



PLANTADORA DE PATATAS

KVERNELAND UN 3000

El éxito de un cultivo depende, en su mayor parte, de las condiciones de implantación del mismo. La obtención de la densidad de población adecuada a la variedad, el mantenimiento de la profundidad de siembra y el respeto, en su caso, a la distancia entre granos en la línea, son factores determinantes en la cosecha.

El cultivo de la patata es un claro ejemplo de lo anterior, aunque para su implantación no se utilicen 'semillas' sino tubérculos. Los efectos que una deficiente distribución de los tubérculos en campo tiene en el resultado final son claros. Tamaño de tubérculos muy heterogéneo, competencia entre plantas, dificultad a la hora de mecanizar otras operaciones culturales, etc.

Para la implantación mecanizada de este cultivo se utiliza una máquina denominada 'plantadora de patatas', aunque por su similitud con las sembradoras monograno a veces se utiliza para designarla el término de 'sembradoras de patatas'.

El grado de 'precisión' en la plantación, al igual que sucede con las sembradoras monograno, se pone de

manifiesto en un ensayo de laboratorio o de campo, como el que se realiza a continuación con la plantadora de patatas Kverneland UN 3000.

■ ANTECEDENTES

Uno de los objetivos principales que, desde nuestro punto de vista, debe cumplir cualquier actividad, como la que a continuación se presenta, es que tenga una aplicación práctica inmediata.

En este sentido, puestos en contacto con los responsables técnicos de Kverneland Ibérica, S.A. se puso de manifiesto un problema habitual surgido en las zonas del norte de España cuando se utilizaban sembradoras de patatas en pendiente. Los usuarios ha-



Vista lateral de la plantadora de patatas ensayada.

bían comprobado que, en estas circunstancias, el mantenimiento de la distancia entre golpes para la que la máquina era regulada no era todo lo bueno que se podría esperar de un equipo de estas características.

Una vez analizado el problema se procedió a desarrollar un mecanismo electrohidráulico que permitiera la modificación y ajuste del flujo de semillas a la cámara de alimentación de los sistemas dosificadores, con el fin de controlar la caída unitaria de las semillas en el momento oportuno.

Las pruebas descritas a continuación muestran el comportamiento de esta plantadora de patatas Kverneland UN 3000 en diferentes condiciones de trabajo, y se analiza con especial interés la capacidad de respuesta de este nuevo sistema de control de flujo.

CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTADORA

Se trata de una plantadora de patatas suspendida, con una capacidad de tolva de 650 kg, equipada con dos hileras de siembra con posibilidad de regulación de la distancia entre las mismas entre 70 y 90 cm (con escalado cada 5 cm).

El sistema de dosificación está formado por dos cadenas dobles de cazoletas de 66 mm de diámetro con posibilidad de modificar su tamaño para adaptarlo a las dimensiones de las semillas.

El ajuste de la distancia entre semillas se realiza mediante una caja de engranajes en la cual, mediante la combinación de tres ruedas dentadas

se obtienen distancias de siembra desde 10 a 62 cm con escalonados de 1 cm en la franja de distancias pequeñas (10-30 cm) y saltos de 2 cm para las distancias grandes (32-62 cm).

El sistema de eliminación de dobles está basado en unas excéntricas sobre las que se apoya la cinta transportadora de las cazoletas. La mayor o menor amplitud de movimiento de estas cintas provoca la vibración de las mismas lo que permite la caída de las semillas en exceso depositadas en las cazoletas. El sistema dispone de siete posiciones de intensidad de vibración.

En cuanto al sistema de regulación del flujo de patatas hacia la cámara de alimentación de las cazoletas, el modelo UN 3000 convencional basa su funcionamiento en la modificación del ángulo y la longitud de las placas de agitación situadas en el fondo de la tolva.

“En el equipo utilizado se incorporó un nuevo sistema de alimentación para la cámara en la que cargan las cazoletas”

TABLA 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA SEMBRADORA

| Características | Kverneland UN 3000 |
|--|---------------------|
| Número de hileras | 2 |
| Enganche al tractor | 3 puntos |
| Separación entre hileras (cm) | 70-90 |
| Distancias de plantación - 30 posiciones (cm) | 10-62 |
| Capacidad de tolva | 650 kg |
| Altura mínima de llenado (m) | 1.40/1.60 |
| Anchur de la máquina (con 75 cm entre hileras) | 1.75 |
| Peso (vacío) con discos | 510/565 |
| Dimensiones de ruedas | 5.00-15' - 7.50-16' |
| Velocidad de trabajo (km/h) | 4-8 |

Sin embargo en los ensayos de campo se utilizó un sistema hidráulico de modificación del flujo de 'semilla', todavía en fase de desarrollo, que permite modificar la apertura de la compuerta de comunicación entre la tolva y la cámara de alimentación de las cazoletas.

Este sistema, accionado mediante mando eléctrico desde la cabina del tractor, permite regular la apertura de forma que se consiga un flujo uniforme de patatas, y ha sido desarrollado con el fin de mejorar la calidad de trabajo en condiciones específicas (pendientes longitudinales del terreno).

OBJETIVOS Y PLANTEAMIENTO DE LAS PRUEBAS

Para el ensayo de plantadoras de patata se puede utilizar la norma ISO 5691, que permite una evaluación completa de este tipo de máquinas mediante ensayos de laboratorio. Esta norma técnica no tiene versión española como norma UNE, por lo que se ha preferido utilizar durante los ensayos de campo una metodología más próxima, la norma UNE 68081 para ensayo de sembradoras monograno, que se corresponde con la norma internacional ISO7256-1.

Los objetivos básicos planteados en esta prueba de campo han sido el caracterizar el comportamiento de la sembradora Kverneland UN 3000 en condiciones reales de campo, tratando de analizar el efecto que los diferentes parámetros externos (pendiente del terreno, velocidad de avance, tipo de semilla empleada) tienen sobre la calidad de distribución y el respeto a los parámetros predeterminados.

Desde el punto de vista práctico, resulta importante el conocer cómo se comportan los equipos cuando se utilizan en condiciones normales como las que se encuentra el agricultor día a día, por lo que se trata de un elemento complementario a los numerosos ensayos de laboratorio que llegan a nuestras manos habitualmente.

Todas las pruebas se han desarrollado en la finca 'Torre Marimón', de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona, en una parcela de unas dos



Sistema de alimentación de la cámara en la que cargan las cazoletas.

hectáreas de pendiente heterogénea, con una zona completamente llana y otra con pendiente de un 10%. Se procedió a su preparación con un pase de arado de vertedera, seguido de un pase de grada de discos y posterior acabado con grada rotativa de ejes verticales, dejando el terreno preparado para la siembra.

En esta parcela se establecieron tres zonas de 600 m² de superficie cada una en las que se determinó el comportamiento de la sembradora en situación horizontal, en pendiente longitudinal (en la dirección de avance) y en pendiente transversal (perpendicular al avance). Como condiciones fijas para todas las pruebas se estableció como objetivo una densidad de población de unas 40 000 plantas/ha y una velocidad de avance de 5 km/h.

Las características generales de regulación de la máquina y el tractor aparecen en la Tabla 2. Además de esto, en cada una de las pruebas se realizaron los ajustes específicos correspondientes de cada uno de los elementos de la máquina en función de los condicionantes específicos del ensayo (Tabla 3).

Una vez regulada la máquina, se procedió a la 'siembra' de 250 patatas con cada uno de los dos cuerpos de la sembradora y se determinó la distancia entre cada una de ellas, del mismo modo que se hace en las sembradoras monograno.

Con el fin de determinar la influencia del tipo de 'semilla' utilizada, todas las pruebas se realizaron dos veces, una con patata de siembra calibrada y adaptada al tamaño de la cazoleta, y otra con patata cortada.

TABLA 2. CONDICIONES GENERALES DE REGULACIÓN DE LA MÁQUINA

| | Características | Datos |
|-------------------|--------------------------|------------------------|
| Tractor | Marca y modelo | Ebro 6090 |
| | Relación el cambio | 3ª (media) |
| | Régimen motor | 2 000 rev/min |
| | Velocidad de avance | 5 km/h |
| Plantadora | Distancia entre hileras | 0.85 m |
| | Distancia entre semillas | 0.30 m |
| | Relación engranajes | 23 (A), 15 (B), 11 (C) |
| | Densidad real | 39 215 plantas/ha |

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE LAS PRUEBAS

| Semilla | Pendiente | Dirección | Código | Alimentador (1) | Vibrador(2) |
|--------------------------|--------------|-----------|--------|-----------------|-------------|
| Patata de siembra | Horizontal | | H (S) | 1/2 | 3 |
| | Longitudinal | Subiendo | LS (S) | 3/4 | 4 |
| | Transversal | Bajando | LB (S) | 1/2 | 2 |
| | | | T (S) | 1/2 | 2 |
| Patata cortada | Horizontal | | H (C) | 1/2 | 4 |
| | Longitudinal | Subiendo | LS (C) | 3/4 | 4 |
| | Transversal | Bajando | LB (C) | 1/4 | 2 |
| | | | T (C) | 1/2 | 2 |

(1) Indica el grado de apertura por donde se alimentan los elementos distribuidores
(2) Intensidad de vibración del sistema de eliminación de dobles (min. 1, máx. 5).

El surco en el que se colocan las patatas se deja abierto para medir su espaciamiento sobre la línea.



tancia entre tubérculos está comprendida en el intervalo $\pm 50\%$ de la distancia de referencia (en este caso, siendo la distancia de referencia 30 cm, el intervalo se sitúa entre 15 y 45 cm).

- Índice de dobles: 'semillas' situadas a una distancia inferior al 50% de la distancia de referencia (en este caso las plantadas a menos de 15 cm).
- Índice de fallos: 'semillas' situadas a una distancia superior a 1.5 veces la distancia de referencia (para el ejemplo, todas aquellas plantadas a más de 45 cm).

Además de estos índices de caracterización, existen una serie de parámetros que es necesario deter-

minar para caracterizar la bondad de la plantación. Estos parámetros son, por una parte, la distancia media obtenida entre las 'semillas' consideradas como bien plantada y el coeficiente de variación de las mismas, que da una idea acerca de la dispersión de las medidas.

En la Tabla 4 aparece un resumen de los resultados de todas las pruebas, siendo éstos el promedio de los obtenidos entre los dos cuerpos de la sembradora.

Un índice que aparece en la tabla y que no ha sido comentado hasta ahora es el que expresa el porcentaje de semillas en el intervalo $\pm 20\%$ de la distancia teórica. Aunque no se trate de ningún índice establecido por norma alguna, es interesante destacar que, si bien desde el punto de vista teórico una distancia comprendida dentro del denominado índice de alimentación debe considerarse como 'semilla' bien plantada, desde el punto de vista práctico es difícil asumir como correcta una distancia de 15 cm cuando lo deseado son 30 cm.

Es por este motivo que se ha determinado la cantidad de patatas cuya distancia de 'siembra' se localiza entre 24 y 36 cm ($\pm 20\%$) ya que, desde el punto de vista de futuro desarrollo de la planta en campo, serán éstas las que mayores posibilidades de éxito tendrán, y por lo tanto las que darán

INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con los resultados obtenidos se determinaron tres índices que servirán para definir la 'precisión' de la máquina trabajando en condiciones reales de campo:

- Índice de alimentación (o 'semillas' bien sembradas): aquéllas cuya dis-

TABLA 4. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

| Semilla | Pendiente | Dirección | Índices (%) | | | % Patatas en $\pm 20\%$ | Patatas bien 'sembradas' | |
|-------------------|--------------|-----------|-------------|--------|--------|-------------------------|--------------------------|------|
| | | | Aliment. | Dobles | Fallos | | Media (cm) | CV |
| Patata de siembra | Horizontal | | 96.0 | 1.0 | 3.0 | 72.6 | 31.7 | 15.5 |
| | Longitudinal | Subiendo | 96.1 | 1.2 | 2.7 | 76.0 | 29.6 | 14.5 |
| | Transversal | Bajando | 84.7 | 6.7 | 3.6 | 56.7 | 30.7 | 19.5 |
| | | | 82.6 | 5.9 | 11.6 | 60.5 | 33.6 | 19.5 |
| Patata cortada | | | 81.6 | 10.2 | 8.2 | 69.5 | 28.5 | 14.0 |
| | Horizontal | Subiendo | 85.1 | 8.8 | 6.1 | 74.5 | 30.0 | 13.0 |
| | Longitudinal | Bajando | 77.0 | 13.0 | 10.0 | 55.3 | 28.7 | 19.0 |
| | Transversal | | 80.1 | 8.3 | 11.7 | 61.0 | 32.1 | 17.5 |

lugar a plantas viables, y no aquéllas sembradas a distancias mayores o menores.

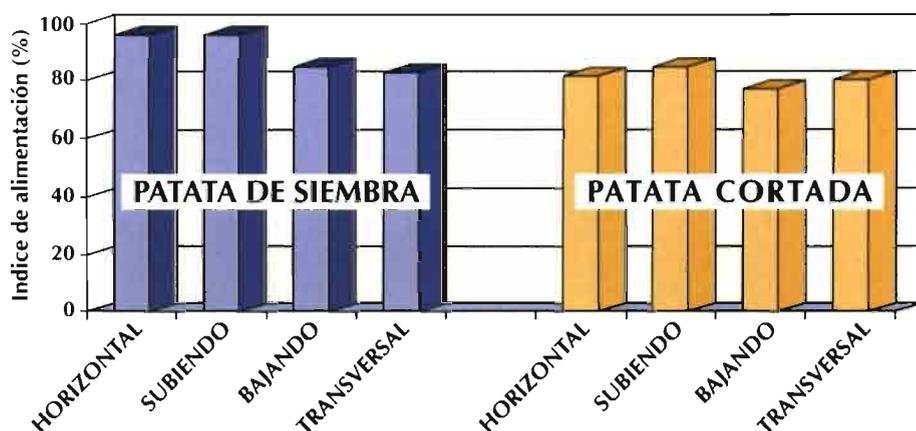
Los resultados obtenidos en las pruebas en terreno horizontal muestran un mejor comportamiento por parte de la máquina cuando se utiliza patata de siembra de un calibre adecuado al tamaño de las cazoletas (Figura 1).

Es de destacar el incremento del índice de dobles (o semillas demasiado juntas) cuando se utiliza patata cortada, debido probablemente a una menor movilidad de las patatas en la cazoleta, lo que dificulta la acción del sistema vibrador eliminador de dobles, y a un mayor acoplamiento entre patatas cortadas (unidas en la mayoría de los casos por la cara plana producida por el corte).

También es notable la diferencia de 15 puntos en el índice de alimentación en la siembra horizontal, según se utilice patata de siembra o patata cortada, aunque esta diferencia no se mantenga en el porcentaje de semillas colocadas en el intervalo $\pm 20\%$.

Si analizamos los resultados obtenidos en las pruebas en pendiente longitudinal, tanto subiendo como bajan-

Figura 1. INFLUENCIA DEL TIPO DE SEMILLA EN LA CALIDAD DE SIEMBRA



do (recordemos que la pendiente media es del 10%, representativa de las condiciones de trabajo de muchas zonas difíciles de nuestra geografía), un primer análisis de los gráficos indica un comportamiento excelente de la máquina en cualquiera de estas situaciones.

Entrando un poco más en detalle observamos cómo el efecto de la pendiente hacia abajo tiene como consecuencia un incremento principalmente del índice de dobles (Figura 2). Esta situación negativa se incrementa cuando se utilizan patatas cortadas (Figura 3), observándose un fuerte au-

mento no sólo del índice de dobles sino también del de fallos.

La inclinación de la máquina, junto con la mala adaptación de las formas de las patatas a las cazoletas, hace que éstas se desprendan de las mismas con anterioridad al momento óptimo. Posiblemente, en esta situación la acción del restrictor del flujo de semillas no resulta suficiente, generándose una acumulación de semillas en la cámara de alimentación, lo que provoca un llenado excesivo de las cazoletas, haciendo inútil la acción del sistema de vibración anti-dobles.

Finalmente, los ensayos en pen-

Figura 2. ÍNDICES DE CALIDAD DE SIEMBRA (Patata siembra)

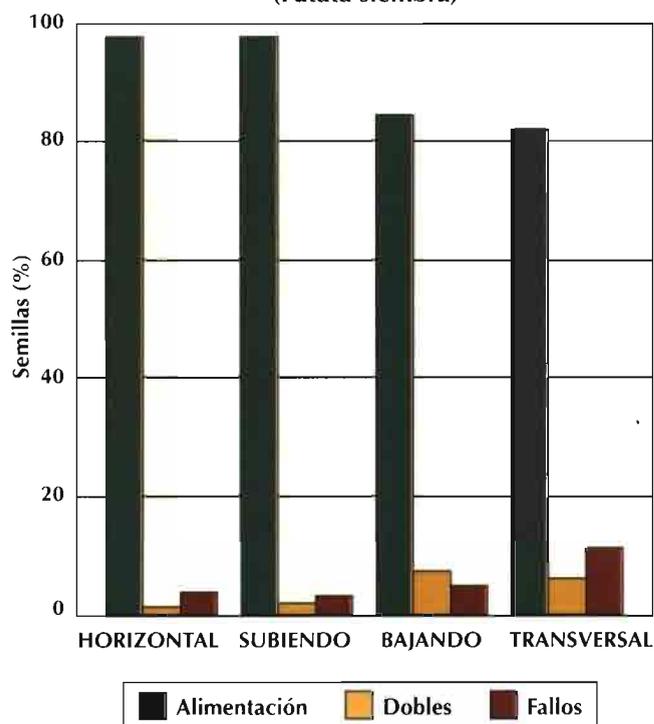
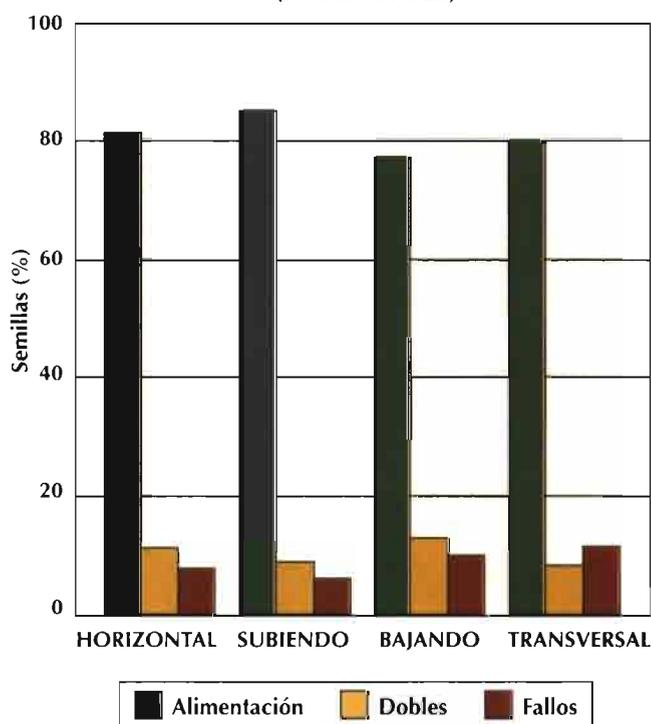


Figura 3. ÍNDICES DE CALIDAD DE SIEMBRA (Patata cortada)





diente transversal muestran claras deficiencias en cuanto a los índices obtenidos. Un primer comentario a reseñar es que ha sido la única situación en la que se han observado diferencias notables entre los dos cuerpos de la sembradora.

Lógicamente, el cuerpo que peores resultados ha generado ha sido el localizado en la parte inferior de la pendiente, observándose un notable

incremento tanto del número de fallos como del número de dobles. Curiosamente, los ensayos en pendiente transversal no muestran diferencias significativas para los diferentes tipos de semillas ensayados (Figuras 2 y 3).

En todos los casos los valores del índice de fallos (11.6% y 11.7%) resultan inaceptables; se da la circunstancia que es el único caso en que el

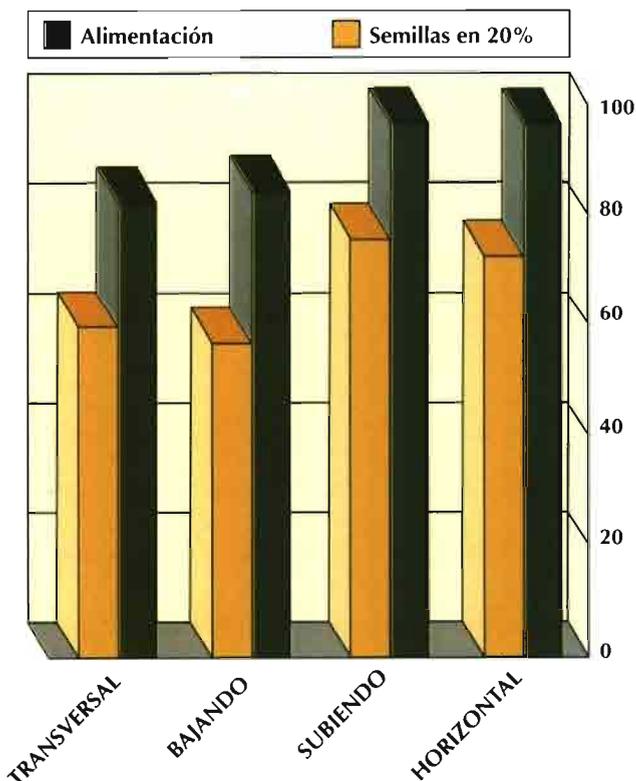
número de fallos supera al de dobles, lo que evidencia una mala capacidad de retención de las cazoletas cuando la máquina trabaja inclinada transversalmente.

En las Figuras 4 y 5 se muestra la diferencia obtenida entre las patatas consideradas como bien 'sembradas', y las patatas colocadas dentro del intervalo del $\pm 20\%$. Tanto si se utiliza patata de siembra (Figura 4) como si se siembra con patata cortada (Figura 5) se observa un mantenimiento del porcentaje de semillas entre los 24 y los 36 cm ($\pm 20\%$).

Sin embargo, los valores del índice de alimentación sufren una disminución importante cuando se utiliza patata cortada. Estas variaciones pueden observarse asimismo en las Figuras 6 y 7 que representan, respectivamente, los histogramas de frecuencia obtenidos con la patata de siembra y con la patata cortada, en las diferentes condiciones de trabajo.

En ambos histogramas aparece una zona rayada, que es la considerada como zona de patatas bien plantadas.

**Figura 4. CALIDAD DE SIEMBRA (ISO)
PLANTAS VIABLES (Patata de siembra)**



**Figura 5. CALIDAD DE SIEMBRA (ISO)
PLANTAS VIABLES (Patata cortada)**

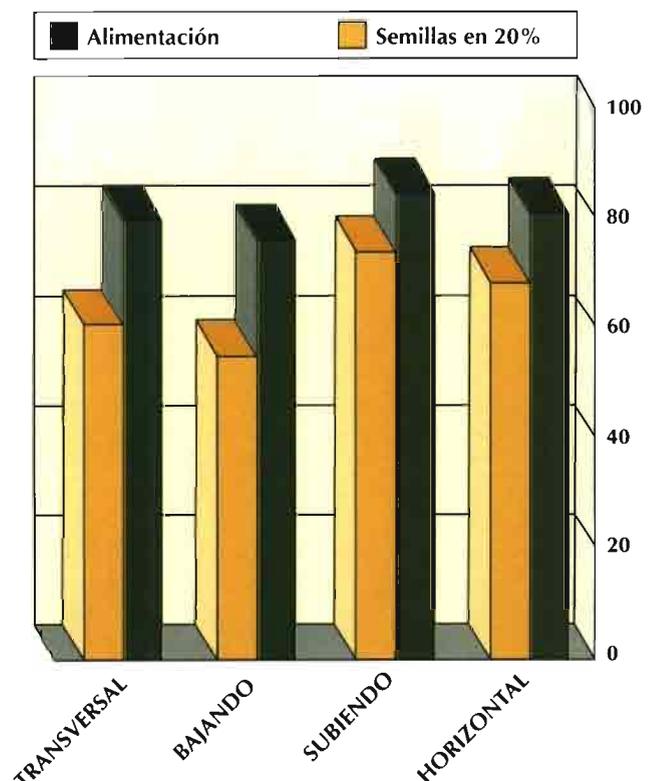


Figura 6 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS (Patata de siembra)

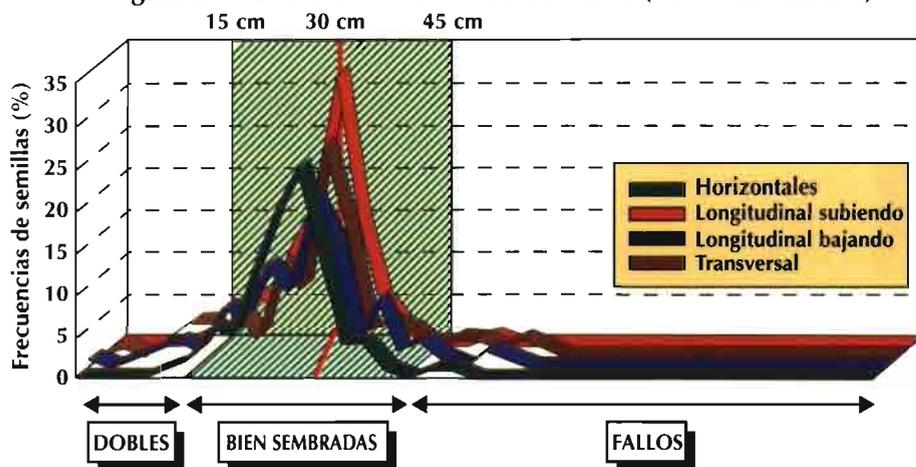
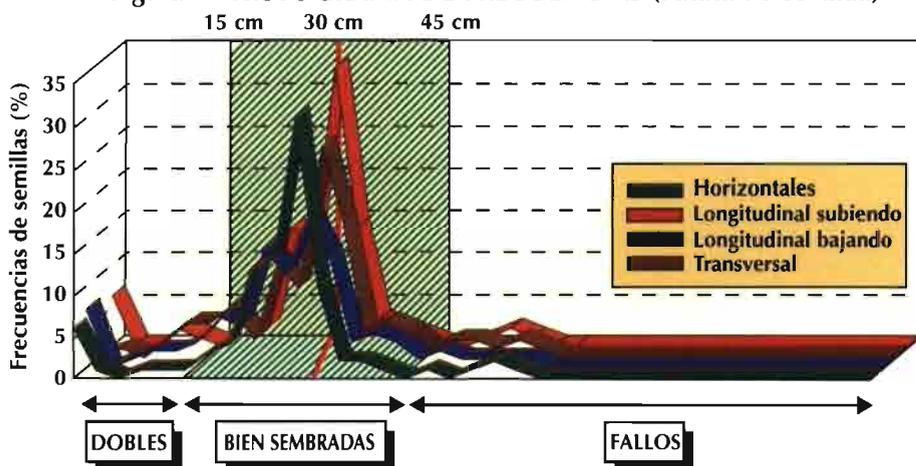


Figura 7 HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS (Patata de cortada)



de las cazoletas. Posiblemente, sería interesante un sistema de nivelación del fondo de tolva para evitar pendientes excesivas y limitar el caudal de semilla.

En cuanto a los elementos susceptibles de regulación, el sistema de eliminación de dobles basado en excéntricas que provocan vibración en la

“La incorporación del sistema hidráulico de regulación de flujo permite mejorar la precisión cuando se trabaja en pendiente”

cinta de cazoletas es un método simple de regular y fácil de visualizar, aunque se echa de menos una escala numerada en las diferentes posiciones.

El mecanismo de modificación del flujo de alimentación, con mando eléctrico desde la cabina del tractor, se comporta como un sistema de fácil utilización, aunque no resulta suficiente para los trabajos en pendiente descendente.

CONCLUSIONES Y VALORACIÓN

Una primera conclusión a resaltar, importante aunque no desconocida, es que la utilización de patata calibrada que se ajusten al tamaño de las cazoletas resulta fundamental para el éxito final.

En cuanto al comportamiento de la sembradora Kverneland UN 3000, la incorporación del sistema hidráulico de regulación del flujo de semillas resulta muy interesante y permite ajustar las condiciones de trabajo en función de las necesidades.

Se ha mostrado especialmente interesante cuando se trata de plantación en pendiente longitudinal, funcionando mucho mejor cuando la máquina siembra subiendo.

En el caso de pendientes descendentes, es necesario un ajuste preci-

so, teniendo en cuenta el calibre de las ‘semillas’, de forma que se consiga una alimentación uniforme sin que se produzcan acumulaciones de patatas en la cámara de alimentación





El sistema de modificación de la distancia entre semillas, mediante una caja de engranajes de fácil modificación, permite la obtención de combinaciones suficientes para todas las condiciones de trabajo. Los resultados mues-

tran una elevada precisión en cuanto al respeto de la distancia entre semillas.

Como conclusiones finales, en las Tablas 5 y 6 se exponen unas opiniones y valoraciones respecto a los aspectos fundamentales de la máquina ensayada, tanto sobre las particularidades de las pruebas efectuadas como sobre las características globales de funcionamiento del equipo.

TABLA 6. VALORACIÓN GLOBAL DE LA MÁQUINA

| | |
|------------------------------------|------|
| Regulación distancia entre patatas | ★★★★ |
| Ajuste de la profundidad | ★★★ |
| Formación de caballones | ★★★★ |
| Ajuste de los vibradores | ★★ |
| Ajuste del alimentador | ★★★ |
| Uniformidad entre cuerpos | ★★★★ |
| Capacidad de trabajo | ★★★★ |

ASPECTOS NEGATIVOS

- Adaptación a pendiente transversal
- Alimentación de bajada
- Regulación vibrador

ASPECTOS POSITIVOS

- Ajuste distancia entre patatas
- Adaptación a pendiente ascendentes
- Facilidad de uso

TABLA 5. VALORACIÓN FINAL DE LAS PRUEBAS DE CAMPO

| Ensayo | | Calidad de plantación | | | Viabilidad de la 'semilla' | | Índices a controlar | |
|----------------|-------------|-----------------------|-------|-----------|----------------------------|------|---------------------|--------|
| | | Regular | Buena | Muy Buena | Media | Alta | Dobles | Fallos |
| Patata entera | Horizontal | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Subiendo | | | ✓ | | ✓ | | |
| | Bajando | | ✓ | | ✓ | | ✓ | |
| | Transversal | ✓ | | | ✓ | | | ✓ |
| Patata cortada | Horizontal | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Subiendo | | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Bajando | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | Transversal | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ |



agarín



AGARIN, S.L.
Camino del Almacén, s/n
Tel.: 974 25 12 30
Fax: 974 25 01 51
e-mail: agarin@spicom.es
22270 ALMUDEVAR
(Huesca)