

REVISIÓN DEL COEFICIENTE DE GASTOS DE CONSERVACIÓN Y REPARACIÓN DE COSECHADORAS DE CAÑA DE AZÚCAR Y ALGODÓN EN ARGENTINA

Luis Frank¹

RESUMO

Neste trabalho foi calculado o coeficiente de gastos da conservação e reparação (CGCR) da colhedora de algodão John Deere de 4 sulcos modelo 9970 com motor 6076T de 250 HP e da colhedora de cana-de-açúcar CLAAS CC-3000 com motor Caterpillar CAT 3126 de 228 CV. Os coeficientes obtidos foram: 10,31 para a colhedora de algodão e 9,34 [$10^{-5}/h$] para a de cana-de-açúcar. Além disso, foram obtidos coeficientes parciais para diferentes idades das máquinas e foram estimados, por análises de regressão, funções de gastos marginais, os que foram utilizados para estimar desvios dos GCR e, também, para calcular intervalos de confiança para os CGCR de cada colhedora mediante simulação Monte Carlo. Finalmente, foram comparados os CGCR apresentados por outros autores, especialmente norte-americanos, com os obtidos pelo autor.

Palavras-chave: coeficiente de gastos de conservação e reparação (CGCR), maquinaria agrícola, colhedora de algodão, colhedora de cana-de-açúcar, custos.

RESUMEN

En este trabajo se calculó el coeficiente de gastos de conservación y reparación (CGCR) de una cosechadora de algodón John Deere de 4 surcos modelo 9970 con motor 6076T de 250 HP y de una cosechadora de caña de azúcar CLAAS CC-3000 con motor Caterpillar CAT 3126 de 228 CV. Los coeficientes obtenidos fueron 10,31 y 9,34 [$10^{-5}/h$] para la cosechadora de algodón y de caña respectivamente. Se obtuvieron,

¹ Ing. Agr. – MSc. INDEC. Ministerio de Economía de la República Argentina. E-mail: luisfrank@arnet.com.ar

además, coeficientes parciales a distintas edades de las máquinas, y se estimaron por análisis de regresión funciones de gastos marginales, las que se utilizaron para estimar las desviaciones de los GCR y, posteriormente, para calcular intervalos de confianza para los CGCR de cada cosechadora mediante simulación Monte Carlo. Finalmente se compararon los CGCR presentados por otros autores, especialmente norteamericanos, con los obtenidos por el autor.

Palabras clave: coeficiente de gastos de conservación y reparación, CGCR, maquinaria agrícola, cosechadoras de algodón, cosechadoras de caña de azúcar, gastos.

ABSTRACT

Coefficients of repair and lubricant expenditures (CGCR) for cotton and sugar cane harvesters (John Deere 9970 cotton harvester with a 6076T engine of 250 HP, and a CLAAS CC-3000 cane harvester with a Caterpillar CAT 3126 engine of 228 CV) were calculated. The resulting figures were 10.31 and 9.34 [$10^{-5}/h$] for the cotton and cane harvesters respectively. Coefficients at different machine ages were also figured out. Next, estimations of the standard deviations of the repair and lubricant expenditures for both harvesters were calculated by means of regression methods. This information was then used to estimate confidence intervals for the CGCRs through the known Monte Carlo simulation technique. Finally, previous CGCR values, specially from American authors, were compared with those presented in this paper.

Key words: coefficient of repair and lubricant expenditures, CGCR, farm machinery, cotton harvesters, sugar cane harvesters, agriculture.

INTRODUCCIÓN

El coeficiente de gastos de conservación y reparación (CGCR) se define como el cociente entre el gasto medio horario de conservación y reparación de una máquina (GCyR) y su valor a nuevo (Frank R., 1977), expresándose por lo tanto en $[1/h]$. El GCyR incluye todos aquellos gastos

en que se incurre al operar una máquina siguiendo las recomendaciones de uso del fabricante. Es decir, se incluye el recambio de lubricantes, el reemplazo de partes y piezas cuya vida útil sea inferior a la de la máquina y el tiempo dedicado por el operario o el taller mecánico especializado en controlar y reemplazar las distintas piezas. No se incluyen los gastos derivados de roturas accidentales, tiempos muertos durante tareas de mantenimiento realizadas por el maquinista o durante la estadía de la máquina en taller mecánico.

En la Argentina, los CGCR de la mayoría de las máquinas agrícolas fueron calculados a partir de la década de 1960 por la Cátedra de Administración Rural de la Facultad de Agronomía –UBA. El CGCR de la cosechadora de caña de azúcar fue estimado por G. Terán (1981) del Ingenio Santa Bárbara (Prov. de Tucumán) a partir de registros contables de los gastos de mantenimiento de dos máquinas Class modelo Libertador durante una sola zafra (la estimación consideró gastos incurridos durante 1.540 horas de trabajo). El autor no especifica la edad de las máquinas estudiadas, lo que dificulta cualquier comparación con los valores obtenidos en nuestro estudio. El coeficiente estimado por Terán fue 8,23 [$10^{-5}/h$]. Existe una referencia anterior a la de Terán sobre el costo total de la cosecha mecánica de caña en abril de 1976. La información contenida en dicho costo permite calcular un CGCR para máquinas importadas² de 12,21 [$10^{-5}/h$] y de 14,37 para máquinas nacionales (Raúl Torres, 1976). No surge de los comentarios que acompañan el costo si los mismos son gastos presupuestados o si provienen de registros contables. Ambas referencias son comunicaciones personales a R. Frank (Facultad de Agronomía – UBA).

Respecto a la cosechadora de algodón, la única referencia para Argentina la proporciona Frank (1977, pág. 335; 1995, pág. 65), quien menciona un valor referencial de 30 [$10^{-5}/h$] para máquinas cosechadoras tipo “picker” de 2 surcos (no se aclara marca ni modelo) estimado a mediados de la década de 1980.

² Los valores correspondientes a máquinas importadas son el promedio simple de una máquina Class y Massey Ferguson; los valores correspondientes a máquinas nacionales son el promedio de gastos de una máquina Indal y otra Java.

La bibliografía norteamericana menciona los siguientes valores de CGCR: coschadora de algodón, 29,98 [$10^{-5}/h$] para una vida útil de 2.500 hs y sin lubricantes (Bowers, 1970 pág. 12-14 del apéndice); cosechadora de caña, 30 [$10^{-5}/h$] y cosechadora de algodón, 35 [$10^{-5}/h$] con vidas útiles estimadas en 2.500 y 2.000 hs respectivamente (Kepner, Bainer y Barger, 1980 pág. 34); cosechadora de algodón, 26 [$10^{-5}/h$] (Hunt, 1977 pág. 69; valor atribuido a Kepner); cosechadora de algodón 26,7 [$10^{-5}/h$] (Hunt, 1995, pág. 73) para una vida útil de 3.000 hs; cosechadora de caña, 12,59 [$10^{-5}/h$] y cosechadora de algodón, 10,73 [$10^{-5}/h$] (ASAE, 1989)³.

El objetivo de este artículo es calcular los CGCR para ambas cosechadoras a fin de obtener valores metodológicamente consistentes con los de otras máquinas; calcular coeficientes parciales para distintas edades de las máquinas y analizar posibles formas funcionales de los gastos de conservación y reparación a lo largo de la vida útil de cada una de ellas.

METODOLOGÍA Y RESULTADOS

Analíticamente el CGCR se obtiene mediante la expresión

$$\frac{1}{V_N} \sum_{i=1}^n \frac{p_i q_i + h_i \bar{s}}{d_i}, \text{ donde } p \text{ y } q \text{ son el precio y la cantidad de piezas a}$$

reemplazar en la reparación i respectivamente; h y \bar{s} son las horas hombre y el salario medio horario para realizar la reposición de i , d es la periodicidad de recambio de las piezas de la reparación i y V_N es el valor a nuevo de la máquina. Los valores de p , q , y d_i se obtienen de un presupuesto detallado de gastos con valores estimados de duración de cada repuesto. Las estimaciones provienen de indicaciones explícitas del Manual de Uso y Mantenimiento de la máquina y de consultas hechas a informantes calificados, normalmente Jefes de Servicio de concesionarios de venta de maquinaria agrícola. El hecho de considerar tareas de mantenimiento y reemplazos de piezas programados equivale a asignar a

³ Valores calculados según método ASAE y asumiendo 20.000 hs de vida útil para la cosechadora de caña y 10.000 hs para la cosechadora de algodón, aunque la norma asigna duraciones notablemente menores.

cada pieza una vida útil "exacta". Nuestro estudio se realizó sobre las siguientes máquinas: cosechadora de algodón John Deere de 4 surcos modelo 9970 con motor 6076T de 250 HP, y cosechadora de caña CLAAS CC-3000 con motor Caterpillar CAT 3126 de 228 CV. En el Anexo se presentan los presupuestos detallados de ambas máquinas.

La Tabla 1 muestra un detalle de la composición del gasto de conservación y reparación de las cosechadoras de caña y algodón con los items agrupados por rubros principales, y los respectivos valores a nuevo de las máquinas. El criterio de relevamiento de la información de precios utilizado fue el siguiente:

- i) se registraron precios de repuestos y lubricantes sin IVA (*) pago contado vigente en el mes de julio de 2001, así como los valores a nuevo de las máquinas en las mismas condiciones comerciales
- ii) en todos los casos se consideraron repuestos legítimos de las marcas de las cosechadoras o bien marcas de repuestos recomendadas por el fabricante
- iii) la mano de obra especializada corresponde al valor de la hora-hombre en talleres del servicio de post-venta de la marca correspondiente a cada máquina. La mano de obra de maquinista -llamada "mano de obra común" en los presupuestos- es el promedio simple del salario horario de tractorista en las provincias de Chaco y Salta para la cosechadora de algodón, y en las provincias de Jujuy, Salta y Tucumán para la cosechadora de caña, según valores estipulados por la Comisión de Trabajo Agrario y reglamentaciones de la AFIP (Administración Federal de Ingresos Públicos). La Tabla 2 contiene un detalle de los componentes del salario rural.

Los coeficientes obtenidos -en unidades de $[10^{-5}/h]$ - resultaron 9,34 y 10,31 para la cosechadora de caña de azúcar y de algodón respectivamente. Si se excluyen los lubricantes y aditivos los valores resultantes son 7,33 y 8,90 respectivamente. Recordemos que los GCyR son gastos medios horarios, es decir, es el gasto medio durante toda la vida útil de la máquina. A fin de estimar el costo total de un equipo es útil contar con coeficientes de GCyR para distintas edades de cada máquina. Para ello, se elaboró la Tabla 3 con coeficientes calculados para distintas edades (medidas en horas). La vida útil de cada máquina proviene de estimaciones hechas por los informantes consultados.

Tabla 1. Composición de gastos de conservación y reparación de las cosechadoras de caña de azúcar y algodón en [US\$/h]

Concepto	Cosechadora de caña		Cosechadora de algodón	
	[US\$/h]	[%]	[US\$/h]	[%]
Kerosene			0,0002	0,00
Lubricantes y aditivos	4,8226	21,52	3,0485	13,64
Detergentes			4,9641	22,21
Neumáticos	1,0366	4,63	1,4176	6,34
Correas y otras partes de goma	0,0609	0,27	0,2417	1,08
Abrazaderas, bulones, tuercas, etc.	0,2066	0,92		
Cadenas y sus piezas	2,4715	11,03		
Partes y piezas de motores	1,0201	4,55	0,6141	2,75
Bombas para líquidos			1,0878	4,87
Árboles de transmisión, reductores, embragues etc.	1,1958	5,34		
Filtros de aceite, combustible y aire	1,0281	4,59	0,7321	3,28
Partes del tren de cosecha	8,9651	40,01	6,3115	28,24
Baterías	0,0662	0,30	0,1205	0,54
Lámparas y fusibles	0,0143	0,06	0,0756	0,34
Servicio de taller mecánico	0,6056	2,70	2,7529	12,32
Mano de obra de maquinista	0,9162	4,09	0,9796	4,38
Total [US\$/h]	22,4097	100,00	22,3463	100,00
Valor a nuevo [US\$]	240.000		216.800	

Los CGCR de la Tabla 3 nos llevan a preguntarnos sobre qué forma poseen las funciones de gastos acumulados de ambas cosechadoras. Para responder correctamente esta pregunta se debería considerar una muestra de varias máquinas con registros contables de gastos de conservación y reparación. Recordemos que al trabajar con una máquina típica y con valores estimados de vida útil de las distintas partes y piezas no hay seguridad de que los resultados obtenidos sean insesgados. No obstante esta advertencia, se ajustaron distintas funciones a fin de verificar si los resultados obtenidos permiten sostener alguna hipótesis sobre la forma funcional de los gastos respecto de la edad de la máquina. El procedimiento seguido fue el siguiente: se construyó una serie de gastos

Tabla 2. Detalle de la composición del salario del tractorista en cuatro provincias

Concepto	Chaco	Jujuy	Salta	Tucumán
1. Salario básico del peón general				
Peón general [\$/mes]	272,0	245,0	245,0	270,1
Tractorista [\$/mes]	304,0	273,0	273,0	301,0
2. Adicionales (prorrateso anual en % sobre el salario básico)				
Aguinaldo (SAC)	8,33	8,33	8,33	8,33
Vacaciones y Feriados	6,00	6,00	6,00	6,00
Antigüedad	0,08	0,08	0,08	0,08
3. Aportes patronales efectivos [%]*	21,00	21,00	21,00	21,00
4. Aportes patronales imputados [%]				
Reserva y Despido	2,00	2,00	2,00	2,00
5. Aportes personales [%]				
Régimen Jubilatorio	11,00	11,00	11,00	11,00
Instituto de Seguridad Social (PAMI)	3,00	3,00	3,00	3,00
Obra Social (ISSARA) y Fondo de Sepelio (desde 8-1998)	4,50	4,50	4,50	4,50
6. Salario total [\$/mes]				
Peón general [25 jornales/mes]	424,01	382,00	382,00	421,13
Tractorista [22 jornales/mes]	474,24	426,09	426,09	469,31

*El decreto 814/01 unificó en 21% los aportes patronales efectivos para todos los sectores productores de bienes a partir del 1 de julio de 2001

acumulados comenzando a las 100 hs y 500 hs de trabajo de cada máquina y luego a intervalos de 1.000 hs aproximadamente, hasta el final de sus vidas útiles; luego se calcularon los cocientes incrementales $\Delta y/\Delta x$ (donde "x" es la edad medida en horas e "y" el gasto total acumulado en reparaciones), y se probaron distintas formas funcionales para $\Delta y/\Delta x=f(x)$ (formas lineal, cuadrática, exponencial, potencial y logarítmica) por ajuste mínimo cuadrático, siendo la función potencial la que presentó el mejor ajuste. Se midió el nivel de ajuste entre la función y los valores empíricos mediante el coeficiente de determinación ajustado de la regresión. El estimador mínimo cuadrático utilizado en esta etapa fue $\beta=[X^T X]^{-1} X^T Y$, donde β es la matriz de coeficientes de la regresión. Obsérvese que la matriz X e Y son matrices de x y $\Delta y/\Delta x$ transformadas a fin de linealizar las funciones elegidas.

Tabla 3. Coeficientes de gastos de conservación y reparación para distintas edades

Edad [hs]	CGCR [10^{-5} /h]	
	Cosechadora de caña	Cosechadora de algodón
1.000	7,686	4,458
2.000	7,922	8,796
3.000	8,425	8,879
3.750	8,437	
4.000		9,450
4.500		9,475
5.000	8,546	9,982
6.000	9,024	10,05
7.500	9,030	10,05
9.000		10,31
10.000	9,335	--
20.000	9,337	--

Seleccionada la función potencial, se recalcularon los coeficientes con el estimador mínimo cuadrático generalizado $\beta_{GLS} = (\mathbf{X}^T \hat{\mathbf{U}}^{-1} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \hat{\mathbf{U}}^{-1} \mathbf{Y}$, donde \mathbf{X} e \mathbf{Y} , al igual que antes, son matrices de dimensión $N \times k$ y $N \times 1$ respectivamente (para $N=11$ y $k=2$) y $\hat{\mathbf{U}}$ es la matriz de varianza-covarianza del error (ver Pindyck & Rubinfeld, 1981). Los valores de \mathbf{X} y de \mathbf{Y} son los logaritmos naturales de x y $\Delta y/\Delta x$ respectivamente. Se recurrió al estimador generalizado a fin de considerar una estructura del error heteroscedástica por las razones que se mencionan más adelante. Para el modelo homoscedástico puro –es decir, sin autocorrelación ni heteroscedasticidad en los residuos– $E(\mathbf{U}\mathbf{U}^T) = \hat{\mathbf{U}} = \sigma^2 \mathbf{I}$ donde \mathbf{I} es la matriz identidad. La matriz $\hat{\mathbf{U}}$ en su expresión general tiene la siguiente forma

$$\hat{\mathbf{U}} = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \dots & \tilde{n}_{1N} \sigma_1 \sigma_N \\ \vdots & & \vdots \\ \tilde{n}_{N1} \sigma_N \sigma_1 & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}$$

En nuestro caso suponemos $\rho_{ij}=0$, por lo cual Ω es una matriz diagonal. La matriz de varianza-covarianza de β_{GLS} es $\Sigma^2(\beta_{GLS}) = (X^T \hat{U}^{-1} X)^{-1}$. Se utilizó como estimador de σ_{ii}^2 los errores al cuadrado U_i^2 del modelo homocedástico. Como se comentó más arriba, se recurrió al estimador generalizado bajo el supuesto de una estructura de residuos heteroscedástica por dos razones: a) se asumió que la estimación de la vida útil de las distintas partes y piezas es menos precisa cuanto más infrecuente sea su recambio, en consecuencia cabe esperar que los residuos presenten mayor dispersión a lo largo de la curva; b) Hunt (1977) presenta evidencia empírica de lo antedicho para GCyR de tractores. Las Tablas 4A y 4B presentan los resultados obtenidos en esta segunda etapa.

Tabla 4A. Función transformadora de gastos marginales de la cosechadora de caña

Variable	Matriz β^*	Matriz $\Sigma(\beta)_{ii}^*$	Estadístico t^*
β_1	0,1783	0,0058	30,82
β_0	1,5576	0,0360	43,28

Tabla 4B. Función transformadora de gastos marginales de la cosechadora de algodón

Variable	Matriz β^*	Matriz $\Sigma(\beta)_{ii}^*$	Estadístico t^*
β_1	0,7486	0,0260	28,80
β_0	-3,1734	0,1589	-19,97

*significa que se trata de un estimador de la verdadera media poblacional

Las funciones calculadas corresponden a la expresión $Y_i = X_i \beta + U_i$, donde $\beta_1^* = \lambda_1$ es el exponente de la función potencial y $\beta_0^* = \ln(\lambda_0)$ es la ordenada al origen, $X_i = \ln(x_i)$ e $Y_i = \ln(\Delta y_i / \Delta x_i)$. Resolviendo la ecuación,

$$\frac{dy}{dx} = \lambda_0 x^{\lambda_1} \Rightarrow \int dy = \lambda_0 \int x^{\lambda_1} dx + C = \frac{\lambda_0}{\lambda_1 + 1} x^{\lambda_1 + 1} + C \quad \text{para } (\lambda_1 \neq -1)$$

Igualamos la constante C a cero dado que asumimos que el GCyR es nulo en una máquina sin uso. Los coeficientes λ_0 y λ_1 son 4,7475 y 0,1783 para la cosechadora de caña y 0,0419 y 0,7486 respectivamente para la cosechadora de algodón. Si estimamos los CGCR de cada máquina utilizando esta regresión obtenemos valores esperados de 9,81 [$10^{-5}/h$] y 10,08 [$10^{-5}/h$] para la cosechadora de caña y algodón respectivamente

Para estimar el intervalo de confianza de los CGCR se realizó una simulación Monte Carlo sobre los mismos⁴. Para ello, se calculó la varianza de Y_i , la que posteriormente se introdujo en la simulación de Y_i mediante la expresión $Y_i = E(Y_i) + z\sigma(Y_i)$, donde z es una variable aleatoria normalmente distribuida. Las expresiones utilizadas para calcular $\sigma^2(Y_i)$ y el CGCR son las siguientes,

$$\sigma^2(Y_i) = X_i^2 \sigma^2(\beta_1) + \sigma^2(\beta_0) + 2 X_i \sigma(\beta_1; \beta_0) + \sigma^2(U_i)$$

$$\text{CGCR} = \frac{e^{Y_i + Z_2 \sigma(Y_i)}}{1 + (\lambda_1 + z_1 \sigma_{\beta_1}) V_N} \cdot 1$$

Simulando los valores de CGCR para cada cosechadora con 1.000 repeticiones de z se obtuvieron los siguientes intervalos de confianza al 90%: cosechadora de caña, $P\{6,85 \leq \text{CGCR} [10^{-5}/h] \leq 13,96\} = 0,9$; cosechadora de algodón, $P\{4,93 \leq \text{CGCR} [10^{-5}/h] \leq 20,32\} = 0,9$. La tabla 5 contiene de los valores de probabilidad acumulada y CGCR [$10^{-5}/h$] obtenidos en la simulación.

⁴ Se estimó la varianza del error de regresión utilizando como estimador U^*i^2 ($i=1, \dots, N$), sabiendo que nuestro modelo es heteroscedástico y, por lo tanto, no es posible obtener un estimador consistente de σ_i para la edad elegida.

Tabla 5. Probabilidad acumulada de los CGCR [$10^{-5}/h$] de la cosechadora de caña y algodón

Prob.	Cosechadora de caña	Cosechadora de algodón	Prob.	Cosechadora de caña	Cosechadora de algodón
0,025	6,457	4,411	0,500	9,819	10,123
0,050	6,853	4,931	0,550	10,101	10,670
0,100	7,485	5,880	0,600	10,374	11,226
0,150	7,855	6,481	0,650	10,629	11,790
0,200	8,163	7,012	0,700	10,933	12,495
0,250	8,442	7,476	0,750	11,335	13,402
0,300	8,684	7,933	0,800	11,714	14,323
0,350	8,939	8,378	0,850	12,198	15,507
0,400	9,244	8,936	0,900	12,817	17,269
0,450	9,527	9,528	0,950	13,956	20,320

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El coeficiente de gastos de conservación y reparación de la cosechadora de caña de azúcar CLAAS CC-3000 no difiere mayormente de los estimados para la Argentina por Terán (1981) y por Torres (1976) para máquinas importadas. El valor informado por Torres para máquinas nacionales, sin embargo, excede el intervalo de confianza planteado en este estudio. Por otra parte, el CGCR de la cosechadora John Deere 9970 es notablemente menor al valor publicado por R. Frank, el cual escapa ampliamente al intervalo de confianza planteado.

La literatura norteamericana presenta una dispersión importante de valores de CGCR para estas máquinas, siendo los valores presentados por Hunt y Kepner *et al.* superiores al doble de los calculados con la norma ASAE. Esta norma establece una función de gastos acumulados del tipo potencial (similar a la de nuestro estudio) y tabula los coeficientes RF1 y RF2 para cada máquina. El gasto de conservación y reparación acumulado se obtiene mediante la expresión $P[RF1(x^{RF2})]$, donde P es el valor a nuevo de la máquina y "x" es la edad expresada en [h/1.000]. Si bien los valores calculados determinísticamente y por regresión en nuestro estudio, tanto para la cosechadora de caña como para la de algodón, son inferiores a los calculados con la norma ASAE,

estos últimos quedan incluidos en los intervalos de confianza planteados, con lo cual no podemos rechazar la hipótesis de igualdad entre ellos. Sin embargo, reiteramos que por estar nuestros coeficientes estimados con una sola máquina de cada tipo no es posible saber si los mismos son insesgados.

Los resultados de las Tablas 4A y 4B presentan evidencia para rechazar la hipótesis de gastos marginales constantes. Estos resultados preliminares también permiten asumir la hipótesis de elasticidad de gastos constante respecto de la edad de la máquina. Obsérvese también (Tabla 5) que los CGCR no poseen distribución normal, aunque esta conclusión proviene del estudio de una sola máquina de cada tipo, por lo cual más investigación es necesaria.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea agradecer al Sr. Oscar Camps del Concesionario John Deere "Andrés Parra" de Presidencia Roque Saénz Peña, Chaco, por la documentación de uso y mantenimiento de la cosechadora de algodón John Deere 9970 y las valiosas correcciones realizadas sobre el presupuesto de gastos original. Del mismo modo, el autor agradece al Ing. José Costamagna de la fábrica CLAAS en Sunchales, Santa Fe por acceder a las consultas referidas a la cosechadora CLAAS CC-3000.

Por último, se agradece especialmente al Ing. Rodolfo Frank la lectura crítica del manuscrito y las correcciones que de ella derivaron.

REFERENCIAS

- ASAE (1989): Agricultural Machinery Management. ASAE Engineering Practice: **ASAE EP391.1. ASAE Standards.**
- ASAE (1989): Agricultural Machinery Management. ASAE Data: **ASAE D230.4. ASAE Standards.**
- Bowers, W. (1970): Modern Concepts of Farm Machinery Management. Stipes Publishing Company, Champaign, Illinois.
- Frank R. (1977): Costos y administración de la maquinaria agrícola. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires.

- Frank R. (1995): Costos de la maquinaria agrícola. Cátedra de Administración Rural. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Hunt, D. (1977): Farm Power and Machinery Management. Laboratory Manual and Workbook. 7th edition. Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Hunt, D. (1995): Farm Power and Machinery Management. 9th edition. Iowa State University Press. Ames. Iowa.
- Kepner R., Bainer R. & Barger E. (1980): Principles of Farm Machinery. 3rd edition. The Avi Publishing company Inc. Westport, Connecticut.
- Pindyck, R. & Rubinfeld, D. (1981): Econometric Models and Economic Forecast. 2nd. Edition. Mc Graw-Hill, Nueva York.
- Terán, G. (1981). Carta al Ing. Agr. R. Frank de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Torres, R. (1976). Carta al Ing. Agr. R. Frank de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

* IVA = Impuesto sobre Valor Agregado.

Cuchillas de corte (2 platos de 8 cuchillas c/u)	100	16	30,5	1,0	2,24			491	4,9102
Bulones, tuercas y arandelas (2 x cuchilla) (M.O. con cuchillas)	200	32	1,29					41,3	0,2066
Piñones (2 piñones por cadena)	500	4	149	1,5	2,24			600	1,2005
Reemplazar cuchillas trozadoras:									
Cuchillas trozadoras (3 un. x 3 cuchillas x 2 rodillos)	200	18	36,2	2,0	2,24			656	3,2809
Ajustar guías de correas de la transmisión principal	2.000			1,00	2,24			2,24	0,0011
Reemplazar patines de los puntones	1.200	2	182	4,0	2,24			373	0,3112
Reemplazar puntones del cabezal de cosecha	6.000	2	1276	8,0	2,24			2569	0,4282
5. Dispositivo picador y discos cortantes									
Ajustar el sincronismo de los tambores picadores	500								
Ajustar resortes del tensor de la correa de accionamiento del ventilador	19.990			0,50	2,24	1,5	35,00	52,5	0,1050
Ajustar resortes del tensor de la correa de accionamiento del ventilador	100			0,50	2,24			1,12	0,0001
Controlar fugas del extractor de hojas de la estera	18			0,17	2,24			1,12	0,0112
Reemplazar cadenas de accionamiento de los discos cortantes	800	2	496	0,67	2,24			0,38	0,0211
Reemplazar correa de accionamiento del ventilador	5.000	1	165	0,50	2,24			993	1,2415
Reemplazar disco decogollador (posee 8 cuchillas)	2.000	8	25,5	0,33	2,24			166	0,0333
								205	0,1024
6. Esteras									
Controlar tensión de las cadenas de la estera longitudinal	10			0,25	2,24			0,56	0,0559
Controlar tensión de las cadenas de la estera transversal	10			0,25	2,24			0,56	0,0559
Lubricar las cadenas con aceite biodegradable a base de cotza	18	2	20,5	0,25	2,24			41,6	2,3103
Caja de engranajes de la estera:									
Controlar nivel de aceite	50			0,10	2,24			0,22	0,0045
Cambiar aceite	500	1	4,10	0,30	2,24			4,77	0,0095
Reemplazar cangilones	1.000	23	28,1			4,0	35,00	786	0,7862
Reemplazar cadena de transporte primaria	3.000	1	1653			3,0	35,00	1758	0,5860
7. Cajas de engranajes									
Engranaje de entrega de fuerza del motor (en modelos recientes se reemplazó por una polea y correa)	10								
Controlar el nivel de aceite	19.950								
Cambiar aceite (en rodaje)	1.000								
Cambiar aceite (MIL-L-2105B; API-GL-5-90)									
Engranajes cónicos del mecanismo de corte:									
Controlar el nivel de aceite	50			0,08	2,24			0,18	0,0036
Cambiar aceite (en rodaje)	19.960	1,6	4,10	1,00	2,24			8,80	0,0004
Cambiar aceite (MIL-L-2105B; API-GL-5-90)	1.000	1,6	4,10	1,00	2,24			8,80	0,0088
Cuchillas del mecanismo de corte/dispositivo picador									
Controlar cuchillas	10			0,25	2,24			0,56	0,0559
Engranaje del dispositivo picador:									
Controlar el nivel de aceite	50			0,10	2,24			0,22	0,0045
Cambiar aceite (en rodaje)	19.960	5,0	4,10	0,67	2,24			22,0	0,0011
Cambiar aceite (MIL-L-2105B; API-GL-5-90)	1.000	5,0	4,10	0,67	2,24			22,0	0,0220
Engranaje cilíndrico									
Controlar el nivel de aceite	50			0,10	2,24			0,22	0,0045
Cambiar aceite (en rodaje)	19.960	0,4	4,10	0,67	2,24			3,14	0,0002
Cambiar aceite (MIL-L-2105B; API-GL-5-90)	1.000	0,4	4,10	0,67	2,24			3,14	0,0031
8. Ruedas y frenos									
Controlar el nivel de líquido de frenos	50			0,10	2,24			0,22	0,0045
Controlar presión en los neumáticos	50			0,20	2,24			0,45	0,0089
Apretar tuercas y tornillos de fijación de ruedas	100			0,50	2,24			1,12	0,0112
Cambiar líquido de frenos y purgar el sistema	2.000	0,75	18,4	0,67	2,24			15,3	0,0077
Reemplazar neumáticos delanteros 620/75 R26 166 A8	6.000	2	1627	2,00	2,24			3259	0,5432
Reemplazar neumáticos traseros 14,5/75-20	3.000	2	868	1,00	2,24			1738	0,5794
9. Sistema eléctrico									
Limpia baterías y comprobar nivel de electrolito	250			0,08	2,24			0,18	0,0007
Cambiar batería (12V 142 Ah)	2.500	1	166	0,20	2,24			166	0,0665
Reemplazar faros (6 faros en total)	2.500	6	5,98	1,00	2,24			38,1	0,0152
Reemplazar parabrisas	7.500	1	4,01	0,10	2,24			4,23	0,0006
10. Equipo de aire acondicionado y cabina									
Tensar correa motriz para el compresor (en rodaje)	19.990			0,17	2,24			0,38	0,0000
Tensar correa motriz para el compresor	100			0,17	2,24			0,38	0,0038
Reemplazar correa del compresor	5.000	1	41,3	0,25	2,24			41,9	0,0084
Limpia el evaporador	500			0,17	2,24			0,38	0,0008
Controlar el condensador y limpiarlo	10			0,25	2,24			0,56	0,0559
Reemplazar el filtros secadores	2.000	4,0	41,1	0,17	2,24			165	0,0823
Limpia el filtro de aire de la cabina	1.000			0,33	2,24			0,74	0,0007
11. Otros									
Engrase completo de la máquina (grasa EP2)	18	1	4,96	1,00	2,24			7,20	0,4000
Valos a nuevo (julio-2001): \$ 240.000.-								26.862	22,34

ANEXO II

Gasto de conservación y reparación de la cosechadora John Deere 9970	Periodi- cidad [hs]	Materiales		Mano de obra común		Mano de obra especializada		Suma [€]	Gasto medio [€/h]
		[cant.]	[€]	[hs]	[€/h]	[hs]	[€/h]		
1. Motor6076T de 250 HP									
Limpia el exterior de las rejillas del radiador en ambos lados (cada descarga de canasto)	2			0,20	2,22			0,44	0,2220
Revisar aceite del motor	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Revisar nivel de refrigerante y agregar	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Revisar el filtro de combustible en busca de sedimentos y limpiar	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Controlar estado y tensión de correas	10			0,05	2,22			0,11	0,0111
Limpia filtro de aire	10			0,30	2,22			0,67	0,0666
Limpia las conexiones de la batería, si tienen corrosión	100			0,05	2,22			0,11	0,0011
Cambiar aceite del motor	250	23	3,47	0,20	2,22			80,37	0,3215
Cambiar filtro de aceite del motor	250	1	16,9	0,20	2,22			17,30	0,0692
Limpia el bloque de montaje del filtro y aplicar aceite a la empaquetadura	250			0,10	2,22			0,22	0,0009
Reemplazar filtro de aire secundario (se reemplaza 1 de los 2 a las 400 hs y el otro a las 800 hs)	400	1	89,9	0,17	2,22			90,29	0,2257
Drenar suficiente refrigerante (RE23182) del sistema de enfriamiento y añadir	600	0,5	3,85	0,30	2,22			2,48	0,0041
Cambiar filtro de combustible (AR86745)	600	1	23,6	0,10	2,22			23,86	0,0398
Cambiar trampa de agua (RE65431)	600	1	27,2	0,08	2,22			27,42	0,0457
Reemplazar filtro de aire primario (se imputa la mitad del tiempo)	800	1	40,7	0,10	2,22			40,97	0,0512
Reemplazar filtro de aire secundario (se imputa la mitad del tiempo)	800	1	89,9	0,10	2,22			90,14	0,1127
Revisar con hidrómetro la condición del anticongelante	1.000			0,03	2,22			0,07	0,0001
Controlar inyectores	1.200					4,67	30,00	140,0	0,1167
Cambiar termostatos (a los 2 años)	2.000	2,0	9,45	0,50	2,22			20,01	0,0100
Drenar suficiente refrigerante (RE23182) del sistema de enfriamiento y añadir	2.000	1,9	3,85	0,17	2,22			7,69	0,0038
Cambiar anticongelante (líquido refrigerante al 50%)	2.000	20	3,85	0,12	2,22			77,3	0,0386
Reemplazar correa del alternador	2.000	1	25,5	1,00	2,22			27,7	0,0138
Revisar el juego de los botadores de válvulas del motor	2.000					0,30	30,00	9,00	0,0045
Controlar bomba inyectora	3.000					6,00	30,00	18,0	0,0600
Reemplazar de bomba de agua (RE68316)	4.500	1	212	1,00	30,00			242	0,0539
Reemplazar inyectores (armados y calibrados)	6.000	6	140	0,67	30,00			859	0,1432
Rectificación y reparación completa de motor									
Rectificación de motor	9.000					23,0	30,00	690	0,0767
Reparación de motor	9.000					20,0	30,00	600	0,0667
Reemplazar polea de amortiguación (RE15018)	9.000	1	284					284	0,0316
Reemplazar bomba de aceite (RE63115) (opcional)	9.000	1	645					645	0,0717
Juego de juntas (RE64206)	9.000	1	271					271	0,0301
Kit de reparación del motor (RG 27921) (incluye camisa, pistón, aros, cojinetes de biela, de bancada y axial, empaquetaduras, retenes de bancada y distribución, seguros, perno de biela, tornillos de biela, bujes de biela y perno de pistón)	9.000	1	2557					2557	0,2841
2. Transmisión									
Revisar nivel de aceite hidráulico/hidroestático	10			0,10	2,22			0,22	0,0222
Revisar el nivel de fluido de la transmisión	100			0,10	2,22			0,22	0,0022
Cambiar el aceite hidroestático/hidráulico	400	62,5	2,45	0,30	2,22			154	0,3848
Cambiar filtros del aceite hidroestático/hidráulico AH128449 (filtro en la línea de aceite)	400	1	57,0	0,10	2,22			57,3	0,1432
Cambiar filtros del aceite hidroestático/hidráulico AE34494 (filtro en el tanque)	400	1	18,4	0,15	2,22			18,7	0,0468
Agregar aceite en los mandos finales (aceite GL-5 85W-140)	400	1	3,52	0,30	2,22			4,19	0,0105
Cambiar aceite de la transmisión	2.000	63	2,45	0,30	2,22			155	0,0776
Cambiar aceite de los mandos finales	2.000	5	3,52	0,30	2,22			18,3	0,0091
Reemplazar motor y de bomba hidroestática (remanufacturados)	5.000	1	5439			2,00	30,00	5499	1,0999
2. Sistema de cosecha									
Revisar y limpiar el cilindro desprendedor, los tambores, el lado interior de las puertas de aspiración y las columnas humectadoras (con cada descarga)	2			0,10	2,22			0,22	0,1110
Revisar y limpiar todas las puertas (con cada descarga)	2			0,05	2,22			0,11	0,0555
Revisar si hay algodón acumulado en el capó y limpiar	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Revisar las mangueras de reboso en busca de torceduras	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Limpia los núcleos enfriadores	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Lubrica las barras cosechadoras, engranajes solares, el tren de engranajes superiores y las pistas de leva usando el sistema de lubricación incorporado	10	8,0	1,77	0,17	2,22			14,5	1,4538
Lubrica con grasa los manguitos de las unidades cosechadoras	10			0,03	2,22			0,07	0,0067

(incorporado en el punto anterior)

Cerrar válvula, quitar el tamiz y limpiar	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Limpiar cilindros desprendedores, humectadores de púas, puertas de aspiración, tambores y partes inferiores de las unidades y detrás de las barras cosechadoras	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Limpiar alrededor de la base del cilindro trasero del canasto	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Elevar el canasto y revisar; limpiar capós del motor y del ventilador	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Lubricar con grasa los tres puntos de los cojinetes del eje elevador de unidades	10	0,2	7,94	0,05	2,22			1,70	0,1700
Lubricar los cojinetes del cilindro de descarga del cojinete	10	0,2	7,94	0,03	2,22			1,66	0,1655
Revisar tensión de la cadena transportadora del canasto	10			0,03	2,22			0,07	0,0067
Reponer líquido humectante (16 l en 1.000 l de agua)	10	16	3,10	0,33	2,22				
Reponer líquido (detergente) limpiador de los husillos (9 l en 1.000 l de agua) (se supone que se usa sólo detergente)	10	9	5,51	0,33	2,22			50,3	5,0319
Engrasar la columna inferior de desprendedores	50	0,15	7,94	0,03	2,22			1,26	0,0252
Lubricar con grasa:									
el cilindro elevador de unidades y el pasador de pivote interior	50	0,1	7,94	0,03	2,22			0,86	0,0172
cojinetes de ventilador delantero y trasero	100	0,1	7,94	0,03	2,22			0,86	0,0086
varillaje del ventilador, palanca acodada y pivote intermedio	100	0,1	7,94	0,03	2,22			0,86	0,0086
los cuatro puntos de las crucetas superior e inferior de las juntas universales del mando de unidades	100	0,2	7,94	0,03	2,22			1,66	0,0166
los dos puntos de los cojinetes exteriores del eje	100	0,1	7,94	0,03	2,22			0,86	0,0086
junta universal hidrostática	100	0,1	7,94	0,03	2,22			0,86	0,0086
los cuatro puntos de los acopladores del eje de mandos finales	100	0,2	7,94	0,03	2,22			1,66	0,0166
los cuatro puntos del tensor del elevador de unidades	100	0,2	7,94	0,03	2,22			1,66	0,0166
rodillos del bastidor de soporte de unidades (2 por cada un.)	100	0,2	7,94	0,03	2,22			1,66	0,0166
la guía, el eje y el varillaje (ocho puntos)	100	0,4	7,94	0,03	2,22			3,24	0,0324
Revisar nivel de lubricante de las cajas de engranajes y agregar	100	3,0	7,94	0,03	2,22			23,9	0,2389
Lubricar las crucetas de los ejes transversales	100	0,2	4,62	0,03	2,22			0,99	0,0099
Limpiar y/o reemplazar filtro del sistema de lubricación (filtro malla)	250	1,0		0,08	2,22			0,18	0,0007
Limpiar la grasa de la caja del cojinete y volver a llenar (1 vez al año)	1.000	3,0	7,94	0,50	2,22			24,9	0,0249
Desarmar componentes de rueda guía y limpiar con solvente; engrasar los cojinetes con grasa	1.000	0,5	0,35	0,65	2,22			1,62	0,0016
Lubricar las graseras (en cada unidad) de los cojinetes del tensor de unidad (son 2 tensores con 2 alemites c/u)	1.000	0,04	7,94	0,15	2,22			0,65	0,0007
Reemplazar:									
Correa turbina (N193822)	2.000	1	177	0,25	2,22			177	0,0886
Correa cuerpos (AN274672) (se imputa mitad del tiempo)	2.000	1	119	0,17	2,22			119	0,0596
Correa cuerpos (AN274673) (se imputa mitad del tiempo)	2.000	1	131	0,17	2,22			131	0,0657
Correa bomba engrase (M82720)	2.000	1	14,2	0,08	2,22			14,4	0,0072
Correa bomba de agua de limpieza (T10552)	2.000	1	6,36	0,08	2,22			6,54	0,0033
Correa compresor de aire (R116307)	2.000	1	9,80	0,17	2,22			10,2	0,0051
Reparación completa del tren de cosecha:									
Mano de obra:									
Escuadrar gabinete (4 unidades)	2.000					10,7	30,00	320	0,1600
Reparar y rectificar columnas de despojadores (8 un.)	2.000					3,33	30,00	100	0,0500
Reparar columna de almohadillas (8un.)	2.000					3,31	30,00	99,2	0,0496
Cambiar espinas elásticas (96 un.)	2.000					8,00	30,00	240	0,1200
Armar husillos y barra de husillos (96 un.)	2.000					32,0	30,00	960	0,4800
Armar tambores de cosecha (8 un.)	2.000					38,7	30,00	1160	0,5800
Regular altura de barra de husillos (8 un.)	2.000					15,4	30,00	462	0,2310
Recambio de buje de cuello de barra de husillo (96 un.)	2.000					39,7	30,00	1190	0,5952
Revisión y engrase de caja de escuadra (4 un.)	2.000					1,60	30,00	48,0	0,0240
Reparación válvula control de alum (4 un.)	2.000					1,11	30,00	33,2	0,0166
Repuestos:									
Espina elástica (34H251)	2.000	1,728	0,12					204	0,1022
Espina elástica (34H235)	2.000	100	0,13					12,8	0,0064
Espina elástica (34H266)	2.000	100	0,20					19,7	0,0099
Tornillos (03H1540)	2.000	60	0,20					12,0	0,0060
Tornillos (19H1813)	2.000	192	0,21					40,3	0,0202
Grasa cabezas (AH80490) (para 4 cajas de escuadra)	2.000	12,0	3,85					46,2	0,0231
Despojador (AN272152)	2.000	72	11,4					820,4	0,4102
Chaveta (H64373)	2.000	12	3,03					36,4	0,0182
Tuerca (N10213)	2.000	20	0,57					11,4	0,0057
Pivote (N112291)	2.000	96	4,91					471	0,2357
Buje husillo (N112394)	2.000	1,728	0,31					536	0,2678
Buje husillo (N113307)	2.000	1,728	0,31					536	0,2678
Retén (N119581)	2.000	96	0,71					67,8	0,0339
Retén (N119589)	2.000	96	1,99					191	0,0954
Husillo (N190332)	2.000	1,728	4,38					756,4	3,7820
Buje base (N196062)	2.000	96	3,52					338	0,1689
Guía plantas (N273162)	2.000	8	20,0					160	0,0800

Almohadilla blanca (N275607)	2.000	72	2,63					189	0,0945
Camisa barra husillo (N279372)	2.000	96	8,73					838	0,4191
Cono husillo (N279986)	2.000	1,728	0,33					567	0,2837
3. Ruedas y frenos									
Controlar nivel del líquido de freno y embrague	10			0,03	2,22			0,07	0,0073
Controlar presión de inflado de los neumáticos	10			0,30	2,22			0,67	0,0666
Apretar pernos:									
de la articulación de la dirección	100			0,03	2,22			0,07	0,0007
de las ruedas motrices	100			0,03	2,22			0,07	0,0007
de ruedas guía	100			0,03	2,22			0,07	0,0007
de las ruedas traseras motrices	100			0,03	2,22			0,07	0,0007
Lubricar los pivotes de los pedales de frenos	1.000			0,05	2,22			0,11	0,0001
Cambiar líquido de freno	2.000	0,35	2,48	0,50	2,22			1,98	0,0010
Reemplazar neumáticos traseros (rodado agrícola 900x24 10 telas 5 bandas taco R1)	2.000	2	278	1,00	2,22			558	0,2791
Reemplazar neumáticos delanteros (20.8-38 de 10 telas y taco R2)	4.000	2	2511	1,50	2,22			5025	1,2561
4. Sistema eléctrico									
Controlar las baterías	300			0,08	2,22			0,18	0,0006
Controlar motor de arranque	750					1,50	30,00	45,0	0,0600
Controlar alternador	750					1,00	30,00	30,0	0,0400
Cambiar baterías (TY6128 Batería Strong Box 190Am/H)	2.500	2	150,8	0,20	2,22			302	0,1208
Reemplazar paleta completa de fusibles	2.000	1	0,05	0,03	2,22			0,11	0,0001
Reemplazar faros:									
AF3892R unidad sellada	4.000	2	10,0	0,08	2,22			20,3	0,0051
RE25125 unidad sellada alta/baja	4.000	4	26,1	0,08	2,22			105	0,0262
AN272464 faro auxiliar	4.000	4	44,4	0,08	2,22			178	0,0444
Limpiarparabrisas	7.500	1	4,11	0,03	2,22			4,18	0,0006
5. Otros									
Limpiar pelusa y basura de motor, alternador, rotor del ventilador del algodón, frenos y transmisión	10			0,15	2,22			0,33	0,0333
Quitar pelusa de la zona del arrancador	50			0,15	2,22			0,33	0,0067

Valor a nuevo (julio-2001): \$216.800.-

37,033 22,31