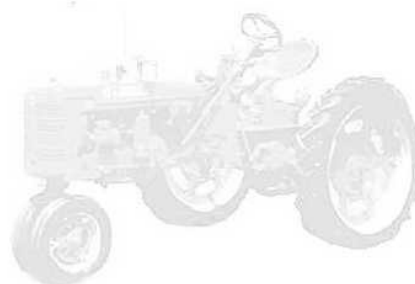
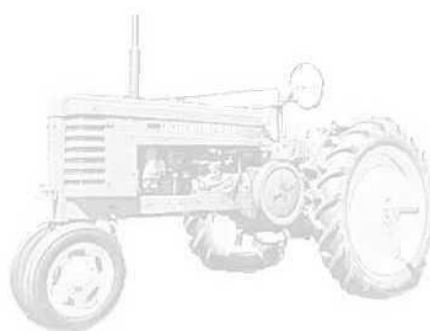




INCIDENCIA DEL USO DE LA MAQUINARIA EN EL COSTE DEL PRODUCTO. METODOLOGIA PARA UN USO RACIONAL



Emilio Gil
ESCOLA SUPERIOR D'AGRICULTURA DE BARCELONA
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

INTRODUCCIÓN

Según la FAO, bajo el término MECANIZACIÓN AGRÍCOLA se engloban *todos los aspectos relacionados con la fabricación, distribución y manejo de todo tipo de herramientas, implementos, máquinas y equipos para la preparación del suelo, la producción agrícola, la recolección y los procesos primarios.*

A la vista de esta definición es necesario remarcar dos aspectos importantes:

1. La fabricación y distribución de medios técnicos es un sector separado de los sistemas de producción agrícola. Se trata de un sector generalmente controlado mecánicamente por sistemas más o menos automatizados.
2. La aplicación de tecnologías no es en si mismo un objetivo. El uso de herramientas, equipos y maquinaria está íntimamente ligado al binomio hombre-máquina, siendo las características del sistema lo que realmente interesa.

Según esto, la mecanización agrícola esta ligada por una parte al desarrollo, producción y distribución de maquinaria agrícola y por otra a la evaluación, selección y metodología de actuación de los sistemas de trabajo en los cuales la tecnología aplicada es parte integrante.

En las siguientes líneas trataremos de forma específica todos aquellos aspectos que afectan directamente a la producción agrícola.

LA MECANIZACIÓN FRENTE A LA AGRICULTURA ACTUAL

Tras 30 años de estabilidad, la agricultura, y en particular los grandes sistemas de cultivo, sufrieron un importante cambio en mayo de 1992. En efecto, la Unión Europea instauró la PAC y su conjunto de nuevas reglas de juego:

- el abandono obligatorio de tierras
- la bajada de precios institucionales (especialmente para los cereales)
- las ayudas compensatorias pagadas por hectárea e independientes del "saber hacer" de los agricultores

Las principales causas de este radical cambio están ligadas al propio mercado. En efecto, la producción aumenta cada año gracias al progreso técnico. Por el contrario la demanda permanece constante, y trae como consecuencia unos costes importantes de funcionamiento de stocks, de restituciones, etc.

Existen además otros movimientos externos que intervienen paralelamente:

- **Una tendencia externa:** la protección del medio ambiente se presenta cada vez más como una preocupación importante para la sociedad en general; la agricultura, como otros sectores de la actividad, se ve afectada,

- **Una tendencia interna del sector:** demográficamente, el número de agricultores deberá reducirse considerablemente (se habla de reducciones del 50%) al finalizar el decenio.

En resumen, podemos decir que las estrategias previstas para un futuro nada lejano para las empresas agrícolas deben tener al menos tres características comunes:

1. Ser *respetuosos con el medio ambiente* y, en consecuencia, mantener una visión a largo plazo (idea de agricultura adecuada y duradera que se inscriba en un horizonte más lejano).
2. Ser *productivos* puesto que, salvo si nos imaginamos un divorcio total entre producción y remuneración, el producto económico obtenido por el agricultor será, junto con el coste de producción, una de las variables esenciales de su renta final:

$$\text{Renta Final de la Producción Agrícola (sin subvenciones)} = \text{Producción} - \text{Costes}$$

3. Ser *competitivos*, es decir, en un mercado mucho más abierto que el actual, ser capaces de producir tan bien o mejor que los “competidores” con el fin de mantener o aumentar las cuotas de mercado.

Hasta ahora, en el contexto de una agricultura comunitaria “protegida” y sin mayor preocupación que los stocks y su financiación, se solicitaba a los agricultores ser gestores de la producción y la idea de la competitividad tenía un carácter limitado. Actualmente esto ha cambiado y nos encontramos ante una agricultura tecnificada y con un elevado grado de competitividad.

¿Cuales son los factores, desde el punto de vista de la producción, que influyen en esta competitividad, y como puede esta evolucionar? En líneas generales podemos tener en cuenta diferentes componentes del coste de producción:

- insumos (fertilizantes, semillas, fitosanitarios, ...)
- mecanización y mano de obra (amortizaciones, intereses, ...)
- otras cargas fijas independientes de la naturaleza y el volumen de producción

Dentro de este contexto generalizado nos centraremos en lo sucesivo en todo lo concerniente a la mecanización. Dos argumentos fundamentales así lo justifican:

a) Por una parte, los costes derivados de la mecanización son los más influenciados por las condiciones de utilización y actuación, mucho más que los demás factores anteriormente mencionados. Un reciente estudio realizado por el ITCF (Institut Technique des Céréales et des Fourrages) sobre una muestra de 800 explotaciones cerealícolas, todas ellas con elevados índices de producción en trigo indica, sobre dos años de seguimiento, que:

- el coste total de producción de trigo varía en $\pm 15 \%$ con respecto a la media
- los insumos presentan una variación del $\pm 10 \%$

- los costes debidos a la mecanización varían de forma mucho más importante, alrededor del $\pm 40\%$

El análisis revela estrategias mucho más homogéneas respecto a la utilización de los insumos que las referidas a la mecanización. La importante variación (40%) no puede ser achacada, por otra parte, a las diferencias de exigencias de las especies por tratarse en todos los casos analizados de explotaciones dedicadas al cultivo de cereales de invierno.

b) Por otra parte, la posibilidad de reducir costes actuando sobre los niveles de insumos utilizados (fertilizantes, fitosanitarios o semillas principalmente) tiene unas limitaciones conocidas. Existe en la bibliografía numerosos estudios que determinan de forma precisa los niveles máximos técnicos y económicos de las diferentes materias primas, por debajo de las cuales se ve afectada la producción. Es decir, el margen de actuación es relativamente estrecho. Por el contrario, la diferencia entre una buena y una mala gestión del parque de maquinaria de una explotación posibilita reducciones importantes (tanto relativas como absolutas) de los costes totales.

PARTICIPACIÓN DE LA MAQUINARIA EN LOS COSTES DE PRODUCCIÓN

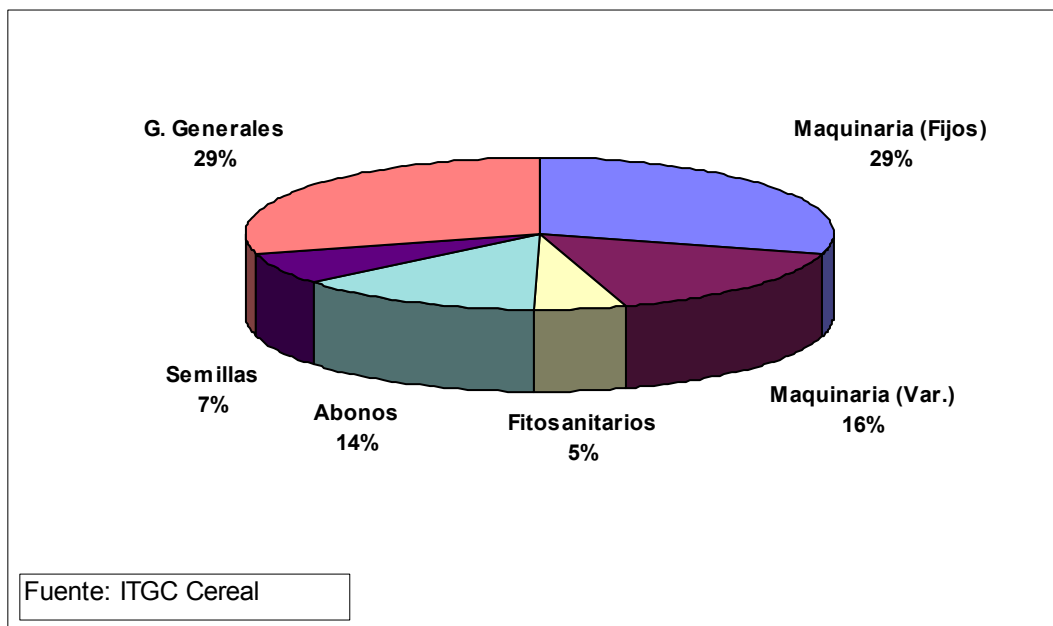
De todo lo dicho anteriormente parece claro que la optimización del empleo de la maquinaria agrícola se convierte en uno de los pocos medios disponibles para rentabilizar de forma adecuada las explotaciones agrícolas. Aunque esta conclusión pueda parecer consecuencia del devenir de la actual política agrícola, el problema de la mecanización es un aspecto que tiene un origen bastante anterior. Como ejemplo baste analizar el texto siguiente, extraído de un documento de la OCDE elaborado en 1966 dedicado a los “Aspectos económicos de la mecanización en la agricultura” y que dice textualmente: *“La mecanización es uno de los factores esenciales que permiten, en una economía en expansión, asegurar y mantener un nivel suficiente de producción agrícola. Sin embargo, los progresos técnicos realizados en el campo de la mecanización agrícola en el transcurso de los dos o tres últimos decenios, no siembre han ido unidos a una justa comprensión de los efectos de la mecanización sobre las explotaciones, sobre la industria agrícola y sobre la economía nacional en su conjunto”*. Desgraciadamente podemos decir que este texto sigue teniendo vigencia plena, 30 años después, con la única diferencia de que no parece que nos encontremos ante una economía en expansión.

La importancia de los costes de utilización de la maquinaria en el contexto global de la explotación queda patente al analizar los datos suministrados por el ITG de Navarra, obtenidos sobre valores medios en la agricultura cerealistas (gráfica 1). En ella se observa que los gastos fijos de la maquinaria son del 29,5% y los variables del 15,8%, lo que lleva a un total del 45,3% (casi la mitad de los costes totales) incluyendo en este apartado la mano de obra necesaria.

Trabajos similares llevados a cabo en otras zonas de la geografía nacional corroboran los datos anteriores. Así, a partir de un estudio realizado en Castilla-León en 1989, los costes de mecanización en cereales de invierno se cifran en un 36,8% para el trigo y 37,1% para la cebada, sin incluir en este capítulo la mano de obra necesaria que se contabiliza de manera independiente (8,4 y 7,6% respectivamente). Y lo mismo sucede

con los resultados de los análisis de las explotaciones agrícolas que el SAEMA (Servei de Asesorament de la Empresa Agrària) de la Generalitat de Catalunya está llevando a cabo en diferentes comarcas, en los que se han encontrado valores medios de los costes debidos a maquinaria y mano de obra superiores al 50%

Gráfico 1: Distribución de los costes de cultivo medios en explotaciones cerealísticas de la Comunidad de Navarra. Cereal en seco



Tras el análisis de los resultados anteriores resulta evidente que la optimización del empleo de la maquinaria agrícola pasa necesariamente por un amplio conocimiento de todos aquellos factores que afectan su utilización.

Por lo que hace referencia a los costes de utilización es imprescindible el establecimiento de procedimientos que permitan el estimar, con mayor o menor exactitud, cual va a ser el coste total de utilización de una determinada máquina o equipo, antes de su adquisición.

Tradicionalmente, para los estudios de costes de utilización de maquinaria agrícola se distinguen dos grandes apartados: los **costes fijos**, que no dependen del grado de utilización de la máquina, y los **costes variables** directamente ligados a la utilización de la misma.

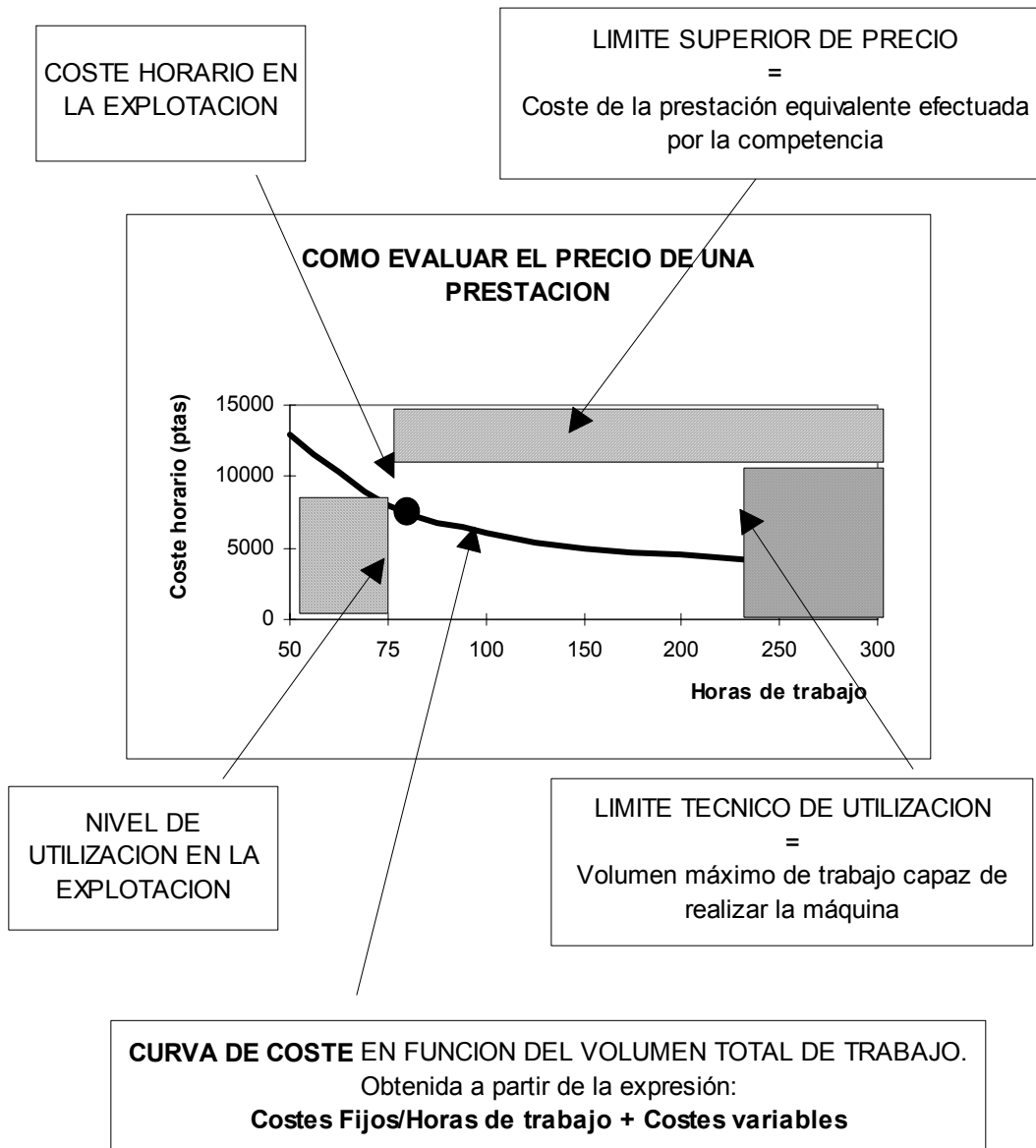
Independientemente de cual sea la metodología empleada para la estimación, con mayor o menor precisión dependiendo de lo aproximado de las hipótesis de partida, es necesario contabilizar aspectos como:

- amortización (técnica y económica)
- interés del capital invertido
- almacenamiento de la maquinaria
- seguros e impuestos

- consumo de combustible y lubricante
- reparaciones y mantenimiento
- mano de obra necesaria

Evidentemente podemos intuir que la dificultad para la determinación de cada uno de los componentes del coste total es muy variable ya que, si es relativamente sencillo asignar un coste anual en concepto de seguros e impuestos, no resulta tan trivial el predecir la cantidad total a destinar para reparaciones y mantenimiento.

En cualquier caso, y tras la realización de las oportunas suposiciones es necesario llegar a la obtención de expresiones que nos permitan evaluar el coste de utilización de un determinado equipo expresado, bien en unidades monetarias por unidad de tiempo (ptas/h), por unidad de superficie (ptas/ha) o por unidad de producción (ptas/kg), así como analizar cual será la variación de los costes en función de cambios en la intensidad de utilización (incremento del tiempo de utilización, superficie o cantidad de producto procesado). La representación gráfica (figura 1) de estas expresiones resulta una herramienta de gran utilidad a la hora de tomar decisiones excluyentes (comprar una máquina u otra, alquilar los servicios de un tercero, etc).



ESTRATEGIAS DE MECANIZACIÓN. LAS CLAVE DEL ÉXITO

Los mecanismos a seguir para alcanzar la “mecanización óptima” de las explotaciones han cambiado de la misma manera que lo ha hecho la concepción de la agricultura. Si en el pasado la intuición y la experiencia eran suficientes para conseguir los objetivos, actualmente las nuevas reglas de producción obligan a la asunción de tecnologías innovadoras completamente diferentes que requieren un conocimiento exhaustivo de todos los pormenores que en ellas intervienen. Frente a una situación empresarial como la actual en la que nos encontramos a menudo ante elecciones que traen como consecuencia una reorientación de las inversiones o un cambio radical de las prácticas, cualquier descuido o decisión poco meditada puede comprometer el resultado final de la adquisición de un determinado equipo o la viabilidad de esta o aquella técnica empleada. Para intentar evitar en lo posible estos errores analizaremos a continuación los distintos parámetros a tener en cuenta (primero de manera general y luego particularizada por grupos de máquinas) para conseguir la optimización del parque de maquinaria.

Aspectos generales a tener en cuenta

La mecanización de la explotación agrícola depende de numerosos parámetros que van desde los puramente técnicos (modo de acción y características de las máquinas,...) a los económicos (valor de adquisición, ...) pasando por los socio-económicos (posibilidad de compra en común, confort y condiciones de trabajo,...). El peso de cada uno de estos parámetros será más o menos importante según la naturaleza del equipo considerado y/o el tipo de decisión que el agricultor deba tomar. Esquemáticamente estas decisiones pueden ser de tres tipos:

- **Elección de las técnicas a emplear.** Para determinadas operaciones culturales, esta elección puede ser anual y adaptada a cada parcela como en el caso del sistema de trabajo del suelo (con laboreo tradicional o no laboreo), la pulverización (volumen normal o reducido),... Para otros casos, se trata de una decisión a medio y largo plazo, como por ejemplo el caso de la aplicación de fertilizantes (reparto sobre gran anchura de trabajo o pequeña de 12 metros),
- **Elección de los equipos,** cuando se trata de su compra (tipo de máquina, marca, modelo, dimensiones, compra individual o colectiva,...) o de su utilización para la puesta en marcha de una determinada técnica (elección de un equipo para trabajo del suelo,...),
- Elección de los **criterios de regulación** de los diferentes equipos.

Estas diferentes elecciones, y consecuentemente los parámetros que en ellas intervienen, tienen una incidencia más o menos importante sobre el resultado técnico-económico de la explotación agrícola.

Las soluciones a adoptar para “optimizar la mecanización” es decir, reducir los costes e incrementar la productividad del trabajo, pasan siempre por un compromiso entre las diferentes decisiones que el agricultor debe tomar. No existen en este sentido soluciones universales ni recetas mágicas aplicables al conjunto de las explotaciones. Si los grandes principios son más o menos conocidos: simplificación del trabajo del suelo, alquiler, compra en común, incremento de la superficie trabajada,... las decisiones no son siempre fáciles de tomar en la medida que ellas pueden implicar para el agricultor aspectos tan importantes como una nueva forma de organización del trabajo (solo o agrupado con otros agricultores), un riesgo más elevado, una nueva técnica a emplear y, en la mayoría de los casos, un “freno psicológico” (característico de las técnicas de supresión de labor).

Trabajo del suelo y siembra: Una importancia capital

Elementos a tener en cuenta

El trabajo del suelo y la siembra son ciertamente las operaciones culturales para las cuales los elementos a tener en cuenta para la toma de decisiones son más numerosos. Aspectos como el **tipo de suelo** (en particular el contenido de arcilla y la velocidad de secado) y los **días disponibles** para el trabajo influyen directamente sobre las características técnicas de los equipos a emplear.

Las **características de la explotación**, los **cultivos a establecer** y la **superficie asignada** a cada uno de ellos determinaran las necesidades en cuanto a días de trabajo para la preparación del suelo y la siembra. Este dato, juntamente con las disponibilidades de **mano de obra** y los **periodos disponibles para el trabajo** va a condicionar las dimensiones y las capacidades de trabajo de los equipos a utilizar. A todos estos factores anteriores tendremos que sumar los correspondientes a las **características de las parcelas** (relieve, dimensión, dispersión, accesibilidad) y las características de los **equipos ya disponibles**. De la misma manera aspectos como la **proximidad de núcleos de población**, **vías de comunicación**, etc. pueden, en la medida que estas intervengan, condicionar de una manera u otra la decisión.

Otros parámetros como las **disponibilidades del agricultor** (a tiempo parcial o dedicación exclusiva), la presencia en la zona de **empresas de servicios**, la posibilidad de creación de **cooperativas de utilización en común** de la maquinaria (CUMA), o incluso el **nivel de riesgo** aceptado por el agricultor condicionan las técnicas y los materiales a utilizar.

Propuesta de soluciones

Del análisis de las líneas anteriores podemos deducir que las alternativas a la mecanización convencional pasa por la **utilización en común de la maquinaria** (vía cooperativas, círculos de maquinaria o simplemente los acuerdos verbales entre agricultores vecinos) o bien por las técnicas de la **simplificación del trabajo** (bien reduciendo el volumen de tierra trabajado bien disminuyendo el número de pasadas a través de la utilización de los denominados trenes de siembra). En ambos casos, se trata de propuestas alternativas para la “optimización” de los costes de mecanización ligados a estas operaciones culturales.

Simplificar el trabajo del suelo significa el realizar de una manera “más simple” las labores con el fin de minimizar el tiempo y reducir los costes. En la tabla siguiente aparecen los resultados obtenidos por el ITCF referentes a la variación de los tiempos de trabajo y los márgenes de la explotación en función del grado de reducción del trabajo del suelo.

Tabla 1: Variación del tiempo anual de tracción y del margen directo según niveles de simplificación del trabajo del suelo, con relación a la técnica convencional		
Tipo de simplificación	Variación del tiempo de tracción anual en parcela	Variación del margen directo de la explotación
Reducción de pasadas antes o después de la labor	- 10%	+ 2500 ptas/ha
Trabajo superficial en una parte de la SAU (simplificación parcial)	- 15%	+ 5000 ptas/ha
Trabajo superficial en toda la SAU (simplificación total)	- 40%	Variable según el tamaño de la explotación y el tipo de rotación (-6500 a + 6500 ptas/ha)

Fuente: ITCF

Tratamientos fitosanitarios: Aumentar la autonomía

Elementos a tener en cuenta

El equipo de tratamientos fitosanitarios debe ser preciso, eficaz y sobre todo adaptado a las necesidades reales. Los criterios de selección deberán tener en cuenta las particularidades y exigencias presentadas por los cultivos y las condiciones ambientales presentes en la explotación. La **parcelación** determinará las características dimensionales del equipo que deberá, como mínimo garantizar un recorrido de ida y vuelta en la parcela de máxima longitud y con la dosis máxima de aplicación prevista. La **forma de la parcela** condicionará el número de sectores de la barra porta-boquillas y su longitud. La **superficie a tratar en el periodo punta**, juntamente con los **días disponibles**, son los dos factores principales a tener en cuenta a la hora de decidir las dimensiones del equipo. La **disponibilidad de un tractor**, la **frecuencia de enganche** y las **características del elevador hidráulico** afecta a la decisión entre pulverizadores suspendidos o arrastrados. Las **características del suelo** por lo que hace referencia a problemas de compactación es otro factor que afecta directamente sobre las dimensiones del equipo a utilizar. En cuanto a la maniobrabilidad, un tractor equipado con un depósito delantero y un equipo suspendido trasero es mucho más maniobrable que un equipo arrastrado, conservando la autonomía. Parcelas con **relieves accidentados** necesitarán equipos con sistemas de estabilización de la barra adecuados. En **zonas con vientos importantes** es aconsejable la utilización de **boquillas de baja deriva** o de **sistemas de asistencia de aire**.

Propuesta de soluciones

Las soluciones propuestas encaminadas hacia la optimización en mecanización en materia de tratamientos podemos resumirlas en las siguientes:

- reducción de los volúmenes de aplicación
- aumento de la velocidad de llenado del depósito utilizando sistemas automáticos
- disminución de los tiempos de transporte de agua bien a través de la instalación de cisternas de agua en la proximidad de la parcela, bien aumentando la capacidad del depósito
- incrementos de la capacidad de trabajo adaptando correctamente la longitud de las barras
- elección correcta de la velocidad de trabajo

Fertilización: Mantener la precisión reduciendo los costes

Elementos a tener en cuenta

La fertilización mineral constituye una medida indispensable en la producción agrícola mundial. La fertilización con abonos minerales sólidos es, en la agricultura actual, parte integrante de la producción agrícola. Además, la fertilización razonada permite al agricultor conocer la dosis justa a aportar a sus cultivos en el momento preciso.

Como toda operación cultural, los aportes de abono deben obedecer a ciertos imperativos. La **cantidad de producto** repartido por unidad de superficie debe poder ser **regulada según las necesidades de las plantas** y, una vez determinada la dosis, debe poder mantenerse de forma continua, sin variaciones sensibles, sobre la superficie total de una determinada parcela. Toda modificación de la dosis, sea por exceso o por defecto, conlleva a una mala utilización del poder fertilizante del abono (especialmente en el caso del nitrógeno) y puede generar consecuencias nefastas sobre el cultivo (encamado, escaso desarrollo de plantas, ...).

En general podemos decir que la calidad de un abonado está esencialmente ligada a dos factores que son:

- Características físicas del abono
- Características técnicas del equipo utilizado

Estos dos factores constituyen un conjunto difícilmente dissociable en el que el primero tiene una gran influencia sobre el segundo, y viceversa.

Propuesta de soluciones

Generalmente la compra de los abonos se efectúa en función de su formulación (nitrato amónico, complejos, ...) y del precio, mientras que se le dedica poca importancia al aspecto físico, aún siendo este factor uno de los aspectos primordiales en el éxito del abonado, particularmente cuando se trabaja con dosis bajas y elevadas anchuras de trabajo con distribuidores centrífugos.

Elegir un abono de calidad implica el garantizar una mínima seguridad al agricultor para conseguir o utilizar al máximo de posibilidades las prestaciones de la máquina en concepto de anchura de distribución y calidad de reparto tanto longitudinal como transversal. La denominada **calidad del abono**, que debe ser obtenida durante el proceso

de fabricación debe asimismo preservarse y mantenerse a lo largo de todo el ciclo de circulación (transporte, almacenamiento, carga y distribución).

Por lo que hace referencia a los equipos, una maquina para la distribución de abono mineral debe presentar las siguientes características operativas:

- Facilidad de regulación del sistema de distribución
- Cantidad de abono a distribuir entre 5 y 1000 kg/ha
- Resistencia a la corrosión y abrasión
- Facilidad de carga de la tolva y acceso a los diferentes mecanismos
- Posibilidad de vaciado completo de la tolva
- Posibilidad de parcializar la anchura de trabajo
- Elevada fiabilidad en el tiempo
- Buena uniformidad de distribución

Dos tipos fundamentales dominan el mercado de las abonadoras: las abonadoras centrífugas (90% del mercado) y las abonadoras neumáticas.

Las **abonadoras neumáticas** tienen la ventaja de permitir un reparto regular incluso con abonos de calidad mediocre. Su sistema de regulación y control es relativamente simple. Se ven poco influenciadas por los condicionantes externos (pendiente del terreno, velocidad del viento,...). Las curvas de reparto obtenidas necesitan un recubrimiento mínimo, pero es necesario un jalonamiento preciso para realizar un trabajo de calidad. El abonado de bordes es fácil de realizar y preciso de ejecución y, en la mayoría de modelos puede cerrarse una o varias secciones de la barra. La simplicidad de la suspensión de las barras y el peso obligan a limitar las anchuras de trabajo a 18 m, siendo las más habituales 12, 15 o 16 m, estando estas distancias perfectamente relacionadas con las anchuras de trabajo de los equipos de tratamientos fitosanitarios. Los mayores inconvenientes que presentan este tipo de máquinas son su elevado coste, el peso, la elevada altura de carga, su exigencia en cuanto a mantenimiento y la dificultad de amortización teniendo en cuenta su precio.

Las abonadoras centrífugas de doble disco y capacidad entre 600 y 1200 litros son las más utilizadas. Con un precio muy razonable (inferior en la mayoría de los casos en un 50% al de las neumáticas) presentan anchuras de trabajo de hasta 36 m en buenas condiciones y se adaptan perfectamente a los abonos granulados. Son equipos fáciles de utilizar y que no requieren cuidados especiales a nivel de regulaciones. La elección del caudal y de la anchura de trabajo se realiza en función del abono a utilizar. Es importante en este sentido el comprobar la anchura de trabajo (o anchura de distribución) para conseguir un reparto homogéneo. Presentan alturas de carga inferiores a la de los equipos neumáticos, son fáciles de limpiar, poco exigentes en mantenimiento y fáciles de conducir por la parcela (al no llevar barras no se ven afectadas por los posibles obstáculos) lo que mejora sensiblemente su capacidad de trabajo (alrededor de 10 ha/h) lo que permite realizar el trabajo en un tiempo relativamente corto. Como inconvenientes podemos destacar su elevada sensibilidad a los condicionantes externos (principalmente el viento y la pendiente de la parcela) y la dificultad de resolver el abonado en los bordes. En cualquier caso el principio básico de estos materiales viene utilizándose con éxito desde hace mucho tiempo, por lo que la preocupación actual de los fabricantes va dirigida a aspectos como:

- ❑ Aumento de las capacidades de la tolva (1200, 1500 y hasta 2000 en equipos suspendidos)
- ❑ Reducción de las alturas de carga (0,9 a 1,2 m)
- ❑ Facilidad de desmontado y limpieza
- ❑ Aumento de la anchura de reparto
- ❑ Diseño de dispositivos para el reparto en bordes
- ❑ Precisión en las dosificaciones y en la distribución

Estos objetivos se traducen en una regresión de las abonadoras monodisco o de tipo pendular adaptadas sobre todo a anchos de distribución de 8 a 12 m y el desarrollo de equipos de doble disco.

Equipos de recolección: El coste de las prestaciones

Aspectos a tener en cuenta

Para elegir la cosechadora adecuada en función de la superficie a recolectar, el criterio a tener en cuenta es naturalmente la capacidad de trabajo de la máquina, la cual viene expresada por la potencia del motor y por la anchura de corte (o el número de elementos sacudidores). De forma general, se puede constatar que la relación potencia-caudal es desfavorable para las cosechadoras pequeñas. así, dos máquinas de 120 CV y 4 elementos sacudidores cada una tienen menos capacidad de trabajo que una máquina de 200 CV y 6 elementos sacudidores.

Pero la superficie a cosechar por una máquina determinada dependerá, ante todo, del número de días disponibles, factor esta variable según el clima de la zona.

Nueva o de ocasión, la capacidad de la cosechadora dependerá también de los cultivos presentes en la explotación. Dejando a parte especies difíciles de cosechar como el guisante o la colza, la elección de la capacidad dependerá también del tipo de rotación: 200 hectáreas de cereales a cosechar en dos semanas necesitan una mayor capacidad que la misma superficie repartida entre cereales, girasol y maíz.

Si se cuestionan aspectos como el interés o las limitaciones de las diferentes concepciones de cosechadoras existentes actualmente en el mercado, convencional, de flujo axial o separación forzada, se trata ante todo de una cuestión de sobre que tipo de cultivos va a utilizarse. Las cosechadoras de flujo axial se adaptan perfectamente a la recolección de maíz grano y de todos aquellos cultivos de granos gruesos y frágiles (judías, soja,...), siendo especialmente indicadas para la recolección de aquellas parcelas destinadas a la producción de semillas, independientemente de la especie. El principal inconveniente de este sistema de trilla y separación es el estado de la paja al finalizar el proceso, demasiado triturada para ser comercializada.

Como resumen podemos decir que los elementos principales a tener en cuenta a la hora de tomar la decisión de adquirir una cosechadora son:

- las superficies a cosechar
- la duración probable del periodo de recolección en función del clima de la zona

- las exigencias particulares de cada cultivo
- las características físicas de las parcelas (forma, pendiente, relieve,...)

Elección del tractor: Determinación de la potencia óptima

El tractor es el elemento fundamental de la explotación, es el motor de los demás aperos. Para su elección, es necesario razonar adecuadamente de forma global el conjunto de la mecanización. La determinación de la potencia óptima pasa por un inventario completo de los trabajos a efectuar y de los materiales existentes en la explotación.

Es necesario pues determinar para cada actividad la cantidad de trabajo a realizar, identificar los periodos punta a los cuales el tractor debe ser capaz de hacer frente. Hay que evitar que una mala elección de los equipos provoque un retardo en la realización de los trabajos. Para todas estas determinaciones es imprescindible apoyarse en el análisis del número de días disponibles para la realización de las diferentes labores.

Identificación de las funciones encomendadas al tractor

En función del tipo de trabajo a realizar, será necesario optar por un tractor pesado si su tarea principal está vinculada a la preparación del suelo en profundidad, mientras que será preferible un tractor más ligero si se va a destinar a trabajar con aperos accionados por la toma de fuerza.

Tractores destinados a esfuerzos de tracción

En este caso todos los factores relacionados con la adherencia van a condicionar la potencia necesaria. Esta será tanto mayor :

- cuanto mayor sea el peso que recae sobre las ruedas (un tractor de 4 ruedas motrices aprovecha la totalidad de su peso (todo el peso es peso dinámico) para la tracción
- cuanto mayor sea la superficie de contacto entre el suelo y las ruedas motrices

Es la falta de adherencia la que hace que no se pueda utilizar la potencia máxima en tracción. En condiciones normales, se suele utilizar del 50 al 60% de la potencia disponible.

Para tractores con potencias superiores a los 110-120 CV la doble tracción resulta prácticamente imprescindible si se quiere garantizar un aprovechamiento óptimo de la potencia, incrementándose asimismo la estabilidad en terrenos en pendiente.

El motor de un tractor destinado a tirar deberá tener un par elevado, con un máximo situado alrededor del 60-70% del régimen nominal, mientras que la reserva de par deberá ser lo más elevada posible (15-20%). Por lo que hace referencia a la caja de cambios, es necesario que disponga de un buen escalonamiento entre 3 y 10 km/h con relaciones que permitan un incremento progresivo de la velocidad de aproximadamente un 15% por escalón. Los cambios en carga (sin necesidad de accionar el embrague)

permiten una mejor utilización de la potencia. Para potencias superiores a 150 CV es necesario recurrir a cajas de cambio semi-automáticas (tipo “power-shift”) aunque estos mecanismos tienen un coste suplementario: esquemáticamente podemos admitir que el coste suplementario de una caja semiautomática corresponde al de una veintena de CV y que absorbe alrededor de 10 CV.

Tractores para el accionamiento de aperos a través de la toma de fuerza

Los aperos accionados por la toma de fuerza (gradas alternativas, rotativas, cultivadores rotativos de eje vertical y horizontal,...) necesitan del tractor esfuerzos a través de la toma de fuerza siendo por tanto poco exigentes en esfuerzos de tracción. en estos casos es el régimen normalizado de la toma de fuerza el que fija imperativamente el régimen de funcionamiento del motor: la calidad de trabajo de un determinado apero exige que el tractor soporte los esfuerzos sin caídas sensibles del régimen.

Son necesarios en estos casos motores con elevada potencia al régimen de la toma de fuerza, con una reserva de par importante pero con un intervalo de utilización mas estrecho que en el caso anterior, para que las variaciones de esfuerzo que puedan aparecer no impliquen una caída importante del régimen del motor.

Es interesante disponer al menos de 2 regímenes de tdf: 540 rpm para los aperos con bajos requerimientos de potencia (menos de 75 CV) y 1000 rpm para los de potencias superiores con el fin de limitar esfuerzos innecesarios en las transmisiones. Para trabajos ligeros con la toma de fuerza, existe un régimen denominado “régimen económico” (750 rpm) que permite un ahorro importante de combustible.

Teniendo en cuenta la posibilidad de utilización del tractor para el accionamiento de aperos combinados (trabajo del suelo y siembra) será interesante que la capacidad del elevador hidráulico sea importante.

Tractores para siembra, fertilización, transporte,...

Se trata de una serie de trabajos que exigen del tractor flexibilidad y polivalencia. Además de la potencia necesaria para las diferentes labores, el motor deberá ser elástico y con un par importante a régimen bajo.

Dada la gran solicitud de uso del embrague en este tipo de trabajos, un embrague multidisco en baño de aceite, un convertidor de par o un inversor son sistemas que facilitan el trabajo.

La toma de fuerza no sufre, en la mayoría de los casos, esfuerzos importantes, aunque debe poderse utilizar al régimen nominal (540 rpm) para los trabajos de pulverización, fertilización, accionamiento de sembradoras neumáticas, etc. a un régimen moderado del motor (preferiblemente cercano a las 1500 rpm), lo que permite ahorros importantes de combustible.

Por lo que respecta a las características puramente económicas, la base de todo cálculo debe partir de un conocimiento lo más aproximado posible del grado de utilización del tractor. Un tractor, en particular si es de la gama de alta potencia, deberá trabajar al menos entre 700 y 1200 horas/año (en España la media de utilización de los tractores no

llega a las 500 horas anuales). Cuando las necesidades de potencia se presentan únicamente en un periodo concreto y reducido de la campaña, existen diferentes soluciones: utilización mediante el sistema de ayuda mutua, compra en copropiedad, adhesión a una CUMA, empresas de servicios, etc.

UTILIZACIÓN EN COMÚN DE LA MAQUINARIA: UNA SOLUCIÓN

A lo largo de este artículo ha ido apareciendo en numerosas ocasiones el término utilización en común de la maquinaria como una de las soluciones a adoptar para conseguir la tan deseada “optimización de la mecanización”. Desde el punto de vista puramente técnico sería esta la solución óptima ya que las ventajas son muy numerosas:

- posibilidad de utilización de las técnicas más modernas
- menor coste de la labor (reducción del 10 al 15%)
- reducción de los tiempos de trabajo
- regularización del empleo de la mano de obra

Pero, como todo, también presenta algunos inconvenientes, la mayoría de ellos ajenos a la mecanización propiamente dicha:

- menos disponibilidad de las maquinas
- mayor facilidad para la propagación de plagas
- empleo de maquinas grandes poco adaptadas a parcelas pequeñas
- aumento de las formalidades administrativas
- aparición de problemas y desacuerdos entre propietarios
- pérdida de apariencia

En cualquier caso se trata de una solución a la que tarde o temprano habrá que llegar y que en algunos países comunitarios (Círculos de Maquinaria en Alemania, CUMA en Francia, Empresas de servicios en Italia) o incluso en algunas comunidades Autónomas españolas (diferentes tipos de asociaciones más o menos formales en Navarra y los Círculos de Maquinaria en la Comunidad de Castilla-León) se está llevando a cabo con resultados satisfactorios. Como ejemplo de los múltiples sistemas de asociacionismo en materia de mecanización, en las tabla 2 y 3 se muestran las características principales de algunos de estas figuras.

Tabla 2: Características de las diferentes formas de utilización en común de la maquinaria

	COMPRA		COMPRA/UTILIZACION EN COMUN
	PROPIEDAD	COPROPIEDAD	CUMA
Objetivo	Utilización exclusiva	Comprar y utilizar un material conjuntamente	Facilitar los servicios necesarios a las explotaciones adheridas en forma de maquinaria, equipos y servicios.
Forma jurídica	-	Ninguna	Sociedad Cooperativa Agrícola
Capital social	-	Pacto de financiación entre los copropietarios	Capital igual a las partes sociales de los adherentes que constituye una garantía financiera
Precio de los servicios	Coste real	Coste real	Precio calculado
Conductor de los equipos	El agricultor o su asalariado	El agricultor o su asalariado	Un socio o un trabajador de la CUMA
Ventajas	Decisión rápida Disponibilidad absoluta de la máquina Equipo bien adaptado	Constitución simple División de las inversiones entre los propietarios Pueden ser dos o más	Posibilidad de venta, de adquisición, de utilización de todo lo necesario a través de la CUMA. Inversiones poco importantes. Posibilidad de todo tipo de actividad. Responsabilidad financiera compartida. Estatutos y reglamento interior para hacer frente a los litigios. Gestión precisa de la maquinaria.
Inconvenientes	Coste elevado para bajos índices de utilización	Inversiones sujetas a IVA. La incorporación o la salida de un miembro puede ser fuente de problemas. Cada uno soporta su parte de la inversión de forma individual.	Mínimo cuatro socios. Constitución no gratuita, sometida al control de la Administración. Disponibilidad no inmediata de la máquina. No se puede retirar un socio antes de la finalización de la campaña.

Tabla 3: Características de las diferentes formas de utilización en común de la maquinaria (cont.)

	UTILIZACION EN COMUN		PRESTACION DE SERVICIOS	
	AYUDA MUTUA	CIRCULOS DE MAQUINARIA	EMPRESAS DE SERVICIOS	ALQUILER DE MAQUINAS
Objetivo	Organizar la ayuda en forma de intercambios en materiales y mano de obra	Relación entre agricultores que ofrecen y reciben servicios	Suministrar los servicios necesarios a los clientes en forma de material, mano de obra,...	Poner a disposición de los agricultores la maquinaria de que disponen.
Forma jurídica	Ninguna	Asociación tipo sindicato	-	-
Capital social	Ninguna ya que la propiedad de los equipos es individual	No hay capital, hay cotizaciones fijas	Ninguno	Ninguno
Precio del servicio	Baremo indicativo y negociación previa	Baremo indicativo y negociación previa	Según baremo	Según baremo
Conductor de las máquinas	El propietario (o su asalariado)	El propietario (o su asalariado)	El prestatario	El agricultor
Ventajas	Constitución simple y sin cargas, aunque es preferible establecer un contrato. Reducción del coste debido a la utilización sobre superficies mayores	Forma jurídica flexible, con libertad de adhesión y de baja. Se eligen los componentes y se trabaja cuando se desea. Retribución rápida del trabajo. Reglamento de litigios previsto.	Ninguna inversión. Flexibilidad total de elección del material y de la empresa. en general interesante para equipos de baja utilización.	Ninguna inversión. Flexibilidad total de elección del material y de la empresa. en general interesante para equipos de baja utilización.
Inconvenientes	Inversión individual importante. Contabilidad compleja de los servicios. Riesgo de ser asimilado a una empresa de servicios. Sin recursos en caso de litigios.	Inversión individual. Ausencia de reglas fiscales y jurídicas.	Disponibilidad aleatoria, salvo existencia de contrato.	Poca aceptación.

CONCLUSIONES

La optimización de la mecanización de las explotaciones agrícolas es un objetivo ineludible que hay que alcanzar lo más rápidamente posible si queremos ubicar nuestra explotación dentro de un marco de una agricultura competitiva y un mercado absolutamente abierto, sin ningún tipo de proteccionismo. Ello exige la programación de las operaciones agrícolas con cuidado, estableciendo los tiempos disponibles para cada labor de acuerdo con las características climáticas de la zona y las necesidades de los cultivos.

En base a esta programación deberán seleccionarse los equipos adecuados que sean capaces de cumplir con las demandas. En ningún caso es recomendable la adquisición de equipos con tecnologías o capacidades de trabajo superiores a las absolutamente necesarias.

No debemos confundir el término mecanización con tractorización. El tractor es el elemento que se encarga de suministrar energía (de formas muy diversas) a los diferentes aperos, por lo que las características de aquel deberán satisfacer las necesidades de estos. Adquiriendo aperos cuyas características se adecuen al tractor corremos el riesgo de estar ante una situación de infrautilización de las máquinas.

Antes de la compra de cualquier máquina es imprescindible la estimación de los costes de utilización en función de las necesidades de la explotación. Posiblemente la mejor opción no sea la de compra del equipo sino la de alquiler de servicios de una empresa.

No es ventajoso desde el punto de vista económico disponer de equipos más grandes de los que se necesitan para efectuar las labores en el tiempo disponible en un año normal. En años anormales resulta más conveniente buscar ayuda complementaria del exterior que sobredimensionar el parque de maquinaria propio.

Un aspecto importante a la hora de decidir la compra de un equipo es el asegurarse un servicio posventa serio y eficaz. Baste cuantificar en pesetas lo que puede suponer, por ejemplo, el que se estropee una determinada pieza de la sembradora durante el periodo óptimo para la siembra y que, por las causas que sean, el distribuidor haya cerrado, o la empresa no tenga una seriedad contrastada.

La mecanización es solamente rentable cuando aumenta la productividad de la mano de obra sin que se reduzca el nivel de ocupación. Si compra un tractor mayor del que ahora tiene tardará menos horas en efectuar el mismo trabajo, por lo que precisará otra ocupación para el resto del tiempo, ya que los ingresos serán los mismos y los costes financieros mayores.

En definitiva podemos decir que aunque la racionalización de la mecanización no solucionará los grandes problemas de la agricultura actual, estamos seguros que sin una adecuada gestión del parque de maquinaria no es posible la viabilidad de las explotaciones.

Referencias bibliográficas

Abós, J.; J. Agreda; P. Arnal (1994) Modelos de explotaciones: Análisis económico según los sistemas de laboreo. Navarra Agraria, Febrero 21-32

Arnal, P. (1991) Apuntes para el estudio del uso en común de maquinaria agrícola en Navarra. Conferencia Internacional de Mecanización Agraria, Zaragoza 1991

Barthélémy, P; D. Boisgontier, J.P. Bordes; P. Lajoux (1993) Stratégies d'équipement. Réfléchir avant d'agir. Perspectives Agricoles, n° 185

Bernat, C.; E. Gil (1993) Reducción de costes en mecanización. Boletín Agropecuario, n° 30. Fundación "la Caixa".

Boisgontier, D.; J.P. Bordes; J. P. Nicoletti (1994) Travail du sol. Comment aborder les problèmes de mécanisation. Perspectives Agricoles, n° 190

Boisgontier, D. (1995) Matériel: Des stratégies pour demain. Perspectives Agricoles, n° 200, I-LXIV

Gil, E., A. Gras (1991) Estudio económico de la vendimia mecanizada. Viti-Vinicultura, n° 3, 33-37

Gil, E. (1994) La siembra directa. Vida rural, n° 9, 48-51

Hilmersen, A. (1990) Challenges in work science. Doc. no publicado

Lemaître, G; A. Honoré (1995) Mécanisation, travail et coût de production. Perspectives Agricoles, n° 208

Marquez, L. (1991) Optimización del empleo de la maquinaria en las explotaciones agrícolas. Conferencia Internacional de Mecanización Agraria, Zaragoza 1991.

Marquez, L. (1992) La reducción de los costes por el uso racional de la maquinaria. Adaptación de la maquinaria para nuevos cultivos. En: Competitividad de la Agricultura Española ante el Mercado Unico. Tierras de cultivo abandonadas. Serie Técnica. pp. 121-139. Editorial Agrícola Española, Madrid.

Natalicchio, E. (1991) El servicio a terceros en la agricultura italiana. Conferencia Internacional de Mecanización Agraria, Zaragoza 1991

Nouvel, V. (1994) Ce qu'il faut savoir avant d'acheter un tracteur. Les critères techniques. Cultivar, n° 372

Steinmetz, H. (1991) Current trends in the use of agricultural machinery rings. Experiences from West Germany. Conferencia Internacional de Mecanización Agraria, Zaragoza 1991