



## EXPLORACIÓN Y PROCESOS MECANIZADOS OPERATION AND MECHANIZED PROCESSES

# Evaluación tecnológica y de explotación de conjuntos de máquinas en la labor de surcado para el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* (Lam) Poir)

## *Technological and operation evaluation from machines groups in the forrower for the sweet potato cultivation (Ipomoea batatas (Lam) Poir)*

Alfonso Enrique Ortiz Rodríguez<sup>1</sup>, Benjamín Gabriel Gaskins Espinosa<sup>2</sup>, Luís Raúl Parra Serrano<sup>2</sup>, Hugo Berto Vázquez Milanes<sup>1</sup>

**RESUMEN.** La utilización de conjuntos de máquinas en la labor de surcado con aperos de diferentes características constructivas influye en los índices tecnológico y de explotación de los mismos. La investigación se desarrolló en la Unidad Básica de Producción Cooperativa “El Palmar” perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios “Paquito Rosales Benítez” de Veguitas, municipio Yara, provincia de Granma, en el periodo de diciembre de 2005 a enero de 2008 (tres campañas), el método utilizado fue el analítico investigativo y la técnica de fotogrametría, con el objetivo de evaluar en la labor de surcado para el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* (Lam) Poir) en un *Fluvisol*, el comportamiento de los índices tecnológico y de explotación de los conjuntos formados por el tractor MTZ-50 con Surcador Fertilizador IIMA-BALDAN 4500 (T1), Surcador Aporcador SA-5 (T2) y SA-3 (T3). El tratamiento T1 obtuvo integralmente el mejor resultado, logrando un aprovechamiento del ancho de trabajo superior en 20 y 33%, la velocidad en 3 y 6%, el tiempo de turno en 9 y 13% y la productividad en 13 y 17%, disminuyendo los gastos totales en 20,7 y 37,0% con relación a T2 y T3 respectivamente.

**Palabras clave:** evaluación tecnológica, explotación, surcado, boniato.

**ABSTRACT.** The employment of several joints in the forrower is carried out using machine tools having different constructive characteristics what will determine the efficiency of the machine-tractor work. This research was developed in the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC) “El Palmar”, belonging to the Agricultural Enterprise Paquito Benítez Rosales, Veguitas, Yara, Granma Province (three periods), using the investigative analytic method. The study was aimed to evaluation for the cultivation of sweet potato (*Ipomoea potato* /Lam/ Poir), in a fluvial soil in the farm work of furrowing, keeping in mind the behavior of the indexes technological-workable the MTZ-50 tractor with a furrowing fertilizing implement IIMA BALDAN 4500 (T 1), the furrowing earthing up SA-5 (T2) and SA-3 (T3). The treatment T1, showed the better results, it made better use of furrow width in 21 and 33%, and the speed was higher in 3 and 6%, as well as the useful working time (in 9 and 13%). The productivity in treatment T1 was increased in 13 and 17%, on the other hand, total expenses diminished in 20,7 and 37,0% in relationship to T2 and T3 respectively.

**Keywords:** Technological evaluation, operation, forrower, sweet potato.

## INTRODUCCIÓN

Los procesos agropecuarios mecanizados exigen que los tractores y máquinas agrícolas sean sometidos constantemente a estudios e investigaciones, con el objetivo de obtener información acerca de su capacidad técnica de trabajo, índices

económicos y otras cualidades que permitan su mejor explotación. En tal sentido la preparación de suelos como proceso tecnológico agrícola, reviste una importancia capital en cualquier cultivo, en el cual intervienen diferentes labores, donde el surcado ocupa un lugar importante para la ejecución de las labores posteriores a ella. Para realizar la misma se requiere

**Recibido** 15/10/09, aprobado 31/03/10, trabajo 18/11, investigación.

<sup>1</sup> MSc., Prof., Facultad de Ingeniería, Universidad de Granma, Apdo. 21, Bayamo, Granma, Cuba. E-✉: aortizr@udg.co.cu

<sup>2</sup> Dr.C. Prof., Facultad de Ingeniería, Universidad de Granma, Apdo. 21, Bayamo, Granma, Cuba.

de un correcto estado técnico de la fuente energética, de los órganos de trabajo del apero, que el operario tenga considerable maestría; así como la correcta selección del método de movimiento del conjunto y de la forma de viraje, con lo cual se garantiza la correcta explotación de la capacidad de trabajo de los mismos (García *et al.*, 2004; Gutiérrez *et al.*, 2007)

En la actualidad, para realizar la labor de surcado, en gran medida se emplean conjuntos con aperos de tres y cinco órganos de trabajo de fabricación nacional, que son rústicos y resistentes, pero que carecen de uniformidad en las partes constructivas y presentan limitantes tales como: no copian las irregularidades del suelo, carecen de marcadores y no poseen un mecanismo que les permita combinar esta labor con la de fertilización, incidiendo en que el movimiento de los mismos se comporte inestable y sinuoso, aumente el número de pasadas de trabajo y de virajes, con el correspondiente aumento del tiempo de ejecución de la labor, influyendo estos aspectos en un inadecuado aprovechamiento del ancho y velocidad de trabajo, elevando los costos operacionales (García *et al.*, 2004a; García *et al.*, 2004b; MINAG, 2009).

Tal situación constituye una problemática a resolver en las empresas de cultivos varios del Ministerio de la Agricultura, existiendo dificultades en el aprovechamiento de los indicadores económicos, tecnológicos y de explotación de los conjuntos de máquinas que realizan la labor de surcado, por lo cual nos proponemos evaluar el comportamiento de los mismos teniendo en cuenta el trabajo de diferentes conjuntos de má-

quinas en esta labor para el cultivo del boniato en un *Fluvisol* (MINAG, 2009).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se realizó en la Empresa de Cultivos Varios “Paquito Rosales Benítez” de Veguitas, municipio de Yara, provincia de Granma, en áreas pertenecientes a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) “El Palmar”, en el período de diciembre de 2005 a enero de 2008 (tres campañas), para la plantación del cultivo del boniato variedad INIVIT B 98-9 según INIVIT (2008), con un marco de plantación de 0,90 m entre surcos, sobre un *Fluvisol* medianamente profundo, relativamente llano, con grado de residuos ligero, sin pedregosidad y sin obstáculos, con una textura Loam arcilloso, un contenido de materia orgánica de 4,0%, un índice de pH de 7 y tempero (ONE, 2006).

El diseño experimental concebido fue de bloques al azar en base a cinco repeticiones (bloques) y tres tratamientos (conjunto apero-tractor), (Figura 1). Se dispuso de una longitud de 400 m, un ancho de 50 m (franjas), para cada tratamiento, con 1 m de separación entre los mismos y a 25 m de la cabecera del campo para evitar el efecto de borde y garantizar la estabilidad y maniobrabilidad del conjunto, estableciéndose para el trabajo el segundo escalón de marcha sin reductor, según el manual del tractor MTZ-50 (Ortiz, 2010; Ortiz *et al.*, 2011).



FIGURA 1. Tratamientos evaluados en la labor de surcado: T1- Tractor MTZ-50 y Surcador Fertilizador IIMA-BALDAN 4 500; T2- Tractor MTZ-50 y Surcador Aporcador SA-5; T3- Tractor MTZ-50 y Surcador Aporcador SA-3 (NC 3463:88; NC 3449: 03; NRAG XXI y XX2: 2005).

Las variables objeto de investigación estuvieron determinadas por los principales indicadores que definen las cualidades de eficiencia económica, tecnológicos y de explotación, tales como:

- Coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo.
- Coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo.
- Coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno.
- Coeficiente de aprovechamiento de adherencia de los propulsores (patinaje).
- Productividad por hora de tiempo, ha·h<sup>-1</sup>.
- Consumo de combustible, L·h<sup>-1</sup>.
- Gastos directos de explotación, pesos·h<sup>-1</sup>.
- Gastos indirectos de explotación, pesos·h<sup>-1</sup>.
- Gastos totales de explotación, pesos·h<sup>-1</sup>.

Para realizar las observaciones y recopilación de datos utilizamos la Norma Máquinas e Implementos Agrícolas para Surcadores (NC 3463: 88), Norma Cubana del Comité Estatal de Normalización (NC 3449: 03) y las Normas Ramales de la Agricultura (NRAG XXI y XX2: 2005). Para el procesamiento de los mismos utilizamos el paquete estadístico STATISTICA 6.0 realizando un análisis de varianza; cuando se detectaron diferencias significativas aplicamos la prueba de rangos múltiples de Duncan para un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla. 1 aparece reflejado el comportamiento los indicadores, como se puede apreciar, T1 obtuvo el mejor resultado, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos, con un valor de aprovechamiento del ancho de trabajo superior en 20 y 33%, de la velocidad en 3 y 6%, del tiempo de turno en 9 y 13% y de la productividad en 13 y 37% con relación a T2 y T3. Los resultados alcanzados por T1 para el ancho de trabajo (0,98) y el tiempo de turno (0,90) son catalogados de buenos al compararlos con el rango (0,90 a 0,99) y (0,70 a 0,95) establecidos por Gonzáles (1993) y Gutiérrez *et al.* (2007) respectivamente, encontrándose muy cercanos al límite superior, así como el de la velocidad (0,94) superior a (0,82) en 12%, considerado por Jrbostov (1977).

Esto se debió a las características constructivas del apero en T1, el cual, al poseer marcadores y ruedas copiadoras de las irregularidades del terreno permitieron que el movimiento del mismo fuera estable y menos sinuoso, con una mejor adherencia de las ruedas propulsoras del tractor en el suelo, logrando disminuir las pasadas de trabajo, cantidad de virajes, tiempo en realizar los mismos y el tiempo en ejecutar la labor, combinándola a su vez con la fertilización de fondo, con un consumo de combustible de 5,34 L·ha<sup>-1</sup>, encontrándose muy cerca del límite inferior (5,10 L·ha<sup>-1</sup>) para esta labor considerado por el IIMA (2006), logrando una disminución de 4,39 y 4,81 L·ha<sup>-1</sup> en relación a T2 y T3 respectivamente.

**TABLA 1. Comportamiento de los indicadores tecnológicos y de explotación**

Indicadores	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Coefficiente del ancho de trabajo, ( $\xi B$ ).	0,98 a	0,77 b	0,65 c
Coefficiente de la velocidad de trabajo, ( $\xi V$ ).	0,94 a	0,91 b	0,88 c
Coefficiente del tiempo de turno, ( $\tau$ ).	0,90 a	0,81 b	0,77 c
Patinaje, (%).	12 a	13 b	13 b
Productividad de tiempo limpio, (ha·h <sup>-1</sup> ).	1,35 a	1,17 b	0,85 c
Consumo de combustible, (L·ha <sup>-1</sup> ).	5,34 a	9,73 b	10,15 c

Los valores seguidos de letras diferentes en una misma fila muestran diferencias significativas para un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

### Valoración económica

Está relacionada con los gastos de explotación que se incurrió en cada tratamiento, teniendo en cuenta el salario pagado al personal vinculado a la actividad realizada y el combustible consumido por los conjuntos (MINAG, 2009; Ortiz 2010).

Al observar los valores del gasto total de salario reflejados en la Tabla 2, añadiendo el gasto que se incurrió de 100,3 pesos·ha<sup>-1</sup> (según ficha de costo del cultivo del boniato) por realización de la labor de fertilización manual, el gasto total de T2 y T3, ascendió a 533.1 y 672.5 pesos·ha<sup>-1</sup> respectivamente, por lo cual el ahorro de T1 fue de 109.0 y 248.4 pesos·ha<sup>-1</sup> con respecto al segundo y tercer tratamiento reduciendo los gastos en 20,5 y 37,0%.

**TABLA 2. Gasto de salario en la labor de surcado**

Tratamientos	No. de pases de trabajo	Productividad (ha·h <sup>-1</sup> )	Tarifa salarial (pesos·h <sup>-1</sup> )	Gasto total (pesos·ha <sup>-1</sup> )
T1	22	1,35	14.28	424.11
T2	27	1,17	13.70	432.78
T3	55	0,85	12.24	572.22

Analizando los gastos por concepto de consumo de combustible en Moneda Nacional (MN) y convertible (USD) para todos los tratamientos en la Tabla 3, se aprecia que con T1 se reducen los mismos a un 45,2 y 47,4%, ahorrando 2.1 y 2.3 pesos·ha<sup>-1</sup>, así como 3.08 y 3.4 USD·ha<sup>-1</sup>, en relación a T2 y T3 respectivamente.

**TABLA 3. Gasto de combustible en la labor de surcado**

Tratamientos	Consumo (L·ha <sup>-1</sup> )	Precio (pesos·L <sup>-1</sup> )		Gasto (pesos·ha <sup>-1</sup> )	
		(MN)	(USD)	(MN)	(USD)
T1	5,34	0.48	0.70	2.56	3.73
T2	9,73	0.48	0.70	4.67	6.81
T3	10,15	0.48	0.70	4.87	7.10

En la Tabla 4 se muestran los gastos directos e indirectos de explotación de los tres tratamientos, resultando T1 el de menores gastos.

**TABLA 4. Gastos directos e indirectos de explotación**

Tratamientos	Gasto de salario (pesos·ha <sup>-1</sup> )	Gasto de combustible (pesos·ha <sup>-1</sup> )	Gastos directos (pesos·ha <sup>-1</sup> )	Gastos indirectos (pesos·ha <sup>-1</sup> )
T1	424.11	2.56	426.67	42.66
T2	533.07	4.67	537.74	53.77
T3	672.51	4.87	677.38	67.73

Al analizar los gastos totales de explotación en la labor de surcado para una hectárea de trabajo, el ahorro que se logra por T1 es de 122.2 y 275.8 pesos·ha<sup>-1</sup>, disminuyendo el gasto total en 20,7 y 37,0% con relación a T2 y T3 respectivamente.

**TABLA 5. Gastos totales de explotación**

Tratamientos	Gastos directos (pesos·ha <sup>-1</sup> )	Gastos indirectos (pesos·ha <sup>-1</sup> )	Gasto total (pesos·ha <sup>-1</sup> )
T1	426.67	42.66	469.33
T2	537.74	53.77	591.51
T3	677.38	67.73	745.11

## CONCLUSIONES

- El conjunto formado por el Tractor MTZ-50 y el Surcador Fertilizador IIMA–BALDAN 4500 (T1) obtuvo el mejor comportamiento teniendo en cuenta todos los indicadores evaluados, resultando ser la mejor variante para realizar la labor de surcado en *Fluvisol*.
- El aprovechamiento del ancho de trabajo resultó ser mejor en T1, catalogado su valor de bueno, superior a T2 y T3 en un 20 y 33% respectivamente.
- El aprovechamiento de la velocidad de trabajo para el conjunto de máquinas representado por T1 fue mejor, superior en un 3 y 6% a T2 y T3 respectivamente.

- Los resultados de la productividad por tiempo limpio en T2 y T3, son catalogados de bajos e inferiores en un 13 y 17% con relación a T1.
- El ahorro logrado por el tractor MTZ-50 y el Surcador Fertilizador IIMA-BALDAN 4500 (T1) en la labor de surcado para una hectárea de trabajo, por concepto de pago de combustible consumido y salario devengado por el personal vinculado a la labor es de 122.2 y 275.8 pesos·ha<sup>-1</sup>, disminuyendo los gastos totales en 20,7 y 37,0% con relación a T2 y T3 respectivamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GARCÍA, G. F.; O. CANO; R. OLIVA; J. GARZÓN; R. RODRÍGUEZ: “Diseño de un surcador-cultivador-fertilizador para cultivos varios”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(4): 33-33, 2004a.
- GARCÍA, G. F.; O. CANO; F. MADRIGAL; F. GONZÁLEZ; M. FERNÁNDEZ: “Evaluación en condiciones de laboratorio y de campo del Surcador-Fertilizador IIMA-BALDAN”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(4): 55-58, 2004b.
- GONZÁLEZ, V. R.: *Explotación del Parque de Maquinaria*, Ed. Félix Varela, La Habana, Cuba, 1993.
- GUTIÉRREZ, R. F.: *Fundamentos para la investigación, administración y explotación de la maquinaria agrícola*, Ed. de México S.A, Universidad Autónoma de México, México, 2007.
- IIMA: *Informe de índices de consumo de combustible y productividad para la labor de surcado*. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, Cuba, 2006.
- INIVIT: *Instructivo técnico del cultivo del boniato*, Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, Santo Domingo, Villa Clara, 2008.
- JRÓBOSTOV, N. S.: *Explotación del Parque de Máquinas y Tractores*, Ed. MIR, Moscú, 1977.
- MINAG: *Informe de Balance de Trabajo de la Delegación Provincial de la Agricultura en Granma*, Bayamo, Granma, Cuba, 2009.
- NC 3463: 88.: *Máquinas e implementos agrícolas, Surcadores*, Vig. 1988.
- NRAG XX1: *Máquinas agrícolas y forestales, Metodología para la evaluación tecnológica–explotativa*, Vig. 2005.
- NRAG XX2: *Máquinas agrícolas y forestales, Metodología para la evaluación económica*, Vig. 2005.
- ONE: *Clasificación genética de los suelos de Cuba*, Oficina Nacional de Estadística, 2006. La Habana.
- ORTIZ, R. A.: *Fundamentación del empleo de un conjunto de máquinas en la labor de surca para el cultivo del boniato (Ipomoea batatas (Lam) Poir)*, 79pp, Tesis (en opción al título de Master en Maquinaria Agrícola), Universidad de Granma, Bayamo, Cuba, 2010.
- ORTIZ, R. A.; B.G. GASKINS; L.R. PARRA; H.B. VÁZQUEZ: “Evaluación de la calidad del trabajo de aperos de labranza en la labor de surcado para el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* (Lam) Poir)”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1): 16-19, 2011.