

Maquinaria y equipos para laboreo mínimo y convencional

Racionalizar el laboreo y agrupar operaciones son los dos objetivos planteados

Gregorio L. Blanco Roldán.

Dpto. Ingeniería Rural. ETSI Agrónomos y Montes.
Universidad de Córdoba.

La importancia creciente de los aspectos ambientales y económicos ligados a la mecanización de las operaciones agrícolas ha supuesto un cambio en los trabajos tradicionales, entre los que destacan los de laboreo. En este sentido, el bajo rendimiento energético que suponen junto con la erosión y la degradación de la estructura del suelo (compactación) que provoca el paso reiterado de las máquinas, hace que en los últimos años se esté produciendo un progresivo abandono del laboreo convencional a favor de técnicas en las que éste se reduzca o incluso se anule.

El laboreo sigue siendo objeto permanente de atención por parte de agricultores, fabricantes de maquinaria y técnicos, más aún cuando las operaciones de preparación del terreno, dentro de las que éste se incluye, suponen el mayor porcentaje (25,14 %) del tiempo anual de utilización de los tractores españoles (**cuadro I**) (MAPA, 2007).

Se plantean dos objetivos. Por un lado, racionalizar el laboreo, realizando sólo las labores que sean estrictamente necesarias. Como ejemplo, citar que en la plantación de olivar intensivo se está empezando a utilizar máquinas plantadoras que

realizan un subsolado del terreno en la banda donde se coloca la planta, evitando así el subsolado de toda la parcela.

Se puede llegar incluso, en el ámbito de las técnicas de agricultura de precisión, a lo que se conoce como “laboreo de precisión”, basado en efectuar aplicaciones en función de las características del terreno y del cultivo, modificando de forma continua la profundidad de trabajo, la trayectoria o la

velocidad de actuación de las herramientas. En la **figura 1** se muestra un mapa de prescripciones para realizar la descompactación en una parcela.

Y, por otra parte, agrupar operaciones, utilizando equipos combinados que reduzcan el paso de maquinaria sobre el terreno y permitan un mejor aprovechamiento de la potencia nominal del tractor.

Como muestra de la continua profesionalización de los trabajos agrícolas, las tendencias actuales son hacia equipos con mayores anchuras de trabajo y con incorporación creciente de mecanismos de seguridad y sistemas electrónicos de control de sus funciones.

En este artículo se da una visión global de las principales máquinas y equipos empleados actualmente en España para el laboreo, destacando aquellos aspectos que puedan servir



para su elección y aplicación en los diferentes sistemas de manejo del suelo.

Cuadro II.

Clasificación de los equipos para trabajo del suelo (UNE 68051-0:1988).

Grupo 03	Equipos para trabajo del suelo
03.1	Equipos para labores profundas
03.1.01	Arados de desfonde
03.1.02	Subsoladores
03.1.03	Arados rotativos accionados
03.1.04	Arados de reja y vertedera
03.1.05	Arados de discos
03.1.06	Cavadoras
03.1.07	Arados de cincel (chisel)
03.1.08	Rotocultores
03.1.09	Arados rastrojeros
03.1.10	Rodillos mezcladores
03.2	Eq. para prep. del lecho de siembra
03.2.01	Gradas de discos
03.2.02	Cultivadores
03.2.03	Gradas (ligeras)
03.2.04	Arrobadoras. Rastras niveladoras.
03.2.05	Acaballadoras
03.2.06	Rodillos
03.2.07	Máquinas combinadas de trabajo del suelo
03.3	Equipos para labores entre líneas
03.3.01	Desmalezadoras (escardadoras)
03.3.02	Binadoras
03.3.03	Arados aporcadores
03.3.04	Arados desaporcadores
03.3.05	Arados intercepas
03.4	Equipos para preparación de sustrato para cultivo forzado
03.4.01-08	(...)
03.5	Otros equipos para trabajo del suelo

Cuadro I.

Distribución de las horas de funcionamiento del tractor por operaciones (MAPA, 2007).

Operación	Distribución horas de trabajo total (%)
Transporte remolque	19,14
Preparación terreno	25,14
Siembra y plantación	11,28
Abonado orgánico mineral	10,32
Tratamientos	9,65
Recolección	13,51
Accionamiento equipos fijos	1,97
Trabajo interior instalaciones	3,68
Trabajos forestales	1,69
Otros	3,62



2

Foto 1. Subsolador de brazos rectos con rejas de diferentes tipos y accesorio para realizar drenajes.

Foto 2. Descompactador.

Foto 3. Vertedera reversible de cinco cuerpos.



3

Clasificación de los aperos de laboreo

La Norma UNE 68051-0:1988 establece una clasificación de las máquinas agrícolas en once grupos, basada en la norma internacional ISO 3339-0:1986, incluyendo a los aperos de laboreo en el Grupo 03: Equipos para trabajo del suelo, y clasificándolos, fundamentalmente, en tres subgrupos: equipos para labores profundas, equipos para preparación de lecho de siembra y equipos para labores entre líneas (**cuadro II**).

El primer subgrupo comprende aperos para laboreo del subsuelo, que trabajan a profundidades superiores a 50 cm y se emplean, fundamentalmente, en drenaje y descompactación, y laboreo primario, utilizados para romper el suelo e incorporar residuos, trabajando a profundidades entre 20 y 40 cm.

El segundo subgrupo está constituido, principalmente, por aperos para labores secundarias o complementarias. Éstas comprenden trabajos superficiales (5-20 cm) de disgregación del terreno, incorporación de residuos, eliminación de malas hierbas, etc., destinados a la preparación del lecho de siembra.

Los equipos para labores entre líneas actúan realizando operaciones, una vez establecido el

cultivo (labores de cultivo), de aflojado del suelo o de eliminación de malas hierbas (bina), o en el mantenimiento de la forma del suelo (caballones).

Son posibles otras clasificaciones, como, por ejemplo, en función de su acoplamiento al tractor, distinguiéndose, al igual que en otras máquinas, aperos suspendidos, semisuspendidos y arrastrados.

Tipos de laboreo

Un sistema de laboreo comprende el conjunto de operaciones que se realizan para preparar el suelo para el cultivo. Principalmente, se distinguen los siguientes tipos (**figura 2**) (ASAE EP291.3 FEB 2005):

a) Laboreo convencional o tradicional. Como su nombre indica, representa la práctica tradicional realizada en una determinada zona. Generalmente, comienza con una labor de alzada, con arado de vertedera o de discos, que es complementada con varias labores secundarias.

b) Laboreo mínimo. Consiste en realizar la menor manipulación necesaria del suelo para encontrar los requisitos del cultivo sobre las condiciones existentes. En el laboreo primario se suelen utilizar equipos de trabajo vertical, como arado cincel y cultivador pesado.

c) No laboreo o siembra directa. El control de las malas hierbas se realiza de forma química y el único apero que actúa sobre el suelo son los órganos de apertura del surco (rejas o discos) de la sembradora.

Figura 1.

APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS: LABOREO DE PRECISIÓN

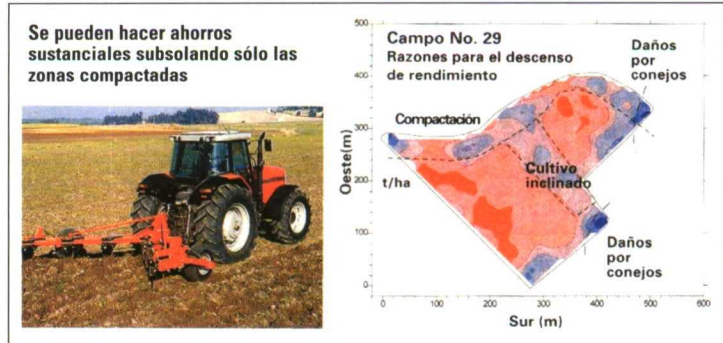
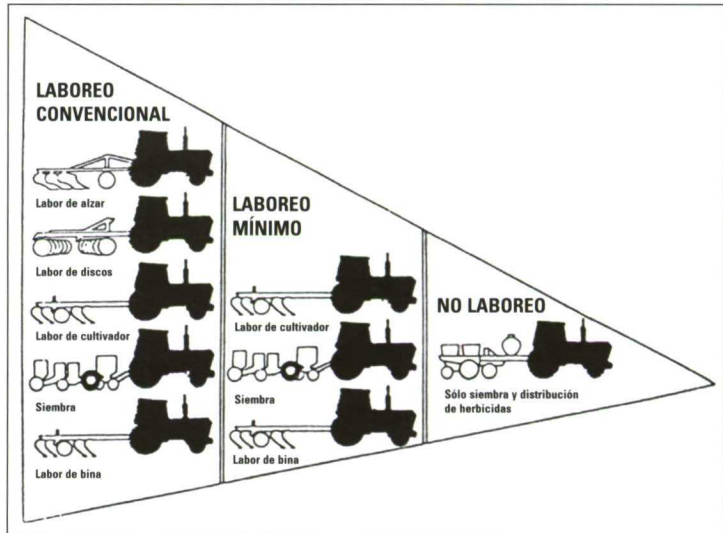


Figura 2.

TRIÁNGULO DEL LABOREO (Fuente: L. Márquez).



Se entiende por laboreo de conservación aquel sistema de manejo del suelo que mantiene, tras la siembra, un mínimo del 30% de la cobertura del suelo por residuos. Esto, en la España seca, prácticamente sólo se consigue con la siembra directa. En el

cuadro III se muestra el efecto que los aperos tienen sobre la permanencia del residuo en superficie. Hay que tener en cuenta que si se realizan varias operaciones, sus efectos se acumulan y que para cada apero dicho varían en función de la regulación y for-

ma de uso (USDA, 1992; Hanna *et al.*, 1995).

También puede hablarse de otros tipos de laboreo:

- **Laboreo sin volteo.** Se sustituyen los aperos que realizan inversión (arados de vertedera y discos) por aperos de dientes (arado cincel y cultivador) que realizan un trabajo vertical, manteniendo así un porcentaje adecuado de residuos sobre la superficie.

- **Laboreo subsuperficial.** La profundidad de trabajo no excede los 15 cm, utilizándose aperos de laboreo vertical y aperos específicos, como los cultivadores de ala ancha, con lo que se consigue como mínimo un 30-35% de cobertura con residuos.

- **Laboreo en bandas.** Sistema en el cual el 30% o menos de la superficie del suelo (bandas en línea) está cultivado. Puede obtenerse más de un 40% de residuos sobre la superficie.

- **Laboreo en caballones.** La siembra se realiza sobre caballones o lomos. Éstos se construyen para evitar encharcamientos y aumentar la insolación sobre la zona del lomo donde se coloca la semilla (provoca el adelanto del nacimiento del cultivo). Puede obtenerse más de un 50% de residuos sobre la superficie.

▶ Aperos para labores profundas

Entre ellos destacan, en primer lugar, los subsoladores. Principalmente, están destinados a realizar trabajos de eliminación de la compactación, provocada por el paso repetido de otros aperos y máquinas, por procesos de humectación-desección del suelo o incluso la que puede generarse como consecuencia del uso de sistemas de no laboreo; y construcción de canales para el drenaje de suelos, denominándose en este caso, "subsoladores topo". Por tanto, su uso no es anual sino cuando los problemas mencionados así lo requieran. Poseen, generalmente, entre tres y cinco brazos rectos o curvados, dispuestos sobre un bastidor con forma recta o en "V", y con rejas de pun-

Cuadro III.

Porcentaje de residuos tras el paso de aperos.

Arado de vertedera	< 10
Grada de discos profunda (15 cm)	30
Grada de discos superficial (8 cm)	60
Arado cincel de brazo recto	70
Arado cincel de brazo curvo	50
Cultivador (escarificador)	70
Cultivador de ala ancha	90
Barra escardadora	90 - 95
Rulo ligero	90
Sembradora directa	>90

Cuadro IV.

Tipos de gradas en función de la carga por disco.

Tipo	kg/m	kg/disco
Ligera	< 350	< 60
Media	350 - 700	60 - 80
Pesada	>700	>80

ta o de alas (**foto 1**).

Por otro lado, de aparición más reciente, vinculada a técnicas de agricultura de conservación, están los descompactadores (**foto 2**), que realizan una labor asimétrica, respetando la cobertura vegetal de la superficie. Pueden ser de bastidor recto o en "V" y con brazos dispuestos en sentidos opuestos alternativos o en sentidos opuestos.

En cuanto a equipos para el laboreo primario, destacan los arados de cincel o chisel y los tradicionales arados de vertedera (**foto 3**). Éstos últimos, si bien han sufrido un descenso en su uso, como consecuencia de la tendencia, ya señalada, a sistemas de conservación, sobre todo en países como España, donde las posibles consecuencias negativas del laboreo se acrecientan, sigue siendo el ape-

ro de laboreo primario más extendido.

El arado cincel es la base del laboreo sin volteo, presentando buenas características de disgregación del terreno, capacidad de trabajo y potencia demandada. Los diferentes modelos se caracterizan por el despeje del bastidor (60-75 cm), el número de barras (dos o tres), el espaciamiento entre brazos (25-40 cm) y la rigidez de éstos, de tal forma que pueden utilizarse, en función de los requerimientos, desde cinceles pesados de brazos rígidos hasta cinceles ligeros de brazos flexibles, siendo en algunos casos similares a los cultivadores pesados.

El arado de vertedera trabaja realizando el corte, pulverización e inversión del suelo, permitiendo el enterrado de más de un 90% de los residuos superficiales. Los cuerpos de arado (de uno a doce), constituidos por los elementos esenciales, reja y vertedera, y otros complementarios, a disposición del agricultor según sus necesidades, se unen al bastidor a través de mecanismos de seguridad "non-stop", mecánicos (ballestas) o hidroneumáticos. Estos mecanismos, principalmente mecánicos, se incorporan también en otros aperos de laboreo primario, como subsoladores y chisel, y laboreo secundario, como cultivadores de discos.

Actualmente, la evolución tecnológica de los arados se ha dirigido a la incorporación de sistemas hidráulicos y electrónicos de control de sus funciones principa-

les para así facilitar los ajustes y el manejo en campo, permitiendo obtener mayores capacidades de trabajo. En base a sensores que captan las posiciones del apero, ubicados en los cilindros hidráulicos utilizados para los movimientos, en el propio bastidor o en el enganche, y a través de un ordenador o consola de mando, instalado en el puesto de conducción, pueden ajustarse diversos parámetros, como la anchura de corte del primer cuerpo, la anchura de trabajo, el punto de tracción, la nivelación, la profundidad de trabajo, la inversión de los cuerpos, la presión del dispositivo de seguridad y la posición de transporte. También se destacan los arados semisuspendidos equipados con ajuste de la anchura de trabajo variable hidráulicamente.

Frente a los anteriores, pero menos utilizados, se sitúan los arados de disco, que presentan ventajas para su uso en suelos pedregosos, aunque el volteo que producen es menor que la vertedera.

Para labores profundas, también se utilizan aperos con herramientas accionadas, como roto-cultores, cavadoras y arados rotativos. Los primeros son los más conocidos estando constituidos por un eje horizontal sobre el cual se disponen las herramientas de trabajo. Éstas pueden ser curvas o rectas y se agrupan en discos (entre tres y seis por disco, de forma alterna, para trabajar a derecha e izquierda), utilizándose para laboreo primario, disponiendo, generalmente en este caso, de herramientas de mayores dimensiones, o secundario.

▶ Aperos para laboreo secundario

Este grupo presenta más diversidad en cuanto a número de equipos y variabilidad de los mismos, ya que, la función principal que desarrollan en la preparación del lecho de siembra hace que deban adaptarse en mayor medida a los condicionantes propios de la zona.

Pueden clasificarse en función del accionamiento de las he-

Figura 3.

DIFERENTES TIPOS DE REJAS PARA CULTIVADORES.



ramientas de trabajo. Entre los aperos no accionados se encuentran: gradas de discos, cultivadores, vibrocultivadores, rastras, gradas rodantes y rodillos. Entre los accionados están los rotocultores de eje horizontal (fresadoras) y de eje vertical (gradas rotativas y oscilantes).

Las gradas de discos pueden utilizarse para laboreo primario, secundario o, incluso, labores de desmonte, en función de la dimensión de los discos, carga sobre ellos y separación, distinguiéndose gradas ligeras, medias y pesadas (**cuadro IV**). Son aperos fundamentales en los sistemas de laboreo. Su estructura puede ser de cuatro cuerpos en forma de "X" (gradas en tándem) o dos cuerpos en forma de "V" (gradas excéntricas), disponiendo, los modelos actuales, de mecanismos hidráulicos de plegado de los cuerpos para el transporte (**foto 4**) y regulación de los ángulos de trabajo. En la **foto 5** se muestra una grada excéntrica de



Foto 4. Grada de discos en tándem con sistema hidráulico de plegado horizontal para transporte.

12 discos de 32 pulgadas separados 0,33 m utilizada para desmonte.

Los cultivadores se diferencian por el tipo de brazo, rígidos o flexibles, y tipo de reja, entre las que se distinguen: escarificadoras, helicoidales (para enterrado parcial de residuos), acaballadoras, convexas (con extremos más anchos que el cuerpo, aumentan la acción sobre el suelo y

la mezcla de materiales y residuos) y extirpadoras o de pata de ganso (para cortar raíces de malas hierbas) (**figura 3**). En el **cuadro V** se describen las principales características técnicas de los cultivadores.

La tendencia actual es a la utilización de cultivadores de brazos muy flexibles, con forma de "S", con simple o doble curvatura, o rectos, y dispuestos sobre tres a

cinco filas, que vibran en sentido longitudinal y transversal, favoreciendo así la acción sobre el suelo. Realizan una labor superficial (10-12 cm) de preparación rápida del lecho de siembra, siendo complementados por el trabajo de rodillos jaula, situados en la parte trasera, que desterronan y nivelan la superficie del suelo, o rastras flexibles. Además, se presentan otros modelos que incorporan gran variedad de herramientas, en diferentes posiciones, confiriéndoles el carácter de apero combinado, incluyendo la posibilidad de realizar en un solo pase la preparación del suelo y la siembra.

Otro tipo de cultivadores son los que presentan brazos con rejas con alas seguidos de discos y rulos, generalmente, de jaula, que reciben el nombre de cultivadores rastrojeros. Realizan una buena nivelación del suelo y mezcla de residuos.

Las rastras y rodillos completan el conjunto de equipos no ac-



EPSO[®]Top[®]

Verde, que te quiero verde

EPSO[®] Microtop[®]

Verde fructífero

EPSO[®] Combitorp[®]

Verde para energía



- **EPSO Top[®]** 16% MgO · 32% SO₃
- **EPSO Microtop[®]** 15% MgO · 31% SO₃ · 1% B · 1% Mn
- **EPSO Combitorp[®]** 13% MgO · 34% SO₃ · 4% Mn · 1% Zn

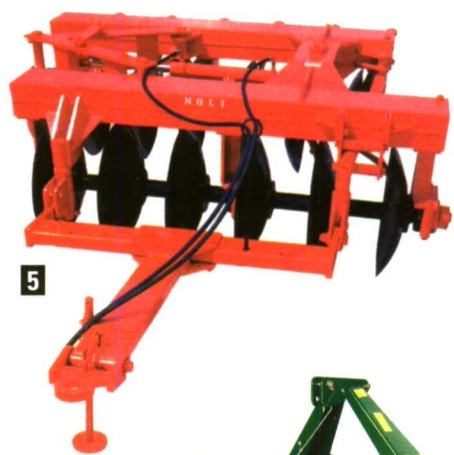
Es compatible con la mayoría de los fitosanitarios y fertilizantes.
Su uso en Agricultura Ecológica está autorizado según CEE 2092/91.

COMPO Agricultura S.L.,

División K+S KALI GmbH, Joan d' Austria 29 - 47, 08005 Barcelona, España, Teléfono: 932 247 334, Fax: 932 259 291

E-Mail: enrique.tonagel@kali-gmbh.com Web: www.kali-gmbh.com





5



7

cionales que se utilizan habitualmente en el laboreo secundario.

Las rastras se utilizan para acabar de preparar el terreno justo antes de la siembra. También están muy difundidas en cultivos leñosos, como el olivar, sobre todo las de dientes flexibles, donde se emplean para mullir superficialmente el suelo y romper costra, erradicar malas hierbas, esparcir semillas de las franjas de cubierta vegetal dejadas en el centro de las calles y nivelar la superficie, mediante una cuchilla niveladora que suele añadirse a la parte trasera, y que como complemento va eliminando malas hierbas de verano que se escapan a las púas.

Los rodillos se emplean para romper terrones y compactar la superficie, distinguiéndose, en función de los elementos de tra-



6

bajo, generalmente, cilindros o discos, diferentes tipos: liso, ondulado, helicoidal, de subsuelo, Cultipacker, Crosskill, Cambridge, jaula rodante, etc., (figura 4). En muchos casos, suelen trabajar complementando a otros aperos de laboreo secundario, como gradas de discos, cultivadores, vibrocultivadores y fresadoras, o laboreo primario, como arados de cincel o de vertedera, y a sembradoras, constituyendo aperos combinados. En olivar se utilizan rodillos lisos compactadores de gran peso, dotados de una cuchilla niveladora en la parte delantera, para realizar una preparación del suelo previa a la recolección.

En relación a los aperos accionados, las fresadoras (foto 6) siguen ocupando un papel importante en los trabajos de preparación del suelo agrícola, hortícola o de jardinería, apareciendo también en combinación con la operación de siembra, pero esto es más

Foto 5. Grada pesada para labores de desmonte.

Foto 6. Fresadora con rotor de cuchillas acodadas y de dientes.

Foto 7. Grada rotativa.

frecuente con gradas rotativas. Las herramientas de trabajo son las clásicas cuchillas planas acodadas y los modelos más recientes de cuchillas rectas y dientes.

Las gradas rotativas (rotocultores de eje vertical), constituidas por rotores sobre los que se montan dos o tres púas, son habituales en labores de preparación del lecho de siembra y suelen llevar como accesorio un rodillo (foto 7).

Otros equipos

Como ya se ha ido comentando, destaca cada vez más la importancia de los equipos combinados para trabajo del suelo. Suelen agruparse las operaciones de laboreo primario y secundario, las operaciones de preparación del lecho de siembra y el laboreo secundario y la siembra, siendo frecuente, dentro de las combinaciones, el uso de aperos accionados. Además se dispone de equipos que realizan toda la preparación del suelo y la siembra en una sola pasada (foto 8). En la foto 9, se muestra un equipo que combina laboreo primario, con arado de vertedera reversible, laboreo secundario (preparación del lecho de siembra), con rastra flexible y rodillo, y siembra.

También se dispone de aperos más específicos de ciertos sistemas, como los de laboreo de conservación, entre los que pueden citarse los cultivadores de ala ancha, que eliminan las malas hierbas bajo la superficie, sin alterar, prácticamente, el residuo, y

las azadas giratorias (foto 10), cuya aplicación es el control de pequeñas malas hierbas y la rotura de la costra del suelo, empleándose para una ligera labor de cultivo antes o justo después de la emergencia.

Además se destaca la oferta creciente de equipos adaptados para laboreo mínimo, como los cultivadores de discos, lisos o escotados, combinados con rodillos (fotos 11 y 12).

En cultivos implantados sobre caballones es necesario el uso de equipos para la construcción del lomo (foto 13) y control de malas hierbas, como el mostrado en la foto 14, que además incorpora en la parte trasera un accesorio para aumentar el tamaño del lomo.

Dentro de los equipos para labores entre líneas cabe subrayar la importancia de los aperos intercepas, utilizados en el cultivo de la vid (foto 15).

Caracterización de los aperos

En el cuadro VI se muestran los principales parámetros que definen el comportamiento del conjunto tractor-máquina obtenidos, mediante un equipo de captura y registro de datos, constituido por sensores electrónicos, en ensayos sobre operaciones de laboreo habituales en cultivos extensivos en Andalucía, realizados por el Grupo de Investigación AGR 126 "Mecanización y Tecnología Rural" de la ETSIAM de la Universidad de Córdoba (Gil Ribes *et al.*, 2002).

Los sensores utilizados miden: consumo de combustible, velocidad de giro del motor del tractor, velocidad real de trabajo y resbalamiento (radar "doppler"), posición del elevador hidráulico, fuerzas de tiro (dinamómetro para el enganche tripuntal), potencia de accionamiento de máquinas por la toma de fuerza (sensores de par y velocidad de giro) y potencia de accionamiento de máquinas mediante el circuito hidráulico (presión y caudal en las tomas remotas).

Para evaluar el uso de la potencia suministrada por el motor

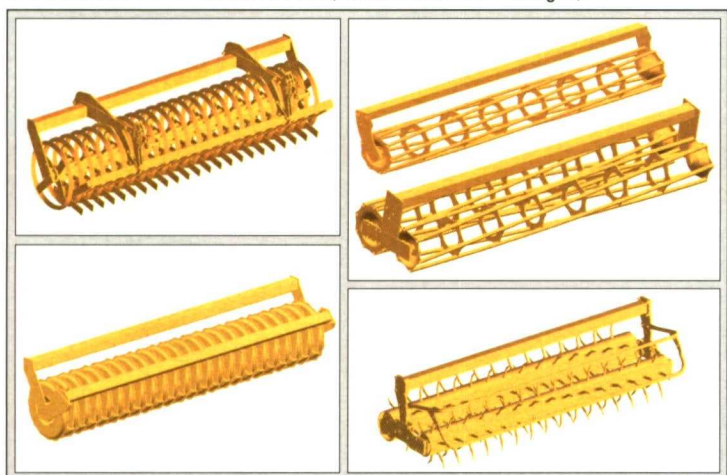


8

Foto 8. Equipo combinado para preparación del suelo y siembra.

Figura 4.

DIFFERENTES TIPOS DE RODILLOS (Documentación Pöttinger).



del tractor (P_m) y el tiempo empleado en la labor se consideran los siguiente índices (ASAE EP496.3 FEB2006): consumo horario, eficiencia de tracción ET (relación entre la potencia neta de salida de los ejes motores y la bruta que les llega), rendimiento del acoplamiento RAC (relación entre las potencias útiles de tiro y accionamiento de las máquinas y la del

motor), eficiencia energética EE (relación entre potencias útiles con la potencia ideal del combustible consumido por unidad de tiempo), capacidad teórica de trabajo y capacidad real de trabajo.

En una labor dicha potencia se emplea en trabajo útil (tiro, P_b , accionamiento a través de la toma de fuerza y accionamiento mediante el circuito hidráulico,

Cuadro V.

Características de los cultivadores.

Característica	Cultivador pesado	Cultivador ligero	Vibrocultivador
Despeje del bastidor (cm)	60 – 75	45 – 60	40 – 55
Peso (kg/m)	200 – 400	100 – 250	120 – 350
Número de líneas de brazos	2 – 4	2 – 4	2 – 5
Separación entre brazos	20 – 40	15 – 25	9 – 12
Anchura de trabajo (m)	2 – 4	2 – 7	2 – 12
Velocidad de trabajo (km/h)	5 – 9	5 – 9	6 – 10
Eficiencia de campo (%)	70 – 85	70 – 85	70 – 85
Potencia del tractor (kW/m)	18 – 30	14 – 17	13 – 16

Cuadro VI.

Parámetros que caracterizan el funcionamiento de aperos.

Apero	Velocidad (m/s)	Consumo (l/h)	Consumo superf. (l/ha)	Tiro (kN)	P_m (kW)	P_b (kW)	ET (%)	RAC (%)	EE (%)	Capac. teórica (ha/h)	Capacidad real (ha/h)
Vertedera (triturco)	5,1	13,2	33,2	17,3	41,9	24,5	69,3	0,58	17,9	0,53	0,45
Grada de discos	5,9	13,7	7,4	12,5	41,4	20,7	64,5	0,5	13,4	2,04	1,63
Chisel	6	16,6	13,8	19,4	57,2	32,1	72	0,56	18,3	1,32	1,12
Cultivador	6,5	14	5,8	15	47,5	27,0	60	0,57	17	2,63	2,23
Rulo	11,5	13,1	2,6	4,5	41,4	14,2	40,9	0,34	10,6	5	4

en pérdidas en su transmisión, en vencer la resistencia al movimiento o rodadura y la pendiente del te-

reno, y en resbalamiento de sus ruedas motrices.

Cabe destacar que en los trabajos de laboreo el aprovechamiento energético del gasoil se encuentra alrededor de 1/6. ■

Agradecimientos

El autor agradece al Plan Nacional de I+D la financiación de los trabajos sobre caracterización de los aperos de laboreo en condiciones reales de trabajo en campo, obtenida a través del Proyecto RTA2006-00058-C03-03.

Bibliografía

ASAE EP291.3 FEB 2005. Terminology and definitions for soil tillage and soil-tool relationships. Ed. ASABE. St. Joseph, MI, USA.

ASAE EP496.3 FEB 2006. Agricultural machinery management. Ed. ASABE. St. Joseph, MI, USA.

Gil Ribes, J.; Blanco Roldán, G.L.; Perea Torres, F.; Agüera Vega, J., 2002. Caracterización de las operaciones mecanizadas en la agricultura. Anales de Ingeniería Mecánica, año 14, vol. II.

MAPA, 2007. Análisis del parque nacional de tractores agrícolas. 2005 – 2006. Ed. Secretaría General de Agricultura y Alimentación. MAPA. Madrid.

UNE 68051-0: 1988. Tractores y maquinaria agrícola y forestal. Clasificación y terminología. Parte 0: clasificación detallada. Ed. AENOR. Madrid.

Hanna, H.; Melvin, S.W.; Pope, O., 1995. Tillage implement operational effects on residue cover. Trans. ASAE, 11 (2), 205-10.

USDA, 1992. Crop residue system for conservation and profil. Soil&Cons. Service.



Foto 9. Equipo combinado para preparación del suelo y siembra. Foto 10. Azadas giratorias. Fotos 11 y 12. Cultivador de discos. Foto 13. Alomadora de discos. Foto 14. Cultivador de estrellas rotativas para control de hierbas y realzado del lomo. Foto 15. Cultivador intercepas.