



COSTES DE EXPLOTACIÓN

Diseño de un parque de maquinaria, ¿cuántas máquinas necesito?

El autor pretende hacer una guía sencilla y casi intuitiva para ayudar al agricultor o técnico a tomar la difícil decisión de cual es el tamaño óptimo del parque de maquinaria de una explotación.

El agricultor se debe obligar a decidir qué máquinas le resultan más rentables tener en propiedad o en otros regímenes como la propiedad conjunta, el alquiler o la contratación a terceros (maquileros). Se trata del primer paso para optimizar una explotación agrícola y tener opciones de éxito en el difícil mundo de ser agricultor hoy día.

Heliodoro Catalán
Doctor Ingeniero Agrónomo

El autor “obliga” al gestor agrícola a que su primera decisión sea la determinación del sistema productivo y la especificación de las operaciones mecanizadas en su/s cultivo/s. Luego se harán los cálculos de las máquinas necesarias y la última elección será la de la especificación que se necesita en las máquinas.

MÁS SENCILLO DE LO QUE PARECE

Desde hace años he ido constatando que hay mucho “entendido” que se refugia en “frases pomposas” y “sucedáneos de cálculos matemáticos” para cubrir su “aureola” de “técnico en maquinaria agrícola”. El menos versado no puede por menos de sor-

prenderse, en primera instancia, ante tanto “despilfarro de inteligencia aplicada”, pero posteriormente cuando ese alguien menos lego se sienta para ver qué le ha dicho el “entendido” se “tira de los pelos” por haber perdido el tiempo escuchando al “mamarracho” en cuestión.

¿Por qué esta introducción?, pues porque lo que quiero es desmitificar los cálculos escabrosos, y la “ciencia infusa” que rodea lo que conocemos como “diseño y dimensionamiento de un parque de maquinaria”.

Si este artículo lo está leyendo un agricultor formado y con experiencia seguro que no seguirá leyendo mucho tiempo, pues lo que intento explicar es algo que él ya conoce desde hace años. Si por el contrario el lector es aquella persona que está pensando en iniciarse en la agricultura o bien se trata de un estudiante de “agronomía” le resultará útil para saber que lo que alguna vez hará es bastante sencillo y además

es la “piedra angular” para una buena explotación agrícola.

Conocer el número de tractores que se necesita, así como las máquinas agrícolas con sus características y sus tamaños es la eterna pregunta y que es, no cabe duda, la tarea crucial para una buena explotación agrícola. Es un paso fundamental para controlar los costes de explotación y sobre todo disponer de una correcta amortización de las máquinas.

ETAPAS HASTA DEFINIR EL PARQUE DE MAQUINARIA

► **Primer paso: saber qué cultivos se van a cultivar en nuestras fincas**

Si la elección es de monocultivo, diseñar el parque es muy sencillo. En el caso de coexistir varios cultivos la cosa se complica un poco, entre otras cosas, porque el presupues-



PHYTOMA

**ENCUENTRO
DE LOS PROFESIONALES
DE LA SANIDAD VEGETAL**

7 Y 8 DE MARZO DE 2012

SALÓN PARANINFO,
EDIFICIO RECTORADO
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



**NECESIDAD DE
PROFESIÓN/FORMACIÓN
ESPECIALIZADA
EN SANIDAD VEGETAL.
ANÁLISIS Y DEBATE.**

ORGANIZAN



SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE ENTOMOLOGÍA APLICADA



SOCIEDAD ESPAÑOLA
DE FITOPATOLOGÍA



SEMh

PHYTOMA

to estará muy limitado y habrá que elegir máquinas que sirvan “un poco para todo”.

► Segundo paso: tabular las tareas que se tienen que hacer en cada cultivo

Mi recomendación es que se haga una tabla por meses (ver **Tabla 1**). En realidad aquí está la dificultad de diseñar un buen parque de maquinaria y es conocer perfectamente las labores que se deben, o se podrían, hacer.

Esto es lo que se conoce como calendario de labores y es donde un agricultor demuestra su sapiencia. Se trata de tabular una serie de labores que difícilmente un técnico puede conocer, y aunque se encargue a un técnico el cálculo de las necesidades de maquinaria, siempre se le deberá asesorar sobre las labores a realizar. Un buen agricultor las conoce por su experiencia basada en series históricas y su conocimiento de la zona.

El técnico asesor no debe temer en preguntar al agricultor o cooperativa asesorada sobre esto, pues una información completa, en época y cantidad, es el primer paso para el éxito del proyecto.

Una vez concluido, se tendrán tantas tablas como cultivos en la finca. Ahora es necesario hacer otra tabla resumen que incluya el solape de las anteriores.

En realidad acabamos de definir las necesidades de maquinaria.

► Tercer paso: definir el “tipo de maquinaria”

Para cada labor lo normal es poder hacerla con varias máquinas. Como afirmaba antes, en el caso de un monocultivo, lo tenemos fácil, pues es muy sencillo elegir el tipo de arado que elegiremos para el manejo del

TABLA 1 / Ejemplo de calendario de labores por quincenas en el cultivo del viñedo en espaldera. Elaboración propia

Operación	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Laboreo												
Prepoda												
Poda												
Retirada restos de poda												
Estercolado												
Atado formación												
Abonado												
Azufrado												
Desbrotado												
Despuntado												
Subida vegetación												
Tratamiento clorosis												
Mildiu												
Araña												
Vendimia												

suelo, o bien el tipo de abonadora. ¿Pero que pasa cuando tenemos cultivos diferentes e incluso muy dispares? Me refiero a que tengo viñedo, olivares, almendros, cereal... En este caso casi seguro que podremos compartir el uso de algunas máquinas entre varios cultivos (por ejemplo el tractor), pero otras definitivamente no (vendimiadora, cosechadora, vertedera,...).

► Cuarto paso: elección de la máquina

Es, sin duda, donde quizá un agricultor “novel” deba buscar asesoramiento e incluso agricultores “avezados” deberían ser más humildes y dejarse asesorar o buscar consejo en ferias de maquinaria o en foros especializados.

En esta etapa se elegirá el tipo de sembradora (chorrillo, precisión, neumática, mecánica...); abonadora (tipo tolva, localizadora, centrífuga...); o tractor (dimensiones, potencia, especificación, tracción...).

► Quinto paso: es la hora de “echar números económicos”

Hasta aquí lo que se ha diseñado es un “parque ideal”. Ahora el agricultor o técnico debe proceder a sumar sus necesidades. Les aseguro que la cifra que sale es “mareante” y la primera impresión es de *shock*, una vez repleto del susto, se debe “meter tijera”.

REGÍMENES DE TENENCIA DE LA MAQUINARIA

Ha llegado el momento de aclarar que diseñar un buen parque de maquinaria no significa que todas las máquinas del parque sean en propiedad. Un buen agricultor es un buen gestor que debe decidir si las máquinas que conforman su parque son en propiedad, en alquiler, en régimen de utilización conjunta o contratación de servicios a maquileros. Existen agricultores que prefieren un régimen u otro.

Aquellos que dicen “en propiedad no dependes de nadie y lo haces cuando quieres”; es una afirmación cierta pero parcial. ¿Quién no tiene en su cabeza problemas con sus máquinas: roturas, mantenimiento, obsolescencia...? O bien hago la pregunta de otra for-





FIMA

14-18 / 02 / 2012

37 FERIA INTERNACIONAL DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

INTERNATIONAL FAIR OF AGRICULTURAL MACHINERY
FOIRE INTERNATIONALE DE LA MACHINE AGRICOLE

ZARAGOZA

ESPAÑA / SPAIN / ESPAGNE

ma ¿Cuántos de los lectores han planteado comprarse, para él solo, una cosechadora última generación, una vendimiadora, una empacadora de sarmientos? Entonces, si se admite que una cosechadora es mejor contratar sus servicios o comprarla en régimen de cooperativa, ¿por qué somos más reacios a otras máquinas?.

Otros agricultores piensan que es mejor tener un parque de maquinaria menor del necesario y así ahorrar costes, pero ¡jojo! no siempre es así. Con un parque infradimensionado existe un "coste de oportunidad" pues será normal no llegar a tiempo a realizar una determinada labor en el periodo disponible.

Por el contrario, pensar que disponer de máquinas en exceso, con mucha capacidad de trabajo, garantiza el éxito de "oportunidad", acarreará seguro sobrecoste.

Amén de lo dicho, debe quedar claro que, si yo como técnico, soy el encargado de diseñar un parque de maquinaria, no actuaré igual si el encargo es para una pequeña explotación, donde lo normal es disponer de máquinas sobredimensionadas, que si el encargo es para grandes explotaciones donde se puede hacer un estudio más "profesional", o mejor dicho más ajustado.

CÓMO HACER LOS CÁLCULOS

Como decía al principio, que nadie se asuste, no se trata de hacer cálculos compli-

→ LA CLAVE

La primera máquina a dimensionar es el tractor

cados. Todo se reduce a sentido común y a pequeñas operaciones algebraicas como son sumas, productos y divisiones. Así que todos los lectores podrán seguir perfectamente la línea de explicación.

TABLA 2 / Rango de potencias en función del apero utilizado. Fuente: Plataforma del conocimiento. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

	Velocidad de trabajo (km/h)	Eficiencia en parcela	Potencia necesaria (CV/m)
Arado chisel	7,0-9,0	0,65-0,85	25-40
Arado discos	4,0-8,0	0,65-0,85	35-75 kqf/dm ²
Arado vertedera	3,5-7,5	0,65-0,85	40-80 kqf/dm ²
Cultivador	6,0-8,0	0,65-0,85	19-23
Grada discos	6,0-10,0	0,65-0,85	25-35
Rotocultivador	2,0-4,0	0,65-0,85	30-40
Sembradora chorrillo	7,0-9,0	0,60-0,80	14-20

En el proceso, la primera máquina que se dimensiona es el tractor. El tractor es el elemento más importante en cualquier parque de maquinaria, es el "cacharro" representativo de la mecanización y su compra supone un 70 % del valor de la inversión realizada en equipamiento en explotaciones de tipo medio.

► Primera etapa: cálculo de la anchura de trabajo

Suele ser habitual calcular el tractor necesario para la labor más exigente en potencia (normalmente la labor de arado con volteo), pero si fuese el caso de un cultivo específico, como por ejemplo el viñedo, la labor más exigente suele ser el triturado de sarmientos o el empacado de los mismos.

La **Tabla 1**, así como los días y horas para realizar la labor, son los datos de partida para el cálculo. Sobre todo si se cuenta con trabajadores ajenos, hay que saber su disponibilidad (para ello también hay que tirar de experiencia y de series históricas).

También necesitaremos conocer la velocidad habitual para esa labor y la superficie a trabajar.

Veamos este ejemplo: hay que pasar el arado chisel (sin volteo) a 100 ha de barbecho y se dispone de 25 días con jornadas de 10 h. Se supone una velocidad de trabajo de 8 km/h.

- Superficie trabajada por día (ha /días) =

$$\frac{\text{superficie}}{\text{días aptos trabajo}} = \frac{100}{25} = 4$$

- Superficie trabajada por hora (ha/h). Este es el ritmo al que debe ser capaz de trabajar el arado y el tractor =

$$\frac{4}{10} = 0,4$$

- Anchura de trabajo (m) =

$$\frac{0,4 \text{ (ha/h)}}{8 \text{ (km/h)}}$$



La fórmula anterior nos da unas unidades "absurdas" (ha/km), por lo que debemos pasar ambas medidas a metros. Como 1 ha = 10.000 m² y 1 km = 1.000 m, entonces ha/km = $\frac{10000 \text{ (m}^2\text{)}}{1000 \text{ (m)}} = 10 \text{ (m)}$

Por tanto, la anchura real de trabajo será

$$\frac{0,4 \cdot 10}{8} = 0,5 \text{ m}$$

Si además estimamos que un 20% del tiempo total se emplea en volteo de arado, tiempos muertos, pausas, giros en cabeceras... la anchura mínima necesaria se incrementa: Anchura (m) = $\frac{0,4 \cdot 10}{8 \cdot 0,8} = \frac{4}{6,4} = 0,63$

Luego 0,63 m es la anchura mínima necesaria para poder realizar la labor en los días marcados.

Como seguramente se trabajará con un apero de mayor anchura y mayor capacidad de trabajo, esto significa que los días empleados en realizar la labor se reducen en proporción. Es decir, si por ejemplo, el apero elegido tiene 2 m de anchura útil de trabajo, los días de trabajo no son 25, si no un poco más de 8 días.

Si el resultado obtenido hubiese sido el de una anchura más grande que la de un apero comercial (imaginemos que sale una anchura de 5 m), el dato significa que la labor no se puede hacer en los días marcados con un único tractor (por muy grande que este fuese), así que habría que rehacer los cálculos sabiendo que se cuenta con 2 tractores o más.



► **Segunda etapa: potencia del tractor**

Con el dato de la anchura se debe calcular el esfuerzo de tiro necesario. Para ello se necesita conocer las condiciones del suelo. No es lo mismo, en cuestión de potencia, tirar de un arado en un suelo arcilloso pesado, que en suelo arenoso.

Por supuesto tampoco es lo mismo trabajar a 20 cm de profundidad que a 40 cm. La **Tabla 2** recoge los datos que el Ministerio de Agricultura ofrece en la llamada Plataforma del Conocimiento y que está elaborada por expertos en maquinaria agrícola.

Si por ejemplo se ha elegido un arado chisel y se trabaja en un suelo medio, la potencia necesaria es de unos 35 CV/m.

En el ejemplo que estamos elaborando, con 2 m de anchura de trabajo, se necesita un tractor de 70 CV para tirar. Como resulta claro que no es conveniente que el tractor trabaje a plena potencia, vamos a pensar que el tractor trabaja al 75 % de su capacidad, con lo que la potencia necesaria es de $70/0,75 = 93$ CV.

► **Tercera etapa: cálculo del número de tractores necesarios y la potencia de cada uno**

Por último, necesitamos saber si con un único tractor (el de 93 CV que se acaba de calcular) es suficiente para todas las labores o en algún momento será necesario recurrir al uso de más tractores.

Para eso se debe mirar la **Tabla 1**, resumen del calendario de labores, y observar el mes en el cual se necesita más el tractor.

Ejemplo: imaginemos que nuestra explotación dispone de cereal de invierno, viñedo y cultivo de ajos.

En el mes de junio se nos "aglomeran" muchas labores: recolección y transporte de ajos, recolección y transporte de cereal, tratamiento fitosanitario en el viñedo, despuntado de los sarmientos. Posiblemente con un único tractor no podamos dar servicio a todas las labores. Es el momento de "contar con ayuda" o bien contratar servicios.

En ese caso la labor de recolección de ajos posiblemente nos la pueda hacer un tercero (con su máquina y su tractor), y seguro que la recolección del cereal también la haga un tercero. Entonces, el acarreo del grano y los tratamientos fitosanitarios podría hacerlos quizá un único tractor... ¿o no?

► **Cuarta etapa: elección de la especificación de la máquina**

Cuando calculábamos el tractor necesario se obtuvo un resultado de 93 CV, ¿pero qué tractor compramos?.

En nuestro ejemplo la explotación se dedica al ajo, cereal y viñedo en espaldera. Está claro que para meter un tractor en la espaldera debe ser un tractor "estrecho" y más bien corto. Si además queremos meterlo en el cultivo del ajo nos definirá la anchura de rueda (o disponer de dos juegos de rueda).

Un tractor ideal para nuestro ejemplo sería un tractor viñero o frutero de unos 100 CV con 2 juegos de ruedas (estrecha para labor entre líneas del ajo y algunas labores en el viñedo y ancha para el resto de labores).

Otro ejemplo, en el caso concreto que estamos desarrollando, ¿qué compro?, ¿una abonadora localizadora que es ideal para el viñedo, o una abonadora centrífuga que es ideal para el cereal?. Lo ideal sería comprar las dos, pero lo lógico es que el presupuesto no nos lo permita. Quizá debamos optar por contratar el servicio de la abonadora a un tercero o compartir maquinaria con vecinos en régimen de cooperativa.

Los ejemplos son constantes y sólo se puede hablar a nivel general para "poner en guardia" al técnico que se enfrente al problema del diseño y dimensionamiento de un buen parque de maquinaria.

CONSEJO

En resumen, el cálculo para el buen diseño de un parque de maquinaria es muy sencillo y no se necesita sapiencia especial si no conocer bien el calendario de labores y los días disponibles en base a la experiencia en la zona.

Sin embargo, la sencillez del cálculo "matemático" no significa que la elección de las máquinas lo sea. El agricultor debe ser muy crítico con las máquinas que va a adquirir, contratar o alquilar y definir bien la especificación de las mismas.

Una vez tomada la decisión, deshacer las consecuencias cuesta mucho dinero y disgustos.

Mi recomendación es que el agricultor se informe bien mediante revistas, visitas a concesiones y talleres, visitas a ferias de maquinaria y exposiciones variadas.

