

NOTA TÉCNICA

Fuentes energéticas para la mecanización de las casas de cultivos protegidos

Selection of new tractors for Cuban greenhouses

Luisa Villarino¹; Francisco González¹; Arcadio Ríos² y José García³

RESUMEN. Se determinaron las exigencias técnicas, agrotécnicas y de explotación que debían cumplir los nuevos tractores a introducir en las instalaciones de cultivo protegido en nuestras condiciones, especialmente en lo que respecta a sus posibilidades de agregación con los implementos y máquinas a utilizar, características dimensionales de las casas de cultivo, eficiencia energética, análisis de mercado, etc. Se adquirieron y se probaron en condiciones de producción varios tipos y marcas de tractores acordes con esas exigencias y se seleccionaron dos fuentes energéticas motorizadas fundamentales: un motocultor y un tractor de baja potencia, que ya se encuentran en etapa de generalización.

Palabras clave: mecanización, implementos, motocultor, eficiencia energética.

ABSTRACT. The technical, agrotechnical and exploitative exigencies to be accomplished by the new tractors for Cuban greenhouses were determined, specially regarding its possibilities of aggregation with the implements and machines of possible use, dimensional parameters of the installations, energetic efficiency, market analysis, etc. Some types of tractors were acquired and tested in field conditions in accordance with such exigencies and, being selected two types of energetic sources: a motocultor and a low power tractor, both already in a stage of generalization.

Keywords: mechanization, implements, motocultor, energetic efficiency.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción en instalaciones de cultivo protegido ha tenido un crecimiento espectacular en Cuba en los últimos años, pero sus características dimensionales, tecnologías productivas y otras condiciones hacen que se requieran máquinas e implementos especiales que difieren sensiblemente de los medios usados tradicionalmente en cultivos varios. Esto se aplica en mayor medida aún a las fuentes energéticas fundamentales.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA) se planteó la tarea de realizar una investigación para definir los modelos de tractores más adecuados para las casas de cultivo. Especialmente en lo que respecta a sus posibilidades de agregación con los implementos y máquinas a utilizar, características dimensionales de las casas de cultivo, eficiencia energética, análisis de mercado, etcétera.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la primera etapa del estudio se definieron las exigencias técnicas, agrotécnicas, económicas y de explotación que debían cumplir los nuevos tractores a introducir en las instalaciones de cultivo protegido en nuestras condiciones teniendo en cuenta las condiciones particulares de las diversas instalaciones de cultivo protegido, especialmente ancho de las calles, espacio para virajes en los extremos de las casas, requerimientos energéticos de los implementos de posible utilización, variantes productivas con mayor o menor uso de fuerza de trabajo manual y animales de trabajo, posibilidades de adquisición en diferentes mercados, precios y condiciones de venta, etcétera.

En la segunda etapa se realizaron las pruebas de los equipos seleccionados que cumplieran esas características, en base a las normas vigentes, especialmente las referentes a los *Minitractores* (NC ISO 9190, 9191 y 9193: 2004), las que tratan de los *Tractores Agrícolas Procedimientos de ensayo* (NC

Recibido 11/10/09, aprobado 31/03/11, trabajo 20/11, nota técnica

¹ Ing., Investigadora Auxiliar, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Carretera Fontanar-Wajay, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. ☎ (53-7) 45-3608, 45-1731, 451353; Fax: (53-7) 45-3608; E-✉: iimacyt@minag.cu

² Dr.C., Investigador Titular, IAgric, La Habana, Cuba.

³ Ing., Especialista, IAgric, La Habana, Cuba.

ISO 789-3: 2004), y las relativas a las características de las *Tomas de fuerza* (ISO 2288: 1997), *Sistema de enganche trasero* (ISO 730-1: 1994 e ISO 730-2: 1994), *Diámetros de giro y espacio total* (NC ISO 789-3: 2004), entre otras.

Esta investigación se llevó a cabo en casas de cultivos protegidos del tipo israelí (Yamko), existentes en las áreas del Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA). El objetivo fue no solo determinar el comportamiento de cada tractor, sino en especial los indicadores técnicos y de explotación de éstos como fuentes energéticas básicas para la línea de implementos que se adquirió simultáneamente y se evaluó formando agregado con los mismos.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Determinación de las variantes tecnológicas mecanizadas

Se realizó un estudio para determinar las posibles variantes mecanizadas con el empleo de trabajo manual, tracción

animal y medios motorizados (Villarino, 2004). Estas variantes constituyen opciones en dependencia de las condiciones específicas de cada entidad productiva que influyen en los medios técnicos, en especial el tamaño de las naves de cultivo protegido, espacios libres para el trabajo de los equipos, disponibilidad de mano de obra, etc. Teniendo en cuenta esta información se definieron las labores a realizar, los implementos o máquinas para cumplimentar los trabajos y las posibles fuentes energéticas (hombre, animales, tractores).

Determinación de las exigencias a los medios motorizados

Las principales exigencias a los medios motorizados se refieren a: potencia requerida para los implementos y máquinas, velocidad de trabajo, profundidad de trabajo de los implementos, resistencia específica del suelo, protección de los cultivos y medioambiental, etcétera. En la Tabla 1 se resumen las labores principales y las exigencias a los medios motorizados que deben cumplimentarlas.

TABLA 1. Resumen de las labores principales y de las exigencias a los medios motorizados

Labor	Equipo	Implemento	Exigencia, (cm)	Observación
Subsolar	Tractor	Subsolador	30 - 40	Opcional
Roturar	Tractor	Multiarado	15 - 20	Saeta 400 mm
Mullir	Tractor	Grada de pinchos	Tempero	--
Cruzar	Tractor	Multiarado	20 - 25	Saeta 400 mm
Remate cabecera	Motocultor	Arado reversible	16	Obligatorio
Mullir, grada	Tractor	Grada de pinchos	> 15	--
Mullir, fresa	Motocultor	Fresa de suelo	> 15	--
Trazar cantero	Motocultor	Surcador aporcador	> 15	Bien rectos
Conformar canteros	Tractor	Rotoacanterador	15	--
Cultivo	Motocultor	Surcador aporcador	--	Eliminar malezas
Protección fitosanitaria	--	Asperjadora, motomochila	--	Según el cultivo
Transporte	Tractor	Remolque	--	--

Características de las áreas donde se realizaron las pruebas

La evaluación de los motocultores y tractores seleccionados se llevó a cabo en casas de cultivos protegidos en áreas del IIMA, en las cuales los marcos de siembra y demás condiciones de producción resultan similares a otras casas de diversos tipos construidas en el país, por lo cual los resultados son de aplicación nacional. En la Tabla 2 aparecen los datos de las parcelas de trabajo.

TABLA 2. Características de las parcelas donde se realizaron las investigaciones y pruebas

No.	Denominación de los índices	u/m	Valor
1	Lugar	-	Casas de cultivo protegido IIMA
2	Tipo de suelo	-	Ferralítico rojo
3	Relieve	-	Llano
4	Microrrelieve	-	Llano
5	Pedregosidad	-	Nula
6	Labor anterior	-	Riego
7	Grado de enyerbamiento	%	Nulo
8	Distancia entre hileras	mm	600
9	Largo del surco	mm	3 800
10	Cantidad de surcos	u	16

Resultados de la evaluación de los tractores seleccionados

Se seleccionó un grupo de tractores, minitractores y motocultores cuyas características, según los fabricantes, cumplirían en general con las exigencias planteadas. Los mismos se probaron por la Estación de Pruebas de Máquinas Agrícolas del IIMA en condiciones reales de producción. A continuación nos referimos a los modelos más representativos y que constituyen la base para la introducción de esos o de otros modelos con características similares, lo cual ya se está efectuando.

Motocultor Corsaro (Figura 1). El motocultor Renter modelo Corsaro está destinado para el trabajo en pequeñas parcelas, casas de cultivo de producción hortícola, jardinería, áreas turísticas y otros, laborando en la preparación de suelos, la confección de canteros, la eliminación de malezas y la transportación de posturas, productos químicos, implementos, alimentos y el personal de servicio. Para ello durante las pruebas se le acopló una familia de implementos entre los que

se encuentran, entre otros, el arado de vertederas reversible RT-F-180, el surcador aporcador RT-F-100, la fresa de suelo RT-800 y el semirremolque RT-500.

El motocultor cumple satisfactoriamente su agregación con toda la familia de implementos con que fue evaluado. Los acoples de las máquinas e implementos se realizan con facilidad y el equipo es de fácil manipulación. En el análisis de las condiciones de trabajo se evidenció que en las labores de preparación de suelo, al igual que ocurre con la tracción animal requiere un esfuerzo adicional para el obrero el caminar detrás del motocultor, por lo que es obligatorio tomar todas las medidas de protección e higiene del trabajo y reducir la jornada laboral. Sin embargo, este equipo permite también realizar algunas labores como el transporte en que el operador trabaja sentado. En la Tabla 3 aparecen las características técnicas de este equipo.



FIGURA. 1. Motocultor con fresa de suelo.



FIGURA. 2. Tractor MTZ.321

TABLA 3. Características técnicas del motocultor Corsaro

No	Denominación de los índices	u/m	Índices
1	País productor	--	Italia
2	Dimensiones máximas: longitud – ancho – alto	mm	1770 – 660 – 1090
3	Masa con fresa	kg	209
4	Despeje	mm	180
5	Trocha	mm	370 – 460 – 520
6	Velocidades: 1 ^{ra} – 2 ^{da} – 3 ^{ra} ; Carretera	km/h	1,52 – 3,35 – 4,80; 18,00
7	Motor:		Diesel de 4 tiempos
8	Potencia	h.p.	12 (477 cm ³)
9	Frecuencia de rotación	r.p.m.	3600
10	Medidas de los neumáticos	pulg.	5,00 x 12 (TP)
11	Arranque	-	Manual
12	Embrague	-	Plano de discos múltiples
13	Toma de fuerza	-	Mando independiente
14	Capacidad del depósito de combustible	L	4,3

Tractor MTZ-321 (Figura 2). Este tractor se puede considerar un modelo universal de cultivo de clase traccional de 0,7 kN, para ser utilizado en las labores de preparación del suelo, chapea, aspersión y transporte, en las casas de cultivos protegidos y áreas de sombreado, así como en cultivos a cielo abierto en los que se adapte por su trocha y requerimientos de potencia. También puede ser conveniente para las labores de mantenimiento y servicio de áreas agrícolas o urbanas. En la Tabla 4 se encuentran las principales características técnicas del tractor MTZ-321.

TABLA 4. Características técnicas del tractor MTZ - 321

No	Denominación de los Índices	U/M	Valor de los Índices
1	País productor	-	Bielorrusia
2	Marca	-	MTZ
3	Modelo	-	321
4	Tipo rodaje	-	Sobre neumáticos
5	Esquema motriz	-	4 x 4
6	Clase traccional	kN	0,7
7	Clasificación	-	Universal de cultivo
8	Potencia	h.p.	33,3
9	Dimensiones máximas: longitud – ancho – alto	mm	3210 – 1390 – 2280
10	Batalla	mm	1700
11	Trocha: delantera – trasera	mm	1070 – 1200; 1020 - 1180
11	Despeje mínimo	mm	270
12	Masa del tractor: sin lastre – lastrado	kg	1460 – 1870
13	Radios de giros sin frenar: derecha – izquierda	m	3,30 – 3.28
14	Radios de giros frenando: derecha – izquierda	m	2,78 – 2,80

La trafabilidad dentro de las casas resultó satisfactoria y en el caso del viraje no existen dificultades, Se acumuló un volumen de trabajo de 560 horas-motor, manteniéndose un estricto cumplimiento de los mantenimientos técnicos. Energéticamente es satisfactorio el comportamiento del tractor, siendo el valor del aprovechamiento de la potencia del motor o carga en un entorno del 49 al 560%, lo que está dado fundamentalmente por realizar el trabajo a bajas velocidades. Esto se considera correcto, ya que en esas condiciones se logra una óptima calidad en la preparación del área, aspecto este muy importante para lograr altos rendimientos, quedando una

reserva de potencia adecuada. El consumo de combustible es satisfactorio y a pesar de la alta temperatura dentro de las instalaciones (50 °C) el motor mantiene un régimen térmico óptimo (80 °C).

Durante las pruebas formaron agregado con este tractor el multiarado M-140, el subsolador Desmo-3J, el rotoacaterador RMT-1400 y el arado monosurco de vertedera reversible modelo 70-40. En la Tabla 5 se encuentran los resultados de la evaluación. Los agregados formados con el tractor cumplieron satisfactoriamente con el proceso tecnológico y con las exigencias agrotécnicas.

TABLA 5. Evaluación de los acoplamientos con el tractor MTZ 321

No	Implemento	Ancho trabajo, cm	Prof. de trabajo, cm	Altura cantero, cm	Velocidad de trabajo, km/h	Consumo combustible, L/h	Carga del motor,%
1.	Multiarado M -140	90	23	-	2,36	3,98	53
2.	Subsolador Desmo-3J	100	25	-	2,88	4,15	54
3.	Arado Reversible 70-40	66	15	-	3,58	4,30	56
4	Rotoacaterador RMT 1400	100	28	23	1,45	3,71	49

CONCLUSIONES

- Un tractor de baja potencia como el MTZ-321 constituye una opción recomendable para la realización, en casas de cultivo protegido, de las labores que demandan mayor consumo energético como subsolado, roturación y rotoacaterado, así como para la operación de la asperjadora, que se mantiene fuera de la casa de cultivo.

- Un motocultor como el modelo Corsaro resulta conveniente para los trabajos de bajo consumo energético como algunas labores de preparación de suelos, confección de canteros, mulción con fresa de suelo, surcado, eliminación de malezas y la transportación de posturas, implementos, productos químicos y otros insumos, alimentos y personal de servicio, y el transporte de producción hasta el punto de beneficio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- VILLARINO, L.; A. RÍOS: *Exigencias técnicas, agrotécnicas y de explotación para las labores mecanizadas en cultivos protegidos*, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), La Habana, Cuba, 2004.
- ISO 2288: 1997 *Maquinas agrícolas y Forestales – Tractores agrícolas– Tomas de fuerza – Ensayos del motor*, Vig. 1997.
- ISO 730-1: 1994 *Máquinas agrícolas y Forestales. Tractores agrícolas– Sistema de enganche trasero – Parte 1: Categorías 1; 2; 3; y 4*, Vig. 1994.
- ISO 730-2: 1994 *Máquinas agrícolas y Forestales. Tractores agrícolas– Sistema de enganche trasero. Parte 2: Categoría 1N (Estrecho)*, Vig. 1994.
- NC ISO 789-3: 2004 *Tractores agrícolas – Procedimientos de ensayo – Parte 3: Diámetros de giro y espacio total*, Vig. Julio 2004.