

Costo de operación o uso de maquinaria agrícola ¿cómo evaluarlo?

Evaluar los costos de operación o uso de maquinaria agrícola adecuadamente es muy importante ya que en cultivos como maíz de grano, trigo, frejol o maíz silo, estos costos pueden representar desde un 30% a un 40% del costo total de producción.

I.- conceptos y aspectos metodológicos

Introducción

El uso de maquinaria agrícola y equipos de agroindustria genera costos operacionales de importancia, pues el creciente nivel tecnológico asociado a estos equipos genera mayor incidencia en la eficiencia física de las labores en los costos de producción y, por tanto, en el incremento de productividad y rentabilidad. La primera decisión a la que se ve enfrentado el productor, referido a la planificación de uso de maquinaria agrícola, es a utilizar equipos propios - y las decisiones relacionadas con inversión, crédito,

sino destacar que cualquiera sea el contexto, dada la trascendencia creciente del factor mecanización y automatización de labores en el agro, es importante calcular con razonable sencillez y precisión los costos de operación. Para ello es necesario tener un conocimiento básico de conceptos de orden económico e “interiorizar” un esquema metodológico de cálculos, previo a la valorización. Lo anterior contribuye a la interpretación más objetiva de las cifras que genera una evaluación de costos. El análisis y cálculos se referirán a la situación de uso tractor + implemento.

¿De qué factores depende el costo de uso de maquinaria?

El costo de uso u operación de cualquier maquinaria agrícola o equipo depende principalmente de cinco (5) factores o condiciones de utilización relacionados: (i) inversión inicial, (ii) intensidad de uso, (iii) mantenimiento, (iv) estado de conservación, y (v) antigüedad.

En general, cuanto mayor es la inversión inicial el costo operacional tiende a elevarse; para contrarrestarlo es importante generar con la maquinaria una intensidad de uso lo más cercana posible a su potencial, realizando, durante su vida útil, de la mejor forma posible las labores de mantenimiento y reparación, de forma tal que el estado de conservación de la maquinaria se mantenga acorde a su antigüedad. No es factible establecer un óptimo de cada uno de estos factores que asegure un costo de uso mínimo en forma permanente, pero sí es aconsejable tener claro que estos factores y su manejo inciden en el costo de uso y son la base de cualquier metodología de cálculo.

Metodología

1.- Supuestos

El primer paso es establecer o considerar explícitamente los Supuestos o criterios básicos, de orden económico y técnico, bajo los cuáles se efectuará la evaluación económica de costos y se contextualizarán y analizarán los resultados generados por ésta. En el caso de la evaluación económica de costos de uso de maquinaria los supuestos fundamentales que se



El costo de operación de un tractor está asociado a la potencia de su motor, que determinará el consumo de petróleo.

to, tipo de maquinaria, costo mantenimiento, etc., o el arrendamiento de equipos - y las decisiones respecto qué maquinaria arrendar, a quién solicitar el servicio y a qué precio. La disyuntiva anterior podría no tener mucha relevancia si no fuera por el hecho que, según antecedentes de los autores, la incidencia del costo operacional de maquinaria agrícola es del orden del 30% del costo de producción de maíz grano y trigo, 32% en frejol, y 40% en maíz silo.

El presente artículo no pretende “salvar” la disyuntiva de utilizar maquinaria “Propia vs. Arrien-

Investigación:

Roberto Velasco H. Ingeniero Agrónomo
Jorge González U. Ingeniero Agrónomo. M.Sc.
Investigadores INIA Quilamapu

deben tomar en cuenta son los indicados en el Cuadro 1.

2.- Estructura general del costo uso de maquinaria

El costo de uso de maquinaria queda definido por la relación aritmética siguiente:

$$CT = CV + CF$$

Donde CT es el costo total de uso de una maquinaria agrícola determinada, para un período de tiempo dado, y bajo los supuestos señalados en el Cuadro 1. El CT está constituido por dos grandes áreas o tipos de costo, y es el resultado de las suma

dentro de cierto rango de escala (tamaño empresa) y tiempo (temporada agrícola).

3.- Descripción y cálculo costo uso de maquinaria Costos Variables

Mantenimiento (M) y Reparación (R)

El uso de la maquinaria o equipo genera su desgaste físico o mecánico, el que debe ser compensado o mitigado con una adecuada mantención y reparación a objeto de que funcione normalmente. La asignación de valores de costo es compleja, pero depende de los cinco factores des-

critos anteriormente. Sin embargo, atendiendo a ésta complejidad y para facilitar los cálculos y mejorar la precisión de asignación o determinación del valor de cada ítem de costo por Mantenimiento y Reparación, profesionales especialistas en la materia han desarrollado metodologías que han podido ser integra-

das y resumidas en términos de proporción o porcentaje, denominados Coeficientes MR, respecto del valor inicial de la maquinaria.

Los Coeficientes MR suponen un nivel o intensidad de uso normal de la maquinaria, en conformidad a las potencialidades y especificaciones de capacidad de trabajo que indica el fabricante. No se incluye el costo generado por la obligatoriedad de realizar reparaciones y mantención adicional por operación negligente y/o maltrato de la misma. Los Coeficientes MR se especifican en el Cuadro 2.

Ejemplo: ¿Cuál es el costo de mantención y reparación por hora de uso de un tractor cuyo valor inicial o de inver-

Cuadro 1.- Supuestos económicos y técnicos de una evaluación de costo de uso de maquinaria agrícola.

Precios	Utilizar precios de un mes o período definido del año que no correspondan a un plazo mayor a una temporada agrícola o año calendario.
IVA	No considerar IVA. No es costo operacional, sólo un impuesto que se va transfiriendo en cada transacción comercial hasta que el Fisco lo recauda.
Uso Eficiente	Considerar los requerimientos físicos, de tiempo, y humanos de un uso eficiente de la maquinaria en términos de sus capacidades y potencialidades
Mantenimiento	Considerar un adecuado nivel de mantención y reparaciones, según recomendaciones de fabricación
Vida Útil y Consumos	Corroborar siempre los rangos o valores reales de vida útil, consumo de combustible y lubricantes, y rendimiento de trabajo.
Traslado	Costo traslado a potrero: considerarlo o no dependerá de cada condición (distancia, duración jornada, autopropulsión o tiro, tiro tres puntas, etc.)

del total de los Costos Variables (CV) incurridos, más el total de Costos Fijos (CF) asociado al uso de maquinaria.

Los Costos Variables (CV) son aquellos costos asociados a gasto de dinero, que se generan sólo en la medida que la maquinaria esté usándose, y cuya magnitud está relacionada directamente con el nivel o exigencia de utilización dado. Típicamente son ítems de labores, insumos e imprevistos.

El Costo Fijo (CF) es el costo, asociado o no a gasto de dinero, relacionado con la utilización de maquinaria y que no cambia directamente con las variaciones del nivel o cantidad de utilización de la misma,



obtenga un **ALTO RENDIMIENTO** en época invernal.

BALLICA HIBRIDA DE ROTACION CORTA GALAXY

- Rápido cubrimiento de suelo y elevada relación hoja/tallo.
- Persistencia mejorada, llegando a 3 años con alto rendimiento y excelente calidad de forraje.
- Tolerante a heladas y nieve, excelente producción durante primavera y verano.

SG 2000
Expertos en semillas

Semillas Generación 2000 Ltda.
Carlos Sanhueza 035, Cajón • Fono: (45) 222120, Temuco
www.sg-2000.com

Cuadro 2.- Coeficiente de Mantenimiento y Reparación (MR) de maquinarias y equipos. Cifras en porcentaje (%) sobre el Valor Inicial (VI) de la maquinaria

Coeficiente de Mantenimiento/Reparación (%)	
Tractores	0,0125
Arados	0,035
Carro 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 descarga lateral	0,040
Rastras	0,040
Sembradoras	0,060
Cosechadora automotriz	0,009
Germinator	0,035

Fuente: Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción.

sión fue de \$23.000.000?

Este costo se calcula aplicando la relación aritmética siguiente:

Costo Mantenimiento y Reparación = Valor inicial * Coeficiente MR

En este caso:

Costo Mantenimiento y Reparación = \$23.000.000 * 0,0125% = \$2.875/hora

3.1.2- Consumo de Combustible, Lubricantes y Filtros

La metodología de valorización es sencilla, y dice relación con asignar el precio real obtenido en mercado o, si no se posee o recuerda exactamente, es factible usar un valor aproximado o promedio del existente en el período de evaluación en la zona o localidad de la empresa agropecuaria, al valor físico de consumo o gasto por hora del insumo respectivo. Según información técnica disponible, a continuación se señalan valores de consumo o gasto tractor acorde a lo recomendado normalmente por fabricantes y/o distribuidores de maquinaria agrícola.

Petróleo: Se estima un consumo promedio de 0,16 litros/hora por cada HP de potencia del tractor o maquinaria. Es decir, un tractor de 65 HP tiene un consumo aproximado de $65 \times 0,16 = 10,4$ litros/hora uso, a un precio de \$400/lt da un costo de \$4.160/hora.

Aceite de motor: Se considera un cambio cada 200 horas de trabajo; lo anterior implica un gasto de 8 lt.

Para la cantidad de horas uso señalada, deben agregarse 2 litros adicionales por efecto "releno". Lo anterior, genera un consumo promedio de 0,05 litros/hora uso. Ejemplo: $\$1.100/\text{lt} * 0,05 \text{ lt/hora} = \$55/\text{hora}$.

Aceite de Caja de Cambios y Diferencial: Se considera un consumo de 28 litros cada 1.000 horas de trabajo, lo que genera un consumo medio de 0,028 litros/hora uso. Ejemplo: $\$1.400/\text{lt} * 0,028 \text{ lt/hora} = \$39/\text{hora}$

Grasa: Se estima un consumo de 5 kg de grasa por cada 1.000 horas de trabajo, lo que genera un consumo de 0,005 kg/hora uso. Ejemplo: $\$1.550/\text{kg} * 0,005 \text{ kg/hora} = \$7,75/\text{hora}$.

Filtro de Aceite: Se recomienda su cambio cada 200 horas de trabajo. Es decir hay un desgaste de filtro de aceite equivalente a 0,002 partes/hora uso. Ejemplo: $\$3.000/\text{filtro} * 0,002 \text{ partes/hora} = \$6/\text{hora}$.

Filtro de Combustible: Se considera su cambio cada 500 horas de trabajo. Es decir hay un desgaste de filtro de combustible equivalente a 0,005 partes/hora uso. Ejemplo: $\$3.500 \text{ filtro} * 0,005/\text{hora} = \$17,5/\text{hora}$.

Filtro Hidráulico: El cambio de esta pieza debe realizarse cada 1.000 horas de trabajo. Es decir hay un desgaste de filtro hidráulico equivalente a 0,001 partes/hora uso. Ejemplo: $\$8.000 \text{ filtro} * 0,001/\text{hora} = \$8/\text{hora}$.

3.1.3- Mano de Obra

En este ítem sólo se ha considerado el costo del operador del tractor, sin incluir el personal adicional para el uso de los diferentes equipos complementarios. El costo de este operador, dado que es o debería ser personal capacitado y especializado, es normalmente superior al costo de una Jornada Hombre (JH) en la región; sin embargo, dada la heterogeneidad de situaciones y al efecto oferta-demanda del "recurso" operador, no es factible ni tiene sentido "fijar" un precio (costo) determinado, pero para efectos orientadores y en base a antecedentes de los autores, valorizar en 1,5 veces el costo por hora de operador es un valor promedio razonable. El costo hora del operador resultará de dividir por ocho (8 horas) el costo de la jornada. Ejemplo: si $JH = \$5.000$, entonces el costo hora operario resulta ser $[\$5.000 \times 1,5]/8 = \$938/\text{hora}$.

3.1.4. Imprevistos

Es un gasto que representa un “colchón de seguridad” ante eventualidades normales que eleven el presupuesto o costo estimado o planificado. Algunas situaciones imprevistas típicas son incremento del precio de los combustibles y lubricantes, error en estimaciones de horas de trabajo, distancias a recorrer no contempladas, averías y mantenimientos menores adicionales, etc. Como es un gasto incierto, no es factible conocer con precisión su valor, por ello un criterio razonable y frecuentemente usado es incrementar en un 3% el costo, tomando como base de cálculo el costo variable, previo imprevisto.

Costo Fijo

3.2.1-Depreciación

Corresponde a la pérdida de valor económico de la maquinaria por obsolescencia (el “paso del tiempo” ó antigüedad) y, también, por el nivel o intensidad de uso de la misma (desgaste). Es decir la depreciación en el caso de la maquinaria genera costos de orden fijo y algunos de tipo variable; sin embargo, para efectos metodológicos será clasificado, como es considerado universalmente, como costo fijo (CF). Existen métodos de complejidad diversa para el cálculo de la depreciación, tales como: lineal o directa, acelerada y retardada. Dado el propósito orientador del presente artículo se describirá y aplicará la depreciación lineal, de acuerdo a la siguiente relación aritmética:

Depreciación Lineal = $(VI - VF)/\text{Vida Útil}$

Donde VI es el Valor Inicial de la maquinaria o implemento que se está depreciando, y corresponde al valor nominal de compra de la maquinaria o equipo puesto proveedor. Si la maquinaria adquirida ya es muy antigua y se encuentra “técnicamente” depreciada, se sugiere no cargar este ítem de costo al costo

total por uso o utilización de la maquinaria.

Por su parte VF es el Valor Final de la maquinaria o implemento que se está depreciando y corresponde al valor residual de la maquinaria o equipo una vez terminada su vida útil. También puede estimarse el VF por el valor libro del ejercicio contable de la empresa. Para efectos metodológicos una magnitud de valorización de un 10% del valor inicial es frecuente y adecuada. Es decir, si se determinó, por ejemplo, un VI de \$12.500.000, el VF tendrá una cifra equivalente a \$1.250.000.

La Vida Útil es el período expresado en años y/o en horas, en que una maquinaria o implemento puede ser utilizada. Pueden existir, sin embargo, algunas variaciones entre la vida útil estimada o recomendada y la realmente alcanzada según sea el grado de mantención y reparación.

En consecuencia, la Depreciación Lineal se expresa como un costo fijo por año u hora de uso.

Ejemplo:

VI = \$9.000.000; VF = \$900.000; Vida Útil = 10 años o 17.600 horas

Luego:

Depreciación Lineal Anual = $[9.000.000 - 900.000]/10 = \$810.000/\text{año}$

Depreciación Lineal Hora Uso = $[9.000.000 - 900.000]/17.600 = \$460/\text{hora}$

3.2.2.- Seguro Anual

Es un costo que ocurre independientemente del nivel de uso de la maquinaria. Metodológicamente se calcula aplicando un porcentaje (%) sobre el valor de mercado promedio de la maquinaria o implemento asegurable. El valor promedio sobre el cual se aplicará posteriormente un porcentaje, se determina mediante la relación aritmética siguiente:

$$\text{Valor Promedio} = \frac{VI + VF}{2}$$



Insuperable Baytril® Max

El antiinfectivo de dosis única



Donde VI es el Valor Inicial y VF es el Valor Final de la maquinaria o equipo asegurable, y son los mismos calculados y aplicados para determinar la depreciación.

Es razonable y coherente con los parámetros de la Industria de Seguros aplicar un porcentaje en torno al 2% al valor promedio obtenido. El porcentaje, lógicamente, puede variar de acuerdo al mercado de seguros.

Ejemplo:

VI = 9.000.000; VF = 900.000; Porcentaje: 2%

Luego:

Valor Promedio: $[9.000.000 + 900.000]/2 = \$4.950.000$

Costo Seguro Anual: $\$4.950.000 \times 2\% = \99.000

3.2.3.- Interés Promedio Anual al Capital

Es un costo, no gasto, ineludible e independiente del nivel de uso de la maquinaria. Se define como un costo equivalente a la utilidad bancaria (interés) o dinero que se deja de percibir por tener un capital inmovilizado en la forma del activo “maquinaria”, y no en el sistema bancario o financiero. Para el cálculo del interés, éste se expresa como un porcentaje (%) del valor promedio de la maquinaria o equipo, según la relación aritmética siguiente, que igual que en el caso del costo de seguro anual, considera el valor promedio del activo maquinaria:

$$I = t * \frac{[VI + VF]}{2}$$

Donde I es el Interés Promedio Anual al Capital; t es la Tasa de Interés Real Anual bancaria expresada decimalmente (se recomienda que el agricultor o prestador de servicio de maquinaria consulte en la banca el interés real anual que aplica dicha entidad para colocaciones de dinero); VI es el Valor Inicial y VF, el Valor Final del activo maquinaria. Ejemplo: al valor promedio de la maquinaria \$4.950.000 se le aplica una tasa bancaria de 3% anual; entonces

$$I = \$4.950.000 * 0,03 = \$148.000/año$$

A fin de “diluir” el costo fijo anual para expresarlo en un concepto de costo/hora de acuerdo a la intensidad de uso de una maquinaria o equipo, éste debe ser dividido por el número de horas efectivamente trabajadas en el año, o una estimación de aquellas. De este modo, el nivel de uso anual que se dé a una maquinaria durante el período de un año, incidirá en el costo total por hora.

4.- Resumen metodológico

El Cuadro 3 resume los ítems ha considerar para el cálculo de costo uso de maquinaria (tractor + implemento). Recordar que siempre debe considerar y definir los supuestos bajo los cuales se realiza el cálculo y se analizan las cifras de costo generadas.

En la segunda parte del presente artículo se presentarán ejemplos simples de aplicación de la metodología de cálculo de costos de operación.

Cuadro 3.- Resumen metodológico para el cálculo del Costo Total de Uso Maquinaria Agrícola.

Cuadro 3.- Resumen metodológico para el cálculo del Costo Total de Uso Maquinaria Agrícola.				
	Etapas de la metodología	Tipo de costo	Items según tipo de costo	Sub-ítems de costo
1º	Definir o considerar los supuestos			
2º	Costo total uso maquinaria Costo variable (cv) + Costo fijo (cf)	Costo variable (CV)	Mantenimiento y reparaciones	
			Combustible, lubricantes, filtros	Petróleo
				Aceite motor
				Aceite caja y diferencial
				Grasa
				Filtro aceite
				Filtro combustible
		Filtro hidráulico		
		Costo fijo (CF)	Mano de obra	
			Depreciación	
Seguro				
			Interés al capital	