

# Alta tecnología aplicada a las máquinas trasplantadoras

La técnica del trasplante, aunque más costosa que la siembra, se ha extendido en gran manera debido al elevado coste de las semillas híbridas y a la aparición de la micropropagación para determinadas especies. En este artículo se realiza una clasificación de las distintas trasplantadoras manuales y automáticas y se dan a conocer los últimos controles electrónicos que incorporan y que son de gran utilidad para el operario.

PILAR BARREIRO, BELÉN DIEZMA Y  
CONSTANTINO VALERO.

Dpto. Ingeniería Rural  
Universidad Politécnica de Madrid.

En muchas especies hortícolas (lechuga, apio, cebolla, brócoli, puerro, etc), industriales (tabaco, remolacha azucarera) y forestales, la siembra se realiza en semilleros para posteriormente trasladar la plántula a su lugar definitivo de desarrollo mediante trasplante. Esta operación resulta necesariamente más costosa tanto en términos económicos, como energéticos, que la implantación del cultivo de forma directa en el terreno definitivo. Sin embargo, se ha ido extendiendo, como consecuencia del elevado coste de las semillas híbridas y de la aparición de la micropropagación para determinadas especies (mejora genética y obtención de plantas libres de virus). El empleo del trasplante presenta, asimismo, ventajas concretas que han favorecido y siguen impulsando la extensión de esta técnica:

- Reduce el efecto de las ba-

jas temperaturas en cultivos precoces al aire libre, eludiendo eventualidades meteorológicas.

- Evita algunas prácticas culturales como el aclareo y el aislamiento.
- Reduce la aplicación al aire libre de productos contaminantes, ya que los tratamientos fitosanitarios más importantes se realizan en recintos cerrados.

- Consolida el vivero horto-ornamental como un nicho de mercado estable.

- Permite el trasplante de plántulas en un estado fenológicamente avanzado cuando se realiza con cepellón, lo que favorece una mayor homogeneidad del cultivo, facilitando asimismo la mecanización de otras operaciones como la recolección.

La solución técnica seleccionada para cada desarrollo debe estar en armonía con la conformación de la planta a ser trasplantada: raíz desnuda, cepellón (6 x 6 cm aproximadamente), mini-cepellón (3 x 3 cm), en bandejas (220-448 plantas con alveolos de 2 x 2 cm) o en *paper-pot* (celdas hexagonales de papel biodegradable). Sin embargo, en todos los casos dispondremos de un conjunto de elementos comunes: bastidor, rejas, ruedas compactadoras, sistema de alimentación y soporte/de-

pósito de plantas, junto con otros accesorios como riego localizado o distribuidores de cubierta plástica.

Las trasplantadoras, al igual que las plantadoras, pueden clasificarse, en función de las necesidades de mano de obra en la alimentación, en manuales (2.000 a 3.500 plantas/hora y línea de plantación) y automáticas (6.000 a 10.000 plantas/hora y línea de plantación).

## Capacidad de trabajo

Los datos de capacidad de trabajo que se refieren en este artículo proceden de las casas comerciales, son valores teóricos donde no se tienen en cuenta los tiempos accesorios de viaje, alimentación de las bandejas o posibles paradas de mantenimiento. En el **cuadro I** se re-



Foto 1. En estas trasplantadoras se requiere una alimentación continua por parte del operario.

sumen algunas de las características de las máquinas trasplantadoras disponibles en el mercado nacional de maquinaria agrícola, así como los cultivos de aplicación.

## Velocidad de trabajo

Un aspecto común a todas las máquinas trasplantadoras es que precisan una velocidad de trabajo muy reducida (inferior a 2 km/h) comparado con las máquinas plantadoras (5 a 7 km/h), debido a la necesidad de que la plántula quede erguida en el suelo. El tractor que porte la máquina, por tanto, ha de estar preparado para trabajar uniformemente a velocidades muy reducidas y es conveniente que disponga de una opción superreductora en el conjunto de velocidades de trabajo.

## Sistemas de alimentación

Dentro de los sistemas de alimentación manual en las trasplantadoras, el más antiguo es el de discos, ofertado en la actualidad en caucho, empleado en todos los casos en plantas a raíz desnuda; los discos disponen de unas marcas con el fin de asistir al operario para conseguir homogeneidad en la distancia de trasplante.

Unos dispositivos alternativos de alimentación manual son los discos de pinzas con configuraciones específicas en plantas a raíz desnuda (distancias habituales de 20 a 50 cm o alta densidad, 6 a 15 cm) y minicepellón. Las pinzas se cierran manual o automáticamente, una vez que el operario ha colocado la planta. En todos los casos, dichas pinzas se reabren automáticamente cuando la planta ha sido depositada en el orificio abierto en el suelo por las rejas. Tanto en el sistema de discos blandos como en el de discos de pinzas se requiere una alimentación continua por parte del ope-



Foto 2. Las ruedas traseras asientan el terreno y marcan la profundidad del trasplante.

### Cuadro I. Resumen de las características de las máquinas trasplantadoras.

Tipo de alimentación	Tipo de distribuidor	Tipo de plántula y/o cultivos
Manual	Disco vertical de caucho	Raíz desnuda
	Disco vertical de pinzas	Raíz desnuda y/o minicepellón
	Pinzas sobre cadena vertical	Raíz desnuda y/o minicepellón
	Disco horizontal de vasos	Cepellón
Automática	Cinta transportadora	Hortícolas
	Bandeja de alveolos	Hortícolas
	Paper-pot	Remolacha

rario (foto 1).

Otro dispositivo alimentador de tipo manual son las pinzas sobre cadena vertical, ofertadas para raíz desnuda y/o minicepellón según los modelos y casas comerciales. Éstos disponen de un mayor recorrido que los discos de pinzas para la colocación de las plántulas, absorbiendo pequeñas alteraciones en el ritmo de plantación por parte del usuario.

Finalmente, dentro de los dispositivos alimentadores de tipo manual, encontramos los distribuidores horizontales de vasos. Estos elementos al igual que los anteriores, tienen la ventaja de no precisar alimentación continua. Sin embargo en los distribuidores de vasos es conveniente emplear plantas con un cepellón voluminoso, de tal manera que el centro de gravedad de la plántula se encuentre lo más bajo posible y así favorecer la verticalidad de las

plantas, que de otro modo no es fácil de garantizar en su caída. En este caso, pequeñas variaciones en la estrategia de caída de la planta: directa en el surco, o en fondo cerrado con expulsor, pueden determinar diferencias funcionales importantes.

En todas las máquinas trasplantadoras de alimentación manual se precisa de un puesto de operario por línea. Para entrelíneas inferiores a 35 cm, en muchos casos, se opta por un bastidor con dos travesaños, distribuyéndose los puestos de trabajo alternativamente entre ambos. Existen en el mercado modelos que con un solo distribuidor de vasos permiten trasplantar simultáneamente dos líneas pareadas, de manera que el operario realiza en una única operación la alimentación de toda una meseta de siembra.

Como alternativa a las trasplantadoras de alimentación ma-

nual, existe en el mercado una incipiente oferta de trasplantadoras automáticas (7.000 a 10.000 plantas/hora y línea de capacidad teórica). Aunque en la mayoría de los casos estas máquinas no permiten la sustitución total de los operarios de la plataforma de distribución, si queda reducida a un operario por cada tres o cuatro líneas de trasplante. Entre los mecanismos automatizados existentes en el mercado destaca la alimentación:

- En cinta transportadora sobre cepellón cúbico.
- En bandeja para cultivos hortícolas.
- En paper-pot para remolacha.

## Regulación de la máquina

Al igual que en las máquinas plantadoras, el accionamiento de los discos o cadenas de alimentación en el trasplante se produce a través de ruedas de apoyo de la máquina (foto 2) y, por tanto, la minimización del deslizamiento es imprescindible para conseguir una distancia homogénea de trasplante. La regulación de la distancia entre plantas dentro de cada línea se efectúa modificando la relación de transmisión entre la rueda motriz y el disco o cadena distribuidora y/o modificando el número de pinzas. En el mecanismo automatizado de cinta transportadora se consigue variando la relación entre la velocidad de avance de la cinta y el avance de la máquina. También, mediante controles electrónicos se puede variar la distancia de plantas en la línea (foto 3).

Para completar la descripción y regulación de las máquinas trasplantadoras, no hay que olvidar que la correcta adaptación de las rejas al terreno (adecuado control de profundidad), así como la orientación apropiada de los discos compactadores son imprescindibles para garantizar el asentamiento de las plántulas en el terreno definitivo

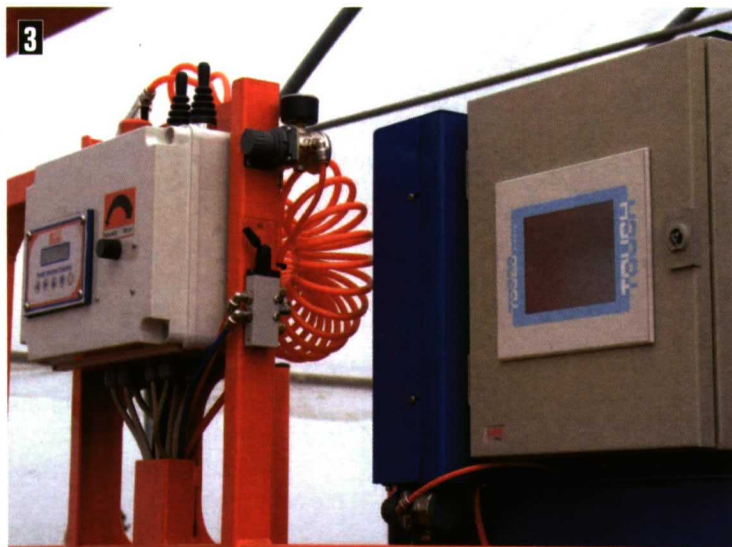


Foto 3. A través de un control electrónico se puede variar la distancia de plantas en la línea.



Foto 4. La orientación apropiada de los discos compactadores son imprescindibles para garantizar el asentamiento de las plántulas en el terreno definitivo.



Foto 5. La máquina puede dar un riego de plantación para un mejor arraigue del cultivo.

de cultivo (foto 4). Asimismo en máquinas de dispongan de un sistema de cubiertas plásticas, es imprescindible que el mecanismo de inserción de la plántula en el suelo tenga un diseño

específico capaz de penetrar este tipo de materiales. Además, algunas máquinas disponen de un depósito con agua que aporta un riego de plantación para un mejor arraigue de la planta (foto 5).

*La correcta anchura de trabajo que convencionalmente se establece con un dispositivo marca huellas, puede ahora determinarse con un sistema del tipo GPS*



### Controles electrónicos en máquinas plantadoras y trasplantadoras

Los dispositivos que se van a mencionar en este apartado no difieren de los que pueden encontrarse en las sembradoras mono-grano dado que conceptualmente este grupo de máquinas no está tan alejado de las plantadoras y trasplantadoras. El objetivo en todas ellas es la singularización de un órgano vegetativo (semilla, tubérculo, bulbo o plántula) en una línea con accionamiento del elemento distribuidor desde la rueda motriz de la máquina.

El primer dispositivo electrónico es el relativo al control de fallos en la alimentación del distribuidor que suele ser de tipo electro-óptico. En condiciones de correcta alimentación el órgano vegetativo interrumpe el paso de un haz de luz hacia un detector, de tal manera que la detección de luz implica la existencia de un fallo de alimentación.

Otro tipo de dispositivo electrónico de gran relevancia es el que determina la velocidad de giro de las ruedas de apoyo de la máquina para cotejarlo con la velocidad de avance de la máquina y así establecer el nivel de deslizamiento. En las máquinas arrastradas y semisuspendidas el deslizamiento se produce cuando la rueda avanza frenada sin girar, y tiene como consecuencia un incremento en la distancia de plantación o trasplante. Es por tanto contra-

puesto al resbalamiento de las ruedas del tractor (las ruedas giran sin avanzar) que en la máquinas abonadoras genera un incremento no controlado en la dosis aplicada. Para determinar el deslizamiento puede emplearse un detector inductivo junto con unos marcadores metálicos en la rueda de apoyo de la plantadora o trasplantadora que acciona el elemento distribuidor.

La correcta anchura de trabajo (foto 6) que convencionalmente se establece con un dispositivo marca huellas puede ahora determinarse con un sistema del tipo GPS. El error de este tipo de dispositivo es porcentualmente menor cuanto mayor es la anchura de trabajo y por tanto aporta sus mayores beneficios para otro tipo de equipos como son las abonadoras centrífugas de doble disco y los pulverizadores hidráulicos de mayor porte, aunque no invalida su utilización en máquinas de esta naturaleza. Es necesario, sin embargo, emplear receptores GPS de avanzada tecnología (RTK) para llegar a las precisiones centimétricas necesarias en una operación de trasplante. En realidad la tecnología GPS está evolucionando rápidamente para cubrir todo un rango de aplicaciones: autoguiado, control de deslizamiento, espaciado automático, gestión de tiempos de uso de maquinaria, etc., integrándose en el concepto de agricultura de precisión.

Las máquinas autopropulsadas no son novedad en el sector, ya que suelen ser versiones de los modelos arrastrados,

# VOGEL NOOT

SOIL SOLUTIONS



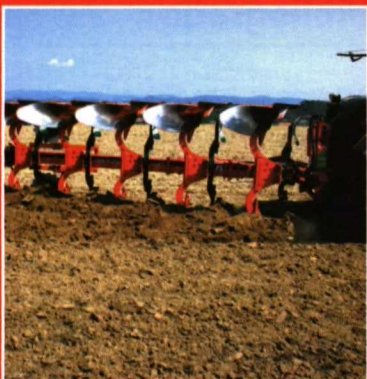
## VN ArterraGrip con Masterdrill VN-A

### Grada rotativa en directo

- ▣ Grada rotativa muy robusta
- ▣ Grupo sobredimensionado, rodamientos cónicos
- ▣ Púas especiales reforzadas, con posibilidad de cambio rápido

### Sembradora neumática

- ▣ de 2,5 hasta 8 m de anchura de trabajo
- ▣ con discos o botas
- ▣ sistema electrónico de control



**VN ©plus**  
Arados de 2 a 10 cuerpos



**VN TerraMix**  
Cultivadores en 2 filas



**VN TerraFlex**  
Cultivadores en 3 filas



**VN MasterCut**  
Trituradoras de anchura de 1 hasta 6 m



Foto 6. Una correcta distribución de las plantas es el primer paso para alcanzar óptimos rendimientos. Foto 7. Acolchado plástico realizado en el trasplante.



Foto 8. Gracias a los palpadores delanteros, la dirección de la máquina es automática y el operario puede ocuparse de revisar el trasplante.

pero incorporando un pequeño propulsor y un puesto de conducción. Sin embargo sí son novedad los dispositivos pensados para el autoguiado mecánico de estas máquinas. Un destacado ejemplo es el vehículo polivalente Rio 31 de Checchi&Magli, que está dotado de motor y trenes rodantes tipo

oruga, pero que además incorpora un ingenioso palpador de surco. Gracias a este dispositivo el vehículo puede seguir las líneas de plantación automáticamente sin intervención del conductor. Además, sobre su bastidor se pueden montar todos los cuerpos de plantación estándar empleados en los modelos arrastrados.

También, esta misma marca comercializa máquinas que incorporan un acolchado plástico a la vez que realizan el trasplante, que anula la competencia de las malas hierbas por el cultivo y aumenta la temperatura del suelo, muy útil en trasplantes tempranos (foto 7).

Otro buen ejemplo de máqui-

na autopropulsada y autoguiada es la Futura Twin Self Propelled (Ferrari Costruzioni), que sólo necesita un operario para moverse y plantar cuatro surcos simultáneos, empleando dos cuerpos de trasplante (foto 8).

Otros destacados ejemplos de maquinaria son los avanzados vehículos de trasplante de arroz que fabrica Kubota, destinados al mercado japonés, o la gama de trasplantadoras de la murciana Semirec, especializados en las condiciones y necesidades españolas. ■

## Bibliografía.

Barreiro, P; Ruiz-Altisent, M. 2000. **Características de las máquinas plantadoras y trasplantadoras.** Vida Rural nº 109 pp: 58-62.

Barreiro, P. 2002. **Biomecatrónica: aspectos innovadores de la mecanización.** Vida Rural nº 161 pp: 50-53.

Márquez L. 2001. **Maquinaria para la preparación del suelo, la implantación de los cultivos, y la fertilización.** Editorial Blake y Helsey España S.L. pp: 309-340

Ortiz-Cañavate J.O.C. 2003. **Las máquinas agrícolas y su aplicación.** Ediciones Mundi-Prensa. 6ª edición, capítulo 9, pp: 167-174

Stout B.A. Cheeze B. 1999. **CIGR Handbook of Agricultural Engineering.** Vol. III: Plant production engineering pp:235-240. Editado por CIGR (Comisión Internacional de Ingeniería Rural) y publicado por ASAE (Asociación Americana de Ingeniería Agrícola).