

OLEOHIDRÁULICA
FLUID POWER

ARTÍCULO ORIGINAL

Evaluación de dos bombas hidráulicas de engranajes de desplazamientos 32 y 50 cm³/rev

Evaluation of two hydraulic gears pumps of displacements 32 and 50 cm³/rev

Dr.C. Pedro Paneque Rondón^I, Dr.C. Eugenio Romantchik Kriuskova^{II}, Dr.C. Luciano Pérez Sobrevilla^{II},
Ing. Remigio Durán Hernández^I, Tec. Ricardo Castillo Calderín^I

^I Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II} Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Chapingo, Texcoco, México,

RESUMEN

Como parte de las investigaciones que se llevan a cabo en la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), con la cooperación de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (DIMA), dirigidas al desarrollo de la Oleohidráulica, se sometieron a evaluación dos bombas de engranajes de la marca Caproni de fabricación búlgara, con desplazamientos o cilindradas de 32 y 50 cm³/rev, refiriéndose la prueba a estas dos en específico y no a una muestra estadística de bombas de estos tipos. El objetivo del trabajo fue determinar las características técnicas de las referidas bombas. La eficiencia volumétrica que es el indicador que mide las fugas o pérdidas de caudal, en las dos bombas, fue superior al 90%. La potencia hidráulica para las presiones indicadas y frecuencia de rotación nominal, arroja valores aceptables de 11,32 kW para la de desplazamiento 32 cm³/rev y 17,60 kW para la de desplazamiento 50 cm³/rev. Las bombas evaluadas cumplen satisfactoriamente con las características técnicas presentadas por el fabricante.

Palabras clave: eficiencia volumétrica, potencia hidráulica.

ABSTRACT

As part of the researches that is carried out in the Agrarian University of Havana (UNAH), in the Center of Agricultural Mechanization (CEMA), with the cooperation of the Autonomous University Chapingo (UACH), in the Department of Agricultural Mechanical Engineering (DIMA), directed to the development of the Fluid Power, they underwent evaluation two hydraulic gears pumps of the mark Caproni of Bulgarian production, with displacements or cylinder capacities of 32 and 50 cm³/rev, referring the test at two o'clock in specific and not to a statistical sample of bombs of these types. The objective of the work was to determine the technical characteristics of the referred bombs. The volumetric efficiency that is the indicator that measures the flights or flow losses, in the two bombs, went superior to 90%. The hydraulic power for the suitable pressures and frequency of nominal rotation, throws acceptable values of 11,32 kW for that of displacement 32 cm³/rev and 17,60 kW for that of displacement 50 cm³/rev. The evaluated bombs fulfill the technical characteristics presented by the maker satisfactorily.

Keywords: volumetric efficiency, hydraulic power

INTRODUCCIÓN

Las bombas de engranajes son las más difundidas en los tractores y máquinas agrícolas (Figura 1). Son bombas generadoras de caudal con un volumen de desplazamiento constante, soportando presiones hasta 250 bar y dotadas de una compensación del juego axial (Paneque, 2010; Arias, 2007; Gil, 1998; Merrit, 1967).

Es conocido que la evaluación correcta del funciona-

miento de los elementos hidráulicos constituye uno de los factores fundamentales para lograr una buena adquisición y su posterior explotación. Es por ese motivo que la demanda de esta prestación de servicios es cada vez mayor y el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), de acuerdo con esto ha perfeccionado el equipo de prueba KH 4815 M (Padrón, 1991; CEMA, 1999; Paneque *et al.*, 1998 y 2000). El banco se utiliza para caracterizar completamente bombas, distribuidores,

cilindros y motores hidráulicos. Es capaz de acomodar la mayoría de los tipos y modelos de elementos que utilizan los equipos agrícolas en Cuba que posean una capacidad máxima de 100 L/min y 150 bar de presión y un consumo de potencia de 20 kW a una frecuencia de rotación de 1 500 min⁻¹.

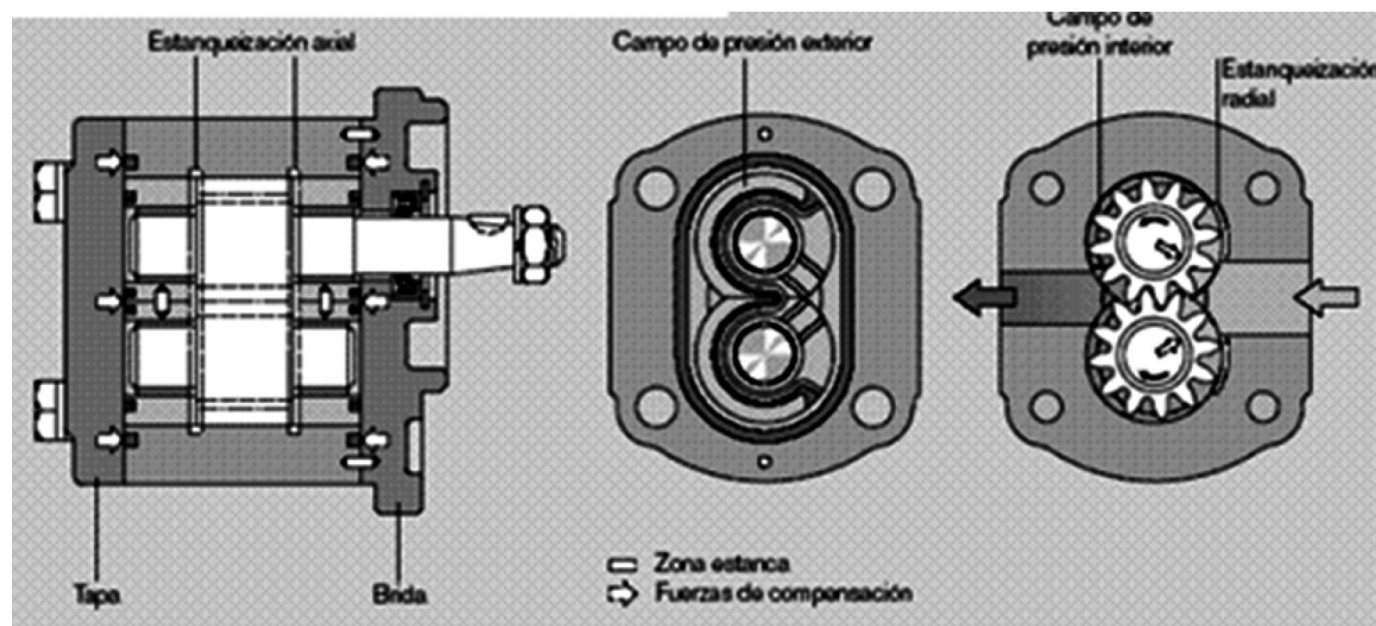


Figura 1. Bomba de engranajes.

Como parte de las investigaciones que se llevan a cabo en la Universidad Agraria de La Habana (UNAH), en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), con la cooperación de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en el Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola (DIMA), dirigidas al desarrollo de la Oleohidráulica, se sometieron a evaluación dos bombas de engranajes de la marca Caproni de fabricación búlgara con desplazamientos o cilindradas de 32 y 50 cm³/rev. El objetivo del trabajo fue determinar las características técnicas de las referidas bombas.

MÉTODOS

Se utilizaron como materiales de evaluación dos bombas hidráulicas de engranajes de la marca Caproni de fabricación búlgara, con desplazamientos o cilindradas de 32 y 50 cm³/rev, según Edetra (1998), refiriéndose la prueba a estas dos en específico y no a una muestra estadística de bombas de estos tipos.

Las principales características técnicas de estas bombas (Cuadro 1), mostradas por el fabricante, según Edetra (1998), son las siguientes:

CUADRO 1. Características técnicas de las bombas de desplazamiento 32 y 50 cm³/rev

Desplazamiento o cilindrada, cm ³ /rev	32	50
Presión nominal, bar	200	175
Frecuencia de rotación mínima, min ⁻¹	650	650
Frecuencia de rotación nominal, min ⁻¹	1500	1500
Frecuencia de rotación máxima, min ⁻¹	2500	2000
Eficiencia volumétrica mínima, %	83	85
Eficiencia volumétrica nominal, %	94	95
Eficiencia volumétrica máxima, %	94	94

Eficiencia total mínima, %	75	78
Eficiencia total nominal, %	86	85
Eficiencia total máxima, %	84	83
Potencia total, kW	16	21,87
Potencia máxima, kW	28,8	39

La metodología de la experiencia contempló la utilización de una instalación con los equipos e instrumentos siguientes: a) Fuente energética: motor trifásico de 22 kW de potencia nominal a 1 500 min⁻¹; b) Manómetro: con una precisión de 0,25%, rango de trabajo de 250 bar; c) Termómetro: con una precisión de un °C y un rango de trabajo de 0 a 100 °C; d) Flujómetro: con precisión de 0,1 L y un rango de trabajo de 10 a 150 L/min; e) Válvula de restricción: tipo variable; f) Distribuidor: p-40/75 de fabricación rusa, precisión de apertura en bar 125–135; g) Depósito: capacidad de 140 L; h) Filtro: tipo rejilla e imanes permanentes; i) Watímetro: desde 1 hasta 100 kW (Pérez y Paneque, 2004). Durante la evaluación se determinaron o midieron los parámetros siguientes: presión, bar; caudal que entrega la bomba, L/min; frecuencia de rotación de los engranajes de las bombas, min⁻¹; temperatura, °C; frecuencia de rotación de los engranajes de las bombas, min⁻¹; potencia consumida por la bomba, kW. Como el banco KH 4815 M no puede probar las bombas a una presión superior a los 150 bar, investigado por Padrón (1991), y el fabricante plantea que las bombas de desplazamiento 32 y 50 cm³/rev, objeto de evaluación, soportan presiones nominales de 200 y 175 bar respectivamente, se evaluaron a 150 bar, teniendo en cuenta que la presión de trabajo de los sistemas hidráulicos de los equipos agrícolas que se utilizan en Cuba no sobrepasan dicha presión. Para realizar las pruebas en el banco fue necesario: caracterizar el motor eléctrico del banco y caracterizar las bombas hidráulicas a evaluar.

En la Figura 2 se muestra el banco utilizado en las pruebas de las bombas hidráulicas.

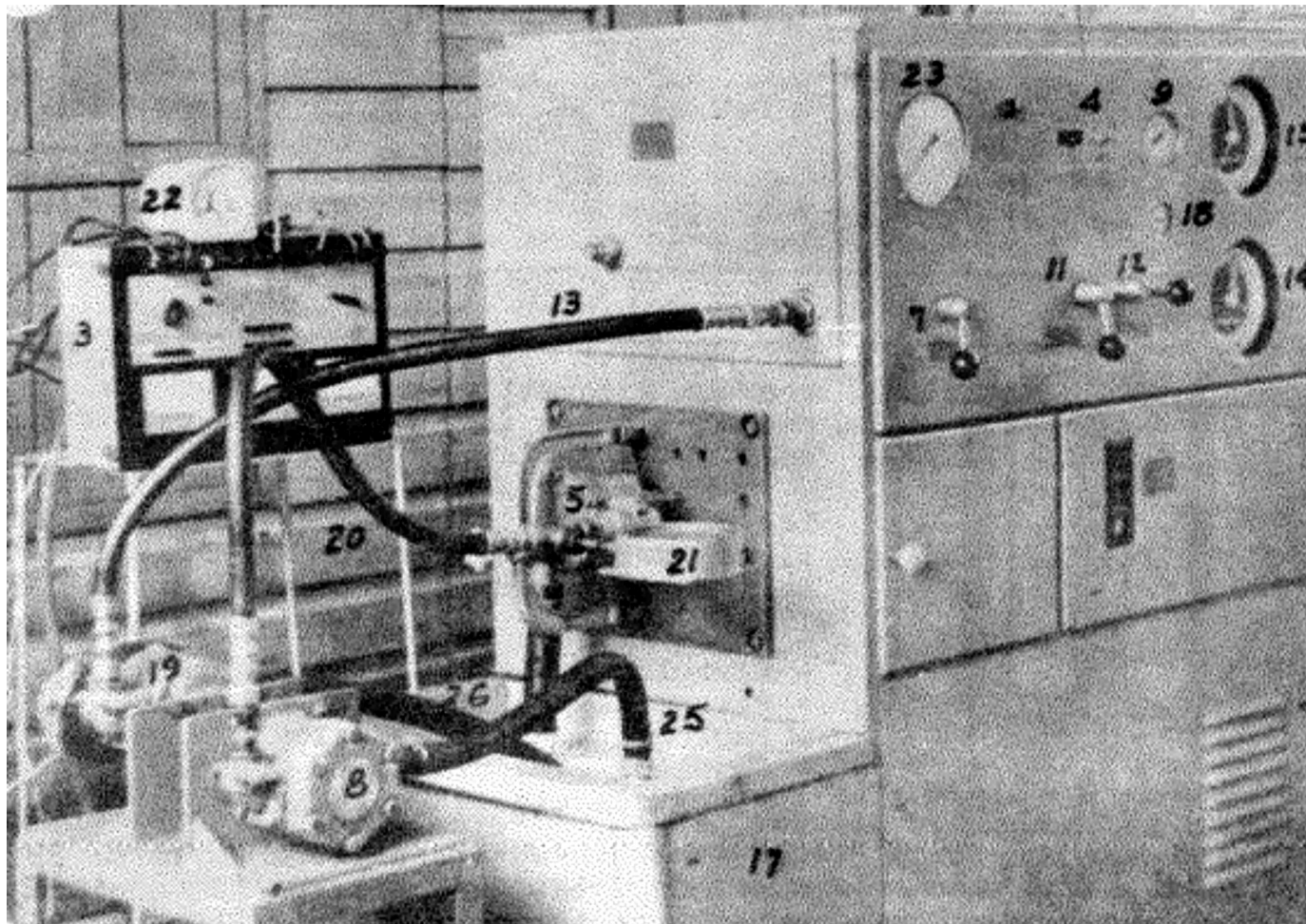


FIGURA 2. Banco KH 4815 M de pruebas de bombas hidráulicas.

Para realizar las pruebas en el banco fue necesario:

- Caracterizar el motor eléctrico del banco.
- Caracterizar las bombas hidráulicas a evaluar.

Caracterización del motor eléctrico del banco:

- Se colocó el wattímetro entre la entrada de la corriente y el motor del banco.
- Se midió el consumo del banco sin carga; N·m.

Caracterización de las bombas:

Para esto fue necesario comprobar el sentido de rotación del árbol de la bomba y proceder según el giro, medir presión, temperatura, frecuencia de rotación y consumo de potencia, procediéndose de la forma siguiente:

- Se colocó la bomba en el banco y se incremento la presión hasta 80 bar, hasta que la temperatura del aceite alcanzó 55°C.
- Se suprimió la restricción y una vez la presión en cero se procedió a tomar los valores de los parámetros siguientes: presión, bar; caudal que entrega la bomba, L/min; temperatura, °C; frecuencia de rotación de la bomba, min⁻¹.
- Se incrementó la presión en 25 bar hasta alcanzar la presión de 150 bar.

De cada medición se realizaron 5 repeticiones.

Expresiones utilizadas para determinar los parámetros de salida de las bombas:

1. Potencia a la salida de la bomba:

$$N_b = \frac{P \cdot Q_r}{600}, kW \quad 1$$

donde:

- N_b - potencia entregada por la bomba, kW;
- p - presión de trabajo de la bomba, bar;
- Q_r - caudal a real de entrega de la bomba, L/min.

2. Eficiencia volumétrica de la bomba:

$$\eta_q = \frac{Q_r}{q \cdot n}, \% \quad 2$$

donde:

- η_q - eficiencia volumétrica de la bomba, %;
- q - desplazamiento de la bomba, cm³/rev;
- n - frecuencia de rotación, min⁻¹.

3. Eficiencia total:

$$\eta_t = \frac{p \cdot Q_r}{600 N_{mec}}, \% \quad 3$$

donde:

η_t - eficiencia total de la bomba;

N_{mec} - potencia que se le entrega a la bomba, kW.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los resultados mostrados en el Cuadro 2, las dos bombas evaluadas cumplen satisfactoriamente con las características técnicas presentadas por el fabricante; alcanzando para presiones de 125 y 150 bar valores de eficiencia superiores al 90%, lo que permite hacer una buena explotación de estos elementos.

La potencia entregada por las bombas, para las presiones indicadas y frecuencia de rotación nominal, arroja valores aceptables de 11,32 kW para la bomba de desplazamiento 32 cm³/rev y 17,60 kW para la bomba de desplazamiento 50 cm³/rev, siendo menores a las mostradas por el fabricante, por ser evaluadas a la presión máxima que soporta el banco, que no debe ser superior a 150 bar.

En el gráfico de la Figura 3 se muestran los caudales de las dos bombas hidráulicas evaluadas, con las ecuaciones correspondientes, y en la Figura 4 las características de mismas en función de la presión.

CUADRO 2. Resultados de la caracterización técnica de las bombas hidráulicas

Índice	Bomba 32	Bomba 50
Desplazamiento o cilindrada, cm ³ /rev	32	50
Presión, bar	150	150
Temperatura, °C	65	65
Frecuencia de rotación nominal, min ⁻¹	1 500	1 500
Caudal teórico, L/min	48,00	75,00
Caudal real, L/min	45,31	70,42
Eficiencia volumétrica, %	94,39	93,89
Eficiencia total, %	86,00	85,00
Eficiencia mecánica, %	91,11	90,60
Potencia entregada por las bombas, kW	11,32	17,60

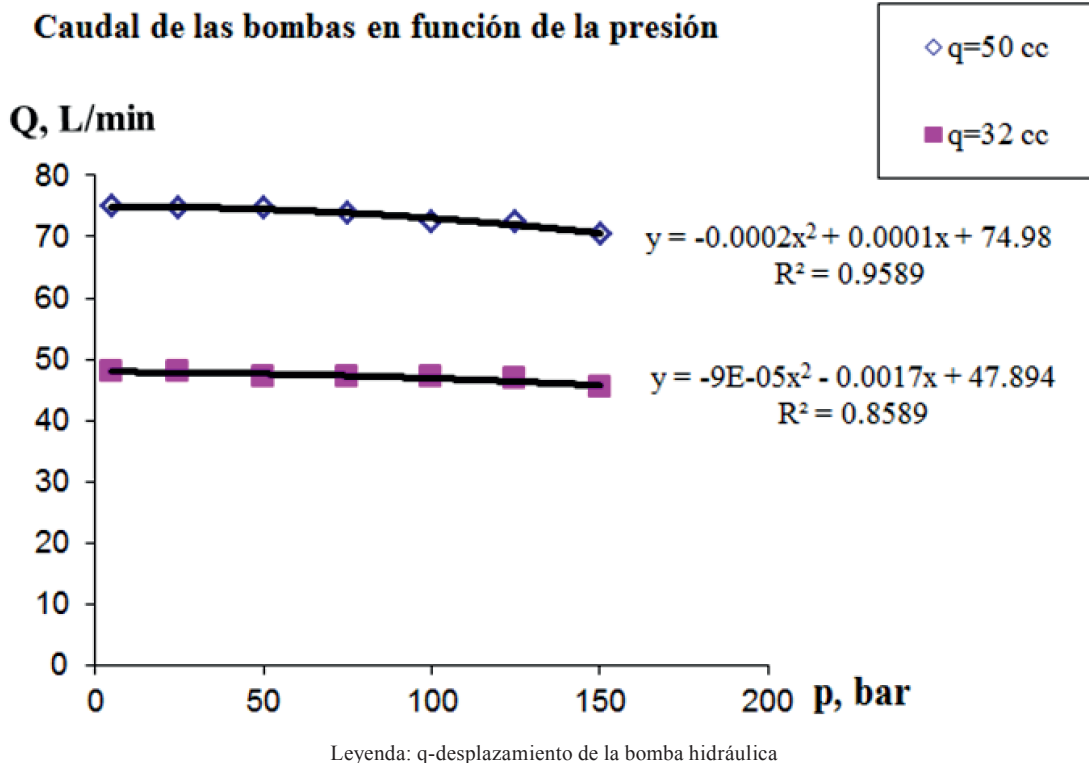


FIGURA 3. Caudal de las bombas hidráulicas en función de la presión.

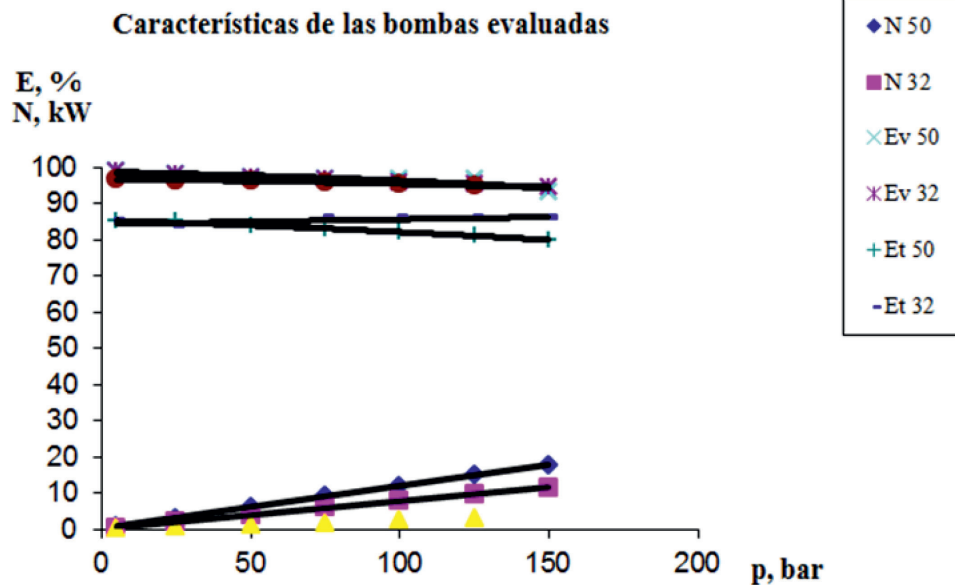


FIGURA 4. Características de las bombas hidráulicas evaluadas.

CONCLUSIONES

- Las dos bombas hidráulicas evaluadas cumplen satisfactoriamente con las características técnicas presentadas por el fabricante como se muestran en el Cuadro 2.
- Las eficiencias volumétricas (94,39 y 93,89%) y totales (86 y 85%) obtenidas en las bombas evaluadas, están en el entorno a las mostradas por el fabricante.
- La potencia entregada por las bombas (11,32 y 17,60 kW) son menores a las mostradas por el fabricante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARIAS, P. G.: *Sistemas de accionamiento hidráulico. Teoría y Práctica*, Publicaciones azucareras, IICINAZ, MINAZ; La Habana, Cuba, 2007.
2. CEMA: *Evaluación de tres bombas de desplazamiento 10, 32, 50 cm³/rev*, 9pp., Informe para el IIMA, Universidad Agraria de La Habanas, Centro de Mecanización Agropecuaria, La Habana, 1999.
3. EDETRA: *Hydraulic Gear Pumps, Gr 20250 bar*, 3pp., CAPRONI, La Habana, 1998.
4. GIL, S. J.: *Elementos hidráulicos en los tractores y máquinas agrícolas*, 231pp., 2da. Edición. Editorial Mundi- Prensa, España, 1998.
5. MERRIT, H. E.: *Hydraulic Control Systems*, 358pp., John Wiley & Son, Inc., USA, 1967.
6. PADRÓN, R. B.: "Mejorando las posibilidades de trabajo de un banco para evaluar bombas hidráulicas", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 3(1): 33-45, 1991.
7. PANEQUE, R. P.: *Elementos y Sistemas Oleohidráulicos en las Máquinas Agrícolas, Apuntes para un libro*, 285pp., Ed. Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, México, 2010.
8. PANEQUE, R. P.; A. HERNÁNDEZ; A. GARCÍA; R. GIL; T. HERNÁNDEZ: *Módulo de Oleohidráulica*, 31pp., Proyecto Nacional del CITMA (Informe final), Universidad Agraria de La Habana, Centro de Mecanización Agropecuaria, La Habana, 2000.
9. PANEQUE, P.; R. GIL, T. HERNÁNDEZ, E. PIN y E. ÁLVAREZ: "Módulo de Oleohidráulica" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 7(1): 43-45, 1998.
10. PÉREZ, S. L.; P. PANEQUE: "Determinación de los parámetros de funcionamiento y recurso residual medio de una bomba hidráulica", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 13(4): 41-45, 2004.

Recibido: 31 de mayo de 2013.

Aprobado: 10 de septiembre de 2013.

Pedro Paneque Rondón, Profesor e Investigador Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Autopista Nacional y Carretera de Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, Correo electrónico: paneque@unah.edu.cu

Nota: La mención de marcas comerciales es solo de carácter informativo sobre el material utilizado, no significa recomendación alguna por los autores o la Universidad, ni por el editor.