

SIEMBRADORAS DE CEREALES. LA CALIDAD DE LA SIEMBRA Y SU RELACION CON LAS CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS. TENDENCIAS ACTUALES

Emilio Gil

Escola Superior d'Agricultura de Barcelona

Universitat Politècnica de Catalunya

INTRODUCCION

Es corriente 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 intentarían, a lo largo de toda la campaña, disminuir el potencial de rendimiento de las semillas. Es por ello que, durante el periodo de siembra es importante el no cometer ciertos errores para no disminuir, ya de entrada, el potencial económico de la actividad.

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.

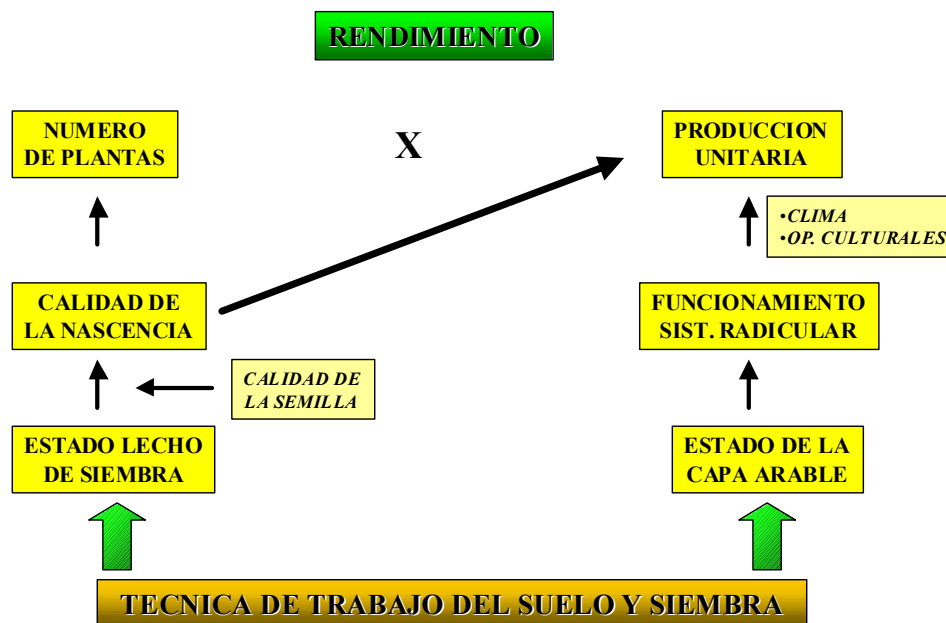


Fig.1 Factores que afectan al rendimiento del cultivo

La siembra de cualquier cultivo tiene como objetivo el establecimiento de una determinada población (plantas por m²) 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 aún a pesar de 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 del 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 solo a las operaciones de siembra propiamente dichas sino también a todos los aspectos ligados a la preparación del terreno (laboreo primario y preparación del lecho de siembra), con objeto de respetar el periodo de siembra óptimo en función de los condicionantes específicos de la explotación (clima, tipo de suelo, maquinaria y mano de obra disponible),
- “**sembrar bien**”, con objeto de conseguir el nivel de densidad adecuado compatible a una expresión lo más completa 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 hace referencia al trabajo del suelo la calidad de trabajo 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 todos aquellos aspectos que hacen referencia a este último aspecto de la localización de las semillas en el interior del lecho de siembra.

Dos aspectos son importantes a considerar 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 regularidad de esta entre los granos tiene también incidencia sobre la nascencia. Si es irregular la nascencia será heterogénea. En este caso esta 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 remolacha y el girasol, la producción de los cuales está íntimamente ligada a la superficie de terreno asignada a cada planta.

Estos 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**.

EL 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 posibilidades actualmente utilizadas: el sistema de alimentación forzada, mediante la utilización de rodillos acanalados, o 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 características 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 distribución? 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 NORDSTEN NS 1030, comercializada en España por Howard Rotovator S.A.. La maquina estaba provista de 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°), 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 verlo en la tabla 1.

Tabla 1: Resultados de los ensayos de distribución de ray-grass con la sembradora NORDSTEN NS 100

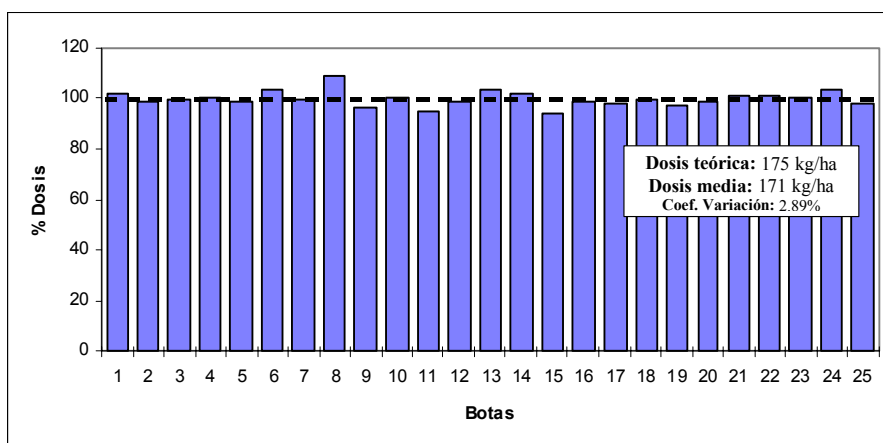
		<i>Distribución de ray-grass a diferentes dosis de siembra</i>					
		<i>Dosis baja (20 kg/ha)</i>		<i>Dosis media (30 kg/ha)</i>		<i>Dosis alta (40 kg/ha)</i>	
<i>Pendiente</i>	<i>Llenado tolva</i>	<i>Dosis real (kg/ha)</i>	<i>CV botas (%)</i>	<i>Dosis real (kg/ha)</i>	<i>CV botas (%)</i>	<i>Dosis real (kg/ha)</i>	<i>CV botas (%)</i>
<i>Horizontal</i>	<i>25%</i>	21.1 (+ 5.5%)	4.94	30.9 (+ 3.0%)	3.88	40.7 (+ 1.7%)	3.78
	<i>50%</i>	20.3 (+ 1.5%)	3.83	30.6 (+ 2.0%)	3.47	40.0 (+ 0.0%)	3.73
	<i>100%</i>	18.1 (- 9.5%)	2.89	28.0 (- 6.6%)	2.68	37.4 (- 6.5%)	3.93
<i>10° derecha</i>	<i>25%</i>	19.6 (- 2.0%)	4.51	29.6 (- 1.3%)	4.03	38.8 (- 3.0%)	5.07

Como puede observarse, 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 maquina 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.

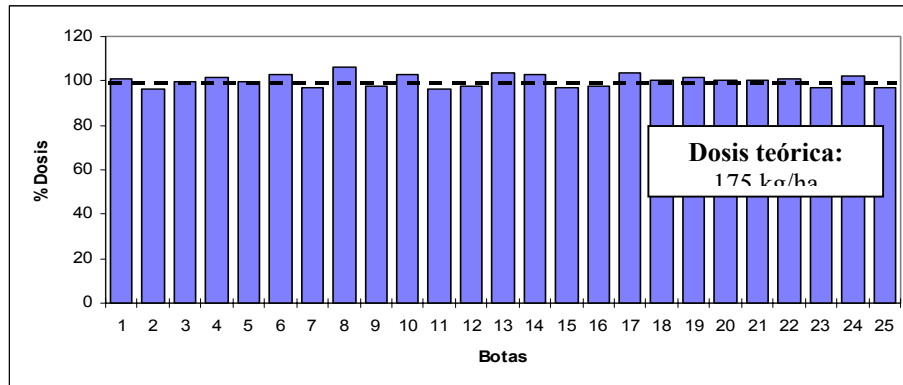
SISTEMA DE DISTRIBUCION, ¿MECANICO O NEUMATICO?

Resulta difícil el establecer una relación de puntos fuertes y débiles de los dos sistemas de distribución utilizados en sembradoras a chorrillo. 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 a extraído de la tolva una única célula dosificadora (generalmente de rodillo acanalado) permite anchuras de trabajo superiores a las maquinas 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 forma 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 delanteras con capacidad extra.



Gráfica 1: Ensayo de distribución de trigo con sembradora mecánica NORDSTEN NS 1030

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 semilla de trigo llevados a cabo con dos sembradoras de cereales, una sembradora de distribución mecánica (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 como no existen diferencias significativas en cuanto a homogeneidad de distribución entre botas, dando ambas sembradoras unos resultados de homogeneidad ciertamente correctos.



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

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 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 1 podemos ver como 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 todo el ancho 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 (NORDSTEN NS 5040, KONGSKILDE DEMETER), por la utilización de cabezales menores individuales por grupo de elementos de siembra (foto 3). 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 aquella.

ENTERRADO DE LA SEMILLA: UNIFORMIDAD Y PRECISION

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 diferentes 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, estas se traducirán en irregularidades de nascencia entre líneas.

Donde si se han encontrado diferencias interesantes de comentar en este aspecto, ha sido entre la capacidad de enterrado de las sembradoras mecánicas y las neumáticas. En estas 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 sembradoras neumáticas Kongskilde Demeter, Kverneland Accord DA-S y Khun Venta presentan las mejores calidades de trabajo.

NOVEDADES Y TENDENCIAS EN EL MERCADO

La mayor parte de los esfuerzos dedicados por los constructores de sembradoras van encaminados hacia dos objetivos: incremento de las capacidades de trabajo de los equipos, mejora de la calidad de distribución y facilidad en la regulación.

Respecto al primer objetivo, se constata una generalización de células dosificadoras centralizadas y transporte neumático de la semilla. Esta concepción permite realizar sembradoras de grandes anchuras de trabajo, fácilmente plegables para la posición de transporte.

La mejora de calidad de distribución está directamente ligada con los aspectos agronómicos y económicos de la producción. Desde el punto de vista agronómico, la colocación en el terreno de la cantidad precisa de semilla y en la posición adecuada son garantía de éxito en el rendimiento final del cultivo. En términos de economía, y dentro de la necesidad de reducción de los costes de producción, la posibilidad de reducir la cantidad de semilla empleada mediante la utilización adecuada de la sembradora va a permitir ahorros económicos importantes, sobre todo si se tiene en cuenta el creciente coste de las semillas. Expondremos a continuación algunos ejemplos a este respecto.

La incorporación de la electrónica a los equipos agrícolas ha supuesto un paso importante en la mejora de la calidad de las labores. Concretamente en el tema de las sembradoras, la adaptación de sistemas capaces de controlar todos los parámetros que intervienen durante el proceso es toda una ventaja a tener en cuenta. Citemos como ejemplo, que no único, el sistema de Control Electrónico de Siembra (ESC) que incorporan las sembradoras Kverneland Accord. Este pequeño “cerebro” permite controlar en tiempo real aspectos tan importantes como la velocidad real de avance, la dosis real distribuida y su relación con la teórica deseada, el rendimiento de la máquina y la superficie total de trabajo. Además, la información acerca de régimen de giro del ventilador, nivel de llenado de la tolva, velocidad de rotación del dosificador posibilita el control real de todas las funciones durante el trabajo.

Dentro de los sistemas propuestos para la mejora de la colocación de los granos en el lecho de siembra cabe mencionar el sistema S.P.I “regul-line” presentado recientemente por SULKY. Se trata de un dispositivo que permite la alineación de los granos una vez extraídos estos de la tolva por los rodillos de dedos dosificadores. De este modo se consigue una reducción del número de dobles y del número de fallos en la línea de siembra. Este sistema está especialmente indicado para la utilización de semillas de “alta gama”, con elevado coste de adquisición.

Los resultados de los diferentes ensayos e investigaciones acerca de la influencia que la colocación de la semilla en la línea de siembra tiene sobre el rendimiento final del cultivo han posibilitado la reciente aparición de nuevas sembradoras monograno polivalente con posibilidad de regulación para pequeñas separaciones entre líneas (12,5 o 17 cm). Este hecho ha relanzado el debate sobre el interés de las siembras de precisión para el caso de los cereales. En este sentido, el ITCF (Institut Technique de Cèrèales et Fourrages) ha diseñado una sembradora monograno polivalente de 3 m de anchura de trabajo y una distancia entre líneas de 17,6 cm con la que se han realizado diferentes ensayos comparativos con una sembradora clásica de las mismas características para la siembra de trigo. Las observaciones realizadas se han centrado principalmente en los siguientes aspectos: profundidad de siembra, distribución de semillas y rendimiento.

Con la sembradora de distribución monograno la separación entre granos se mantiene muy próxima a la distancia teórica (siempre que la máquina este bien regulada) para densidades inferiores a 330 plantas/m². Por encima de estas densidades, las diferencias de calidad de localización entre una sembradora volumétrica y una monograno se reducen considerablemente. Los resultados muestran como la separación del rendimiento entre la siembra de precisión y la siembra volumétrica clásica es positiva para densidades bajas. Esto se explica por el hecho de que el rendimiento óptimo se alcanza con densidades inferiores en siembras de precisión. En la práctica, a igualdad de rendimiento, es posible reducir las densidades de siembra en siembras de precisión del orden del 20% con respecto a las siembras volumétricas, con el consiguiente ahorro en cuanto al consumo de semillas.

Se puede constatar que la distribución de la sembradora monograno tiende a alterarse a medida que aumenta el caudal de semilla (el caudal de semillas depende del número de orificios del disco y de su velocidad de rotación). Señalemos que una siembra a 300 g/m², realizada a 6 km/h con una separación entre hileras de 17 cm exige que cada elemento de la sembradora distribuya sobre la línea **90 granos/segundo!**

Los resultados de los ensayos llevados a cabo tras varios años muestran que el interés de la siembra de precisión para los cereales es doble:

- por un perfecto conocimiento de la cantidad de granos sembrados en número de granos sembrados por m² y no en peso por hectárea como el caso de una sembradora clásica.
- por una selección rápida y precisa de la densidad de siembra y no por aproximaciones sucesivas a partir de un índice que relaciona número de semillas con volumen.

Estas dos ventajas de la siembra de precisión respecto de la siembra volumétrica clásica permiten una economía de semilla consumida y no un incremento de la producción. Este último hecho puede presentarse pero solamente en el caso de bajas densidades, inferiores a las consideradas como óptimas. Dentro de un contexto de una investigación encaminada a la reducción de los costes de cultivo, de limitación de la producción y de aparición en el mercado de semillas cada vez más sofisticadas y caras (aporte genético, protección fitosanitaria precisa, pildorado...) la siembra de precisión parece una técnica con un futuro prometedor incluso en cereales.

Pero, mientras que la siembra grano a grano para el caso de cereales de invierno todavía no está a nivel de usuario, lo que si ha llegado, y de forma revolucionaria, ha sido la

denominada “Agricultura de Precisión”. Aun a pesar de la sencillez y claridad en la definición del término: “Agricultura de precisión es hacer aquello realmente necesario, en el momento oportuno y en el lugar preciso”, no lo es tanto cuando se trata de llevarlo a la práctica. Por lo que se refiere a la siembra, la modulación de la dosis de semilla en función de las características potenciales locales empieza a ser un hecho. Recientemente (Agritechnica 97) AMAZONE presentó el AMASAT D.A.T. (Dual Application Technique). Este sistema utilizado en combinación con un sistema de Posicionamiento Global Diferencial (DGPS) permite la dosificación exacta y diferencia en cada una de las zonas de la parcela, de la cantidad necesaria de semilla y de fertilizante, basándose en la información previa obtenida a partir de los mapas de rendimiento de la parcela. De esta manera, y mediante mecanismos electro-hidráulicos, es posible variar automáticamente la posición del dosificador de la sembradora, basándose en la posición exacta del tractor sobre la parcela.

Podríamos decir que este, y otros ejemplos similares, pertenecen a la agricultura del siglo XXI, entendiendo como tal aquella todavía muy lejana. Sin embargo, el año 2000 está a la vuelta de la esquina y este breve muestrario de tecnologías son perfectamente tangibles en nuestras actuales condiciones. Por lo tanto es preciso un amplio conocimiento de los mismos, sin el cual resultará difícil el obtener el máximo beneficio.

LA REGULACION DE LAS MAQUINAS: ELEMENTO CLAVE

En las líneas anteriores se ha intentado realizar una revisión del estado actual y las tendencias más o menos futuras en lo que concierne a equipos para la siembra de cereales. Todas las posibilidades anteriormente mencionadas presentan una característica común: la imperiosa necesidad de una correcta utilización de la tecnología disponible por parte del agricultor, lo que pasa por un amplio conocimiento de todos aquellos factores que intervienen en el éxito de una siembra. A lo largo del texto términos como dosis de siembra, distancia entre semillas, calidad de la semilla, capacidad de trabajo, han ido apareciendo como parámetros fundamentales a la hora de planificar adecuadamente la siembra.

El objetivo final en la siembra de un cereal de invierno es el establecimiento de una densidad de población adecuada (número de plantas por unidad de superficie). Sin embargo, cuando nos referimos a regulación de la sembradora debemos hablar de cantidad de semilla por unidad de superficie (habitualmente kg/ha).

Una vez transformado nuestro objetivo en unidades de Kg/ha es necesario ajustar la sembradora de forma que sea capaz de cumplir con lo deseado. Y este ajuste debe ser lo más rápido, seguro, sencillo y eficaz posible. No nos extenderemos aquí en la metodología concreta para su realización (numerosos artículos técnicos han sido ya publicados en este sentido) sino básicamente en que o cuales han sido las actuaciones de los fabricantes en el sentido de facilitar este importante paso.

La mayor parte de los equipos van equipados con bandejas para la recogida del grano que, dispuestas convenientemente, y tras el accionamiento de los elementos dosificadores mediante la ayuda de manivelas permiten calcular, con sencillas operaciones aritméticas, la cantidad real de semilla suministrada. Sin embargo debemos decir que no en todos los casos la accesibilidad a los elementos dosificadores es la

misma. Cuando para regular la sembradora es necesario dar un número a veces elevado de vueltas al sistema dosificador (en algunos modelos más de 100) es preciso que esta acción pueda realizarse de forma cómoda por parte del agricultor. De lo contrario, estamos mermando considerablemente las garantías de realización de la acción.

Otro aspecto importante es la mayor o menor facilidad a la hora de modificar las condiciones de trabajo del dosificador (semillas grandes o pequeñas, dosis elevadas o dosis bajas, etc.) Sistemas como el “cassette” que incorpora el variador de velocidad de las sembradoras NORDSTEN de Howard Rotovator, S.A., son un ejemplo a seguir. La modificación de la relación de velocidades entre el eje dosificador y la rueda de la sembradora se realiza con una rápida y sencilla acción de intercambio en la posición de una caja de engranajes completamente cerrada, de fácil acceso y simple colocación.

Por último, elementos simples de ayuda al agricultor a la hora de la regulación de los equipos, como simples reglas de cálculo o programas informáticos de aplicación sencilla, son herramientas de gran apoyo, de reducido coste de fabricación y que generan importantes beneficios cuando se utilizan correctamente.

CONCLUSIONES

Una de las primeras conclusiones que podríamos extraer de los comentarios realizados en las líneas anteriores es 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.

Por otra parte cabe destacar la más que probable introducción de los sistemas de control automático de posición (Sistemas de Posicionamiento Global) los cuales, juntamente con la utilización de mapas de rendimiento de las parcelas permitirán la dosificación justa de la semilla, introduciendo la variabilidad intraparcularia, con lo que la dosificación constante por hectárea dejará de tener sentido.

Finalmente, es necesario prestar atención a toda una serie de parámetros, tanto técnicos como socioeconómicos, a la hora de decidir la compra de uno u otro tipo de sembradora. Es por ello por lo que resulta ciertamente difícil el dar recomendaciones generalizadas válidas para cualquier situación.