

Criterios para la selección del tractor frutero

Las consideraciones principales a la hora de elegir son el coste y la potencia



El tractor escogido debe ser el más adecuado para cada explotación frutícola.

Los ejos de pretender una descripción pormenorizada de las características de los tractores fruteros (remitimos al lector al artículo publicado en el n.º 40 de esta misma revista, "Tractores especiales: viñeros y fruteros"), el objetivo básico de este nuevo artículo es el de proporcionar al fruticultor un método sencillo, pero suficientemente riguroso, que le permita seleccionar la potencia del tractor en función de su utilización principal o, en

La selección del tractor más adecuado para una determinada explotación frutícola requiere considerar dos aspectos fundamentales. En primer lugar, el fruticultor debe valorar la conveniencia económica de la adquisición frente a la posibilidad de contratar a empresas de servicios (sino en todas, sí para aquellas operaciones de mayor coste); en segundo lugar, la potencia del tractor deberá ser coherente en relación a las máquinas agrícolas que se le acoplen.

● **J. ARNÓ Y J. MASIP.** Departamento de Ingeniería Agroforestal. Universidad de Lleida.

su caso, según las máquinas que habitualmente demandan mayor potencia en la actividad frutícola.

Con objeto de centrar el tema, se ha elaborado primero un cuadro resumen de las características más significativas de este tipo de tractores. A continuación, y una vez analizadas las máquinas y sus requerimientos de potencia, se establecen los criterios para la selección de la potencia óptima del tractor frutero.

En el **cuadro 1**, se muestran algunas de las características técnicas que cubren la gama de este tipo de tractores y que habitualmente aparecen en los catálogos comerciales. Evidentemente, existen otras especificaciones (puesto de conducción, cabina, dirección, tomas hidráulicas exte-

Características de los tractores fruteros

Los tractores fruteros, que pueden ser de simple y doble tracción, presentan unas dimensiones reducidas comparativamente a los tractores estándar. No obstante, las prestaciones de sus motores y sistemas auxiliares son cada vez mejores, no siendo ajeno el tractor frutero a la evolución tecnológica que se ha producido en los demás tractores estándar con mayor presencia en el mercado.



riores, etc.), que también deberían ser tenidas en cuenta.

El tractor frutero y las operaciones mecanizadas en fruticultura

La selección óptima del tractor vendrá condicionada por las diferentes labores que tiene que realizar (**cuadro II**). Desde un punto de vista genérico, dicha selección pasa por la maximización de dos parámetros fundamentales (Pellizzi, 1996): el *coeficiente de utilización de la potencia*,

$$\mu_n = \frac{N_M}{N_E}$$

en el que N_M representa la potencia media efectivamente empleada, y N_E la potencia efectiva máxima del motor del tractor, y el *coeficiente de utilización horaria*,

$$\mu_h = \frac{h}{H}$$

donde h es el número de horas al año de utilización del tractor, y H la vida útil anual.

Cuanto más se acerque a la unidad el *coeficiente de utilización total* de un tractor, $\mu_t = \mu_n \times \mu_h$, tanto mejor re-

CUADRO 1.
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS TRACTORES FRUTEROS

MOTOR: Número de cilindros / Cilindrada (l/cm ³) Potencia efectiva máxima DIN (CV) Régimen nominal (rev/min) Régimen a par máximo (rev/min) Intervalo de utilización (rev/min) Refrigeración	3 - 4 / 2.500 - 4.086 45 - 83 2.200 - 2.500 1.400 - 1.600 600 - 1.100 Agua - Aire
TRANSMISIÓN: Tipo Número de relaciones avance/marcha atrás	Sincronizada 12 / 12 Otras opciones: Velocidades superlentas adicionales Cambio bajo carga (Amplificador de tracción) Inversor hidráulico
TOMA DE FUERZA: Tipo Velocidad del eje (rev/min)	Independiente 540 / 750 (540E) / 1.000 Otras opciones: Toma de fuerza sincronizada Toma de fuerza delantera a 1.000 rev/min
HIDRÁULICO: Categoría enganche tripuntal Tipo de circuito Capacidad bomba (l/min) Presión de servicio (kg/cm ²) Tipo de control Funciones del elevador	1N / I / II Centro abierto o Centro cerrado 35 - 69 ≅ 180 Mecánico / Electrohidráulico / Electrónico Profundidad / Carga / Mixto / Flotante
DIMENSIONES Y PESOS: Ancho de vía trasero (mm) Anchura mínima (mm) Distancia entre ejes (mm) Altura al capó (mm) Radio mínimo de giro (m) Peso total sin lastres (kg)	986 - 1.603 1.150 1.886 - 2.180 1.100 - 1.300 2,50 - 3,90 1.758 - 2.640

reflejan un claro sobredimensionamiento del parque de tractores en relación a las superficies cultivadas.

Este exceso de potencia de los tractores en relación a las máquinas que deben accionar, ha conducido a coeficientes medios de utilización, μ_n , del orden de 0,50. Es decir, se está utilizando, como media, sólo el 50% de la potencia disponible en el motor. Es más, y teniendo en cuenta las diversas operaciones que debe realizar un tractor frutero (**cuadro II**), no debe extrañarnos que sólo se utilice entre un 35% y un 45% de la potencia del motor (Pellizzi, 1996).

Por otro lado, no es menos cierto que las distintas labores que se realizan en una explotación frutícola presentan requerimientos de potencia muy variables (**cuadro III**). En términos generales (Pellizzi, 1996), el tractor debe distribuir sus horas de utilización del siguiente modo: un 50% con máquinas que requieren potencias inferiores a 15 kW (abonadora, cultivador ligero, remolque, etc.), un 25% con máquinas que utilizan entre 15 y 25 kW (algunos tipos de fresadora, etc.), y el 20-25% restante (atomizadora, trituradora, etc.), donde pueden ser necesarias potencias superiores; sólo en este último caso quedaría justificada, en principio, la utilización de tractores de más de 50 kW de potencia.

Al ser muy diversas las operaciones, es muy difícil conseguir un valor de

μ_n próximo a la unidad.

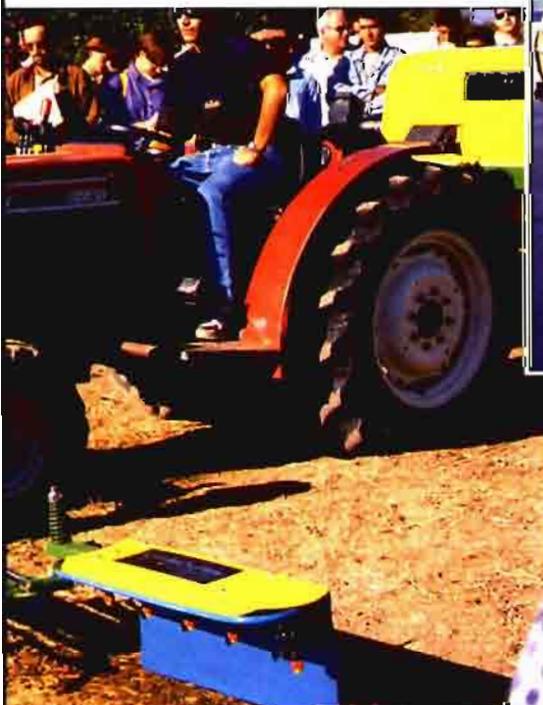
Otra cuestión es el número de horas que se utiliza el tractor a lo largo del año. Lo ideal serían unas 1.000 horas por año (aceptando una vida útil de 10.000 h, aplicadas sobre un período de amortización técnica de 10 años), aunque la realidad demuestra que los tractores sólo se utili-



Además del coste, el agricultor debe tener en cuenta que la potencia del tractor ha de ser coherente con las máquinas agrícolas que se le vayan a acoplar.

sulta su selección, la cual debe estar ligada básicamente a criterios de potencia, capacidad de tracción (peso) y tipo de propulsión (estabilidad).

Ahora bien, ¿cuál es la situación real de la agricultura (fruticultura) española? Son muchos los estudios, realizados tanto a nivel nacional como autonómico, que



CUADRO 2. OPERACIONES MECANIZADAS EN FRUTICULTURA

LABORES A REALIZAR	MAQUINARIA
Mantenimiento del suelo	Cultivador Fresadora Desbrozadora Trituradora
Abonado	Abonadora
Tratamientos fitosanitarios	Pulverizador hidráulico Pulverizador hidroneumático (atomizadora) Pulverizador neumático (nebulizador)
Poda	Compresor neumático Plataforma arrastrada para recolección y poda
Manipulación y trituración de los restos de poda	Hilerador Recogedor Trituradora
Recolección	Plataforma arrastrada para recolección y poda Elevador portapalets Remolque de transporte

colas de pequeña dimensión, donde un sólo tractor polivalente debe realizar las diferentes labores mecanizadas.

Criterios para la selección del tractor frutero

Tal como se ha visto en el apartado anterior, las máquinas agrícolas que se acoplan al tractor frutero requieren una determinada potencia para poder realizar adecuadamente su trabajo. Concretamente, y según sea la máquina accionada, la potencia del tractor puede utilizarse en tres tipos de operaciones: trabajos de tracción, trabajos a la toma de fuerza y suministro de potencia hidráulica en el elevador y tomas exteriores.

Sin embargo, y en razón a las pérdidas de potencia que se producen inevitablemente en las transmisiones mecánicas e hidráulicas y en la interfase suelo-neumá-

zan, como media, entre 250 y 400 h/año ($\mu_n = 0,25-0,40$). Mayores cotas de utilización sólo pueden encontrarse en las explotaciones de grandes dimensiones.

De esta manera, llegamos a la preocupante conclusión que un tractor frutero (al igual que un tractor estándar) sólo utiliza el 12-20% de sus prestaciones potenciales ($\mu_t = 0,12-0,20$).

Dada la relevancia económica del tema, es interesante aplicar criterios de selección del tractor que logren optimizar sus coeficientes de utilización.

El hecho de que sea necesario tener en cuenta una reserva de potencia para necesidades punta (la cual es también interesante por cuanto no sometemos de forma continua al tractor a su

carga máxima), que las labores que deben llevarse a cabo sean diversas y que el motor del tractor envejezca perdiendo potencia, hace que en ningún caso sea posible obtener $\mu_n = 1$. Por tanto, nuestro objeti-



vo a la hora de selección del tractor debe ser realista y contemplar como óptimo un coeficiente de utilización de la potencia $\mu_n = 0,6-0,7$.

Evidentemente, la consecución de este objetivo es prácticamente inviable en las explotaciones fruti-

tico (rodadura y deslizamiento), no toda la potencia del tractor puede utilizarse de forma efectiva en las diferentes operaciones mecanizadas.

De hecho, la potencia máxima (N_U) que pueden utilizar las máquinas acopladas al tractor se suele aproximar mediante la siguiente expresión:

$$N_U = N_E \times (0,50 \div 0,80) \text{ (kW) (1)}$$

en la que N_E es la potencia efectiva máxima del motor del tractor.

Por tanto, la potencia necesaria del tractor (N_E) vendrá condicionada por la potencia requerida (absorbida) por las diferentes máquinas agrícolas (N_A), y por la potencia que requiere el propio tractor para su autopropulsión, obteniéndose:

$$N_E = N_A \times (1,25 \div 2,00) \text{ (kW) (2)}$$

Aunque la expresión anterior es una buena herramienta a la hora de establecer una potencia orientativa para nuestro tractor, en la práctica operativa conviene

Para que las Malas Hierbas no se Resistan





Veamos la aplicación de estas fórmulas con sendos ejemplos prácticos.

Ejemplo 1: Pulverizador hidroneumático (atomizadora) de 2.000 litros de capacidad de depósito

Según datos del CEMA (cuadro III), la máquina absorbe 23 kW a la toma de fuerza ($N_{TDF} = 23 \text{ kW}$), cuando se emplea un caudal de aire de 30.000 m³/h (tratamientos de primavera-verano y árboles en plena vegetación).

Por otro lado, si estimamos un peso de 2.600 kg (máquina con el depósito lleno) y una velocidad de realización del tratamiento de 4,5 km/h, la potencia de tracción requerida para el arrastre de la atomizadora, N_T , se puede obtener mediante el siguiente cálculo:

$$N_T \text{ (kW)} = \frac{\rho \times P \text{ (kg)} \times v \text{ (km/h)}}{270 \times 1,36} = \frac{0,10 \times 2.600 \times 4,5}{270 \times 1,36} = 3,2$$

Finalmente, si aplicamos la fórmula (5) resulta:

$$N_E = (1,66 \div 2,64) \times (N_T + N_{TDF}) = (1,66 \div 2,64) \times (3,2 + 23) = 43,5 \div 69 \text{ kW}$$

La potencia mínima necesaria sería, por tanto, de unos 60 CV, aunque el óptimo se situaría en torno a los 75-80 CV.

Ejemplo 2: Cultivador ligero de 1,5 m de ancho de trabajo

La potencia de tracción (N_T) necesaria se cifra en 6-7 kW/m (Santos, 1996). Aplicando la misma expresión anterior, se obtiene:

$$N_E = (1,66 \div 2,64) \times (N_T) = (1,66 \div 2,64) \times (6,5 \times 1,5) = 16 \div 26 \text{ kW}$$

BIBLIOGRAFÍA

- Arnó, J. ; Masip, J. 1997. "Tractores especiales: viñeros y fruteros". Madrid. Vida Rural, nº 40, pp:44-47.
- CEMA. Generalidad de Cataluña. "Fitxes Tècniques: 1986-97".
- Pellizzi, G. 1996. "Meccanica e meccanizzazione agricola". Bologna. Edagricole. 739 pp.
- Santos, F. 1996. "Equipamentos rurais. Tabelas e quadros". Vila Real. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 58 pp. ■

tener en cuenta dos hechos adicionales de suma importancia: por un lado, la pérdida de potencia que experimenta el tractor a lo largo de su vida útil y, por otro, las mayores exigencias puntuales de potencia que pueden presentarse durante el trabajo (pendientes, heterogeneidad del suelo, etc.).

Si se tiene en cuenta únicamente la pérdida de potencia del tractor con las horas acumuladas de uso, añadiremos en la expresión (2) un coeficiente mayorativo k_1 , que se toma normalmente igual a 1,15. La fórmula modificada es:

$$N_E = k_1 \times N_A \times (1,25 \div 2,00) = N_A \times (1,44 \div 2,30) \text{ (kW) (3)}$$

En otras ocasiones, puede ser recomendable además la utilización de un nuevo coeficiente mayorativo k_2 , al que también se le asigna un valor prudencial de 1,15, con objeto de tener en cuenta la variabilidad en las características de la explotación (cambios de pendiente, suelos heterogéneos, etc.) o en las condiciones específicas del trabajo (densidad de ramas de poda a triturar, cargas a elevar, etc.).

De este modo, la potencia final del tractor frutero puede obtenerse según:

$$N_E = k_2 \times N_A \times (1,44 \div 2,30) = N_A \times (1,66 \div 2,64) \text{ (kW) (4)}$$

Dado que algunas de las máquinas que se enganchan al tractor frutero pueden requerir simultáneamente potencia de



tracción (N_T), y/o potencia a la toma de fuerza (N_{TDF}), y/o potencia hidráulica (N_H), la potencia necesaria del tractor (N_E) puede también calcularse mediante la siguiente expresión:

$$N_E = (1,44 \div 2,30) \times k_2 \times (N_T + N_{TDF} + N_H) = (1,66 \div 2,64) \times (N_T + N_{TDF} + N_H) \text{ (kW) (5)}$$

CUADRO 3. REQUERIMIENTOS DE POTENCIA DE LA MAQUINARIA FRUTICOLA

Abonadora suspendida (1)	Capacidad (litros) Potencia nominal tractor (kW)	200 22	300 29	400 37	600 44
Atomizadora arrastrada (1)	Capacidad (litros) Potencia nominal tractor (kW)	1.000 37	2.000 44	3.000 59	
Atomizadora arrastrada (2)	Caudal ventilador (m ³ /h) Potencia absorbida tdf (kW)	20.000 18	25.000 20	30.000 23	40.000 28
Cultivador (1)	Ancho de trabajo (m) Potencia nominal tractor (kW)	1,5 22	2,5 37	3,5 51	
Fresadora (1)	Ancho de trabajo (m) Potencia nominal tractor (kW)	1,2 37	1,6 48	2 89	
Remolque de transporte (1)	Capacidad (kg) Potencia nominal tractor (kW)	4.000 33	6.000 44	10.000 59	12.000 74
Trituradora (1)	Ancho de trabajo (m) Potencia nominal tractor (kW)	1,5 40	2 50	3 60	

(1) Santos, F. 1996. "Equipamentos rurais. Tabelas e quadros".

(2) Elaboración propia a partir de datos CEMA. Generalidad de Cataluña. Fitxes Tècniques: 1986-97.