

# Clasificación y criterios de elección de los aperos para trabajo de suelo

B. DIEZMA IGLESIAS, F.J. GARCÍA RAMOS Y A. BONÉ GARASA. Dr. Ingeniero agrónomo. Escuela Politécnica Superior de Huesca.

En este artículo se hace un análisis de los distintos aperos para la labor del suelo, señalando las principales ventajas e inconvenientes de los mismos y, consecuentemente, las condiciones más favorables para su utilización. Además, se detalla la sucesión de labores que frecuentemente se realizan en el norte del Valle del Ebro sobre cultivos de maíz y cereal de invierno.

dad de posibilidades cuya aplicación está ligada a las condiciones agroclimáticas y productivas de cada explotación. Cada sistema de laboreo se define por la realización de unas prácticas culturales específicas y por tanto se exige la elección de la maquinaria agrícola adecuada. Tratando de ayudar en esa elección, se incluye a continuación una clasificación genérica de los aperos de labranza para su aplicación en los diferentes sistemas de laboreo.

Los aperos producen modificaciones en el suelo que pueden ser de diferentes tipos: mullido (disgregación del suelo creando agregados y tierra fina), laminación (alisado), volteo (inversión de capas del suelo), nivelación (modificación del relieve del terreno) y localización de partículas en función de su tamaño.

## Sistemas de laboreo

Básicamente existen tres criterios sobre los que se sustenta la filosofía de cada sistema de laboreo: profundidad de trabajo, número de pasadas sobre el terreno y presencia de residuos vegetales tanto en superficie como en el perfil labrado. Se consideran laboreo de conservación aquellos sistemas en los cuales los residuos, tras la siembra, cubren al menos el 30% de la superficie del suelo. Esa cobertura protege el suelo de la acción erosiva de la lluvia y del viento a la vez que reduce la evaporación del agua del suelo.

Atendiendo a los criterios señalados, se establece la si-



**E**l laboreo se define como la modificación del estado estructural del suelo mediante la aplicación de acciones de origen mecánico producidas por los aperos de labranza. Con ello se persigue la creación de un medio adecuado para el nacimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.

La agricultura está fuertemente vinculada al trabajo del suelo, siendo de gran importan-

cia para el desarrollo de los cultivos, a pesar de lo cual, aún hoy, es la actividad agrícola que se realiza con un mayor grado de empirismo. El arado ha sido el apero básico a lo largo de buena parte de la historia de la agricultura. En las últimas décadas han ido apareciendo nuevas herramientas y nuevos planteamientos para el trabajo del suelo en los que se contemplan aspectos conservacionistas además de los tradicionales productivistas. Así, hay que

decir que la intensificación de la labranza no significa obtener más y mejores cosechas. Al actuar adecuadamente, se puede mantener (incluso aumentar) su potencial productivo, reducir el riesgo de erosión, la pérdida de nutrientes, etcétera.

Los sistemas de laboreo del suelo (conjunto de operaciones mecánicas de labranza que intervienen en el manejo del suelo) han ido evolucionando con los años y en la actualidad existe una diversi-

guiente clasificación de los principales sistemas de laboreo:

- **Convencional.** En nuestro país la labor primaria viene siendo realizada con el volteo mediante el arado clásico de vertedera a 25-30 cm de profundidad. Los residuos son enterrados en un 90%, como mínimo; el suelo se disgrega en agregados de diferente tamaño y se requieren uno o varios pases de labor complementaria para la preparación del lecho de siembra.

- **Laboreo mínimo.** Se realiza una labor primaria de disgregación del suelo a una profundidad no superior a 20-25 cm. Para ello se utilizan aperos de labranza vertical tipo chisel o cultivador pesado, no excluyendo ocasionalmente labores profundas (>40 cm) con equipos descompactadores (**foto 1**). Posteriormente, se efectúan las labores preparatorias del lecho de siembra y la propia siembra, con la posibilidad de combinar operaciones (**fotos 2, 3 y 4**). Tras la siembra, la superficie del terreno queda cubierta entre el 10% y el 30% de residuos.

- **Laboreo bajo cubierta.** La profundidad máxima de trabajo alcanza los 15 cm. Se utilizan aperos de labranza vertical, ampliando la gama a los cultivadores de ala ancha y barras escaradoras. El número de pases se reduce a dos o tres como máxi-



mo. Al menos un 35% de la superficie queda cubierta por residuos de la cosecha precedente.

- **No laboreo o siembra directa.** Se realiza un control químico previo a la siembra de rebrotes y malas hierbas. El suelo es alterado únicamente por los órganos de apertura de los surcos de siembra. La cobertura vegetal varía, en función de la cantidad de residuos y el tipo de máquina sembradora utilizada, entre un 70% para las sembradoras de rejas y un 90% para las de disco.

### Clasificación de los aperos de labranza

Un análisis sistemático de la oferta de los aperos más usuales puede abordarse estableciendo



- 1- Cultivador-Preparador.
- 2- Niveladora-Desterronadora.
- 3- Brazos de siembra.
- 4- Rastra trasera.

### Cuadro I. Clasificación de los aperos de labranza.

Profundidad de la labor	Accionamiento del apero	Apero
Muy profunda (40-60 cm)	Fijo	Subsolador Descompactador
Profunda (20-35 cm)	Fijo (arados)	Vertedera Disco Cinzel (chisel)
	Accionado por la tdf	Cavadora
Superficial (5-15 cm)	Fijo	Cultivador Vibrocultivador Rastra de púas
	Giratorio	Grada de discos Rastra de estrellas rotativas Rodillo
	Accionado por la tdf	Fresadora Rotocultor de formones Grada de púas oscilantes



5



6



7



dos grandes grupos: los aperos adecuados para la realización del laboreo primario del suelo, trabajando todo el perfil arable del mismo; y los aperos diseñados para realizar el laboreo secundario o superficial, cuyo objetivo fundamental es el acabado del perfil, formando el lecho de siembra y la capa de germinación.

A continuación se realiza una clasificación atendiendo al modo de trabajo y a la labor que realizan y, en segundo lugar, a la forma de acoplamiento al tractor. Enlazando esta clasificación con las características de los diferentes sistemas de laboreo podemos obtener una relación de los aperos adecuados para cada sistema de laboreo.

La clasificación organizada

en el **cuadro I** ha sido realizada teniendo en cuenta la profundidad de trabajo y el modo de accionamiento del apero. Atendiendo a la profundidad de trabajo, se diferencia entre aperos para trabajar el subsuelo y aperos que trabajan la capa arable. En el subsuelo se realizan labores muy profundas y en la capa arable las labores profundas y superficiales (laboreo primario y secundario). En esta clasificación existen aperos que pueden utilizarse tanto en labor profunda como superficial; no obstante, se han incluido en el apartado donde realizan su actividad principal.

Las labores muy profundas persiguen la regeneración de zonas compactadas por aperos y/o vehículos. Para estos trabajos se utilizan los subsoladores y des-

compactadores que trabajan sin voltear las capas de suelo.

La capa arable es aquella donde se concentra la mayor cantidad de raíces y elementos fertilizantes de las plantas y que puede trabajarse mediante labores profundas, hasta 40 cm, con el objetivo de incorporar residuos y disgregar el suelo, aumentando su porosidad y capacidad de infiltración del agua. Para realizar estas labores, se utilizan fundamentalmente arados de vertedera y de discos y arados cincel.

En las labores superficiales (enterrado de residuos, preparación del lecho de siembra, labores entre líneas, etc.) el apero no sobrepasa los 15 cm de profundidad, pudiendo llevarse a cabo sin haberse efectuado la labor profunda. Entre los aperos para la realización de labores superficiales nos encontramos algunos accionados. Así, hablamos de sistemas fijos, accionados por la toma de fuerza y giratorios. El sistema fijo corresponde a aquella herramienta que se desplaza linealmente en la misma dirección y

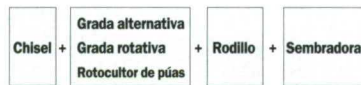
con igual velocidad que el tractor, como es el caso de los vibradores, los vibrocultivadores y las gradas de púas. En un apero giratorio sucede lo mismo que en el caso anterior, pero la herramienta adquiere el movimiento rotativo por la reacción que el suelo ejerce sobre ella. En este grupo se enmarcan las gradas de discos, las rastras de estrellas rotativas, los rodillos y los rotocultores. En un equipo accionado por la toma de fuerza del tractor (tdf) la herramienta, además de desplazarse linealmente, está dotada de un segundo movimiento, que puede ser oscilante o rotativo. Este es el caso de las fresadoras, rotocultores de formones, gradas rotativas y gradas de púas oscilantes.

En la actualidad, aprovechando la elevada potencia de los tractores, se tiende a la utilización de aperos combinados o equipos multilabor que permiten acondicionar el terreno con un número mínimo de pasadas. Se consigue así reducir los costes

de producción, aumentar el número de días disponibles para la realización de las labores y, consecuentemente, trabajar en las condiciones óptimas del suelo y disminuir la compactación del mismo al reducir el número de pasadas del tractor.

Los aperos combinados están compuestos por un conjunto de unidades de trabajo compatibles entre sí y dispuestas en una secuencia tal que alteran el suelo de mayor a menor profundidad. Estos aperos se utilizan para realizar uno o dos pases en la parcela (siendo esta opción la más común). Cuando se realizan dos pases, en el primero se realiza la labor profunda con arado de vertedera o chisel, dejando el lapso de tiempo necesario para que actúen los factores naturales sobre el terreno. En la segunda pasada, en la preparación del lecho de siembra, se

pueden utilizar tanto aperos fijos como accionados. Los equipos fijos están constituidos básicamente por elementos de vibrocultivador, alternados con rodillos jaula, de subsuelo y discos en estrella. En el caso de aperos accionados, las combinaciones más utilizadas son:



### Elección del apero según las condiciones agroclimáticas

#### Laboreo primario

Para la realización de las labores primarias, se pueden utilizar equipos que basan su trabajo en el volteo de la tierra, como los arados de vertedera y discos, o equipos de labranza vertical, como los

arados cincel. En este artículo no se realizará un análisis exhaustivo de estos aperos, pero sí se señalarán las principales ventajas e inconvenientes de los mismos y, consecuentemente, las condiciones más favorables para su utilización.

Los arados de vertedera y discos realizan una labranza asimétrica del suelo, produciendo su disgregación y volteo, eliminando así la competencia de las malas hierbas y produciendo el enterrado de los residuos.

#### Arado de vertedera

Está formado por el bastidor, el cuerpo del arado, el sistema de enganche y los accesorios (fotos 5, 6 y 7). Los elementos principales del cuerpo del arado son la vertedera y la reja; pueden añadirse otros elementos complementarios que no son esenciales en determinadas condiciones de uti-

lización. La vertedera realiza el corte y el volteo del suelo en bandas de anchura igual a la reja que incorporan. La anchura de trabajo del cuerpo de arado se expresa en pulgadas. Según los tamaños, varía entre 10" y 22" (25 a 55 cm). Esta medida corresponde a la proyección de la longitud de corte de la reja sobre un plano perpendicular a la dirección de avance del apero. En cuanto a la profundidad de trabajo, es muy común trabajar a 30 cm, siendo una buena práctica el trabajar a profundidades entre el 60 y el 80% de la anchura de la reja del cuerpo del arado.

En la utilización del arado de vertedera es muy importante que el estado de humedad del suelo corresponda al llamado "tempero", ya que contenidos de humedad inferiores requieren mayores esfuerzos de trac-

# MESOLPA PALENCIA S.L.

PRIMER FABRICANTE ESPAÑOL EN RASTRILLOS HILERADORES



DENOMINACIÓN	TIPO	ANCHO DE TRABAJO
9000H620 H-620 (4 Discos) la unidad	en línea	2.25 m
9000H820 H-820 (5 Discos)	en línea	2.5 m
900H1020 H-1020 (6 Discos)	en línea	3 m
900H1050 9 H-1050/9 (9 Discos)	en línea	5 m
90004750 H-1050/10 con 3 Ruedas 10 Discos	en línea	6 m
90007560 H-1050/12 con 3 Ruedas 12 Discos	en línea	6.5 m
900H1080 H-1080 (19/21 Discos)	en v	7.4 / 8.4 m
CARRITO DE ARRASTRE CA-8/10 + H-1240	en v	5.4 m
CARRITO DE ARRASTRE CA-8/10 + H-1340	en v	6.4 m
RASTRILLO H-1240 8 Discos	en v	5.4 m
RASTRILLO H-1340 10 Discos	en v	6.7 m
900H2400 17 / 19 / 21 / 23 / 27 Discos	bisagra en v	8/9/10/11/12 m



ción y un exceso de humedad puede inducir a la formación de terrones difíciles de romper. Uno de los aspectos que más limitan el empleo del arado de vertedera es su requerimiento de potencia. En cuanto a las ventajas de este apero, hay que señalar que facilita las operaciones posteriores al dejar el suelo limpio y que realiza mecánicamente el control de la maleza. Así, se recomienda para el manejo de suelos en agricultura intensiva de zonas húmedas o de parcelas regadas cuando la vegetación adventicia es muy abundante. Es importante considerar la erosión que puede sufrir el suelo, por lo que se debe contemplar el tiempo que permanece aquél sin vegetación y la orientación de las labores en los que están en pendiente.

Dentro de los arados de vertedera, podemos distinguir entre los fijos y los reversibles. Con los arados fijos, el volteo del prisma de tierra se produce siempre hacia un mismo lado. Con un arado reversible se pue-

de voltear hacia un lado o hacia otro indistintamente, con lo que se puede labrar de forma continua, girando tractor y arado en las cabeceras, desde un extremo de la parcela al otro. Las ventajas de un arado reversible son evidentes, por la forma de trabajo y por el mayor peso que gravita sobre el arado. Su mayor desventaja es el aumento de precio que supone un doble juego de elementos de trabajo. Los arados reversibles son especialmente interesantes en terrenos de regadío que no deben llevar lomos ni surcos intermedios, en parcelas alargadas y pequeñas y en terrenos en pendiente donde conviene voltear todos los surcos hacia arriba.

Los modernos arados de vertedera permiten cómodos ajustes del ancho del surco mediante sistemas mecánicos o hidráulicos (foto 8); posibilitando estos últimos la operación desde el asiento del conductor y sin detener el trabajo. En lo que se refiere a los dispositivos de seguridad para proteger las piezas de trabajo del arado, a fin de evitar su deformación

o rotura al encontrar obstáculos como piedras, los fabricantes han desarrollado sistemas automáticos *non stop* de ballesta o hidráulicos en los que se puede ajustar la resistencia.

En la tendencia de preparar una buena cama de siembra con el mínimo número de pases posible, se enmarcan las ofertas de rodillos compactadores incorporados a los arados de vertedera a través de un brazo ajustable y plegable para el transporte (foto 9).

Algunos modelos de tractores incorporan sistemas de gestión de aperos que permiten memorizar secuencias de trabajo. Así, se pueden hacer sencillas programaciones del movimiento de los aperos en las cabeceras de las parcelas, para lo cual es suficiente con apretar un botón de la consola y ejecutar la secuencia de movimientos a repetir, que queda de esa forma grabada. Esta herramienta puede resultar de utilidad en el uso de aperos reversibles.

#### Arados de disco

Están constituidos por discos

en forma de casquete esférico que giran alrededor de unos ejes unidos al bastidor (foto 10). Estos ejes forman un cierto ángulo con la dirección de avance, encontrándose, por otra parte, inclinados con relación al plano horizontal. La tierra cortada por el disco presiona sobre él y le hace girar, arrastrando y elevando el suelo; cuando alcanza una cierta altura, una rasqueta desvía la trayectoria del suelo, que cae al fondo del surco, produciendo de este modo el volteo. Cuando se trabaja con este tipo de arado, no están definidos la pared y el fondo del surco, como ocurre con los arados de vertedera. Con los discos, la solera que se forma es ondulada.

El arado de disco está particularmente indicado para los siguientes terrenos:

- Pesados y adherentes, en los que existe gran dificultad de deslizamiento del suelo sobre la superficie de volteo.
- Secos y duros, donde es problemática la utilización del arado de vertedera, debido a que no es fácil conseguir su penetración.
- Con un gran contenido de piedras y raíces, ya que el disco rueda sobre el obstáculo en lugar de engancharlo por la punta de la reja como ocurre en un arado de vertedera.
- Muy abrasivos.

Estos aperos están menos extendidos que los arados de vertedera, si bien presentan características conceptuales similares. Podemos optar por arados fijos o reversibles mediante la utilización de cilindros hidráulicos. Existen modelos arrastrados, semisuspendidos y suspendidos. La anchura de trabajo también es modificable variando el ángulo de corte de los discos.

Como ventajas de los arados de disco con relación a los de vertedera, tenemos:

- Pueden utilizarse en te-



# ¡VAMOS!

- Súper compacto
- Potencia de 50 - 100 cv
- Reversible
- Cabinas de perfil bajo, desde 165 cm
- Velocidad max. 40 Km/h
- Cambio sincronizado 16 + 16

**TGF**  
**TRG**  
**TC**

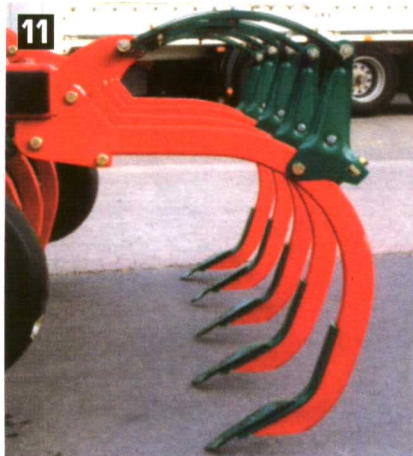
**ERGIT**

**TIGRONE**  
SERIES

Antonio Carraro Ibérica, S.A.  
Paseo de la Campsa, 65  
08940 - Cornellá de Llobregat (Barcelona)  
Tel. +34 93 377 99 57 / Fax. + 34 93 377 84 70  
e-mail: iberica@antoniocarraro.com  
www.antoniocarraro.com

**ANTONIO CARRARO** 

Tractor people



rrenos pedregosos con menor peligro de rotura.

- Debido al giro de los discos cuando trabajan, se disminuye el rozamiento y, en consecuencia, el desgaste es menor.

- La conservación es más rápida y sencilla, ya que no se requiere desmontar, forjar y volver a montar las rejas, ni sustituir otras piezas. Esto hace que el mantenimiento de los arados de disco resulte más económico que el de los de vertedera, sobre todo en terrenos abrasivos, incluso teniendo en cuenta la sustitución periódica de los discos.

- La fuerza de tracción necesaria es ligeramente inferior para un mismo tipo de labor, por reducir considerablemente los rozamientos.

- Los discos realizan un mu-

lido más perfecto, pues rompen mucho mejor la estructura del suelo y, en consecuencia, crean una capa de suelo más homogénea en cuanto a contenido y distribución de los poros.

- Realizan un mejor enterrado de cantidades importantes de materia orgánica (rastreros, abonos, etc). Esto no quiere decir que la calidad de enterrado sea buena, sino que el mezclado se realiza mejor que en los de vertedera.

Como inconvenientes podemos señalar:

- La penetración del arado de disco con frecuencia es insuficiente, lo que obliga a que los constructores diseñen aperos más pesados; lo que supone un mayor precio de adquisición.

- Realizan un volteo incompleto del suelo, por lo que el aspecto

de la labor es menos vistoso que con los arados de vertedera, sobre todo cuando la operación va acompañada de enterrado de rastrojo y malas hierbas.

#### Aperos de labranza vertical

Se utilizan en los sistemas de laboreo mínimo y bajo cubierta. Estos aperos empujan el suelo adelante en sentido vertical ascendente mediante una reja montada sobre un brazo rígido, semi-rígido, flexible y/o vibratorio. Éste produce la fragmentación del suelo lateralmente en bandas cuya sección alterada tiene forma de V. Al solaparse con la acción de los brazos contiguos, la solera presenta la forma de bóvedas paralelas. La única zona compactada es la parte inferior por donde se desliza la herramienta de trabajo. El

resultado de la labor se caracteriza por:

- Una fragmentación del suelo en agregados de tamaño variable, según el tipo de suelo, contenido de humedad y velocidad de trabajo.

- Enterrado parcial de los residuos (30-40%) a una profundidad de 10 a 15 cm. Al ser la tierra desplazada lateralmente, la cantidad de materia vegetal enterrada depende fundamentalmente de la velocidad de trabajo, del tipo de reja utilizada y del contenido de residuos previo a la labor.

- El relieve superficial suele quedar en forma de pequeños lomos.

En labranza vertical, el apero más utilizado es el chisel (foto 11) caracterizado por un amplio despeje entre el bastidor y el extremo inferior de la reja y por separaciones entre rejas de entre 50 y 90 cm.

Los brazos son rígidos o flexibles. Los brazos rígidos consiguen profundizar más que los de brazos flexibles en terrenos duros. Tienen un ángulo de ataque inferior (20°), con lo que se reduce el esfuerzo de tracción, pero aumenta la dificultad de penetración en el terreno. Se adaptan bien a nuestras condiciones, si bien el efecto de enterrado es bastante bajo. Algunos brazos rígidos disponen de sistema de levantamiento *non stop* que actúa cuando el brazo se encuentra un obstáculo en el suelo, retornando a su posición de trabajo una vez superado. La mayoría de los brazos disponen de un muelle en su parte superior que produce una vibración para deshacer mejor los terrones.

Los brazos flexibles presentan una, dos o tres curvaturas. Una de las características de estos brazos es que se desplazan vibrando debido a las variaciones de resistencia que encuentran. Con ello se logra aumentar el efecto de disgregación. Cuando el terreno se encuentra excesivamente duro, se reduce la profundidad de trabajo y aumen-

ta el ángulo de ataque de la reja, lo que supone un incremento de la fuerza de tiro y una reducción del efecto de enterrado.

El elemento de corte o reja puede ser de tres tipos: estrecha, retorcida o de cola de golondrina. La reja estrecha con anchuras de 55 a 70 mm permite trabajar en profundidad y realiza un enterrado parcial de los residuos. La reja retorcida se utiliza para enterrar parcialmente los residuos, dada su curvatura transversal. Finalmente, la reja de cola de golondrina se utiliza en terrenos donde hay una gran cantidad de malas hierbas.

Las ventajas de los arados tipo chisel son:

- Disgregan el suelo sin producir inversión de capas, lo que ayuda a mantenerlo sujeto, a la vez que permite el drenaje.

- Realizan un enterrado cualitativamente mejor que el arado, ya que la materia orgánica queda bien mezclada en la capa superficial.

- Permiten trabajar con una gama de humedades más amplia y especialmente en condiciones secas.

- La velocidad de trabajo puede alcanzar hasta 10 km/h.

- Exigen un menor esfuerzo de tracción que el arado, aproximadamente un 40-50% menos, para la misma anchura de trabajo. En cuanto a la energía requerida por metro cúbico de suelo removido es un 30-40% inferior.

- Para una misma potencia del tractor puede duplicarse la capacidad de trabajo respecto del arado.

- Permiten combinaciones con otros aperos, a fin de reducir el número de pasadas sobre las parcelas.

- Se adaptan bien a terrenos con piedras.

Como inconvenientes cabe citar:

- Problemas de rebrote al incorporar parcialmente las malas hierbas.

- Con excesiva cantidad de residuos se requiere una labor de enterrado superficial previa.

## Cuadro II. Características técnicas de los aperos de labranza superficial.

	Cultivador	Grada de discos	Rodillos	Fresadoras	Rotocultores de formones
Peso por metro lineal (kg)	100-220	350-700	20-60 (jaula) 150-350	140-200	300-380
Anchura de trabajo (m)	2,5-6	2-5,5	1,5-12	1-3	1,5-4
Velocidad de trabajo (km/h)	5-10	5-8	5-10	2-6	2-6
Potencia necesaria del tractor (kw/m)	13-17	15-22	1-3 (jaula) 4-12	25-35	25-40

- Cuando trabajan en condiciones secas se reduce la profundidad de trabajo.

- En condiciones de suelo seco, se produce un alto desgaste de la reja y un limitado poder de penetración.

### Laboreo superficial

Con las labores superficiales se persigue desmenuzar los agregados para crear un medio favorable a la germinación de semillas, estimular la aireación y la infiltración del agua y eliminar la compe-

tencia de las malas hierbas. Los aperos para la realización de estos trabajos llevan a cabo en mayor o menor medida estas acciones, aunque se caracterizan por su mayor incidencia en alguna de ellas, lo que condiciona su elección (**cuadro II**).

### Los cultivadores

La forma de trabajo de los cultivadores (**foto 12**) se asemeja a la del chisel. La acción del cultivador sobre el terreno también depende, en gran medida, de la forma e inclinación de los brazos. En general, cabe señalar que requieren suelos en tempero para lograr una disgregación eficaz del suelo. En suelos duros se pueden formar grandes terrones, cuando es posible la penetración en el terreno. Producen también cierta nivelación al tapar residuos de la labor de arado, irregularidades, etc., aunque dejan un perfil con cierta rugosidad superficial. Existe cierta tendencia a complementar la labor de estos aperos con la de los rodillos jaula.

### Las gradas de discos

Están constituidas por discos de casquetes esféricos. Van montados en dos o cuatro ejes horizontales e inclinados con respecto a la dirección de la marcha. En cada eje los discos se disponen paralelos entre sí girando sobre él libremente cuando se desplazan por el suelo. La separación entre discos depende de la labor a la que vaya destinado el apero; para las labores secundarias se emplean discos pequeños o medianos separados 18-20 cm, montados sobre ejes en X. Su actuación intensifica la rotura de los terrones y la nivelación del suelo. Con objeto de reducir las crestas y de que el fondo labrado resulte lo más uniforme posible, la huella de los discos posteriores queda en medio de la de los discos delanteros, yendo colocados en sentido opuesto para que la tierra no se desplace siempre hacia el mismo lado.



Pueden encontrarse en el mercado gradas de discos de más de 5 m de anchura, que se reducen a 2,5 m en la posición de transporte mediante rotación de los trenes de discos en los chasis. Algunos modelos (**foto 13**) permiten el ajuste hidráulico desde la cabina del ángulo de trabajo independientemente entre la parte delantera y trasera.

**Los rodillos**

Son elementos cilíndricos que ruedan libremente sobre un eje transversal a la dirección de la marcha (**foto 14**). Las acciones de estos aperos son destruir terrones, uniformar la superficie para la siembra y, fundamentalmente, reducir la porosidad, lo que facilita la humectación de las semillas y la actividad de las raíces. Son muy habituales los rodillos de elementos y resaltes superficiales, ajustándose mejor a las irregu-



**Cuadro III. Itinerario de las labores realizadas en la zona norte del Valle del Ebro.**

	Itinerario 1	Itinerario 2	Itinerario 3
Julio	Subsolador Rastra de púas + rodillo	Chisel	Cultivador pesado + rodillo jaula + púas
Septiembre	Cultivador ligero + rodillo	Cultivador ligero + rodillo	Cultivador pesado + rodillo jaula + púas

laridades del suelo que los lisos. El paso de estos aperos en condiciones húmedas puede provocar compactaciones en el suelo al degradar la estructura del mismo. Una labor inadecuada de rodillo puede provocar excesivas compactaciones en las capas profundas, interfiriendo el normal crecimiento de las raíces.

Los aperos accionados por la tdf

Son un gran grupo de equipos encargados de preparar el lecho de siembra. Sus principales características son las siguientes:

- Actúan sobre el suelo con mayor agresividad, dando lugar a mayor desmenuzamiento y esponjamiento superficial.
- Realizan mayor fragmentación y mezclado de residuos orgánicos y de malas hierbas.
- La menor dimensión de estos equipos facilita su combinación con otros aperos de igual anchura.

En los aperos accionados se distinguen los de eje vertical y los de eje horizontal. Nos ocuparemos con algo de detalle de estos últimos: fresadoras y rotocultor de formones, equipos con un rotor que gira en el mismo sentido que las ruedas del tractor.

Las fresadoras (**foto 15**) se emplean fundamentalmente en fincas hortícolas después de una labor de alzado con vertedera o sustituyéndola totalmente. Estas máquinas deben utilizarse en condiciones de consistencia dura o frágil, puesto que si el suelo se encuentra en estado plástico, se puede correr el peligro de formación de suelo.

Los fabricantes ofrecen fresadoras para diferentes condiciones: medias (tractores de 40 a 80 CV) y fuertes (tractores de 90 a 250 CV). Los distintos modelos incorporan cajas de cambios con diferente número de velocidades (1-4).

En los rotocultores de formones se sustituyen las azadas por cuchillas o formones dispuestos por parejas sobre unos soportes tangenciales al eje de giro. Las acciones sobre el suelo son semejantes a las que producen las fresadoras. Se utilizan principalmente para la preparación del lecho de siembra en terrenos con abundancia de terrones de consistencia dura o frágil.

Los perfiles de suelo que se consiguen con la utilización de aperos accionados son ligeramente diferentes a los que se producen con la sucesión de aperos tradicional, pues a igual dimensión de los terrones aumentan los contenidos de tierra fina, que se localiza cercana a la superficie o en el fondo del perfil trabajado.

**Sucesión de labores en el norte del Valle del Ebro**

**Cultivo de maíz grano en regadío**

En este apartado se detallará la sucesión de aperos para el trabajo del suelo que se aplica en el Centro Agronómico Monegros (Granja de Almudévar), finca cedida a la Universidad de Zaragoza por parte de la Confederación Hidrográfica del Ebro y el Ayuntamiento de Almudévar. Actualmente, tiene una superficie agrícola útil de 25,5 ha y en ella la Escuela Politécnica Superior de Huesca desarrolla actividades docentes y de investigación.

La zona refleja una cierta constancia climática de régimen semiárido. La textura de los suelos de las parcelas dedicadas al cultivo de maíz es franco-arcilloso-limoso. El sistema de riego instalado es una aspersión con cobertura total.

La sucesión del tipo de labores para la preparación del suelo en esta explotación, y en toda la zona en la que se encuentra, es la siguiente:

- Enero-febrero: pase de subsolador (40 cm de profundidad).
- Febrero: pase de apero combinado de rastra de púas + rodillo (15 cm de profundidad).
- Abril: pase de fresadora (15 cm de profundidad); si las condiciones lo requieren se da un segundo pase con este apero.

**Cereales de invierno en secano**

La experiencia de los agricultores de la zona en otros cultivos habituales ha ido conduciendo a adoptar prácticas de laboreo vertical, en las que el arado de vertedera se relega a situaciones puntuales en las que se ha producido gran desarrollo de vegetación adventicia.

En lo que se refiere al cultivo de cebada y trigo, se incluyen en el **cuadro III** los itinerarios más frecuentes que se siguen (**foto 16**). ■