

NOTA TÉCNICA

Desarrollo de una asperjadora de tracción animal

Design and construction of a new sprayer for animal traction

Ing. Omar Vázquez Durañona, Ing. Pedro San José González, Ing. Maritza Cruz Sotomayor, Ing. Rosario Benítez Casas
Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar las evaluaciones pertinentes a la asperjadora de tracción animal desarrollada para ser accionada enteramente por una yunta de bueyes para realizar las aplicaciones de los productos fitosanitarios a los cultivos de porte bajo (menores de 80 cm de altura) sembrados en hileras. Se hace referencia a los resultados obtenidos en las evaluaciones en el campo así como los principales valores de productividad alcanzados (1,46 ha/h) y los indicadores económicos de mayor relevancia para las variantes de tracción mecánica y de tracción animal: gastos transferidos (3,24 y 1,04 peso/ha), gastos de fuerza de trabajo (0,92 y 0,68 hombre·h/ha), gastos de salario (0,69 y 0,51 peso/ha).

Palabras clave: tracción animal, pruebas, mecanización, asperjadora.

ABSTRACT. A study was done for the definition of the exigencies for a sprayer to be used with animal traction. The new machine was designed and fabricated in accordance with the proposed technical conception, being tested with satisfactory results. This paper refers to the results obtained in field tests such as productivity (1,46 ha/h), and the main economic data for the variants of a tractor-towed sprayer and the new animal traction sprayer: transferred costs, (3,24 and 1,04 peso/ha), labor work (0,92 and 0,68 men·h/ha), salary (0,69 and 0,51 peso/ha).

Keywords: Animal traction, tests, mechanization, sprayer.

INTRODUCCIÓN

Con el propósito de garantizar aumentos significativos en los rendimientos de las cosechas el hombre ha realizado grandes esfuerzos en la introducción de las técnicas más acertadas y avanzadas para lograrlo (Vázquez y Ríos, 1997). Las medidas tendientes a disminuir daños de los productos químicos, sus efectos en el medio ambiente la protección química de los cultivos en Cuba, etcétera (Vázquez *et al.*, 2010). La mecanización de la protección fitosanitaria de los cultivos también ha estado imbuida en este ambicioso plan (Vázquez, 1987), por lo cual se han probado, investigado y validado diferentes equipos por las instituciones acreditadas para ello, principalmente el Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), actualmente denominado Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), ubicado en el Wajay, municipio Boyeros.

Los esfuerzos por revitalizar el uso de los animales de tiro no pretenden sustituir las máquinas motorizadas, sino establecer un cumplimiento en este sentido (Martínez, 1996). En Cuba el incremento de la utilización de la tracción animal ha sido una tarea de primer orden en la agricultura a raíz del comienzo del llamado “periodo especial” por las escaseces de combustibles y

lubricantes, lo cual motivó que se desarrollara una vasta gama de implementos y equipos para la realización de las diferentes labores con tracción animal, incluyendo la aplicación de productos fitosanitarios, actividad ésta que no tenía antecedentes de utilización animales de trabajo (Ríos, 1991).

Los primeros equipos para asperjado con tracción animal en Cuba se desarrollaron por especialistas del IIMA, mediante la modificación de las asperjadoras tradicionales diseñadas para tractor, colocándoles una barra de tiro para ser halados por una yunta de bueyes, y con un sistema de accionamiento de la bomba por una de las ruedas, mediante un multiplicador de piñones y cadenas (Vázquez *et al.*, 1997). La máquina llegó a asperjar con una calidad satisfactoria. Sin embargo, estos equipos resultaron muy pesados para ser tirados por una yunta de bueyes, incluso sin llenar totalmente el depósito de la máquina, por lo cual no procedió esta solución.

Se decidió realizar un nuevo trabajo para dotar a nuestra agricultura de una asperjadora capaz de ser accionada enteramente por tracción animal (yunta de bueyes), para realizar la protección fitosanitaria de los cultivos.

MÉTODOS

Para el desarrollo y construcción de una asperjadora de tracción animal se realizó un estudio preliminar para determinar los parámetros y características que debía reunir. Se confeccionó la tarea técnica que posibilitara la construcción de un primer prototipo. Una vez fabricado se sometió a pruebas en condiciones de explotación (Cuba, Ministerio de la Agricultura (1987), de forma comparativa con las asperjadoras tradicionales accionadas por tractor, utilizando las metodologías establecidas para las pruebas de asperjadoras elaboradas por el Comité Técnico No. 89 del IAgri en 2008 en base a las normas cubanas NC-34-51 de 1986 y NC-34-37 de 2003.

El método utilizado para la investigación de los tiempos tecnológicos y de explotación, es el experimental empleando la técnica del cronometraje que se realiza con un cronómetro manual con una apreciación de 1 s. La evaluación tecnológico y de explotación se realizó en condiciones típicas de explotación y se obtuvieron los resultados que aparecen en la Tabla 3 además teniendo en cuenta

estos resultados se realizó una evaluación económica comparativa entre las asperjadoras de tractor y la nueva para tracción animal. Para las evaluaciones, además de las normas cubanas mencionadas anteriormente, se utilizaron las normas ISO 5681-2 (1997); ISO 5681 (2000); ISO 116-01 (2001); ISO 5682 (2004a); ISO 5682-2 (2004b); NC ISO 5682-1 (2004c); NC ISO 10625 (2005).

Se concibió que el equipo debiera reunir las siguientes características fundamentales:

- Se utilizaría para la aplicación de los productos fitosanitarios de los cultivos sembrados en hileras;
- Tendría la mayor capacidad posible del tanque;
- La fuerza de tracción sería la normal que resiste una yunta de bueyes en una jornada de trabajo;
- El accionamiento de la bomba sería a través de las ruedas de campo.

Para ello se confeccionó una tarea técnica que posibilitaría la construcción del primer prototipo, determinándose los parámetros fundamentales que debía reunir la nueva máquina, que aparecen en la Tabla 1.

TABLA 1. Características técnicas del prototipo de asperjadora de tracción animal

No.	denominación de los índices	u/m	Valor de los índices
1	Denominación de la máquina	-	Asperjadora de tracción animal
2	Fuente energética	-	Yunta de bueyes
3	Velocidad de trabajo	km/h	3,0
4	Ancho de trabajo	mm	6 000
5	Ancho de trocha	mm	1 400 – 1 800
6	Despeje	mm	600
7	Tipo de bomba		Engranajes
8	Caudal de la bomba	L/min	60
9	Capacidad del depósito	L	400
10	Presión de trabajo	bar	8,0
11	Tipo de agitador	-	Hidráulico
12	Tipo de boquillas	-	Cono hueco o abanico plano
13	Tipo de transmisión	-	Cadena
14	Tipo de rodaje	-	Neumáticos 6,00 x 16

La primera versión (Figura 1), fue construida por la firma española Marisan, a la cual se le entregó la tarea técnica elaborada. Este paso marcó el inicio del desarrollo de una máquina totalmente adaptada para ser accionada por una yunta de bueyes, lográndose un equipo compacto y de buena calidad de construcción. Al prototipo se le realizaron los ajustes técnicos pertinentes para lograr su total adaptación a nuestras condiciones de trabajo, y en sus evaluaciones se determinó que cumplía con el propósito para el cual fue construido (Cuba, Ministerio de la Agricultura, 2009). Se determinaron los aspectos a mejorar, dando así paso a la segunda versión, que fue construida por otra firma española, la Mañez-Lozano. En la Tabla 2 aparecen las características técnicas fundamentales de estas asperjadoras de tracción animal.

TABLA 2. Principales características técnicas de la asperjadora de tracción animal

No.	denominación de los índices	u/m	Valor de los índices
1	Denominación de la máquina	-	Asperjadora de tracción animal
2	Fuente energética	-	Yunta de bueyes
3	Velocidad de trabajo	km/h	3,0
4	Dimensiones		
	▪ largo	mm	2 170
	▪ ancho	mm	5 960
	▪ alto	mm	2 110

No.	denominación de los índices	u/m	Valor de los índices
5	Masa		
	▪ con depósito vacío	kg	360
	▪ con depósito lleno	kg	2 700
6	Ancho de trabajo	mm	6 000
7	Ancho de trocha	mm	1 400 – 1 800
8	Despeje	mm	600
9	Tipo de bomba	-	Engranajes
	▪ modelo	-	MAE 10 E
	▪ caudal de la bomba	L/min	60
10	Capacidad del depósito		
	▪ material de construcción	L	400 polietileno
11	Presión de trabajo	bar	8,0
12	Tipo de agitador	-	Hidráulico
13	Tipo de boquillas	-	Abanico plano
	▪ distancia entre boquillas	mm	350 – 450 – 500
	▪ cantidad de boquillas	u	12
14	Tipo de transmisión		Rueda dentada y cadena
	▪ número de dientes de la rueda mayor	u	100
	▪ número de dientes de la rueda menor	u	17
	▪ relación		por cadena
15	Tipo de rodaje		Neumáticos 6,00 x 16



FIGURA 1. Primera versión de la asperjadora de tracción animal.

En la segunda versión se logró superar algunas deficiencias técnicas presentes en el modelo anterior: se aumentó el despeje para lograr mayor adaptabilidad en otros cultivos como la caña de azúcar en sus primeros estadios; el depósito se construyó con materiales de mayor resistencia y durabilidad; se redujo el diámetro de las ruedas dentadas aunque se mantuvo la relación de transmisión para lograr la presión de trabajo adecuada.

Se construyó una tercera versión (Figura 2) en la que se cambió la relación de transmisión para alcanzar un mejor funcionamiento del conjunto con menos esfuerzo de los animales de tiro. Algunas dimensiones exteriores se redujeron con vistas a producir un equipo más funcional y compacto pues se

disminuye la masa total. Se corrigió la posición del centro de gravedad, pues el equipo estaba muy trasero y se producían algunos vuelcos cuando estaba en posición de parqueo. Se equiparon las boquillas con válvulas antigoteo para el máximo aprovechamiento del producto químico.



FIGURA 2. Tercera versión de la asperjadora de tracción animal.

Las mejoras introducidas condujeron a una cuarta versión (Figura 3) que cuenta con un doble sistema de transmisión, lo cual permite al equipo trabajar en terrenos con pendientes con cierto grado de inclinación sin que los animales tengan que aumentar su esfuerzo traccional. Este sistema cuenta además con la innovación de un pasador, el cual permite la conexión o desconexión de la bomba cuando va en posición de transporte o de trabajo para evitar que

cuando el equipo se traslade se continúe transmitiendo el movimiento en el sistema.



FIGURA 3. Cuarta versión de la asperjadora de tracción animal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las asperjadoras de tracción animal logradas mediante este trabajo se encuentran introducidas en condiciones de explotación en los diferentes cultivos de nuestra agricultura con resultados satisfactorios. Estas máquinas han encontrado y llenado su espacio en momentos en que nuestra agricultura ha pasado a otra etapa de desarrollo y las áreas de las distintas entidades son de pequeña y mediana extensión.

Es de destacar que estos equipos han tenido un comportamiento satisfactorio en cuanto al cumplimiento de su proceso tecnológico, no han sufrido roturas de consideración y la aceptación por parte de los productores ha sido total.

Se ha logrado que trabajen en áreas con pendientes de hasta 5% con un comportamiento aceptable.

Las evaluaciones de las asperjadoras de tracción animal en el campo permitieron determinar el grado de cumplimiento del proceso tecnológico y de la efectividad biológica, el comportamiento de la máquina en las diferentes condiciones de trabajo. Las evaluaciones experimentales se realizaron en parcelas del antiguo IIMA, en áreas de cultivos varios de la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) de Villa Clara, cooperativas de Créditos y Servicios y CPA de la antigua provincia La Habana, en la Granja No. 14 de la Empresa Hortícola Metropolitana de La Habana, en áreas tabacaleras de la provincia de Pinar del Río, en Ciego de Ávila, Camagüey, Sancti Spíritus, en áreas de la provincia de Holguín, Santiago de Cuba, Granma, etc.

Se trabajó en cultivos tales como caña, papa, tomate, frijol sembrados en suelos negros y ferralítico rojo.

Se determinó lo siguiente: No se han reportado daños en la salud del hombre ni de los animales por la utilización de los productos químicos empleados. Durante el pasamiento de las asperjadoras de tracción animal no se produjeron daños mecánicos a las plantaciones tratadas. Tanto el despeje como la trocha se consideran aptos para realizar este tipo de labor. La presión de trabajo alcanzada (8,0 bar) es suficiente para realizar una buena pulverización del producto químico, según plantea la norma de sanidad vegetal. No se produjeron sobre cargas en los animales, los cuales al terminar la jornada laboral no presentaban síntomas notables de agotamiento ni sudoración excesiva. No se produjeron escurrimientos del producto químico en las zonas de trabajo debido a la presencia de las válvulas antigoteo. Se produjo un buen control fitosanitario alcanzándose un valor de efectividad biológica del 95%, que se determinó realizándose el conteo en el área de trabajo antes de la aplicación y después de efectuada la misma. No se produjeron daños constructivos de consideración durante la explotación de los equipos, por lo que el estado técnico de los equipos al concluir las campañas se considera satisfactorio, determinado esto mediante el peritaje técnico inicial y el final.

Se ha logrado que trabajen en áreas con pendientes de hasta 5% con un comportamiento aceptable.

TABLA 3. Resultados de la evaluación tecnológica y de explotación

No.	Indicador	u/m	Valor
1	Productividad real por tiempo de trabajo limpio	ha/h	1,95
2	Productividad real por tiempo de trabajo explotativo	ha/h	1,46
3	Velocidad de trabajo	km/h	2,9
4	Ancho de trabajo	m	6,0

Valoración económica

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación tecnológica y de explotación y se observa que los valores alcanzados de la productividad son suficientes para realizar la labor fitosanitaria, el valor de la velocidad se mantiene estable y el ancho de trabajo es aceptable.

De los resultados mostrados en la Tabla 4 se puede apreciar que con las asperjadoras de tracción animal se alcanzó un valor de los gastos transferidos de 1,04 peso/ha que comparado con el obtenido para la asperjadora de tracción mecánica se aprecia una disminución de 2,20 peso/ha. Con relación al salario y la fuerza de trabajo, los ahorros alcanzados fueron de 0,18 peso/ha y 0,24 peso/ha respectivamente.

TABLA 4. Indicadores económicos de las asperjadoras de tracción mecánica y de tracción animal

No.	Indicador	u/m	Tracción mecánica	Tracción animal
1	Productividad real por tiempo de trabajo explotativo	ha/h	2,16	1,46
2	Gastos transferidos	peso/ha	3,24	1,04
3	Gastos de salario	peso/ha	0,69	0,51
4	Gastos de fuerza de trabajo	hombres·h/ha	0,92	0,68

Como resultado de trabajar en la campaña 2009- 2010 a nivel nacional, los equipos en explotación laboraron más de 6 700 ha de diferentes cultivos obteniéndose un efecto económico referido a los ahorros que se obtienen con la utilización de la tracción animal en la labor cultural de protección fitosanitaria de los cultivos. Estos ahorros son los que aparecen en la Tabla 5.

TABLA 5. Ahorros producidos por el uso de las asperjadoras de tracción animal en 6 700 ha

No.	Indicador	u/m	Ahorro en CUP	Ahorro en CUC
1	Combustible	L	21 002,30	9 451,04
2	Lubricantes	L	846,38	423,19
3	Salario	peso	1 207,80	--
4	Fuerza de trabajo	hombres·h	1 610,4	--

CONCLUSIONES

- Las asperjadoras de tracción animal cumplen satisfactoriamente con los objetivos para los que fueron construidas, con una calidad de trabajo satisfactoria.
- En comparación con los equipos para tractor la emisión de gases tóxicos es nula por lo cual no se produce contaminación ambiental.
- El valor de la productividad por tiempo de explotación (1,46 ha/h) alcanzado se considera satisfactorio.
- Se produce una disminución de los gastos transferidos de 2,20 peso/ha, en salario de 0,18 peso/ha y en gastos de fuerza de trabajo de 0,24 hombres·h/ha.
- Por concepto de combustible y lubricantes en 6 700 ha se obtuvo un ahorro de 21 002,30 L y 846,38 L, lo cual representa valores de 9 451,04 y 423,19 USD respectivamente

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ISO 116-01: *Instructivo técnico de normalización 116 – 01: Seguridad y Salud en el trabajo. Requisitos ergonómicos básicos*, Vig. 2001.
- ISO 5681 – 2: *Métodos de pruebas de boquillas de asperjadoras*, 6pp., Vig. 1997.
- ISO 5681: *Instructivo Técnico de Normalización Equipamiento para la protección de plantas*, Vig. 2000.
- ISO 5682-: *Instructivo Técnico de Normalización. Métodos de pruebas para boquillas de asperjadoras*, Vig. 2004a.
- ISO 5682-2: *Instructivo Técnico de Normalización Máquinas Agropecuarias y Forestales: Equipamiento para la protección de plantas*, Vig. 2004b.
- NC ISO 5682-1: *IDT Máquinas agrícolas y Forestales - Equipamiento para protección de plantas- Asperjadoras., Parte 1: Método de ensayo para boquillas de asperjadoras.,* Vig. 2004c.
- NC ISO 10625: *IDT Máquinas Agrícolas y Forestales—Equipamiento para la protección de plantas—boquillas para asperjadoras—Código de colores para identificación.* Vig. 2005.
- MARTÍNEZ, J.; J. LAMAS y A. RÍOS: *Sistemas y tecnologías mejoradas de preparación de suelos y atenciones culturales con tracción animal*, 5pp., Informe inédito, Informe técnico Instituto de Inv. de mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, 1996.
- CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA: *Instructivo Técnico de Normalización 34–41, Máquinas Agropecuarias y Forestales. Metodología para la realización del peritaje técnico primario*, 40pp., Ed. MINAG, La Habana, 2009.
- CUBA, MINISTERIO DE LA AGRICULTURA: *Instructivo Técnico de Normalización 34–56. Máquinas e implementos agrícolas, Asperjadoras y Espolvoreadoras, Metodología para la realización de las pruebas*, 26pp., Ed. MINAG, La Habana, 1987.
- RÍOS, A.: *Indicadores económicos en el uso de la tracción animal en la agricultura*, 24pp., Informe inédito, Informe técnico Instituto de Inv. de mecanización Agropecuaria (IIMA), Ed. IIMA, La Habana, 1991.
- VÁZQUEZ, O. y A. RÍOS: “Asperjadora de Tracción Animal con componentes de uso normal” *Revista Agrotecnia de Cuba*, 27 (1): 131- 135, 1997.
- VÁZQUEZ, O.: “Situación actual de la maquinaria para la protección fitosanitaria de los cultivos de porte bajo en Cuba”, *Revista Ciencias Técnicas, serie Mecanización*, 9 (2): 55–60, 1987.
- VÁZQUEZ, O.; M. CRUZ; R. BENÍTEZ y P. SAN JOSÉ: “Asperjadora de tracción animal, *Revista Tecnológica Agropecuaria*, 5 (2): 24-30, 1997.
- VÁZQUEZ, O.; M. CRUZ Y P. SAN JOSÉ: *La protección química de los cultivos en Cuba, situación actual y medidas tendientes a disminuir sus efectos en el medio ambiente*, 15pp., Ed. IAgriC, ISBN 978-959-16-1214-4. La Habana, Cuba, 2010.

Recibido: 16 de julio de 2013.

Aprobado: 20 de marzo de 2014.

Omar Vázquez Durañon, Especialista, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgriC), Carretera de Fontanar, km 2 ½, Rpto. Abel Santamaria, Boyeros, La Habana, Cuba, Teléfono: 645-32-86, Correo electrónico: iagricprueba@minag.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