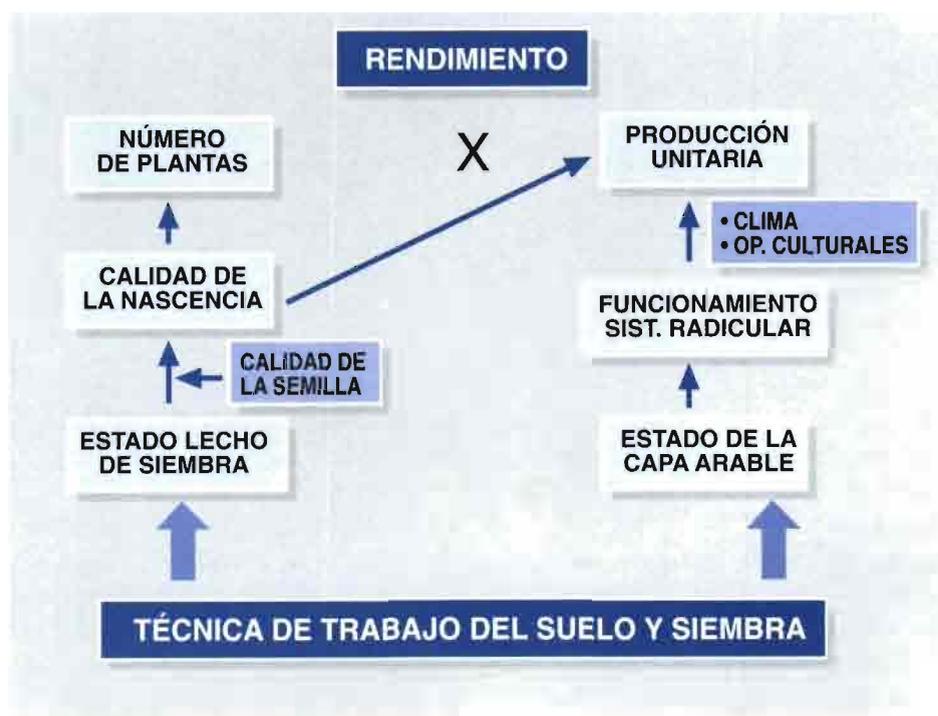




# SEMBRADORAS DE CEREALES

## La calidad como factor clave

FIG. 1: CONDICIONANTES DE UNA SIEMBRA CORRECTA.



El rendimiento de un cultivo es el producto de dos componentes (Figura 1): el número de plantas por unidad de superficie, que depende de la calidad de la nascencia y, por tanto, de la calidad de la semilla y la producción unitaria de cada planta, ligada al funcionamiento del sistema radicular que abastece de agua y minerales a la planta para realizar las funciones esenciales.

La siembra de cualquier cultivo tiene como objetivo el establecimiento de una determinada población (plantas por m<sup>2</sup>) que derivará en un rendimiento posterior. Para que este último sea óptimo, son necesarias dos condiciones durante la siembra:

- El respeto de la población deseada, incluso para el caso de cereales aun contando con su conocida capacidad

para compensar desviaciones en cuanto a número de plantas por unidad de superficie.

- El respeto del periodo de siembra óptimo fuera del cual (ya sea antes o después) se incrementa el riesgo de disminución de la cosecha respecto al potencial de la parcela.

Desde un punto de vista operacional, estos dos condicionantes, ligados al éxito de la implantación del cultivo, pueden traducirse por:

- 'Sembrar rápido'. Término que hace referencia no sólo a las operaciones de siembra propiamente dichas, sino también a todos los aspectos ligados con la preparación del terreno (laboreo primario y preparación del lecho de siembra), con objeto de respetar el periodo de siembra óptimo en fun-

Es frecuente decir que el éxito de un cultivo depende, en más de un 50%, de las condiciones de implantación. Implantar un cultivo supone el iniciar un combate contra numerosos factores climáticos o parasitarios que intentarán, a lo largo de toda la campaña, disminuir el potencial de rendimiento de las semillas. Es por ello por lo que, durante el periodo de siembra es importante no cometer ciertos errores para no disminuir, ya de entrada, el potencial económico de la actividad.

ción de los condicionantes específicos de la explotación (clima, tipo de suelo, maquinaria y mano de obra disponible).

- 'Sembrar bien'. Con objeto de conseguir la densidad de semilla adecuada, compatible con el aprovechamiento lo más completo posible del potencial de rendimiento de la parcela.

## ■ SEMBRAR BIEN

La calidad de la implantación depende, por una parte, de las características y del perfil del terreno conseguido con el laboreo y de la operación de siembra propiamente dicha. Por lo que respecta al trabajo del suelo su calidad se aprecia a través del estado estructural de la capa arable y del estado del lecho de siembra. Para la siembra, esta calidad viene determinada por el respeto de la dosis establecida de semilla y por el reparto espacial de los granos en el suelo. Nos centraremos a continuación en todo lo que hace referencia a este último aspecto de la localización de las semillas en el interior del lecho de siembra.

Dos aspectos son importantes a la hora de evaluar la colocación de los granos durante el proceso de la siembra: la localización en profundidad y la localización sobre la línea de siembra.

La **profundidad de siembra** puede modificar notablemente la calidad de la nascencia. De una manera general, el aumento de la profundidad de siembra incrementa el tiempo necesario para la nascencia. Para un mismo tipo de lecho de siembra, la suma de temperaturas necesaria para alcanzar el 90% de plantas nacidas aumenta en unos 10°C (unos dos días si la temperatura media es de 5°C) por centímetro de profundidad suplementaria. Además de la profundidad de colocación de las semillas, la uniformidad de ésta tiene también incidencia sobre la nascencia. Si es irregular, la nascencia será heterogénea. En este caso, dicha heterogeneidad puede representar problemas durante el ciclo del cultivo (tratamientos fitosanitarios, fertilización nitrogenada...) si el estadio vegetativo de las plantas no es idéntico.

La **localización de las semillas en la línea** de siembra tiene a su vez una influencia determinante sobre la calidad del cultivo. Si este factor es importante en cultivos como los cereales de invierno, lo es mucho más en cultivos como el maíz, la remola-



cha y el girasol, la producción de los cuales está íntimamente ligada a la superficie de terreno asignada a cada planta.

Los parámetros anteriormente mencionados están directamente ligados a las características técnicas de los equipos utilizados. Aspectos como la uniformidad en la profundidad de siembra, el respeto a la dosis establecida y la posibilidad de adaptación a las particularidades del momento, son factores directamente dependientes del tipo de sembradora utilizada y a ellas nos vamos a referir en lo sucesivo.

Si bien el cultivo de cereales de invierno no presenta tantas exigencias en cuanto a la precisión en la colocación de la semilla en el terreno, como ocurre en el caso del maíz o el girasol, es necesario por lo menos el mantenimiento de un flujo constante de semilla, una alimentación homogénea a todos los elementos de siembra y una incorporación en el terreno adecuada. Por tanto, un análisis detallado de las prestaciones de las sembradoras debe pasar por una evaluación del sistema dosificador, el sistema distribuidor y los elementos de enterrado.

## ■ DOSIFICADOR: ALMA DE LA SEMBRADORA

El dosificador de una sembradora volumétrica o 'a chorrillo' debe garantizar un flujo de salida uniforme y constante, capaz de alimentar de una manera adecuada a todos y cada uno de los elementos de siembra.

En cuanto a los tipos de dosificadores utilizados, dos son las alternativas actualmente utilizadas: el sistema de alimentación forzada, mediante la utilización de rodillos acanalados, y el sistema de alimentación acompañada, cuando se utilizan cilindros de dedos. En el primer caso la semilla es extraída de la tolva mediante unos cilindros acanalados. Una compuerta, situada en la parte inferior de la distribución, permite adaptar esta última al tipo de grano (grande o pequeño). La regulación del caudal de semilla se realiza modificando la velocidad de rotación de los cilindros (mediante una caja de velocidades) y/o modificando la anchura útil del canal. En cuanto a los dosificadores de cilindros de dedos, los granos son extraídos de la tolva y conducidos hacia los tubos de caída gracias a la acción de una serie de dedos de diferentes carac-

terísticas en función del tipo de grano. En este caso, la distribución del caudal se realiza esencialmente modificando la velocidad de rotación de los dedos mediante una caja de velocidades.

La evolución de las sembradoras en este aspecto concreto ha ido en el sentido de una cada vez mayor adaptación de los dosificadores a las diferentes condiciones de trabajo. Independientemente del tipo utilizado, todos los modelos existentes en el mercado presentan una amplia gama de posibilidades que permiten la realización de la siembra en condiciones que podríamos llamar 'no ideales'. Si bien resulta relativamente sencillo el mantener una distribución uniforme de una semilla más o menos homogénea, sin aristas, con unas condiciones de llenado de tolva ideales y en un terreno completamente horizontal y exento de obstáculos (terrones, piedras, etc.), los problemas se plantean cuando se trata de realizar siembras en condiciones extremas. Las preguntas normales del agricultor ante una sembradora son siempre: ¿Se mantienen las condiciones de utilización cuando se quieren sembrar dosis bajas o muy bajas de semilla? ¿Cuál es el comportamiento de la sembradora ante semillas 'difíciles' como el *ray-grass* o la colza? ¿Funciona de igual manera la sembradora al inicio de la jornada, con la tolva llena, que al finalizar la misma, con poca cantidad de semilla en la tolva? ¿Cómo afecta la inclinación del terreno a la calidad de distri-

bución? Ante estas preguntas lógicas, el Departamento de Ingeniería Agraria de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona ha llevado a cabo una serie de ensayos con una sembradora a chorrillo con el fin de dar respuestas a la mayoría de ellas.

Los ensayos se realizaron con una sembradora Howard-Nordsten NS 1030. La máquina estaba provista de

**“De los ensayos realizados se puede deducir la gran adaptabilidad de la máquina a diferentes situaciones de trabajo”**

25 botas de siembra separadas 12 cm, lo que significa una anchura de trabajo de 3 metros. El sistema de dosificación era de cilindros de dedos.

Se realizaron ensayos para determinar la influencia del nivel de llenado de la tolva (25%, 50% y 100% de la capacidad total), las características de inclinación de la parcela (terreno horizontal y terreno con una inclinación lateral de 10 grados), el tipo de semilla utilizado (se realizaron ensayos con *ray-grass*

como representante de semilla difícil) y el efecto de la cantidad de semilla utilizada (se realizaron tres tipos de ensayo a dosis baja, media y alta). Un resumen de los resultados podemos observarlo en la Tabla 1.

Como queda reflejado, tanto los valores de dosis reales obtenidos, comparados con la dosis teórica objetivo, como los valores de uniformidad de distribución entre las botas, expresada como coeficiente de variación, muestran una gran adaptabilidad de la sembradora a las diferentes condiciones de trabajo. Es de destacar que los peores resultados en cuanto a uniformidad se han obtenido cuando se trabaja con la sembradora inclinada y a dosis altas (5.07% del coeficiente de variación), siendo incluso en este caso un resultado ciertamente admisible en condiciones reales de trabajo. Otro aspecto a destacar es la mayor influencia que el nivel de llenado de la tolva ejerce sobre la dosis real obtenida. Las mayores desviaciones respecto a la dosis teórica para la cual fue regulada la máquina se han obtenido con un nivel de llenado del 100%, lo que permite concluir que el peso de la cantidad de semilla sobre los elementos dosificadores afecta más que el nivel de dosis o que, incluso, las condiciones de la parcela.

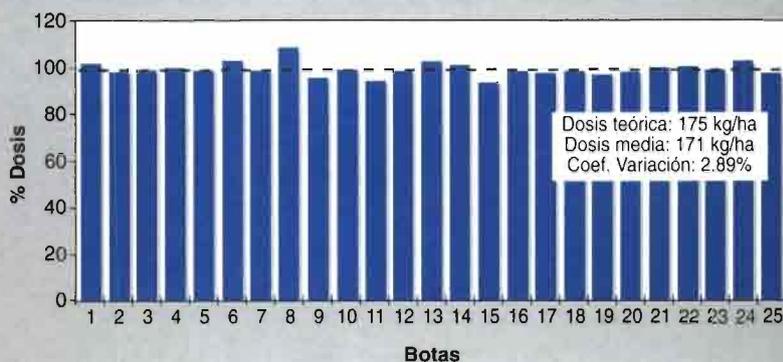
Del análisis global de estos resultados se puede concluir que esta sembradora permite una gran adaptación a condiciones difíciles de utilización, sin perjuicio de la calidad de trabajo.

**TABLA 1: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DISTRIBUCIÓN DE 'RAY-GRASS' CON LA SEMBRADORA NORDSTEN NS 100**

		DISTRIBUCIÓN DE RAY-GRASS A DIFERENTES DOSIS DE SIEMBRA					
		DOSIS BAJA (20 kg/ha)		DOSIS MEDIA (30 kg/ha)		DOSIS ALTA (40 kg/ha)	
Pendiente	Llenado tolva	Dosis real (kg/ha)	CV botas (%)	Dosis real (kg/ha)	CV botas (%)	Dosis real (kg/ha)	CV botas (%)
Horizontal	25%	21.1 (+ 5.5%)	4.94	30.9 (+ 3.0%)	3.88	40.7 (+ 1.7%)	3.78
	50%	20.3 (+ 1.5%)	3.83	30.6 (+ 2.0%)	3.47	40.0 (+ 0.0%)	3.73
	100%	18.1 (- 9.5%)	2.89	28.0 (- 6.6%)	2.68	37.4 (- 6.5%)	3.93
10º derecha	25%	19.6 (- 2.0%)	4.51	29.6 (- 1.3%)	4.03	38.8 (- 3.0%)	5.07



**Gráfica 1: Ensayo de distribución de trigo con sembradora mecánica Howard-Nordsten NS 1030**



## SISTEMA DE DISTRIBUCION: ¿MECÁNICO O NEUMÁTICO?

Resulta difícil el establecer una relación de puntos fuertes y débiles de los dos sistemas de distribución utilizados en sembradoras a chorriullo. El sistema de distribución neumático, en el cual una corriente de aire se encarga de distribuir uniformemente entre todas las botas de siembra la cantidad de semilla que previamente ha extraído de la tolva una única célula dosificadora (generalmente de rodillo acanalado), permite anchuras de trabajo superiores a las máquinas con sistema de distribución mecánica.

Sin embargo, y a pesar de que la calidad en la dosificación total pueda

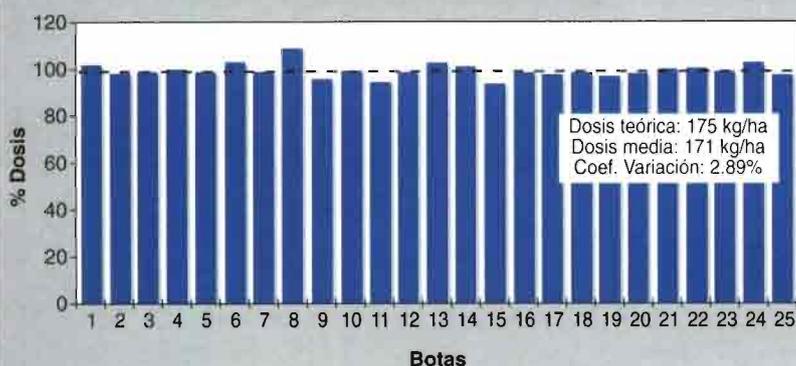
ser superior al tratarse de un único elemento dosificador, existe un innegable riesgo a la hora de la distribución de la cantidad total de semilla, de manera que esta homogeneidad depende de forma directa del diseño de los cabezales de distribución, de la longitud y de la disposición de los tubos de transporte hasta los elementos enterradores. Por otra parte, la posibilidad de separar físicamente la tolva de los elementos enterradores permite, en algunos modelos, el incremento de la capacidad de trabajo de los equipos mediante la colocación en el tractor de tolvas delante- ras con capacidad extra.

Con el único objetivo de aportar datos que sirvan para clarificar lo anteriormente expuesto, en las gráficas 1 y 2 aparecen los resultados de los ensayos de distribución de semi-

lla de trigo llevados a cabo con dos sembradoras de cereales, una sembradora de distribución mecánica, Howard-Nordsten NS 1030, y una sembradora de distribución neumática, Kverneland Accord DL, de las mismas características en cuanto a anchura de trabajo (3 metros), número de botas (25) y condiciones de trabajo. En estas gráficas podemos ver cómo no existen diferencias significativas en cuanto a homogeneidad de distribución entre botas, dando ambas sembradoras unos resultados de homogeneidad ciertamente correctos.

Sin embargo, la utilización de sembradoras de distribución mecánica o neumática puede presentar diferencias en cuanto a la regularidad de siembra en terrenos en pendiente. El hecho de disponer de un elemento

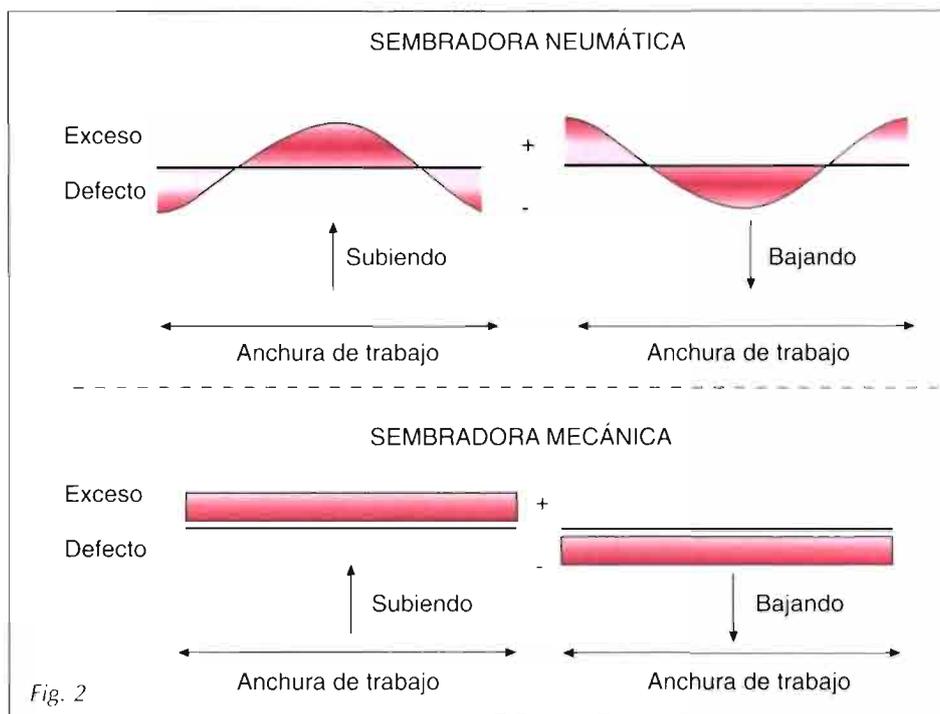
**Gráfica 2: Ensayo de distribución de trigo con sembradora neumática Kverneland Accord DL**



dosificador centralizado (sembradora neumática) o de elementos dosificadores individuales (sembradora mecánica) hace que el resultado en cuanto a uniformidad entre líneas de siembra sea diferente.

En la Figura 2 podemos observar cómo con las sembradoras neumáticas la cantidad total de semilla distribuida es la misma, tanto en terreno ascendente como descendente, aunque se reparte de forma irregular en toda la anchura de trabajo de la sembradora. Esto se traduce por una serie de bandas alternas (de anchura variable entre 1 y 1.5 metros) con zonas sobredosificadas o subdosificadas. Con una sembradora mecánica se produce un efecto de sobredosificación cuando la pendiente es ascendente y una dosis inferior a la teórica cuando el terreno es descendente por lo que, a pesar de obtener una buena regularidad entre líneas, se observan bandas diferenciadas, que coinciden con la anchura de trabajo de la máquina.

La solución a estos problemas podría pasar, en el caso de la sembradora neumática, por la incorporación de cabezales distribuidores autonivelantes o bien, como ya proponen algunos de los fabricantes (Howard-Nordsten



### ENTERRADO DE LA SEMILLA: UNIFORMIDAD Y PRECISIÓN

La capacidad de apoyo sobre el suelo de los elementos enterradores de la semilla, así como su regularidad, se puede apreciar por la capacidad máxima de presión sobre el suelo y la regularidad de la fuerza de apoyo de los di-

ferentes elementos sembradores. El primer indicador permite conocer la capacidad máxima de enterrado de las diferentes sembradoras, mientras que el segundo permite apreciar la regularidad de apoyo, la cual puede variar entre los diferentes elementos sembradores de una misma máquina. Si una sembradora presenta irregularidades en este sentido, éstas se traducirán en irregularidades de nascencia entre líneas.

Donde sí se han encontrado diferencias interesantes ha sido entre la capacidad de enterrado de las sembradoras mecánicas y las neumáticas. En éstas la capacidad ha sido un 50% superior, de media, a la obtenida con las mecánicas. Con fuertes presiones de utilización, equivalentes a las condiciones de trabajo para una siembra en terreno preparado siguiendo técnicas simplificadas, las neumáticas Kongskilde Demeter, Kverneland Accord DA-S y Kuhn Venta presentan las mejores calidades de trabajo (según ensayos realizados por el ITCF en Francia).

**“Las condiciones de utilización de la máquina y los criterios de regulación tienen efecto notable sobre la calidad de la siembra”**

NS 5040, Kongskilde Demeter), por la utilización de cabezales menores individuales por grupo de elementos de siembra. Para el caso de las sembradoras mecánicas, posiblemente haya que actuar sobre el diseño de la tolva y de la posición de los dosificadores con el fin de garantizar un flujo uniforme de semilla, independientemente de la inclinación de aquélla.

ferentes elementos sembradores. El primer indicador permite conocer la capacidad máxima de enterrado de las diferentes sembradoras, mientras que el segundo permite apreciar la regularidad de apoyo, la cual puede variar entre los diferentes elementos sembradores de una misma máquina. Si una sembradora presenta irregularidades en este sentido, éstas se traducirán en irregularidades de nascencia entre líneas.

### CONCLUSIONES

Una conclusión es clara: la elevada influencia que las características de los equipos y sus condiciones de utilización tienen sobre el resultado final de la acción. Esto, que podría parecer poco novedoso, tiene una importancia decisiva.

Del análisis de los resultados de los diferentes ensayos realizados con sembradoras volumétricas resulta evidente que, más que las particularidades de diseño de la máquina, las condiciones de utilización de la misma, los criterios de regulación y los factores externos tienen un efecto ciertamente importante. ☉