son las que están relacionadas directamente con el proceso tecnológico de trabajo de las máquinas agrícolas como: normas de entrega de los materiales, profundidad de trabajo de los órganos distribuidores, distancia entre hileras, etc.

## 2- Las regulaciones técnicas.

Son aquellas relacionadas con determinados ajustes, holguras, tensiones de cadenas o correas, presiones, juegos, dimensiones, posiciones, ángulos, etc. de piezas y mecanismos de las máquinas. Ej. Tensión de muelles, cadenas de transmisión, etc.

El ajuste adecuado de las regulaciones tecnológicas está estrechamente relacionado con la calidad de las regulaciones técnicas, pues las mismas determinan el correcto funcionamiento de los elementos y mecanismos que intervienen en el proceso tecnológico de trabajo de las máquinas.

Las correctas regulaciones técnicas es uno de los elementos fundamentales del adecuado estado técnico de las máquinas agrícolas que es uno de los requisitos fundamentales de las exigencias tecnológicas para garantizar la calidad de los trabajos, además, en el estado técnico de la máquina se incluye su estado de completamiento y funcionamiento, estado de las piezas y mecanismos (partiduras, desgastes, deformaciones, desajustes, etc.) y el estado de engrase de sus elementos móviles.

El adecuado estado técnico de las máquinas se consigue con el completamiento estricto de los mantenimientos técnicos programados, la reparación de los desperfectos técnicos surgidos de forma imprevista, la adecuada conservación de las máquinas, el correcto manejo y su explotación dentro de los regímenes de trabajo establecidos en sus características técnico explotativas.

El mantenimiento técnico de las máquinas agrícolas incluye de forma general: su limpieza, lavado, verificación del estado de completamiento y funcionamiento,

verificación de las regulaciones técnicas, reparación o cambio de piezas y mecanismos defectuosos, ajustes de piezas y mecanismos y el engrase de las uniones y articulaciones móviles.

El conocimiento de las características técnico explotativas de las máquinas agrícolas es un requisito indispensable para la ejecución correcta de las regulaciones tecnológicas y el trabajo en el campo de las mismas.

Dentro de las características técnico explotativas fundamentales de las máquinas agrícolas tenemos:

- Peso y dimensiones de la máquina.
- Ancho de trabajo frente de labor.
- Distancia entre hileras o entre órganos de trabajo.
- Número de órganos o secciones de trabajo o de hileras que laboran.
- Profundidad de trabajo de los abridores o cincelos.
- Capacidad de las tolvas o depósitos y número de ellos.
- Diámetro de las ruedas motrices.
- Ancho de la trocha y despeje de la máquina.
- Normas o cantidades de material que pueden entregar o distribuir o entregar por unidad de superficie.
- Velocidades de trabajo y de transporte.
- Rendimiento o productividad por unidad de superficie o tiempo.
- Procedencia.

- Posibles deslizamientos o patinajes de las ruedas motrices.
- Resistencia traccional de la máquina.
- Clase traccional del tractor.
- Número de RPM del ATF del tractor en las máquinas accionadas por este dispositivo.
- En las pulverizadoras y espolvoreadoras: tipo de boquilla, diámetro del orificio de salida de las boquillas, gasto de ellas según la presión de trabajo, número de revoluciones y caudal de aire entregado por el ventilador, tipo de regulador, número de boquillas que se pueden instalar en la máquina y rendimiento o caudal de la bomba instalada.
- Número de operarios incluyendo al tractorista que operan la máquina.

La regularidad en el desplazamiento de la máquina a la velocidad establecida, es de vital importancia para mantener dentro de los valores ajustados, las regulaciones tecnológicas ajustadas, uno porque es de los parámetros que intervienen en el ajuste de la norma de entrega en algunas máquinas y otros porque influye en la variabilidad de los mismos y la calidad del proceso tecnológico de trabajo que realiza el equipo Ej.: profundidad de trabajo, rectilineidad de las hileras, etc.

Los fabricantes establecen el rango de velocidad donde las máquinas garantizan el cumplimiento del proceso tecnológico y por ende, el de las regulaciones tecnológicas realizadas, pues en ella se garantiza el mantenimiento de la estabilidad de funcionamiento de sus

piezas y mecanismos según sus características constructivas y de diseño establecidas.

La velocidad seleccionada además de garantizar la calidad del trabajo de la máquina para la que es empleada, debe garantizar el máximo de aprovechamiento de la fuerza traccional del tractor.

El valor de la velocidad de trabajo seleccionada también depende de las condiciones del campo donde se labora en especial de su relieve, microrelieve, y del estado de mullición y humedad del suelo. En las trasplantadoras la velocidad de la máquina también por la frecuencia de colocación de las posturas por los operarios en los captadores que oscila entre 35 y 40 posturas por minuto.

Las propiedades fisicomecánicas y agrotécnicas de las semillas agrícolas, agámicas, plántulas, fertilizantes y demás materiales utilizados influyen en el proceso tecnológico de trabajo de las máquinas que lo aplica, por ello, es otro aspecto a tener en cuenta en las regulaciones tecnológicas de las mismas.

#### **PROPIEDADES FISICOMECÁNICAS Y AGROTÉCNICAS DE LAS SEMILLAS**

Las propiedades fisicomecánicas y agrotécnicas de las semillas de los cultivos se diferencian bastante no solo entre las distintas plantas sino también entre las de un mismo cultivo.

Estas propiedades del tipo de cultivo, variedades, de las condiciones edafoclimáticas en las que se desarrollaron, grado de humedad y de limpieza que posean entre otros.

Las principales características fisicomecánicas y agrotécnicas de las semillas en su sentido general necesarias o que influyen en las regulaciones

tecnológicas de las sembradoras, plantadoras o trasplantadoras son:

1. Dimensiones de los granos, tubérculos, tallos o posturas como: longitud, ancho y diámetro o grosor.
2. Peso de 1000 granos en gramos o de una unidad.
3. Peso volumétrico ( $\text{kg}/\text{dm}^3$ ).
4. Densidad del grano, tubérculo o tallo ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ).
5. Coeficiente de fricción interior y exterior en metales, madera u otros materiales usados en la construcción de las máquinas.
6. Potencial de germinación de las semillas.
7. Cantidad de yemas por trozos, tallos o tubérculos y distancia entre ellos.

## **PROPIEDADES FISICOMECÁNICAS DE LOS FERTILIZANTES**

### **FERTILIZANTES MINERALES**

En los fertilizantes minerales las propiedades fisicomecánicas dependen en gran parte del grado de humedad que presenten, estos son:

1. Dimensiones del granulo.
2. Higroscopicidad.
3. Dispersión.
4. Formación de capas.
5. Densidad.
6. Comprensibilidad.

Cuando la dimensión del granulo es mayor a 5 mm se dificulta su distribución debido a que se debilita la resistencia de éste.

Para garantizar una buena calidad del trabajo es importante mantener la humedad óptima del fertilizante y aquellos que forman terrones, se deben conservar cuidadosamente y desmenuzarse antes de su uso.

### **FERTILIZANTES ORGÁNICOS**

Las propiedades fisicomecánicas de estos fertilizantes difieren significativamente entre sí. Los de mayor influencia en el trabajo de las máquinas son:

1. Peso volumétrico.
2. Densidad.
3. Coeficiente de fricción.
4. Viscosidad.
5. Adhesividad.

En todas estas propiedades tiene gran influencia el grado de humedad que presenta el material.

En el comportamiento de las regulaciones tecnológicas de las máquinas agrícolas tiene marcada influencia el grado de nivelación u horizontalidad que presenten las mismas, tanto en el sentido longitudinal como en el transversal. En las máquinas de suspensión se consigue por el sistema enganche del tractor. La horizontalidad longitudinal se logra por el tercer punto y la transversal por los tensores verticales. En las de arrastre la horizontalidad longitudinal se logra por la altura de la barra de tiro del sistema de enganche o del gancho hidroaccionado del tractor y la

transversal por los dispositivos dispuestos para ello en la máquina.

La correcta preparación del campo es otro factor de vital importancia en el adecuado trabajo de las máquinas agrícolas por su repercusión directa en las regulaciones ajustadas. Por ello es indispensable que el suelo este bien mullido, nivelado, con el grado de humedad optimo, libre de obstáculos y adecuadas franjas de viraje.

En las labores de fertilización a voleo, pulverización y espolvoreo la dirección y velocidad del viento pueden afectar la correcta distribución o diseminación del material aplicado y por ellos las regulaciones ajustadas en dichas máquinas.

Un aspecto que no se puede obviar para el adecuado trabajo de las máquinas agrícolas y cumplimiento y el cumplimiento de las regulaciones realizadas en ellas, es lo referido al nivel de preparación y calificación de los operarios, sus habilidades, experiencia, conciencia y cultura de la calidad y responsabilidad en el trabajo.

Durante el trabajo de las máquinas agrícolas se pueden ir manifestando defectos, deficiencias y desperfectos indicadores de una mala regulación y por ende, el incumplimiento de los requisitos agrotécnicos exigidos a ellas, los cuales deben ser solucionados oportunamente. Lo anterior exige de una constante supervisión por parte de técnicos y operarios de la labor que se realiza.

Para llevar a cabo las regulaciones tecnológicas se exige del conocimiento de los requisitos agrotécnicos de los cultivos y de las labores que se van a realizar, los cuales pueden ser obtenidos en los instructivos técnicos, cartas tecnológicas, manuales de explotación de las máquinas o el conocimiento tácito de técnicos y operarios.



**En las sembradoras chorrillo es necesario conocer:**

- La norma de siembra y la variabilidad permitida de esta.
- Distancia entre hileras y variabilidad permitida.
- Profundidad de enterramiento y tapado de las semillas y la variabilidad permitida.

**En las sembradoras a golpe, plantadoras y trasplantadoras:**

- Marco de siembra o plantación (camellón X narigón) o número de plantas por hectárea.
- Distancia entre hileras (camellón).
- Distancia de narigón (distancia entre plantas en una misma hilera)
- Profundidad de enterramiento de las semillas agrícolas, tubérculos, tallos o posturas según sea el cultivo.
- Altura de la capa de tierra sobre los tubérculos, tallos y demás tipos de semilla.

Además de los valores establecidos de cada uno de ellos, se señala la variabilidad permitida en por ciento o unidades de medida.

**En las máquinas fertilizadoras:**

- Norma de fertilización.
- Distancia entre hileras en las fertilizadoras en línea.
- Profundidad de enterramiento del fertilizante.
- Distancia de la hilera a que se entierra o distribuye el fertilizante.

Además a estos parámetros se les establece los rangos en que pueden variar según lo establecido por los fitotecnistas.

**En las máquinas fitosanitarias:**

- Norma o volumen de aplicación (solución final)
- Distancia entre hileras de los cultivos y número ellas que se tratan en un pase de la máquina.
- Altura de las plantas.
- Dosis de producto a aplicar por superficie.

De igual forma que en las anteriores, se establece la magnitud en que se permite que puedan variar según lo establecido en las cartas tecnológicas o instructivos técnicos.

El conocimiento del esquema cinemático del sistema de transmisión de las máquinas en las cuales la descarga del material esta en dependencia del número de revoluciones o velocidad de giro del órgano distribuidor, es de vital importancia en el cálculo y ajuste de las normas de entrega o aplicación. El número de dientes de los piñones, catalinas o estrellas dentadas dispuestas en el sistema de transmisión de la máquina determinan la relación de transmisión entre el órgano propulsor y el aparato distribuidor o de descarga. Se entiende como relación de transmisión, el número de vueltas o revoluciones que da el órgano de descarga o distribuidor por vuelta de la rueda o piñón motriz o viceversa.

Las regulaciones tecnológicas se llevan a cabo en 2 fases fundamentales:

#### 1) FASE DE PARQUEO.

Antes de comenzar las regulaciones en la fase de parqueo es necesario que la máquina esté en un estado técnico óptimo lo cual se consigue a través del mantenimiento técnico correspondiente y la reparación o cambio de las piezas y mecanismos defectuosos en las mismas.

La fase de parqueo se realiza en el taller u otra área completamente llana donde se pueda maniobrar adecuadamente la máquina y con buena iluminación y ventilación.

En el área de prueba deben existir los utensilios y medios necesarios para ejecutar y ajustar las regulaciones necesarias según sea el caso tales como:

- Soportes o caballetes (burros) para suspender las máquinas.
- Calzos de madera con las dimensiones adecuadas según la profundidad de trabajo a regular.
- Equipos para el pesaje del material con un nivel de apreciación de hasta centésimas.
- Medios de medición de longitudes: reglas graduadas, cintas métricas, pie de rey, etc.
- Recipientes graduados como: probetas, etc., y no graduados.
- Cronómetros.
- Material de trabajo de las máquinas: semillas, fertilizantes, agua, etc.
- Juego de llaves.

- Otros como: cordeles, marcadores (tizas, lápices), cintas, palas, libretas, etc.

En esta fase es importante contar con el manual de explotación en de la máquina que se regula.

En los cálculos para el ajuste y regulación de la norma de entrega de las máquinas accionadas por ruedas motoras es necesario considerar una corrección de la norma de entrega que considere:

- Las condiciones reales de desplazamiento de las ruedas motoras sobre el terreno, pues como esta desliza o patina sobre el suelo, en una vuelta de esta, la sembradora o fertilizadora recorre mayor o menor distancia respectivamente que su perímetro, además, generalmente según el grado de humedad y tipo de suelo, se forma una capa de tierra en la rueda al entrar en contacto con el suelo, lo cual hace aumentar el diámetro de la rueda y por ende su perímetro. Por ello por ello hay que introducirlos dentro del coeficiente de corrección. Estos 2 factores se determinan por vías experimentales por lo que el coeficiente de corrección por la combinación de ellos dos, varía entre 0,03 a 0,10, pudiendo llegar hasta 0,18. En las trasplantadoras de 0,08 a 0,15. También en las máquinas con ruedas motoras de neumáticos, existe una deformación de la misma, por lo que el diámetro real no coincide con el de fabricación lo cual es otro elemento a tener en cuenta.
- El potencial de germinación de las semillas, pues todas no germinan por determinadas condiciones por ello a la norma establecida o recomendada hay que incrementar el por ciento de no germinación

en fracciones, por ejemplo si el potencial de germinación es de un 98% el de no germinación es un 2 %, en el coeficiente se refleja como 0,02.

Según lo anterior el coeficiente de corrección queda:

$K =$  % de deslizamiento de la rueda motora y por formación de la capa de tierra en su llanta + % de no germinación. Para su simplicidad utilizaremos:

$K =$  % de desliz. + % de no germ.

En las fertilizadoras solo se tiene en cuenta el primer término.

La norma corregida  $N_c$  queda de la siguiente forma:

$$N_c = N \pm N K \quad (I)$$

Donde:

$N$  – norma establecida o recomendada.

$K$  – coeficiente de corrección.

Se utiliza el valor positivo en las ruedas pasivas (deslizan) y el negativo para las activas (patinan, ej. Rueda trasera del tractor).

En las activas es necesario hacer una transformación de la expresión I, pues hay que restar el % de patinaje pero incrementar el % de no germinación. De esta forma la expresión I queda:

$$N_c = N + N [K_1 (\% \text{ de no germ}) - K_2 (\% \text{ de patinaje})] \quad (II)$$

Donde:

$K_2$  – coeficiente que tiene en cuenta el patinaje y el suelo adherido a las ruedas.

$N$  – norma establecida o recomendada.

Existen máquinas en las cuales los órganos distribuidores del material son accionados por las ruedas motrices del tractor que como son activas siempre presentan algún grado de patinaje, lo que provoca que se entregue mayor cantidad de material en un mismo lugar que el establecido, por esta razón se resta en la corrección de la norma. El por ciento de patinaje depende del grado de adherencia de las ruedas al suelo donde influye el grado de humedad de este, las características y estado de las bandas de rodamiento de las ruedas y la parte del peso de la máquina que recae sobre el tractor junto a su peso.

En las ruedas motrices pasivas que accionan los órganos de entrega, el coeficiente  $K$  contempla el grado de deslizamiento junto a la capa de suelo adherida a la rueda más el por ciento de no germinación de las semillas.

## 2) FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO.

Se realiza en las condiciones concretas de trabajo u otra área de similar condiciones. Se comprueban en el primer paso de la máquina los parámetros ajustados durante la fase de parqueo y se observan los demás indicadores de calidad del trabajo. Se corrigen los posibles defectos o deficiencias que ocurran y si algunos de los parámetros ajustados no coincide con el obtenido, hay que volver a regular este en la máquina.

En esta fase se utilizan la mayor parte de los utensilios y medios usados en la fase de parqueo, según las necesidades y tipo de máquina con que se trabajará, así como el método o procedimiento que se utilizará en las comprobaciones y evaluaciones.

Un aspecto organizativo importante durante el trabajo con las sembradoras, fertilizadoras y máquinas fitosanitarias,

para evitar pérdidas de tiempo y alcanzar la mayor productividad del trabajo del agregado, es situar los puntos de abastecimientos del material que se utilizará, exactamente donde el equipo se descarga por completo según la cantidad de material que asimila la capacidad de su tolva o tolvas. Para ello es necesario calcular en cuantos pases se descarga la máquina según la capacidad de sus tolvas, tolva o depósito, su ancho de trabajo y largo de los campos según la fórmula:

$$N_{\text{pases}} = \frac{10^4 \times Q}{N \times B \times L} \quad (\text{II})$$

Donde:

$N_{\text{pases}}$  – número de pases en que se descarga la cantidad de material contenido en la tolvas, tolvas o depósito de la máquina.

Q – capacidad de las o la tolva o depósito de la máquina (kg, l, t).

N – norma de entrega o aplicación del material (kg/ha, l/ha, t/ha),

B – ancho de trabajo de la máquina (m),

L – largo del campo (m).

Si el número de pases no es un número entero, significa que la máquina se va a descargar a mediado de un recorrido, lo cual no es conveniente, por tanto hay que rellenar la tolva o depósito antes de que ocurra.

Si el número de pases obtenido es un número par, los sitios de abastecimiento del material utilizado se ponen a un solo lado del campo y si es impar hay que colocarlos a ambos lados del campo.

Para determinar la distancia  $l_z$  de colocación de los puntos de abastecimiento del material en un solo, se calcula por la siguiente fórmula:

$$l_z = \frac{10^4 \times Q}{N \times L}, \quad (III)$$

Donde:

Q – capacidad de las o la tolva o depósito de la máquina (kg, l, t),

N – norma de entrega o aplicación del material (kg/ha, l/ha, t/ha),

L – largo del campo (m).

Cuando hay que situar los puntos de abastecimiento a ambos lados del campo, entonces la  $l_z$  obtenida por la fórmula anterior se multiplica por dos.



## **CAPÍTULO I**

### **REGULACIONES PRINCIPALES DE LAS MÁQUINAS SEMBRADORAS, PLANTADORAS Y TRASPLANTADORAS**

La clasificación más general de las sembradoras es la siguiente:

- A) Por el tipo de semilla o material de siembra utilizado:
  - a) Sembradoras: se les denomina a las que siembran las llamadas semillas agrícolas como los granos, vegetales y otros Ej. Frijol, maíz, algodón, garbanzo, chícharo, soya, hortalizas, etc.
  - b) Plantadoras: siembran las semillas llamadas agámicas como los tubérculos, tallos como los de la caña de azúcar, yuca.
  - c) Trasplantadoras: son las que siembran posturas o plántulas como las de tomate, tabaco y otras hortalizas y cultivos forestales las cuales en sus inicios necesitan de condiciones específicas para su crecimiento y desarrollo.
- B) Por el método de siembra empleado:
  - a) Sembradoras en línea o en hileras:
    - A chorrillo: la distancia entre hileras es la principal dimensión, y su dimensión depende del cultivo que se sembrará, la distancia entre plantas en una misma hilera no es significativa.
    - A golpe o distancia, o por puntos: Se caracteriza por 2 dimensiones, ancho entre hileras y distancia de las semillas en una misma hilera.
    - A cuadros: consiste en sembrar la semilla según los vértices de un cuadrado.

- C) Sembradoras a voleo: consiste en el esparcimiento más o menos uniforme de las semillas en el terreno, donde no quedan definidas hileras.
- D) Por el método de acoplamiento al tractor:
  - De arrastre,
  - De suspensión o integrales.

La calidad adecuada del proceso de siembra, depende fundamentalmente de la correcta regulación de las máquinas, su estado técnico, el arreglo oportuno de las deficiencias y fallas que surjan en las mismas, así como un adecuado estado de preparación del campo y el estado del suelo y del material de siembra que se utilice entre otros factores.

### **REGULACIONES PRINCIPALES DE LAS SEMBRADORAS EN LÍNEA A CHORRILLO**

Las principales regulaciones que se les realizan a las sembradoras en línea a chorrillo son las siguientes:

#### **I- La norma de siembra.**

A) Cantidad de semilla entregada por hileras.

Se consigue de las siguientes maneras, según el tipo o principio mecánico que rige la densidad o cantidad de semilla entregada:

- a) Variando el área de trabajo del órgano distribuidor debajo de la tolva mediante el desplazamiento axial del cilindro acanalado (piñón, rodillo, carrete) por medio de una palanca o regulador de manivela.
- b) Variando la velocidad de giro o número de revoluciones del órgano o aparato distribuidor

mediante el cambio del número de dientes de los piñones o ruedas de cabillas del sistema de transmisión, o sea, cambiando la relación de transmisión entre la rueda motora y el cilindro distribuidor.

- c) Variando la velocidad de giro o el área de trabajo del rodillo distribuidor en algunos tipos de estas máquinas.

B) La distancia entre hileras de acuerdo con el esquema de siembra.

La distancia entre hileras en las sembradoras a chorrillo se ajusta por la distribución de forma simétrica a la línea de tiro de las rejas o abridores en la barra y en otros tipos, se realiza eliminando abridores y clausurando los orificios de salida o las válvulas de cierre.

C) La uniformidad de siembra por los distintos aparatos distribuidores.

En algunos tipos se obtiene con arandelas de regulación entre el acoplamiento y el pasador del aparato distribuidor u otros mecanismos dispuestos con este fin.

## **II- La profundidad a la que es depositada la semilla.**

Para ajustar la profundidad a la que es depositada la semilla se sitúa la sembradora en una superficie plana debidamente nivelada y se coloca debajo de las ruedas un calzo con un grosor menor de 2 cm que la profundidad a establecer. Luego se acciona el mecanismo de control de la profundidad (tornillo, mecanismo de elevación o palanca, etc.) hasta los surcadores o abridores topen el suelo con las barras de presión apoyadas en los soportes de las boquillas de elevación en los extremos superiores

remachados. Los muelles de las barras de presión deben encontrarse ligeramente comprimidos. En algunas sembradoras de hortalizas, además, desplazando la pestaña en los discos de las rejas.

El ajuste individual a la profundidad establecida para las rejas de disco se efectúa cambiando la tensión del muelle de las barras de presión y en los de bota, por medio del cambio de la longitud de las cadenas de suspensión de las rejas.

### **III- Nivelación de las sembradoras.**

Las sembradoras durante el trabajo deben estar colocadas horizontalmente tanto en el sentido longitudinal como en el transversal. En las máquinas de suspensión se logra con los tensores del mecanismo de enganche o suspensión, la nivelación transversal se obtiene por los dos tensores verticales y la longitudinal por el tensor central o tercer punto. En las de arrastre se consigue tanto por la altura adecuada de la horquilla de sistema de enganche del tractor como cambiando los eslabones de enganche de la sembradora respecto a la escuadra de este y el mecanismo para ello.

### **IV- Otras regulaciones y ajustes.**

- La presión de los subcompactadores sobre el suelo.
- Tensado de las cadenas de accionamiento del sistema de transmisión.
- El acople correcto de los engranajes.
- El giro correcto de los discos de la reja.
- La calidad del funcionamiento del aparato distribuidor en dependencia del tamaño de la

semilla. Se logra en los aparatos con caja de fundición, cambiando la posición del obturador regulable respecto al carrete o rodillo distribuidor y en las de caja estampada, conectando la transmisión a la entrega de alta o baja.

#### **V- Vuelo de los marcadores.**

Se ajusta alargando o acortando las varillas donde se montan los discos marcadores de huellas.

#### **REGULACIÓN Y AJUSTE DE LA NORMA SIEMBRA O ENTREGA DE LAS MÁQUINAS SEMBRADORAS EN LÍNEA A CHORRILLO**

En las máquinas sembradoras en línea a chorrillo la norma de siembra está condicionada por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{10^4 \times q}{\pi \times D \times B}, \text{Kg/ha} \quad (1)$$

Donde:

N – norma de siembra de la máquina, Kg/ha;

q – cantidad de semillas que descarga la máquina en una vuelta de sus rueda motora, Kg;

$\pi \times D$  – perímetro de la rueda motora donde D es el diámetro de la sembradora en metro;

B – ancho de trabajo de la sembradora, m;

$B = n_{org} \times d_h$ , donde:

$n_{org}$  – número de órganos sembradoras o distribuidores que trabajan.

$d_h$  – distancia entre hileras o entre órganos de trabajo.

De la expresión 1 se deduce que el ajuste de la norma de siembra en estos tipos de sembradoras para un ancho de

trabajo dado, se obtiene variando la cantidad  $q$  de semillas que descarga la máquina por vuelta de su rueda motora que se puede conseguir variando el área de trabajo de los órganos distribuidores (piñones acanalados, carretes, cilindros, rodillos), el número de revoluciones de estos y en algunas sembradoras la combinación de estas dos posibilidades. Con el aumento o disminución del área de trabajo del rodillo o del número de revoluciones del mismo se consigue aumentar o disminuir la descarga de semillas de los órganos distribuidores.

Según lo anterior y considerando el principio mecánico que condiciona la descarga de los órganos distribuidores se puede considerar la siguiente clasificación o tipos:

- A. De capacidad variable y velocidad constante.
  - B. De capacidad constante y velocidad variable.
  - C. De capacidad variable y velocidad variable.
- A. Se consideran las sembradoras en línea a chorrillo, en las cuales la cantidad de semillas que entregan los distribuidores se logra a través de la variación del área de trabajo del órgano de selección y entrega (rodillo) que se encuentran normalmente en la parte inferior de la tolva. En estas máquinas por lo general, el número de dientes de los piñones o catalinas del sistema de transmisión son fijos, por lo que se mantiene una relación de transmisión constante entre la rueda motora y el órgano distribuidor, por lo que este último gira a un número de revoluciones constante.

Para este tipo de principio se cumple que

$$\frac{E}{q} = \text{constante} \quad \text{ó} \quad \frac{E}{N} = \text{Cte} \quad (2)$$

Donde:

E – número o posición en la escala graduada del dosificador donde se coloca la palanca del regulador de descarga.

q – descarga de la máquina en una ó n vueltas de la rueda motora, Kg;

N – norma de siembra establecida, kg/ha.

Estas expresiones indican que a medida que aumenta E, debe aumentar q y N en una proporción tal, que se mantenga la constante.

Por tanto:

$$\frac{E_C}{q_C} = \frac{E_P}{q_P} , \quad (2a)$$

De aquí que:

$$E_C = \frac{q_C \times E_P}{q_P} , \quad (2b)$$

Donde:

E<sub>C</sub> – número de la escala graduada calculada donde debe ser ubicada la palanca del dosificador para que se cumpla con la norma de siembra N establecida,

E<sub>P</sub> – número de la escala donde se ubicó la palanca durante la prueba de parqueo,

q<sub>C</sub> – cantidad de semilla calculada en n vueltas de la rueda motora que se debe descargar por la sembradora para cumplir con la norma de siembra establecida, kg;

q<sub>P</sub> – cantidad de semilla descargada por la máquina en n vueltas de la rueda motora durante la prueba de parqueo para una posición de la palanca en un número de la escala graduada, Kg.

Para la regulación de la norma de siembra en este tipo de sembradora se dispone en ellas un mecanismo dosificador de la entrega, el cual cuenta con una escala graduada y una palanca que puede situarse sobre distintas posiciones de ésta variando el área de trabajo de los rodillos distribuidores situados en el fondo de la tolva.

B. En este tipo de sembradora a chorrillo la descarga de los distribuidores se ajusta a través de la variación de la velocidad de giro o rotación (número de revoluciones) de los rodillos o carretes. La variación del número de revoluciones del rodillo se logra por la combinación con distintos número de dientes de los piñones o ruedas dentadas (catalinas), que se montan en los arboles o ejes conductores y conducidos del sistema de transmisión de la máquina, lo que permite cambiar la relación de transmisión entre el aparato distribuidor y la rueda motriz. El área de trabajo del rodillo del aparato distribuidor es fija en este tipo de máquina.

En este tipo de sembradora se cumple que:

$$i \times q = \text{Cte} \text{ o } i \times N = \text{Cte} \quad (3)$$

Donde:

$q$  – cantidad de semillas que descarga la sembradora en una o  $n$  vueltas de la rueda motriz, Kg;

$i$  – relación de transmisión entre el órgano distribuidor y la rueda motora de la sembradora, según los piñones o ruedas dentadas montadas en el sistema de transmisión de la máquina;

$N$  – norma de siembra, Kg/ha.



Por tanto:

$$i_C \times q_C = i_P \times q_P, \quad (3a)$$

De aquí que:

$$i_C = \frac{q_P \times i_P}{q_C}, \quad (3b)$$

Donde:

$i_C$  – relación de transmisión calculada que se debe establecer en la sembradora para cumplir con la norma de siembra recomendada,

$i_P$  – relación de transmisión establecida en la prueba,

$q_C$  – cantidad de semilla calculada en una o  $n$  vueltas de la rueda motora que debe descargar la sembradora para cumplir con la norma de siembra recomendada.

$q_P$  – cantidad de semilla descargada durante la prueba por máquina en las  $n$  vueltas de la rueda motora utilizada en el cálculo de  $q_C$  para una relación de transmisión establecida  $i_P$ .

Para el cálculo de la relación de transmisión según los piñones o ruedas dentadas montadas en el sistema de transmisión de la sembradora, se utiliza la siguiente expresión:

$$i = \frac{\text{producto de } Z \text{ conducidos}}{\text{producto } Z \text{ conductores}}, \quad (4)$$

Donde:

$Z$  – número de dientes de los piñones o ruedas dentadas montados en el sistema de transmisión de la sembradora.

La relación de transmisión  $i$  según la expresión 4 significa que cada una vuelta del órgano distribuidor, la rueda motora debe dar  $n$  vueltas, Ej.  $i=0,25$ , significa que

cuando el rodillo distribuidor da una vuelta completa, la rueda motora da un cuarto de vuelta.

Con el propósito de poder cambiar la relación de transmisión en estos tipos de sembradoras, se establecen determinados piñones o catalinas intercambiables o se monta una caja de velocidad que permitan obtener diferentes valores de estas en una amplia gama y con ello lograr diferentes normas de siembra.

- C. En este tipo de sembradoras es variable tanto el área de trabajo de los rodillos distribuidores como el número de revoluciones de este por medio del cambio de la relación de transmisión entre el mismo y la rueda motriz. Esto permite obtener una amplia gama de aplicación de normas de siembra como resultado de la combinación de estas posibilidades.

Estos tipos de máquinas normalmente traen en sus manuales de explotación tablas con recomendaciones para la regulación de la norma de siembra o dispositivos especiales que permiten hacerlo.

De no traerlos, lo más conveniente es determinar por la fórmula 3b la relación de transmisión que debe existir para la norma de siembra recomendada, previamente ajustada la palanca en la parte media del indicador graduado del mecanismo dosificador. Previamente haber determinado las relaciones de transmisión que se pueden obtener en la sembradora a partir de las posibilidades que permiten los piñones intercambiables que se le pueden instalar o la caja de velocidad montada para ello. Tomar de estas la que más se aproxime a la determinada por la expresión 3b, fijarla en la máquina y colocar la palanca del dosificador en una determinada posición de la escala del

indicador  $E_c$  y si  $q_p$  no se corresponde con  $q_c$ , determinar  $E_c$  por la expresión 2b.

#### **CONSIDERACIONES SOBRE LA CORRECCIÓN DE LAS NORMAS DE ENTREGA**

En la regulación de la norma de siembra  $N$  es necesario considerar varios factores que influyen o afectan directamente la cantidad de semillas entregadas, ellos son:

a) El potencial de germinación de las semillas.

Los fitotecnistas consideran que debido a determinadas condiciones fisiológicas, edafoclimáticas y agronómicas hay un determinado por ciento de semillas que no germinan por ello es uno de los parámetros que les determinan a las mismas. Lo anterior hace necesario que a la norma de siembra inicial, se le incremente el por ciento de no germinación de las semillas.

b) Deslizamiento o patinaje de las ruedas motoras.

En su generalidad los aparatos distribuidores de las sembradoras son accionados por ruedas motoras a través de un sistema de transmisión.

Estas ruedas motoras con determinadas características constructivas, que pueden ser metálicas o de neumáticos, tienen afectaciones de su adherencia al suelo durante el trabajo debido a las características fisicomecánicas, relieve y estado de este, estado de las bandas de rodamiento y disminución del peso adherente de las ruedas por la incidencia de la tensión de los muelles de las barras de presión de las rejas o abridores entre otros.

Por lo anterior siempre hay que considerar un cierto grado de deslizamiento de las ruedas motoras lo que implica un

determinado recorrido de la sembradora sin que se accionen los órganos distribuidores y por tanto, menos descarga de semillas por los distribuidores.

En las ruedas que son activas, ocurre que como patinan, entonces entregan una mayor cantidad de semilla en una unidad de longitud y por ende según el % de patinaje que se produce hay que restárselo a la norma inicial.

c) Formación de una capa de tierra en la llanta de la rueda.

Según el grado de humedad y tipo de suelo, principalmente sus características fisicomecánicas, a las bandas de rodamiento de las ruedas se adhiere cierta cantidad de tierra que hace que aumente su diámetro y de hecho su perímetro, por lo que en una vuelta completa de la rueda recorre un espacio superior y por ende se entrega menor cantidad de semillas por unidad de longitud.

La deformación de las ruedas de neumáticos es otro aspecto que tiene su influencia debido a que conlleva a que el diámetro que da el fabricante no coincide con el real por este motivo.

Considerando los factores antes señalados, la norma de siembra corregida a considerar en los cálculos y ajustes queda:

$$N_c = N + NK, \quad (5)$$

$$K = \% \text{ desl-adhT} + \% \text{ de no germ}, \quad (6)$$

Donde:

$N_c$ - norma de siembra corregida, Kg/ha;

$N$ - norma de siembra recomendada, Kg/ha;

% desl-adhT- por ciento que tiene en cuenta el deslizamiento o patinaje y la capa de suelo que se adhiere a las bandas de rodamiento de las ruedas, fracciones. (0,08-0,15).

% de no germ- % de no germinación de las semillas, en fracciones.

La anterior corrección de la norma es válida para las ruedas pasivas.

Para las activas (ruedas motrices del tractor) el coeficiente K queda de la siguiente forma:

$$K = \% \text{ de no germ} + \% \text{ adhT} - \% \text{ patinaje} \quad (6a)$$

Donde:

% adhT- por ciento de incremento del diámetro de la rueda por la adherencia de tierra a las llantas,

% de no germ- % de no germinación de las semillas, en fracciones.

% patinaje- por ciento de patinaje de las ruedas motrices del tractor o máquina autopropulsada

**PROCEDIMIENTO PARA LA REGULACIÓN DE LA NORMA DE SIEMBRA EN LAS SEMBRADORAS EN LÍNEA A CHORRILLO DE CAPACIDAD VARIABLE Y VELOCIDAD CONSTANTE**

La regulación de las sembradoras se lleva a cabo en 2 fases fundamentales:

**FASE DE PARQUEO**

Esta fase es de gran importancia práctica, pues se efectúa una previa regulación de los aparatos distribuidores a la norma de siembra establecida evitando pérdidas de semilla y afectaciones a la calidad de la labor, pues excluye la posibilidad de sembrar con exceso o defecto.

Previo a la regulación se verifica el estado técnico y de completamiento de la máquina, se comprueba el adecuado funcionamiento de sus mecanismos, se les realizan los ajustes técnicos necesarios, se comprueba la tensión de los muelles, se engrasan las uniones y se revisan y regulan el pando de las cadenas del sistema de transmisión y las compuertas situadas en el fondo de la tolva de manera que se encuentren completamente abiertas y todas con la misma apertura o posición y por su puesto todas las demás operaciones del mantenimiento técnico.

Una vez realizadas estas operaciones se procede de la siguiente forma:

1. Se determina la cantidad de semilla que de acuerdo a la norma recomendada, debe ser entregada por todos los órganos distribuidores durante una vuelta o n vueltas de la rueda motora de la sembradora.

A partir de la expresión 1 y considerando la corrección de la norma de siembra según la fórmula 5 queda:

$$q_C = \frac{\pi \times D \times B \times N_c \times n}{10000}, \text{ Kg} \quad (7)$$

Si cada rueda motriz acciona solo la mitad de los aparatos distribuidores entonces:

$$q_{mC} = \frac{\pi \times D \times B \times N_c \times n}{2 \times 10000}, \text{ Kg} \quad (7a)$$

Donde:

$q_C$ ,  $q_{mC}$  – cantidad de semilla que debe entregar toda la máquina o la mitad de ella, en  $n$  vueltas de la rueda motora, Kg.

$D$  – diámetro de la rueda motora, m;

$B$  – ancho de trabajo de la sembradora, m;

$N_c$  – norma de siembra corregida, Kg/ha;

$n$  – número de vueltas de la rueda motora (de 30 a 50). En la práctica suele ser más preciso determinar  $q_C$  para  $n$  vueltas pues la cantidad que se entrega en una puede ser insignificante.

2. Se monta la sembradora sobre soportes o calzos de manera que se pueda girar fácilmente con las manos las ruedas motoras.
3. Se desconectan los tubos de descarga de los embudos de las rejillas y en su lugar se enfundan en cajas, saquitos o bolsas.
4. Se añade a la tolva una cantidad de semilla superior a 1/3 de su capacidad.
5. Se embraga el mecanismo de transmisión y se hacen girar las ruedas hasta que todos los aparatos distribuidores estén llenos de semilla. Si

en los recipientes caen algunas semillas durante este proceso, se retiran de las mismas.

6. La palanca del dosificador de entrega de semillas se coloca de acuerdo a las instrucciones del fabricante que aparecen en el manual de explotación de la máquina o una posición cualquiera de la escala graduada del mecanismo dosificador.
7. En la rueda motora, para contar con mayor comodidad el número de vueltas, se le marca un punto de referencia con una tiza o se le amarra una cinta, se marca también un punto en el bastidor que sirva de referencia. Luego se hace girar uniformemente la rueda (la  $n$  veces fijadas al calcular  $q_c$  -entre 30 y 50 vueltas – a la velocidad aproximada con que gira durante el trabajo

La velocidad de rotación (número de revoluciones) de la rueda puede calcularse por la fórmula:

$$n_{\text{RUEDA}} = 3,5 \frac{v}{D}, \text{ rpm}$$

Donde:

$v$  – velocidad del agregado en Km/h,

$D$  – diámetro de la rueda motora de la máquina en m.

8. Después que se han dado las  $n$  vueltas completas, se pesa la semilla de cada recipiente por separado y la suma de cada uno de ellos, nos da la descarga total  $q_p$  (de una mitad o de la sembradora completa según sea el caso) de los aparatos distribuidores en las  $n$  vueltas fijadas. Si la diferencia en el peso de la semilla de determinados recipientes  $q_i$  pasa o está por debajo de un determinado % (entre 3 y



5%, según los requisitos agrotécnicos establecidos) del peso medio ( $q_{med}$ ), obtenido de dividir la sumatoria de las  $q_i$  entre el número de ellas, entonces hay que regular individualmente por medio de suplementos o corregir la distancia que existe entre el piñón acanalado o rodillo y el cuerpo inferior mediante el tornillo regulador que poseen los aparatos distribuidores que dan tales desviaciones.

Lo anterior significa que la entrega de semillas por cada aparato se debe encontrar en el intervalo:

$$q_{med} + (0,03 \div 0,05) q_{med} \geq q_i \geq q_{med} - (0,03 \div 0,05) q_{med}$$

La desviación de la entrega en cada órgano distribuidor con respecto a la magnitud de la media aritmética se calcula:

$$\delta = \frac{q_{med} - q_i}{q_{med}} \times 100$$

Donde:

$q_{med}$  - peso promedio de las semillas,

$q_i$  - peso de las semillas entregado por cada aparato distribuidor.

$(0,03 \div 0,05) q_{med}$  - magnitud que determina la inestabilidad de los rodillos distribuidores.

Es conveniente realizar al inicio de la fase, el ajuste previo de los órganos distribuidores referido a la comprobación de que todos entreguen la misma cantidad de semillas o que estén dentro de los por cientos de variación permitidos.

9. El peso total de las semillas  $q_p$  descargado por todos o la mitad de los distribuidores, según sea el caso, se compara con lo calculado por las expresiones 7 y 7a respectivamente.
10. Si estos valores no coinciden, es necesario regular el área de trabajo de los rodillos mediante el cambio de la palanca del dosificador de siembra a otra posición de la escala graduada hasta que se cumpla la condición:

$$q_c - 0,02 \leq q_p \leq q_c + 0,02 \quad (8)$$

11. Para determinar la posición de la palanca del dosificador en la escala graduada se utiliza la fórmula 2b:

$$E_c = \frac{q_c \times E_p}{q_p}$$

12. Se coloca la palanca en el número  $E_c$  de la escala. Se repite la prueba y se comprueba el cumplimiento de la condición 8, sino hay otro factor que afecte la descarga de los distribuidores, la norma de siembra debe quedar ajustada.

La segunda mitad de la sembradora se regula igual que la primera, (cuando una rueda motriz acciona solo la mitad de los órganos distribuidores), colocando la palanca en el número  $E_c$  de la escala calculado y se comprueba de nuevo la norma de entrega.

#### **FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO DEL AJUSTE DE LA NORMA DE SIEMBRA**

El ajuste de los órganos distribuidores que se efectúa en la fase de parqueo de forma estacionaria para una determinada norma de siembra, no es lo suficientemente

exacto, pues la sembradora durante el trabajo está sometida a factores exteriores que influyen inevitablemente en la cantidad de semilla entregada por los distribuidores. Tales factores pueden ser: irregularidad en la velocidad de marcha del tractor, estado del terreno, choque con obstáculos, deslizamiento de las ruedas motoras fuera de los rangos previstos, vibraciones, etc.

Por lo anterior, antes de comenzar la siembra, es conveniente comprobar el ajuste de la norma de entrega en las condiciones concretas de trabajo, para ello se pueden utilizar distintos métodos de comprobación.

La norma de siembra, que no es más que la cantidad de semillas distribuidas en una unidad de superficie, está relacionada con los siguientes parámetros:

$$N = \frac{10^4 \times Q_c}{L \times B}, \quad \text{Kg/ha} \quad (9)$$

Donde:

$Q_c$  – cantidad de semilla distribuida en Kg,

$B$  – ancho de trabajo de la sembradora en metros,

$L$  – longitud de la pasada donde se descarga la cantidad  $Q_c$ ,

$N$  – norma de siembra en Kg/ha.

A continuación se describen algunos métodos de comprobación en el campo:

Primer método:

- 1- Se determina la cantidad de semilla que debe sembrar la máquina en una longitud  $L$  de la pasada a partir de la expresión 9:

$$Q_c = \frac{B \times L \times N}{10000}, \quad \text{Kg}$$

- 2- En el campo se mide y se marca con estacas la longitud  $L$  de la pasada de prueba.
- 3- En la tolva se echa el doble de la cantidad de semilla  $Q_c$  calculada para la siembra en la pasada de comprobación.
- 4- Se comienza la siembra conectando la sembradora enfrente de la primera estaca y desconectándola a la altura de la segunda.
- 5- Luego se extiende una lona bajo la sembradora y se vacía totalmente toda la semilla que quedó en la tolva.
- 6- La semilla recogida se pesa y este valor se le resta al peso total de semillas añadido al inicio de la pasada ( $2Q_c$ ) y nos da la descarga real  $Q_r$ .
- 7- La diferencia de los pesos debe ser igual a la cantidad de semilla  $Q_c$  que debería ser sembrada en la pasada de control para que la sembradora este bien regulada.
- 8- Si el peso de la semilla queda por debajo de  $Q_c$  en  $\pm 5\%$ , significa que la sembradora vierte mas simiente de lo que se requiere; si el peso de la semilla queda por encima, significa entonces que se vierte menos semilla de lo normado por lo que se hace necesario acortar o aumentar el largo de trabajo del piñón acanalado, respectivamente.
- 9- Para determinar la posición adecuada de la palanca en la escala graduada ( $E_c$ ) se determina por la siguiente forma:

$$E_c = \frac{E_r \times q_c}{Q_r},$$

Donde:

$Q_r$  – cantidad de semillas real entregada por la sembradora, Kg;

$E_r$  – posición de la palanca del dosificador en la escala graduada donde estaba puesta durante la prueba;

$Q_c$  – cantidad de semilla que debe entregar la sembradora para cumplir con la norma a ajustar, Kg;

$E_c$  – posición en la escala graduada donde debe ser colocada la palanca del dosificador para que siembre la norma establecida.

#### **SEGUNDO MÉTODO**

Se procede como en el método anterior calculando  $Q_c$  y marcar con estacas la longitud  $L$  de la pasada de prueba.

- Se pesa en saquitos u otros recipientes la cantidad  $Q_c$  calculada. Hacer de 3 a 4 pesadas de distintos saquitos teniendo en cuenta la posibilidad de efectuar repetidas pruebas.
- Se deposita en la tolva una cantidad  $Q_c$  y se allana cuidadosamente con una regla ancha, luego se traza con una regla una línea con un lápiz de color por todas las paredes del fondo al nivel de las semillas. Sobre esta cantidad de semillas se añade otra de igual magnitud y se allana adecuadamente.
- Se efectúa la siembra en la pasada marcada garantizando que la sembradora marche en línea recta, con regularidad y sin detenerse.
- Al terminar la pasada se allana con la regla la semilla sobrante en la tolva y se confronta si corresponde el nivel de la misma a la línea marcada en las paredes de la tolva. Si no se allana

bien la semilla en la tolva, la prueba por este procedimiento puede dar un considerable error en el ajuste de la norma de siembra.

- Si el nivel de las semillas que se quedaron en la tolva no coincide con la línea marcada, entonces se debe cambiar la posición de la palanca del dosificador. Esta operación se realiza hasta que la siembra de la máquina sea igual a la norma establecida. Tener en cuenta las consideraciones realizadas en el paso 8 del primer método explicado.

En este método la posición de la palanca se hace por apreciación del técnico u operario que ejecuta la regulación, por lo que es menos práctico que el primero.

### TERCER MÉTODO

Los fitotecnistas trabajan con una propiedad física de las semillas denominada peso específico ( $P_e$ ) entre otras denominaciones, que no es más que el peso en gramos de 1000 granos de una variedad determinada.

Con el conocimiento de esta propiedad y considerando la expresión 1, se llega por deducción a las semillas por metro lineal para una determinada norma de siembra.

Las semillas por metro lineal se determinan por la siguiente fórmula:

$$X_{\text{sem/m}} = \frac{d_h \times N}{P_e}, \text{ semillas/m} \quad (10)$$

Donde:

$X_{\text{sem/m}}$  - número de semillas por metro lineal, semillas/m;

$d_h$  – distancia entre hileras, cm;

$P_e$  – peso específico de las semillas, g.

En este método se sigue el procedimiento siguiente:

- Se determina por la fórmula 10, las semillas por metro lineal para la norma ajustada.
- Se vierte en la tolva de la sembradora una cantidad correspondiente a  $1/3$  ó  $2/3$  de su capacidad.
- Se efectúa una pasada de 50 m con la velocidad del agregado seleccionada para realizar la labor.
- Se dejan los primeros 5 m de la franja sembrada y a partir de ellos se toman en diagonal al menos 10 muestras empezando por la segunda hilera. Para ello se retira la tierra sobre las semillas en la hilera, se mide un metro con una regla o una cinta métrica y se cuenta el número de semillas en este espacio, luego se deja una por el medio y a 2 m del extremo de la primera, se toma la muestra en la cuarta hilera y así sucesivamente. Una vez concluida la toma de muestras, se suman y se divide entre el número de ellas determinando el valor promedio y se compara con el calculado permitiéndose una variación del  $\pm 5\%$ .

El valor promedio determinado corresponde al número de semillas por metro lineal real entregado ( $X_{sem/mReal}$ ), este valor debe de estar en el intervalo:

$$\frac{X_{sem}}{m} - 0,05 \frac{X_{sem}}{m} \leq \frac{X_{semReal}}{m} \leq \frac{X_{sem}}{m} + 0,05 \frac{X_{sem}}{m}$$

- Si no se cumple con esta condición, entonces hay que determinar la posición real de la palanca en el sector graduado  $E_c$  por la siguiente expresión:

$$E_c = \frac{E_r \times X_{\text{sem}/m}}{X_{\text{sem}/m} \text{Real}}$$

Donde:

$E_r$  - posición en el sector graduado donde estaba la palanca del mecanismo dosificador durante la prueba.

**REGULACIÓN DE LA NORMA DE SIEMBRA EN LAS SEMBRADORAS EN LÍNEA A CHORRILLO DE CAPACIDAD CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE**

La regulación de la norma de siembra se efectúa en las dos fases antes explicadas.

En la fase de parqueo se llevan efecto las mismas verificaciones explicadas en las del tipo de capacidad variable.

Luego se ejecutan de igual manera a la sembradora anterior los pasos del 1 al 5, posteriormente:

- Se fijan los piñones intercambiables con un determinado número de dientes en el sistema de transmisión de la sembradora y se calcula la relación de transmisión entre el órgano de descarga y la rueda motriz por la expresión:

$$i_p = \frac{\text{producto de } Z \text{ conducidos}}{\text{producto de } Z \text{ conductores}}$$

- Se ejecutan los pasos 7, 8 y 9 explicados en el tipo de máquina anterior.
- Si el valor  $q_p$  de la prueba (para una mitad o toda la máquina) no coincide con el calculado  $q_c$  es necesario establecer otra relación de transmisión con el cambio del número de dientes de los piñones intercambiables o en la caja de velocidad que exista para ello, de manera que se cumpla la condición 8.



- Para determinar la relación de transmisión que hay que establecer para cumplir con la norma de siembra establecida, se utiliza la fórmula 3b:

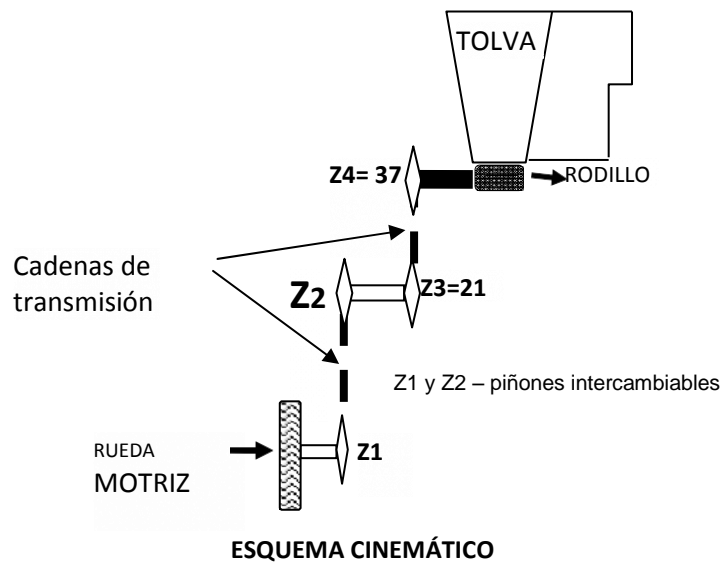
$$i_C = \frac{q_P \times i_P}{q_C},$$

Pero también se puede calcular por la fórmula 4. Una vez calculado  $i_C$ , hay que colocar en el sistema de transmisión de la máquina, piñones o ruedas dentadas con un determinado número de dientes que permitan lograrla.

Para lograr este objetivo, la estructura y diseño del sistema de transmisión de estas sembradoras, permiten el cambio o intercambio de determinados piñones o ruedas dentadas o se instala una caja de velocidad con dicho propósito.

En estos tipos de sembradoras un requisito importante en el ajuste de la norma de siembra es el conocimiento de su esquema cinemático.

Ejemplo:



$$i_c = \frac{Z_2 \times Z_4}{Z_1 \times Z_3}, \quad \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{i_c \times Z_3}{Z_4},$$

Con el valor de  $Z_2/Z_1$  calculado, se va a la tabla que está a continuación y se escoge el número de dientes de los piñones a colocar, por ejemplo: si el valor obtenido es 1,24, el valor más aproximado dentro de la tabla es 1,23, entonces en  $Z_1$  colocamos un piñón de 17 dientes y en  $Z_2$  uno de 21.

$Z_1 \backslash Z_2$	14	17	<b>21</b>	29	37
14	1	1,21	1,5	2,07	2,64
<b>17</b>	0,82	1	<b>1,2</b>	1,70	2,17
21	0,66	0,8	1	1,38	1,76

#### FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO

En la fase de comprobación en el campo se sigue el mismo procedimiento que en las sembradoras de capacidad variable y velocidad constante, pero recordando que en estas máquinas lo que se varía es la relación de transmisión, para aumentar o disminuir la descarga de semilla de los distribuidores.

De este modo para el primer método queda:

$$i_c = \frac{i_r \times Q_r}{Q_c},$$

Donde:

$i_r$  – relación de transmisión durante la prueba,

$Q_r$  – descarga de semillas real en Kg,

$Q_c$  – descarga de semillas que debe efectuar la máquina para la norma establecida en Kg,

$i_c$  – relación de transmisión que debe existir para cumplir con la norma establecida.

En el tercer método, la relación de transmisión  $i_c$  que hay que establecer para cumplir con la norma de siembra recomendada se determina:

$$i_c = \frac{X_{sem/m}^{real} \times i_r}{X_{sem/m}}$$

En ambos casos se seleccionan los piñones intercambiables o la posición en la caja de velocidad, según sea el caso, para cumplir con la relación de transmisión calculada, para lo cual se utiliza la expresión 4.

#### **OTROS PROCEDIMIENTOS PARA LA REGULACIÓN DE LA NORMA DE SIEMBRA EN LAS SEMBRADORAS A CHORRILLO**

Algunas de sembradoras de este tipo, se acompañan de tablas que permiten, según el tipo de semilla a sembrar, seleccionar el número de la escala donde se debe situar la palanca del dosificador o la relación de transmisión a establecer a partir del número de dientes de las ruedas dentadas intercambiables a colocar en el sistema de transmisión de la máquina, para cumplir con una determinada norma de siembra, según sea el tipo.

Existen otras sembradoras que se acompañan de un dispositivo en forma de un disco regulador, compuesto por un disco exterior que tiene marcada las diferentes normas que puede sembrar la misma, y uno interior que tiene marcado las posiciones de las palancas de la caja de velocidad que indican para una norma dada donde deben situarse las mismas.

## **PRINCIPALES DEFICIENCIAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS SEMBRADORAS A CHORRILLO RELACIONADAS CON LOS AJUSTES Y REGULACIONES**

- En las hileras quedan sitios sin sembrar.

Puede ser producido por:

- El atascamiento de los aparatos distribuidores debido a: una mala limpieza de las semillas, grado de humedad muy alto de estas que conlleva a que estas se conglomeren o se peguen y porque los órganos están sucios u oxidados.
  - Los conductos de semillas están doblados o atascados con semillas o suciedades.
  - Los abridores se embotan con tierra debido a la humedad del suelo, mal ubicación de los raspadores o los discos no giran adecuadamente.
  - Desconexión o parada periódica de los aparatos distribuidores debido a defectos en los elementos o mecanismos del sistema de transmisión o por la débil adherencia de las ruedas al suelo originado a que los muelles de las barras de presión de las rejas están muy tensados.
- Los aparatos distribuidores trituran las semillas.  
Se debe a que existe poca separación entre el piñón o rodillo y el obturador del aparato distribuidor.
  - Son inadecuadas las separaciones en las uniones de las pasadas entre hileras.

Ocurre cuando no está bien establecido el largo de vuelo de los marcadores o están mal montados.

- No es uniforme la profundidad de trabajo de los abridores.

Se puede deber a una inadecuada nivelación de la máquina o la inadecuada regulación individual de los abridores.

- En las sembradoras de arrastre se pueden dar otros desperfectos técnicos como:
  - No se conectan los aparatos distribuidores al poner las rejas en posición de trabajo debido a problemas en los engranajes y mecanismo de trinquete.
  - No se levantan las rejas en posición de traslado o no se fijan en ésta o en la de trabajo debido a desperfectos en el mecanismo automático o en elementos relacionados con él.

#### **PRINCIPALES REQUISITOS O EXIGENCIAS AGROTÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS DE LAS SEMBRADORAS A CHORRILLO**

Las sembradoras en línea a chorrillo deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Distribución de las semillas de acuerdo a la norma de siembra establecida con un determinado rango de variación según lo dispuesto en las cartas tecnológicas o instructivos técnicos del cultivo.
- b) Distribución de la semilla sin dañarla y uniforme en las hileras y en toda el área.

- c) Sembrar a la profundidad establecida en  $\pm$  un valor X de diferencia del valor regulado con un enterramiento completo y uniforme de las semillas y que sean cubiertas por una capa de suelo húmedo y mullido. Cuando se siembra a una profundidad de 3 a 4; 4 a 5 y de 6 a 8 cm, se admite una variación de esta de  $\pm$  0,5; 0,7 y 1,0 cm, respectivamente.
- d) No deben quedar sitios sin sembrar o sembrados en exceso.
- e) La superficie del campo debe quedar uniforme sin crestas.
- f) Mantener la alineación y la distancia establecida entre las hileras de una pasada y la contigua. Se admite una desviación de  $\pm$  2 cm en la distancia entre hileras.
- g) La máquina debe tener un adecuado estado técnico.
- h) La semilla debe estar libre de suciedades e impurezas y tener un grado de humedad óptimo.
- i) El campo debe de estar correctamente preparado, nivelado y el suelo con un grado de humedad óptimo.
- j) El agregado debe desplazarse a una velocidad uniforme dentro del rango establecido en las características técnico-explotativas de la máquina, las condiciones del terreno y el máximo grado de aprovechamiento de la fuerza de tracción del tractor.

## ASPECTOS FUNDAMENTALES EN EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL TRABAJO DE LAS SEMBRADORAS A CHORRILLO

El control de la calidad de la siembra se efectúa durante la segunda y tercera pasadas de la sembradora y luego dos veces como mínimo en el turno.

Se comprueba la norma de entrega, la distancia entre hileras contiguas y de dos pasadas de la sembradora, la profundidad de enterramiento de la semilla y se observan los demás aspectos de la calidad del trabajo.

La norma de siembra se comprueba contando la cantidad de semillas que se encuentran en un metro lineal, para ello se verifican no menos de 10 mediciones en la transversal de una pasada, se quita la tierra del surquillo, se mide con una cinta un metro y se realiza el conteo del número de semillas que hay en él. Se suman las muestras tomadas y se le determina la media aritmética que no debe variar en  $\pm$  un determinado por ciento fijado en las exigencias agrotécnicas. La cantidad de semillas por metro lineal según la norma establecida se determina por la expresión:

$$X_{\text{sem/m}} = \frac{d_h \cdot N}{P_e}, \text{ semillas/m}$$

Donde:

$d_h$ - distancia entre hileras, cm;

$N$ - norma de siembra, kg/ha;

$P_e$ - peso específico de la semilla, g.

La comprobación de la norma de siembra también se puede comprobar de forma indirecta por el largo de trabajo del cilindro acanalado del aparato distribuidor,

midiéndolo con una plantilla especial y comparándolo con el establecido en el ajuste.

Para comprobar la distancia entre hileras colindantes se descubren los surquillos abiertos por dos abridores en una pasada y de dos pasadas contiguas, midiendo la distancia entre las semillas de los dos surcos abiertos perpendicularmente al sentido de marcha del agregado. La diferencia de la distancia real entre las hileras contiguas de la establecida, no debe pasar de 1 cm para una pasada y de 2,5 cm para las pasadas contiguas.

Para comprobar la profundidad de siembra, se allana la superficie del suelo, después de dos o tres abridores delanteros y de dos o tres abridores traseros que no vayan por las huellas de las ruedas del tractor o del enganche, se abren los surcos en 10-20 cm de longitud y se realizan no menos de 10 mediciones de la profundidad de enterramiento de las semillas. El valor medio real de estas mediciones, no debe variar en más de 1 cm de la profundidad establecida.

Se observan en el campo posibles sitios sin sembrar o con exceso de siembra, la uniformidad de terreno, la rectilineidad de las hileras y demás indicadores de la calidad del trabajo relacionados en los requisitos agrotécnicos.



## **PRINCIPALES REGULACIONES DE LAS SEMBRADORAS A GOLPE O DISTANCIA**

Las principales regulaciones que se les efectúan a las sembradoras a golpe son las siguientes:

### **I- Norma de siembra**

La norma de siembra puede darse en plantones por unidad de superficie o por el marco de plantación, o sea, distancia entre hileras o camellón por la distancia entre plantas en una misma hilera o narigón. Ej, 70X25 cm.

A) Regulación de la distancia de narigón.

Se consigue de las siguientes maneras según el tipo:

a) Cambiando el número de orificios o alvéolos del disco distribuidor o variando la relación de transmisión entre este y la rueda motora de la sembradora.

b) Cambiando el número de alvéolos del plato o disco distribuidor utilizando los suplementos u obturadores correspondientes.

Los diámetros de las celdas y grosor de los discos se seleccionan en dependencia del tamaño y grueso de la semilla.

B) Regulación de la distancia entre hileras (camellón).

Se logra desplazando las secciones de siembra por la barra del bastidor de manera que queden de forma simétrica a la línea central de la sembradora.

### **II- Profundidad de enterramiento de las semillas**

Situando la sembradora agregada al tractor en una superficie plana, se coloca debajo de las ruedas motoras un calzo de un grosor igual a la profundidad de siembra

menos 2 cm, luego se acciona el mecanismo o dispositivo de control de la profundidad hasta que los surcadores toquen el suelo.

La uniformidad de la profundidad ajustada de marcha de los abridores, se logra con una adecuada tensión de los muelles y nivelación de las secciones de siembra y la correcta nivelación de la sembradora.

### **III- Nivelación de la sembradora**

La horizontalidad en el sentido transversal se consigue por la regulación de la longitud de los tensores verticales del sistema de suspensión o enganche del tractor y en el sentido longitudinal a través del tensor central o tercer punto.

### **IV- Vuelo de los marcadores**

Se regula alargando o acortando las varillas o soportes de los marcadores, una vez aflojado los tornillos fijadores, y apretándolos en la posición fijada.

### **V- Presión de la ruedas subcompactadoras**

Se ajusta por la tensión de los muelles a ellas fijados.

### **REGULACIÓN DE LA NORMA DE SIEMBRA EN LAS SEMBRADORAS EN LÍNEA A GOLPE O DISTANCIA**

La norma de siembra para este tipo de sembradora se puede dar en plantas por hectáreas (Ptas/ha) o por el marco de siembra o plantación a emplear, por ejemplo: 70X25 cm, donde el primer número representa la distancia entre hileras o de camellón y el segundo, la distancia entre plantas en una misma hilera o narigón. Ambas formas se relacionan por la fórmula siguiente:

$$N_P = \frac{10^4}{d_h \times l}, \quad (11)$$

Donde:

$N_P$  – número de plantas por ha, (Ptas/ha);

$d_h$  – distancia entre hileras, m;

$l$  – distancia de narigón, m.

La mayoría de estas máquinas utilizan ruedas motoras para accionar los órganos de selección y entrega de las semillas que mayormente son bandas o discos con orificios o alvéolos.

Si dividimos la distancia  $L$  recorrida en una vuelta de la rueda motora ( $\pi \times D$ ) que corresponde a su perímetro, entre el número de semillas entregadas por el disco, lo cual se corresponde con los alvéolos que descargan ( $n_d$ ) nos da la distancia de narigón  $l$ .

$$l = \frac{u \times D}{n_d}, \quad (12)$$

Conociendo el número  $n$  de orificios o alvéolos que tiene el disco y los que descargan en una vuelta de la rueda motora, se puede determinar la relación de transmisión  $i$  entre estos, por ejemplo: un disco con 24 orificios y descargan 12, tenemos que  $i = 12/24 = 0,5$ ; que significa que a una vuelta de la rueda motora, el disco gira media vuelta, por ello  $i = n_d/n$  y  $n_d = i \times n$ , sustituyendo esta última en la expresión 12 queda:

$$l = \frac{u \times D}{i \times n}, \quad (13)$$

Donde:

$l$  – distancia de narigón en metros o centímetros.

D – diámetro de la rueda motora en m o cm,

i – relación de transmisión entre la rueda motora y el disco sembrador.

n – número de orificios o alvéolos del disco.

De la expresión anterior se deduce que la distancia de narigón l depende de la relación de transmisión i y del número de orificios o alvéolos del disco establecidos en la sembradora, por ello, variando i y n o uno de ellos, se obtienen diferentes valores de l.

Para lograr lo anterior, las sembradoras se equipan o diseñan para utilizar platos con distintos número de alvéolos u orificios y una caja de velocidad o determinados piñones intercambiables que permiten obtener diferentes valores de i, o una de estas dos posibilidades.

#### **PROCEDIMIENTO PARA LA REGULACIÓN DE LA SEMBRADORA EN LA FASE DE PARQUEO**

Si la norma se da por el marco de siembra, tendremos directamente la distancia de narigón l, pero si lo que se tiene son las plantas por ha a sembrar y se conoce la distancia entre hileras, entonces se puede determinar a l, despejándola de la fórmula 11:

$$l = \frac{10}{d_h \times N_p}, \quad (14)$$

De manera que conocida la distancia l, con un disco con n alvéolos previamente seleccionado, se tendría que calcular el valor de i necesario para sembrar a esa distancia, para ello despejando de la expresión 13 queda:

$$i = \frac{u \times D}{l_c \times n}, \quad (15)$$

A la distancia  $l$ , hay que hacerle determinadas correcciones, por las mismas razones expuestas en las sembradoras a chorrillo.

$$l_c = l - lK, \quad (16)$$

Donde:

$l_c$  - distancia de narigón corregida en m o cm,

$l$  - distancia de narigón establecida en m o cm,

$K$  - coeficiente de corrección.

$$K = \% \text{ de deslfta} + \% \text{ de no germ} \quad (17)$$

Donde:

$\%$  de deslfta - por ciento de deslizamiento y por el aumento del diámetro de la rueda por el suelo adherido a las bandas de rodamiento de las ruedas en fracciones, (0,05- 0,18);

$\%$  de no germ - por ciento de no germinación de la semillas en fracciones.

Una vez calculada la relación de transmisión  $i$  a establecer en la sembradora, para sembrar a la distancia  $l$ , hay que determinar el número de dientes de las ruedas dentadas intercambiables a colocar en los arboles que están previsto para ello, o en la caja de velocidad establecida en la máquina para este fin.

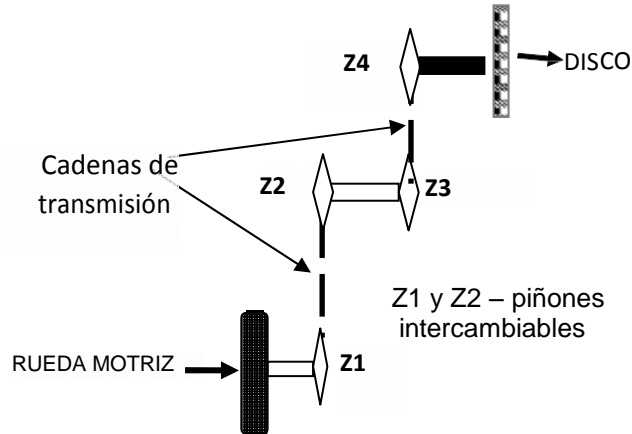
$$i = \frac{\text{producto de } Z \text{ conductores}}{\text{producto de } Z \text{ conducidos}} \quad (18)$$

$Z$  - número de dientes de los piñones del sistema de transmisión de la sembradora.

Para el cálculo de los Z de los piñones a utilizar, es imprescindible tener el esquema cinemático de la sembradora.

**EJEMPLOS:**

**Esquema cinemático 1**

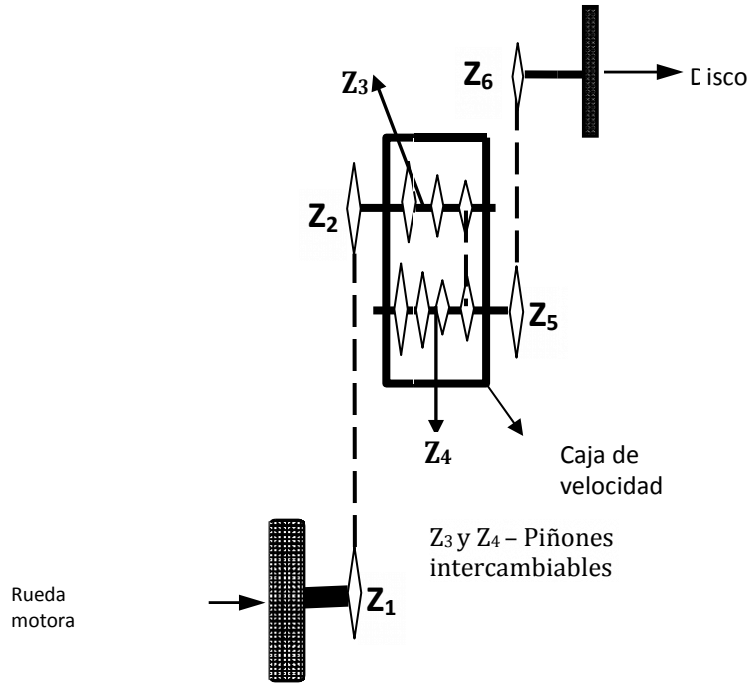


$Z_1$	$Z_{A1}$	$Z_{B1}$	$Z_{C1}$
$Z_2$			
$Z_{D2}$			
$Z_{E2}$			
$Z_{F2}$			
$Z_{G2}$			

$$i = \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}, \text{ despejando: } \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{Z_4 \times i}{Z_3}$$

El valor de  $Z_1/Z_2$  se busca dentro de la tabla anterior o el valor más aproximado a él, luego hacia arriba en la primer fila se localiza el piñón a colocar en  $Z_1$  y hacia la izquierda en la primer columna, el que se va a situar en  $Z_2$ .

ESQUEMA CINEMÁTICO 2



$$i = \frac{Z_1 \times Z_3 \times Z_5}{Z_2 \times Z_4 \times Z_6}, \quad \frac{Z_3}{Z_4} = \frac{i \times Z_2 \times Z_6}{Z_1 \times Z_5}$$

Z <sub>4</sub> \ Z <sub>3</sub>	3a	3b	3c
4a			
4b		<i>Z<sub>3</sub>/Z<sub>4</sub></i>	
4c			
4d			

Una vez calculado  $Z_3/Z_4$ , se va a la tabla anterior que contiene los valores de la división de las posibles combinaciones en la caja de velocidad y en su interior, se busca el valor que coincida con el mismo o el más aproximado. Hacia arriba en la primer fila se localiza el

piñón  $Z_3$  a colocar y hacia la izquierda en la primer columna, el que hay que situar e  $Z_4$ .

Si en los 2 casos ejemplificados, no se encuentra en el interior de las tablas (resultados de dividir  $Z_1/Z_2$  o  $Z_3/Z_4$ ) un valor igual o aproximado al calculado, se debe cambiar el número de orificios o alvéolos del disco y volver a calcular la  $i$  por la expresión 15 y recalcular  $Z_1/Z_2$ ,  $Z_3/Z_4$  por las fórmulas 19 y 20 respectivamente.

Otro aspecto a tener en cuenta en la regulación de las sembradoras a golpe, es la selección adecuada del disco sembrador según el tipo de cultivo y variedad a sembrar, pues las simientes difieren en sus dimensiones incluso dentro de una misma variedad, esto es: ancho, largo y grueso de los granos.

El diámetro de las celdas u orificios de los discos debe estar en correspondencia con las dimensiones de las semillas, para que en cada una de ellas, se deposite un grano.

Otro parámetro a seleccionar en el disco es su grosor, que se elige por el grueso del grano y el número de granos por nido.

Al montar los discos, en algunos tipos de estas sembradoras, hay que observar que el bisel avellanado del alvéolo o celda, se encuentre hacia arriba o hacia las semillas para evitar que estos las trituren.

#### **FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO**

En esta fase se comprueba la distancia de narigón y la distancia entre hileras (camellón), realizando al menos 10 mediciones de estos parámetros, en la diagonal de la pasada y dejando los primeros 5 metros durante la primera pasada.



Para la comprobación de la distancia de narigón, se retira con cuidado la tierra en la hilera, descubriendo 2 nidos contiguos y con una regla graduada medir de centro a centro de estos, luego pasar a otra hilera y repetir lo mismo.

Posteriormente se determina la magnitud media aritmética de las mediciones realizadas. El valor obtenido no debe exceder en  $\pm X$  (variación o desviación permitida, establecida en los requisitos agrotécnicos, del valor ajustado en por ciento o unidades métricas) de la distancia de narigón ajustada. Si no se cumple esta condición, hay que volver a regular la máquina.

Para la distancia entre hileras, se mide con una regla graduada, la distancia de centro a centro de los surquillos dejados por los abridores, luego se determina la media de las muestras tomadas y se compara con el valor ajustado. La desviación del valor encontrado no debe exceder de  $\pm 2$  cm de la distancia entre hileras ajustada, de exceder este valor, ajustar de nuevo los órganos distribuidores en el bastidor de la sembradora.

#### **PRINCIPALES DEFICIENCIAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS SEMBRADORAS A GOLPE O DISTANCIA**

- Inadecuada distancia de narigón.
  - El número de orificios o alvéolos del disco o la relación de transmisión establecidos no son los adecuados.
- Se quedan sitios a intervalos sin granos en una hilera.

Puede producirse por:

- La parada periódica de los discos por la mala adherencia de las ruedas motrices al suelo debido a la excesiva tensión de los muelles en las secciones de siembra.
  - Obstrucción de los orificios o alvéolos de los discos.
  - Obstrucción de los conductos de entrega.
  - Embotamiento de los abridores con tierra.
  - Fallos de vacío en las máquinas neumáticas.
  - La semilla no es calibrada.
- Todos o algunos de los aparatos distribuidores no funcionan o no entregan semillas durante el trabajo.  
 Puede originarse cuando no se transmite movimiento a los discos causado por cadenas rotas, piñones sueltos, ejes de discos sueltos, atascamiento de los dispositivos del órgano distribuidor entre otros. En las máquinas neumáticas puede ser debido a que no se produce el vacío adecuado.
  - La semilla es triturada.  
 Puede deberse a que el disco distribuidor se ha montado mal, o sea, con el bisel avellanado hacia abajo o éste tiene aristas agudas o rebarbas. También puede ser debido al atascamiento o no funcionamiento de algunos de los elementos del aparato distribuidor.
  - Inadecuada separación entre las hileras de dos pasadas contiguas.

Ocurre cuando no se ha establecido adecuadamente el largo del vuelo de los marcadores o la inadecuada conducción del operador.

- Falta de uniformidad en la profundidad de enterramiento de las semillas.

La causa puede estar dada por una regulación individual inadecuada de los abridores o la mala nivelación de la sembradora.

#### **PRINCIPALES REQUISITOS AGROTÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS DE LAS SEMBRADORAS A GOLPE**

- a) Distribución uniforme de las semillas sin dañarla en la hilera a la distancia establecida (narigón). El valor real obtenido debe de estar dentro del intervalo establecido en las cartas tecnológicas o instructivos técnicos del cultivo. Se admite una desviación de  $\pm 5$  cm.
- b) Mantener dentro de los rangos establecidos la alineación de las hileras y distancia entre las mismas de una pasada y de las contiguas. Se admite una desviación de  $\pm 2$  cm en la distancia entre hileras.
- c) El enterramiento uniforme y completo de las semillas a la profundidad requerida con una variación permitida de  $\pm 1$  cm y cubiertas por una capa de suelo húmedo y mullido.
- d) En la superficie del terreno no deben quedar crestas.
- e) La máquina debe de estar en óptimo estado técnico.

- f) La semilla debe ser calibrada, poseer un grado de humedad óptimo y estar libre de impurezas.
- g) El campo debe estar correctamente preparado y el suelo con la humedad óptima y bien mullido.
- h) El agregado debe mantener la regularidad durante la marcha en la velocidad donde garantice la mejor calidad y productividad.

### **CONTROL DE LA CALIDAD DE LA SIEMBRA EN LAS SEMBRADORAS A GOLPE O DISTANCIA**

Se efectúa en los mismos momentos señalados en las sembradoras a chorrillo y se comprueba la distancia de narigón y entre hileras (camellón), esta última tanto en las de una pasada como con la pasada contigua; la profundidad de siembra y se observan los demás aspectos indicadores de la calidad del trabajo.

Para verificar la distancia de narigón se toman al menos 10 muestras en diferentes hileras en la diagonal de la pasada. Se separa con cuidado la tierra de 2 plantones contiguos y con una regla graduada se mide de centro a centro de cada semilla. La magnitud de la media aritmética de las lecturas no debe exceder en valor al intervalo calculado según el rango de variación establecido en los requisitos agrotécnicos específicos para el cultivo dado.

Para comprobar la distancia entre hileras se procede de forma similar como en las sembradoras a chorrillo.

Para evaluar la profundidad de enterramiento de las semillas se toman al menos 10 muestras en diferentes partes de la longitud de la pasada. Se abren con cuidado los nidos seleccionados, se coloca una regla en la parte

superior del surco transversal al mismo y se mide con ayuda de otra regla graduada, la distancia del plano bajo de la regla transversal hasta el punto superior de las semillas. Luego se determina el valor promedio de las mediciones realizadas el cual no debe ser distinto al valor de profundidad ajustado en  $\pm 1$  cm.

Se observan también los demás aspectos que son indicadores de la calidad del trabajo, como la alineación de las hileras, crestas en el campo, etc.

## **PRINCIPALES REGULACIONES DE LAS PLANTADORAS DE PAPAS**

Las principales regulaciones que se le realizan a las plantadoras son las siguientes:

### **I- Norma de plantación**

La norma de plantación se regula ajustando la distancia de narigón y la de camellón.

#### **A) Distancia de narigón.**

Su regulación está en dependencia de la forma de accionamiento del mecanismo distribuidor:

##### **a) En las accionadas por rueda motora.**

La distancia de narigón se regula cambiando la relación de transmisión entre la rueda motora y el aparato distribuidor, así como variando el número de órganos de selección y entrega (cogedores) en éste último.

##### **b) En las accionadas por el ATF del tractor.**

Se regula ajustando la velocidad de trabajo y la descarga de tubérculos por unidad de tiempo del aparato distribuidor de la plantadora.

#### **B) Distancia entre hileras (camellón).**

Se ajusta desplazando las secciones de plantación por el bastidor de la plantadora.

### **II- Profundidad de enterramiento de los tubérculos**

Se ajusta regulando la profundidad de trabajo de los surcadores por el mismo procedimiento explicado en las anteriores sembradoras según las ruedas que posea y accionando la palanca, tornillo de regulación o traslado del punto de la barra de fijación de las ruedas, según sea

el caso, hasta que las puntas de los surcadores toquen el suelo. Luego ajustar la horizontalidad de las secciones de plantación y tensión de los muelles según corresponda a las características del tipo de plantadora con que se trabaja.

### **III- Regulación de los tapadores**

Según la regulación que posean los discos tapadores, así será el tamaño y forma del camellón formado. En ellos se ajusta el ángulo de inclinación, la profundidad del paso y la distancia entre ellos. A medida en que los mismos son mayores, el camellón es de mayor tamaño.

La variación de la inclinación de los discos se logra accionando el soporte respecto al tirante respectivo o por la hendidura del tornillo trasero de fijación según sea el tipo; la profundidad de paso por medio de la tensión de los muelles o el largo de las cadenas según sea el tipo y la distancia entre discos por el traslado a lo largo de sus ejes.

### **IV- Nivelación de la plantadora y vuelo de los marcadores**

Se regulan de igual manera a lo explicado anteriormente.

#### **REGULACIÓN DE LA NORMA DE PLANTACIÓN EN LAS PLANTADORAS**

En las plantadoras el órgano distribuidor puede ser accionado por ruedas motoras o por el ATF del tractor.

La norma de plantación, al igual que en las sembradoras a golpe, puede ser dada en plantas por hectárea o por el marco de plantación.

#### **Plantadoras accionadas por ruedas motoras**

Cuando las plantadoras son accionadas por ruedas motoras, se utilizan las mismas fórmulas que en las sembradoras a golpe.

$$l = \frac{\pi \times D}{i \times n}, \text{ m ó cm}$$

Donde:

l - distancia de narigón, m ó cm;

D – diámetro de la rueda motriz, m;

i – relación de transmisión entre la rueda motora y el órgano distribuidor;

n – número de órganos cogedores (cucharillas, garras, etc.).

Para el cálculo y ajuste de la norma de plantación en la fase de parqueo y de campo, se siguen los mismos procedimientos que en las sembradoras a golpe. Normalmente lo que requieren es del cambio de la relación de transmisión a través de catalinas intercambiables en el eje de aparato distribuidor o de selección y entrega u otro, dispuesto para ello.

### **Plantadoras con órganos distribuidores accionados por el ATF del tractor**

En este tipo de plantadora la norma de plantación N está relacionada con la siguiente fórmula:

$$N_P = \frac{f \times q_{dt}}{B \times v}, \text{ ptas/ha} \quad (21)$$

Donde:

$N_P$  – norma de plantación, ptas/ha;

$q_{dt}$  – descarga total de los órganos distribuidores de la plantadora, ptas o tubérculos/min;



B – ancho de trabajo de la plantadora, m;

v – velocidad de trabajo de la máquina, km/h o m/min;

f – factor de conversión, si v está en km/h, f = 600 y si está en m/min, f = 10000.

De la expresión anterior se deduce que la norma de plantación, se puede ajustar a través de la velocidad de trabajo o la descarga de los distribuidores.

Igualando las expresiones 21 y 11 y despejando l, nos queda:

$$l = \frac{10_4 \times v \times B}{f \times q_{dt} \times d_h}, \text{ como } \frac{B}{d_h} = n_{org}, \quad q_{dt} = q_d \times n_{org}$$

$q_d$  – descarga de un órgano o sección de trabajo.

Considerando v en m/min, nos queda:

$$l = \frac{v}{q_d}, \quad (22)$$

Por lo que la distancia de narigón l se puede ajustar a través de la velocidad de trabajo o variando la descarga del material de siembra por minuto del órgano distribuidor.

La descarga del dosificador se calcula por:

$$q_d = w \times n, \quad (23)$$

Donde:

w- número de revoluciones del aparato distribuidor en una posición de la cadena de transmisión en uno de los piñones conducidos de la caja reductora,

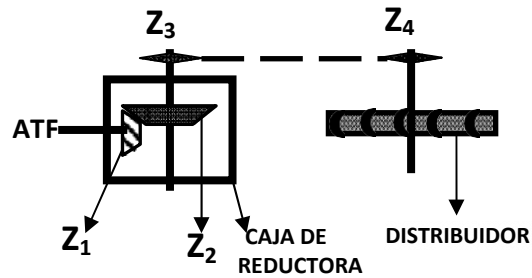
n – número de cucharillas, presillas, garras o púas del aparato distribuidor.

La descarga  $q_d$  en los diferentes piñones conducidos, la podemos determinar por los cálculos o de forma práctica.

**Por cálculos:**

Conociendo las RPM de entrada al reductor (RPM del ATF del tractor), el número de dientes de los piñones de la caja reductora, así como el de los piñones que transmiten el movimiento de esta al aparato distribuidor, podemos determinar el número de revoluciones de este último.

Ejemplo:



Haciendo las respectivas deducciones partiendo del esquema cinemático hipotético de una plantadora de papas, llegamos al número de revoluciones del aparato distribuidor W:

$$W = \frac{n_1 \times Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4} \quad (24)$$

Donde:

$Z_x$  – número de dientes de los piñones.

$n_1$  – número de RPM del ATF del tractor.

Con la fórmula anterior se calcula el número de RPM del aparato distribuidor para las diferentes posibilidades del número de dientes de los piñones  $Z_3$  y  $Z_4$ .

Luego se calcula por la expresión 23, la descarga para cada una de las diferentes posibilidades del número de dientes que pueden tener los piñones  $Z_3$  y  $Z_4$ .

Una vez que se tenga calculado  $q_d$  y conocida la distancia de narigón  $l$ , se puede determinar la velocidad de trabajo para las diferentes descargas del aparato distribuidor según el número de dientes del piñón conducido de la caja reductora por la expresión:

$$v = l \times q_d$$

### **Determinación de $q_d$ de forma práctica**

Se coloca una caja u otro recipiente debajo del conducto de entrega, se añade a la tolva una determinada cantidad de tubérculos, superior a 1/3 de su capacidad, se ajusta la aceleración del motor del tractor con la palanca manual hasta el número de RPM donde se alcanza la velocidad de giro del ATF de 540 RPM. Luego se conecta el mismo durante 3 minutos y pasado este tiempo se desconecta. Después se procede a contar el número de tubérculos descargados y se divide entre los 3 minutos, obteniendo la descarga  $q_d$  en una determinada posición de la cadena en el piñón conducido de la caja reductora o en el árbol del aparato de descarga. Esto se repite para las demás posibilidades que brindan el número diferente de dientes que pueden tener los piñones intercambiables.

### **Comprobación en el campo de la norma de plantación para las plantadoras accionadas por el ATF del tractor**

Se marca en el campo una distancia de 100 m, se establece en el tractor la velocidad de trabajo seleccionada, luego se recorre dicha distancia y se mide el tiempo en que lo hace. La velocidad de trabajo real se obtiene dividiendo la distancia recorrida entre el tiempo en que lo hace:  $v = S/t$ , (m/min) y la distancia de narigón  $l$  real dividiendo ese recorrido  $S$  entre el número de tubérculos descargados.

Si  $I_{\text{real}}$  no coincide con la  $I$  establecida en  $\pm 5 \%$  del valor ajustado, hay que variar la velocidad de trabajo o la descarga del aparato distribuidor.

Otra forma de determinar la distancia de narigón real, es tomando de 10 a 15 mediciones de la distancia entre tubérculos en la hilera con ayuda de una regla graduada y obteniendo la media aritmética de estas.

### **PRINCIPALES DEFECTOS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN LAS PLANTADORAS DE PAPA**

- Algunos plantones quedan sin tubérculos.

Se puede deber a:

- Mala regulación de la compuerta reguladora del flujo de tubérculos hacia el aparato distribuidor.
  - Tubérculos de gran tamaño en el material de siembra.
  - El órgano distribuidor se detiene momentáneamente debido a la mala adherencia de la rueda motora.
  - Atascamiento de algún órgano cogedor.
  - En la plantación semimecanizada, el operario deja de colocar tubérculos en las cucharillas u otro órgano de entrega.
- La distancia entre tubérculos en la hilera no se corresponde con la establecida.

Según el tipo de plantadora se puede deber a:

- La relación de transmisión establecida no es la correcta.

- La velocidad de trabajo o la descarga del distribuidor no se corresponden con la establecida en las accionadas por el ATF del tractor.
- Excesiva cantidad de tubérculos por plantón.  
Ocurre cuando hay papas muy pequeñas en el material de siembra y cuando la altura de la capa de papas es muy alta debido a una inadecuada regulación de la compuerta de la tolva.
- Los tubérculos quedan descubiertos o con excesiva cantidad de tierra sobre ellos.  
Se produce por una incorrecta regulación de los órganos tapadores.
- Daños a los tubérculos.  
Es causado cuando existe excesivo flujo de tubérculos hacia el aparato distribuidor y existen órganos de selección y entrega dañados o mal ajustados.
- Pueden ocurrir también inadecuada separación entre las hileras de dos pasadas contiguas, falta de uniformidad en la profundidad de enterramiento de los tubérculos y de alineación de las hileras causado por las mismas razones explicadas en las anteriores sembradoras.

#### **PRINCIPALES REQUISITOS AGROTÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS DE LAS PLANTADORAS**

- a) Plantar uniformemente a la distancia de narigón y camellón dentro de los rangos exigidos.

- b) Plantar a la profundidad establecida con una variación no superior a  $\pm 2$  cm.
- c) No dañar a los tubérculos o tallos.
- d) Los tubérculos o tallos deben tener la cantidad de yemas establecidas por los fitotecnistas.
- e) El corte del material de siembra debe ser limpio, sin desgarraduras y a un tamaño lo más preciso posible.
- f) Demás requisitos relacionados en las sembradoras a golpe.

### **CONTROL DE LA CALIDAD DE LA PLANTACIÓN EN LAS PLANTADORAS DE PAPAS**

La calidad de la plantación se controla de igual forma que en las sembradoras a golpe, pero considerando los requisitos de variabilidad de los parámetros para este cultivo.

## **REGULACIONES FUNDAMENTALES DE LAS TRASPLANTADORAS**

En las trasplantadoras se llevan a cabo las siguientes regulaciones:

### **I- Norma de plantación**

Se logra ajustando la distancia entre hileras y la distancia entre plantas en una misma hilera (narigón).

#### **a) Distancia entre hileras.**

Distribuyendo las secciones plantadoras en el bastidor de la máquina.

#### **b) Distancia de narigón.**

Cambiando el número de cogedores o soportes de posturas (presillas o dedos prensores) y la relación de transmisión entre la rueda motora y el aparato plantador (cadenas sin fin o discos).

### **II- La profundidad de la reja abridora**

Se ajusta cambiando la posición del abridor en su soporte del bastidor.

### **III-Grado de sujeción de las posturas en los dedos prensores**

Se logra cambiando la distancia entre las placas guías.

### **IV- Distancia entre las ruedas apisonadoras**

Se ajusta variando la separación entre las ruedas por los elementos dispuestos para ello.

### **V- Suministro de agua**

Se ajusta por las llaves de paso o válvulas del sistema de riego de la trasplantadora.

## REGULACIÓN DE LA NORMA DE PLANTACIÓN EN LAS TRASPLANTADORAS

En estas máquinas las posturas o plántulas (tomate, cebolla, tabaco, hortalizas) son colocadas en los órganos de entrega de forma manual por los operarios. Los órganos cogedores o de entrega (presillas, dedos cogedores, grampas, etc.) pueden estar montados según el modelo, en una cadena sinfín o en un disco trasplantador.

La velocidad de trabajo de las trasplantadoras depende de la frecuencia de colocación de las posturas en los órganos cogedores por los operarios, por lo que estas trabajan a velocidades relativamente bajas que oscilan entre 0,5 y 1,5 km/h.

La velocidad de trabajo se puede calcular:

$$v = f \times l$$

Donde:

l- distancia de narigón, m;

f- frecuencia de colocación de las posturas por los operarios en los órganos de entrega, post/min.

La frecuencia f depende de la habilidad de los operarios y oscila entre 35 y 40 posturas/minuto.

Las máquinas actuales pueden plantar a distancias de narigón entre 15 y 70 cm y entre hileras de 50-90 cm y algunas hasta 210 cm.

La regulación de la norma de plantación en las trasplantadoras, una vez fijada la distancia entre hileras  $d_h$ , se consigue ajustando la distancia de narigón l a través del número de órganos cogedores del aparato



trasplantador y la relación de transmisión entre este y la rueda motora.

Para estas máquinas son válidas las fórmulas utilizadas en las sembradoras a golpe o distancia, de esta manera:

$$l_c = \frac{\pi \times D}{i \times n}$$

Donde:

$l_c$  – distancia de narigón, corregida, m o cm;

$D$  – diámetro de la rueda motriz, m o cm;

$i$  – relación de transmisión entre la rueda motora y el aparato trasplantador;

$n$  – número de órganos de entrega del aparato trasplantador.

$$l_c = l (1 - K)$$

Donde:

$l$  – distancia de narigón a establecer, m o cm;

$K$  – coeficiente que tiene en cuenta el deslizamiento y la capa de suelo que se adhiere a la rueda motora. (0,08-0,15).

$$l = \frac{u \times D}{(1-K) \times i \times n}, \quad (25)$$

La relación de transmisión:

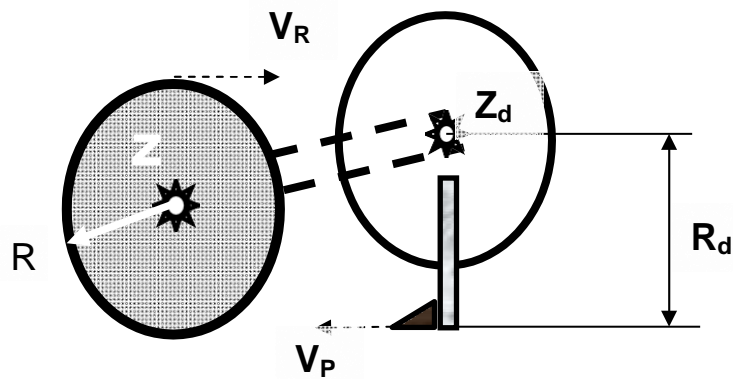
$$i = \frac{Z_R}{Z_d} \quad (25a)$$

Donde:

$Z_R$  – número de dientes de la catalina montada en la rueda motriz,

$Z_d$ - número de dientes de la catalina montada en el árbol del aparato transportador.

Para garantizar la calidad de la plantación (las posturas no queden inclinadas o sin plantar) se debe garantizar que en el momento de soltar la postura en el surquillo realizado por el abridor, la velocidad circular del punto de sujeción del dedo debe ser igual a cero. Lo mismo se logra si esta velocidad (la del dedo) es igual y de sentido contrario a la velocidad del agregado.



$$n_R \times Z_R = n_d \times Z_d \quad \frac{Z_R}{Z_d} = \frac{n_d}{n_R}$$

$$i = \frac{n_d}{n_R} \quad (26)$$

$$n_R = \frac{V_R}{R} \quad n_d = \frac{V_P}{R_d}$$

Sustituyendo  $n_R$  y  $n_d$  en la fórmula 26 tenemos:

$$i = \frac{R \times V_P}{R_d \times V_R}, \quad -$$

despejando  $V_P$

$$V_P = \frac{i \times V_R \times R_d}{R} \quad (27)$$

Donde:

$V_P$ - velocidad circular de los puntos de sujeción de las posturas en los dedos sujetadores,

$V_R$ - velocidad circular de la rueda motora,

$R_d$ - distancia desde el centro del aparato trasplantador hasta los puntos de fijación de las posturas en los dedos,

$R$ - radio de la rueda motriz.

La velocidad circular de la rueda motriz  $V_R$  y la velocidad del agregado  $V_{ag}$  están relacionadas por la siguiente dependencia:

$$V_R = \frac{V_{ag}}{1 - K} \quad (28)$$

Donde:

$K$  – coeficiente de deslizamiento de la rueda motriz.

Sustituyendo la expresión 27 en 28 queda:

$$V_P = \frac{i \times V_{ag} \times R_d}{R(1 - K)} \quad (29)$$

Como en el momento en que el dedo libere la postura la  $V_{ag}$  debe ser igual a  $V_P$  y despejando  $i$ :

$$i = \frac{R(1 - K)}{R_d} \quad (30)$$

Para mantener la calidad de la plantación, la catalina que se monte en la rueda motriz y el aparato trasplantador, deben garantizar la relación de transmisión  $i$  calculada por la expresión anterior.

Para el ajuste de la norma de plantacion se procede de la siguiente manera:

- Se calcula la relación de transmision  $i$  por la expresion 25a y se comprueba que cumple la condicion calculada por la expresion 30. En la rueda motriz se instala la catalina con tal número de dientes que asegure la  $i$  calculada.
- Se determina el número de dedos a colocar:

$$n = \frac{\pi \times D}{(1 - K) \times i \times l}$$

- Se colocan en el aparato trasplantador el número de órganos calculados por la fórmula anterior.

### **DEFICIENCIAS MÁS CORRIENTES QUE SE PRESENTAN EN LAS TRASPLANTADORAS**

- Las posturas quedan en la superficie.

Se puede deber a las siguientes causas:

- Los dedos prensores se abren con retraso.
- La velocidad circular de las puntas de los dedos es superior a la velocidad del agregado (provocando que se tire de la postura) debido al exceso de deslizamiento de la rueda motriz o en ésta hay instalada una catalina de estrella con tal número de dientes que no asegura la relación de transmisión adecuada, en éste caso, un mayor número de dientes.
- Surco muy poco profundo.

- La postura se entierra inclinada hacia adelante.
  - Excesiva distancia entre las placas guías.
  - El operario coloca las posturas en las presillas dejando las raíces hacia abajo.
  - Los dedos prensores se abren con cierto adelanto.
  - La velocidad circular de la punta de los dedos es menor que la velocidad del agregado, causado por un menor número de dientes de la catalina de estrella (instalada en la rueda motriz) que el necesario para asegurar la relación de transmisión adecuada.
  
- La postura se entierra inclinada hacia atrás causado por:
  - Surcos pocos profundos.
  - Los dedos se abren con cierto atraso.
  - La velocidad circular de la punta de los dedos es ligeramente superior a la velocidad del agregado por las razones antes explicadas.
  
- La postura se entierra poco con una profundidad normal de marcha del abridor causado por:
  - El operario coloca la postura en el dedo prensor demasiado arrimada al cuello de la raíz.

- La postura se entierra demasiado con una profundidad normal de marcha del abridor causado por:
  - Se aleja demasiado el cuello de la raíz de la postura al colocarla en el dedo prensor.
- Las posturas se sujetan mal en los dedos prensores.
 

Se debe a que es muy grande la distancia entre las placas guías y puede provocar cualquiera de los defectos antes mencionados.
- Las posturas se dañan en los dedos causado por:
  - Poca distancia entre las placas guías.
  - Posturas demasiado crecidas.
- Las posturas no quedan bien fijadas al suelo.
 

Se produce cuando es muy grande la separación de las ruedas compactadoras o escasa humedad del suelo.

#### **PRINCIPALES EXIGENCIAS AGROTÉCNICAS Y TECNOLÓGICAS DE LAS TRASPLANTADORAS**

- a) Plantar las posturas a la distancia de narigón y entre hileras establecidas de forma uniforme y sin dañarlas.
- b) Las posturas deben quedar plantadas a la profundidad establecida y lo más erectas posibles.
- c) Las posturas deben tener los tamaños (altura y grosor) establecidos y uniformes. Las posturas muy crecidas deben separarse.

- d) El suelo debe estar correctamente mullido, nivelado y con la humedad óptima.
- e) La velocidad de trabajo de la trasplantadora debe ser uniforme y a una magnitud tal que se corresponda con la frecuencia de colocación de las posturas en los dedos o grapas por los operarios.
- f) La máquina debe tener un estado técnico adecuado.

### **CONTROL DE LA CALIDAD DEL TRABAJO DE LAS TRASPLANTADORAS**

Se realiza en los mismos momentos señalados en las anteriores sembradoras. La evaluación se le realiza a la distancia de narigón y entre hileras y se observan el grado de enterramiento, verticalidad, daños y compactación del suelo alrededor de las posturas. Para la evaluación de la distancia de narigón y entre hileras se efectúan no menos de 10 mediciones en diferentes puntos de la pasada y el campo.

Para determinar la distancia de narigón, se mide de centro a centro de los tallos de 2 posturas en la misma hilera con ayuda de una regla graduada y para la distancia entre hileras, de igual forma, pero entre plantas de 2 hileras contiguas, perpendicularmente a los surcos. Se determina el valor promedio de las mediciones realizadas y se comparan con los establecidos, de no corresponderse, se procede a regular de nuevo a la máquina o realizar los ajustes o eliminar los desperfectos que provocan el incumplimiento de los indicadores de la calidad del trabajo determinados.

Se observan los demás indicadores de calidad del trabajo de la trasplantadora y si no se corresponden con las

exigencias, se eliminan los desperfectos que las causan, según sea el caso.

### **REGULACIONES PRINCIPALES DE LAS MÁQUINAS SEMBRADORAS A VOLEO**

La principal regulación de estas sembradoras es la norma de siembra, la cual depende de la descarga de la máquina, su ancho de trabajo y la velocidad de trabajo, aunque también como en las demás, se ajusta la nivelación u horizontalidad longitudinal y transversal.

Para la siembra del arroz a voleo, es también muy utilizada la distribución por avión.

El órgano de descarga de estas sembradoras es accionado por el ATF del tractor.

### **REGULACION Y AJUSTE DE LA NORMA DE SIEMBRA EN LAS SEMBRADORAS A VOLEO**

En estas máquinas la norma de siembra está relacionada con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{600 \times q_t}{B \times v}, \text{ Kg/ha} \quad (31)$$

Donde:

N- norma de siembra, kg/ha;

$q_t$ - descarga de semillas de la tolva al disco esparcidor, Kg/min;

B- ancho de trabajo de la sembradora, m;

v- velocidad de trabajo del agregado, Km/h.

La norma de siembra se ajusta a través de la velocidad del agregado o la descarga de semillas en la unidad de tiempo de la máquina.



Para una descarga conocida  $q_t$  se determina la velocidad del agregado:

$$v = \frac{600 \times q_t}{N \times B}, \text{ km/h} \quad (32)$$

Si se establece la velocidad, entonces se determina la descarga que debe efectuar sembradora:

$$q_t = \frac{N \times B \times v}{600}, \text{ kg/min} \quad (33)$$

La descarga  $q_t$  según el tipo de máquina, puede regularse variando la apertura de salida de las semillas de la tolva, la velocidad de rotación del órgano distribuidor o la combinación de ambas posibilidades, según sea el caso se procede de forma similar a lo explicado en las máquinas anteriores para determinar  $q_t$ .

En estas máquinas para mantener la uniformidad de entrega, es importante mantener estable el número de RPM del ATF y la velocidad de trabajo del agregado.

El ancho de trabajo de las sembradoras a voleo, depende en lo fundamental del número de revoluciones con que gira los discos esparcidores.

### **REGULACIÓN DEL VUELO DE LOS MARCADORES**

Los marcadores tienen el objetivo de asegurar a través de las huellas que dejan en el campo laborado dirigir el agregado de siembra de tal forma que la distancia entre hileras extremas de dos pasadas vecinas sea igual al ancho entre hileras y de esta forma asegurar una adecuada alineación de la siembra.

Para asegurar la rectilineidad de la primera pasada de la sembradora se marca la línea a seguir por medio de estacas o varas.

La longitud o vuelo de los marcadores se regula por medio del movimiento de la varilla del eje del disco, para ello se afloja el tornillo de fijación y deslizando hacia adentro o hacia fuera la varilla, se establece la longitud deseada, luego se fija el tornillo en la nueva posición.

La longitud del marcador se mide desde el último órgano de trabajo (reja o abridor) al disco del marcador tanto izquierdo como derecho.

El movimiento de la sembradora en el campo puede efectuarse por tres métodos:

1. En amelgas con viraje a la derecha.
2. En amelgas con viraje a la izquierda.
3. Por el método de lanzadera.

En el primer método el marcador se sitúa a la derecha; en el segundo, a la izquierda; y en el tercero que es el más utilizado, a ambos lados de la sembradora.

El cálculo de la longitud de los marcadores (o sea, la distancia entre la huella del disco del marcador y la reja extrema de la sembradora), se efectúa por las fórmulas que a continuación se relacionan, según el método de movimiento y el punto guía que se tome en el tractor.

Si el método de siembra es en amelgas con viraje a la derecha o la izquierda, se utiliza un solo marcador en cada caso y sus cálculos, tomando como punto de referencia la rueda derecha será:

- Con viraje a la derecha:

$$M_{IZQ} = \frac{B+b+T}{2}$$

- Con viraje a la izquierda:

$$M_{IZQ} = \frac{B+b-T}{2}$$

Si el método de movimiento es el de lanzadera, guiándose por la rueda derecha o el borde exterior de la oruga del tractor sus cálculos serán:

- Marcador izquierdo:

$$M_{IZQ} = \frac{B+b+T}{2}$$

- Marcador derecho:

$$\frac{B+b-T}{2}$$

$$M_{IZQ} =$$

Si el punto guía en el tractor, es la tapa del radiador, ambos marcadores tendrán la misma longitud, la cual se determina por la fórmula:

$$M = \frac{B}{2} + 2$$

Donde:

M,  $M_{IZQ}$ ,  $M_{DER}$  – longitud del marcador, m;

B – ancho o frente de labor de la sembradora, m;

b – distancia entre hileras, m;

T – distancia entre los centros de las ruedas delanteras del tractor o entre los bordes exteriores de las orugas, m.

## PROBLEMAS RESUELTOS Y PROPUESTOS

### Problema resuelto

Regular la sembradora en línea a chorrillo X para sembrar arroz a razón de 120 kg/ha. La máquina trabajará con 24 órganos sembradores a una distancia entre hileras de 15 cm. La rueda motora de la máquina tiene un diámetro de 122 cm y se prevé que tenga un deslizamiento de un 5 %. El potencial de germinación de la semilla utilizada es de un 98 % y 1000 granos de ellos pesan 19 gramos. En la prueba de parqueo se determinó que cuando la palanca del dosificador estaba en el número 20 del sector graduado, una mitad de los órganos distribuidores entregaba 2,628 kg en 30 vueltas de la rueda motora, además para la comprobación de la norma de siembra en el campo, determine el número de semillas por metro lineal que debe depositar la máquina para la norma ajustada.

### Solución

Por la información que se da en el problema, se deduce que es una máquina de capacidad variable y velocidad constante.

#### Datos

$N = 120 \text{ kg/ha}$

Nro.de órganos: 24

$d_h = 15 \text{ cm}$

$D = 122 \text{ cm}$

% desliz. = 5 %

Potencial de germinación de las semillas: 98%

$P_e = 19 \text{ g}$

$E_P = 20$

$q_P = 2,6 \text{ kg/30 vueltas de la mitad de la sembradora}$

Primero: Determinar la descarga que debe tener la mitad de los distribuidores de la sembradora:

$$q_c = \frac{\pi \cdot D \cdot B \cdot N_c \cdot 30}{2 \cdot 10000}$$

$$B = n_{org} \cdot d_h = 24 \cdot 0,15 = 3,6 \text{ m}$$

$$K = \% \text{desliz} + \% \text{no germin} = 0,05 + 0,02 = 0,07$$

$$N_c = N + NK = 120 + 120(0,07) = 128,4 \text{ kg/ha}$$

$$q_c = 2,656 \text{ kg/30 vueltas}$$

Según los requisitos agrotécnicos se permite una variación de  $\pm 3\%$   $q_c$  por lo que:

$$q_c = 2,57 \div 2,73 \text{ kg/30 vueltas}$$

Por tanto como  $q_p$  está dentro de  $q_c$  permitido, la máquina está bien regulada, de no haber ocurrido, entonces había que calcular la posición adecuada  $E_c$  de la palanca en la escala del sector graduado por la expresión:

$$E_c = \frac{E_p \cdot q_c}{q_p}$$

Determinación de las semillas por metro lineal:

$$X_{sem/m} = \frac{d_h \cdot N}{P_e} = \frac{15 \cdot 120}{19} = 95 \text{ semillas/m}$$

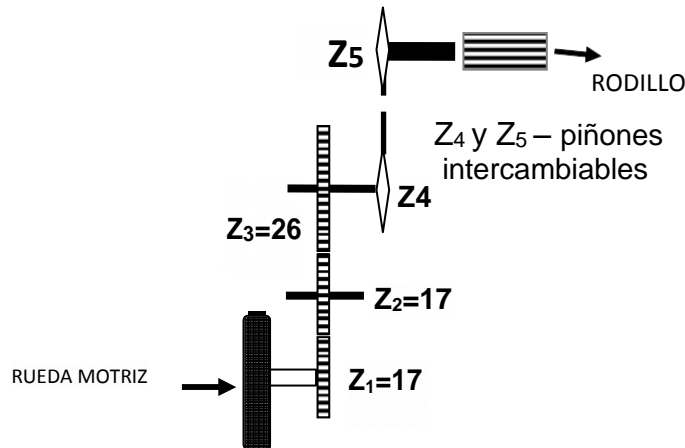
### Problema propuesto

Consideremos la misma norma de siembra, número de órganos, distancia entre hileras, potencial de germinación, % de deslizamiento y diámetro de la rueda motriz del problema anterior para una máquina sembradora de capacidad variable y velocidad variable. Cuando se colocó la palanca en el número 20 de la escala graduada, la

mitad de los órganos distribuidores entregaron 2,628 kg/30 vueltas de la rueda motora.

En el sistema de transmisión de la máquina se encontraba en  $Z_4$  un piñón de 16 dientes y en  $Z_5$  uno de 12 que son los intercambiables en esta sembradora. Los piñones  $Z_4$  y  $Z_5$  pueden tener 8, 12 y 16 dientes.

El esquema cinemático de la sembradora es el siguiente:



El piñón sobrante se coloca como tensor, por lo que  $Z_4$  y  $Z_5$  no pueden ser iguales.

$$i_p = \frac{\text{producto de } Z \text{ conducidos}}{\text{producto de } Z \text{ conductores}} = \frac{Z_3 \cdot Z_5}{Z_1 \cdot Z_4} = \frac{26 \cdot 12}{17 \cdot 16} = 1,247$$

$$i_c = \frac{i_p \cdot q_p}{q_c} = \frac{1,247 \cdot 2,628}{2,656} = 1,233$$

$$i_c = \frac{Z_3 \cdot Z_5}{Z_1 \cdot Z_4} \quad \frac{Z_5}{Z_4} = \frac{i_c \cdot Z_1}{Z_3} = \frac{1,233 \cdot 17}{26} = 0,806$$

Z conducidos		Z <sub>5</sub>		
		8	12	16
Z conductores				
Z <sub>4</sub>	8	<b>1</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>
	12	<b>0,666</b>	<b>1</b>	<b>1,333</b>
	16	<b>0,5</b>	<b>0,75</b>	<b>1</b>

Con el valor 0,806 vamos a la tabla anterior y buscamos en su interior un valor igual o el más aproximado, en este caso es el 0,75, lo que significa que en Z<sub>4</sub> debemos colocar un piñón de 16 dientes y en Z<sub>5</sub> uno de 12, que coinciden con el de las pruebas y para la posición de la palanca en la escala graduada donde se colocó. En estas condiciones q<sub>P</sub> está dentro del rango que puede variar q<sub>C</sub>, por tanto la máquina se considera ajustada a la norma de siembra.

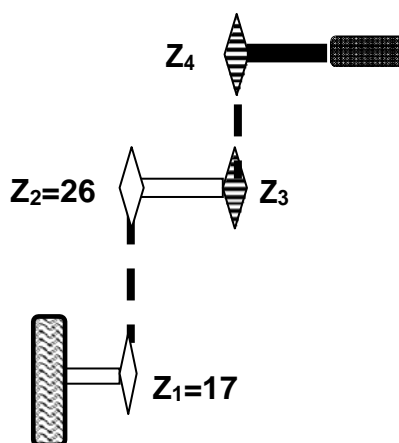
De no haber ocurrido esto, se coloca en la máquina los piñones con el número de dientes que aseguren la relación Z<sub>5</sub>/Z<sub>4</sub> más aproximada, luego en la posición de la escala graduada E<sub>P</sub> de la palanca, se determina la descarga q<sub>P</sub> en ésta y si no coincide con q<sub>C</sub>, se determina entonces el número de la escala E<sub>C</sub> donde hay que colocarla por la expresión:

$$E_C = \frac{E_P \cdot q_C}{q_P}$$

### Problema propuesto

Regular una sembradora integral en línea a chorrillo del tipo de velocidad variable y capacidad constante para sembrar arroz a razón de 135 kg/ha a una distancia entre hileras de 15 cm con 24 órganos sembradores. La rueda motora tiene un diámetro de 90 cm y se le prevé un deslizamiento junto a la capa de suelo que se le adhiere de un 8 %. El potencial de germinación de la semilla es de un 98 %. En las pruebas de parqueo en la relación de transmisión  $i_p$  fijada, la máquina tuvo una descarga total de 3 kg en 30 vueltas de la rueda motora. En la prueba  $Z_3=16$  y  $Z_4=8$ . En  $Z_3$  y  $Z_4$  se pueden colocar piñones de: 8, 12, 16, 18, 20 y 24 dientes.

Esquema cinemático de la sembradora:



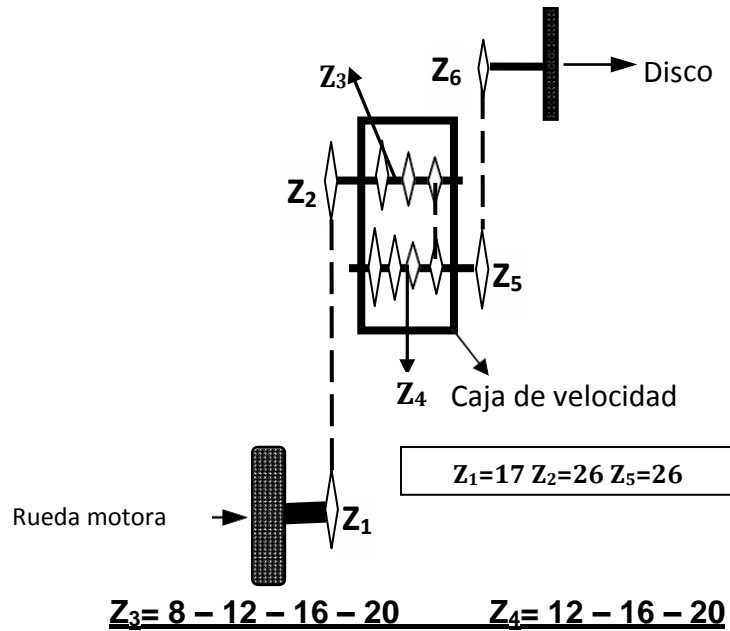
### Problema resuelto

Se desea sembrar maíz a razón de 70X25 cm con una sembradora a golpes que cuenta con un juego de discos de 8, 12, 14 y 22 orificios. La rueda motora de la máquina tiene un diámetro de 51 cm y se le prevé un deslizamiento junto con el aumento del diámetro por el suelo adherido



de un 5 %. Las semillas poseen un potencial de germinación de un 98 %. La sembradora cuenta con una caja de velocidad que permite obtener diferentes relaciones de transmisión entre la rueda motora y el disco distribuidor.

Esquema cinemático:



### Solución

#### Datos

$$n = 8 - 12 - 14 - 22 - 24$$

$$\% \text{ desliz} = 5$$

$$D = 51 \text{ cm}$$

$$\% \text{ no germin} = 2$$

$$L = 25 \text{ cm}$$

$$d_h = 70 \text{ cm}$$

$$i = \frac{\pi \cdot D}{l_c \cdot n}$$

$$l_c = l - l \cdot K \quad K = \% \text{ desliz} + \% \text{ no germin} = 0,07$$

$$l_c = 25 - 25 \cdot 0,07 = 23,25 \text{ cm}$$

Para la solución del problema existen dos posibilidades, una fijar un disco y determinar la relación de transmisión adecuada o viceversa.

$$i = \frac{\text{producto de } Z \text{ conductores}}{\text{producto de } Z \text{ conducidos}} = \frac{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5}{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6}$$

Iguamos la relación de transmisión calculada por esta forma, a la relación calculada según los parámetros de la máquina:

$$\frac{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5}{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_6} = \frac{\pi \cdot D}{l_c \cdot n}$$

$$\frac{Z_3}{Z_4} = \frac{\pi \cdot D \cdot Z_2 \cdot Z_6}{l_c \cdot n \cdot Z_1 \cdot Z_5}$$

Con la expresión anterior podemos ir estableciendo discos de diferentes orificios y obtener la relación  $Z_3/Z_4$ :

n	$Z_3/Z_4$
22	0,368
14	0,58
12	0,67
8	1,02

Con los valores obtenidos vamos a la tabla y en su interior buscamos uno igual o el más aproximado, en este caso es cuando colocamos un disco de 12 orificios, aunque con uno de 8 se logra también una buena aproximación.

Z <sub>4</sub> \ Z <sub>3</sub>	8	12	16	20
12	<b>0,666</b>	1	1,333	1,666
16	0,5	0,75	1	1,25
20	0,4	<u>0,6</u>	0,8	1

Según la tabla anterior si colocamos un disco de 12 orificios, en Z<sub>3</sub> debemos colocar un piñón de 8 dientes y en Z<sub>4</sub> uno de 12.

Si en las condiciones de campo los piñones y el disco colocado no garantizan la adecuada distancia de narigón, podemos colocar otras combinaciones que también tienen bastante aproximación como cuando se coloca un disco de 8 orificios y Z<sub>3</sub> y Z<sub>4</sub> son iguales. De los valores interiores de la anterior tabla, también tienen bastante aproximación el 0,5 con un disco de 14 y el 0,6 con un disco de 12 orificios.

#### **Problema propuesto**

Para la sembradora anterior regularla para sembrar a 70X30 cm con las mismas condiciones de deslizamiento de la rueda motora y potencial de germinación de la semilla. Calcule también cuantas plantas se lleva una hectárea y qué cantidad de kilogramos de semilla se necesitan para sembrar 20 ha si el peso específico de la semilla es de 286 gramos.

#### **Problema propuesto**

Regular la plantadora de papas CRAMER para sembrar a un esquema de 90X35 cm y un calibre medio de los tubérculos con un peso medio de 60 g. investigue los demás elementos y parámetros necesarios para su ajuste y regulación, tanto para la norma de plantación como para regular la profundidad de enterramiento y tapado de las

papas. Calcule cuantas toneladas de papa son necesarias para plantar una caballería con este calibre.

### Problema resuelto

Regular una trasplantadora **X** para plantar tomate a 70x16 cm. La máquina tiene 4 secciones plantadoras, una rueda motriz de 60 cm de diámetro que lleva instalada una catalina de 26 dientes. Se prevé un deslizamiento de la misma junto a la capa de suelo que se le adhiere de un 8 %. En el disco plantador se pueden instalar hasta 12 dedos prensores o captadores de posturas, lleva fijado en su eje una estrella con 16 dientes que recibe movimiento por una cadena desde la rueda motriz. El radio desde el eje del disco plantador hasta el punto de agarre del captador de postura es de 18 cm.

### Solución

#### Datos

$l = 16$  cm  
 $d_h = 70$  cm  
 $D = 60$  cm  
 $Z_R = 26$   
 $Z_d = 16$   
 $n = 12$   
 $n_{org} = 4$   
 $R_d = 18$  cm

Se calcula el número de captadores de posturas necesarios  $n$  a colocar en el disco plantador:

$$n = \frac{\pi \cdot D}{i \cdot l_c}$$

$$l_c = l - l \cdot K = 16 - 16(0,08) = 14,72 \text{ cm}$$

$$i = \frac{Z_R}{Z_d} = \frac{26}{16} = 1,625 \quad n = \frac{3,14 \cdot 60}{1,625 \cdot 14,72} = 9$$

Se comprueba que la relación de transmisión se corresponda con lo exigido para garantizar la calidad del trabajo de la plantadora:

$$i = \frac{R_R \cdot (1 - K)}{R_d} = \frac{30 \cdot (1 - 0,08)}{18} = 1,533$$

El valor obtenido de  $i$  por esta expresión significa que hay que disminuir la magnitud de  $R_d$  para que coincida plenamente con la relación de transmisión  $i$  que dan los piñones colocados en  $Z_R$  y  $Z_d$ , o cambiar el número de dientes de la catalina instalada en la rueda motriz.

$$R_d = \frac{30 \cdot (1 - 0,08)}{1,625} = 17 \text{ cm } Z_R = 1,533 \cdot 16 = 25 \text{ dientes}$$

Para cumplir con la norma de plantación con calidad es necesario colocar en el disco plantador 9 captadores de posturas, en  $Z_R$  colocar una estrella de 26 dientes y en  $Z_d$  una de 16 dientes y situar el punto de agarre de las posturas a una distancia de 17 cm del centro del disco plantador o mantener esta última a 18 cm, pero colocar una catalina en la rueda motriz ( $Z_R$ ) con 25 dientes.

### **Problema propuesto**

Regular la plantadora anterior para plantar tomate a 70X30 cm, considere el mismo coeficiente  $K$ . Determine cuantas posturas se necesitan para sembrar una caballería y la velocidad del agregado si los operarios pueden colocar de 35-40 posturas por minuto.

### **Problema propuesto**

Al controlar el trabajo de una trasplantadora que planta tomate, se observa lo siguiente:

- a) En una sección todas las posturas quedan inclinadas hacia adelante.
- b) En otra sección quedan inclinadas hacia atrás.
- c) En otra sección la mayoría de las posturas quedan en la superficie.

Explique las causas que provocan estos defectos y su solución.

**Problema propuesto**

Comprobar el cumplimiento de la norma de entrega de una sembradora a chorrillo que debe sembrar arroz a razón de 120 kg/ha a una distancia entre hileras de 15 cm con 24 órganos de trabajo. El peso específico del arroz es de 19 gramos y se había ajustado considerando un 98% el potencial de germinación de la semilla. La media de las muestras tomadas en el campo arrojó que en un metro lineal la máquina depositaba 120 granos, con la palanca del dosificador en la escala 25,3. De no estar correctamente regulada, determine el número de la escala en la que hay que situar la palanca del dosificador.

## **CAPÍTULO II**

### **REGULACIONES DE LAS MÁQUINAS PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES**

Las máquinas que se utilizan en la aplicación de fertilizantes se clasifican en los siguientes grupos:

- Según el tipo de fertilizante que distribuyen:
  - Distribuidoras de fertilizantes minerales o inorgánicos,
  - Distribuidoras de fertilizantes orgánicos.
- Según el método de aplicación:
  - En línea o hileras de los cultivos,
  - A voleo o de aplicación continua.
- Máquinas combinadas para la aplicación localizada del fertilizante en hileras y a golpe durante la siembra.
- Según el método de accionamiento de los órganos distribuidores:
  - Accionados por rueda motora,
  - Accionados por el ATF del tractor,
  - Accionamiento hidráulico,
  - Accionamiento combinado.
- Según el principio mecánico que rige la densidad de entrega:
  - De capacidad variable y velocidad constante,
  - De capacidad constante y velocidad variable,
  - De capacidad variable y velocidad variable.

## REGULACIÓN DE LAS MÁQUINAS DISTRIBUIDORAS DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS

La principal regulación tecnológica de las distribuidoras de fertilizantes orgánicos es la norma de entrega del material, la cual se logra variando la velocidad de trabajo y la entrega del órgano de descarga por unidad de tiempo. El mecanismo de descarga y distribución del fertilizante es accionado por el ATF del tractor.

### REGULACIÓN DE LA NORMA DE APLICACIÓN DE LAS MÁQUINAS DISTRIBUIDORAS DE FERTILIZANTES ORGÁNICOS

La norma de aplicación de las distribuidoras de abonos orgánicos depende de la velocidad de desplazamiento del transportador de descarga y de la velocidad de traslación del agregado relacionado por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{600 \times q_{tr}}{B \times v}, \text{ Kg/ha} \quad (34)$$

Donde:

N- norma de aplicación, Kg/ha;

$q_{tr}$ – descarga de abono del transportador, Kg/min;

B – ancho de la franja distribuida de abono, m;

v – velocidad de traslación del agregado, Km/h.

La descarga de fertilizante del transportador se puede calcular por la siguiente fórmula:

$$q_{tr} = \gamma \times h_d \times b_d \times v_{tr}, \text{ Kg/min} \quad (35)$$

Donde:

$\gamma$  – peso volumétrico del abono distribuido, Kg/m<sup>3</sup>;



$h_d$  – altura de la capa de fertilizante orgánico que arrastra el transportador, m;

$b_d$  – ancho del transportador, m;

$v_{tr}$  – velocidad del transportador, m/min.

La velocidad del transportador de descarga se puede determinar a partir del cálculo de la relación de transmisión de la caja reductora al piñón conductor del transportador:

$$i = \frac{\text{producto de } Z \text{ conductores}}{\text{producto de } Z \text{ conducidos}}$$

Donde:

Z – número de dientes de los piñones.

$$n_{tr} = n_{ATF} \times i \quad (36)$$

Donde:

$n_{tr}$  - número de revoluciones del piñón conductor del transportador, RPM;

$n_{ATF}$  - número de revoluciones del ATF del tractor, RPM.

Conociendo el radio  $r_{tr}$  del piñón dentado:

$$v_{tr} = n_{tr} \times r_{tr}, \text{ m/min} \quad (37)$$

Un método práctico para determinar la velocidad de transportador, consiste en hacer girar el árbol cardánico un número  $n$  de revoluciones y medir el recorrido  $S$  que hace el transportador en ellas, luego se calcula por la fórmula:

$$v_{tr} = \frac{S \cdot n_{ATF}}{n}, \text{ m/min} \quad (38)$$

Donde:

S – recorrido que hace el transportador en n vueltas del árbol cardánico del ATF.

$n_{ATF}$  - número de revoluciones del ATF del tractor, RPM.

n – número de vueltas que se le da al árbol cardánico del ATF.

En estos tipos de esparcidoras de abono, la descarga del transportador se puede variar cambiando la relación de transmisión entre la caja reductora y el transportador o variando el recorrido que hace este último, lo cual se logra variando el radio de la manivela del mecanismo biela-manivela y trinquete dispuesto en estas máquinas con este fin.

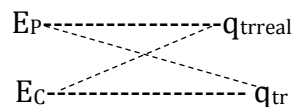
### **Procedimientos para regular la norma de aplicación en las distribuidoras de fertilizantes orgánicos con mecanismo biela-manivela**

Según la fórmula 34, la norma de aplicación N, se puede regular por la velocidad de trabajo o variando la descarga por minuto de material del transportador  $q_{tr}$ , la cual se logra ajustando el radio de la manivela, que mientras mayor sea, mayor será la descarga del transportador. En estas máquinas normalmente la velocidad de trabajo es hasta 10 km/h.

- Establecemos una velocidad de trabajo máxima posible que permitan las condiciones del campo y que no sobrepase los 10 km/h.
- Por la fórmula 34, determinamos la descarga que debe tener la fertilizadora:

$$Q_{tr} = \frac{B \cdot v \cdot N}{600}, \text{ Kg/min} \quad (39)$$

- Se coloca la manivela en una determinada posición  $E_P$  de la escala con lo cual se logra un determinado radio de esta, se llena la tolva con una determinada cantidad de material y se uniformiza sobre la misma. Se coloca una lona debajo de la zona de descarga, luego se conecta el ATF de manera que gire a sus RPM nominales y se deja girando durante un tiempo determinado (de 5 a 6 minutos).
- Luego se pesa el material descargado y se divide entre el tiempo en que se descargó, con lo que se obtiene la descarga real  $q_{trreal}$ .
- Comparamos la descarga real obtenida con la calculada, si no coincide dentro de un rango de un  $\pm 5\%$  con esta última, entonces hay que determinar la magnitud del radio de la manivela  $E_C$  para cumplir con la norma recomendada, el cual obtenemos por una simple regla de tres:



$$E_C = \frac{E_P \cdot q_{tr}}{q_{trreal}} \quad (40)$$

Donde:

$E_C$  – posición donde hay que establecer el radio de la manivela, en este dispositivo se establecen marcas que en algunas está entre 1 y 12.

$E_p$  – posición donde se estableció el radio de la manivela durante la prueba.

Si el número calculado sobrepasa, las posibilidades de la posición de la manivela, por ejemplo: si fuera 12 y  $E_c$  da 14, entonces significa que hay que disminuir la velocidad de trabajo, la cual se puede determinar:

$$v = \frac{600 \cdot q_{t \text{ real}}}{B \cdot N}, \text{ km/h} \quad (41)$$

La otra variante es comenzar por determinar la velocidad de trabajo a partir de una  $q_{tr}$  establecida en la máquina, la cual se puede determinar de forma práctica o por la fórmula 35. Si la velocidad excede los 10 km/h, hay que disminuir la descarga que se obtiene con un menor radio de la manivela.

#### **FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO DE LAS DISTRIBUIDORAS DE ABONO ORGÁNICO**

Para la comprobación se parte de la fórmula:

$$N = \frac{10^4 Q}{L \cdot B}, \text{ kg/ha} \quad (42)$$

Donde:

N – norma de aplicación, kg/ha;

Q – cantidad de material esparcido, kg;

L – longitud del campo donde se esparce la cantidad Q, m;

B – ancho de trabajo o de la franja esparcida, m.

Se pesa una determinada cantidad de material a esparcir Q y se deposita y distribuye uniformemente en la tolva de la máquina.

Luego se procede a realizar la pasada de trabajo hasta la descarga completa de la cantidad Q, se mide la longitud en que se efectuó, el ancho de la franja distribuida y el

tiempo en que se realiza. Por la fórmula 42 se determina la norma de aplicación real. Si esta norma no coincide con la ajustada en  $\pm 5\%$ , hay que variar la velocidad del agregado o la descarga del material de la máquina variando la posición del radio de la manivela.

La descarga real de la máquina se puede determinar por la siguiente fórmula:

$$q_{tr \text{ real}} = \frac{Q}{t}, \text{ kg/min} \quad (43)$$

Donde:

t – tiempo en que se descarga la cantidad Q, minutos.

Por las expresiones 40 y 41 se reajusta la descarga o la velocidad de trabajo de la máquina respectivamente, según se decida.

En la práctica es mejor determinar la velocidad de traslación del agregado, pues en la mayoría de los distribuidores de fertilizantes orgánicos, el cambio de la posición del radio de la manivela, que determina el recorrido del transportador, de una marca a otra contigua, cambia la cantidad de material que disemina la máquina de forma sustancial.

## **REGULACIONES DE LAS MÁQUINAS FERTILIZADORAS MINERALES EN LÍNEA ACCIONADAS POR RUEDAS MOTORAS**

### **I- Norma de distribución de fertilizante**

La norma de distribución se ajusta a través de la cantidad de fertilizante que entrega el órgano distribuidor durante una vuelta de la rueda motora de la máquina. La cantidad de fertilizante entregado por cada órgano se puede lograr variando la apertura de salida del fertilizante de la tolva, la velocidad de giro del dispositivo de descarga o ambas combinaciones en algunas de ellas.

### **II- Profundidad de enterramiento del fertilizante**

Se regula variando la posición del enterrador de fertilizante (cincel o escarificador) respecto al bastidor de la máquina por el dispositivo o elemento para ello.

### **III- Distancia de enterramiento del fertilizante de la hilera de plantas**

El ajuste de esta distancia se logra desplazando el enterrador de fertilizante por su soporte en el bastidor de la máquina.

### **IV- Ancho de trabajo**

El ancho de trabajo de la fertilizadora depende de la distancia entre hileras y el número de estas que se fertilizan por la máquina.

## REGULACIÓN DE LA NORMA DE APLICACIÓN DE LAS FERTILIZADORAS EN LÍNEA

Los parámetros que determinan la norma de entrega del fertilizante en las fertilizadoras en línea se relacionan por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{10^4 q_t}{u \cdot D \cdot B}, \text{ kg/ha} \quad (44)$$

Donde:

N – norma de fertilización, kg/ha;

$q_t$  – descarga total de los aparatos distribuidores en una vuelta de la rueda motora, kg;

D – diámetro de la rueda motora, m;

B – ancho de trabajo, m.

El ancho de trabajo se calcula:

$$B = n_h \cdot d_h, \quad (45)$$

Donde:

$n_h$  – número de hileras que se fertilizan en una pasada de trabajo,

$d_h$  – distancia entre hileras, m.

Debido al deslizamiento o patinaje que se manifiestan durante el trabajo, así como a la capa de suelo que se adhiere a las bandas de rodamiento de las ruedas motoras, que accionan los aparatos distribuidores, se hace necesario hacerle una corrección a la norma de fertilización ( $N_C$ ) a aplicar, que considere estos factores, de esta manera:

$$N_C = N \pm N \cdot K, \quad (46)$$

Donde:

K – coeficiente que tiene en cuenta el % de deslizamiento o patinaje así como la capa de suelo que se adhiere a las bandas de rodamiento de las ruedas motoras.

El valor positivo de la fórmula 46 se considera para las ruedas pasivas y el negativo para las activas.

Las ruedas activas se consideran para las fertilizadoras en las cuales sus órganos distribuidores son accionados (a través del sistema de transmisión) por las ruedas motrices del tractor.

Al igual que en las sembradoras en línea a chorrillo, según el principio mecánico que rige la descarga de los aparatos distribuidores, se clasifican en:

A. De capacidad variable y velocidad constante.

Las descarga del aparato distribuidor (q) se regula variando la apertura de salida del fertilizante de la tolva (E) y la relación de transmisión se mantiene constante. En ellas se cumple que:

$$\frac{E}{q} = \text{cte.}$$

B. De velocidad variable y capacidad constante.

Las descarga de fertilizante q, se regula variando el número de revoluciones del órgano de descarga, a través del cambio de la relación de transmisión i entre este y la rueda motora. La apertura de salida del fertilizante se mantiene constante. En estas máquinas se cumple que:

$$i \cdot q = \text{cte.}$$



### C. De velocidad variable y capacidad variable.

La descarga de los aparatos distribuidores se regula tanto por la apertura de salida del fertilizante de la tolva como variando el número de revoluciones del órgano de descarga.

De forma general los procedimientos para el cálculo y ajuste de la norma de fertilización, son similares a los seguidos en las sembradoras en línea a chorrillo.

#### **Procedimiento para regular la norma de aplicación de las fertilizadoras en línea de capacidad variable y velocidad constante**

1. Se comprueba el estado técnico de la fertilizadora y se le realiza el mantenimiento técnico correspondiente.
2. Se comprueba la regulación individual de cada aparato distribuidor, para lo cual se sitúa la palanca del mecanismo dosificador en una determinada posición, igual para todos. Se llenan las tolvas a más de 1/3 de su capacidad. En los conductos de salida del fertilizante se colocan recipientes y se hace girar las ruedas motoras hasta que los distribuidores se llenen de fertilizante, el que cae durante esta acción en los recipientes se retira. Luego se hace una marca en las ruedas motoras para tomarla como referencia, y se hacen girar uniformemente unas 10 vueltas. Se pesa individualmente el fertilizante caído en cada recipiente ( $q_i$ ) y se determina el peso promedio del fertilizante entregado por cada aparato distribuidor ( $Q_{med}$ ), por la siguiente fórmula:

$$\delta = \frac{Q_{med} - q_i}{Q_{med}} \times 100\% , \quad (47)$$

Donde:

$\delta$  – desviación de cada aparato respecto a la magnitud de la media aritmética,

$Q_{med}$  – peso promedio del fertilizante entregado por cada aparato distribuidor,

$q_i$  – peso del fertilizante entregado por cada aparato distribuidor.

Se admite una desviación hasta de un 8% de la cantidad de fertilizante entregado por cada aparato. Si la desviación es superior, hay que revisar y ajustar el órgano donde se produce.

3. Calcular la cantidad de fertilizante que la máquina debe descargar por vuelta o  $n$  vueltas de la rueda motora, de acuerdo a la norma indicada en cada tolva:

$$q_C = \frac{\pi \cdot D \cdot B \cdot N_C \cdot n}{10^4 \cdot n_{tolv}} , \text{ kg/n vueltas} \quad (48)$$

Donde:

$q_C$  – cantidad de fertilizante que debe descargar cada tolva en  $n$  vueltas de la rueda motora, kg;

$D$  – diámetro de la rueda motora, m;

$B$  – ancho de trabajo de la máquina, m (se calcula por la fórmula 45);

$n$  – número de vueltas de la rueda motora;

$n_{Tolv}$  - número de tolvas de la fertilizadora;

$N_C$ - norma de fertilización corregida, kg/ha. Esta se calcula por la fórmula 46, utilizando el signo negativo para las pasivas.

4. Montar la fertilizadora sobre soportes, colocar el o los recipientes en el conducto de salida del fertilizante de la tolva. Añadir a esta, una cantidad superior a 1/3 de su capacidad. Hacer girar la rueda motora hasta que el aparato distribuidor se llene de fertilizante, si cae alguna cantidad en el recipiente, se retira.
5. Situar la palanca del dosificador en una posición determinada de la escala  $E_P$ .
6. Hacer una marca en la rueda motora que sirva como guía y luego hacerla girar uniformemente  $n$  veces, según las fijadas para calcular  $q_C$ . (de 30 a 50 vueltas),
7. Pesár el fertilizante vertido en el recipiente en las  $n$  vueltas establecidas ( $q_P$ ) y comparar la cantidad obtenida con la calculada  $q_C$ . Si existen diferencias en un  $\pm 8$  % del valor calculado, hay que cambiar la posición de la palanca en la escala graduada del mecanismo dosificador.
8. Calcular la posición de la palanca en la escala graduada del mecanismo dosificador ( $E_C$ ), si  $q_P$   
 $G \pm 8 \% q_C$ :

$$E_C = \frac{E_P \cdot q_C}{q_P}, \quad (49)$$

La palanca se coloca en la posición  $E_C$  de la escala graduada del mecanismo dosificador.

## FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO

Para la comprobación en el campo se utiliza la siguiente fórmula:

$$N = \frac{10^4 Q_C}{L \cdot B}, \text{ kg/ha} \quad (50)$$

Donde:

N – norma de fertilización, kg/ha;

$Q_C$  – cantidad de fertilizante distribuido, kg;

L – longitud de la pasada donde se descarga la cantidad  $Q_C$ , m;

B – ancho de trabajo de la fertilizadora, m.

### Procedimiento a seguir:

1. Determinar la cantidad la cantidad de fertilizante que debe descargar la máquina en una longitud de la pasada L, despejando de la expresión 50 queda:

$$Q_C = \frac{N \cdot L \cdot B}{10^4}, \text{ kg} \quad (51)$$

Para saber la cantidad a depositar en cada tolva, se divide  $Q_C$  entre el número de tolvas.

2. Medir y marcar con estacas, la longitud L de la pasada de prueba.
3. Añadir a la tolva el doble de la cantidad  $Q_C$  y comenzar la aplicación enfrente de la primera estaca y detenerla a la altura de la segunda.
4. Vaciar todo el fertilizante que quedó en las tolvas, pesarlo y restarlo al peso total añadido ( $2Q_C$ ), el valor obtenido corresponde a la descarga real realizada  $Q_r$ .

5. Comparar el valor  $Q_r$  con el  $Q_c$  y si  $Q_r$  no está en el intervalo de  $\pm 8\%$  del valor de  $Q_c$ , hay que ajustar de nuevo la descarga de los aparatos distribuidores por una nueva posición de la palanca  $E_{CN}$ .
6. Para determinar la posición adecuada de la palanca en la escala  $E_{CN}$ :

$$E_{CN} = \frac{E_c \cdot Q_c}{Q_r}, \quad (52)$$

Donde:

$E_c$ - posición de la palanca en la escala determinada durante la fase de parqueo,

$E_{CN}$ - posición a colocar la palanca en la escala graduada.

Otro método a emplear, puede ser añadir una cantidad  $Q$  conocida de fertilizante en las tolvas y determinar la longitud en que debe ser esparcido:

$$L = \frac{10 \cdot Q}{N \cdot B}, \text{ m} \quad (53)$$

Se determina en el campo la longitud real en la cual se distribuyó la cantidad  $Q$  y si es mayor o menor a un  $\pm 8\%$  de la longitud  $L$  calculada, hay que ajustar la posición de la palanca por los procedimientos conocidos.

### **Procedimiento para regular la norma de aplicación en las fertilizadoras en línea del tipo de capacidad constante y velocidad variable**

Se procede de forma similar a la anteriormente explicada. Se realizan los mismos pasos de 1 al 4 que en la fertilizadora anteriormente explicada, con la excepción de que en estas lo que se ajusta es la relación de transmisión y no la posición de la palanca del mecanismo dosificador.

Luego se colocan los piñones intercambiables según lo permita el diseño estructural del esquema cinemático y se calcula la relación de transmisión, la cual corresponderá a la de prueba  $i_P$ :

$$i = \frac{\text{producto de } Z \text{ conducidos}}{\text{producto de } Z \text{ conductores}} \quad (54)$$

En los siguientes pasos se procede de igual forma que en los pasos 6 y 7 de lo explicado para las anteriores tipos de fertilizadoras.

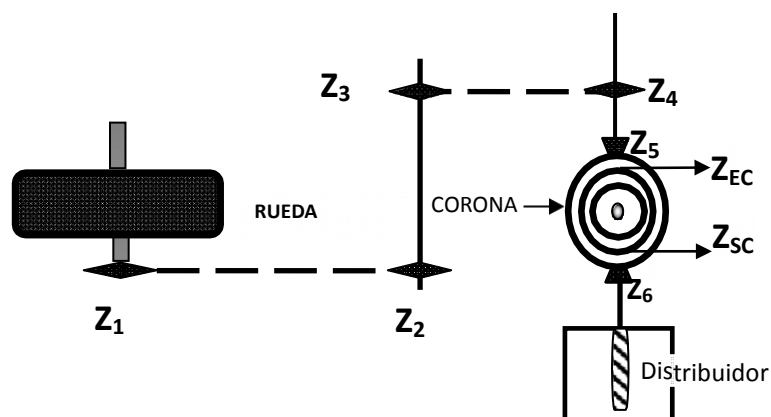
Si  $q_P \pm 8 \% q_C$  entonces hay que calcular la relación de transmisión  $i_C$  a establecer y el número de dientes de los piñones intercambiables que la garantizan en el sistema de transmisión:

$$i_P \cdot q_P = i_C \cdot q_C, \quad i_C = \frac{i_P \cdot q_P}{q_C}, \quad (55)$$

$$i_C = \frac{\text{producto de } Z \text{ conducidos}}{\text{producto de } Z \text{ conductores}}$$

Para calcular el número de dientes de los piñones a instalar, es necesario el conocimiento del esquema cinemático del sistema de transmisión de la máquina fertilizadora que se regula.

Ejemplo:



En este ejemplo el sistema de transmisión es accionado por la rueda motriz del tractor por lo que:

$$N_c = N - N [K_1 (\% \text{ de patinaje}) - K_2 (\% \text{ Ipar})]$$

\$K\_1\$ - % de patinaje de patinaje de la rueda del tractor en fracciones,

\$K\_2\$ - % de incremento del diámetro de la rueda por el suelo adherido a la banda de rodamiento en fracciones.

En este caso \$Z\_1\$ tiene posibilidades de que se coloquen 2 piñones con diferentes números de dientes y los piñones \$Z\_5\$ y \$Z\_6\$ tienen la posibilidad de colocarse en 3 posiciones de la corona dentada, cada una con distintos números de dientes (20, 30 y 40). Los piñones \$Z\_5\$ y \$Z\_6\$ tienen el mismo número de dientes.

$$i_c = \frac{Z_2 \cdot Z_4 \cdot Z_{EC} \cdot Z_6}{Z_1 \cdot Z_3 \cdot Z_5 \cdot Z_{SC}}, \text{ como } Z_5 \text{ y } Z_6 \text{ son iguales se simplifican.}$$

Determinamos la posición de los piñones \$Z\_5\$ en \$Z\_{EC}\$ y \$Z\_6\$ en \$Z\_{SC}\$ en las hileras de la corona dentada:

$$\frac{Z_{EC}}{Z_{SC}} = \frac{i_c \cdot Z_1 \cdot Z_3}{Z_2 \cdot Z_4} \quad (56)$$

Como las hileras de la corona son de 20, 30 y 40 dientes, elaboramos la siguiente tabla:

$Z_{SC}$ \ $Z_{EC}$	20	30	40
20	1	1,15	2
30	<u>0,66</u>	1	1,33
40	0,5	0,75	1

Con el valor calculado de  $Z_{EC}/Z_{SC}$  se va a la anterior tabla y en su interior buscamos un valor igual o el más aproximado, por ejemplo: si el valor obtenido es 0,64, al que más se aproxima en la tabla es al 0,66, por tanto, el piñón  $Z_5$  lo colocamos en la hilera de 20 y el  $Z_6$  en la de 30 dientes de la corona.

Si en los valores del interior de la tabla, no existe ninguno igual o aproximado al valor calculado  $Z_{EC}/Z_{SC}$ , debemos entonces cambiar el número de dientes del piñón  $Z_1$  y sustituirlo en la fórmula 56 y recalcular el valor de  $Z_{EC}/Z_{SC}$  y de nuevo ir a la tabla y hacer el mismo procedimiento anterior. De no existir tampoco en este caso, ninguno valor igual o aproximado, significa que la máquina no puede aplicar la norma de aplicación dada.

#### FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO EN LAS FERTILIZADORAS DE VELOCIDAD VARIABLE

Se efectúan los pasos del 1 al 5 de igual forma a lo explicado anteriormente en las fertilizadoras de capacidad variable.



Si  $Q_r \in \pm 8 \% Q_C$ , hay que ajustar la descarga de los distribuidores variando la relación de transmisión a través del número de dientes de los piñones intercambiables:

$$i_C \cdot Q_r = i_{CN} \cdot Q_C,$$
$$i_{CN} = \frac{i_C \cdot Q_r}{Q_C} \quad (57)$$

Donde:

$i_{CN}$  – relación de transmisión a establecer para cumplir con la norma recomendada,

$$i_{CN} = \frac{\text{producto de } Z \text{ conducidos}}{\text{producto de } Z \text{ conductores}}$$

$i_C$  – relación de transmisión establecida en la máquina en la fase de parqueo.

## **REGULACIÓN DE LAS MÁQUINAS FERTILIZADORAS A VOLEO**

La principal regulación tecnológica que se le efectúa a estas fertilizadoras es la norma de aplicación, que se consigue variando la cantidad de fertilizante que entrega el órgano de descarga y la velocidad de traslación de la máquina.

El órgano de descarga de estas fertilizadoras puede ser accionado por el ATF del tractor o por las ruedas motoras de la máquina.

Cuando el órgano de descarga es accionado por el ATF del tractor, la regulación de la norma aplicación se logra de igual manera que las distribuidoras de fertilizantes orgánicos.

Cuando es accionado por ruedas motoras, la descarga de fertilizante se obtiene variando la relación de transmisión y la apertura de salida del fertilizante de la tolva por medio de una compuerta dosificadora. En este tipo de máquina el ancho de trabajo se consigue regular con la instalación de los protectores contra el viento.

## **REGULACIÓN DE LA NORMA DE APLICACIÓN EN LAS FERTILIZADORAS A VOLEO**

Si el órgano de descarga es accionado por el ATF del tractor, se utiliza el mismo procedimiento para regular la norma de fertilización que el utilizado en las sembradoras a voleo.

Existen máquinas fertilizadoras a voleo en las cuales el órgano de descarga es accionado por las ruedas motrices de la misma, y la cantidad de fertilizante que descarga, es regulado tanto por la apertura de una compuerta como variando la relación de transmisión entre estos.

Normalmente estas máquinas se equipan con tablas fijadas en la tolva o en los manuales de explotación de las mismas, que permiten a partir de una norma N a aplicar, escoger la relación de transmisión y la apertura de la compuerta a establecer.

No obstante a ello, se puede ajustar en la fase de parqueo por el siguiente procedimiento:

1. Calcular la descarga de fertilizante ( $q_C$ ) que debe efectuar la máquina en una o n vuelta de la rueda motora para norma dada.

$$q_C = \frac{\pi \cdot D \cdot B \cdot N_C \cdot n}{10^4}, \text{ kg/n vueltas} \quad (58)$$

Donde:

D – diámetro de la rueda motora, m;

B – ancho de la franja distribuida de de fertilizante, m;

$N_C$  – norma de aplicación corregida, kg/ha;

$$N_C = N + NK$$

K - % de deslizamiento y de la capa de suelo adherida a la rueda, fracciones;

n – número de vueltas de la rueda motora, unidades.

2. Calcular las relaciones de transmisión  $i_n$  que se pueden obtener según las posibilidades que permite el sistema de transmisión de la máquina.

$$i_n = \frac{\text{producto de } D_n \text{ ó } Z_n \text{ conducidos}}{\text{producto de } D_n \text{ ó } Z_n \text{ conductores}} \quad (59)$$

Donde:

$D_n$  ó  $Z_n$  – diámetro de las ruedas y número de dientes de los piñones.

3. Se añade una determinada cantidad de fertilizante en la tolva y se distribuye uniformemente en la misma, se fija una determinada relación de transmisión  $i_P$  (de los  $i_n$  calculados), así como una determinada apertura de la compuerta dosificadora en un número  $E_P$  de la escala graduada, se coloca una lona debajo del área de descarga del transportador. Se suspende la máquina con ayuda de soportes, se marca con una tiza un punto de referencia en la rueda motora y otro en el bastidor para precisar el número de vueltas de la misma. Luego se hace girar varias veces hasta que el fertilizante caiga uniformemente sobre la lona, esta cantidad se retira. Tomando en cuenta las marcas realizadas, se hace girar la rueda motora las  $n$  veces establecidas en el cálculo de  $q_C$ . El fertilizante vertido sobre la lona se pesa el cual corresponde al valor de  $q_P$  en la relación de transmisión  $i_P$  y la posición de la compuerta dosificadora en un número de la escala  $E_P$  establecidos.
4. Se compara el valor de  $q_P$  con el de  $q_C$  y si el primero no está en el intervalo de  $\pm \%X$  de  $q_C$ , hay que establecer otra relación de transmisión  $i$  y/o situar la compuerta en otra posición  $E_C$ . Normalmente en estas máquinas es mucho más amplio la variación de la apertura de la compuerta dosificadora que de la relación de transmisión, por ello partimos del cálculo de la segunda y luego establecemos la primera:

$$i_C = \frac{i_P \cdot q_P}{q_C} \quad (60)$$

En el sistema de transmisión de la máquina establecemos la  $i_n$  calculada en el paso 2 que coincida con la  $i_c$  calculada o la que más se aproxime a ésta.

Si la  $i_c$  calculada coincide plenamente con una de las  $i_n$  determinadas en el paso 2, se deja la misma apertura de la compuerta, de lo contrario, se hace necesario calcular la nueva posición  $E_c$  de la compuerta para la  $i_n$  establecida.

Se establece la  $i_n$  escogida en la máquina para una determinada apertura de la compuerta  $E_p$ , se hace girar la rueda motora las  $n$  veces establecidas en el cálculo de  $q_c$ , se pesa el fertilizante vertido, el cual corresponde a  $q_p$ , luego se aplica la siguiente fórmula para determinar el número de la escala donde hay que situar la compuerta dosificadora:

$$E_c = \frac{E_p \cdot q_c}{q_p} \quad (61)$$

No obstante, si la  $i_c$  calculada a la que más se aproxima es a la  $i_p$ , se deja esta misma y se determina  $E_c$  partiendo de la  $E_p$  y  $q_p$  obtenidos inicialmente.

#### **FASE DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO DE LAS FERTILIZADORAS A VOLEO ACCIONADAS POR RUEDAS MOTORAS**

Se utiliza para ello, la fórmula ya conocida:

$$N = \frac{10^4 Q}{L \cdot B}, \text{ kg/ha}$$

Se procede de la siguiente forma:

- Se determina el peso del fertilizante  $Q$  que se va a depositar en la tolva.
- Calcular la longitud  $L$  que debe recorrer la máquina para la descarga de la cantidad  $Q$ :

$$L = \frac{10^4 \cdot Q}{N \cdot B}, \text{ m} \quad (62)$$

- Trabajar con el agregado hasta que se descargue totalmente la cantidad  $Q$  de fertilizante depositado en la tolva y medir la longitud de la pasada en que se descarga.
- Comparar la longitud calculada con la medición realizada en el campo, si no coinciden, es necesario ajustar de nuevo la descarga de la máquina por los procedimientos explicados anteriormente.

#### **PRINCIPALES DEFICIENCIAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN EL TRABAJO DE LAS FERTILIZADORAS**

- La materia orgánica no se distribuye uniformemente en la superficie del suelo.

Puede ocurrir cuando el material no está desmenuzado adecuadamente, no está distribuido de forma uniforme en la tolva o hay daño en algunos de los elementos del transportador de descarga de la máquina.

- En las distribuidoras de fertilizantes a voleo no se esparce de forma uniforme el abono en el campo

Puede ser causado por:

- El fertilizante se encuentra apelmazado,

- El fertilizante no está distribuido uniformemente en la tolva,
  - Mal regulado los divisores que guían el fertilizante hacia los discos distribuidores, están deformados o faltan en los mismos,
  - Irregularidad en la velocidad de trabajo de la máquina en las que son accionadas por el ATF del tractor,
  - Están deformados o faltan canales o listones en los discos centrífugos,
  - Los discos centrífugos están deformados, giran con irregularidad o patinan debido a una inadecuada tensión de las correas.
- Durante la marcha de trabajo de la fertilizadora uno o varios aparatos distribuidores, no entregan fertilizante.
- Puede ser causado por:
- Fertilizante apelmazado o con impurezas,
  - No funciona el órgano de descarga del aparato distribuidor,
  - Conductos de salida de fertilizantes obstruidos.
- Caída excesiva de fertilizantes fuera de las tolvas.
- Puede ser causado por la excesiva holgura entre el fondo del platillo y los discos diseminadores, mal ajuste de la tolva en la estructura del aparato distribuidor y otros excesivos huelgos en los elementos que lo componen.

## **PRINCIPALES REQUISITOS AGROTÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS DE LAS MÁQUINAS FERTILIZADORAS**

- a) El fertilizante debe ser distribuido uniformemente, según la norma establecida, a la profundidad y a la distancia de las plantas recomendados, en la superficie del campo o de las hileras, según sea el tipo. De forma general, para los fertilizantes minerales, la desviación en la cantidad de fertilizantes distribuidos por hileras no debe exceder del 8 %.
- b) Las máquinas deben distribuir la cantidad conveniente de fertilizantes independientemente del grado de humedad o propiedades físico – mecánicas de los mismos y poseer una amplia gama de regulación de la cantidad de fertilizantes que se aplican por unidad de superficie.
- c) El fertilizante debe de estar correctamente desmenuzado y con el grado de humedad óptimo. Cuando los fertilizantes están almacenados se apelmazan, por lo que es necesario antes de aplicarlos, triturarlos y cernirlos con una criba u otro elemento según sea el tipo.
- d) El agregado debe marchar a una velocidad uniforme durante todo el trabajo.
- e) La máquina debe de estar en un estado técnico óptimo.
- f) El campo debe de estar correctamente preparado y el suelo con una humedad óptima.
- g) Después del trabajo hay que lavar bien la máquina y separar todo el fertilizante que quede en las tolvas y en las holguras entre las piezas acopladas o



articuladas para evitar la corrosión y la formación de costras en las piezas.

### **CONTROL DE LA CALIDAD DEL TRABAJO DE LAS FERTILIZADORAS**

Se realiza al inicio del trabajo según los procedimientos explicados en el ajuste y regulación de la norma de entrega en las condiciones de campo y luego al menos dos veces en el turno.

Se observa el grado de uniformidad con que se distribuye el fertilizante y las demás deficiencias que se presentan durante el trabajo y se eliminan las causas que originan los defectos.

## PROBLEMAS RESUELTOS Y PROPUESTOS

Regular la fertilizadora X para aplicar una norma a razón de 250 kg/ha a un campo de maíz sembrado a 70X25 cm. La máquina fertilizadora en línea de capacidad variable trabajará con 6 órganos de trabajo y posee 6 tolvas con capacidad de 24 kg cada una. La rueda motora tiene un diámetro de 40 cm y se la prevé un deslizamiento junto a la faja de tierra adherida de un 3 %.

Durante la prueba de parqueo en 40 vueltas de la rueda motora, un órgano distribuidor (tolva) entregó 0,7 kg con la palanca del mecanismo dosificador en la escala 24. (Las divisiones de la escala varían de 0 a 35).

### Solución

#### Datos

N=250 kg/ha

$d_h = 70$  cm

$l = 25$  cm

$n_{org} = 6$

$V_{Tolv} = 24$  kg

D=40 cm

% desliz. =3

$q_{P1org} = 0,7$

kg/40

vueltas

$E_p = 24$

E= 0 a 35

$$q_{C1org} = \frac{\pi \cdot D \cdot B \cdot N_C \cdot 40}{10000 \cdot 6}$$
$$B = d_{org} \cdot d_h = 6 \cdot 0,7 = 4,2 \text{ m}$$
$$N_C = N + N \cdot K = 250 + 250 \cdot 0,03 = 257,5 \text{ kg/ha}$$
$$q_{C1org} = \frac{3,14 \cdot 0,4 \cdot 4,2 \cdot 257,5 \cdot 40}{10000 \cdot 6} = 0,905 \frac{\text{kg}}{40v}$$
$$E_C = \frac{E_p \cdot q_{C1org}}{q_{P1org}} = \frac{24 \cdot 0,905}{0,7} = 31$$

La palanca del mecanismo dosificador hay que colocarla en la división 31 de la escala graduada para cumplir con la norma de 250 kg/ha.

### Problema propuesto

Regular la fertilizadora anterior para aplicar una norma de 100 kg/ha considerando iguales los demás parámetros dados anteriormente y determinar en cuantos pases se debe descargar la máquina, si los campos tienen una

longitud de 400 metros, así como la distancia a colocar los puntos de abastecimiento.

### **Problema propuesto**

Regular la norma de fertilización a razón de 130 kg/ha en el cultivador fertilizador CIMA F-350 que es del tipo de velocidad variable y capacidad constante. Su sistema de transmisión es accionado a través de una estrella dentada que se coloca en la rueda izquierda del tractor. El tractor utilizado será un yunz-6M. Se irán cultivando y fertilizando 2 hileras completas separadas a una distancia de 160 cm. La máquina cuenta con 2 tolvas, cada una con una capacidad de 140 dm<sup>3</sup>. Se aplicará sal de potasio con una densidad de 1000 kg/m<sup>3</sup>, se considerará un 10 % de patinaje de las ruedas del tractor. Investigue los demás elementos o parámetros para regular la fertilizadora y determine la cantidad de fertilizante necesario para aplicar a 2 caballerías, así como la distancia de los puntos de abastecimiento si los campos tienen una longitud de 495 m.

### **Problema resuelto**

Regular en una distribuidora de fertilizante orgánico X la aplicación de estiércol semicompuesto a razón de 10 t/ha. El ancho de esparcimiento del material es de 3,5 m. la tolva tiene una capacidad de 4 t. según su diseño la máquina se puede desplazar hasta 10 km/h y el radio de la manivela se puede situar hasta en 12 posiciones. La máquina puede aplicar normas de 5 a 50 t/ha. En la prueba de parqueo se determinó que cuando el radio de la manivela estaba en la posición 4, la máquina entregó 466,6 kg/min. Según las condiciones del terreno el tractor se desplazará a 6 km/h. Calcule además, la cantidad de estiércol para aplicar a 20 ha y la distancia que hay que colocar los puntos de abastecimiento si los campos tienen una longitud de 400 m.

## Solución

### Datos

N=10 t/ha

B=3,5 m

C<sub>Tolva</sub>= 4 t =Q

E<sub>p</sub>= 4

w<sub>p</sub>=466,6 kg/min

v= 6 km/h

Área: 20 ha

L=400 m

$$w_C = \frac{N \cdot B \cdot r}{600} = \frac{10000 \cdot 3,5 \cdot 6}{600} = 350 \text{ kg/min}$$

Como  $w_C \neq w_P$  hay que calcular la posición correcta del radio de la manivela:

$$E_C = \frac{w_C \cdot E_P}{w_P} = \frac{350 \cdot 4}{466,6} = 3$$

Para cumplir con la norma, el radio de la manivela se debe poner en la posición 3.

Para determinar la cantidad de estiércol que se lleva las 20 ha se hace por una simple regla de tres:

1 ha ----- 10 t

20 ha ----- C<sub>ha</sub>

$$C_{ha} = \frac{20 \cdot 10}{1} = 200 \text{ t}$$

Se necesitan 200 t de estiércol para aplicar a las 20 ha.

Para determinar la distancia a colocar los puntos de abastecimiento, primero se halla en cuantos pases se descarga la máquina:

$$N_{pases} = \frac{10^4 \cdot Q}{N \cdot B \cdot L} = \frac{10000 \cdot 4000}{10000 \cdot 3,5 \cdot 400} = 2,85 = 3$$

Se descarga casi en 3 pases, desde el punto de vista práctico no es conveniente que antes que llegue al final se descargue, pues se pierde tiempo y uniformidad en la distribución. En este caso se puede añadir a la tolva la cantidad exacta para que llegue al final de la pasada, para determinarla, redondeamos a 3 el número de pases y con ello determinamos la cantidad Q en la tolva:

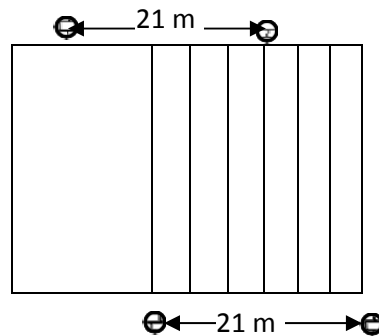
$$Q = \frac{N_{pases} \cdot N \cdot B \cdot L}{10000} = \frac{3 \cdot 10000 \cdot 3,5 \cdot 400}{10000} = 4200 \text{ kg} \\ = 4,2 \text{ t}$$

Es necesario añadir a la tolva 0,2 t más para completar los 3 pases completos.

Para determinar la distancia de los puntos de abastecimiento, como el número de pases es impar, se debe colocar en ambos lados del campo:

$$l_z = \frac{10^4 \cdot Q \cdot 2}{N \cdot I} = \frac{10000 \cdot 4,2 \cdot 2}{10000 \cdot 400} = 21 \text{ m}$$

Los puntos de abastecimiento se deben colocar a 21 m a ambos lados del campo.



### Problema propuesto

Regular la máquina distribuidora de materia orgánica anterior para la misma norma de distribución, el peso volumétrico del estiércol semicompuesto es de  $600 \text{ kg/m}^3$ , en este caso el terreno tiene las condiciones para que el agregado se desplace a la máxima velocidad permitida. El ancho de la tolva es de 1,25 m, el largo de 2,95 m y el alto de 1,15 m. Determine también si el alto de la caja de la tolva para las 4,2 t que debe transportar lo permite. Los demás datos necesarios están relacionados en el problema anterior.

**Problema propuesto**

Al comprobar la norma de aplicación que se realiza con una fertilizadora del tipo de capacidad variable y velocidad constante, se observa que a cada una de las 6 tolvas se le depositan 24 kg de fertilizante, la palanca del dosificador estaba en la escala 26,5. La norma a aplicar es de 250 kg/ha y se iban fertilizando 6 hileras completas separadas a 70 cm. Los campos tienen un largo de 200 m. la máquina se descargaba completamente e 8 pases. ¿Está correctamente ajustada la norma de fertilización, si está permitido que varíe en  $\pm 3\%$ , de no estarla, determine en que número de la escala hay que colocar la palanca del dosificador.

**Problema propuesto**

Comprobar la norma de aplicación de un distribuidor de materia orgánica que se justó para aplicar 30 t/ha. El ancho de la franja de distribución es de 3,5 m y a la tolva se le añadían 4 t de estiércol. El agregado se mueve a 6 km/h. El campo tiene una longitud de 400 m y la máquina se descargaba en 4 pases con el radio de la manivela colocado en la posición 2. De no estar correctamente regulada, determine la posición correcta del radio de la manivela.

## **CAPÍTULO III**

### **REGULACIONES DE LAS MÁQUINAS FITOSANITARIAS O PARA LA PROTECCIÓN DE PLANTAS**

Para explicar las principales regulaciones que se le realizan a las máquinas fitosanitarias se tendrá en cuenta su clasificación por el estado del material o producto que se aplica: líquido y sólido.

#### **REGULACIÓN DE LAS PULVERIZADORAS LÍQUIDAS**

##### **I- Norma o volumen de aplicación (solución final)**

Esta regulación es conocida como calibración y se ajustan los siguientes parámetros de la máquina:

- a) Ajuste del gasto o descarga total de las boquillas de la pulverizadora.

Se logra ajustando el gasto de una boquilla y el número de ellas en la máquina.

El gasto de una boquilla depende del diámetro del orificio de salida del disco que se utilice y la presión de trabajo de la máquina.

La presión de trabajo de la pulverizadora se ajusta a través del regulador de presión la cual se registra en el manómetro de presión dispuesto para tal objetivo.

El número de boquillas que se pueden instalar en la pulverizadora, según el gasto individual que posean, va a depender del rendimiento o caudal de entrega que tenga la bomba. El gasto total de las boquillas debe ser igual o menor al caudal de entrega de la bomba.

b) Ancho de trabajo de la pulverizadora.

Se ajusta por la separación y el número de boquillas que se instalan en la máquina o por el número de hileras del cultivo que se tratan durante la aspersión.

c) Velocidad de trabajo.

La velocidad de trabajo se establece según el grado de marcha fijado en el tractor. La velocidad de traslación puede establecerse inicialmente y luego determinar el gasto total que debe tener la máquina para cumplir la norma de aplicación recomendada o para un gasto total establecido, determinar la velocidad de trabajo.

En las pulverizadoras de chorro transportado la velocidad de trabajo está sujeta al volumen o caudal del flujo de aire que entrega el ventilador en ellas instalado, así como a la altura de las plantas y la distancia entre hileras de estas.

## **II- Altura de las boquillas del suelo**

La altura de las boquillas del suelo debe garantizar una cubierta uniforme con algún grado de solapamiento de los chorros. En dependencia del valor de la altura de estas, se puede obtener una cubierta sencilla uniforme o una cubierta doble uniforme. Esta última es cuando se logra un solapamiento total de los chorros.

La altura de las boquillas desde el orificio de salida del líquido hasta el suelo depende de la distancia de separación de éstas, el grado de solapamiento de los chorros de ellas y el ángulo del cono que posean según sus características constructivas.



## **CALCULO Y AJUSTE DE LA NORMA O VOLUMEN DE APLICACIÓN (CALIBRACIÓN) DE LAS MAQUINAS PULVERIZADORAS O ASPERJADORAS DE CHORRO PROYECTADO**

La calibración se entiende como el proceso de ajuste, regulación y comprobación de las máquinas fitosanitarias para que apliquen una determinada cantidad de productos químicos o biológicos, puros o mezclados con agua, por unidad de superficie.

Los parámetros de estas máquinas implicados en la calibración están relacionados por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{f \cdot q_{\text{tot}}}{B \cdot v} \quad \text{L/ha} \quad (63)$$

Donde:

N – norma o volumen de aplicación (solución final), L/ha;

$q_{\text{tot}}$  – gasto o descarga total de la pulverizadora, L/min;

Se puede calcular:

$$q_{\text{tot}} = n_{\text{boq}} \cdot q_{1\text{boq}}, \quad \text{L/min} \quad (64)$$

Donde:

$n_{\text{boq}}$  - número de boquillas en la máquina,

$q_{1\text{boq}}$  - descarga o gasto de una boquilla, L/min.

La descarga o gasto de una boquilla depende del diámetro del orificio de salida del disco y de la presión de trabajo.

B – ancho de trabajo de la pulverizadora, m;

Se determina según el esquema de distribución de las boquillas y el tipo de máquina.

Cuando se trata de cultivos sembrados entre hileras puede calcularse:

$$B = n_h \cdot d_h, \quad m \quad (65)$$

Donde:

$n_h$  - número de hileras que se tratan en una pasada,

$d_h$  - distancia entre hileras, m.

Cuando se trata de pastos o similares o aplicación total:

$$B = n_{boq} \cdot d_{boq}, \quad m \quad (66)$$

Donde:

$n_{boq}$  - número de boquillas instaladas en la máquina,

$d_{boq}$  - distancia entre boquillas, m.

$v$  – velocidad de trabajo, km/h o m/min.

La velocidad de trabajo se establece o determina según el estado del terreno, tipo de tractor y las exigencias del tratamiento. Siempre se debe seleccionar la mayor velocidad posible con el objetivo de lograr una mayor productividad. La mayoría de los trabajos se realizan entre 5,4 y 10,8 km/h. En algunos manuales de explotación de las pulverizadoras, se recomienda la velocidad de trabajo a utilizar para determinados gastos y tipos de boquillas.

$f$ - factor de conversión, si la velocidad se da en km/h,  $f = 600$  y si es en m/min  $f = 10000$ .

De la expresión 63 se infiere que el ajuste de la norma de aplicación, se puede lograr variando el gasto o descarga total, el ancho de trabajo y la velocidad de traslación del agregado.

A partir de lo anterior, se pueden utilizar distintos métodos de calibración, algunos de los cuales se describirán a continuación:

**A) Método de determinación del tipo de boquilla y presión de trabajo.**

- Determinar la descarga o gasto total de la máquina para aplicar una norma N.

$$q_{\text{tot}} = \frac{N \cdot B \cdot v}{f}, \text{ L/min} \quad (67)$$

Se determina B por las expresiones 65 ó 66, según corresponda.

Se establece una velocidad de trabajo  $v$  según los aspectos antes explicados.

- Selección del tipo de boquilla (diámetro del orificio de salida del disco) y la presión de trabajo.

- Determinación del gasto de una boquilla:

$$q_{1\text{boq}} = \frac{q_{\text{tot}}}{n_{\text{boq}}}, \text{ L/min} \quad (68)$$

Con el valor calculado del gasto de una boquilla se va a la tabla de tipos y gastos de boquillas y se selecciona uno igual o el más próximo al calculado según el producto a aplicar. Una vez localizado, hacia la izquierda en la primera columna, se selecciona el tipo de boquilla y diámetro del orificio de salida del disco y hacia arriba la presión de trabajo.

- Montaje y comprobación.

Se montan las boquillas seleccionadas y se añade al tanque una determinada cantidad de agua. Luego se pone el motor del tractor en funcionamiento y se acopla el ATF haciéndolo girar a sus RPM nominales.

A través del regulador de presión, se ajusta la presión de trabajo observándola en el manómetro. Se comprueba el funcionamiento del agitador y el retorno al tanque, se eliminan los salideros y se observa la fragmentación del líquido por las boquillas y su estabilidad en la entrega.

Se comprueba la uniformidad del gasto de las boquillas por el siguiente procedimiento:

- Con el ATF trabajando a las RPM nominales, se recoge en probetas u otro recipiente calibrado, el líquido entregado por cada boquilla durante 3 minutos.
- Se divide la cantidad de líquido entregado por cada boquilla entre tres, con lo cual se obtiene el gasto real de cada boquilla ( $q_{i\text{ boq real}}$ ).
- Sumamos el gasto real de todas las boquillas obteniendo el gasto o descarga total de la máquina ( $q_{\text{tot}}$ ), este valor lo dividimos entre el número de boquillas y obtenemos el gasto promedio de cada boquilla ( $\bar{q}_{1\text{boq}}$ ).
- Comprobamos que el gasto real de cada boquilla esté en el intervalo de  $\pm 5\%$  del gasto medio de las boquillas.

$$q_{1\text{boq}} = 0,05q_{1\text{boq}} \leq q_{i\text{ boq real}} \leq q_{1\text{boq}} + 0,05q_{1\text{boq}} \quad (69)$$

Donde:

$\bar{q}_{1\text{boq}}$  - gasto medio de una boquilla, L/min;

$q_{i\text{ boq real}}$  - gasto real de cada boquilla, L/min.

La boquilla cuyo gasto se encuentre fuera de este intervalo, deberá ser cambiada, pues afecta la uniformidad de la distribución.

- Comprobación en el campo.

- Determinación de la velocidad de trabajo real.

Se conecta en la caja de cambios del tractor la velocidad seleccionada, luego de haber marcado en el campo una determinada longitud  $L$  en m. Se recorre este espacio y se mide el tiempo en que se ejecuta ( $t$ ) en minutos.

$$v_r = \frac{L}{t}, \text{ m/min} \quad (70)$$

- El gasto real de la pulverizadora se toma del determinado en la comprobación de la uniformidad de las boquillas, ( $q_{\text{tot real}}$ )
- El ancho de trabajo real se determina según lo explicado anteriormente en las condiciones concretas del campo. ( $B_r$ ).
- Determinación de la norma o volumen de aplicación real de la máquina,  $N_{\text{real}}$ :

$$N_{\text{real}} = \frac{10^4 \cdot q_{\text{tot real}}}{B_r \cdot v_r}, \text{ L/ha} \quad (71)$$

La norma real se compara con la establecida para determinar si se encuentra dentro del intervalo establecido en los requisitos agrotécnicos, pues la norma de aplicación es la que garantiza que exista una proporción adecuada de la mezcla agua-producto a aplicar.

## **B) Método de la velocidad de trabajo.**

Al utilizar este método se parte de que en la máquina están instaladas un determinado tipo de boquilla y número de ellas.

De la fórmula 63 se despeja la velocidad de trabajo para aplicar una determinada norma de aplicación N:

$$v = \frac{f \cdot q_{\text{tot}}}{B \cdot N}, \text{ m/min o km/h} \quad (72)$$

La descarga total se determina según la expresión 64 multiplicando el número de boquillas que se van a instalar en la máquina por la descarga de una boquilla, obtenida en la tabla de tipos y gastos de boquillas o determinándola por los procedimientos antes explicados.

Se determina el ancho de trabajo por la expresión 65 ó 66 según sea el caso.

Con el valor determinado de la velocidad  $v$ , se localiza en el manual de explotación del tractor a utilizar, el grado de marcha de la caja de cambio de velocidades que la garantiza o el más aproximado a ello.

Posteriormente se realizan las mismas operaciones explicadas en el método anterior en las fases de: montaje y comprobación y de comprobación en el campo y se toman las decisiones correspondientes según los resultados obtenidos.

## **C) Método de un minuto.**

Este método aunque puede ser utilizado en cualquier tipo de pulverizadora, es recomendado para las mochilas o motomochilas manuales.

- Se determina el gasto o descarga de la pulverizadora en un minuto o de la boquilla de la mochila para un diámetro dado de la misma. Para ello, en un recipiente graduado se recoge durante un minuto el líquido descargado. Se hacen varias repeticiones para mayor exactitud, se suman estas mediciones y se divide entre las veces que se repite la prueba. El valor obtenido corresponde a  $q_{tot}$ . También este valor puede ser determinado, llenando la mochila con una cantidad conocida, asperjar durante un minuto, luego medir con un recipiente graduado la cantidad que quedó en el tanque y este valor, restárselo a la cantidad inicial. El valor obtenido corresponde a la descarga en un minuto del equipo,  $q_{boq}$ .
- Para determinar la velocidad de trabajo, el hombre (este a una velocidad media que pueda mantener durante toda la jornada) o la máquina se desplazan durante un minuto realizando el proceso de aspersión, y luego se mide la distancia recorrida en este tiempo. El valor obtenido corresponde a la velocidad  $v$  desarrollada en m/min.
- El ancho de trabajo  $B$  se determina multiplicando el número de hileras que se asperja por la distancia entre las mismas en metros, o midiéndola directamente con una cinta métrica.
- Se determina la norma de aplicación por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{10^4 \cdot q_{boq}}{B \cdot v}, \text{ L/min} \quad (73)$$

Donde:

$q_{boq}$  - gasto de la mochila o la máquina, L/min;

B- ancho de la franja que se asperja, m;

v- velocidad de traslación del hombre o la máquina,  
m/min.

#### **D) Método de la tancada.**

Consiste en determinar la superficie que se asperja con un tanque de la máquina, conociendo el gasto total y la velocidad de trabajo de agregado.

Si se divide la capacidad del tanque ( $C_T$ ) entre la superficie en que se distribuye, obtenemos el volumen de aplicación N. La superficie en que se distribuye la capacidad del tanque se determina:

$$X_{sup} = \frac{C_T \cdot B \cdot v}{600 \cdot q_{tot}}, \text{ ha} \quad (74)$$

Donde:

$C_T$ - capacidad del tanque, L;

B- ancho de trabajo, m;

v- velocidad de trabajo, km/h;

$q_{tot}$ - gasto total de la máquina, L/min.

#### **OTROS MÉTODOS DE CALIBRACIÓN Y DE COMPROBACIÓN EN EL CAMPO**

Los procedimientos que se explicarán a continuación tienen su fundamento en la siguiente fórmula:

$$N = \frac{10^4 \cdot Q}{L \cdot B}, \text{ L/min} \quad (75)$$

Donde:

N- norma o volumen de aplicación, L/ha;



Q- cantidad de liquido o mezcla descargada por la máquina, L;

L- longitud de la pasada donde se descarga la cantidad Q, m;

B- ancho de la franja de trabajo, m.

#### MÉTODO DE LOS 100 M

- Determinar la cantidad de liquido Q que debe descargar la máquina en la longitud de 100 m para una norma N o volumen de aplicación recomendada.

$$Q = \frac{N \cdot L \cdot B}{10^4}, L \quad (76)$$

- Llenar el tanque con una determinada cantidad de liquido  $Q_i$ , marcar en el campo la longitud de 100 m y realizar la pasada con la máquina en la velocidad de trabajo seleccionada hasta la marca indicada. Se mide la cantidad de líquido que quedó en el tanque  $Q_f$ . La descarga o gasto real entregado  $Q_r$ , se obtiene restando  $Q_i - Q_f$ . La cantidad  $Q_r$  también se puede determinar con la ayuda de un recipiente graduado rellenando con este el depósito de la máquina hasta la cantidad inicial añadida, marcada inicialmente, si el tanque no había sido llenado hasta su máxima capacidad. Se compara la cantidad  $Q_r$  con la calculada y si no coinciden dentro del intervalo de variabilidad establecido, hay que ajustar la máquina, por la velocidad de trabajo o el gasto de las boquillas.

## MÉTODO DE LA DESCARGA O GASTO

- Determinar la longitud  $L$  en la que se debe descargar una cantidad  $Q$  de líquido o mezcla conocida para una norma de aplicación ajustada  $N$ :

$$L = \frac{10^4 \cdot Q}{N \cdot B}, \text{ m} \quad (77)$$

- Con la ayuda de un recipiente graduado se añade al tanque la cantidad  $Q$  establecida. Se realiza el recorrido de la máquina hasta la descarga total de  $Q$ . Se mide la longitud  $L_r$  en la cual se descargó la cantidad  $Q$  y se compara con la calculada por la fórmula 77 y si no coinciden dentro de un intervalo de variabilidad establecido, hay que ajustar de nuevo la máquina por los parámetros que la determinan, o sea, la velocidad de trabajo o el gasto total de las boquillas.

## CALIBRACIÓN DE LAS PULVERIZADORAS DE CHORRO TRANSPORTADO

En las pulverizadoras de chorro transportado, las cuales utilizan un ventilador para llevar las partículas del líquido o mezcla hasta el follaje del cultivo a través del flujo de aire que producen, la velocidad de trabajo depende de éste, la distancia entre hileras y la altura de las plantas. Lo anterior significa, que la velocidad de trabajo  $v$  de la máquina debe ser tal que permita que llegue al follaje de las plantas, de una determinada altura, la cantidad de partículas requerida debidamente pulverizadas, por ello, está relacionada por la siguiente fórmula:

$$v = \frac{v}{d_h \cdot h_p}, \text{ m/min o km/h} \quad (78)$$

Donde:

v- velocidad de traslación de la máquina, m/min o km/h;

V- volumen del flujo de aire que produce el ventilador, m<sup>3</sup>/min o m<sup>3</sup>/h;

d<sub>h</sub>- distancia entre hileras, m;

h<sub>p</sub>- altura de las plantas, m.

El volumen del flujo de aire que produce el ventilador, es regulable en la mayoría de estas máquinas a través del cambio de su número de revoluciones.

La calibración de este tipo de pulverizadora se efectúa por cualquiera de los métodos utilizados en las de chorro proyectado, pero siempre considerando la dependencia que tiene la velocidad de trabajo con el volumen de aire producido por el ventilador, la altura de las plantas y la distancia entre hileras de estas.

La velocidad de trabajo que se determine o establezca, debe ser igual o menor a la calculada por la fórmula 78.

Sustituyendo y racionalizando la expresión 78 en la 63 y considerando que el ancho de trabajo es igual a la distancia entre hileras, la norma o volumen de aplicación queda:

$$N = \frac{10^4 \cdot q_{tot} \cdot h_p}{V}, \text{ L/ha} \quad (79)$$

Donde:

q<sub>tot</sub>- gasto total de las boquillas de la pulverizadora, L/min;

h<sub>p</sub>- altura de las plantas, m;

V- volumen del flujo de aire que produce el ventilador, m<sup>3</sup>/min.

La diferencia en cuanto a la calibración de la norma o volumen de aplicación de las máquinas de chorro transportado con respecto a las de chorro proyectado, está en que en la primeras está en dependencia del volumen del flujo de aire que entrega el ventilador, que su vez es el que determina la velocidad de traslación del agregado para una altura de las plantas y distancia entre hileras dada.

#### **CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE PRODUCTO A AÑADIR A CADA TANQUE DE LAS PULVERIZADORAS PARA APLICAR UNA DOSIS DETERMINADA**

Cuando los productos (polvos o emulsiones concentradas) se aplican puros, la dosis aplicada coincide con la norma o volumen de aplicación, pero cuando estos se disuelven en agua son diferentes. Cuando la máquina se ha calibrado para aplicar un determinado volumen de aplicación o norma de entrega, se pueden aplicar diferentes dosis de producto  $D_s$  por medio de la cantidad de producto que se le añada al tanque o depósito de la máquina. Esta cantidad se puede calcular por la siguiente fórmula:

$$C_{añ} = \frac{C_T \cdot D_s}{N}, \text{ L ó kg} \quad (80)$$

Donde:

$C_{añ}$ - cantidad de producto a añadir al tanque o depósito de la pulverizadora para aplicar la dosis recomendada, en kg, si es un polvo o litros, si es una emulsión;

$D_s$ - dosis del producto a aplicar, L/ha ó kg/ha;

$N$ - volumen o norma de aplicación (solución final), L/ha.

En las pulverizadoras de aplicación manual, normalmente la mezcla se prepara en depósitos independientes. Para conocer la proporción adecuada de la mezcla agua-producto, se inicia calculando la cantidad a añadir al depósito de la mochila o motomochila y conocido este valor, por medio de una regla de tres, se determina la cantidad de producto que lleva el depósito donde se prepara la solución.

$$\begin{array}{ccc}
 C_{añ} & \text{-----} & C_T \\
 & \diagdown & \diagup \\
 C_{añdm} & \text{-----} & C_{Tm}
 \end{array}$$

$$C_{añdm} = \frac{C_{añ} \cdot C_{Tm}}{C_T}, \text{ L ó kg} \quad (81)$$

Donde:

$C_{añdm}$ - cantidad de producto a añadir al tanque donde se prepara la mezcla, L ó kg;

$C_{añ}$ - cantidad de producto a añadir al tanque de la pulverizadora, L ó kg;

$C_{Tm}$ - capacidad del tanque donde se prepara la mezcla, L,  $dm^3$ ,  $m^3$  o galones;

$C_T$ - capacidad del tanque de la pulverizadora, L,  $dm^3$ ,  $m^3$  o galones.

De otro modo más sencillo, es considerar la capacidad del tanque donde se prepara la mezcla, como el de la pulverizadora y de esta manera calculamos directamente la cantidad a añadirle:

$$C_{añdm} = \frac{C_{Tm} \cdot D_s}{N}, \text{ L ó kg} \quad (82)$$

Donde:

$C_{añdm}$ - cantidad de producto a añadir al tanque donde se prepara la mezcla, L ó kg;

$C_{Tm}$ - capacidad del tanque donde se prepara la mezcla, L,  $dm^3$ ,  $m^3$  o galones;

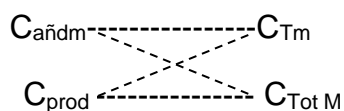
$D_s$ - dosis del producto a aplicar, L/ha ó kg/ha;

N- volumen o norma de aplicación (solución final), L/ha.

Con el objetivo de no perder producto y preparar la cantidad de mezcla necesaria para la superficie a tratar en la jornada, primeramente determinamos la cantidad de hectáreas que pueden realizar los obreros ( $R_{ha}$ ) a partir de la productividad de uno de ellos y conociendo la dosis a aplicar ( $D_s$ ) determinamos la cantidad de producto a utilizar ( $C_{prod}$ ):

$$C_{prod} = D_s \cdot R_{ha}, \text{ L ó kg} \quad (83)$$

Como se conoce la cantidad de producto a añadir al tanque ( $C_{añdm}$ ) donde se prepara la mezcla y su capacidad ( $C_{Tm}$ ), se puede determinar por una regla de tres la cantidad total de mezcla a preparar ( $C_{Tot M}$ ):



$$C_{Total de M} = \frac{C_{prod} \cdot C_{Tm}}{C_{añdm}} \quad (84)$$

## DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE LAS BOQUILLAS

La altura de las boquillas del suelo depende fundamentalmente de la distancia entre estas, del ángulo de su cono y de cierto grado de solapamiento de los chorros.

Para determinar la altura de las boquillas (Fig.1) para una cubierta sencilla uniforme, se utiliza la siguiente fórmula:

$$h = \frac{d_{boq} \cdot S}{2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2}} \quad m \quad (85)$$

Donde:

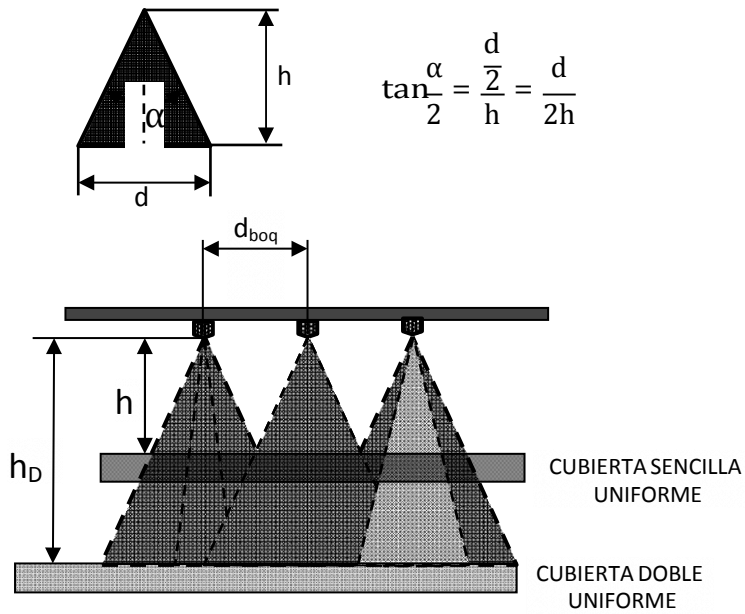
h- altura de la boquilla desde el orificio de salida del líquido hasta el suelo, m;

$d_{boq}$ - distancia entre boquillas, m;

S- grado de solapamiento del chorro, m;

$\alpha$ -ángulo del cono de las boquillas.

En las tablas de los tipos de boquillas se indica el ángulo del cono como uno de sus parámetros principales, si este no se conoce, lo podemos determinar experimentalmente. Para ello, se coloca debajo de las boquillas, a una determinada altura h, una superficie que marque el cono, a este se le determina el diámetro d del cono que se forma y matemáticamente se determina el ángulo  $\alpha$ .



**Fig. 1- Altura de las boquillas.**

Si se va establecer la variante de una cubierta doble uniforme, la altura desde el orificio de salida de las boquillas al suelo, será el doble ( $h_D$ ) de la encontrada por la fórmula 85.

$$h_D = 2 \cdot h, \quad m \quad (86)$$



## **PRINCIPALES DEFICIENCIAS QUE SE PUEDEN PRESENTAR EN EL TRABAJO DE LAS PULVERIZADORAS LÍQUIDAS**

- Los chorros de las boquillas se producen de forma intermitente o con pulsaciones en las pulverizadoras que utilizan bombas de pistones.

Ocurre cuando el compensador o amortiguador de pulsaciones (pulmón o estabilizador de flujo) se encuentra perforado.

- Las boquillas o una parte de ellas no pulverizan adecuadamente el líquido.

Se puede producir por las siguientes causas:

- La presión de trabajo es inferior a la establecida para el diámetro del orificio de salida del disco de la boquilla,
- Boquillas tupidas,
- Discos o elementos de las boquillas oxidados o deformados,
- Tupiciones en los conductos,
- Exceso de salideros por las tuberías y accesorios,
- Se han colocado boquillas de diferentes tipos.

## **PRINCIPALES REQUISITOS AGROTÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS DE LAS MÁQUINAS FITOSANITARIAS**

- a) Las pulverizadoras deben suministrar constante y uniformemente el líquido con concentración uniforme del producto fitosanitario independientemente de la cantidad de líquido que haya en el depósito. La

variación de la norma de aplicación no debe de exceder el valor recomendado.

- b) Pulverizar a una dimensión uniforme las gotas del líquido que se aplica.
- c) Pulverizar completa y uniformemente toda la planta o parte de la misma en dependencia del lugar en que se encuentre la plaga o enfermedad.
- d) Garantizar la homogeneidad de la mezcla.
- e) La mezcla o líquido debe estar libre de impurezas que puedan obstruir las boquillas.
- f) La máquina debe tener un estado técnico adecuado.
- g) El agregado se debe trasladar uniformemente en la velocidad fijada.
- h) El campo debe de estar correctamente preparado.
- i) Tener en cuenta la velocidad y dirección del viento en el momento de la aplicación.
- j) Al final del trabajo, la máquina debe ser debidamente lavada en un lugar apropiado, para evitar la corrosión de sus elementos por los productos químicos.

#### **CONTROL DE LA CALIDAD DEL TRABAJO DE LAS PULVERIZADORAS**

Se realizan las comprobaciones al inicio del trabajo según los procedimientos seguidos en la fase de comprobación en el campo de la norma de aplicación y después al menos dos veces en el turno.

Se observan además el cumplimiento de los demás requisitos agrotécnicos y tecnológicos y se eliminan los defectos que causan sus incumplimientos.

## **PRINCIPALES REGULACIONES DE LAS ESPOLVOREADORAS**

Las principales regulaciones que se le realizan a las espolvoreadoras son la norma de aplicación y la dirección o posición del eyector o sistema distribuidor.

La norma de aplicación se regula a través del ajuste de la descarga de producto en la unidad de tiempo y la velocidad de traslación de la máquina.

### **CALIBRACIÓN DE LAS ESPOLVOREADORAS**

Los parámetros para la calibración de las espolvoreadoras a una determinada norma de aplicación de producto están relacionados por la siguiente fórmula:

$$N = \frac{600 \cdot W}{B \cdot v}, \text{ kg/ha} \quad (87)$$

Donde:

W- cantidad de producto tóxico que descarga o distribuye el mecanismo dosificador, kg/min;

B- ancho de trabajo de la espolvoreadora, m;

v- velocidad de traslación de la espolvoreadora, km/h;

N- norma de aplicación del producto, kg/ha.

De la expresión anterior se deduce que la norma de aplicación N se puede regular a través de la variación de la descarga y de la velocidad de trabajo de la espolvoreadora.

### **CALIBRACIÓN POR LA DESCARGA DE LA CANTIDAD DE PRODUCTO EN LA UNIDAD DE TIEMPO**

- Se determina la cantidad de producto que debe suministrar el mecanismo dosificador de la

espolvoreadora en un minuto para una velocidad establecida  $v$ :

$$W_C = \frac{N \cdot B \cdot v}{600}, \text{ kg/min} \quad (88)$$

- Se desconecta el ventilador y se quita la tubuladura que conduce el producto desde la tolva al ventilador. Debajo del orificio de salida de la tolva, se coloca un recipiente para recoger el producto entregado. Se llena el depósito de producto y se conecta suavemente el ATF del tractor con el motor funcionando al número de revoluciones nominales de trabajo, si es manual se conecta el motor al distribuidor por el mecanismo para ello.
- Durante un tiempo determinado  $t$  en minutos, se recoge el producto en el recipiente y se pesa, el cual corresponde a la cantidad entregada  $Q$ . Esta cantidad se divide entre el tiempo  $t$  que se efectúa la descarga y da la cantidad de producto entregada por minuto por la máquina  $W_r$  en la posición en que se ajustó el regulador del alimentador:

$$W_r = \frac{Q}{t}, \text{ kg/min} \quad (89)$$

- Se compara  $W_r$  con la calculada y si no existen diferencias significativas dentro del intervalo de variabilidad establecido, hay que cambiar de posición el regulador del alimentador o apertura de la compuerta. Para determinar el número de la escala a posicionar el regulador, se hace por la fórmula:

$$E_C = \frac{E_r \cdot W_C}{W_r} \quad (90)$$

Donde:

$E_c$ - posición donde debe colocarse el regulador o compuerta para descargar la cantidad  $W_c$ .

$E_r$ - posición del regulador o compuerta durante la prueba.

$W_r$ - descarga real de producto durante la prueba,

$W_c$ - cantidad o descarga calculada de producto que debe descargar la máquina para distribuir la norma recomendada  $N$ .

#### **CALIBRACIÓN DE LA ESPOLVOREADORA POR LA VELOCIDAD DE TRABAJO**

En este método se parte de fijar la descarga que suministra el mecanismo dosificador en un minuto  $W$ , para una posición determinada del regulador del alimentador o compuerta de la espolvoreadora. Si no se conoce la descarga para la posición fijada, se determina por el procedimiento explicado en el método anterior.

- Se determina la velocidad de marcha  $v$  de la espolvoreadora para la descarga establecida  $W$ :

$$v = \frac{600 \cdot W}{B \cdot N}, \text{ km/h} \quad (91)$$

- Cuando se tratan frutales o cultivos forestales la velocidad  $v$  depende caudal o volumen del flujo de aire del ventilador, la altura de las plantas y la distancia entre las hileras:

$$v = \frac{0,06 \cdot V}{d_h \cdot h}, \text{ km/h} \quad (92)$$

Donde:

$V$ - volumen del flujo de aire que entrega el ventilador,  $m^3/\text{min}$ ;

$d_h$ - distancia entre hileras de las plantas, m;

$h$ - altura de las plantas, m.

La velocidad de marcha que se vaya a establecer debe ser igual o menor a la calculada por fórmula la 92, por tanto, si la velocidad determinada por la expresión 91 es mayor que ésta hay que ajustarla a ella.

### **PRINCIPALES REQUISITOS AGROTÉCNICOS Y TECNOLÓGICOS DE LAS ESPOLVOREADORAS**

- a) Distribuir de forma continua y uniforme el producto químico, independientemente de la cantidad que haya en la tolva.
- b) La norma que se aplica debe de estar dentro del intervalo permitido de variación de la norma recomendada.
- c) El flujo de polvo suministrado debe abarcar total y uniformemente a las plantas.
- d) El producto debe poseer una humedad óptima y estar libre de impurezas.
- e) Tener en cuenta la dirección y velocidad del viento. Las mejores horas para el espolvoreo son las del amanecer o del atardecer.
- f) La máquina se debe desplazar uniformemente a la velocidad fijada.
- g) La espolvoreadora debe poseer un estado técnico adecuado.
- h) Lavar cuidadosamente la máquina al finalizar el trabajo para evitar la corrosión de sus piezas.

### **PROBLEMAS RESUELTOS Y PROPUESTOS**

#### **Problema resuelto**

Calibrar una pulverizadora de chorro proyectado para realizar una aplicación de herbicida a razón de 200 L/ha y una dosis de producto de 1,5 kg/ha. La máquina se acoplará al tractor Yunz-6M que de acuerdo a las condiciones existentes se puede desplazar a 6,3 km/h. La aplicación se le realizará a un campo de caña con hileras separadas a 160 cm y se asperjaran en una pasada a 6 de ellas, con 2 boquillas por hilera. El tanque posee una capacidad de 0,7 m<sup>3</sup>.

**Solución**

**Datos**

N=200 L/ha  
 Dosis=1,5 L/ha  
 v= 6,3 km/h  
 d<sub>h</sub>= 160 cm  
 n<sub>boq</sub>= 12  
 C<sub>T</sub>=0,7 m<sup>3</sup>  
 n<sub>h</sub>= 6

$$N = \frac{600 \cdot q_{tot}}{B \cdot r} \quad q_{tot} = \frac{N \cdot B \cdot r}{600}$$

$$B = n_h \cdot d_h = 6 \cdot 1,6 \text{ m} = 9,6 \text{ m}$$

$$q_{tot} = \frac{200 \cdot 9,6 \cdot 6,3}{600} = 20,15 \text{ L/ha}$$

$$q_{1 \text{ boq}} = \frac{q_{tot}}{n_{boq}} = \frac{20,15}{12} = 1,679 \text{ L/ha}$$

Conociendo la descarga que debe tener una boquilla, vamos a una tabla de gastos de boquillas y escogemos el tipo, diámetro del orificio de salida del disco y la presión de trabajo.

Tipo de boquilla	Diámetro del orificio de salida del disco (mm)	Gastos de las boquillas (L/min) Presión de trabajo (kg/cm <sup>2</sup> )					
		4	5	10	15	20	25
Normales de campo	1,50	1,25	1,45	1,8	2,3	3,0	3,5
	1,25	0,45	0,50	0,6	0,8	1,0	1,3

El gasto calculado de una boquilla de 1,679 L/min al que más se aproxima es al de la boquilla de 1,50 mm a una

presión de trabajo de  $10 \text{ kg/cm}^2$  que es de  $1,8 \text{ L/min}$ . Este valor no está dentro del rango de variación de un  $\pm 3 \%$  permitido del gasto de la boquilla, por ello, recalculamos la norma de aplicación:

$$q_{\text{tot}} = n_{\text{boq}} \cdot q_{1 \text{ boq}} = 12 \cdot 1,8 = 21,6 \text{ L/min}$$

$$N = \frac{600 \cdot 21,6}{9,6 \cdot 6,3} = 214 \text{ L/ha}$$

La máquina queda calibrada con una boquilla de  $1,5 \text{ mm}$  a una presión de trabajo de  $10 \text{ kg/cm}^2$ .

**Cálculo de la cantidad de producto a añadir a cada tanque para aplicar la dosis adecuada:**

$$C_{\text{añ}} = \frac{C_T \cdot D_s}{N} = \frac{700 \cdot 1,5}{214} = 4,9 \text{ kg}$$

Para aplicar la dosis adecuada a cada tanque se le debe añadir  $4,9 \text{ kg}$  de producto.

### **Problema propuesto**

Calibrar la máquina anterior para aplicar una norma de  $250 \text{ L/ha}$  para una aplicación total a un cultivo de pasto para el control de una determinada plaga. La pulverizadora trabajará con 18 boquillas separadas a  $533,3 \text{ mm}$ . La máquina tiene instaladas boquillas de  $1,25 \text{ mm}$  que trabajarán a una presión de  $15 \text{ kg/cm}^2$  donde producen un gasto de  $0,8 \text{ l/min}$ . El tanque tiene una capacidad de  $0,7 \text{ m}^3$  y el producto para controlar la plaga se aplicará a una dosis de  $1,5 \text{ L/ha}$ . Determine además, la cantidad de agua a utilizar si la aplicación se le realizará a  $14 \text{ ha}$ , la cantidad de producto necesario a utilizar, así como la distancia de colocación de los puntos de abastecimiento.

### **Problema propuesto**



Calibrar la mochila manual GN - 16 para aplicar una dosis de plaguicida a razón de 0,5 L/ha a un campo de frijol sembrado a una distancia entre hileras de 70 cm. El operario asperjará al mismo tiempo 3 hileras completas. En la mochila se instalarán boquillas de 1,3 mm de diámetro. El tanque tiene una capacidad de 14 litros. El operario a paso normal recorrió 50 m en 1 minuto y en las pruebas con una probeta graduada la mochila entregó 0,468 L/min. La mezcla se prepara en tanques de 55 galones. Determine la cantidad de producto a añadirle a este para cumplir con la dosis recomendada, la cantidad de agua y producto necesarios, si el campo de frijol tiene una superficie de 10 ha.

### **Problema propuesto**

Calibrar la pulverizadora de chorro transportado para aplicar un plaguicida a razón de 2 L/ha a un campo de guayaba plantado a una distancia entre hileras de 4 m. la altura promedio de las plantas es de 5 m, el tanque posee una capacidad de 2 m<sup>3</sup>. El volumen de aplicación es de 1000 L/ha y el caudal de aire producido por el ventilador es de 33 000 m<sup>3</sup>/h. la máquina lleva instalada 18 boquillas con diámetro del orificio de salida de 1,5 mm que trabajarán a una presión de 20 kg/cm<sup>2</sup> donde tienen un gasto de 3 L/min.

### **Problema propuesto**

Comprobar si una pulverizadora X está correctamente calibrada para aplicar 200 L/ha si tiene un ancho de trabajo de 9,6 m, una descarga total de las boquillas de 20,15 L/min y una velocidad de 6,3 km/h. Al tanque se le añadían 700 L de mezcla. Los campos a los cuales se le realizaba la aplicación tenían una longitud de 400 m y la máquina se descargaba en 3 pases.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Agricultura de precisión. 2004. En  
[www.agriculturadeprecision.org](http://www.agriculturadeprecision.org).
- Bushuev, N.; G. Alexeiev y V. Plaxin. 1981. Máquinas Agrícolas (Prontuario del agricultor). Editorial Paz. Moscú.
- Colectivo de autores. 2006. Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba. IIMA. C. de la Habana.
- García de la Figal, Costales A. 1999. Mecanización agropecuaria. UNAH. La Habana.
- Garrido, Pérez, J. 1985. Máquinas e implementos agrícolas y fundamentos para su explotación. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
- Gutiérrez, F. 1988. Manual de clases prácticas y de laboratorio. UDG. Bayamo.
- Ríos, A.; P. Castro; R. Campos; J. Suárez. 2006. Conferencia TRACTORES E IMPLEMENTOS. IIMA. La Habana.
- Sarbissian, G.; L. M. Rodríguez. 1985. Manual de de Laboratorio. Máquinas agrícolas y mejoramiento I. UNAH. ENPES. C. de La Habana.
- Silveira, Remus, J, A.1988. Teoría y cálculo de las máquinas agrícolas. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana.
- Silveira, Remus, Juan A. 1980. Máquinas Agrícolas. Primera Parte. Editorial Pueblo y Educación. C. de La Habana.

Yera, M.; Romero, L.; Garzón, J.; García, O.; Castillo, J y Pedraz, D. 1991. Estudio de algunos indicadores fundamentales y propiedades físico – mecánicas de variedades de papa. Ciencias del suelo, riego y mecanización. 1 (1): 45 – 52.

