



EXPLORACIÓN Y PROCESOS MECANIZADOS *OPERATION AND MECHANIZED PROCESSES*

ARTÍCULO ORIGINAL

Costos de explotación de una máquina de siembra directa

Operation costs of a machine of sowing direct

Héctor Rafael de las Cuevas Milán¹, Tomasa Rodríguez Hernández², Pedro Paneque Rondón³
y Maximino Díaz Álvarez³

RESUMEN. Como parte de las investigaciones que se llevan a cabo en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA) la evaluación de un conjunto de máquinas para la labranza conservacionista., se realizó un estudio cuyo objetivo es determinar los costos de explotación de la máquina de siembra directa SUP-PN8 modificada. Se determinaron los costos horarios (peso/h) y por unidad de área trabajada (peso/ha), contemplando los costos de salario, amortización, reparación-mantenimientos, combustible-lubricantes y semillas. Los resultados mostraron que los mayores costos horarios del conjunto, están representados por el consumo de semillas con 49.70 peso/h, siendo los costos de explotación por unidad de área trabajada de 82.15 peso/ha.

Palabras clave: evaluación, labranza conservacionista, unidad de área trabajada.

ABSTRACT. As part of researches carried out in Agricultural Mechanization Center (CEMA) about the evaluation of a group of machines for conservation tillage, a study whose objective is the operation cost determination the machine to sow direct modified SUP-PN8. The costs schedules they were determined (peso/h) and for unit of worked area (peso/ha), contemplating the wage costs, paying-off, repair - maintenances, fuel - lubricant and seeds. The results showed that the biggest costs schedules, they are represented by the consumption of seeds with a 49.70 peso/h, being the operation costs for unit of worked area of 82.15 peso/ha.

Keywords: evaluation, conservation tillage, unit of worked area.

INTRODUCCIÓN

Por lo general la preparación del suelo por el sistema convencional, consiste en araduras, pases de gradas, variando el número de cada operación, de acuerdo con el cultivo, las condiciones propias del suelo, los restos de cultivos existentes, el estado de la vegetación, el clima, los implementos que serán utilizados en las otras fases del proceso productivo, debiendo el técnico agrícola estar atento a las posibilidades disponibles de la sustitución de este por la preparación reducida, auxiliando al agricultor a economizar tiempo, energía y gastos.

El consumo energético según Santos (1993), varía en función del tipo de equipo y del número de operaciones, la mayor economía puede ser obtenida por la eliminación de algunas operaciones de la preparación del suelo.

El costo de los combustibles continúa siendo un problema

mundial en la agricultura mecanizada, llevando a los investigadores a desarrollar nuevos métodos y sistemas de cultivo, que minimicen el consumo de los mismos. Las prácticas conservacionistas de preparación del suelo contribuyen a la reducción del consumo de combustible, lubricantes, reduciendo también la erosión del suelo.

La reducción del consumo de combustible debe ser el objetivo prioritario a alcanzar para aprovechar adecuadamente la potencia disponible en el motor del tractor, (Renedo 1996). Según Paneque *et al* (2002), la Labranza Cero tiene un costo energético de sólo 52,72% del costo del Sistema Convencional y la Labranza con Cultivo Mínimo alcanza 77,52%, siendo posible ahorrar entre 1 216,51 y 578,39 MJ×ha⁻¹.

Con el uso del laboreo o labranza reducida (mínima) y cero podría reducirse la flota de tractores en más de un 35%,

Recibido 11/11/11, aprobado 12/12/12, trabajo 02/13, artículo original.

¹ M.Sc., Inv. Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana (UNAH)-CEMA, La Habana. CP: 32700, E-✉: hector@isch.edu.cu

² M.Sc., Inv. Auxiliar, CEMA

³ Dr.C. , Inv. y Prof. Titular, UNAH.

sumándose a esto los innumerables beneficios inherentes a la labranza conservacionista y que pueden resumirse en una menor degradación de los suelos y del medio ambiente (Unger y Mc Calla, 1980; FAO/INTA, 1992; Frye, 1994; Socoschi, 1993). En este sentido Crovetto (1992, 2002) ha demostrado, más allá de toda duda razonable que en Chile usando cero labranza es posible recuperar y, aún más, mejorar espectacularmente los suelos degradados y preservar el medio ambiente al mismo tiempo que aumentan los beneficios económicos que lógicamente espera todo agricultor.

Según De las Cuevas *et al.* (2005) los mayores costos de explotación por unidad de área trabajada, en la labranza reducida y cero, se encuentran relacionados con la siembra, siendo superiores a un 40% del total.

Teniendo en cuenta lo anterior el objetivo del presente trabajo, es la determinación de los costos de explotación de la máquina de siembra SUP-PN8, modificada para la siembra directa en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA)

MÉTODOS

La investigación se desarrolló entre abril y junio de 2011 en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA) de la Universidad Agraria de la Habana (UNAH).

La máquina utilizada fue la sembradora SUP-PN8, modificada por investigadores del CEMA, para la siembra directa en la agricultura de conservación (Figura 1).



FIGURA 1. Máquina SUP-PN8 modificada para la siembra directa.

Sistema automatizado utilizado

Para la determinación de los costos de explotación se utilizó el programa Costos Energéticos y de Explotación (CEE) el cual es un sistema automatizado desarrollado por De las Cuevas *et al.* (2009), el mismo permite el análisis de los datos primarios, así como la determinación de los costos de explotación de la máquina objeto de estudio.

El sistema automatizado consta de un panel de control interactivo que permite el vínculo del usuario con cada una de las partes que lo conforman. La entrada de los datos iniciales se encuentra diseñada en forma de bloques (hojas), agrupadas en las condiciones de trabajo e informaciones del conjunto

máquina - tractor, lo cual facilita su identificación.

La etapa de cálculo está diseñada también en forma de bloques (hojas), determinando primeramente la productividad del conjunto, las siguientes operaciones de cálculo contemplan la determinación de los costos por concepto de salarios, amortización, reparación-mantenimientos, combustible del conjunto máquina tractor, y semillas en peso/h, determinándose por último los costos por unidad de área trabajada (peso/ha).

Metodología para la determinación de los costos energéticos

Para la determinación de los costos de explotación, en la ejecución de las operaciones agrícolas mecanizadas, se desarrolló una metodología de cálculo a partir de la norma cubana NC 34-38 (2003). Esta metodología determina los costos de explotación en peso/h, adicionando los costos por concepto de salarios, amortización, reparación - mantenimientos y en combustible, así como los costos por unidad de área trabajada (peso/ha).

Los costos de explotación en la ejecución de las labores agrícolas mecanizadas, se representan por la expresión siguiente:

$$G_{ex} = \frac{Gd}{W} \quad (1)$$

donde:

G_{ex} - costos de explotación de la labor agrícola mecanizada, peso/ha;

Gd - costos directos de explotación de la operación agrícola mecanizada, peso/h;

W - productividad del conjunto máquina-tractor, ha/h.

$$W = 0,36 \cdot V \cdot B \cdot Ko4 \quad (2)$$

donde:

W - productividad del conjunto agrícola, ha/h;

B - ancho de trabajo de la máquina, m;

V - velocidad de trabajo, m/s;

$Ko4$ - coeficiente de utilización del tiempo del conjunto agrícola.

Los costos directos de explotación de la operación agrícola mecanizada se componen de:

$$Gd = Gs + Ga + Grm + Gc + Gp \quad (3)$$

donde:

Gs - costos por concepto de salario, peso/h;

Ga - costos por concepto de amortización, peso/h;

Grm - costos por concepto de reparaciones - mantenimientos, peso/h;

Gc - costos por concepto de consumo de combustible, peso/h.

Gp - costos por concepto de semillas utilizadas por el conjunto, peso/h.

Los costos por concepto de salario se determinan por la ecuación (4):

$$Gs = (St + (Soax \cdot Noax)) \quad (4)$$

donde:

St- salario horario del operador del conjunto máquina - tractor, peso/h;

Soax – salario horario de los obreros auxiliares que trabajan en el conjunto máquina - tractor, peso/h;

Noax – número de obreros auxiliares que trabajan en el conjunto máquina - tractor.

Los costos por concepto de amortización se determinan por la ecuación (5):

$$Ga = \left(\frac{Pt \cdot At}{Tt} + \frac{Pm \cdot Am}{Tm} \right) \quad (5)$$

donde:

Pt, Pm – precio del tractor y de la máquina agrícola respectivamente, peso;

At, Am –coeficiente de amortización del tractor y de la máquina agrícola respectivamente;

Tt, Tm– carga anual del tractor y de la máquina agrícola respectivamente; h;

Los costos por concepto de reparaciones y mantenimientos se expresan por:

$$Grm = \left(\frac{Pt \cdot Rt}{Tt} \right) + \left(\frac{Pm \cdot Rm}{Tm} \right) \quad (6)$$

donde:

Rt, Rm - coeficiente de reparación y mantenimiento del tractor y de la máquina agrícola respectivamente.

El cálculo de los costos por concepto de consumo de combustible se realiza por la expresión siguiente:

$$Gc = (Gh \cdot Bco) \quad (7)$$

donde:

Gh – consumo horario de combustible del conjunto máquina tractor, L/h;

Bco – precio del combustible consumido por el conjunto máquina tractor, peso/L.

El cálculo por concepto de producto utilizado (Gp), se determina por la siguiente ecuación:

$$Gp = Pp \cdot Q \cdot W \quad (8)$$

donde:

Pp - precio del producto utilizado, peso/kg;

Q - norma de siembra, kg/ha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestra la salida del sistema automatizado, referida a los costos de explotación del conjunto formados por el tractor MTZ-80 y la sembradora SUP-PN8, modificada para la siembra directa.

TABLA 1. Costos de explotación del conjunto formado por el tractor MTZ – 80 y la sembradora SUP–PN8 modificada

| Parámetros | U/M | Valor |
|---|---------|-------|
| Costos por concepto de salario del conjunto (Gs) | peso/h | 1.38 |
| Costos por concepto de amortización del conjunto (Ga) | peso/h | 4.91 |
| Costos por concepto de reparaciones y mantenimientos del conjunto (Grm) | peso/h | 4.00 |
| Costos por concepto de consumo de combustible del conjunto (Gc) | peso/h | 2.44 |
| Costos por concepto de semilla del conjunto (Gp) | peso/h | 49.70 |
| Costos directos de explotación del conjunto (Gd) | peso/h | 62.44 |
| Costos de explotación del conjunto (Gex) | peso/ha | 82.15 |

Como se aprecia en la Tabla 1, los costos directos de explotación (Gd) ascienden a 62,44 peso/h, con unos costos por unidad de área trabajada (Gex) de 82.15 peso/ha.

Como se observa en la Tabla 1 y Figura 2, el mayor peso de los costos directos de explotación, recae sobre los costos por concepto de semilla con 49.70 peso/h (79,61%), secundado por los costos por concepto de amortización con 4.91 peso/h representando un 7,87%, seguido por los costos por concepto de reparaciones y mantenimientos, combustible y salario con 4,0; 2,44 y 1,38 peso/h respectivamente.

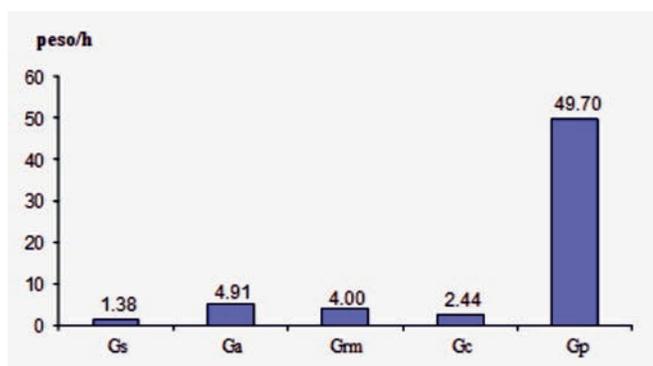


FIGURA 2. Costos de explotación del tractor MTZ - 80 y la sembradora SUP- PN8.

CONCLUSIONES

- Para el tractor MTZ-80 y la sembradora SUP-PN8 modificada, los mayores costos de explotación recaen sobre los costos de semillas (Gp) con 49.70 pesos/h.
- Los costos directos de explotación horarios (Gd) para el conjunto formados por el tractor MTZ-80 y la sembradora SUP-PN8 modificada ascienden a 62.44 peso/h.
- Los costos por unidad de área del conjunto formado por el tractor MTZ-80 y la sembradora SUP-PN8 modificada son de 82.15 peso/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CROVETTO, C.: *Rastrojos sobre el suelo; una introducción a la cero labranza*. Santiago de Chile, Ed. Universitaria, Chile, 1992.
2. CROVETTO, C.: *Cero labranza. Los rastrojos, la nutrición del suelo y su relación con la fertilidad de las plantas*, 225 pp., Concepción, Chile.2002.
3. DE LAS CUEVAS, M. H.; T. RODRÍGUEZ y P. PANEQUE: "Costos de explotación de la labranza conservacionista", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(3): 49-54, 2005.
4. DE LAS CUEVAS, H.R.; T. RODRÍGUEZ; P. PANEQUE y M.I. HERRERA: "Software para la determinación de los costos energéticos y de explotación de las máquinas agrícolas" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(2): 78-84, 2009.
5. FAO / INTA: *Manual de sistemas de labranza para América Latina*, 193pp., Boletín de Suelos de la FAO N° 66, Roma, Italia, 1992.
6. Frye, W.: *Energy requirements in no - tillage*. In: *NO - tillage agriculture*, pp. 127-151, Van Nostrand Reinhold. N. York, USA, 1984.
7. NC 34 - 38: 2007: *Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación económica*, Vig. Abril 2007.
8. PANEQUE, R. P., H. C. FERNANDES y A. D. DE OLIVEIRA: "Comparación de cuatro sistemas de labranza / siembra con relación a su costo energético", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 11 (2): 1-6, 2002.
9. RENEDO, S. B.V.: *Dinámica y mecánica de suelos*, 426pp., Madrid: Ediciones Agrotécnicas, España, 1996.
10. DOS SANTOS, J. E.G.: *Equipamiento conjugado de preparo do solo: desempenho em função da posição das hastes escarificadores, do tipo de ponteira e da rotação do rotor*, 178pp., Tese (Doutorado na Agronomia), Universidad Estadual Paulista, Botucatu: UNESP, Brasil, 1993.
11. SOCOSCHI: *II Jornadas Nacionales de Cero Labranza*, Sociedad Chilena de Conservación de Suelos. Ongolmo 716, Concepción. Chile, 1993.
12. UNGER, P. and T. M. MC CALLA: "Conservation tillage systems" *Advances in Agronomy*, 35: 1-57, 1980.



||| GIAF