



## EXPLORACIÓN Y PROCESOS MECANIZADOS *OPERATION AND MECHANIZED PROCESSES*

ARTÍCULO ORIGINAL

# Fundamentación de fuentes energéticas de baja potencia en casas de cultivos protegidos en Cuba

## *Fundamentation of low potence tractors in tropical greenhouses*

Luisa Villarino Fernández, Arcadio Ríos Hernández

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Reparto Abel Santa María, Boyeros, La Habana, Cuba.

### RESUMEN

Los cultivos protegidos consisten en la utilización de las llamadas “casas de tapado” que permiten la producción de hortalizas todo el año, especialmente en los meses más cálidos y de sol intenso. Esta forma de producción es importante por asegurar el suministro de hortalizas frescas de alta calidad al mercado de frontera, turismo y población. Hoy día el cultivo protegido en el mundo se reconoce como una tecnología agrícola de avanzada. Por ser el sistema de producción de cultivos protegidos relativamente nuevo y de características diferentes a la producción abierta, no existen definidos aperos, máquinas, ni tecnologías para enfrentar la ejecución de estas labores, pues la mecanización en Cuba está basada en el empleo de tractores de potencia media y alta, los que por sus características no pueden trabajar en estas instalaciones. El presente trabajo tiene por objetivo determinar el cumplimiento de las exigencias técnicas y agrotécnicas, y los indicadores tecnológico-explotativos y económicos y de los tractores de baja potencia, realizando operaciones de subsolado, roturación, cruce, mullición y acanterado. Para este trabajo se seleccionó como área experimental una casa de cultivos protegidos modelo BK-2, que está generalizada en Cuba y como fuentes energéticas representativas se emplearon los tractores Carraro y MTZ-321. Esta casa protegida fue diseñada con el propósito de obtener rendimientos alrededor de 60 t/ha de hortalizas, y está basada en túneles 540 m<sup>2</sup> ubicados en módulos que ocupan 1 ha, con el propósito de un mejor aprovechamiento del sistema de riego, la maquinaria y la energía eléctrica. Se confeccionó una metodología para realizar los experimentos basada en los Instructivos Técnicos para las investigaciones de los equipos utilizados. Los tractores con que se trabajaron eran no articulados y para ellos se calculó la franja de viraje necesaria en las casas de cultivos la cual fue de 3,84 m a 4,96 m. Como resultados se determinó que las productividades alcanzadas por los tractores MTZ-321 y Carraro son similares con cada uno de los aperos estudiados. No hay diferencias importantes entre los gastos totales de trabajo anuales, pero en cuanto a los gastos transferidos, el MTZ-321 supera al Carraro en un 33% a 50%, lo cual se debe fundamentalmente al mayor consumo de combustible y es de destacar que todos cumplieron satisfactoriamente con las exigencias agrotécnicas.

**Palabras clave:** casa de cultivo, tractor.

### ABSTRACT

Protected crops consist of the use of the so called “tropical greenhouses” that allow the production of vegetables during the whole year, mainly in the hottest months. This productive system is important, because is aimed to guarantee the supply of fresh vegetables of great quality for export, tourism and population. Today, protected crops are recognized in the world as an advanced agricultural technology. It's a relative new system, and being its characteristics are different from the production in open areas, there are no suitable implements, machines and technologies in Cuba to perform cropping activities due to the widely use of tractors of medium and high power. The objective of this paper is to determine the fulfillment of technical and agro technical requirements, including economical-managing and technological indicators of low power tractors to develop different labors such as deep tillage, ploughing, clods crushing, crossing, and soil bed forming. The experimental area chosen for this research was a covered cropping installation model BK-2 widely used in Cuba, and as an energetic source were used the Carraro and MTZ-321 tractors. The house was designed to get yields of approximately 60 ton/ha of vegetables and consists of tunnel's modules of 540 m<sup>2</sup> placed in 1 ha with the objective of making a better management of the irrigation system, machinery and electric power. A methodology was prepared for the experiment, based in the Technical normative for this kind of research. The tractors used were the non-articulated ones and for they was calculated a strip for turn off of 3,84 to 4,96 m, needed in the covered cropping houses. As results was determined that the productivity obtained by both tractors are similar with the implements used. There are no important differences between the annual labor expenses, but as regard as the transferred expenses the MTZ-321 exceed the Carraro in 33% to 50%, due to higher fuel consumption. All of them fulfilled the agrotechnical exigencies.

**Keywords:** tropical greenhouse, tractor.

## INTRODUCCIÓN

Una de las variantes de los cultivos protegidos en Cuba consiste en la utilización de las llamadas “casas de tapado” que permiten la producción de hortalizas todo el año, especialmente en los meses más cálidos y de sol intenso, bajo el efecto sombra de la radiación y los vientos. Esta forma de producción es importante por asegurar el suministro de hortalizas frescas de alta calidad al mercado de frontera, turismo y población (ONE, 2011). Hoy día el cultivo protegido en el mundo se reconoce como una tecnología agrícola de avanzada (ONU, 2003).

Por ser el sistema de producción de cultivos protegidos relativamente nuevo y de características diferentes a la producción abierta, no existen definidos aperos, máquinas, ni tecnologías para enfrentar la ejecución de las labores, pues la mecanización en Cuba está basada en el empleo de tractores de potencia media y alta, los que por sus características no pueden trabajar en estas instalaciones cerradas.

El objetivo de este trabajo fue determinar el cumplimiento de las exigencias técnicas y agrotécnicas, y los indicadores tecnológico-explotativos y económicos de los tractores de baja potencia, realizando operaciones de subsolado, roturación, cruce, mullición y acanterado.

## MÉTODOS

Se seleccionó como área experimental según se observa en la Figura 1, una casa de cultivos protegidos modelo BK-2, que fue diseñada con el propósito de obtener rendimientos alrededor de 60 t/ha de hortalizas en cada ciclo y está basada en túneles 540 m<sup>2</sup> ubicados en módulos que ocupan 1 ha (SIPI, 2005) y que se clasifican por su efecto de sombra y se encuentran cubiertas en su techo y laterales con malla. Estas casas tienen el esquema dimensional que se muestra en las Figuras 2 y 3. Se tomó como referencia esta casa por ser la más pequeña, lo que implicaría que los resultados alcanzados

en ella pueden ser empleados en la modelo BK-1 cuyas dimensiones son 800 m<sup>2</sup>. El área de muestreo dentro de la casa se realiza de modo aleatorio.

Se determinaron las características técnicas de los tractores que debían trabajar en estas casas en base al espacio disponible en ellas y la selección de los aperos en base a la potencia de los tractores seleccionados, empleándose como fuentes energéticas representativas los tractores Carraro y MTZ-321 y como aperos el subsolador Desmo 3J, el Multiarado M-140 y el Rotoacanterador RTM-1400.

Se calculó la franja de viraje necesaria en las casas de cultivos y se determinaron los indicadores técnico-explotativos. Se emplearon las metodologías establecidas para la determinación de las condiciones de ensayo según las normas cubanas (IIMA, MINAG, 2009) y criterios comparativos entre las mismas, especialmente el ahorro de combustible, costo de explotación y cumplimiento de las exigencias técnicas y agrotécnicas, (De las Cuevas *et al.*, 2005).



FIGURA 1. Casa de cultivo protegido tipología BK-2.

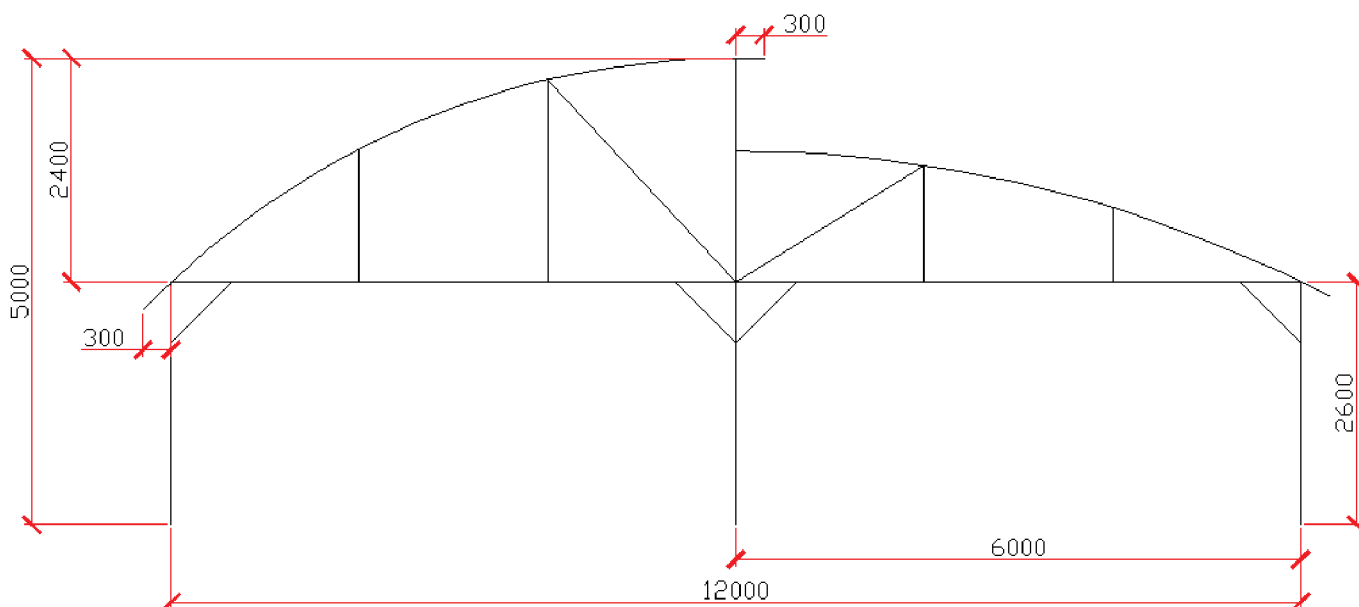


FIGURA 2. Casa BK-2 de 540 m<sup>2</sup>:12 m x 45 m.

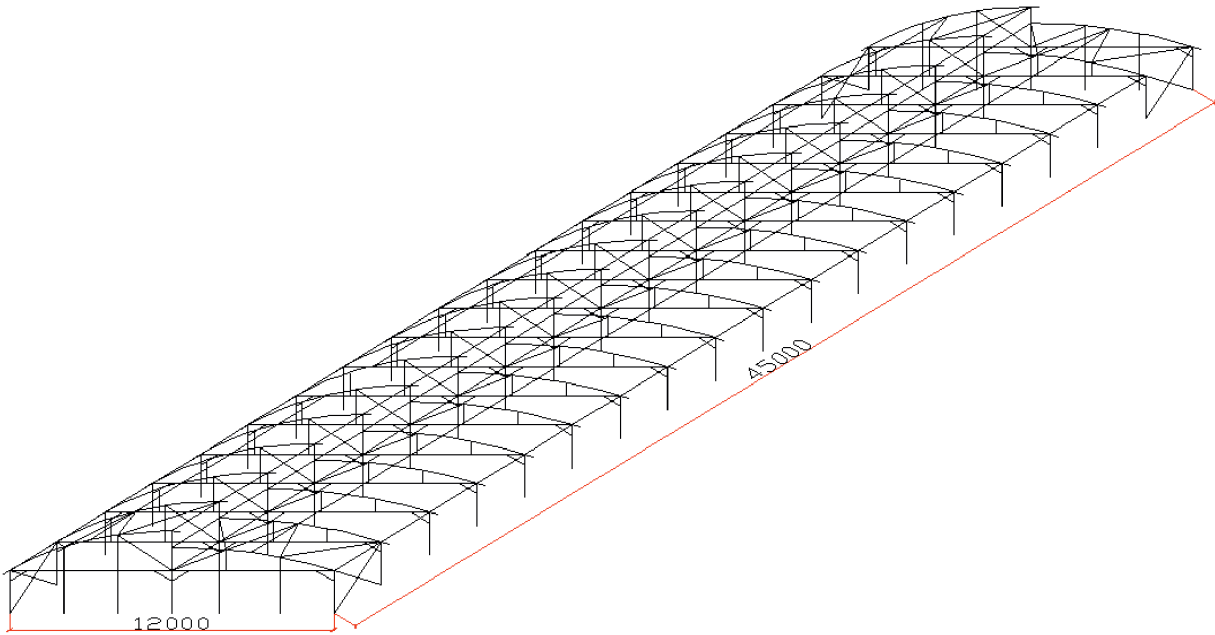


FIGURA 3. Vista en isométrico de la casa de cultivo protegido BK-2.

Franja de viraje mínima: El espacio de giro es una parte del terreno de trabajo en la cual el agregado realiza los virajes. Es una franja que no puede ser laborada por el tractor y su apero, ubicada en las cabeceras de la parcela interior de la casa de cultivo. En realidad estas franjas también se utilizan, pero tienen que ser roturadas haciendo operaciones adicionales con la maquinaria y con labores manuales (Ríos y Villarino, 2012). Por ello es importante disponer de un tractor que tenga un radio de giro mínimo. El procedimiento metodológico a emplear es determinar las franjas de virajes para los diferentes tipos de tractores con sus aperos y seleccionar los que tengan una menor franja de viraje, donde el ancho mínimo de ésta no puede ser menor que el ancho cinemático del agregado dc.

Cuando un equipo (tractor u otro vehículo) se desplaza a alta velocidad en el cálculo de su radio de giro hay que considerar una importante componente,  $\omega$  = velocidad angular promedio de rotación de las ruedas directrices en un tiempo t. Pero en este caso, en que el vehículo es un tractor de baja velocidad este componente tiene poca influencia.

Otro aspecto que influye es si el tractor tiene o no articulación central. En este trabajo se utilizaron tractores no articulados.

En la Figura 4 se muestran dos tractores semejantes, pero con diferentes radios de giro. También se representa el espacio adicional  $l$  que se debe considerar para que el tractor no dañe la pared de malla de la casa de cultivo si se produce un desplazamiento mayor de modo involuntario para el operador.

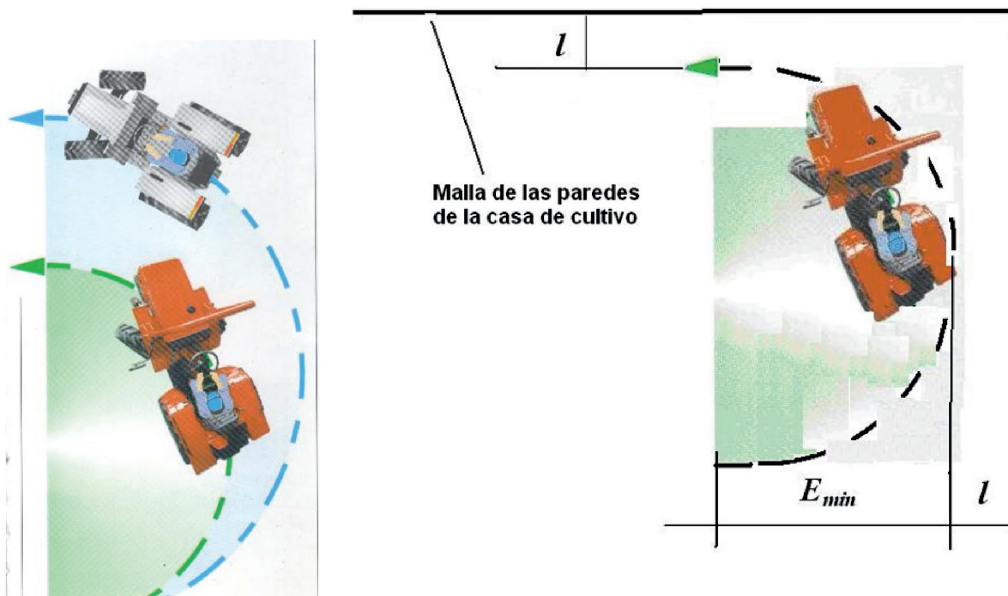


FIGURA 4. Representación de radios de giro.

Para el cálculo podemos utilizar la expresión empleada para calcular el ancho mínimo de la franja de viraje  $E_{min}$  para giro sin lazo (González, 1998):

$$E_{min} = e + R_{gcond} + dc \approx 1,5 R_{gcond} + e, m. \quad (1)$$

donde:

$e$  – es aproximadamente igual a la longitud de salida  $l_s$  por ser en este caso un agregado integral y que cinemáticamente no es muy largo. La longitud de salida del agregado es la distancia que tiene que recorrer el agregado en el campo antes de comenzar a girar para efectuar el siguiente paso de trabajo, en m. En este caso se toma  $e=0$ ;  $dc$  – ancho cinemático del agregado, m;  $R_{gcond}$  – radio de giro condicional, m.

Con la expresión (1) se obtiene la franja de viraje mínima  $E_{min}$ , pero considerando que además es necesario dejar un pequeño espacio adicional para evitar que algún desplazamiento del tractor por causas no intencionales del operador pueda dañar la malla de la pared de la casa de cultivo. En ese caso a la expresión (1) se le añade una distancia adicional  $l$  de 0,6 m, para obtener la franja de viraje total mínima  $E_{tmin}$ , quedando de la siguiente manera:

$$E_{tmin} \approx 1,5 R_{gcond} + e + l, m. \quad (2)$$

donde:

$l$  – distancia adicional, m.

$$R_{gcond} = R_{gmin} + \frac{K_g}{\pi \cdot R_{gmin}}, m. \quad (3)$$

donde:

$R_{gmin}$  – radio de giro mínimo del agregado. Es el radio de giro permisible mínimo según las condiciones agrotécnicas y la seguridad de trabajo, m;

$K_g$  – coeficiente que caracteriza la capacidad de giro del agregado.

$$K_g = \frac{L \cdot V_a}{\omega} \quad (4)$$

$L$  – batalla del tractor, m;

$V_a$  – velocidad promedio del agregado, m/s;

$\omega$  – velocidad angular promedio de rotación de las ruedas directrices en un tiempo  $t$ ,  $s^{-1}$

Altura libre: Se entiende por altura libre la que queda entre el suelo y las piezas superiores más bajas en las casas de cultivo. Esto determina el pasamiento del tractor. El procedimiento metodológico es en base a efectuar una comparación entre diferentes tipos de tractores y determinar si no se produce obstrucción al pase de éstos. Se debe cumplir la condición de que:

$$H_t < H_{cc} \quad (5)$$

donde:

$H_t$  - Altura máxima del tractor, m;

$H_{cc}$  - Altura mínima libre en la casa de cultivo, en m, que en este caso es de 2,6 m.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar en el Cuadro 1 las características técnicas que deben cumplir los tractores para poder trabajar en las casas de cultivos protegidos modelo BK-2, y al hacer un análisis de los tractores que existen en Cuba que cumplen con las mismas se seleccionaron el MTZ-321 y el tractor Carraro. El hecho de que se utilicen estas marcas no quiere decir que se recomienden específicamente, sino que las mismas son representativas de muchas marcas y modelos similares que cumplen con las exigencias planteadas. En el Cuadro 2 se pueden observar las labores principales y exigencias a los aperos.

CUADRO 1. Exigencias de las fuentes energéticas

Indicador	Unidad de medida	Exigencia, valor máximo
Altura del tractor sin cabina y/o con arco protector	mm	2 300
Ancho	mm	600 a 1 400
Radio de giro	mm	2 720 a 2 730
Potencia máxima	hp; kW	12 ... 35; 8,9 ... 26,1
<b>Trocha:</b> delantera	mm	hasta 1 100
trasera		hasta 1 440
Esquema motriz	u	4 x 4

CUADRO 2. Resumen de las labores principales y exigencias a los aperos

Labor	Equipo	Apero	Tipo de exigencia	Exigencia, cm	Observación
Subsolar	Tractor	Subsolador	Profundidad	30 ... 40	Opcional
Roturar	Tractor	Multiarado	Profundidad	15 ... 20	Saeta 400 mm
Cruzar			Profundidad	20 ... 25	Saeta 400 mm
Mullir	Motocultor	Fresa de suelo	Tamaño de los terrones	hasta 1	--
			Profundidad	15	--
Conformar canteros	Tractor	Rotoacanterador	Tamaño de los terrones	hasta 0,5	--
			Altura del cantero	25	--
			Plato del cantero	100...110	--

En el Cuadro 3 aparecen los resultados obtenidos para el cálculo de la franja de viraje (González, 1998). Teniendo en cuenta que los tractores empleados no eran articulados por lo que, se consideró su acoplamiento con los dos aperos de mayor ancho de trabajo, por lo que se puede concluir que el tractor MTZ-321 cuando se agrega con el rotoacanterador RTM-1400 y el multiarado M-140, requiere una franja total mínima de viraje  $E_{tmin}$  de 4,95 m y 4,96 m respectivamente. Estos valores para el tractor Carraro con los mismos aperos son de 3,84 m. Por tal motivo puede concluirse que el tractor Carraro resultaría más conveniente pues al tener una menor franja de viraje existe mayor cantidad de tierra productiva.

**CUADRO 3. Cálculo de la franja de viraje**

Tractor	Apero	e, m	L, m	Va, m/s	$\omega$ , s <sup>-1</sup>	$R_{gmin}$ , m	Kg	$R_{gcond}$ m	$E_{min}$ , m
MTZ-321	Rotoacanterador RTM-1400	0	2,1	0,75	1,71	2,80	0,92	2,90	4,35
MTZ-321	Multiarado M-140	0	2,1	0,73	1,67	2,80	0,94	2,91	4,36
Carraro	Rotoacanterador RTM-1400	0	1,9	0,69	1,75	2,04	0,75	2,16	3,24
Carraro	Multiarado M-140	0	1,9	0,72	1,83	2,04	0,75	2,16	3,24

En el Cuadro 4 aparece el cumplimiento de las exigencias por los aperos acoplados al tractor Carraro 4300.

En cuanto a la distancia entre los surcos que forman los canteros la media obtenida es de 163 cm con un coeficiente de variación de 2,4% y una desviación estándar de  $\pm 1,5$ .

Los valores que se alcanzaron del ancho del plato del cantero fueron de 103 cm como valor medio para un coeficiente de variación de 0,98 y una desviación estándar de 0,99, lo cual indica un cumplimiento satisfactorio de la exigencia agrotécnica. La altura del cantero fue de 25,22 cm, que se encuentra también dentro de la exigencia agrotécnica.

**CUADRO 4. Cumplimiento de las exigencias por los aperos acoplados al tractor Carraro 4300**

No.	Denominación de los índices	Unidad	Exigencia, valor máximo	Índice		
				Subsolador	Multiarado	Rotoacan-terador
1	Localización del área	-	-	C -40 Inv.9	C -40 Inv.9	C -40 Inv.9
2	Área total casa	m <sup>2</sup>	-	540	540	540
3	Largo del cantero	m	36	36	36	36
4	Tipo de suelos	-	-	Ferralítico rojo	Ferralítico rojo	Ferralítico rojo
5	Relieve	-	-	Plano	Plano	Plano
6	Labor anterior	-	-	Cosecha de tomate	Subsolado	Rotura
7	Subsolar		25 ... 30		-	-
	Media	cm		30,50		
	Coefficiente de variación	%		2,37		
	Desviación estándar	$\pm cm$		1,54		
8	Roturar		15 ... 20			-
	Media	cm			20,54	
	Coefficiente de variación	%			2,53	
	Desviación estándar	$\pm cm$			1,59	
9	Cruzar		20 ... 25			-
	Media	cm			25,46	
	Coefficiente de variación	%			1,84	
	Desviación estándar	$\pm cm$			1,35	
10	Tamaño de los terrones	%	$\leq 5$ cm			95



No.	Denominación de los índices	Unidad	Exigencia, valor máximo	Índice		
				Subsolador	Multiarado	Rotoacan-terador
11	Distancia entre los surcos que forman los canteros	cm	160	-	-	163
	Media	%				2,4
	Coefficiente de variación	±cm				1,5
	Desviación estándar					
12	Plato del cantero		100 ...110			
	Media	cm				103
	Coefficiente de variación	%				0,98
	Desviación estándar	±cm				0,99
13	Altura del cantero		25 ... 30	-	-	
	Media	cm				25,22
	Coefficiente de variación	%				1,73
	Desviación estándar	±cm				1,71

Según se observa en el Cuadro 5, los índices de calidad de trabajo del subsolador Renter con el tractor MTZ-321, cuya profundidad de trabajo máxima fue de 25,24 cm, con coeficiente de variación de 1,9% para una desviación estándar del ±1,37 cm utilizando dos órganos de trabajo. A pesar de que este apero constructivamente ha sido diseñado para laborar hasta 35 cm se vio limitada esta profundidad por el patinaje excesivo de la fuente energética; no obstante cumplió con la exigencia planteada porque se mantuvo dentro del rango permisible, que era de 25 cm ... 30 cm.

**CUADRO 5. Análisis del cumplimiento de las exigencias por los aperos acoplados al tractor MTZ-321**

No.	Denominación de los índices	Unidad	Exigencia valor máximo	Índice		
				Subsolador	Multiarado	Rotoacanterador
1	Localización, área	-	-	C-40 Inv.10	C-40 Inv.10	C-40 Inv.10
2	Área total casa	m <sup>2</sup>	-	540	540	540
3	Largo del cantero	m	36	36	36	36
4	Tipo de suelos	-	-	Ferralítico rojo	Ferralítico rojo	Ferralítico rojo
5	Relieve	-	-	Plano	Plano	Plano
6	Labor anterior	-	-	Cosecha de tomate	Subsolado	Rotura
	Subsolar		25 ... 30			
	Media	cm		25,24	-	-
	Coefficiente de variación	%		1,90		
	Desviación estándar	± cm		1,37		
7	Roturar		15 ... 20			
	Media	cm		-	20,76	-
	Coefficiente de variación	%			1,61	
	Desviación estándar	± cm			1,27	
8	Cruzar		20 ... 25			
	Media	cm		-	25,24	-
	Coefficiente de variación	%			4,06	
	Desviación estándar	± cm			2,01	
9	Tamaño de los terrones	%	≤ 5 cm	-	-	95
10	Distancia entre los surcos que forman los canteros	cm	160	-	-	160,16
	Media	%				3,81
	Coefficiente de variación	±cm				1,95
	Desviación estándar					
11	Plato del cantero		100 ... 110			
	Media	cm				101,72
	Coefficiente de variación	%				1,96
	Desviación estándar	±cm				1,40
12	Altura del cantero		25 ... 30	-	-	
	Media	cm				25,06
	Coefficiente de variación	%				1,93
	Desviación estándar	± cm				1,39

En la Figura 5 se aprecia, que los tractores evaluados cumplieron satisfactoriamente las exigencias agrotécnicas, encontrándose siempre los valores medios en los máximos, lo que permitió una mejor calidad de trabajo.

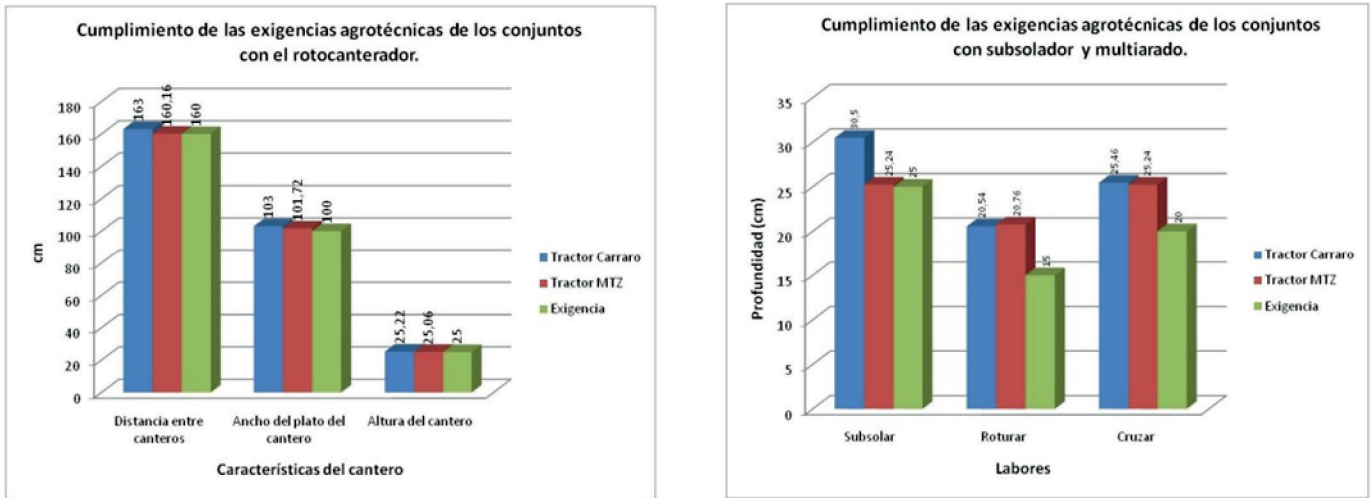


FIGURA 5. Cumplimiento de las exigencias agrotécnicas de los conjuntos en las diferentes labores.

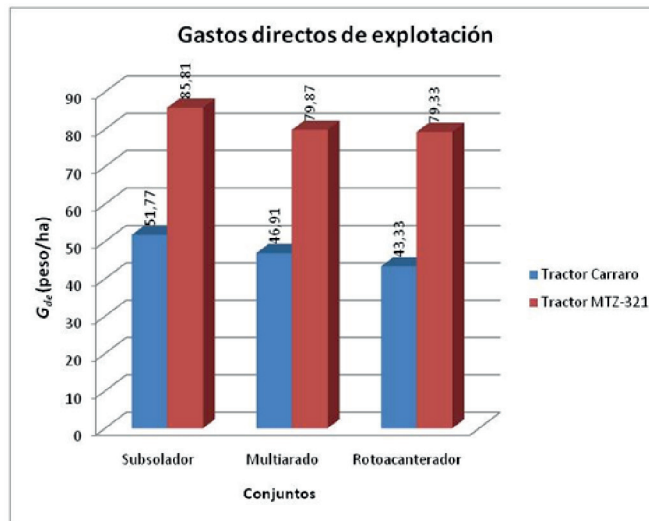


FIGURA 6. Análisis de los gastos directos de explotación.

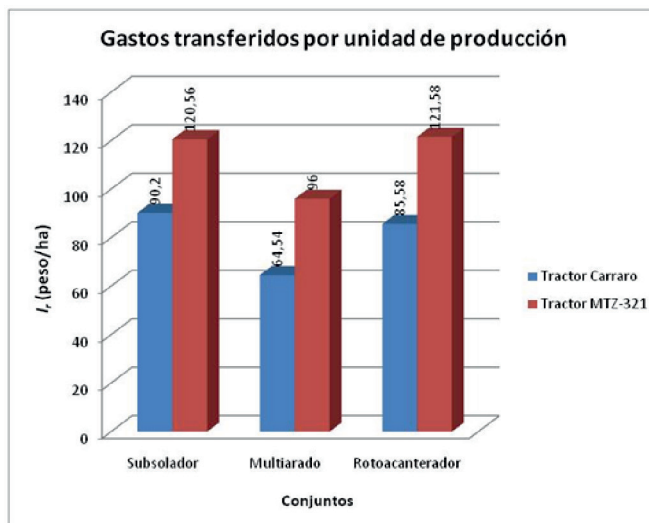


FIGURA 7. Análisis de los gastos Transferidos.

**Determinación de los indicadores económicos**

Los indicadores económicos de los conjuntos formados por los tractores Carraro y MTZ-321 se pueden observar en el Cuadro 6.

**CUADRO 6. Indicadores económicos de los implementos investigados con los tractores Carraro y MTZ-321**

No	Índice económico	Unidad	Subsolador		Multiarado (2 pases)		Rotoacanterador		
			Carraro	MTZ-321	Carraro	MTZ-321	Carraro	MTZ-321	
1	Gastos de trabajo	$G_t$	hombre·h/ha	12	11	11	10	11	11
2	Gastos de trabajo para eliminar los fallos técnicos	$G_{t_{42}}$	hombre·h/ha	0	0	0	0	0	0
3	Gastos de trabajo para el mantenimiento técnico periódico	$G_{t_{mp}}$	hombre·h/ha	2	2	2	2	2	2
4	Gastos totales de trabajo anuales	$G_{ta}$	hombre·h	432,00	435,60	871,20	950,40	435,60	435,60
5	Gastos directos de explotación	$G_{de}$	peso/ha	51.77	85.81	46.91	79.87	43.33	79.33
6	Gasto de salario	S	peso/ha	13.00	12.00	12.00	11.00	12.00	12.00
7	Gastos de renovación	A	peso/ha	0.71	0.64	0.35	0.30	0.77	0.77
8	Gastos de reparación y mantenimiento	R	peso/ha	0.35	1.15	1.17	1.07	1.4	1.4
9	Gastos en combustible, lubricantes	C	peso/ha	37.71	73.08	33.39	67.50	29.16	65.16
10	Inversiones básicas específicas	$K_{esp}$	peso/ha	306.00	278.00	141.00	129.00	338.00	338.00
11	Gastos transferidos por unidad de producción	$I_r$	peso/ha	90.02	120.56	64.54	96.00	85.58	121.58

**Gastos totales de trabajo anuales**

No hay diferencias importantes entre los gastos totales de trabajo anuales  $G_{ta}$  para el Carraro y MTZ-321 trabajando con el subsolador, que son 432,00 hombre·h y 435,60 hombre·h, respectivamente.

En cuanto a estos tractores trabajando con el multiarado los valores son 871,20 hombre·h y 950,40 hombre·h, respectivamente, aunque en este caso los gastos de trabajo son casi el doble que con el subsolador, porque se dan dos pases de multiarado: rotura y cruce.

Para los tractores Carraro y MTZ-321 trabajando con el rotoacanterador, los valores son 435,60 hombre·h para ambos.

Como se observa en la Figura 6, la diferencia entre los gastos directos de explotación de los conjuntos formados por el tractor Carraro y el MTZ 321 con todos los aperos es marcada, oscilando la del Carraro entre 43.33 peso/ha a 51.77 peso/ha, mientras que la del MTZ-321 varió desde 79.33 peso/ha a 85.81 peso/ha, siendo la causa fundamental el mayor consumo de combustible del MTZ 321. Al calcular los gastos totales de trabajo no se encontraron diferencias importantes entre los gastos totales de trabajo anuales  $G_{ta}$  para el Carraro y MTZ-321 trabajando con el subsolador, que son 432,00 hombre·h y 435,60 hombre·h, respectivamente. En cuanto a estos tractores trabajando con el multiarado los valores son 871,20 hombre·h y 950,40 hombre·h, respectivamente, aunque en este caso los gastos de trabajo son casi el doble que con el subsolador, porque se dan dos pases de multiarado: rotura y cruce. Para los tractores Carraro y MTZ-321 trabajando con el rotoacanterador, los valores son 435,60 hombre·h para ambos. Los gastos transferidos

se pueden observar en la Figura 7, donde los del MTZ-321 son superiores al Carraro por la razón ya analizada del consumo elevado de combustible.

**CONCLUSIONES**

- Los tractores de potencia baja son los adecuados para trabajar en las casas de cultivo protegido tipo BK-2 porque cumplen las exigencias técnicas planteadas de altura máxima de 2,3 m, ancho de 0,6 m a 1,4 m y radio de giro hasta 3,0 m, siendo la franja de viraje determinada de 3,84 m a 4,96 m. Los conjuntos formados por los tractores Carraro y MTZ-321 con los aperos subsolador Desmo-3J, multiarado M-140, cumplieron satisfactoriamente las exigencias agrotécnicas, especialmente en cuanto a profundidad de trabajo en subsolado (30,50 cm y 25,24 cm); en roturación (20,54 cm y 20,76 cm). El cumplimiento de los indicadores tecnológico-explotativos indicaron que las productividades alcanzadas por los tractores MTZ-321 y Carraro son similares con cada uno de los aperos estudiados, siendo la productividad por hora de tiempo de explotación de 0,11 ha/h con el subsolador para ambos tractores, 0,12 ha/h con el multiarado y el rotoacanterador con el tractor Carraro y con el tractor MTZ-321 0,11 ha/h y 0,10 ha/h respectivamente. Los gastos transferidos, en el MTZ-321 superan al Carraro en un 33%... 50%, lo cual se debe fundamentalmente al mayor consumo de combustible, pero al calcular entre los gastos totales de trabajo anuales en los dos conjuntos no hay diferencias importantes.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ONE: *Estadísticas agropecuarias, Indicadores sociales y demográficos de Cuba*, Oficina Nacional de Estadísticas. La Habana, Cuba, 2011.
2. ONU: *World Economic and Social Survey 2003*, chap1 [en línea] New York, USA, 2003, Disponible en: <http://www.un.org/esa/analysis/wess/wess2003chap1.pdf> [Consulta: 27 de abril 2012].
3. SIPI: *Oferta de suministro y ejecución llave en mano para la construcción de casas de cultivo protegido*, Empresa de Ingeniería y Servicios de Proyectos Integrados. La Habana, Cuba, 2005.
4. IIMA, MINAG: *Instructivo Técnico de Normalización*, Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación tecnológico-explotativa, Norma cubana original, NC 34-37, Ed. IIMA. MINAG, La Habana, Cuba, 2009.
5. DE LAS CUEVAS, M. H.; T. RODRÍGUEZ; P. PANEQUE: “Costos de explotación de la labranza conservacionista”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(3): 49-54, 2005.
6. GONZÁLEZ, R.: *Explotación del parque de maquinaria*, 318pp., Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 1998.
7. RÍOS, A., L. VILLARINO: *Tracción animal y labores manuales*, 88pp., Ed. IAgric, ISBN 978-959-285-013-2, La Habana, Cuba, 2012.

**Recibido:** 31 de julio de 2013.

**Aprobado:** 10 de septiembre de 2013.

Luisa Villarino Fernández, Inv., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera Fontanar a Wajay km 2 1/2, Reparto Abel Santa María, Boyeros, La Habana, Cuba, Correo electrónico: [luisa@iagric.cu](mailto:luisa@iagric.cu)

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

