

## **Ensayos y controles en campo de las máquinas sembradoras de precisión**

Los controles a realizar en el momento de siembra del cultivo con máquinas sembradoras de precisión, tienen relación con los aspectos indicados en la Norma de Ensayo ISO 7256. Si bien existen diferencias, puesto que una implica el ensayo de la máquina sembradora y en el campo se controla el proceso de siembra, se presentan numerosos puntos de contacto, ya que las normas evalúan las máquinas en función de los parámetros de prestación de mayor importancia en el trabajo de las mismas.

Es claro que los controles sobre las máquinas sembradoras de precisión son totalmente diferentes a los de las sembradoras a chorrillo, puesto que al ser la siembra monograno, tomar las semillas de la masa y sacarlas de una para su posterior depósito en la línea de siembra, ya no se habla a nivel de densidad de siembra en kg por hectárea sino en semillas o plantas por hectárea.

A nivel productivo, suelen encontrarse distintos tipos de errores en relación tanto a la densidad, como a la uniformidad de siembra en la línea de siembra.

A nivel de densidad, la evaluación en campo suele presentar una dificultad para los productores y operarios agrícolas en función de la metodología de control.

La expresión de la densidad de siembra se hace habitualmente como número de granos por metro, o en 10 metros de surcos, o en una distancia que surge de la distancia entre surcos de siembra, la cantidad de surcos por hectárea y la longitud (metros lineales de surco) que la unidad de siembra debe recorrer para sembrar una hectárea.

Por ejemplo, en la siembra de maíz la distancia entre surcos tradicional ha sido de 0,7 m, pero en los últimos años se ha difundido fuertemente una distancia entre unidades de siembra de 0,525 m, en virtud de las características de los nuevos híbridos, su arquitectura de planta y su comportamiento en distintos ambientes. También son frecuentes distancias entre líneas de siembra de 0,35 m en siembra de cultivos de soja y en menor medida 0,26 m, 0,38 m y 0,42 m, según la distancia base para el diseño de la máquina sembradora

En virtud de ello, en una hectárea habrá tal como se visualiza en la tabla 1 diferentes metros lineales de surco, en correspondencia con diferentes distancias entre hileras. Inicialmente, se buscaba realizar los controles sobre distancias que permitieran, en función de los metros lineales a recorrer en una hectárea cuentas sencillas a nivel de los operarios y productores agropecuarios.

Por ejemplo, para la siembra de maíz a 0,7 m de distancia entre surcos, se contaban los granos existentes en 14,3 m de surco para multiplicando por mil conocer el número de plantas por hectárea. Si se pretendía sembrar 70.000 plantas por hectárea se debían encontrar 70 semillas en los 14,3 m de surco. También debían encontrarse 70 semillas en 19 m para siembras a 0,525 m entre líneas. Las tablas de siembra de las máquinas sembradoras sin embargo, responden mayoritariamente aún a un balance técnico económico entre el

costo de las cajas de velocidades y la prestación que de las mismas se pretende en lo relacionado a ofrecer un número determinado de relaciones de transmisión, que permita acercarse lo más posible a las distintas densidades de siembra de los cultivos más importantes en las principales regiones productivas

Distancia entre surcos	Número de surcos/ha	metros de surco/ha	distancia a controlar en un surco	distancia a controlar en 2 surcos
0,7	142,857	14285,7	14,29	7,14
0,525	190,476	19047,6	19,05	9,52
0,42	238,095	23809,5	23,81	11,90
0,35	285,714	28571,4	28,57	14,28
0,38	263,157	26315,7	26,32	13,15
0,26	384,615	38461,5	38,46	19,23

. Por ello, el usuario tratará de compatibilizar la densidad objetivo de un determinado cultivo con lo que la máquina ofrece, acercándose lo más posible una a la otra. Suponiendo que la máquina efectivamente ofrezca una relación de transmisión de 70000 plantas por ha, la misma puede aparecer expresada en la tabla respectiva como 70 plantas en 14,3 m, 49 plantas en 10 m, 4,9 plantas por metro o 20.4 cm entre plantas. Para el mismo ejemplo, pero a 0,52 m entre hileras de cultivo la expresión puede ser 70 semillas en 19 m, 36,75 semillas en 10 m, 3,67 semillas por metro o 1 semilla cada 27,21 cm.

Es ampliamente conocida, a nivel técnico y productivo, la necesidad de llevar a cabo un correcto “planteo” del cultivo. Ambos actores productivos, al inicio de la siembra suelen controlar el desempeño de la máquina sembradora, pero las metodologías empleadas no siempre cumplen con los requerimientos de un estricto control de la densidad de siembra y menos aún del nivel de precisión de la misma. Es común visualizar que operarios, productores y técnicos descubran la semilla desplazando la tierra del surco, pero difícilmente se los vea con una cinta métrica definiendo una distancia preestablecida y contando la semilla en la misma y menos aún midiendo la distancia entre semillas y anotando las mismas en un cuaderno o computadora portátil.

Ante esta realidad, es posible que la práctica de los involucrados permita un buen grado de aproximación: “la máquina está planteando 4 a 5 semillas por metro” o “la distancia entre semillas está mas o menos en 20 a 25 cm”. Para cultivos como girasol y maíz esta precisión no resulta adecuada. Si tomamos las densidades extremas y el valor medio entre las mismas podremos estar sembrando 57143 semillas/ha, 64286 semillas/ha o 71429 semillas/ha para distancias entre semillas de 20, 22,5 y 25 cm respectivamente (en una siembra a 0,7m de distancia entre surcos).

De allí la necesidad de controlar y cuantificar efectivamente la distancia entre semillas y el número de semillas distribuidos en la hectárea.

Como primera medida, luego de la selección de la relación de transmisión que en mayor medida se aproxime a la densidad deseada a la cual llamaremos densidad de referencia, debe constatar que se hayan colocado correctamente los engranajes y/o palancas como así también resulta

recomendable su corroboración sobre el terreno. En el anexo 1, se adjuntan 2 tablas de siembra obtenidas de máquinas sembradoras actuales, mecánicas, con cajas de cambio convencionales. Nótese que también el usuario debe seleccionar en esa instancia para una de las máquinas si trabajará con una placa de simple hilera o de doble hilera.

La comprobación a campo puede hacerse por conteo de la semilla destapando un surco o antes de cargar las tolvas de semilla haciendo girar la placa semillera, desplazando la máquina sobre el terreno y midiendo la distancia recorrida por cada vuelta de la placa semillera si su visualización lo permite con facilidad. La relación de dicha distancia con el número de alvéolos permitirá conocer la distancia entre dos semillas sucesivas o el cálculo de cuántas semillas por metro se encuentra dosificando la máquina sembradora. Esta forma de medición y corroboración permite independizarse de errores en la ubicación y conteo de semillas en el campo, como así también de problemas en la selección de placas semilleras que produzcan problemas de carga de alvéolos que dificulten el objetivo de control de la máquina sembradora (fallas y duplicaciones). De existir este inconveniente, el número de semillas encontrados o “densidad real” debe afectarse por las fallas y duplicaciones para llegar a la densidad corregida o densidad de referencia.

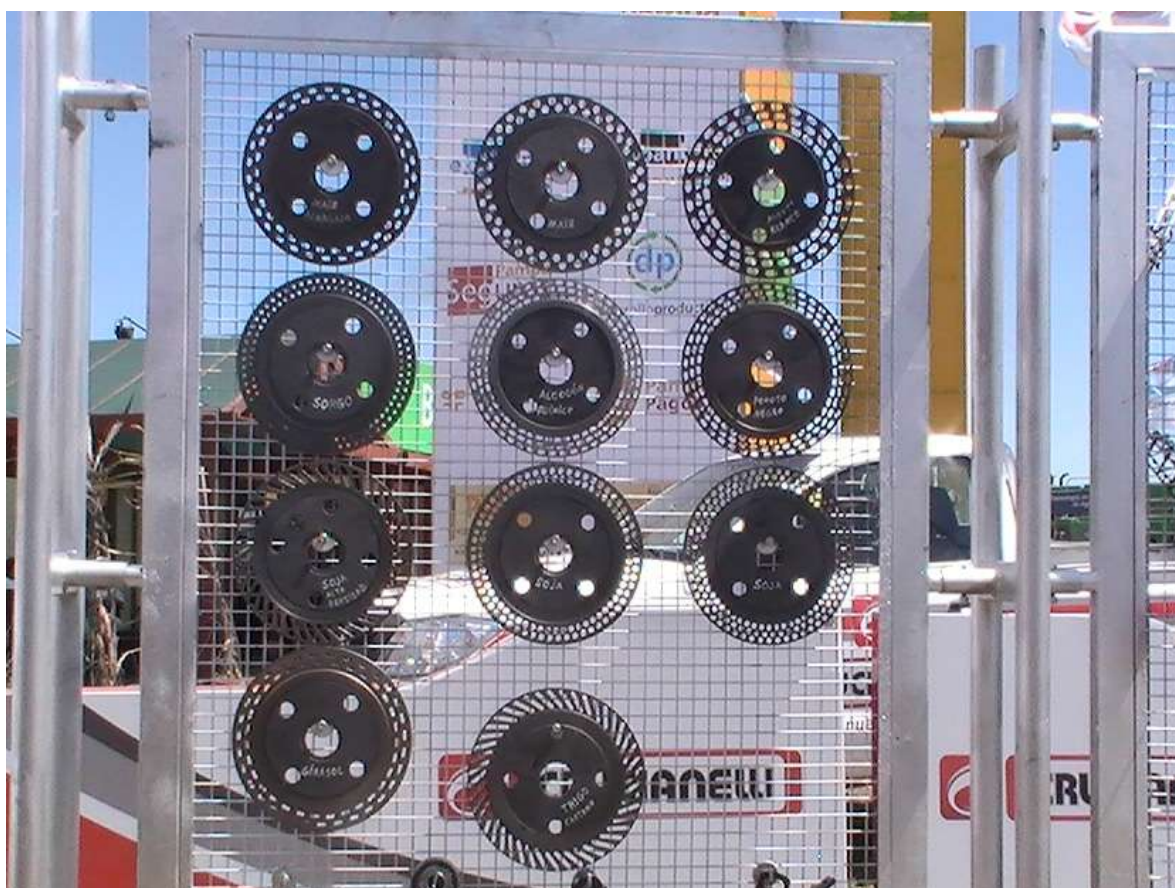


Figura 1. Alternativas de placas para diferentes cultivos. Dentro de cada cultivo existirán diferentes placas en relación con las características de los alvéolos

En esta instancia, también puede controlarse el patinamiento de la máquina sembradora, el cual afecta a la densidad de siembra reduciendo la

misma. La medición del patinamiento pasivo de la máquina sembradora puede calcularse a partir de un número fijo de vueltas de la rueda de mando de los dosificadores sin carga y bajo carga (sembrando) y midiendo las distancias recorridas en ambas instancias. El patinamiento en porcentaje puede expresarse como:

$$\text{Pat\%} = \frac{D_{bc} - D_{sc}}{D_{sc}} * 100$$

### **Selección de la placa semillera.**

Las placas semilleras de las máquinas sembradoras se han construido tradicionalmente de fundición de hierro, encontrándose diversas alternativas a este material, principalmente a partir de materiales plásticos. De todas formas, cualquiera sea el material, la placa debe presentar un fresado en el alvéolo, sobre la cara superior que disminuya los daños a la semilla, especialmente en aquellas de tegumento débil como la semilla de soja.

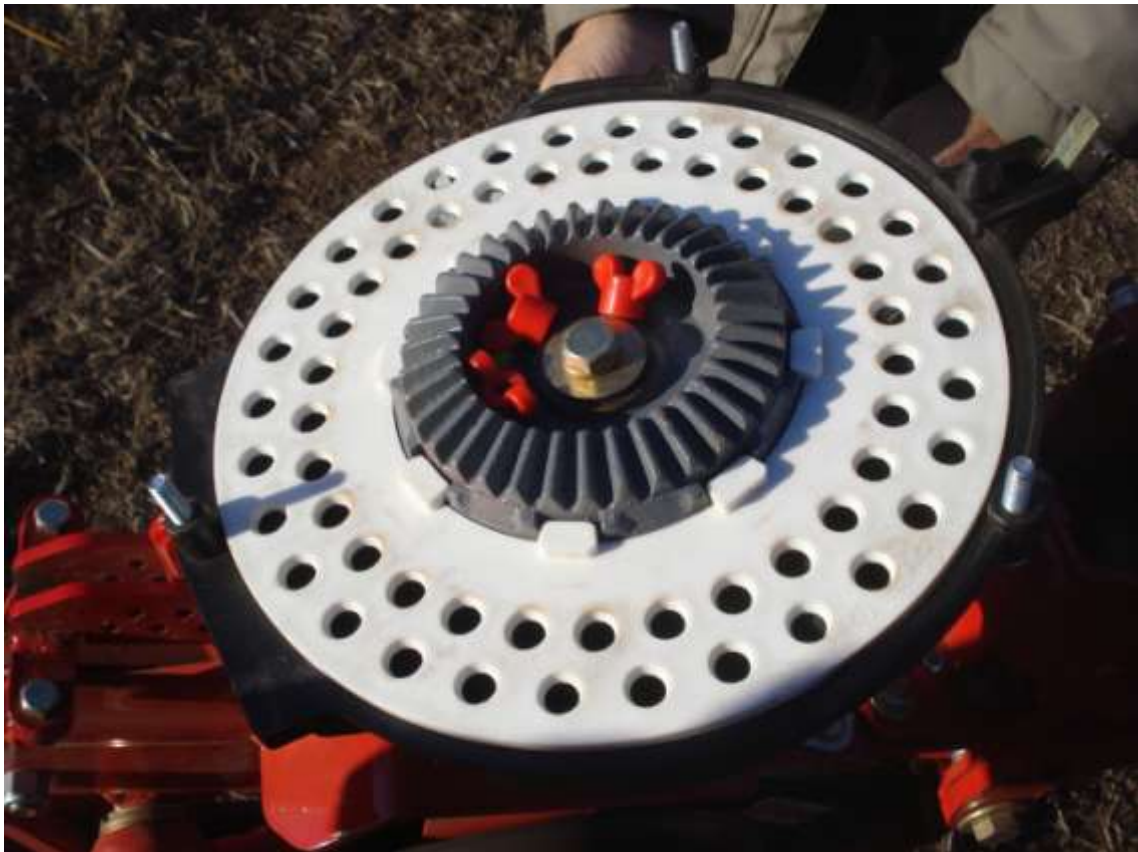


Figura 2. Vista de la cara inferior de una placa semillera plástica de un distribuidor de plato inclinado, con detalle de la forma cónica de los alveolos y el encastre que determina la correcta ubicación de la placa y el movimiento de la corona al plato

Tanto el diámetro del alvéolo como el espesor del mismo deben ser cuidadosamente seleccionados a los efectos de permitir una correcta adecuación, compatibilización de la semilla con la placa semillera. Es habitual la recomendación en este sentido que la semilla se pueda mover libremente en el alvéolo, dejando una luz de al menos 0,5 a 1,5 mm con el borde las mismas.

Asimismo, la altura de la placa semillera debe ser seleccionada tratando que la semilla no sobrepase el borde superior del alveolo para evitar que el trabajo de los gatillos o mecanismos enrasadores no afecten a la semilla. Estos aspectos sencillos de solucionar cuando la semilla es regular en su forma y de un calibre uniforme, resultan difíciles de resolver cuando la semilla es de forma irregular y de tamaño variable. En los cultivos de girasol y maíz estas 2 condiciones se dan, pero además se le suma que la densidad de siembra es baja en número de plantas por hectárea y que tampoco presentan una alta compensación en el rendimiento individual de la planta cuando existen problemas de irregularidad en la distribución de la semilla

A ello se agrega que, en los últimos años, la semilla de maíz presenta mayores problemas de calibración, asociados a la utilización de híbridos simples y que los sucesivos pasos de clasificación implican reducciones en la energía y el poder germinativo como así también pérdidas de semillas, de alto potencial de rendimiento que encarecerían aún más el costo de implantación del cultivo. Por lo tanto, la tendencia actual es que la solución del problema sea responsabilidad de las máquinas agrícolas y los productores u operarios agropecuarios a través de diseños que presenten capacidad, eficiencia, para el trabajo con semilla poco calibrada o una esmerada selección de la placa semillera. La selección de la placa semillera es de fundamental importancia en los sistemas dosificadores mecánicos, en cualquiera de sus variantes (placa vertical, oblicua u horizontal). No obstante ello, la disposición de las placas en el plano horizontal es la que resulta de mayor dificultad, es decir la que merece mayor atención. Los distribuidores con platos o placas oblicuas permiten en cierta medida mayores márgenes en la selección del diámetro y profundidad de los alvéolos, ya que la semilla debe moverse a través de un plano inclinado que dificulta la permanencia de 2 semillas en un mismo alvéolo, aún cuando se seleccione una placa con un diámetro de alvéolo con tolerancias algo mayores a las recomendaciones habituales. Frecuentemente, en función de esta característica, este tipo de dosificador al igual que los de placa vertical alveolada interna no presenta mecanismos enrasadores.

En primera instancia resulta importante recordar que las placas semilleras poseen alvéolos cónicos, debiendo ubicarse el diámetro menor hacia arriba de manera tal que toda semilla que logra ubicarse correctamente pueda salir con facilidad, sin riesgos de atascamientos. Por lo general, la placa presenta una indicación de cuál es la cara de arriba. Otras veces, existe una única posición en función de la forma que toma movimiento. En caso contrario se tiene que comprobarse, ya sea por el fresado del alvéolo o la visualización o medición de los alvéolos en ambas caras la ubicación correcta.

Si bien existen diferentes alternativas para la selección y el control del correcto funcionamiento de la placa semillera, resulta sumamente práctico efectuar el mismo antes del llenado de las tolvas con semilla. Para ello se debe seleccionar una muestra representativa de semillas, tomada de la bolsa del material que se va a sembrar y con ella se procede a corroborar la adecuación de la semilla con el alvéolo. Una posibilidad es la de ubicar la placa semillera sobre una superficie plana y colocar una semilla en cada alvéolo. Luego se levanta la placa semillera y no debe haber más de un 1 a 2% de semilla retenida en los alvéolos. Puesto que las placas actuales presentan un número de alvéolos de 40 a 60, para el cultivo de maíz, no debe existir más de una

semilla retenida al levantar la placa. A la semilla retenida se le debe ejercer una ligera presión para ver si la semilla se desprende del alvéolo simulando el trabajo del gatillo expulsor. Si la semilla no pasa o si es muy alto el número de semillas retenidas se debe buscar una placa semillera con alvéolos de mayor tamaño. A su vez, una vez encontrada una placa en que las semillas de mayor tamaño pasan con facilidad, se debe ubicar dentro del lote la semilla de menor tamaño y corroborar si no pueden ubicarse 2 semillas en el mismo alvéolo, en cualquier posición. De esta manera, se trata de evitar la presencia de duplicaciones. En caso que en la primera prueba la totalidad de la semilla, grande y pequeña pase con holgura, resulta conveniente comprobar la concordancia con una placa más chica, pues es posible que los alvéolos resulten demasiado grandes y se favorezcan las duplicaciones de semillas. No debe olvidarse tampoco que siempre es necesario corroborar la placa y sus alvéolos en lo relativo a su profundidad, espesor, cuestión que no solamente no se permitan las duplicaciones, sino que tampoco la semilla pueda sufrir daños por la acción de los mecanismos engrasadores, cuya posición o en algunos casos, posición y tensión deben ser ajustadas a tales efectos.

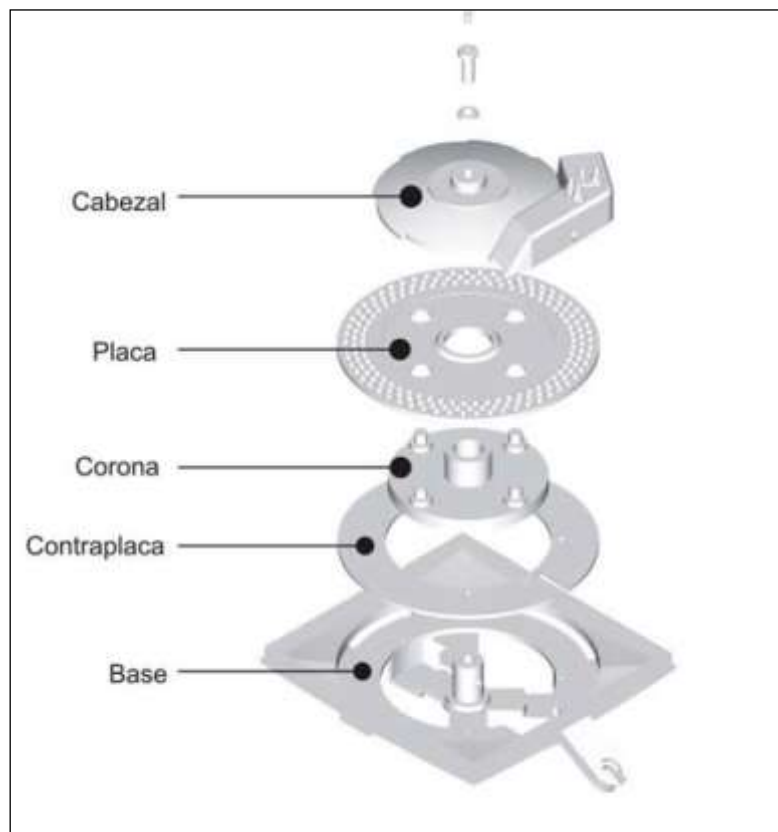


Figura 3. Detalle de las partes básicas constitutivas del sistema de placa horizontal

En la figura 3 se muestran las partes constitutivas de una unidad de siembra con plato o placa horizontal. Las contraplacas se toman a la base de la tolva y suelen poder invertirse cuando las mismas presentan un desgaste

excesivo por el rozamiento de la placa, la semilla y los gatillos expulsores cuando los mismos están mal regulados.



Figura 4. a) Tolva con placa semillera con 3 hileras de alveolos, conjunto enrasador de 3 elementos y conjunto de elementos de regulación de la caja de gatillos. b). Placa interruptora (cabezal o cono portagatillos), con visualización de la contraplaca y sus mecanismos de fijación, gatillos enrasadores y sistema de regulación del enrase y la expulsión de la semilla.

En la figura 4 se muestran 2 tolvas con sus elementos constitutivos básicos y los mecanismos de regulación de los gatillos enrasadores y expulsores. La regulación de estos elementos en su posición y /o tensión debe efectuarse en relación a la placa semillera seleccionada y la semilla disponible, de forma tal de lograr que ingrese una sola semilla en cada alvéolo por medio de los gatillos enrasadores y que las mismas sean liberadas de su ubicación por el mecanismo expulsor, cuando no ocurre naturalmente.

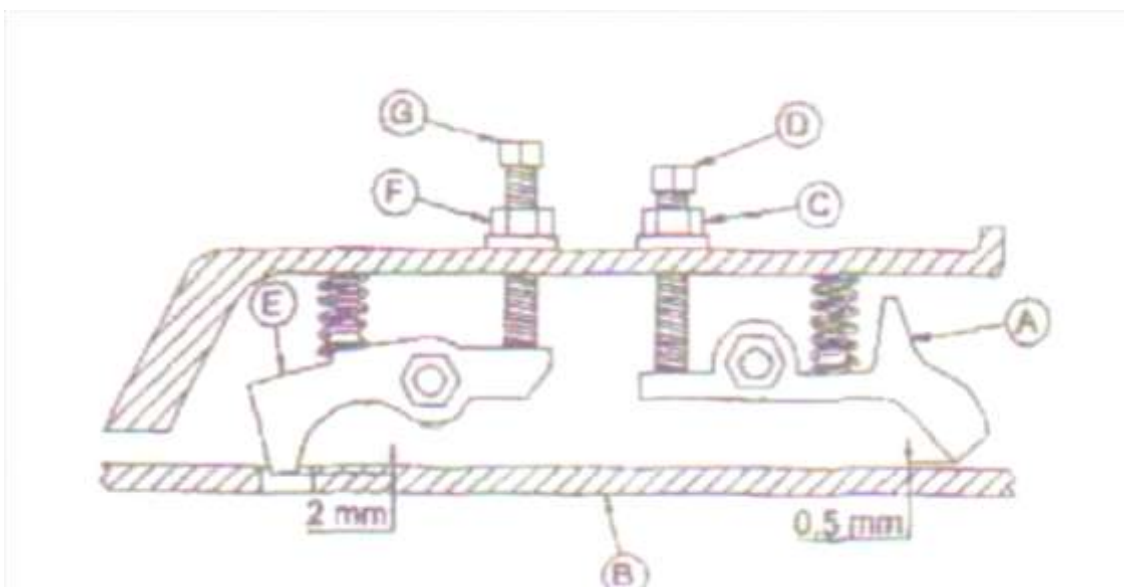


Figura 5. Corte de una caja porta gatillos. A: gatillo enrasador; B: placa semillera; C y F: contratuercas de fijación; D y G Tornillos de ajuste de posición de los gatillos enrasadores y expulsores; E: gatillo expulsor

Las regulaciones sobre los gatillos deben hacerse antes de montar el conjunto de placa y el cabezal en su posición de trabajo, ya que la correcta visualización de los ajustes se dificulta en muchas máquinas actuales. Las recomendaciones habituales son que los gatillos engrasadores no deben apoyar nunca sobre la placa semillera, recomendándose una luz de 0,5 a 1,5 mm sobre la misma. En cuanto a los engrasadores, la penetración dentro de los alvéolos no debe ser mayor a  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  del espesor de la placa

### **Control de la sembradora en campo.**

#### **Control de uniformidad de distribución en siembra de precisión.**

La uniformidad de distribución de la semilla en máquinas de precisión abarca diferentes aspectos relacionados con el mecanismo distribuidor de semillas, el trabajo del tren de siembra en relación con la ubicación de la semilla en profundidad (profundidad efectiva de siembra) y distanciamiento entre líneas de siembra o surcos, asociado a la correcta ubicación, alineación y mantenimiento de la unidad de siembra de cultivos.

La cuantificación del grado de uniformidad es realmente poco frecuente en campo, más allá de cómo se ha explicitado anteriormente se hace una visualización grosera de la semilla en distancias extremadamente pequeñas.

La norma de ensayo ISO 7256 de máquinas sembradoras indica que la corroboración de la uniformidad de siembra se efectúa a partir de la medición de las distancias entre semillas. La unidad de dichas mediciones es el mm y se deben realizar a partir del centro geométrico de 2 semillas consecutivas.

Los ensayos, para cada una de las variables, deben cubrir al menos un número mínimo de 250 semillas, lo cual implica para una densidad habitual del cultivo de maíz la medición de aproximadamente 50 m lineales de surco en cada corrida del ensayo.

En una visión general de los distintos tipos de evaluación que propone la Norma de ensayos, la misma trata de valorar los efectos de distintas variables operativas y de diseño de las máquinas sembradoras sobre aspectos que atienden a dos problemas principales:

- 1) La alimentación del mecanismo dosificador
- 2) La uniformidad en la precisión de entrega de la semilla del distribuidor.

Las principales variables evaluadas que influyen sobre la alimentación del distribuidor son:

- a) Nivel de semillas en la tolva
- b) Velocidad del mecanismo dosificador
- c) Pendiente del terreno
- d) Velocidad de avance
- e) Movimientos de la semilla en la tolva

Las principales variables evaluadas en relación a la uniformidad, precisión del mecanismo dosificador son:



- a) La pendiente del terreno
- b) La velocidad de avance
- c) Los movimientos de las semillas en el mecanismo dosificador

A nivel de campo, con una máquina y una situación dada, los controles se reducen prácticamente a la determinación de la eficiencia de la alimentación del sistema dosificador y del grado de precisión y uniformidad en la entrega de la semilla a una velocidad dada, o en el mejor de los casos a la prueba de 2 o 3 velocidades de avance en el rango aceptable de trabajo de un determinado mecanismo dosificador.

## **Procedimientos en campo y procesamiento de los resultados**

### **1) Corroboración de la relación de transmisión**

Se debe corroborar el ajuste de la sembradora, en acuerdo con las instrucciones de los fabricantes para obtener la población de semillas/plantas objetivo. Los datos correspondientes pueden obtenerse de la tabla de siembra que puede encontrarse en la máquina en algunos casos o en el manual de uso y mantenimiento de la misma en otros. Ello implica el control de la relación de transmisión (palancas de caja de cambios, control de engranajes motores y conducidos).

De este procedimiento se obtiene la densidad de referencia y la distancia de referencia, como producto de la relación entre el número de semillas por hectárea y los metros lineales de surcos en función de la distancia entre surcos.

La corroboración planteada en el apartado correspondiente a la densidad de siembra a nivel de campo, resulta siempre conveniente ya que, en el lote de producción, pueden existir algunas diferencias entre la densidad y distancia de referencia que surge de la misma, dada por el fabricante y la que se mide en el campo. Dichas diferencias responden a factores vinculados a las ruedas de mando de las máquinas sembradoras, la carga sobre las mismas, la presión de inflado de los neumáticos, el estado del tren de transmisión hasta el dosificador, si se realiza fertilización junto con la siembra y el estado del terreno. De no existir problemas en la rueda de mando, generalmente la densidad de siembra resulta reducida con relación a la teórica o de referencia, ya que existe un patinamiento pasivo de la máquina sembradora, producto de la resistencia que ofrecen los mecanismos. Como consecuencia la velocidad de la rueda de mando será inferior a la de avance del conjunto tractor – sembradora y el espaciamiento entre semillas tenderá a aumentar con respecto al de referencia. Estas diferencias suelen ser pequeñas pero, de detectarse variaciones de importancia, deben buscarse las causas y tratar de solucionar las mismas antes del proceso de siembra. Cuando la magnitud de esas variaciones es grande, puede no ser constante, por lo que se recomienda su control en distancias lo suficientemente grandes como para detectar el problema.

### **2) Medición de la distancia entre semillas**

A nivel de campo, se recomienda el uso de una cinta métrica, para el establecimiento de los metros de surco en los cuales se realizaran las determinaciones de la distancia entre semillas sucesivas. Para la medición de la misma, se requiere el uso de elementos que permitan la apreciación de milímetros o en su defecto centímetros, con posibilidades de medir al menos 3 a 4 veces la distancia de referencia. Esto implica que la longitud a medir en condiciones de campo estará, entre semilla en distancia del orden de un metro.

Se debe contar con elementos para anotar en una planilla y graficar en un histograma las distancias medidas. Es conveniente que al campo se lleve confeccionada una planilla en la cual figuren los intervalos según el grado de precisión que se estima conveniente en función de la densidad de siembra.

Además se debe contar con elementos para poder ubicar la semilla dentro del surco. Para ello se utilizan cuchillos, palitas u otros elementos que permitan retirar progresivamente la tierra que cubre la semilla, hasta poder visualizar la semilla en lo posible sin modificar su posición original. La metodología sugiere que la tierra se retire lentamente y en forma transversal a la dirección de siembra. De esta manera, si se mueve la semilla de su ubicación, la misma puede ser reubicada sin provocar su desplazamiento en la dirección de siembra, evitando inducir errores groseros de medición.

La Norma de ensayos, en este sentido, fija los intervalos para la confección de las tablas y gráficos en  $0,1 X_{ref}$  (una décima de la distancia de referencia). Las densidades varían para los diferentes ambientes y distancias entre surcos, pero resulta práctico tomar una medida que se acerque aceptablemente a lo que estipula la norma. Se proponen para ello intervalos de 15 mm a 30 mm, siendo habitual a nivel técnico general intervalos de 20 mm, siendo el primero el correspondiente a 0 - 20 mm cubriendo al menos hasta la detección de fallas dobles, lo cual implica por lo menos hasta 3,5 veces la distancia de referencia. Esto implica un intervalo final cercano a 0,68-0,70 m o 0,78-0,80 m aproximadamente. La Norma indica que la tabla de frecuencia debe dividirse en acuerdo con los intervalos pre-establecidos de la distancia de referencia  $X_{ref}$  que indican diferentes categorías de distancias. También se desprende de la Norma que en primera instancia se deben tomar las medidas y se las debe volcar en una planilla para luego confeccionar un gráfico con dichos valores. La tabla puede ser dividida también en las siguientes categorías

	Distancias en relación a $X_{ref}$	Denominación categoría	Sumatoria de eventos (distancias existentes en cada categoría)
1	0 a <0,5	Duplicación	Nº de duplicaciones $n_2 =$ número de mediciones en el intervalo
2	>0.5 a < 1,5	Semillas correctamente sembradas	$n_1 = N$ de mediciones total - $2 n_2$
3	> 1,5 a < 2,5	Fallas simples	Nº de fallas simples $n_3 =$ número de mediciones en el intervalo

4	> 2,5 a < 3,5	Fallas dobles	Nº de fallas dobles n4= 2 (número de mediciones en el intervalo)
5	> 3,5 a ∞	Fallas triples	Nº de fallas triples n5= 3 (número de mediciones en el intervalo)

Si bien esta división resulta arbitraria, se entiende que la semilla no puede desplazarse en la condición de ensayo más de la mitad de la distancia de referencia, para las distancias entre semillas normales en este tipo de siembra.

Por lo tanto, cuando las semillas sucesivas en la línea de siembra se encuentran a distancias inferiores a la mitad de la distancia de referencia se entiende que ha ocurrido una duplicación, es decir que 2 semillas se ubicaron en un mismo alveolo y lograron salir del mismo, casi simultáneamente al pasar sobre el agujero de descarga de la contraplaca.

Todas las semillas que se encuentran entre 0,5 veces y 1,5 veces la distancia de referencia se consideran correctamente sembradas, lo cual quiere decir que responden a que en cada alvéolo se ubicó una única semilla que logró ser liberada del mismo al pasar sobre la apertura de la contraplaca y caer en el tubo de descarga de la máquina sembradora.

Por lo contrario, cuando la distancia es mayor a 1,5 veces la distancia de referencia, se interpreta que existe un faltante de semilla, lo cual puede ser atribuido a que no había semilla en el alvéolo o que la misma no pudo liberarse de su ubicación al pasar por encima del orificio de descarga, no pudiendo tampoco los mecanismos expulsores realizar una acción lo suficientemente energética como para expulsar a la semilla de su ubicación. Similares consideraciones corresponden a las fallas dobles o triples según sea el intervalo de distancias considerado en la tabla.

Estas categorías de distancias permiten diferenciar los principales factores que atentan contra la uniformidad en la entrega y distribución de la semilla a nivel del mecanismo dosificador tal cual resultan los problemas de alimentación, es decir la carga de alvéolos (Fallas y Duplicaciones) en relación a las variaciones en el grado de precisión de la distribución de la semilla.

Por lo tanto a partir del número de veces registrados de fallas, duplicaciones, y semillas bien sembradas se pueden calcular los correspondientes índices como la expresión porcentual de la relación de las mismas con el número de distancias determinados

Índice de múltiples o duplicaciones

$D = \frac{N \text{ duplicaciones}}{N \text{ de semillas}}$

Índice de Fallas o faltantes

$F = \frac{N \text{ de faltantes simples} + 2 (N^\circ \text{ de faltantes dobles}) + 3 (N^\circ \text{ de faltantes triples})}{N \text{ de semillas}}$

Índice de calidad de alimentación

$IC = N \text{ de semillas bien sembradas} / N \text{ semillas}$

Por otra parte, sobre las semillas correctamente sembradas se pueden efectuar los cálculos de la distribución de las semillas y de la precisión

- a) la distancia media entre semillas bien sembradas
- b) la desviación estándar (tomando como media lo calculado en el punto a)
- c) el coeficiente de variación, tomando como media lo calculado en el punto a y b.

Maroni (2005) en relación a estos aspectos, propone simplificar la evaluación completando en una única planilla los eventos con sucesivas cruces ubicadas en cada intervalo establecido, lo cual presupone una evaluación algo más simple y expeditiva, sin perder demasiada calidad de apreciación de las características de “planteo” de la máquina sembradora. La visualización de la planilla, una vez completado el total de datos relevados, permitirá la rápida identificación de los problemas de la siembra y los cálculos correspondientes, para su solución a nivel de campo. El gráfico confeccionado de esta manera permitirá calcular muy fácilmente el número de semillas, las fallas, simples dobles y triples y las duplicaciones o triplicaciones de semillas si las mismas existiesen. En el caso de visualizar una triplicación, realmente poco frecuente, debe anotarse el evento a los efectos de no sumar la triplicación como una doble duplicación, ya que incidiría en la conceptualización del problema a solucionar.

Debe entenderse, que las fallas y duplicaciones son problemas de alimentación de los alvéolos, mientras que la dispersión de las distancias entre semillas, dentro del rango de 0,5 a 1,5 veces la distancia de referencia indican el grado de precisión en la distribución de la semilla.

Un ejemplo de planilla para la construcción del gráfico de frecuencias se presenta en el anexo 1, el cual puede ser confeccionado fácilmente con una computadora.

En el anexo 2 se muestra un ejemplo de la planilla utilizada por Maroni, y de determinaciones hechas a campo sobre el cual se pueden establecer los distintos grupos propuestos en la norma. Para ello es necesario conocer o haber determinado la distancia de referencia, en base a la cual se trazan las líneas que dividen el grupo de distancias correctas, las distancias que identifican las duplicaciones y las fallas o faltantes

Debe recordarse que en este método tampoco se cuentan semillas, sino que se miden distancias.

Las duplicaciones vuelven a identificarse por medio del número de eventos de distancias entre semillas menores a  $0,5 X_{ref.}$

Las fallas o faltantes se identifican como el número de espaciamientos entre semillas que se ubican en intervalos de distancias mayores a  $1,5 X_{ref.}$

Las semillas bien sembradas surgen de la suma de los eventos o distancias entre  $0,5 X_{ref.}$  y  $1,5 X_{ref.}$  a los cuales corresponde sumar tantas semillas como fallas se hayan cuantificado. Adviértase que de la planilla de campo no surge en forma directa el número de semillas bien sembradas, sino

que para obtener este hay que sumar tantas semillas al mismo como distancias anotadas mayores a  $1,5 X_{ref}$ .

El número total de semillas resulta de la suma de fallas, duplicaciones y semillas bien sembradas, mientras que los índices de eficiencia de llenado de alvéolos (porcentajes de fallas, duplicaciones y semillas bien sembradas) se establecen en cada uno de los grupos en relación al total de la semilla.

Maroni, también indica que a campo sería conveniente probar al menos 2 velocidades de avance y manifiesta que una siembra puede considerarse aceptable cuando el 70% de la semilla se encuentra dentro de un coeficiente de variación del 25%.

Nielsen 2003, efectúa numerosas determinaciones en campo, a partir de las cuales recomienda, como objetivo de precisión de la siembra de maíz, ubicarse dentro de una desviación estándar de 5 cm, puesto que dentro de esta variabilidad del espaciamiento entre semillas no se manifiestan mayores detrimentos en el rendimiento de los cultivos, el cual adquiere relevancia cuando dicha variabilidad supera los 5 cm. Sin embargo debe aclararse que los ensayos efectuados tradicionalmente en EEUU no toman habitualmente como metodología la correspondiente a la Norma ISO 7256. Los valores de variación en el espaciamiento entre semillas surgen de la totalidad de las mediciones, incluyendo dentro de las mismas las fallas y duplicaciones. Debe comprenderse que esta metodología incrementa notablemente los valores de variabilidad, al no contemplar la realización de los cálculos solo a partir del grupo de semillas correctamente sembradas. Por lo expuesto, brinda una adecuada caracterización de la calidad de planteo o de siembra, una vez que la misma se ha llevado a cabo, pero no permite la diferenciación de los problemas de fallas y duplicaciones de los del grado de precisión en la distribución de las semillas y por lo tanto su intento de solución en forma previa al momento de siembra.

Anexo 1 Tablas de siembra

**SEMIADORA GRANDES GRUESOS GHERARDI G - 300 - Tabla de densidades de siembra**  
**DOSEIFICADOR MECANICO**

Proyecto 17/08/19/086/00

VALORES CALCULADOS PARA 42 semillas de media 0,50 x 10 en 100 metros de recorrido.

Caja de 10 semillas con vial de 1% esta cambio - DIN 2010	Z1	Z2	32 Part. POBOTO ALUBIA		30 Part. GRUESO		40 Part. MAZ		54 Part. GRUESO Doble fila		60 Part. MAZ Doble fila		74 Part. POBOTO MECERO		80 Part. GRUESO Doble fila		100 Part. GRUESO Doble fila		144 Part. SOJA Triple fila	
			Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.	Depos. ml.	Distancia m/100 m.
			39	17,2	70	12,7	71	14,1	53	19,0	47	21,1	30	25,0	32	32	21	48	20	51
			94	10,7	88	12,0	75	12,3	58	19,0	50	20,9	41	24,7	33	30	22	45	21	48
			99	10,1	86	11,4	79	12,6	58	17,1	53	19,9	40	23,4	35	28	23	43	22	45
			104	9,6	95	10,8	83	12,0	62	16,2	56	19,0	46	22,2	37	27	25	41	23	43
			112	8,9	100	10,0	90	11,1	67	15,0	60	18,7	49	20,6	40	26	26	38	25	40
			118	8,4	105	9,5	95	10,6	70	14,3	63	16,8	51	19,5	42	24	28	36	26	38
			125	8,0	111	9,0	100	10,0	74	13,5	67	15,0	54	18,5	44	26	34	34	28	36
			132	7,6	117	8,5	105	9,5	78	12,8	70	14,2	57	17,6	47	21	31	32	29	34
			139	7,2	123	8,1	111	9,0	82	12,2	74	13,5	60	16,7	49	20	33	31	31	32
			146	6,8	130	7,7	117	8,6	87	11,5	78	12,8	63	15,8	52	19	34	30	32	31
			154	6,5	137	7,3	123	8,1	91	10,9	82	12,2	67	15,0	55	18	36	28	34	29
			163	6,1	145	6,9	130	7,1	96	10,4	87	11,5	70	14,2	58	17	38	26	36	28
			171	5,8	152	6,5	137	7,3	102	9,9	91	10,9	74	13,5	61	16	40	24	36	28
			181	5,5	161	6,2	146	6,9	107	9,3	96	10,4	78	12,8	64	16	43	24	40	25
			191	5,2	169	5,9	152	6,6	113	8,9	103	9,8	82	12,1	68	15	45	22	42	24
			201	5,0	178	5,6	161	6,2	119	8,4	107	9,3	87	11,5	71	14	47	21	45	23
			217	4,6	193	5,2	173	5,7	128	7,8	116	8,7	94	10,7	77	13	49	20	48	21
			233	4,3	207	4,8	186	5,4	138	7,2	124	8,0	101	9,9	83	12	50	18	52	19
			246	4,1	219	4,6	197	5,1	146	6,9	131	7,8	106	9,4	87	11	53	17	55	18
			259	3,9	230	4,3	207	4,9	154	6,5	138	7,2	112	8,9	92	11	61	16	58	17
			274	3,7	243	4,1	219	4,6	162	6,2	146	6,9	118	8,5	97	10	64	16	61	16
			288	3,5	258	3,9	230	4,3	170	5,9	163	6,5	124	8,0	102	10	68	15	64	16
			303	3,3	270	3,7	243	4,1	180	5,6	162	6,2	131	7,6	108	9	71	14	67	15
			320	3,1	285	3,5	258	3,9	190	5,3	171	5,9	138	7,2	114	9	75	13	71	14
			336	3,0	300	3,3	270	3,1	200	5,0	180	5,6	146	6,8	120	8	79	13	75	13
			356	2,8	318	3,2	285	3,5	211	4,7	190	5,3	154	6,5	126	8	84	12	79	13
			375	2,7	334	3,0	300	3,3	222	4,5	200	5,0	162	6,2	133	7	88	11	83	12
			396	2,5	352	2,8	317	3,2	235	4,3	211	4,7	171	5,8	141	7	93	11	88	11
			418	2,4	371	2,7	334	3,0	247	4,0	223	4,5	181	5,5	148	7	98	10	93	11

**TABLA DE SIEMBRA DE MAÍZ** expresada en plantas por metro lineal para una placa de 50 celdas.

<b>CAMBIO</b>	<b>Plantas por mts.</b>
1	2.300
2	2.454
3	2.556
4	2.709
5	2.863
6	3.067
7	3.221
8	3.425
9	3.578
10	3.834
11	4.090
12	4.294
13	4.550
14	4.805
15	5.112
16	5.419
17	5.725
18	6.083
19	6.390
20	6.748
21	7.208
22	7.566
23	8.026
24	8.486
25	8.997
26	9.559
27	10.070

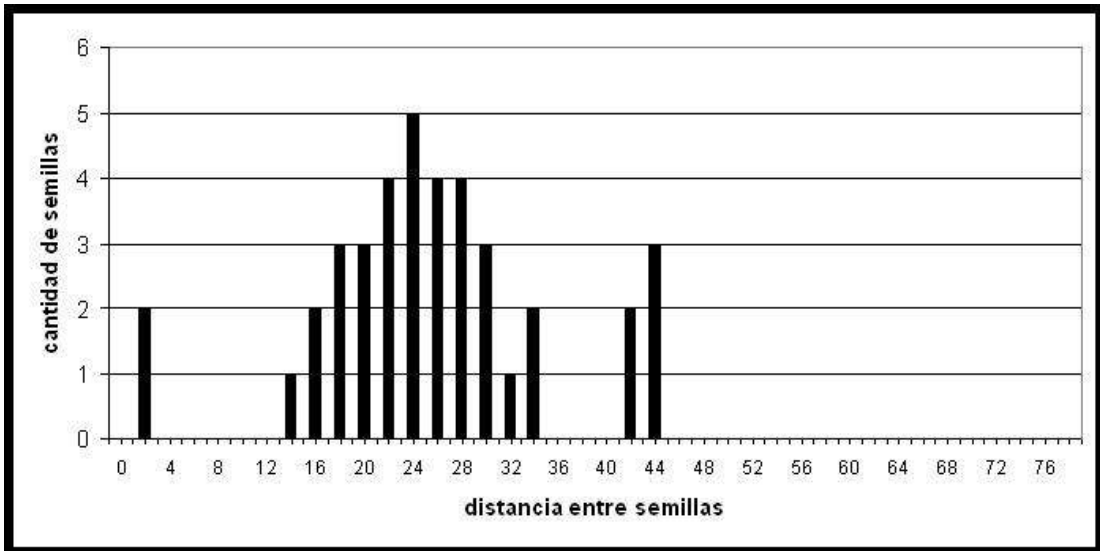
**NOTA:** Las densidades de semillas por metro indicadas, reflejan valores promedio.





intervalo	eventos																			
0-2																				
2-4	X	X																		
4-6																				
6-8																				
8-10																				
10-12																				
12-14																				
14-16																				
16-18	X	X																		
18-20	X	X	X	X	X	X														
20-22	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
22-24	X	X	X	X	X	X	X													
24-26	X	X	X	X																
26-28	X	X	X																	
28-30																				
30-32																				
32-34																				
34-36																				
36-38																				
38-40	X																			
40-42	X	X																		
42-44	X																			
44-46																				
46-48																				
48-50																				
50-52																				
52-54																				
54-56																				
56-58																				
58-60																				
60-62																				
62-64																				
64-66																				
66-68																				
68-70																				
70-72																				
72-74																				
74-76																				
76-78																				
78-80																				

La inversión de la planilla permite visualizar en forma directa el histograma de frecuencia y los grupos o categorías con facilidad.



Este gráfico no se corresponde con el ejemplo de la planilla de datos de campo de la página anterior