

# **MAQUINARIAS 2007: modelo de análisis del equipo de labranza y siembra para empresas agropecuarias<sup>1</sup>.**

**Ana María Cursack  
Mariana Travadelo  
María Isabel Castignani  
Oscar Osan  
Marta Suero**

*Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral,  
Esperanza, Argentina*

## **Resumen**

*El trabajo presenta un modelo de análisis del equipo de labranza y siembra de empresas agropecuarias que posibilita calcular el costo operativo de tractores e implementos. Su uso permite concluir acerca de la conveniencia de la disposición del equipo propio, calcular el punto de equilibrio frente a la alternativa de contratar el servicio de labranza y evaluar nuevas estrategias de uso para mejorar la eficiencia del recurso Maquinaria.*

## **Palabras Clave**

Maquinaria de labranza y siembra – costo operativo – análisis

## **Introducción**

La maquinaria en empresas agropecuarias tiene una participación importante el capital total de la empresa, pudiendo variar según la integración de actividades. Frecuentemente, las explotaciones agrícolas cuentan con un parque de maquinarias extenso y de mayor magnitud que los establecimientos ganaderos de carne o leche. Por la indivisibilidad de los equipos, es uno de los recursos que presenta frecuentemente deseconomías de tamaño. A ello contribuye la tendencia de aumento en la capacidad de los equipos en pos de aumentar la productividad del trabajo y maximizar la superficie atendida según tipo y estacionalidad de labores [1].

La incidencia de la maquinaria sobre los resultados de la empresa se da a través de las amortizaciones, gastos directos como combustible, mantenimiento, reparaciones y mano de obra entre otros. La falta de adecuación entre el equipo de labranza disponible y el uso que de él se hace, supone mayores costos y erosión del resultado final. Capacidades operativas sobredimensionadas generan menores costos variables (operativos) de labores pero mayores costos fijos (derivados de la inversión) [2].

La aplicación de modelos informáticos para las decisiones relativas a la maquinaria y la pertinencia de su existencia en la empresa en función del uso que de ella se haga, contribuyen a mejorar los resultados de la empresa a partir de la toma de decisiones sobre bases racionales.

---

<sup>1</sup> Realizado en el marco del Proyecto PICTO UNL N° 36053.

El objetivo de este trabajo es poner a disposición de asesores de explotaciones agropecuarias un software de fácil acceso que permite analizar cada componente del sistema de labranza, desde la integralidad de la empresa.

### Elementos del Trabajo y Metodología

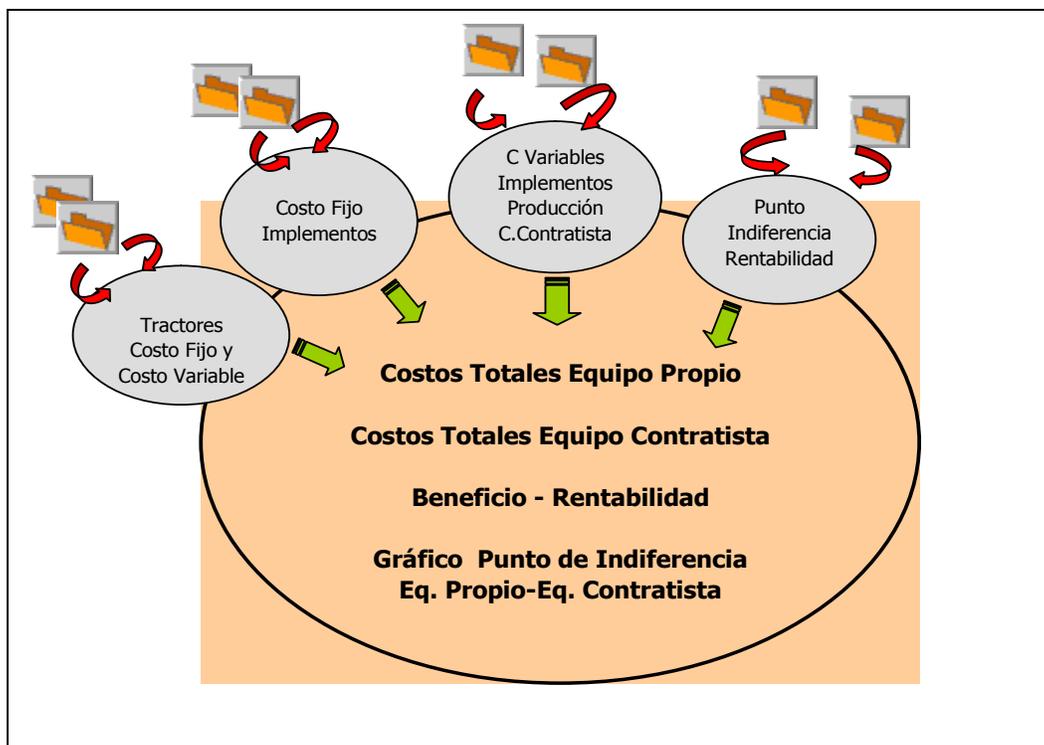
El modelo MAQUINARIAS 2007<sup>2</sup> está desarrollado sobre planilla de cálculo Microsoft Office Excel 2003, desde una lógica que entiende al sistema de labranzas como un centro proveedor de servicios dentro de la organización.

La metodología para el análisis de rentabilidad del equipo propio corresponde a las propuestas realizada por [3], [4], [5], y [6] donde se calculan los costos totales del equipo propio (CTep) y los costos totales del contratista (CTcc), el beneficio y rentabilidad del equipo propio y el punto de indiferencia (PI). Para el cálculo de los CTep se desagregan los Costos Fijos (CF) y los Costos Variables (CV) asumiendo como variable independiente al Uso anual (UA) expresado en has sembradas por año.

A su vez se discriminan los costos de los tractores propios durante su vida útil y como obsoletos si superaron su vida económica aceptada pero aún proveen algunos servicios menores en la empresa.

La Figura 1 presenta la arquitectura del modelo que se alimenta a partir de datos propios de la empresa, provenientes de registros o de información del empresario.

Figura 1: Arquitectura del modelo MAQUINARIAS 2007



<sup>2</sup> Dirección Nacional de Derechos de Autor. CESSI Expediente N° 627187

Con relación a los supuestos adoptados en las estimaciones de costos, se destacan el método de depreciación y de estimación de los gastos de conservación y reparación de los equipos.

El método de depreciación implica refiere a la forma en que se distribuye el valor a depreciar entre los diferentes períodos de su vida útil. El valor a depreciar es la diferencia entre el Valor a Nuevo (VN) o precio de adquisición y el Valor Residual Pasivo (VRP) de la máquina y la forma funcional adoptada es la lineal. La mayor ventaja es su simpleza de cálculo, pero que ignora la depreciación más rápida que ocurre en los primeros años de vida de la máquina [7]. Otros métodos más complejos para calcular la depreciación, reflejan con mayor exactitud la realidad económica vigente en la agricultura, son el método de la Suma de los Años Dígitos (AD) y el de Balance Decreciente (BD).

Los gastos de conservación y reparación se estiman a través de un coeficiente que se aplica al VN. Dicho coeficiente de gastos de conservación y reparación (CGCR) se define como la relación entre el gasto medio horario de reparación y lubricación de una máquina a lo largo de su vida útil y su valor a nuevo [3]. En ello también se adopta una función lineal aunque numerosos trabajos sugieren expresiones diferentes. Frank [8] identifica a la función potencial como la de mayor poder explicativo. También es necesario considerar que los cambios de precios relativos es posiblemente la fuente más importante de la variación de los CGCR [9]. Por ello se recomienda la permanente actualización de dichos coeficientes [10].

Como las depreciaciones anuales disminuyen y los gastos de conservación y reparación aumentan a lo largo de la vida útil, se han adoptado funciones lineales en ambos casos, ya que numerosos estudios en el país señalan que no se producen diferencias significativas en los costos estimativos de la maquinaria [3], [10].

Finalmente, para los cálculos de rentabilidad del equipo, se asume como ingreso el costo de oportunidad externo (COE) de los servicios de la maquinaria demandados en el ciclo en estudio; para ello se valorizan dichos servicios con los costos de labores contratadas en el área en estudio.

El modelo se conduce a través de macros en una secuencia ordenada y amigable a los distintos módulos donde la formulación se encuentra protegida y oculta; la carga de datos se habilita en celdas desprotegidas y diferenciadas de color.

## **Resultados**

La palabra MAQUINARIAS se incorpora a la barra de herramientas principal desplegándose tres opciones (Costo operativo de los tractores, Costo operativo de la Maquinaria y Resultados) que posibilitan acceder a las distintas secciones del programa, según se muestra en la Figura 2. Las celdas coloreadas son las que debe cargar el usuario del modelo.

La primera opción, Costo Operativo de los tractores, permite el cálculo de los Costos Fijos (CF) y los Costos Variables (CV) tanto de tractores en uso como obsoletos. La variable independiente adoptada es el uso anual a partir de la cual se estima el punto de igualación que indica el uso anual a partir del cual la amortización del equipo pasa de ser un CF a un CV. Los datos solicitados refieren a valores, parámetros y coeficientes requeridos en las estimaciones y cálculos.

Figura 2: Despliegue del Menú MAQUINARIAS y de la Opción Costo Operativo de los Tractores

The screenshot shows the 'MAQUINARIAS' menu with three options: '1. COSTO OPERATIVO de los TRACTORES', '2. COSTO OPERATIVO de MAQUINARIAS', and '3. RESULTADOS'. The spreadsheet below is titled '1. COSTO OPERATIVO DE LOS TRACTORES' and includes a sub-header 'TRACTORES OBSOLETOS'.

1. DATOS	TRACTOR 1	TRACTOR 2	TRACTOR 3	TRACTOR 4	TRACTOR 5	TRACTOR 6 *
45 Valor a Nuevo (\$)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46 Duración (años)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47 Duración (horas)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48 Edad (años)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
49 C.G.C.y R. (l/hora)	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
50 Consumo (lt/HP/hora)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
51 Potencia (HP)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52 Valor Residual Pasivo (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53 Mano de obra (\$/hora)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
54 Precio gasoil (\$/l)	0.00					
55 Interes (%)	0.0					
56 Costo UTA Contratista (lt gasoil)	0.0					
57 2. PUNTO DE IGUALACION	0.0	0.0	0.0	0.0		
58 Total hs trabajadas tractores 1-6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
59 % de hs trabajadas a cada tractor	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
60 Uso anual de c/tractor (hs/año)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
61 3. COSTO OPERATIVO						
62 COSTOS FIJOS	\$/año	\$/año	\$/año	\$/año	\$/año	\$/año
63 Amortización	0	0	0	0	0	0
64 Interes	0	0	0	0	0	0
65 Total COSTOS FIJOS	0	0	0	0	0	0
66 Total Costo Fijo PONDERADO	0					
67 COSTO VARIABLE MEDIO	\$/hora	\$/hora	\$/hora	\$/hora	\$/hora	\$/hora
68 Mano de obra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
69 Combustible	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
70 Gastos Conservación y Reparación	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
71 Amortización	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
72 Total COSTO VARIABLE MEDIO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
73 C.V.MEDIO PONDERADO (\$/hora)	0.0					
74						
75						
76						

\*En el caso de los tractores obsoletos en el YN debe cargarse el YRACI y en Duración en años debe cargarse la duración futura probable

Se obtienen en esta etapa, los CF, el CF ponderado según uso anual por tractor en el caso de contar con más de uno, los Costos Variables Medios (CVM) y el CVM ponderado.

La segunda opción, Costo Operativo de maquinarias, a su vez se bifurca en Costos fijos y variables de los implementos (Figura 3) y Costos variables de las labores (Figura 4, en el cual se incorporan los costos de tracción y se lleva la expresión del costo a la unidad de superficie en vez de la unidad de tiempo.

A partir de la superficie anual trabajada y los costos de labores de terceros se determina el Ingreso de la Empresa Maquinarias que no es otra cosa el Costo Total de las labores realizadas en caso de ser contratadas.

Si bien el modelo detalla una amplia lista de implementos, tiene la posibilidad de agregar aquellas que particularmente caractericen a la empresa en estudio y no se hayan listado.

Cabe recordar que el modelo se aplica estrictamente al análisis económico de equipos de labranza y siembra, a fin de permitir el análisis desagregado de este tipo de labor de la maquinaria.

Figura 3: Costo Operativo de Maquinarias – Costos fijos y variables de los implementos

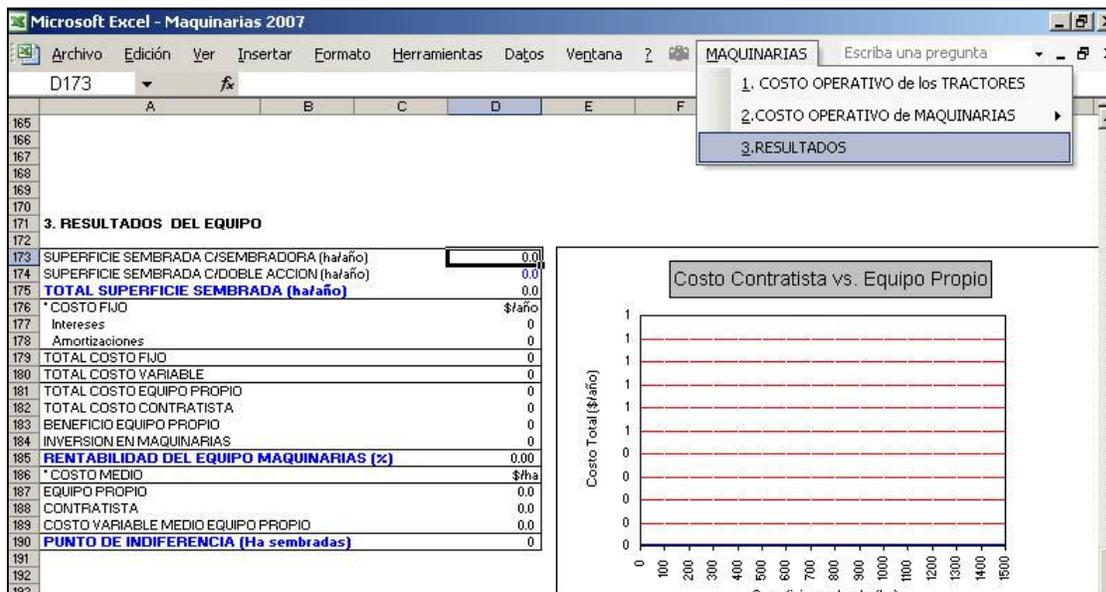
MAQUINARIA	CANTIDAD	V.N. (\$)	V.R.P. (COEF)	V.R.P. (\$)	CAP.INVER. (\$)	DURACION (AÑOS)	COSTOS FIJOS		CGMR (\$/H)	CVMmaq (\$/H)
							AMORTIZ.	INTERES		
ARADO REJAS	0.0	0.0	0.10	0	0.0	15	0	0	0.00025	0.00
ARADO DISCOS	0.0	0.0	0.10	0	0.0	15	0	0	0.00025	0.00
CANCEL	0.0	0.0	0.10	0	0.0	15	0	0	0.00025	0.00
RASTRA DISCOS	0.0	0.0	0.00	0	0.0	15	0	0	0.00012	0.00
RASTRA EXCENTRICO	0.0	0.0	0.10	0	0.0	20	0	0	0.00010	0.00
DESENCONTRADA	0.0	0.0	0.10	0	0.0	15	0	0	0.00015	0.00
RASTRA DIENTES	0.0	0.0	0.10	0	0.0	20	0	0	0.00015	0.00
RASTRA ROTATIVA	0.0	0.0	0.10	0	0.0	20	0	0	0.00007	0.00
VIBROCULTIVADOR	0.0	0.0	0.00	0	0.0	15	0	0	0.00023	0.00

Figura 4: Costo Operativo de Maquinarias – Costos Variables de las labores.

MAQUINARIA	CVMmaq (\$/H)	CVMPtr (\$/H)	CVMlb (\$/H)	T.OPERAT (H/ha)	CVMlb (\$/ha)	COSTOS VARIABLES DE LAS LABORES			
						Producción (ha/año)	Uso anual (hs/año)	Coef. UTA	C.CONTR. (\$/ha)
ARADO REJAS	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	1.00	0.0
ARADO DISCOS	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.95	0.0
CANCEL	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	1.00	0.0
RASTRA DISCOS	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.60	0.0
RASTRA EXCENTRICO	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.90	0.0
DESENCONTRADA	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.70	0.0
RASTRA DIENTES	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.25	0.0
RASTRA ROTATIVA	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.30	0.0
VIBROCULTIVADOR	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.45	0.0
ROLO	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.30	0.0
SEMBRADORA	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.50	0.0
SEMBRADORA G.F.	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.60	0.0
SEMBRADORA G.G.	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.60	0.0
SEMBRADORA S.D.	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	1.25	0.0
.....	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.50	0.0
.....	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0	0.0	0.25	0.0

Finalmente, el tercer módulo permite el cálculo del beneficio del equipo, expresado como la diferencia entre el Costo de Oportunidad Externo o costo labores contratadas y los Costos Operativos del equipo propio. Relacionando el Beneficio obtenido con el capital invertido en maquinarias se determina la Rentabilidad del equipo. En una simple aproximación a un punto de quiebre, el punto de indiferencia se determina como la relación entre los Costos Fijos anuales y la Contribución Marginal (Costo del contratista menos Costo Variable Medio). Ese valor expresa el uso anual del equipo a partir del cual se justifica contar con equipo propio. Con los valores cargados en la situación en estudio, se completa el gráfico correspondiente. Se presenta en la Figura 5.

Figura 5: Resultados del equipo de labranza.



El modelo ha sido, por más de quince años, ampliamente validado en numerosas instancias de capacitación a profesionales, alumnos de grado y de postgrado que lo aplican en su labor de asesoramiento agroeconómico. Sus sugerencias han permitido las sucesivas adecuaciones introducidas.

## Discusión

Una mejora en la gestión del recurso comprometido en maquinarias posibilita una reducción de costos o un aumento de la producción de los equipos, aspectos redundan mejores resultados globales. Este software potencia el desempeño de los profesionales facilitando el análisis de este aspecto de importancia en las explotaciones agropecuarias. Particularmente permite un adecuado análisis del dimensionamiento de equipos pues permite contrastar la conveniencia de disminuir costos variables medios derivados de los aumentos de capacidad, con los incrementos en costos fijos generados por la mayor inversión. También es de utilidad en la evaluación de alternativas de compra o contratación de labores, o en la estimación del uso anual necesario para justificar la presencia de equipos en la empresa. Esto es de interés cuando además de los servicios de la maquinaria en la propia empresa, se evalúa la posibilidad de realizar servicios a terceros, diluyendo costos fijos y generando demanda de mano de obra.

Un avance en el diseño de este modelo podría enfocarse a partir de la misma metodología, en el desarrollo de nuevas configuraciones de equipos o el costo operativo para equipos de contratistas rurales.

## Referencias

- [1] Dawns, H.W., R. W. Hansen. 2005. Large Tractor Operations: Fallacies and Facts. Farm Ranch Series 5005. Colorado State University Coop Extension.
- [2] Edwards, W., 2002. Estimating Farm Machinery Costs. Ag Decision Maker A3-29. Iowa State University Extension.
- Donato de Cobo, L. y A. Fuica, 2000. Ajuste del coeficiente de gastos de conservación y reparaciones del tractor agrícola. En: Avances en Ingeniería Agrícola. Facultad de Agronomía, UBA. 686 p.
- [3] Frank, R.G. 1977. Costos y administración de la maquinaria agrícola. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 385 p.
- [4] Regúnaga, M. 1994. Análisis de los Resultados de la Empresa. DAR No. 23. FA - UBA
- [5] Kay, R. 1986. Administración Agrícola y Ganadera. Planeación, Control e Implementación, Continental, México.
- [6] Martínez Ferrario, E. 1995. Estrategia y Administración agropecuaria. Buenos Aires, Troquel. 647 p.
- [7] Witney, B. 1995. Choosing and using farm machines. Land Technology, Edinburgh, Scotland. pp. 129-204.
- [8] Frank, L., 2005. El coeficiente de gastos de conservación y reparación de las máquinas agrícolas en función de su edad y potencia. Rev. RIA, 34 (1): 111-128. ISSN edición impresa 0325-8718, ISSN edición en línea 1669-2314.
- [9] Frank, R. y L. Frank, 2003. El ajuste de los gastos de conservación y reparaciones de las maquinarias agrícolas ante cambios de la relación de precios. Rev. Fac. Agr. 23(1):71 -75.
- [10] López Roudergue M.E, y E.J. Hetz, 1998. Efectos del Uso Anual y del Método de Depreciación sobre los Costos Fijos de Operación de un Tractor, Sembradora Cero Labranza y Cosechadora de Granos. Agro sur, 1998, vol.26, no.2, p.63-69. ISSN 0304-8802

**Datos de Contacto:**

*María Isabel Castignani Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Litoral. Kreder 2805. (3080) Esperanza. Santa Fe. mcastign@fca.unl.edu.ar*