



# ELECCIÓN CORRECTA DE LA MAQUINARIA AGRÍCOLA

## Aspectos Fundamentales

*Tercer milenio. Siglo XXI. Año 2001. Sociedad de la información y de la tecnología. ¿Hay algo que se resista a la técnica y que no sea posible realizar? Si el hombre ha sido capaz de determinar con exactitud milimétrica el genoma humano, cualquier aspecto, a priori complicado, en un sector mucho menos sofisticado como lo es el de la mecanización agrícola resulta un problema baladí.*

Las grandes ferias y exposiciones (SIMA, FIMA, EIMA...) ponen de manifiesto que, técnicamente, todos los aspectos que engloban a la mecanización del sector agrícola tienen solución. Grandes cosechadoras equipadas con sistema de posicionamiento global para la determinación exacta de la situación, equipos de tratamientos fitosanitarios selectivos a la presencia o ausencia de vegetación, sembradoras capaces de dosificar con exactitud la densidad de semillas adaptándola a los condicionantes específicos, tractores que 'deciden' la relación del cambio a utilizar en función de las condiciones del terreno... soluciones que hasta hace pocas fechas podían sonar a ciencia ficción. Sin embargo, es una realidad.

Y evidentemente esta realidad debe tener una aplicación inmediata en el sector, es decir, el agricultor, el empresario agrícola debe poder incorporar a su explotación la tecnología más adecuada a sus características.

Los grandes esfuerzos técnicos y económicos dedicados por los fabricantes en el diseño, desarrollo y construcción de todos estos materiales tienen un objetivo común y lógico: incrementar el volumen de negocio mediante el aumento de la cuota de mercado.

No tiene sentido el desarrollo de tecnologías más eficaces, ergonómicas y seguras si finalmente no llegan

al destinatario, si éste no decide la inversión de una nada despreciable cantidad de dinero en la adquisición de un determinado equipo.

Pero, ¿estamos realmente preparados ante tal avalancha de tecnología para tomar la decisión correcta? ¿Tenemos información suficiente para de-

**“El coste derivado de la utilización de la maquinaria agrícola llega a alcanzar el 50% de los costes totales de la explotación”**

cidir por este o aquel tractor, esta o aquella cosechadora, teniendo en cuenta que la decisión final puede suponer un desembolso definitivo para nuestra explotación? Hace algunas fechas, en estas mismas páginas, una colega escribía: “...Incluso a los técnicos que trabajamos en el sector nos resulta complicado leer la documentación técnica –y no digamos la comercial–, así que los usuarios lo tie-

nen aún peor... Concedamos al agricultor del siglo XXI la oportunidad de leer documentación clara y precisa y ya veremos si la lee o no”.

Poca y en muchos casos de difícil comprensión es la información que llega al agricultor sobre las características técnicas de los equipos, y nula respecto a los criterios a tener en cuenta para su adquisición. Ante una situación en la que se requiere la inversión de una cantidad de millones nada desdeñable, es preciso tener muy claros los criterios que deben de seguirse para la selección de los materiales.

## LA MECANIZACIÓN EN EL CONTEXTO DE LA EXPLOTACIÓN

Está claro que no es posible actualmente el mantenimiento de una actividad agraria sin el apoyo total o parcial de la mecanización. Por tanto, la adquisición del equipamiento adecuado a cada una de las necesidades es un hecho obligado.

Sin embargo, de la misma manera que es imprescindible la disponibilidad de máquinas para la realización de las labores, también lo es el hecho de racionalizar y establecer claramente los criterios de selección y adquisición de las mismas.

El coste derivado de la utilización de la maquinaria agrícola en la mayo-





ría de las explotaciones resulta ser uno de los de mayor peso específico en el balance global, llegando a suponer en algunos casos hasta el 50% de los costes totales de la actividad. Por tanto, el elegir correctamente el equipamiento resulta determinante, no sólo desde el punto de vista técnico sino, sobre todo, económico.

La mecanización de las explotaciones agrícolas depende de numerosos parámetros que van desde los puramente técnicos (modo de acción y características de los materiales) a los económicos (coste de adquisición y de utilización...) pasando por los socio-económicos (confort y condiciones de trabajo, utilización en común, servicios...). Únicamente cuando todos estos factores son tenidos en cuenta es cuando podemos mínimamente garantizar el acierto en la elección.

## CRITERIOS TÉCNICOS DE SELECCIÓN

La elección de una determinada alternativa de conducción del cultivo, ya sea desde el punto de vista de técnicas de preparación del suelo (laboreo con o sin inversión del perfil, laboreo mínimo o siembra directa), fertilización, siembra, protección de cultivos (aplicaciones a bajo volumen,

lucha integrada) y tipo de aprovechamiento (recolección en verde, producción de semilla...) influyen de forma notoria en la elección de la tecnología.

Las prácticas culturales seleccionadas junto con los aspectos diferenciales de textura y estructura del terreno, condiciones climáticas, tipo y forma de las parcelas, etc. tienen una importancia capital a la hora de elegir el equipamiento adecuado.

En este sentido, las características de los equipos deben garantizar la realización de las labores oportunas de forma que, manteniendo en cada caso la velocidad de trabajo adecuada a los

condicionantes, la capacidad de trabajo resultante (recuérdese que la capacidad operativa de un determinado equipo viene determinada por el producto de la velocidad real de avance y la anchura de trabajo) deberá garantizar la realización de la operación en un tiempo no superior a las disponibilidades.

Pongamos un ejemplo: supongamos que se quieren sembrar 200 ha de remolacha ubicada en una zona en la que, por motivos climatológicos, el periodo útil para la realización de la siembra es de 15 días. Las condiciones de las parcelas obligan a mantener la velocidad de avance en un valor no superior a los 4 km/h. En este caso, si suponemos una duración de la jornada de trabajo de 8 horas, la sembradora deberá tener una capacidad de trabajo teórica de 1.66 ha/h (cociente que resulta de dividir las 200 hectáreas entre las 120 horas totales disponibles).

Ahora bien, si aplicamos un factor reductor del rendimiento (70%) para tener en cuenta los tiempos perdidos en giros, recarga de las tolvas, ajustes... esta capacidad se deberá incrementar hasta 2.38 ha/h. Por lo tanto, teniendo en cuenta la velocidad de avance, la anchura mínima requerida de la sembradora será de prácticamente 6 metros.

Este mismo procedimiento es aplicable a la mayor parte de operaciones agrícolas comunes en cualquier





explotación, y nos permite determinar una de las características principales a la hora de elegir un equipo concreto.

Quizá desde el punto de vista técnico el tractor sea el elemento de más difícil elección. En primer lugar, porque es el elemento accionador de todos los aperos y máquinas de la explotación, con lo que su elección deberá realizarse en función de las características técnicas de los mismos, y nunca al contrario, y en segundo lugar, por la diversidad de funciones para las que está diseñado (tiro, accionamiento, transporte, elevación...).

Si bien, desde el punto de vista técnico, lo ideal sería el disponer de un tractor, de características diferenciadas para cada una de las operaciones, o grupo de operaciones, de requerimientos similares, desde el punto de vista económico resulta una solución impensable, por lo que, a la hora de



decidir las características óptimas del tractor lo primero que hay que realizar es un análisis de la distribución del tiempo empleado en cada una de las actividades y tratar de garantizar, en la medida de lo posible, el máximo de requerimientos del grupo de mayor necesidades horarias.

Si se trata de un tractor dedicado principalmente a la realización de trabajos del suelo, con unos requerimien-

tos de potencia importantes, habrá que tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la adherencia de los neumáticos al suelo, de forma que se reduzcan al máximo las pérdidas por resbalamiento; la doble tracción será un factor prácticamente imprescindible para el total aprovechamiento de la potencia disponible.

Un aspecto que no debe pasar por alto es el de la interpretación de las denominadas curvas características del motor. La evolución del consumo específico de combustible, la potencia y el par en función del régimen de revoluciones del motor ofrece información básica. En este caso deberemos buscar motores con un par elevado, a ser posible algo alejado del régimen de potencia máxima (60% aproximadamente), con una reserva de par importante (no inferior al 18-20%) y un consumo específico a los regímenes de potencia máxima y par máximo no demasiado elevado.

En cuanto a la transmisión, si bien es difícil, en la mayoría de los casos, elegir la relación adecuada en cajas de cambio con más de 40 posibilidades, lo que debemos buscar es un adecuado escalonamiento dentro del intervalo de velocidades más usual para el tipo de labor (3-8 km/h).

Si el tractor se va a dedicar principalmente a labores de accionamiento de aperos a través de la toma de fuerza, será importante que la potencia disponible al régimen nominal de giro de la tdf sea elevada, que disponga de una elevada reserva de par con un intervalo de utilización estrecho –lo que le permitirá una rapidez de respuesta adecuada–, y

que esté equipado con tomas de fuerza de distintos regímenes de funcionamiento (540, 750 y 1 000 rev/min).

En definitiva, desde el punto de vista técnico, las opciones elegidas deberán garantizar la realización de las labores agrónomicamente adecuadas a las necesidades de los cultivos, en un tiempo siempre inferior a las disponibilidades y de una forma precisa y correcta.

## CRITERIOS ECONÓMICOS

El cumplimiento de todo lo anteriormente expuesto puede decirse que es necesario pero no suficiente. Si bien la adecuación de las características técnicas de los equipos debe ser acorde con las operaciones a realizar de forma que se garantice el cumplimiento de los requerimientos técnicos y temporales de cada una de las actividades, no es menos cierto que el coste económico de las mismas debe mantenerse dentro de unos intervalos aceptables ya que, de otro modo, el objetivo final de la explotación agraria como tal empresa, la obtención de beneficios económicos, resultará enormemente afectado.

Es por tanto imprescindible la estimación o predicción de los costes generados por la utilización de los equipos como paso previo a su adquisición. Acabamos de mencionar la palabra clave: predicción. Es evidente que si lo que queremos es tomar la decisión adecuada debemos conocer, o cuando menos estimar de la forma más ajustada posible, el coste de utilización de las máquinas. Y debemos saberlo antes de realizar la actividad.

De poco o de nada sirve comprar un determinado tractor o un gran equipo de tratamientos y darse cuenta, una vez iniciada la actividad, que las horas de utilización de los mismos no permiten de ninguna manera su amortización, con lo que el coste horario o el coste por unidad de superficie resulta insostenible.

Para estimar los costes de utilización de cualquier equipamiento agrícola debemos partir de dos datos fundamentales, el valor de adquisición y la previsión de las horas de utilización anuales. El primero de ellos es relativamente fácil de obtener, si bien no es una referencia absolutamente válida las listas de precios normalmente publicadas por los fabricantes o vendedores.

A la hora de estimar el valor de adquisición éste debe ser el valor real que el agricultor deberá pagar por el



equipo, una vez aplicados famosos descuentos y/o condiciones específicas que el vendedor aplique.

La estimación de las horas de utilización anuales debe realizarse teniendo en cuenta la superficie de la explotación, la distribución de esta entre los diferentes cultivos, el tipo y número de operaciones a realizar y, como hemos visto anteriormente, la capacidad teórica y operativa de la máquina que permita la realización de la labor dentro de los límites técnica y agronómicamente recomendables.

Deberá tenerse en cuenta además la posibilidad de realizar trabajos fuera de la explotación, con lo que se incrementará la superficie trabajada por la máquina.

A partir de estos datos, y utilizando cualquiera de las metodologías propuestas, es posible llegar a la determinación de un valor más o menos

aproximado del coste de utilización de los equipos, tanto en coste por unidad de tiempo (PTA/h) como en coste por unidad de producción (PTA/ha; PTA/kg; PTA/km...).

Esta información económica junto con la información técnica previamente determinada son las dos herramientas fundamentales que dispone el agricultor como elementos de ayuda a la toma de decisiones.

## CRITERIOS SOCIO-ECONÓMICOS

La estimación de los costes de utilización y la determinación de las características técnicas más adecuadas a los condicionantes específicos no son los únicos elementos a tener en cuenta.

Supongamos el caso siguiente: un agricultor decide poner en marcha en su explotación la técnica del 'no laboreo' en cereales de invierno, para lo que necesita, imprescindiblemente, contar con una sembradora de siembra directa.

Una vez determinada la superficie dedicada a esta técnica, y en función de las condiciones climáticas y edafológicas particulares, se establecen las ca-





racterísticas técnicas que debe cumplir el equipo (fundamentalmente anchura de trabajo) y a partir de ahí se estiman las horas de utilización anuales.

Conocida esta información, el paso siguiente es la obtención de información acerca de las diferentes opciones en cuanto a marca, modelo, posibles distribuidores y precio de compra.

Con estos datos, y aplicando una metodología simple de predicción de costes de utilización, el agricultor llega a la conclusión de que el coste horario de utilización de la sembradora de siembra directa es superior al precio que normalmente vienen aplicando distintas empresas de servicios para la realización de la actividad.

Lógicamente, la opción en este caso sería la de no comprar la sembradora y contratar el servicio cuando fuera necesario. Ahora bien, antes de tomar esta decisión debemos garantizar que dicho servicio realmente existe en nuestra zona, que tendremos una garantía mínima de respuesta en el tiempo adecuado y que la calidad de la labor realizada cumple los requerimientos agronómicos del cultivo.

Puede darse el caso de que, por diversos motivos, no exista en la zona ninguna empresa que garantice la actividad por lo que, en tal caso, y a pesar de que el coste de adquisición es superior a un hipotético coste de alquiler, la compra es la única alternativa posible.

En este caso aparece un nuevo factor determinante. Si bien es importante el desembolso inicial que conlleva la adquisición de una máquina, no lo es menos la garantía de servicio que la marca ofrece en la zona. De todos es conocido que la sembradora se rompe siempre cuando se está sembrando. Y lo que no es admisible es que, por problemas de suministro o de inadecuada respuesta por parte del vendedor, la pieza en cuestión tarde en llegar, con lo cual cuando esta llega se ha terminado el periodo óptimo para la siembra, con el consiguiente incremento de los costes indirectos del cultivo, propios de la realización de las labores fuera del plazo adecuado.

Otros aspectos socio-económicos a tener en cuenta son la facilidad de utilización y regulación de las máquinas, la fiabilidad y estabilidad en el tiempo, el prestigio de la marca, sobre todo en cuanto al servicio post-venta, etc.

## CÓMO PREDECIR LOS COSTES DE UTILIZACIÓN

Diversas metodologías se han propuesto con el fin de predecir, de la forma más aproximada posible, el coste de utilización de los equipos agrícolas. En todas ellas se tienen en cuenta aspectos como la amortización del capital invertido, los intereses, el coste de reparaciones y mantenimiento y, en su caso, el coste de combustible.

En todos los casos la determinación del coste final en pesetas por unidad de tiempo o en pesetas por unidad de producción, pasa por la determinación de dos grandes grupos de costes: los denominados costes fijos y que, por definición, son independientes del grado de utilización de la máquina, y los costes variables, aquellos que varían en función de la intensidad de uso.

De todos los componentes que intervienen en el cálculo del coste final, debemos destacar dos, tanto por el orden de magnitud como por las diferencias de criterios adoptados a la hora de su predicción: nos referimos al coste de amortización y al coste de reparaciones y mantenimiento.

El primero de ellos, el coste de amortización, tiene como objetivo la recuperación, como mínimo, del capital invertido en el equipo, de forma

que se garantice la sustitución del mismo al final de la vida útil.

De las diferentes metodologías de cálculo propuestas destacamos la desarrollada por la Asociación Americana de Ingenieros Agrónomos (ASAE) que propone una amortización fija o variable en función de las horas de utilización del equipo, mientras que la propuesta por el CEMAG (Centre d'Étude de la Mécanisation en Agriculture) vinculada al Ministerio de Agricultura de Bélgica, basada en un tipo de amortización mixta, teniendo en cuenta los años de vida y las horas totales de uso.

En cuanto a la predicción de los costes debidos a reparaciones y mantenimiento, probablemente los de más difícil evaluación dados los condicionantes externos que intervienen (condiciones de manejo y utilización, características particulares de la explotación...).

ASAE propone la determinación de un coste total de reparaciones a lo largo de toda la vida útil de la máquina como porcentaje del valor de adquisición de la misma. Para la determinación de este porcentaje se utilizan datos estadísticos de frecuencia y coste de las reparaciones de los diferentes equipos en las condiciones de la agricultura americana.

El método propuesto por el CEMAG establece un coste horario de



reparaciones en función de datos estadísticos de los diferentes equipos y condiciones de utilización, a partir de datos de explotaciones agrícolas centroeuropeas.

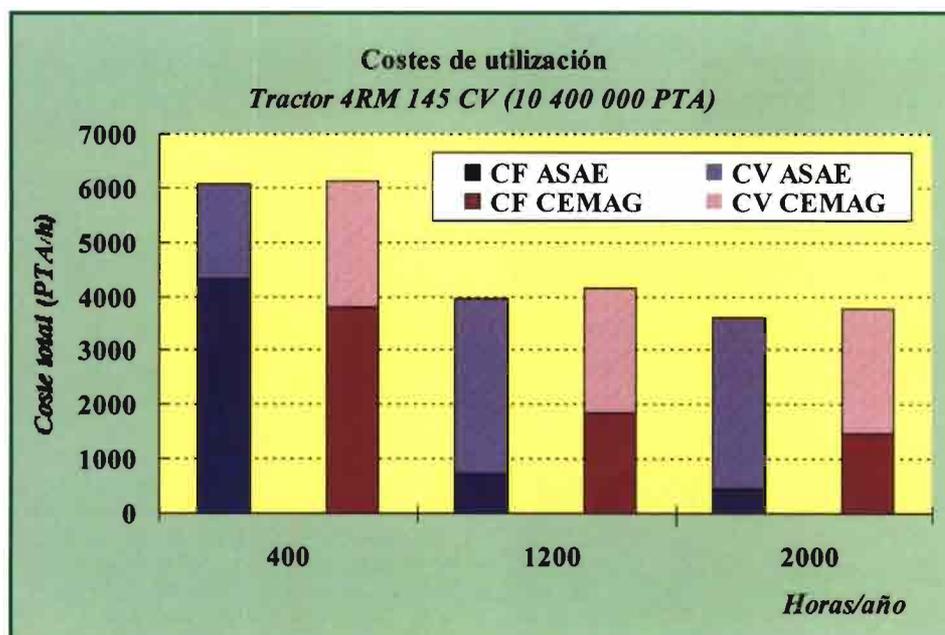
La elección de una u otra metodología debe tener en cuenta aspectos como la facilidad de aplicación, la fiabilidad de los resultados finales y la adecuación a los condicionantes específicos de cada zona.

El hecho de que ASAE utilice datos estadísticos del mercado americano de maquinaria agrícola hace pensar, *a priori*, que las condiciones de tamaño de las explotaciones, máquinas, capacidades de trabajo, etc. no

son tan semejantes a lo que pueden ser las características tenidas en cuenta en el método propuesto por el CEMAG.

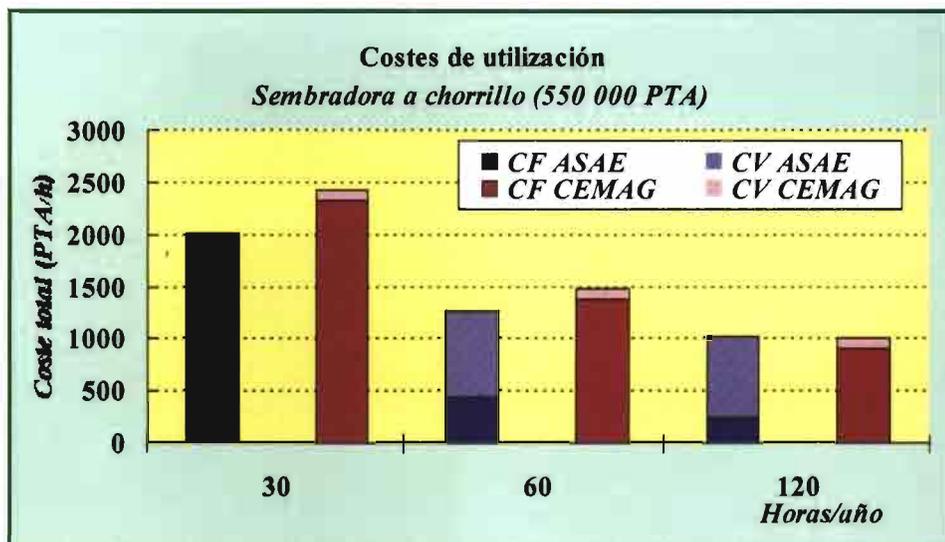
Para comprobar numéricamente las diferencias se ha realizado un trabajo en el que se han comparado los resultados finales obtenidos con los dos métodos mencionados, calculando los costes de utilización de un número representativo de máquinas y tractores, modificando parámetros como la intensidad de utilización y el valor de adquisición.

La conclusión final a la que se ha llegado es que, si bien existen notables diferencias en los valores obtenidos para los diferentes componentes de los costes, la cifra final de coste horario (lo que realmente necesita saber el usuario) es muy similar cuando en el caso del cálculo del coste de utilización de tractores (Fig. 1).



**Fig. 1:** Análisis comparativo del coste medio de utilización en función de la metodología empleada. En el caso de la predicción de los costes horarios de un tractor, los métodos propuestos por ASAE y por el CEMAG no presentan diferencias importantes en el resultado final, si bien se aprecian diferencias en la distribución entre costes fijos y costes variables.

**Fig. 2:** Análisis comparativo del coste medio de utilización en función de la metodología empleada. Los métodos propuestos por ASAE y por el CEMAG presentan algunas diferencias cuando se trata de máquinas agrícolas, especialmente para casos de baja intensidad de uso anual. Son asimismo importantes las diferencias en la distribución de costes (fijos y variables).



Sin embargo, se aprecian mayores diferencias cuando se trata de calcular el coste de utilización del resto de la maquinaria agrícola. Estas diferencias son especialmente importantes para los casos de baja intensidad de utilización anual (Fig. 2).

En consecuencia, podemos decir que no es tan importante la elección de uno u otro método de estimación de los costes de utilización, como la realización de estos cálculos previos. Por muy desajustado que pueda parecer un método, siempre tendremos

una información adicional que puede resultar imprescindible a la hora de tomar decisiones.

En este sentido, y como una herramienta más de ayuda, el Departamento de Ingeniería Agraria de la Escola Superior d'Agricultura de Barcelona ha desarrollado un programa simple para el cálculo del coste de utilización del equipamiento agrícola basado en la metodología propuesta por ASAE (Fig. 3).

**Apero:**

Elija el apero/máquina  
Pulverizaciones

Introduzca las características del apero

	APEROS
Precio (PtA)	1,500,000
Potencia (CV)	-
Consumo específico (g/kWh)	-
Precio gasoil (PtA)	12
Horas de trabajo anuales	200
Precio mano de obra (PtA/h)	-
Tipo de terreno (%)	7
Velocidad de avance (Km/h)	4
Anchura de trabajo (m)	3.0

sólo en caso de máquina automática.

deben coincidir con las horas que aparecen en la celda de ayuda si esta celda no se cumple, el programa utilizará por defecto las horas de la ayuda.

**Precio apero alquiler:**

Precio de alquiler (PtA/ha)	2,000
Precio de alquiler (PtA/hora)	500

**Características de la parcela:**

Superficie (Ha)\*

**Tractor:**

Elija el tractor  
Tractor 4 Ruedas Motrices

Introduzca las características del tractor

	TRACTOR
Precio (PtA)	4,000,000
Potencia (CV)	95
Consumo específico (g/kWh)	250
Precio gasoil (PtA)	34
Horas de trabajo anuales	1,400
Precio mano de obra (PtA/h)	900
Tipo de terreno (%)	10

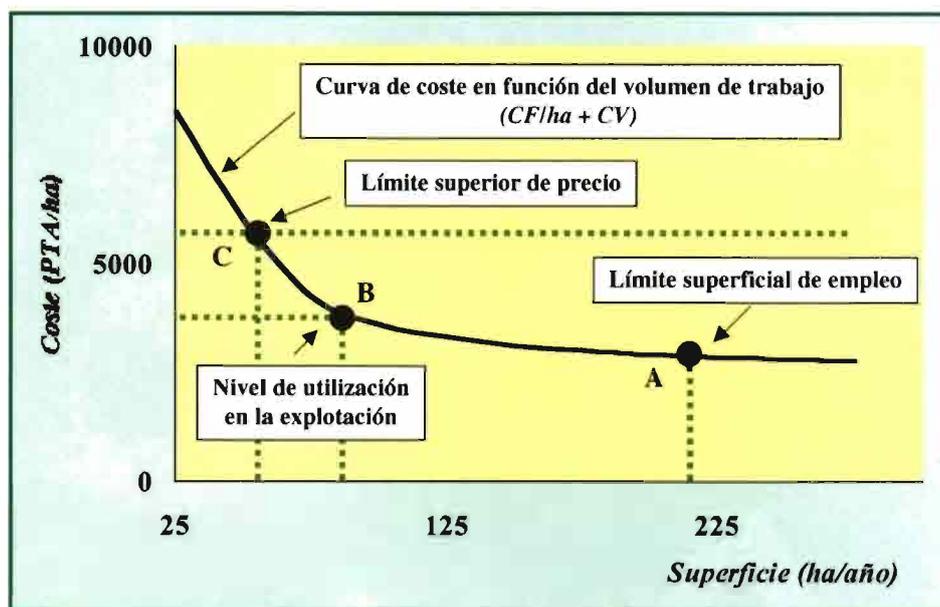
**Celda de ayuda:**

Horas de trabajo anuales*	148
---------------------------	-----

\* según las hectáreas trabajadas, la velocidad y anchura de la máquina seleccionada.

**Fig. 3:** Ejemplo de una de las ventanas del programa CUMAQ (Coste de Utilización de Maquinaria Agrícola) desarrollado por el Departamento de Ingeniería Agraria de la Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (Guimaraes y Farrán, 1998).

Fig. 4: Representación gráfica de la evolución de los costes de utilización en función de la intensidad de uso. Método de análisis e interpretación.



## EVOLUCIÓN DE LOS COSTES: CÓMO INTERPRETARLOS

En las líneas anteriores ha quedado claro un hecho fundamental: el grado de utilización anual de los equipos resulta clave. De todos es conocido que el principal causante del elevado coste de utilización de los tractores en nuestras explotaciones deriva de la escasa utilización anual.

Basta echar un vistazo a los análisis realizados por el Ministerio de Agricultura para ver que la intensidad de utilización anual en tractores no sobrepasa de media las 600 horas, cifra realmente escasa y que imposibilita una adecuada amortización en la mayoría de los casos.

La evolución de los costes de utilización medios presenta una progresiva disminución a medida que se incrementa el grado de utilización. La representación gráfica de la evolución de los costes por unidad de superficie (PTA/ha) en función de la superficie anual trabajada (ha) es ampliamente conocida. Ahora bien, analizándola detenidamente es posible extraer información práctica de utilidad (Fig. 4).

La primera información a destacar es el límite superficial de empleo o límite técnico de utilización (punto A). La evolución de la curva indica que a medida que aumentan las hectáreas

trabajadas disminuye el coste por hectárea. Ahora bien, la superficie total de trabajo al año está limitada y depende a su vez de la capacidad de trabajo de la máquina (ha/h) y de la disponibilidad de tiempo para la realización de la actividad.

El punto B indica el coste de utilización actual para el nivel de uso de la explotación. Indica el coste de la actividad para la intensidad de utilización de la explotación. El punto C indica el límite superior de precio, o lo que es lo mismo, el coste de la prestación equivalente efectuada según métodos alternativos (alquiler, empresa de servicios...).

Como se puede apreciar, el análisis detallado de la evolución de los costes de utilización, si se parte de una adecuada predicción de los mismos permite, o cuando menos ayuda enormemente a tomar la decisión técnica y económicamente más adecuada.

Finalmente, insistir en el hecho de que la correcta elección de un determinado equipo debe tener en cuenta los aspectos técnicos y de manejo más importantes del mismo, de forma que estos permitan la realización de la actividad de forma agronómicamente adecuada, que el coste de dicha actividad sea asumible en el contexto de la explotación y que, desde el punto de vista socio-económico su adquisición no represente un problema a veces de difícil solución (Fig. 5).

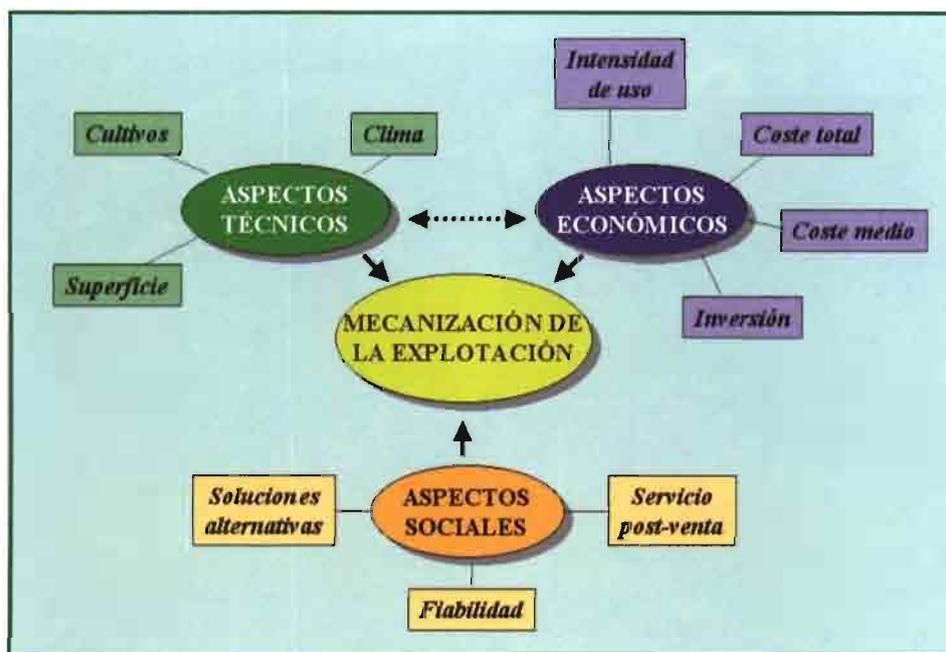


Fig. 5: Aspectos a tener en cuenta para la correcta elección de la maquinaria agrícola.