

La sembradora **Pottinger 3000T Terrasem** de siembra rápida, en campo

V. GIL QUIRÓS. Ingeniero agrónomo. P. BARREIRO. Profesora Titular. LPF-TAG. ETSIA - UPM. e-mail: victor.gil@upm.es



En este artículo se evalúa el funcionamiento de una sembradora Pottinger Terrasem 3000 Standardline con 1.000 ha de trabajo acumuladas. Esta máquina, catalogada entre las de siembra rápida, muestra una mayor uniformidad en la profundidad de siembra a 15 km/h que a 8 km/h. La cuantía de semilla recogida en los veinticuatro discos de siembra se muestra claramente afectada por la posición del tubo de descarga respecto al centro de la máquina, siendo significativamente menor en los extremos que en el centro. El tipo de semilla (guisante o cebada) tiene una influencia en la homogeneidad de dicha distribución. Las horas acumuladas de uso y las condiciones de mantenimiento tienen una clara repercusión en los resultados de la máquina.

En Santervás de Campos (Valladolid), a escasos kilómetros de la provincia de Palencia, los días 17 de enero y 8 de febrero de 2007, el Laboratorio de Propiedades Físicas y Avanzadas en Agroalimentación (LPF-Tag) ha realizado unos ensayos de siembra con una máquina Pottinger, modelo Terra-sem 3000T, con 1.000 ha de trabajo acumuladas previamente (unas 330 horas).

La oportunidad de comprobar la calidad de la máquina, así como la de evaluar las dificultades que surgen después de dicho número de horas acumuladas de uso, supone un aspecto interesante, y hay que alabar la disposición del fabricante para ello. Sin ningún lugar a duda, un ensayo con una sembradora nueva y bajo un estricto control del fabricante proporciona unos resultados óptimos, quizá algo distintos de los que aquí se presentan.

Entendemos que es una apuesta arriesgada por parte de Durán Maquinaria Agrícola, y digna de valoración.

Descripción de la sembradora y del tractor

La sembradora

La sembradora Pottinger ensayada (**fotos 1 y 2**) corresponde al modelo Terra-sem 3000 T Standardline, que es de tipo neumático y dispone de veinticuatro discos de siembra, con una capacidad de la tolva de 2.400 l. La separación entre discos de siembra es regulable y en los ensayos que se presentan fue de 12,5 cm, siendo 3 m la anchura útil. El circuito neumático de la sembradora está accionado por los servicios externos del sistema hidráulico del tractor.

Durante los ensayos dinámicos, se detectó una deficiencia importante en la nivelación de la sembradora debida a la sustitución forzosa de un neumático con huella de tracción 11,5/80 15,3 por otro de tipo directriz de similares dimensiones (**foto 3**), ante la disyuntiva de detener el proceso



Sembradora Pottinger 3000T acoplada al tractor Agrottron 180.7 de Deutz-Fahr.

de siembra ya muy limitado por las particulares condiciones meteorológicas de esta campaña. Esta deficiencia fue parcialmente soslayada por el agricultor mediante una contranivelación del chasis de la sembradora. Se constató que la sembradora llevaba trabajando en estas condiciones más de la mitad del período disponible en esta campaña.

Este hecho muestra algunos de los problemas que pueden presentarse con este tipo de maquinaria en condiciones reales y que afectan claramente a la calidad de trabajo de esta sembradora.

El tractor

Para estos ensayos se ha empleado un tractor de la marca Deutz-Fahr modelo Agrottron 180.7, con un motor de seis cilindros y 7,1 l de cilindrada, que tiene una potencia de 160 CV según la norma 2000/25 CE. Dispone, además, de cambio bajo carga con cuarenta velocidades (todas ellas

en ambos sentidos de la marcha), 40 km/h de velocidad máxima de transporte en carretera y unos servicios externos del hidráulico empleados en este ensayo para el accionamiento de la sembradora. Por otra parte, para el correcto funcionamiento en la labor de siembra se montaron diez lastres (ocho de 40 kg, uno de 140 kg y 1 de 330 kg), todos ellos en el frontal del tractor.

Calibración de la máquina

Dosis de siembra

De acuerdo con el manual del fabricante, antes de realizar cada ensayo, se calibra la sembradora para la dosis de siembra seleccionada. Esta máquina está acciona-



Diferencia en la línea de ruedas de compactación.

da por una rueda de siembra de 70,5 cm de diámetro que gira por fricción con el suelo de acuerdo con el avance del tractor. La calibración se basa en el accionamiento manual del eje del distribuidor de la semilla mediante una manivela, con una recogida simultánea de la semilla liberada sin accionamiento neumático ninguno (**foto 4**). La cantidad de semilla (kg) a recoger en el ensayo puede calcularse mediante una sencilla relación de proporcionalidad como $[D(\text{kg}/\text{ha})/40]$. En el **cuadro I** se resume la cantidad de semilla que ha de ser recogida en el en-



Detalle de calibración de la sembradora de acuerdo con los procedimientos aportados por el fabricante.

sayo de calibración para 31,5 vueltas de la manivela de calibración (250 m²).

Profundidad de la siembra

La regulación de la profundidad de siembra se realiza modificando la altura relativa de los discos de siembra respecto a las ruedas de la sembradora, tal y como se refleja en la **foto 5**.

A efectos de ensayos, los discos de siembra se han numerado tal y como se indica en la **figura 1**.

Descripción de las semillas y las parcelas empleadas

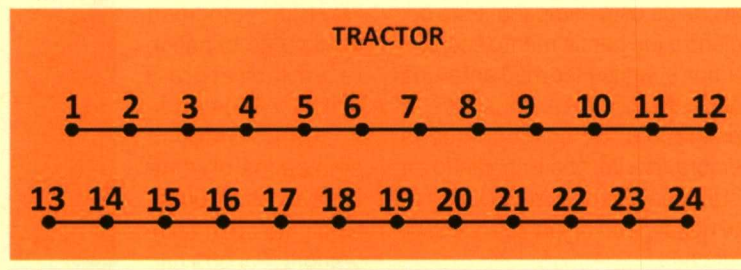
Los ensayos se han llevado a cabo en dos parcelas con una rotación cebada-guisante-girasol. En la parcela número 1 se ha sembrado guisante Gracia sobre rastrojo de cebada, mientras que en la parcela número 2 se ha empleado semilla de cebada Vollye sobre rastrojo de girasol. Ambos lotes de semilla han sido reproducidos por la cooperativa a la que pertenece el agricultor y propietario de la sembradora.

La densidad aparente del lote de la variedad de guisante empleada fue de 0,80 kg/l, siendo 110,6 g el peso de 1.000 semillas. En el caso de la cebada Vollye, la densidad aparente de-

Cuadro I. Cantidad de semilla a recoger en el ensayo de calibración para 31,5 vueltas de la manivela del dosificador (equivalente a 250 m² de trabajo en campo).

	Ensayos en campo		Ensayos estáticos	
	Dosis (kg/ha)	Cuántía de calibración (kg)	Dosis (kg/ha)	Cuántía de calibración (kg)
Guisante	140	3,5	140	3,5
Guisante	100	2,5	100	2,5
Cebada	200	5,0	200	5,0
Cebada	160	4,0	-	-
Cebada	120	3,0	120	3,0

Figura 1. Numeración de discos de siembra.



terminada fue de 0,67 kg/l, con 38 g de peso, correspondiente a 1.000 semillas.

En ambas parcelas se han llevado a cabo sendos análisis de suelo realizados por el Departamento de Edafología de la EUITA de Madrid, recogiendo dos muestras para el análisis de textura y materia orgánica (**foto 6**), cinco muestras para la determinación de la densidad aparente y contenido

en humedad (**foto 7**) y veinticinco repeticiones por parcela para el cálculo del índice de cono.

La obtención de muestras para la determinación de la densidad aparente y el contenido en humedad se ha realizado mediante el empleo de un cilindro de 100 ml de capacidad, aplicado a los cinco primeros centímetros de suelo.

La determinación del índice de cono para evaluar la resistencia a

la penetración en el suelo se ha realizado con un penetrómetro manual. La **figura 2** muestra el índice de cono obtenido en ambas parcelas a 10 y 20 cm de profundidad; en ambos casos las condiciones demuestran ser idóneas para proceder a la siembra (resistencia inferior a 150 psi). A pesar de ello se observaron significativas diferencias entre ambas parcelas, dado que la primera mostró una clara ausencia de compactación en profundidad. Por el contrario, la segunda parcela presentó un mayor índice de cono tanto en superficie como en profundidad (20 cm), siendo este último mucho más elevado que a 10 cm sobre la superficie del terreno.

Descripción de los ensayos realizados

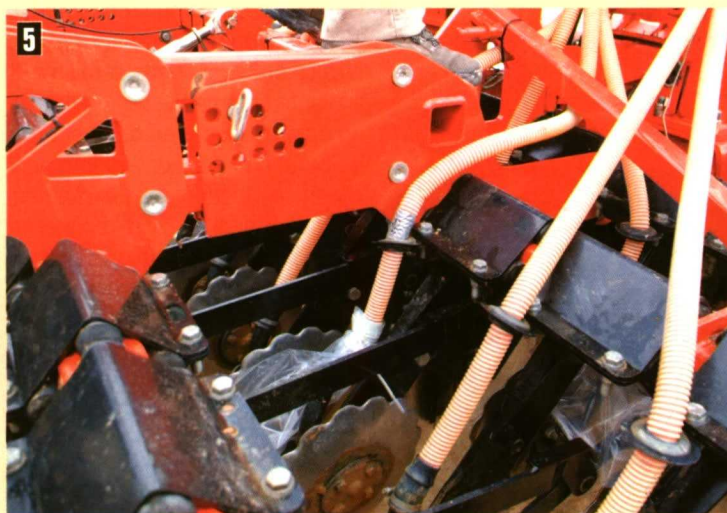
Los ensayos realizados con la sembradora han sido de dos tipos: dinámicos o en campo (realizados con la sembradora trabajando a varias velocidades de avance), y estáticos (llevados a cabo en el interior de la nave de maquinaria para determinar la uniformidad del caudal entre botas).

El nivel de tolva empleado en los ensayos dinámicos fue del 26% en guisante y del 31% en cebada, mientras que en los ensayos estáticos se empleó un nivel de llenado más restrictivo, es decir, un 10% en guisante y un 12,5% en cebada.

De acuerdo con la norma internacional de ensayo de sembradoras UNE 68-097-90, el nivel de llenado volumétrico de 1/8 (12,5%) respecto a la capacidad total de la tolva (2.400 l) es indicativo de la calidad de la labor en condiciones restrictivas de uso; y de ahí el especial énfasis realizado en estos valores.

Ensayos dinámicos

Como se ha indicado, los ensayos dinámicos se llevaron a cabo con el fin de valorar el efecto de la velocidad de avance sobre la



Dispositivo para la regulación de la profundidad de siembra.



Recogida de muestra de suelo para análisis textural y de contenido en materia orgánica.



7
Procedimiento de muestreo para la determinación de la densidad aparente.



8
Puntas de jalón y estacas utilizadas.

profundidad de siembra y sobre la uniformidad de la dosis. El **cuadro III** resume los ensayos realizados en condiciones dinámicas o de campo.

Para analizar la semilla distribuida, se seleccionaron cinco tubos de descarga de semilla, que fueron desacoplados de la máquina y unidos en su extremo final a una bolsa. Se seleccionó un tubo situado en el centro del tren de siembra (número 19), dos en el lado izquierdo (números 2 y 15) y dos en el derecho (números 11 y 22). La semilla descargada por cada tubo a lo largo de un trayecto se identificó apropiadamente. Concluidos los experimentos en campo, el contenido de cada bolsa se pesó en el laboratorio y se registró la cantidad de semilla descargada en cada tubo.

Los trayectos de ensayo en campo con la sembradora fueron de 100 m, correspondientes a dos pasadas de 50 m definidas por puntas de jalón y estacas (**foto 8**). En todas las pasadas la rastra de púas de enterrado situada en el extremo posterior de la sembradora se mantuvo elevada de manera que fuera posible efectuar una sencilla identificación de las líneas de siembra.

La profundidad de la semilla fue determinada en tres líneas por cada pasada, una en el centro y las otras dos en cada uno de los extremos. Se realizaron entre cinco y siete repeticiones de la medida de profundidad por línea y pasada (de diez a catorce por línea y trayecto de ensayo) usando un pie de rey como se muestra en la **foto 9**.



La gama más amplia en máquinas de siembra directa



Sembradoras de discos y rejas, en tres y cuatro filas, arrastradas y suspendidas, mecánicas y neumáticas



Máquinas de discos
3 - 3,5- 4,20 y 5 m.
Distancia entre líneas: 17,5 cm.

Máquinas de rejas
2,30 - 2,80- 3,30 y 5 m.
Distribución entre filas: 17,5 cm.

JULIO GIL ÁGUEDA E HIJOS, S.A.
Ctra. Alcalá, Km 10,1 • 28814 Daganzo (Madrid)
Tel 91 884 54 49 - 91 884 54 29 • Fax 91 884 14 87
e-mail: ventas@sembradorasgil.com
www.sembradorasgil.com

Cuadro II. Características texturales y contenido en materia orgánica de las parcelas ensayadas.

	Densidad aparente (Kg/l)	Contenido en humedad	Materia orgánica	Arcilla	Limo	Arena
Parcela 1	1.134±0,07	13,7%±0,4%	1.300±0,017	37,30±5,34	40,19±2,23	22,50±3,15
Parcela 2	1.570±0,07	17,6%±0,4%	0,695±0,017	37,10±5,34	58,52±2,23	4,37±3,15

Parcela 1: Cebada-guisante.
Parcela 2: Girasol-cebada.

Ensayos estáticos

Los ensayos estáticos fueron especialmente diseñados para determinar la uniformidad de la cuantía de semilla liberada en los veinticuatro tubos de descarga, así como para verificar la influencia de posibles obturaciones a la entrada de dichos tubos de descarga.

Estos ensayos se realizaron con la sembradora completamente inmóvil y el tren de siembra elevado a fin de permitir la colocación de cubos debajo de cada disco de siembra. Para la recogida de semilla, se emplearon sendos recipientes, seleccio-

nándose un tiempo de descarga tal (de 10 a 25 s) que garantizara la ausencia de rebose de semilla en dichos recipientes.

Los envases empleados (foto 10) fueron cubos de 2 l de capacidad y 155 mm de diámetro máximo; cada uno de los cubos fue colocado debajo de los discos de siembra según el criterio de numeración establecido previamente. En el interior de los cubos se colocaron bolsas para reducir el rebote de las semillas e impedir su salida.

El accionamiento de la manivela de calibración se realizó en este caso mediante un motor eléctrico

(foto 11). La velocidad de giro del motor, y por tanto del eje, se seleccionó mediante un variador de frecuencia de manera que la velocidad de avance equivalente marcada en el monitor de la sembradora fuera el especificado para el ensayo.

Se efectuó un ensayo previo de calibración de la dosis. Una vez calibradas las distintas dosis de ensayo, se accionó el motor eléctrico

a la velocidad de avance equivalente deseada.

Para cada tipo de semilla se han realizado tres ensayos estáticos correspondientes a dos dosis distintas de siembra. Los ensayos estáticos realizados se indican en el cuadro IV.

Resultados

Resultados en los ensayos de campo

Los cuadros V y VI muestran los resultados obtenidos en el ensayo de campo. Se observa que uno de los tubos de descarga se encontraba parcialmente obturado (correspondiente al disco número 3), y de ahí la menor cantidad de semilla recogida respecto al resto (números 6, 14, 20 y 21). En una revisión posterior de la sembradora se verificó que la lengüeta que permite anular este tubo se encontra-

ba suelta. Por otra parte, la cantidad absoluta de semilla recogida por tubo en el resto de los casos (números 6, 14, 20 y 21) fue superior a la teórica, a pesar de la correcta calibración de la sembradora en el ensayo del dosificador previo al canal neumático de impulsión. Este hecho fue atribuido a la existencia adicional de entre uno y dos tubos



Medidas de profundidad realizadas con un pie de rey.

Cuadro III. Resumen de los ensayos dinámicos realizados.

Cultivo	Variación	Dosis (kg/ha)	Velocidad de avance teórica (km/h)	Profundidad ajustada (cm)
Guisante	Gracia	140	15	6
Guisante	Gracia	100	8	4
Cebada	Vollye	200	15	4
Cebada	Vollye	160	12	6
Cebada	Vollye	120	8	6

Cuadro IV. Resumen de los ensayos estáticos realizados.

Cultivo	Dosis (kg/ha)	Velocidad de avance (km/h)	Tiempo de ensayo (s)	Oclusión de tubos de descarga
Cebada	200	15	20,3	-
Cebada	200	15	23,0	2
Cebada	120	15	24,0	-
Guisante	100	9	>11,0	-
Guisante	100	9	10,3	3
Guisante	140	15	10,5	-

Figura 2. Determinación de índice de cono para evaluar la resistencia a la penetración del suelo en ambas parcelas.

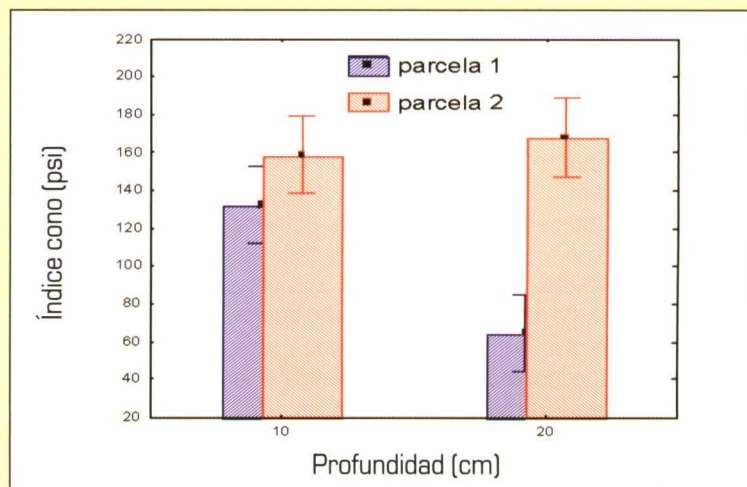
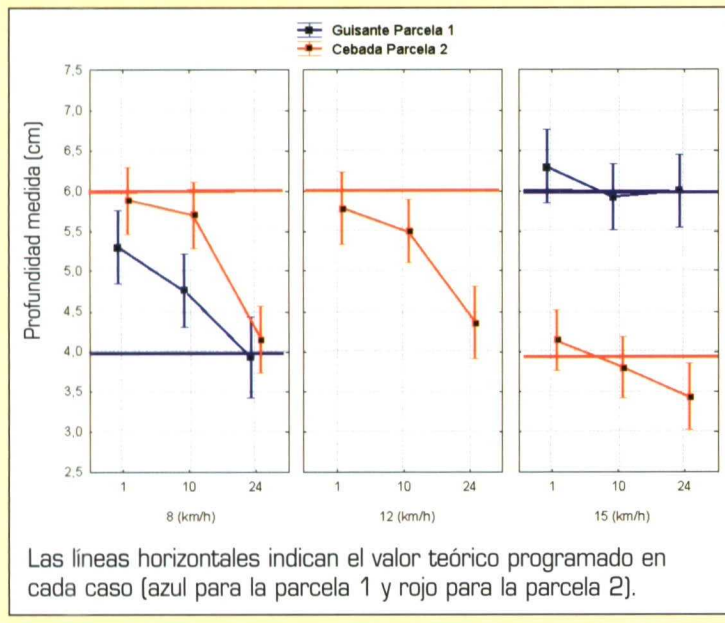


Figura 3. Profundidad de siembra determinada experimentalmente en ambas parcelas: 1 rastrojo de cebada (azul), 2 rastrojo de girasol (rojo) para distintas velocidades de ensayo.



con las lengüetas sueltas, lo que implica que la semilla que no cae por el tubo que le corresponde se distribuye en aquéllos que no se encuentran obstruidos. Finalmente, en todos los casos se registró una mayor cuantía de semilla recogida en los tubos centrales que en los extremos.

La **figura 3** muestra la profundidad de siembra determinada experimentalmente en los ensayos de campo en comparación con la seleccionada en la configuración de la máquina. Lo más significativo es que es a 15 km/h cuando se obtiene un va-

lor más próximo al programado (línea resaltada en el gráfico). En la parcela 2 (mayor resistencia a la penetración), la máquina tiende a profundizar menos de lo deseado, mientras que en la parcela 1 (menor resistencia a la penetración), la profundidad supera al valor programado. Por otra parte, la distorsión provocada por la existencia de una rueda de apoyo de diferentes características es manifiesta, ya que la máquina no profundiza por igual en ambos extremos, siendo este efecto mayor en el terreno más firme (parcela 2).

Figura 4. Distribución transversal de la semilla obtenida en los distintos tubos de descarga en el ensayo estático con guisante.

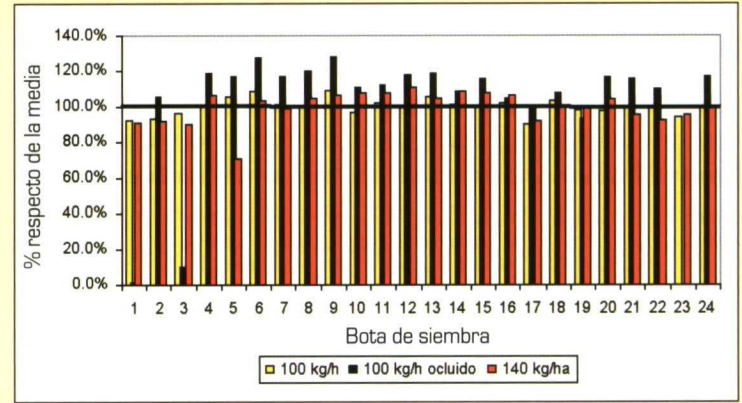
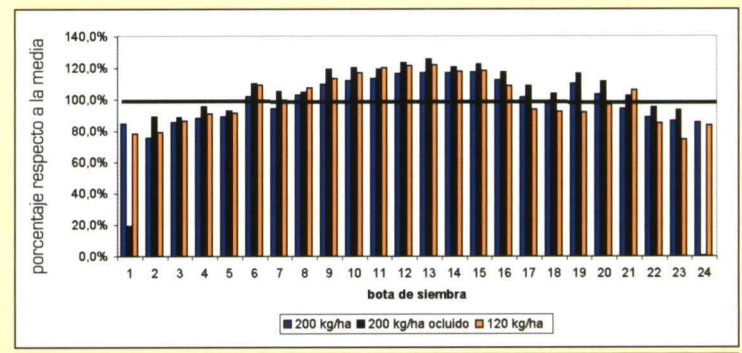


Figura 5. Distribución transversal de la semilla obtenida en los distintos tubos de descarga en el ensayo estático con cebada.



Resultados en los ensayos estáticos

Considerando los resultados obtenidos en el ensayo de campo, se decidió verificar en ensayo específico el efecto de la posición del tubo de descarga sobre la cuantía de semilla recogida, así como eva-

luar el efecto de la obturación parcial de los tubos de descarga.

La **figura 4** confirma en el ensayo estático con guisante que, cuando existen tubos parcial o totalmente obturados (3 y 23 en la serie en barras negras), la cantidad de semilla que se recoge



Nudos fabricados en forja, para las más exigentes necesidades de la maquinaria agrícola

Recambios y accesorios para Tractores y Maquinaria Agrícola



Pol. Industrial Agustinos, C/ A, Nave D-13
31013 PAMPLONA (Navarra - España)
Teléfonos: 902 312318 - 948 312318
Fax: 948 312341
e-mail: agrinava@agrinava.com
www.agrinava.com

CARDANS, REDUCTORES, MULTIPLICADORES



en el resto es mayor que la teórica. Por otra parte, en el ensayo con cebada (figura 5) existe un claro descenso de la cantidad de semilla recogida en los tubos extremos, efecto que parece atribuible a la menor densidad de la

semilla de cebada respecto a la de guisante.

Conclusiones

La sembradora Pottinger Terra-sem 3000 ensayada no se encon-

traba en óptimas condiciones de mantenimiento, puesto que una de las ruedas originales había sido sustituida por otra de distinta huella, aspecto que ha tenido una clara incidencia en la regularidad transversal de la profundidad de siembra. A pesar de ello, la profundidad verificada experimentalmente se mantiene uniforme y cercana a la programada a elevadas velocidades de siembra (15 km/h) respecto a los valores obtenidos a otras velocidades de trabajo tradicionalmente más empleadas (8 km/h). A elevadas velocidades de avance el estado del suelo parece afectar menos el control de la profundidad, incluso en suelos muy diferentes.

La dosis de siembra es fácilmente regulable con el mecanismo que ofrece el fabricante, que permite cuantificar de forma global la semilla a recoger en todos los tubos. Cuando no se verifica apropiada-



10 Ubicación de los cubos para la recogida de semilla en el ensayo estático.



11 Detalle del motor eléctrico empleado para el accionamiento constante del eje del distribuidor en los ensayos estáticos.

Cuadro V. Resumen de resultados obtenidos en el ensayo de campo en la parcela número 1 (guisante).

Dosis (kg/ha)	Velocidad de avance (km/h)	Tubo de caída seleccionado	Longitud recorrida (m)	Masa semilla recogida/(m x tubo) (g/(m x tubo))	Porcentaje respecto a la media (%)
100	8	3	94,2	0,79	53,48
100	8	6	94,2	1,60	108,70
100	8	14	94,2	1,84	125,04
100	8	20	94,2	1,51	102,63
100	8	21	94,2	1,62	110,15
140	15	3	98,5	1,28	61,40
140	15	6	98,5	2,30	110,41
140	15	14	98,5	2,45	117,73
140	15	20	98,5	2,19	105,13
140	15	21	98,5	2,19	105,33

Cuadro VI. Resumen de resultados obtenidos en el ensayo de campo en la parcela número 1 (cebada).

Dosis (kg/ha)	Velocidad de avance (km/h)	Masa semilla teórica/(m x tubo) (g/(m x tubo))	Tubo de caída seleccionado	Longitud recorrida (m)	Masa semilla recogida/(m x tubo) (g/(m x tubo))	Porcentaje respecto a la media (%)
200	15	2,5 (≈ 66 semillas)	3	120,4	1,38	51,26
200	15		6	120,4	2,93	108,88
200	15		14	120,4	3,64	135,35
200	15		20	120,4	3,04	112,77
200	15		21	120,4	2,47	91,73
160	12	2 (≈ 53 semillas)	3	117,2	1,13	51,86
160	12		6	117,2	2,54	116,62
160	12		14	117,2	2,87	131,36
160	12		20	117,2	2,41	110,36
160	12		21	117,2	1,96	89,79
120	8	1,5 (≈ 39 semillas)	3	123,2	0,81	49,90
120	8		6	123,2	1,87	115,17
120	8		14	123,2	2,10	129,34
120	8		20	123,2	1,85	113,47
120	8		21	123,2	1,50	92,12

La masa recogida por metro lineal y tubo de caída tiene un intervalo de confianza estimado del 10%.

mente la ausencia de obturaciones a la entrada de los tubos de descarga como consecuencia de un incorrecto ajuste de las lengüetas, puede ocurrir que los datos de calibración general sean correctos y sin embargo las cuantías reales de semilla que caen por cada tubo no se ajusten a lo programado. Cuando en una o varias botas se registra un descenso de la cantidad de semilla debido a una obturación, en el resto se recoge una mayor cantidad debido a que la semilla no descargada por el tubo correspondiente se redistribuye en el resto. De esta manera la dosis media permanece constante pero se produce una falta de homogeneidad transversal significativa.

En semillas de baja densidad como la cebada, se verifica un efecto muy claro de la posición del tubo de descarga sobre la cantidad de semilla recogida, siendo en todos los casos mayor la recogida en los tubos centrales que en los extremos. Este efecto es prácticamente inexistente en semilla de guisante. ■