



**Serie Didáctica No. 5**  
**Estación Experimental**  
**“Santa Catalina”**  
**Mayo – 1988**

***Gilberto Orbe C.***  
***Gonzalo Plaza R.***

---

**CONSIDERACIONES BASICAS**  
**PARA LA SELECCION DE**  
**MAQUINARIA AGRICOLA**

---



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

1988

## CONSIDERACIONES BASICAS PARA LA SELECCION DE MAQUINARIA AGRICOLA

*Gilberto Orbe C. \**  
*Gonzalo Plaza R. \*\**

### INTRODUCCION

La mecanización es uno de los factores generalmente incluidos en el conjunto de recomendaciones para la tecnificación de la agricultura, y su empleo adecuado representa un aporte importante al incremento de la producción agrícola.

El Ecuador, al igual que otros países en desarrollo, requiere de la importación de maquinaria y equipos agrícolas para desarrollar en mejor forma sus recursos de producción.

Lamentablemente, la adquisición de maquinaria se ha venido realizando sin considerar aspectos técnicos básicos, lo que ha incidido negativamente en la obtención de la máxima eficiencia de trabajo y costo de la maquinaria.

El Departamento de Ingeniería Agrícola del INIAP, con el afán de ayudar al agricultor para que su inversión en maquinaria sea la adecuada; presenta esta guía basada en el análisis de los siguientes factores:

1. Necesidad de Maquinaria Agrícola
2. Tipos de Capacidad de la Maquinaria
3. Costo de compra, operación y mantenimiento
4. Marca y garantía de los concesionarios

---

\* Ing. Agr. Jefe Departamento de Ingeniería Agrícola. EESC.

\*\* Ing. Agr. Técnico del Departamento de Ingeniería Agrícola

## **1. Necesidad de Maquinaria Agrícola**

Para analizar este factor se debe considerar:

### **1.1 El Tamaño de la Finca**

Se refiere a la cantidad de trabajo mecanizable que tendrá que desarrollar la maquinaria e implementos, basándose en la clase de cultivos a que se dedique la propiedad y/o se piense implantar. Se debe considerar que cada cultivo demanda de diferentes operaciones, ya sean de labranza, siembra, control de malezas, aplicaciones de fitosanitarios, cosecha, transporte, etc.

### **1.2. Alternativa de comprar o alquilar maquinaria agrícola**

El agricultor deberá seleccionar la alternativa más conveniente para su explotación. El ser propietario de equipo agrícola permite realizar las operaciones de campo en la época y tiempo oportuno, además de garantizarle un trabajo satisfactorio. Sin embargo, si no se dispone de suficiente trabajo, el costo por hectárea puede ser demasiado alto, tal vez, más caro que el que importaría si se rentara la maquinaria.

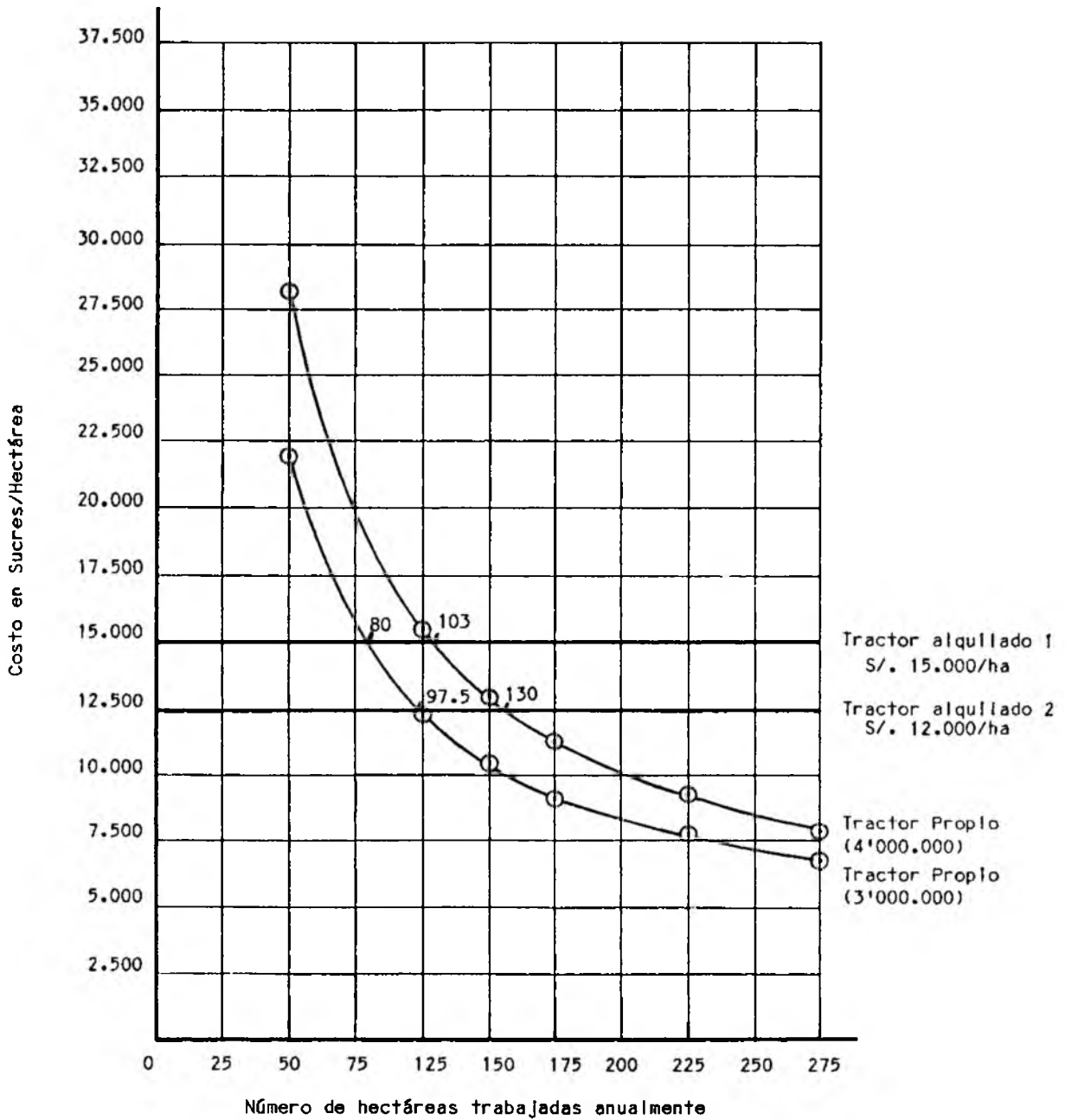
Para una mejor ilustración, a continuación se grafican varias situaciones que reflejan lo que puede costar la preparación del terreno (arado y rastra) de acuerdo al número de hectáreas, cuando se es propietario o alquilado.

En el gráfico No. 1, se puede observar que el costo de preparación del suelo en el caso de alquilar la maquinaria se mantiene fijo independientemente del número de hectáreas que se tengan que trabajar. Comparando estas cifras al costo de la misma labor con un tractor de 80 HP propio, justificaría su adquisición cuando se disponga de una superficie no menor de 103 has, que es donde se intercepta la curva (tractor propio-tractor alquilado). A medida que se aumenta el número de hectáreas el costo va siendo menor en relación al alquilado.

Esto es solo un ejemplo de la forma en que se puede llegar a determinar cuando conviene comprar o alquilar maquinaria, por lo que los datos no necesariamente concuerdan con los costos de actualidad.

Es importante considerar además otras labores adicionales que puede realizar el tractor tales como: transporte, bombeo para riego, labores de cultivo, etc. Lo que justifica su adquisición aún con menor número de hectáreas. Finalmente, es necesario tomar en cuenta el mantenimiento de las maquinarias, el mismo que aumenta la vida útil del tractor, disminuyendo así los costos por año o viceversa. Ejemplo del cálculo de costos de maquinaria se detallan en el punto 3.

GRAFICO 1. COSTO DE LA PREPARACION DEL SUELO EN S/./HA CON DOS TIPOS DE TRACTOR EN FUNCION DEL NUMERO DE HECTAREAS TRABAJADAS ANUALMENTE, Y DEL EQUIPO AGRICOLA PROPIO O RENTADO.



## **2. Tipo y Capacidad de la Maquinaria Agrícola**

Es necesario considerar los siguientes puntos:

### **2.1. Topografía, altitud y condiciones del suelo**

La configuración de la superficie del suelo influye en la selección de maquinaria, así en condiciones difíciles y terrenos muy accidentados, ha tenido éxito la utilización de tractores de oruga, los que por su baja altura sobre la superficie del suelo y su estabilidad no presentan mayores riesgos para el operador.

En suelos sueltos, arenosos, arcillosos, húmedos y de topografía variable los tractores de doble transmisión (tracción en las 4 ruedas) desarrollan un trabajo aceptable. Bajo condiciones normales de suelos agrícolas el tractor convencional (tracción en las dos ruedas) es el de mayor uso.

Las condiciones de suelo y tipo de cultivo demandan que el agricultor seleccione equipo especial en los tractores. Tal es el caso de la labor de fanguero, previa a la siembra de arroz, que requiere del acople de ruedas de jaula. En suelos arcillosos y húmedos es necesaria la utilización de puntas metálicas extensibles a los lados de las llantas o a su vez la utilización de la semioruga. Estos sistemas ayudan a mejorar la tracción y flotación en áreas difíciles de laboreo.

La altitud tiene un efecto directo en la capacidad y rendimiento de la maquinaria. El Departamento de Ingeniería Agrícola del INIAP, llevó a cabo determinadas pruebas con el fin de comprobar la pérdida de potencia a diferentes altitudes sobre el nivel del mar, encontrándose que por cada 1.000 m de altura snm. , existe una pérdida del 10<sup>0</sup>o, factor que influye directamente sobre el rendimiento.

Como ejemplo citaremos que un tractor de 100 HP rendiría solamente 63.3 HP a 3.700 msnm. Por lo que es necesario considerar la zona de trabajo para corregir este factor, adquiriendo maquinaria equipada con compensadores de potencia (Turbocargador).

### **2.2. Capacidad de la maquinaria agrícola**

Se la define como el índice de rendimiento de una maquinaria generalmente evaluada en términos de cantidad de trabajo y tiempo: Existen tres métodos para medir este factor:

#### **a. Capacidad en el campo**

Se refiere a la maquinaria utilizada en la preparación de suelo y cultivo, generalmente expresada en hectáreas por hora y está determinada por la velocidad y ancho de trabajo.

b. **Capacidad de material**

Se refiere a maquinaria de cosecha y su rendimiento se expresa en kilogramos por hora o tonelada/hora.

c. **Capacidad de rendimiento total**

Es un término que significa básicamente lo mismo que capacidad de material, sumándose a esto el rendimiento total de kilos por hora, más el resto de material de desecho de un cultivo.

Estas consideraciones son las más importantes para seleccionar, manejar y combinar adecuadamente la maquinaria para las necesidades de la finca.

### **2.3. *Potencia de la maquinaria agrícola***

Este factor analiza el tamaño y tipo de máquinas, de manera que las operaciones en el campo puedan realizarse por un mínimo costo. Consecuentemente, si la potencia del tractor es grande con relación a la demanda por los implementos y suelo, los costos para realizar determinada labor serán elevados. En cambio, si los implementos seleccionados son demasiado grandes para la potencia desarrollada por el tractor, la calidad y/o cantidad de trabajo se verá disminuida o el tractor sufrirá una sobrecarga que provocará daños y averías de altos costos.

Lo expuesto demuestra la importancia que tiene combinar adecuadamente la potencia del tractor en relación al tamaño del implemento. Por lo que es necesario considerar las diferentes clases de potencia que desarrolla el tractor:

#### **2.3.1. *Potencia al volante***

Definida como la potencia que el motor puede desarrollar sin alteraciones. Esta cifra es parcialmente útil para obtener el tamaño correcto de los motores, especialmente en casos específicos, cuando se desea trabajar con motores estacionarios para bombas de irrigación, rectificadores, etc.

#### **2.3.2. *Potencia a la toma de fuerza***

Es la potencia medida al eje de la toma de fuerza, siendo ésta disminuida en un 6<sup>o</sup>/o en relación a la potencia al volante por algunos factores, tales como: diseño del motor, transmisión, fricción, sistema hidráulico, etc.

#### **2.3.3. *Potencia a la barra de tiro***

Es una medida de potencia de tracción del motor mediante las orugas y neumáticos. Esta se encuentra afectada por la superficie y condición del suelo, tipo de enganche, velocidad de avance, tamaño y superficie del área de contacto del neumático, contrapesos, etc; disminuyendo la potencia

hasta un 13.5%, debiéndose además agregar el 6% del acápite anterior.

#### 2.3.4. Resistencia del suelo a las máquinas

Los requerimientos de potencia para trabajar con un arado en un tipo de suelo arenoso son completamente diferentes a los necesitados para trabajar en un suelo arcilloso, cambiando aún sus valores, dependiendo de la humedad del suelo al momento de realizar la labor.

En la tabla siguiente se indica la resistencia de diferentes tipos de suelo a la labor de arada.

- Suelo Arenoso	3 lbs/pulg. <sup>2</sup>
- Suelo Areno-Limoso	3- 4 lbs/pulg. <sup>2</sup>
- Suelo Limoso	5- 7 lbs/pulg. <sup>2</sup>
- Suelo Limo-arcilloso	6- 8 lbs/pulg. <sup>2</sup>
- Suelo Arcilloso	10-15 lbs/pulg. <sup>2</sup>

Además, es importante conocer la condición del suelo en el que se va a trabajar. En estudios realizados en el Departamento de Ingeniería Agrícola se obtuvieron los siguientes valores:

POTENCIA PROMEDIO (EN  $\text{HP/m}^2$ ) REQUERIDA POR DIFERENTES IMPLEMENTOS DE TRES CONDICIONES DE UN SUELO ARCILLOSO.

IMPLEMENTO	POTRERO	BARBECHO	RASTROJO
Arado de vertedera	0.69	0.65	0.56
Arado de discos	0.73	0.46	0.56
Arado de cincel	0.83	0.30	0.48
Arado rotativo	2.02	1.98	2.02
Arado topo	0.32	0.20	0.27
Rastra	0.62	0.60	0.36

### 3. Costo de Compra, Operación y Mantenimiento de Maquinaria Agrícola

Los costos de las diferentes labores agrícolas, dependen exclusivamente de la intensidad de trabajo (horas/año) de los equipos, y para su cálculo se debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

#### 3.1. Costos Fijos

Son aquellos que intervienen independientemente de la intensidad con que trabaja la máquina, estos incluyen:

##### 3.1.1. Depreciación

Es una función de los años de vida útil de la maquinaria. Existen diferentes métodos de obtener este valor pero la depreciación lineal es la más utilizada, y su fórmula es:

$$\text{Depreciación Anual} = \frac{\text{Costo Inicial} - \text{Valor Residual}}{\text{Años de Vida útil}}$$

$$\text{Depreciación por Hora} = \frac{\text{Depreciación anual}}{\text{Horas de uso por año}}$$

Costo Inicial: Precio de compra de la máquina

Valor Residual: El 10<sup>o</sup>/o del costo inicial para máquinas e implementos y 20<sup>o</sup>/o para tractores.

Años de Vida Util: Depende exclusivamente de la intensidad de uso de la maquinaria, como término medio se estima 10 años.

##### 3.1.2. Interés sobre la inversión

En toda inversión es necesario reconocer el interés al capital, que varía de acuerdo a los concesionarios, actualmente se estima que este valor es 31<sup>o</sup>/o anual.



**Primero se calcula la inversión promedio que es igual a :**

$$\frac{\text{Costo Inicial} + \text{Valor Residual}}{2}$$

$$\text{Interés Anual} = \text{Inversión Promedio} \times \text{Tasa de Interés.}$$

$$\text{Interés por hora} = \frac{\text{Interés Anual}}{\text{Horas de uso anual}}$$

### **3.1.3. *Mantenimiento y Reparaciones***

Se refiere al cuidado, tanto de prevención como de reparación de daños de la maquinaria, si se desea que la máquina funcione adecuadamente, conservando su seguridad y eficiencia de trabajo.

Este costo es difícil de estimar con precisión, sin embargo, resultados de muchos años de experiencia e investigación estiman entre 40<sup>o</sup>/o y 50<sup>o</sup>/o del costo inicial de la maquinaria, para una vida útil de 10 años.

Se debe incluir almacenaje y seguro, como rubros que protejan los bienes adquiridos y el riesgo de inversión.

## **3.2. *Costos Variables***

### **3.2.1. *Combustible y lubricantes***

Los costos producidos por gasto de combustible y lubricantes se convierten en el porcentaje más grande de los costos anuales de la maquinaria. Dependerá del tipo de combustible y la cantidad de tiempo de uso anual del tractor o la máquina.

Una práctica importante en el manejo de maquinaria es conservar combustible cada vez que sea posible. Esto puede representar significativos ahorros en los costos de operación.

### **3.2.2. *Mano de O'ra***

Se refiere a los operadores de maquinaria agrícola cuyo valor de contratación varía en el país de acuerdo a la zona. Para calcular este rubro es necesario conocer el monto total de salario anual que percibe el operador y dividirlo para el número de horas que trabajó la máquina.

#### **4. Marca y Garantía de los Concesionarios**

Este factor se encuentra afectado por la introducción de tractores y equipos de infinidad de marcas y fabricantes, que por falta de una política oficial de control y pruebas, dificulta seleccionar modelos y tipos de maquinaria apta para las condiciones topográficas del país.

El agricultor para seleccionar la marca adecuada deberá considerar las siguientes garantías y servicios de la casa comercial.

- a. Que sea una marca reconocida y garantizada a nivel nacional.
- b. Respalda con un completo stock de repuestos y accesorios.
- c. Disponibilidad de talleres mecánicos y personal técnico especializado para mantenimiento oportuno y reparaciones garantizadas.
- d. Factibilidad de entrenamiento en manejo y operación de la maquinaria agrícola seleccionada.

Además, debe considerar las experiencias de vecinos de la zona que posean tractores de la marca seleccionada.

Una vez analizados todos estos factores y si la decisión final del agricultor es adquirir maquinaria, necesitará administrar adecuadamente su operación para aumentar sus beneficios.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. *BOWERS, W. (1977)* .Fundamentos de funcionamiento de Maquinaria. Manejo de maquinaria. Copyright—Deere Company, Moline, Illinois, E. U. A.
2. *RODRIGUEZ, L. (1977)* . Requerimientos de potencia para implementos de Labranza. Tesis de Grado. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
3. *ASHBURNER, J. Y SIMS, B. (1984)*. Elementos de diseño del tractor y herramientas de labranza. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
4. *CULPIN, C. (1975)*. Profitable Farm Mechanization. London, Great Britain.
5. *STONE, A. y GULVIN H. (1978)*. Maquinaria Agrícola. México D.F.
6. *SIMS, B y VERA, V. (1980)* . Pérdida de potencia de un tractor al trabajar a diferentes altitudes sobre el nivel del mar. Boletín Técnico No. 24. Departamento de Ingeniería Agrícola INIAP. Quito, Ecuador.
7. *SCHWARTS, M. (1974)*. Cuando se justifica la mecanización. Publicación Miscelánea No. 17. Departamento de Economía Agrícola INIAP. Quito, Ecuador.
8. *SIMS, B. ZAMBRANO, J. y ORBE, G. (1980)*. Comparación de tres métodos de cosecha en el cultivo de papa. Boletín Técnico No. 20. Departamento Ingeniería Agrícola—INIAP. Quito, Ecuador.
9. *ZAMBRANO, J. (1977)*. Importancia de la mecanización agrícola. Departamento Ingeniería Agrícola—INIAP. Quito, Ecuador.

A N E X O No. 1

COSTOS FIJOS DE LA MAQUINARIA

EQUIPO	COSTO INICIAL	VALOR RESIDUAL	TASA DE MANTENIMIENTO	TASA DE INTERES ANUAL	AÑOS DE VIDA UTIL	DEPRECIACION ANUAL	INTERES ANUAL	MANTENIMIENTO ANUAL	COSTO FIJO TOTAL ANUAL
1 Tractor doble transmisión 80 HP con arado y rastra.	4'000.000	800.000	50 <sup>o</sup> /o	31 <sup>o</sup> /o	10	320.000	744.000	200.000	1'264.000
2 Tractor convencional de 60 HP	3'000.000	600.000	50 <sup>o</sup> /o	31 <sup>o</sup> /o	10	240.000	558.000	150.000	948.000

Costos Variables por hora

Mano de Obra (Tractorista)	S/. 180.00
Combustible (2.5 galones de diesel/h)	137.50
Lubricantes y otros	50.00
	367.50

\* El costo por hora se calcula asumiendo que el tractor trabaja 1.000 horas anuales y prepara (arado y rastra) una hectárea en 8 horas.

A N E X O No. 2

COSTOS POR HECTAREA EN SUCRES

NÚMERO DE HECTAREAS PARADAS ANUALMENTE	HORAS DE TRABAJO ANUAL*	TRACTOR DE 80 HP	TRACTOR DE 60 HP	ALQUILER
50	400	28.220	21.900	Varía de una zona a otra, entre 12.500 y 15.000 sucres, pero es fija para cualquier número de hectáreas.
100	800	15.580	12.420	
125	1.000	13.052	10.524	
150	1.200	11.366.4	9.620	
200	1.600	9.260	7.680	
250	2.000	7.996	6.732	

\* Se calculan dividiendo los costos fijos anuales para el número de horas más los costos variables por hora.

**PRODUCCION:**  
**DEPARTAMENTO DE COMUNICACION SOCIAL**  
**Y RELACIONES PUBLICAS DEL INIAP**  
Casilla 2600 - Quito - Ecuador  
Junio, 1988  
Serie Didáctica No. 5  
MFE.