

# ANALISIS DE COSTOS DE OPERACION DE MAQUINARIA AGRICOLA EN COLOMBIA

---

GERARDO PUENTES LEAL\*

## INTRODUCCION

Los costos de utilización de la maquinaria es importante conocerlos, predecirlos o proyectarlos, con el fin de contribuir a maximizar las utilidades en una explotación agropecuaria. Desafortunadamente los datos de costos en muchos casos se tienen que hacer por estimación, puesto que el costo real del uso de una máquina solamente se conoce cuando ésta se ha vendido, se ha desgastado o se ha desechado. La situación ideal es llevar un registro donde se puedan conocer de cerca los costos por unidad de producción de una máquina particular para cualquier momento.

De ninguna manera se puede afirmar que existen costos estándar para las operaciones de campo, debido a la complejidad de factores y situaciones en Colombia, como son las diferencias en el uso de las máquinas, en los precios, en los costos por combustibles, reparaciones y mano de obra entre otros. Por lo tanto cada administrador u operador de maquinaria deberá calcular sus propios costos individuales y los costos promedio obtenidos por otros le servirán para fines de comparación.

Los costos derivados de la mecanización, representan un rubro importante y actualmente muy significativo en los costos globales de producción agrícola, lo que permite al usuario tomar decisiones como las siguientes: dosificar labores, comprar o alquilar maquinaria, reparación total o parcial, vender los equipos o reemplazar la maquinaria existente.

---

\* Ingeniero Agrícola. Profesor Asistente de Ingeniería, Universidad de Nariffo, Pasto, Colombia.

## 1. Costos proyectados

### 1.1. Definición

Se entiende por costos proyectados, los costos que una máquina ocasionará durante su vida, sea ésta económicamente útil o total probable. La utilidad de estos costos se apoya en que el comprador de una máquina quiere saber anticipadamente, con una buena aproximación, cuáles serán los costos que ocasionará y cuáles las formas o métodos para disminuirlos con el fin de seleccionar adecuadamente la máquina a comprar y compararlos con los costos que acarrearán máquinas alquiladas en la misma zona (1).

### 1.2 Clasificación de los costos

Se recomienda calcular estos con base en las horas de trabajo de la máquina y/o implemento, lo que permite conocer cuál es el precio por hora para arrendar o alquilar una determinada maquinaria. Los costos de operación de la maquinaria se dividen en dos categorías:

#### 1.2.1 Costos fijos

Son los costos que el propietario tiene que pagar por intereses, impuestos, seguros, bodegaje, depreciación y por uso y desgaste de la máquina. Es decir, son aquellos que se derivan de la propiedad misma de la máquina, o sea que por el solo hecho de poseer o comprar una máquina se generan costos, aún cuando no se utilice.

#### 1.2.2 Costos variables

Son aquellos que dependen de la cantidad de trabajo que una máquina desarrolle y del tiempo gastado en aquel; incluye el costo del combustible, lubricante, reparaciones, mantenimiento, operario y en algunos casos como los tractores, incluye los costos por ruedas.

Los costos de la maquinaria se dividen en dos categorías:

<u>Costos fijos</u>	<u>Costos variables</u>
Depreciación o amortización	Reparación y mantenimiento
Interés sobre la inversión	Combustibles

## Costos fijos

Garaje o almacenamiento

Impuestos

Seguro por accidentes, robos, incendio

## Costos variables

Lubricantes (aceites, grasas, líquido frenos, etc.)

Mano de obra (jornales operador, prestaciones sociales)

Ruedas (llantas)

## 2. Análisis de costos

### 2.1 Análisis de costos fijos

#### 2.1.2 Depreciación

La depreciación corresponde a la pérdida de valor que sufre una máquina con el paso del tiempo, bien sea por desgaste normal del trabajo o porque aparecen modelos más sofisticados en el mercado y la máquina va quedando obsoleta. Según Hunt (3), el valor disminuye debido a que:

a. Las partes de la máquina se desgastan con el uso y no pueden funcionar con tanta efectividad como antes. Estas partes son los mecanismos económicamente irreparables de una máquina.

b. Los gastos para operar la máquina con su rendimiento original se incrementan. Las reparaciones y los ajustes pueden renovar la máquina pero a una tasa de costos incrementada.

c. Una máquina nueva más eficiente o práctica que salga al mercado llega a ser aprovechable. Cuando esto sucede se dice que la máquina existente es obsoleta.

d. El tamaño de la explotación agropecuaria cambia y la capacidad de la máquina existente no es apropiada para la nueva situación.

Por lo anterior, se infiere que la depreciación es más bien una función del tiempo para las máquinas que tienen poco uso normal.

### Vida de la máquina

En una máquina hay que tener en cuenta tres conceptos: la vida física, la vida de contabilidad y la económica (3). La vida física (también llamada vida de servicio) se termina cuando una máquina no se puede reparar debido a una falla en una parte irremplazable o irreparable.

La vida de contabilidad es la vida pronosticada de una máquina con base al uso estudiado de las existentes y de la vida de diseño de las mismas. La vida de contabilidad depende del uso anual en horas de una máquina.

La vida predicha en años se puede calcular dividiendo la vida de desgaste de la Tabla 1 por las horas de uso anual.

La vida económica de una máquina se define como el tiempo desde que se compra una máquina hasta el momento en que resulta más económico reemplazarla por una segunda máquina, que continuar con la primera.

### Método para determinar la depreciación

Existen varios métodos para medir la depreciación como el del balance de la declinación y el de la suma de los dígitos de los años; pero el que se va a emplear es el de la línea recta, en el cual la depreciación anual está dada por la siguiente ecuación:

$$D = (P - S)/L \quad (1)$$

Donde:

P = Precio de compra (valor inicial de la máquina)

S = Precio recuperado o de venta (valor de salvamento)

L = Tiempo entre la compra y la venta en años (vida útil del equipo)

El valor de salvamento S en Colombia se estima en 10% del precio de compra P (4).

La vida útil de un equipo es difícil de determinar como ya

se dijo, pero algunos autores consideran aceptables los valores de la Tabla 1.

### 2.1.3 Interés sobre la inversión

El interés sobre la inversión en una máquina agrícola generalmente se incluye en los costos de operación, puesto que el dinero utilizado en la compra de una máquina se hubiera podido utilizar en otras empresas productivas (es lo que se llama rente de oportunidad)

La fórmula utilizada para calcular el interés sobre la inversión es:

$$I = (P + S)/2 \times t \quad (2)$$

En donde:

P = Precio de compra

S = Valor de salvamento

t = tasa de interés bancario anual (%)

I = interés anual sobre la inversión

Esta fórmula representa el interés para toda la vida útil del equipo. Las tasas de interés varían de acuerdo con políticas económicas.

### 2.1.4 Almacenamiento o garaje

Las máquinas y equipos deben guardarse durante la noche y cuando no se están trabajando, bajo un techo (galpón), con el fin de protegerlas y para cuando haya necesidad de hacerles reparaciones, para pintarlas y otras prácticas que prevengan su deterioro. Se puede esperar que una construcción cerrada producirá un costo de almacenamiento anual de la máquina de 0,5 a 1% de su precio de compra. Muchas máquinas se albergan con poco costo en un sitio desocupado como un corredor, en galpones para animales que no se usen. En este caso se utiliza la fórmula:

$$A/a = (0,5/100) \times P \quad (3)$$

Siendo:

A/a = costo por año

P = precio de compra de la máquina

Para calcular este costo por hora se divide A/a por el número de horas que se trabaja la máquina al año. Otra manera de calcular el costo por almacenamiento, es haciendo un presupuesto de la construcción en años. Sabiendo cuánto espacio total ocupa de la construcción la máquina se calcula el costo por año y luego por hora, de acuerdo al número de horas de trabajo al año.

El costo aproximado de 1 m<sup>2</sup> de construcción de un galpón para maquinaria en Pasto es de \$ 10.000 y una vida útil de 20 años (1986). Lo importante es construir con materiales de la región para más economía.

#### 2.1.5 Impuesto sobre la propiedad y las ventas

La maquinaria agrícola se grava con impuestos a la misma tasa que otras propiedades agrícolas y depende del avalúo de la máquina como del patrimonio total del propietario. Generalmente estos impuestos se pagan anualmente, por tanto para saber el costo por impuesto se aplica la fórmula:

$$IP = IA/h \quad (4)$$

Donde:

IP = costo por hora por impuesto

IA = impuestos totales anuales

h = horas de trabajo de la máquina al año.

#### 2.1.6 Seguros

Aun cuando no es muy usual asegurar la máquina, este costo se debe tener en cuenta porque si no se asegura por incendio, accidentes, etc. en caso de sufrirlos son costos grandes que acarrearán. En algunos créditos oficiales estos seguros son obligatorios y están incluidos dentro de la tasa de interés del préstamo.

El seguro varía pero se puede tomar como costo anual por

seguros el 0,25% del precio de compra de la máquina. La fórmula sería:

$$S/a = (0,25/100) \times P \quad (5)$$

Siendo:

S/a = seguro anual (costo anual)

P = precio de compra

El costo hora se divide S/a por el número de horas trabajadas al año.

#### 2.1.7 Imprevistos

Este concepto es un factor de seguridad en el cálculo de costos; queda por tanto a juicio del analista incluirlo o no. Normalmente se recomienda un valor del 2 al 5% del costo total por hora.

### 2.2. Análisis de los costos variables

Los costos que varían con el uso, o costos variables se suman a los costos fijos ya descritos para obtener el costo anual o por hora de la operación de una máquina. Los costos variables pueden ser mayores que los fijos en algunas máquinas, siendo el mayor el de trabajo del operador.

#### 2.2.1 Reparaciones y mantenimiento (R y M)

Los costos de reparación son los gastos en la reparación de las partes averiadas y la mano de obra y el reacondicionamiento y cambio de las partes que se deben cambiar como resultado del desgaste.

Se entiende por mantenimiento, tanto el preventivo como las reparaciones, incluyendo en ambos la mano de obra, los repuestos y la depreciación de quipos y de instalaciones mecánicas, si se hace el mantenimiento por parte de la misma empresa, o los valores totales cobrados por talleres de la calle.

Un estudio detallado muestra que los costos de R y M no son constantes en el transcurso de la vida de una máquina

sino que se incrementan desde un valor muy bajo durante el primer año hasta un valor relativamente constante después de un período de uso. Estos costos se pueden conocer cuando se han llevado registros detallados sobre el particular. Para el cálculo de los costos por R y M en este estudio se utilizar la Tabla 1, donde se da un porcentaje de valor de compra por cada 100 horas de trabajo de la máquina y se indica el porcentaje total acumulado durante toda la vida de desgaste por R y M.

### 2.2.2 Combustibles

Los costos de combustible y de aceite deberán determinarse a partir de los registros reales de las bombas de gasolina. Existen tablas de consumo de combustible como la N° 2, que está en relación con el porcentaje máximo de carga de la potencia de trabajo.

Por ejemplo para calcular el consumo de combustible de un tractor Diesel de 80 HP que funciona a media carga (o sea 50% de los HP) se debe interpolar entre 40% de carga, 1,72 (8,74) y 60% de carga, 2,18 (11,04), lo que da en promedio 1,95 gal/h; por tanto el consumo de combustible en galones/h será:

$$\text{Gal/h} = 40 \text{ HP} \times 1 \text{ gal}/9,89 \text{ HP/h} = 4,04 \text{ gal/h} \quad (6)$$

### 2.2.3 Lubricantes

Lo mejor es llevar los registros de costos por este concepto pero se considera que el costo por combustible sirve para calcular el costo por lubricante y grasas. Así se considera este costo como el 15% del costo por combustible.

$$C L = 0,15 \text{ CC} \quad (7)$$

Dentro del valor de este lubricante se incluye el de los accesorios.

### 2.2.4 Ruedas

Las ruedas se consideran como costo variable; se

calculan en función del valor inicial y el número de horas de duración o sea:

$$CR = PR/Vu \quad (8)$$

Donde:

PR = costo de compra (valor de compra)

Vu = vida útil de trabajo en horas

### 2.2.5 Costo por operador (jornales)

Se debe calcular este costo teniendo en cuenta la mano de obra del lugar donde se trabaja la máquina; se deben incluir las prestaciones sociales (pueden ser del orden del 40%) en función del salario mensual. Estas deben incluir: cesantías, prima, vacaciones, interés sobre cesantía, auxilio de transporte, recargo por horas extras si las hay en el trabajo, cuota por seguro social, entre otras.

Para el cálculo del costo por operador se debe calcular el salario mensual y por 12 meses de el anual. A esto hay que sumarle los costos por prestaciones sociales y dividido por el número de horas que trabaja la máquina al año, da el costo/hora/operador. A veces hay que asumir un porcentaje de imprevistos (accidentes de trabajo, drogaje, muerte).

### 2.2.6 Costos administrativos

Comprende todos aquellos costos que ocasionará la parte administrativa o el personal que laborará en la parte administrativa de la maquinaria y otros gastos generales en que se incurra y que no están incluidos en los costos de operación (3).

a. Costos administrativos: comprenden todos aquellos pagos de nómina de personal administrativo, directivo y auxiliares que laboran en la empresa, sin incluir personal que labora en los talleres de mecánica. Este costo es generalmente olvidado en empresas pequeñas cuando el mismo dueño realiza las funciones administrativas, come-

tiendose un grave error en los cálculos de costos. Los costos administrativos generales se prorratan y determinan para cada máquina.

b. Costos generales: son todos aquellos denominados gastos generales y comprenden alquiler y reparaciones de locales de oficinas, depósitos e instalaciones en general de la empresa (excepto los destinados a talleres de reparación y mantenimiento, así como los de almacenamiento de garaje de máquinas; servicios de agua, luz, teléfono, etc.; papelería y artículos de consumo en general. Estos costos son muy variables para los diferentes tamaños de empresas de maquinaria y su valor puede calcularse con mucha exactitud dentro de los presupuestos anuales. Para empresas muy pequeñas o en casos donde el número de tractores es de uno o dos, estos gastos pueden no existir para maquinaria y generalmente si se calculan se imputan a otros renglones diferentes.

### 2.3 Costos totales

Cuando ya se han calculado los costos fijos y variables por hora y por separado, se suman y da el costo por operación de una máquina por hora, lo que sirve para estimar los costos totales de una explotación agrípecuaria, para alquilar la máquina, etc. Para facilitar la comprensión del cálculo de costos de una máquina, a continuación se desarrolla un ejemplo:

#### Datos:

- Máquina : tractor de dos llantas de tracción con 75 bhp
- Año de compra: principios de 1987
- Valor de compra: \$ 4.500.000 = P
- valor de salvamento: 10% del valor inicial P  
 $S = 4.500.000 \times 10\% = \$ 450.000$
- h = horas de trabajo de la máquina al año = 12.000 h = 10 años.  
 $h/año = 1.200 \text{ h/año}$
- Tasa de interés anual,  $t = 30\%$

Con los datos anteriores se pide calcular: costos/h de esta máquina proyectados en el año de compra (1988) para toda la vida útil de la máquina.

#### Cálculos:

##### 1 Costos fijos

###### 1.1 Depreciación

Según la ecuación (1) se tiene:

$$D = (P - S)/L$$

$$D/a = \frac{4.500.000 - 450.000}{10} = 405.000$$

$$D/h = \frac{405.000}{1.200} = 337,50 \text{ \$/h}$$

###### 1.2 Interés sobre la inversión

Según la fórmula (2) se tiene:

$$I = (P + S)/2 \times t$$

$$I/a = \frac{(4.500.000 + 450.000)}{2} \times 0.30 = 742.500$$

$$I/h = \frac{\$ 742.500}{1.200 \text{ h}} = 618,80 \text{ \$/h}$$

###### 1.3 Garaje

Según la ecuación (3) se tiene:

$$A/a = (0,5/100) \times P$$

$$A/a = (0,5/100) \times 3.400.000 = \$ 17.000$$

$$A/h = \frac{17.000}{1.200 \text{ h}} = 14,17 \text{ \$/h}$$

Impuesto sobre la máquina

Según la ecuación (4) se tiene:

$$I_p = IA/h$$

En Colombia los impuestos anuales dependen del patrimonio. Supongamos que paga \$ 24.000 anuales por impuesto:

$$I_p/h = \frac{\$ 24.000}{1.200} = 20 \$/h$$

### 1.5 Seguros

Según la ecuación (5) se tiene:

$$S/a = (0,25/100) \times P$$

$$S/a = (0,25/100) \times 3.400.000 = 8.500$$

$$s/h = \frac{8.500}{1.200 \text{ h}} = 7,09 \$/h$$

## 2. Costos variables

### 2.1 Reparación y mantenimiento

Según la Tabla 1 se tiene que para tractores de ruedas o llantas el costo por concepto de reparación y mantenimiento por cada 100 horas de trabajo es del orden del 1,2% del valor inicial P, o sea:

$$R/h = \frac{1,2}{100} = 3.400.000/100 \text{ h} = 408 \$/h$$

### 2.2. Combustibles

Según la Tabla Técnica Nº 4, para este tractor el consumo de combustible para el 50% de potencia en la barra de tiro se calcula así: se interpola entre el 40% y 60% para motor Diesel:

Para 60% de la carga HP da 2,18 (11,04)

Para 40% de la carga HP da 1,72 ( 8,74)

Para 50% de la carga HP da el promedio, o sea el 1,95 (9,89).

Por tanto el consumo de combustible en gal/h será:

$$\text{Gal/h} = 75 \text{ HP} \times 0,5 \times 1 \text{ gal}/9,89 \text{ HPh} = 3,79 \text{ gal/h}$$

Si el valor actual del galón de acpm es de \$ 138, el costo/h de combustible será:

$$C/h = 3,79 \times 1,38 = 523,02 \$/h$$

### 2.3 Lubricantes

Según la fórmula (7) se tiene:

$$CL/h = 0,15 \text{ C/h} \text{ ó sea: } 0,15 \times 523,02 = 78,46 \$/h$$

### 2.4 Ruedas

Según la fórmula (8) se tiene:

$$CR/h = PR/Vu$$

Si el costo de compra es de \$ 8.000 las delanteras y de \$ 36.000 las traseras se tiene que:

$$PR = (8.000 \times 2) + (36.000 \times 2) = 88.000$$

Si el juego de llantas tiene una vida útil de 4 años, o sea Vu = 4 años x 1.200 h/año = 4.800 h

$$CR/h = \frac{\$ 88.000}{4.800} = 18,33 \$/h$$

### 2.5 Costo por operario

Si se supone un salario mensual de \$ 30.000 del tractorista y sus prestaciones sociales legales, extelega - les, primas, seguro, vacaciones ascienden al 45% del salario básico, el costo/h como tractorista será:

$$\text{Op/h} = \frac{30.000 \times 1,45 \times 12}{1.200 \text{ h/año}} = 435 \$/h$$

### 2.6 Costos generales

Si el costo general anual de la empresa es de \$ 1.500.000 al año, solo corresponde a maquinaria equivalente al 30%: \$ 1.500.000 x 0,30 = \$ 450.000. Pero se además de este costo general al tractor le corresponde solo el 10%, entonces tiene que:

$$G/a = 450 \times 0,1 = 45.000 \quad G/h = \frac{\$ 45.000}{1.200 \text{ h}} = 37,5 \$/h$$

### 2.7 Costos administrativos

Se computan y prorratan en forma similar a los costos generales. Asumamos que el monto en \$/h es de \$ 40 para el tractor analizado:

CA/h = 40 \$/h

## 3. Costos totales

Al sumar los literales anteriores se obtiene el costo total/h para el tractor en cuestión, o sea:

Depreciación/h, D/h	\$ 337,50
Intereses/hora, I/h	618,80
Garaje/hora, G/h	14,17
Impuestos/hora, IP/h	20,00
Seguro/hora, S/h	7,09
Reparación y mantenimiento/hora, R/h	408,00
Combustible/hora, C/h	523,02
Lubricantes/hora, CL/h	78,46
Ruedas/hora, CR/h	18,33
Operario/hora, OP/h	435,00
Generales/hora, G/h	37,50
Administrativos/hora, CA/h	40,00
	<u>2.537,87</u>
Imprevistos, 3%	76,13
Costos totales/h	\$ 2.614,00

Este valor es solo aproximado por los datos asumidos en costos generales, administrativos y otros que fueron su-  
puestos.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ, A. Costos proyectados y valorización de ma-  
quinaria agrícola. VI Seminario y III Congreso de  
Ingeniería Agrícola. Medellín, Octubre, 1985. Me-  
morias. 44 p.
2. ARIAS, A. Maquinaria Agrícola. Publicación No 4. Uni-  
versidad de Nariño, Instituto Tecnológico Agríco-  
la, Pasto, 1968.
3. HUNT, D. Maquinaria Agrícola, Trad. del Inglés por  
Rodolfo Piña García. México, Limusa, 1983. 451 p.
4. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Estimación de los  
costos de funcionamiento de la maquinaria agrícola-

- 1a. Curso de Maquinaria Agrícola: Compendio No.  
9. Villavicencio, Julio 1975. pp. 15-23.
5. STONE, A. A. y GULVIN, H.A. Maquinaria Agrícola. 9a.  
ed. Trad. del inglés por José Luis Lepe. Méxi-  
co, CECSA, 1978. 693 p.



TABLA 1  
VIDA UTIL Y COSTOS DE REPARACION Y MANTENIMIENTO

	Horas de trabajo/año por obsol. años	Vida útil años	Desgaste horas	R*	% Total duran- la vida
Arado	138	15	2.000	5,4	168
Rastra de discos	133	15	2.000	7,8	150
Rastra de púas	100	20	2.000	4,8	100
Cultivadores	167	12	2.000	7,2	100
Sembrad. maíz algodón	67	15	1.000	8,4	84
Sembrad. grano fino	50	20	1.000	9,6	96
Tractores de Ruedas	670	15	10.000	1,2	120
Resolques	267	15	4.000	2,2	80

\*R : Es un factor que indica el % del precio de compra que hay que costear por reparación y mantenimiento por cada 100 horas de trabajo de la máquina (se emplea en el cálculo de costo por reparación y mantenimiento).

TABLA 2  
RENDIMIENTO DEL COMBUSTIBLE (HP/h/galon)

% máximo de la carga, HP	Gasolina	Diesel
100	1,89 (9,57)	2,54 (12,97)
80	1,70 (8,65)	2,46 (12,48)
60	1,42 (7,22)	2,18 (11,04)
40	1,11 (5,61)	1,72 (8,64)
20	0,72 (3,65)	1,19 (6,04)