

COSTO DE OPERACIÓN

En el Centro Regional de Investigación Quilamapu se ha desarrollado una metodología¹ de cálculo de costos de operación de la maquinaria más demandada en la VII y VIII Región. La explicación del método se ha dividido en dos artículos para permitir una más fácil lectura.

En el primero de ellos se describen las nociones y fórmulas básicas para el cálculo de los costos, en tanto que en el segundo se presentan resultados y casos que permiten comprender cómo se usan las definiciones del primer texto.

Roberto Velasco H.
Ingeniero Agrónomo
INIA Quilamapu

I PARTE FACTORES PARA CALCULAR LOS COSTOS

Para determinar la conveniencia de adquirir una maquinaria es necesario tener muy claros todos los aspectos económicos que entran en juego. Éstos van bastante más allá del precio de compra.

En la actividad agrícola, la inversión en maquinaria es de gran relevancia. La adquisición de un tractor de 80 HP con implementos de preparación de suelos (arado cincel, rastra de discos y vibrocultivador) asciende a una suma cercana a los trece millones de pesos o más. Normalmente, el productor no realiza estudios o análisis de los costos de operación de la maquinaria agrícola, aun cuando su uso afecta la eficiencia física y los costos de producción. A modo de ejemplo, participa en un 15 por ciento del costo de producción de remolacha, en un 27

de maíz grano, un 32 de trigo, un 35 de fréjol y un 39 por ciento de maíz para ensilaje.

La intensidad de uso de la maquinaria incide directamente en su costo de operación. Por tanto, es necesario realizar un buen cálculo antes de tomar la decisión de adquirir o arrendar maquinaria para ciertas labores prediales.

Cada maquinaria y equipo tiene un costo que depende de la inversión inicial, edad de la máquina, estado de conservación, mantención e intensidad de uso.

¹ Metodología desarrollada a partir de estudios realizados por Benedetti y Gallegos (El Campesino, N° 114, 1983); Soto y Dropelmann (IPA Carillanca, N° 11, 1992) y por el Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad de Concepción.

SEGÚN INTENSIDAD DE USO

A continuación se entregan las definiciones básicas de los factores que hay que considerar para la determinación de ese costo en el caso de nuestra maquinaria específica. Además, se señala la forma de establecer su valor. Se ha tratado de simplificar al máximo los cálculos para que la metodología pueda ser usada por personas sin hábito de cálculos económicos avanzados.

Se ha supuesto un uso eficiente de la maquinaria y un adecuado nivel de mantención, no sólo por tratarse de prácticas altamente recomendables, sino también para no distorsionar los parámetros de vida útil, consumo de combustible y lubricantes, eficiencia de trabajo, y costos de mantención y reparaciones.

En el presente análisis se utilizan diferentes costos relacionados con la maquinaria agrícola, por lo que es necesario aclarar algunos conceptos.

Valor inicial (V.I.): valor de compra de la maquinaria o equipo (sin IVA).

Valor final (V.F.): valor residual de la maquinaria o equipo una vez terminada su vida útil. En este estudio se considera un 10 por ciento del valor inicial.

Vida útil: período expresado en años o en horas en que una máquina, equipo o implemento puede ser utilizado con fines productivos.

Costos directos variables: costos necesarios para el funcionamiento de una máquina; existen solamente en la medida en que ésta se utilice. No obstante, aunque una maquinaria se mantenga sin uso, se incurre en



Labor con vibrocultivador previa a la siembra en la precordillera, Yungay, Ñuble.

Cuadro 1

Coefficiente de mantención y reparación de maquinaria y equipos. Porcentaje sobre el valor inicial (V.I.)

| Maquinaria | % V.I. |
|-------------------------------|--------|
| Tractores | 0,0125 |
| Arados | 0,035 |
| Carro de arrastre | 0,030 |
| Carro pulverizador | 0,050 |
| Chopper | 0,040 |
| Cosechadora de forraje | 0,040 |
| Trompo abonador | 0,040 |
| Enfardadora | 0,040 |
| Vibrocultivador | 0,040 |
| Segadora rotativa | 0,050 |
| Rastrillo de descarga lateral | 0,040 |
| Rastras | 0,040 |
| Sembradoras | 0,060 |

Fuente: Universidad de Concepción.

algunos costos de mantención y sufre algún grado de obsolescencia. Dentro de los costos directos variables se consideran:

Depreciación: pérdida de valor o capacidad productiva de la maquinaria en el tiempo, especialmente por el uso que se le ha dado. Ocurre por dos razones: antigüedad y desgaste. Existen varios métodos para el cálculo de la depreciación; sin embargo, se recomienda el método de depreciación lineal, para el que se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{V.I.} - \text{V.F.}}{\text{horas de vida útil}}$$

MAQUINARIA AGRÍCOLA

Mantenimiento y reparación: el uso de una máquina significa desgaste, que debe ser compensado con una adecuada mantención y reparación para que funcione normalmente. La asignación de un valor para este concepto es compleja, debido a la diversidad de equipos y condiciones de mantención en cada predio. Existen tablas elaboradas por especialistas, expresadas como porcentaje del valor inicial (Cuadro 1, página 13). No incluyen el efecto de reparaciones por operación negligente o maltrato accidental de la misma.

Consumo de combustible, lubricantes y filtros: en el Cuadro 2 se entregan algunos parámetros de consumo de estos ítem para un tractor.

Mano de obra: se ha considerado sólo el costo del operador, sin incluir el personal adicional para el uso de los diferentes equipos que se agreguen al tractor. El costo de este operador se ha calculado sobre la base de 1,5 salarios mínimos mensualmente, más leyes sociales por doce meses, dividido por 280 días efectivamente trabajados.

Varios e imprevistos: se estimó en un cinco por ciento sobre el total de costos directos variables.

Costos directos fijos: son costos anuales que ocurren independientemente del nivel de uso de la maquinaria.

Dentro de ellos se considera el seguro y el interés al capital invertido, los que se expresan como un porcentaje del valor promedio de la maquinaria o equipo.

Este último se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Valor Promedio} = \frac{\text{V.I.} + \text{V.F.}}{2}$$

V.I. = valor inicial

V.F. = valor final

- Seguro: se considera un dos por ciento anual sobre el valor promedio.



Cuadro 2

Consumo por hora de combustible, lubricantes y filtros para un tractor

| Ítem | Consumo por hora |
|--------------------------------------|------------------|
| Petróleo | 0,16 lt/HP |
| Aceite de motor | 0,05 lt |
| Aceite caja de cambios y diferencial | 0,028 lt |
| Grasa | 0,005 kg |
| Filtro de aceite | 0,005 unidades |
| Filtro de combustible | 0,002 unidades |
| Filtro hidráulico | 0,001 unidades |

Tractor con sembradora de cereales, Cato, Ñuble.

- Interés al capital: corresponde a un costo alternativo y es la utilidad que se deja de percibir por tener un capital inmovilizado. Se calcula sobre el valor promedio de la maquinaria mediante la siguiente fórmula:

$$I = t \times \frac{\text{V.I.} + \text{V.F.}}{2}$$

I = interés al capital promedio anual

t = tasa de interés real anual (7%) expresado como 0,07

V.I. = valor inicial

V.F. = valor final

Costos directos fijos por hora: corresponden al costo directo fijo anual (seguro e interés al capital) dividido por el número de horas efectivamente trabajadas en el año.

Costo total por hora: es la suma de costo variable y costo fijo por hora.

En el siguiente artículo se muestra la aplicación práctica de los conceptos desarrollados. ▲

COSTO DE OPERACIÓN SEGÚN INTENSIDAD DE USO

**II
PARTE**

LOS VALORES EN LA PRÁCTICA



Sembradora de
cero labranza.

La metodología cuyos componentes se explicaron en el artículo anterior (página 12) se aplicó a un tractor de 80 HP y a 19 equipos de uso agrícola, arrojando como resultado un resumen que se detalla en el Cuadro 1. Los valores se expresan en pesos (\$), dólares (US\$) y unidades de fomento (UF). Para la estimación de costos se usaron los precios de las maquinarias, equipos e implementos vigentes a enero de 1996, excluido el IVA. Fueron extraídos del Boletín Económico y de Mercado N° 252, de la Sociedad Nacional de Agricultura. El valor del dólar se

**Cuánto cuesta operar
un tractor y los
principales
implementos agrícolas
que se usan en la VII
y VIII Región.**

Roberto Velasco H.
Ingeniero Agrónomo
INIA Quilamapu

Cuadro 1

Costo de uso de maquinaria agrícola (valores de enero 1996/hora, sin IVA)

| Ítem | Costo uso/hora | | | Costo total/hora (tractor + implemento) | | |
|------------------------------|----------------|-------|-------|--|-------|-------|
| | \$ | US\$ | UF | \$ | US\$ | UF |
| Tractor ¹ | 5.421,7 | 13,16 | 0,433 | 5.421,7 | 13,16 | 0,433 |
| Implementos ² | | | | | | |
| Arado cincel | 621,1 | 1,51 | 0,049 | 6.042,8 | 14,67 | 0,482 |
| Arado de discos | 672,6 | 1,63 | 0,053 | 6.094,3 | 14,79 | 0,486 |
| Arado reversible | 813,1 | 1,97 | 0,065 | 6.234,8 | 15,13 | 0,498 |
| Arado subsolador | 459,8 | 1,12 | 0,036 | 5.881,5 | 14,28 | 0,469 |
| Carro de arrastre | 547,1 | 1,33 | 0,044 | 5.968,8 | 14,49 | 0,477 |
| Carro pulverizador | 1.617,3 | 3,93 | 0,125 | 7.039,0 | 17,09 | 0,562 |
| Barra fumigadora | 873,3 | 2,12 | 0,070 | 6.295,0 | 15,28 | 0,503 |
| Chopper | 3.603,1 | 8,75 | 0,288 | 9.024,8 | 21,91 | 0,721 |
| Cosechadora de forrajes | 5.720,2 | 13,89 | 0,457 | 11.141,9 | 27,05 | 0,890 |
| Trompo abonador | 837,3 | 2,03 | 0,067 | 6.259,0 | 15,19 | 0,500 |
| Enfardadora | 6.294,9 | 15,28 | 0,503 | 11.716,6 | 28,44 | 0,936 |
| Vibrocultivador | 817,2 | 1,98 | 0,065 | 6.238,9 | 15,14 | 0,498 |
| Segadora rotativa | 2.576,9 | 6,25 | 0,206 | 7.998,6 | 19,41 | 0,639 |
| Rastrillo | 1.522,1 | 3,69 | 0,122 | 6.943,8 | 16,85 | 0,555 |
| Rastra de levante hidráulico | 839,6 | 2,04 | 0,067 | 6.261,3 | 15,20 | 0,500 |
| Rastra <i>offset</i> | 1.998,4 | 4,85 | 0,160 | 7.420,1 | 18,01 | 0,593 |
| Sembradora de cereales | 5.204,3 | 12,63 | 0,416 | 10.626,0 | 25,79 | 0,849 |
| Sembradora de cero labranza | 10.843,7 | 26,32 | 0,867 | 16.265,4 | 39,48 | 1,300 |
| Sembradora neumática | 7.529,8 | 18,28 | 0,602 | 12.951,5 | 31,44 | 1,035 |

¹Tractor de 80 HP con uso de 1.000 horas/año.

²Implementos con un nivel normal (medio) de uso/año.

COSTO DE OPERACIÓN SEGÚN INTENSIDAD DE USO

Ficha 1

Costo por hora de uso de tractor

Tractor de 80 HP

| | |
|----------------|--------------|
| Valor inicial: | \$9.948.351 |
| Valor final: | \$994.835 |
| Vida útil: | 12.000 horas |

| Costos directos variables (sin IVA) | \$/hora |
|--|----------------|
| Depreciación | 746,1 |
| Petróleo: 0,16 lt/hora/HP x 80 HP = 13 lt/hora | 2.041,0 |
| Aceite motor (0,05 lt/hora) | 47,5 |
| Aceite caja diferencial (0,028 lt/hora) | 27,7 |
| Grasa (0,005 kg/hora) | 6,8 |
| Filtro aceite (0,005 filtro/hora) | 8,0 |
| Filtro combustible (0,002 filtro/hora) | 3,0 |
| Filtro hidráulico (0,001 filtro/hora) | 1,0 |
| Mantenimiento y reparación (0,0125% del valor inicial) | 1.243,5 |
| Operador | 570,0 |
| Subtotal | 4.694,6 |
| Varios e imprevistos (5%) | 234,7 |
| Total costos directos variables | 4.929,3 |

Costos directos fijos

| | |
|--|------------------|
| Seguro (2% del valor promedio) | 109.431,9 |
| Interés al capital (7% del valor promedio) | 383.011,5 |
| Total costos directos fijos anuales | 492.443,4 |

Costo por hora según nivel de uso anual

| Horas/año | Costo variable \$/hora | Costo fijo \$/hora | Costo directo total \$/hora |
|-----------|------------------------|--------------------|-----------------------------|
| 100 | 4.929,3 | 4.924,4 | 9.853,7 |
| 500 | 4.929,3 | 984,9 | 5.914,2 |
| 1.000 | 4.929,3 | 492,2 | 5.421,7 |
| 2.000 | 4.929,3 | 246,2 | 5.175,5 |

maquinaria incide significativamente en el costo por hora (ver fichas). Si se tienen bajos niveles de utilización anual, es recomendable no adquirir maquinaria propia y recurrir a equipos arrendados.

- Aunque para efectos de los cálculos se

ha supuesto una depreciación lineal, en la práctica una maquinaria se deprecia en mayor medida al inicio de su vida útil y se estabiliza al término de ella.

- Un inadecuado nivel de mantenimiento y reparaciones generalmente es una economía mal entendida, ya que se afecta el valor de venta de una maquinaria al momento de liquidarla.

- La selección racional

de maquinaria agrícola para un predio no depende tan sólo de su costo horario, sino que, también, de aspectos como cantidad de trabajo a realizar (superficie), tiempo disponible para



Trompo abonador, aplicando fertilizantes en mantención de praderas.

consideró a 411,94 pesos y la Unidad de Fomento a 12.504,54 pesos.

El valor promedio de los insumos se indica en el Cuadro 2.

Con el fin de mostrar la forma de aplicación de la metodología para llegar a resultados como los que se entregan en el Cuadro 1, se presentan dos fichas ejemplo de cálculo de uso horario de maquinaria. La primera de ellas se refiere a un tractor de 80 HP y la segunda a costo de uso de un arado cincel.

Consideraciones claves

- El nivel de uso anual de una



Cosecha de avena.

Cuadro 2

Valores promedio de insumos vigentes a enero de 1996 (pesos, sin IVA)

| Ítem | Valor total |
|--------------------------------|-------------|
| Petróleo (lt) | 157 |
| Aceite de motor (lt) | 950 |
| Aceite caja y diferencial (lt) | 990 |
| Grasa (kg) | 1.350 |
| Filtro de aceite (unid.) | 1.600 |
| Filtro de combustible (unid.) | 1.500 |
| Filtro hidráulico (unid.) | 1.000 |

Fuente: Comercio local VII y VIII Región.

Ficha 2

Costo por hora de uso de equipos o implementos

| | |
|---------------------|-------------|
| Arado cincel | |
| Valor inicial: | \$755.000 |
| Valor final: | \$75.500 |
| Vida útil: | 4.000 horas |

| | \$/hora (sin IVA) |
|---|----------------------|
| Costos directos variables | |
| Depreciación | 169,9 |
| Mantenimiento y reparación (0,035% del valor inicial) | 264,3 |
| Total costos directos variables | 434,2 |

| | |
|--|-----------------|
| Costos directos fijos | |
| Seguro (2% del valor promedio) | 8.305,0 |
| Interés al capital (7% del valor promedio) | 29.067,5 |
| Total costos directos fijos anuales | 37.372,5 |

Costo por hora según nivel de uso anual

| Horas/año | Costo variable \$/hora | Costo fijo \$/hora | Costo directo total \$/hora |
|-----------|------------------------|--------------------|-----------------------------|
| 100 | 434,2 | 373,7 | 807,9 |
| 200 | 434,2 | 186,9 | 621,1 |
| 300 | 434,2 | 124,6 | 558,8 |

ejecutarlo, rotación de cultivos, intensidad de labranza, diseño de apotreramiento, etc. Por ello, se recomienda la asesoría de especialistas al momento de decidir la compra.

- La metodología de cálculo de costo por hora es una herramienta útil para evaluar resultados económicos de rubros productivos y rentabilidad, y para tomar decisiones de adquirir o arrendar un determinado equipo para alguna labor específica.
- La metodología presentada sirve para que el agricultor determine sus propios costos, de acuerdo a la maquinaria e implementos de los que disponga. ▲



Estaciones Agrometeorológicas Automáticas



Registra y Procesa Datos de:
 Velocidad y dirección del viento.
 Humedad relativa y del suelo.
 Temperaturas: ambiente - máxima - mínima - promedio
 - del suelo superficial y diferentes profundidades.
 Evaporación.
 Precipitación.
 Radiación solar global y PAR.
 Radiación UV.



Ventas y Asistencia Técnica

W. Reichmann y Cia. Ltda.

SANTIAGO - CHILE

Miguel Claro 997, Providencia, Santiago - Casilla 16553 -
 Teléfono (2) 235 96 86, Fax (2) 235 16 80.