



## MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

### ARTÍCULO ORIGINAL

CU-ID: <https://cu-id.com/2284/v12n3e01>

# Costos energéticos y de explotación del conjunto Tractor MF-275-Cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz forrajero

## *Energy and Operation Costs of the MF-275 Tractor-KUHN MC 90S TWIN Forage Corn Harvester set*

Dr.C. Pedro A. Valdés Hernández<sup>I</sup>, Dr.C. Pedro Paneque Rondón<sup>I</sup>, MSc. Pascual Daniel Crespo Torres<sup>II</sup>;  
MSc. María Victoria Gómez Águila<sup>III</sup>

<sup>I</sup> Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>II</sup> Universidad Politécnica Tecnológica del Estado de Trujillo, Estado Trujillo, Venezuela.

<sup>III</sup> Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Texcoco de Mora, México.

**RESUMEN:** Se presenta como objetivo la determinación de los costos energéticos y de explotación del conjunto tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz (*Zea Mays*) forrajero y el remolque, perteneciente a la finca “La Ceibana” del estado Trujillo, Venezuela. Los costos energéticos totales de la operación agrícola ascendieron a 804,77 MJ/h; el componente de los costos energéticos de la energía requerida en el combustible, representó el mayor valor de 600,37 MJ/h, representando un 74,6% de los costos energéticos totales, siendo muy significativo, donde el otro 25,39% corresponde a la energía requerida en reparación y mantenimiento con 87,98 MJ/h (10,93%); materiales, fabricación y transporte con 68,2 MJ/h (8,47%), lubricantes 30,02 MJ/h (3,73%), en mano de obra 18,2 MJ/h (2,26%) y finalmente los costos energéticos totales por unidad de masa cosechada ascendieron a 758,25 MJ/t. Los costos directos de explotación totales del conjunto para la cosecha del maíz forrajero ascendieron a 1 316,46 Bs/h. El componente de los costos de explotación que representó el mayor valor, se reflejaron en los mantenimientos y reparaciones con 1 047,2 Bs/h, representando el 79,54% del total de los costos de explotación, quedando alrededor del 20% repartido entre el salario del personal de servicio 156,25 Bs/h (11,86%), la amortización de la maquinaria 112,13 Bs/h (8,51%) y de combustible 0,88 Bs/h (0,0006%); los costos de explotación por unidad de masa cosechada 787,4 Bs/t y finalmente los costos por unidad de energía requerida total en el proceso de cosecha de forraje arriban a 1,629 Bs/MJ.

**Palabras clave:** materiales, fabricación, transporte, mantenimientos, reparaciones, salario, combustible.

**ABSTRACT:** In the research carried out, the objective is to determine the energy and operating costs of the assembly formed with the tractor MF 275, the forage corn harvester KUHN MC 90S TWIN, and a trailer, in the farm “La Ceibana”, state Trujillo, Venezuela. In this work the total energy costs of the agricultural operation amounted to 804,77 MJ/h; the energy cost component of the energy required in the fuel represented 600,37 MJ/h, the highest value. being 74,6% of the total energy costs, a value very significant, and the other 25,39% corresponds to the energy required for repair and maintenance with 87,98 MJ/h (10,93%); materials, manufacturing and transport with 68,2 MJ/h (8,47%), lubricants 30,02 MJ/h (3,73%), labor force 18,2 MJ/h (2,26%) and finally, the total energy costs per unit of mass harvested amounted to 758,25 MJ/t. On the other hand, the total direct operating costs of the whole for the harvest of forage corn amounted to 1 316,46 Bs/h. The operating cost component that represented the highest value was reflected in maintenance and repairs with 1 047,2 Bs/h, representing 79,54% of the total operating costs, with around 20% distributed between the salary of service personnel 156,25 Bs/h (11,86%), the amortization of machinery 112,13 Bs/h (8,51%) and fuel 0,88 Bs/h (0,0006%); operating costs per unit of harvested mass 787,4 Bs/t and finally the costs per unit of total energy required in the forage harvest process reach 1,629 Bs/MJ.

**Keywords:** Materials, Manufacturing, Transport, Repair, Maintenance, Salary, Fuel.

<sup>1</sup> Autor para correspondencia: Pedro A. Valdés Hernández, e-mail: [pppvaldes1968@gmail.com](mailto:pppvaldes1968@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8570-0895>

**Recibido:** 10/12/2021.

**Aprobado:** 14/06/2022.

## INTRODUCCIÓN

La producción de maíz a nivel mundial es mayor que cualquier otro cereal. Anualmente, es de 850 000 000 t en grano que se cultiva en una superficie de 162 000 000 ha, con una producción promedio de 5,2 t/ha. Los mayores productores son los EEUU y China con 37 y 21% del total respectivamente, siendo EEUU también el principal productor de maíz forrajero con 2,6 000 000 de ha cultivadas, o sea menos del 10% del área destinada al maíz en grano, seguido de Alemania y Francia de la UE. La producción de los países mayores productores del maíz en grano asciende a: Estados Unidos con una producción de 365 659 000 t, seguido por China (217 000 000 t), Brasil (75 000 000 t), la Unión Europea (68 346 000 t), Ucrania (26 000 000 t), y Argentina (23 000 000 t). Los tres exportadores principales son los EEUU, Argentina y Brasil, según (Yara-Argentina, 2019). Estados Unidos cuenta con una superficie agrícola de alrededor de 412 millones de hectáreas de las cuales 22,5 millones cuentan con sistemas de riego, los programas de subsidios al productor por parte de gobierno llegan a representar hasta 70% de los costos de producción. El uso de tecnologías en sus campos agrícolas es muy común, tales como maquinaria de siembra y cosecha, fertilizantes, insecticidas, semillas transgénicas, entre otros, según (FAO, 2005).

Las gramíneas y leguminosas constituyen la fuente de alimentación animal más económica de la que dispone un productor para mantener a sus animales sanos, con niveles de productividad aceptables y entre las variedades por excelencia se encuentra el maíz forrajero (FAO, 2005). En muchas fincas ganaderas se observa un deficiente manejo y aprovechamiento de las pasturas, en particular lo referente al control de la carga animal, sobre o subpastoreo, enmaleza miento y disminución de la persistencia del recurso pastizal con pérdidas en la producción y el beneficio económico. Se estima que no menos del 50% de estas pasturas se encuentran en estadios avanzados de degradación observándose en ellas una disminución considerable de su productividad potencial (Faría, 2006).

El estado Trujillo se encuentra localizado en la zona occidental de Venezuela y abarca 740 000 ha, de las cuales solamente 130 000 ha se utilizan en explotación con rumiantes. En la mayoría de los casos las áreas de pastoreo están constituidas por gramíneas nativas de baja calidad nutritiva, se encuentran mal manejadas y escasa presencia de follaje de árboles y arbustos en los potreros; esta situación, conjuntamente con otros factores psicosociales y tecnológicos, ha generado un déficit de 60% en los rubros leche y carne (Torres, 2007).

Por tal motivo es necesario la aplicación de las nuevas tecnologías para alimentación de los animales fundamentalmente para las épocas de seca es necesario crear áreas forrajeras básicamente de gramíneas caña de azúcar, kingrass, maíz, pastos, especies leguminosas, entre otras, lo cual genera una alta demanda de equipos mecanizados para el procesamiento de estas nuevas fuentes de alimentos en las unidades de producción ganadera. Estos equipos asumen un importante papel dentro de las unidades, ya que durante el desmenuzamiento de las plantas y tallos, realizan su ruptura física, debido al alto contenido de fibra, lo que facilita una digestión más rápida y contribuye a un mayor aporte de nutrientes al rumiante y a su vez favorece a mayores consumos, por lo que resulta necesario garantizar la calidad del trabajo, con partículas

menores a los 15-20 mm para consumo fresco y por debajo de 5 mm para la fabricación de piensos según Delgado (2005); Valdés et al. (2012) Barinas, Venezuela”; “event-place”: “Barinas, Venezuela”; “publisher”: “Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora” (UNELLEZ, aspectos a tener en cuenta para la adquisición de dichas máquinas.

Por otro lado para ser cosechados y procesados estos cultivos en las unidades ganaderas, las mismas deben contar con máquinas cosechadoras y picadoras de forrajes que se adecuen a las condiciones de explotación específicas de cada unidad de producción de la finca, para esto se considera de vital importancia la determinación de los costos de explotación y energéticos de las labores agrícolas en general y en particular de las labores de cosecha de forraje, ya que la disminución de dichos costos depende en gran medida de la correcta utilización de la técnica para la ejecución de las labores, del desarrollo de nuevas máquinas y sistemas de uso de ellas, especialmente de factible producción nacional que satisfagan los requerimientos de las demandas actuales y futuras que a la vez garanticen inversiones mínimas, efecto económico positivo y plazos satisfactorios de recuperación de las inversiones (Valdés et al., 2017).

En relación a dicha temática varios autores han realizado estudios en esta dirección como Lora et al. (2012), determinan los parámetros de explotación y económicos en el corte de forraje con diferentes máquinas cosechadoras. En su trabajo evalúan comparativamente el cumplimiento de los parámetros de calidad de trabajo, tecnológico, de explotación y de factibilidad económica, de las cosechadoras de forraje JF modelo FH -1450 y CAPIMENTA modelo 1510 PR para la renovación de la cosechadora actual, la FRAGA modelo P-150 en las condiciones de la Empresa Pecuaria Genética “Niña Bonita”, los resultados obtenidos indican la factibilidad de empleo de la cosechadora de forrajes JF modelo FH -1450 al cumplir con los parámetros de calidad de trabajo, tanto para la producción de forraje verde para el consumo fresco por el ganado vacuno, como para la producción de forraje para su conservación en forma de ensilaje.

De las Cuevas et al. (2005, 2013), determinan los costos de explotación para la labranza conservacionista y para la máquina de siembra directa SUP-PN8 modificada, obteniendo los costos horarios (peso/h) y por unidad de área trabajada (peso/ha), así mismo Olivet et al. (2012), evalúan la labor de rotura con dos aperos de labranza para el cultivo del boniato en un suelo Fluvisol empleando los gastos directos de explotación.

Por otro lado, Gaytán et al. (2005), realiza una evaluación comparativa de los tractores NH 6610 y JD 5715T con el empleo de aspectos económicos y (Lora et al., 2012), determina la factibilidad económica del empleo de las herramientas de agricultura de precisión en la Empresa Pecuaria Niña Bonita.

Por otro lado se han realizado estudios relacionados con los costos energéticos. (Ramos et al., 2012) determinaron los costos energéticos de la cosecha de forrajes para el ganado vacuno en Cuba, evaluando las máquinas Fraga modelo P-150 y la SPKZ-160. De las Cuevas et al. (2009; 2011), de un conjunto tractor-máquina de siembra directa y de un rodillo de cuchillas CEMA-1400 para cobertura vegetal respectivamente, así como (Valdés et al., 2016, 2019), en la determinación de los costos energéticos de la máquina picadora de forraje MF IIMA modelo

EM-01 perfeccionada con accionamiento eléctrico y el tractor Belarus 510 y la máquina JF-50 respectivamente.

Otros autores como Paneque et al. (2009), realizan la reducción del costo energético para la labranza/siembra, utilizando sistemas conservacionistas, para las operaciones agrícolas mecanizadas más comunes en Cuba. De igual manera Olivet et al. (2014), realizan el balance energético de tres tecnologías de labranza en un Vertisol para el cultivo del tabaco, Cadena et al. (2013), estipularon el uso de energía para tres sistemas de labranza (convencional, vertical y cero).

Los estudios mencionados han estado dirigidos a otros tipos de máquinas dentro de las cuales no se encuentra la máquina cosechadora de maíz forrajero objeto de estudio, utilizada en el procesamiento de forraje para la producción de alimento animal.

Partiendo de estos antecedentes se desarrolla la presente investigación, que presenta como objetivo: Determinar los costos energéticos y de explotación del conjunto tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz (*Zea Mayz*) forrajero y el remolque, como alimento para bovinos en la Agropecuaria La Ceiba “La Ceibana”, del estado Trujillo, Venezuela.

## MATERIALES Y METODOS

La caracterización de las condiciones naturales de la parcela experimental se realizó de acuerdo a la norma NC 34-47

(3003). Las investigaciones empíricas se desarrollaron entre abril y mayo del 2015, en la Finca “La Ceibana” perteneciente al municipio La Ceiba, ubicado en la zona baja al oeste del estado Trujillo y al este del Lago de Maracaibo, en los Andes de Venezuela, según se aprecia en la Figura 1. La altitud de 2 msnm, una precipitación media anual de 600 -1000 mm y una temperatura media anual de 30 °C, obtenidos según (INAMEH-Venezuela, 2015; TURITRUIJILLO-Venezuela, 2015).

Se utilizó en los ensayos experimentales el conjunto formado por el tractor MF-275, la cosechadora de forraje KUHN MC 90S TWIN y el remolque para la recepción de la masa cosechada de maíz forrajero, de semilla procedente de Colombia variedad MB 258-CG, según se aprecia en la Figura 2. El área cosechada fue aproximadamente 5 ha, con un promedio de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas lo que permite densidades de 6 plantas/ m<sup>2</sup>, alcanzando alrededor de más de 50 000 plantas/ha. Se empleó un Tractor Massey Ferguson, con una potencia de 56-63,25 kW, con una masa de 3 953 kg y la cosechadora es accionada por el árbol toma de fuerza del tractor a 540 rpm, el órgano picador se mueve a 1000 rpm, con 10 cuchillas picadoras, cosecha dos filas de maíz simultáneamente, una longitud de trituración de 4-6 mm y una masa de 550 kg, según Crespo (2015). El remolque consume una potencia de 22,35 kW y una carga máxima autorizada de 15 000 kg, con una masa (tara) de 4 600 kg, según (Agrotierra, 2015).

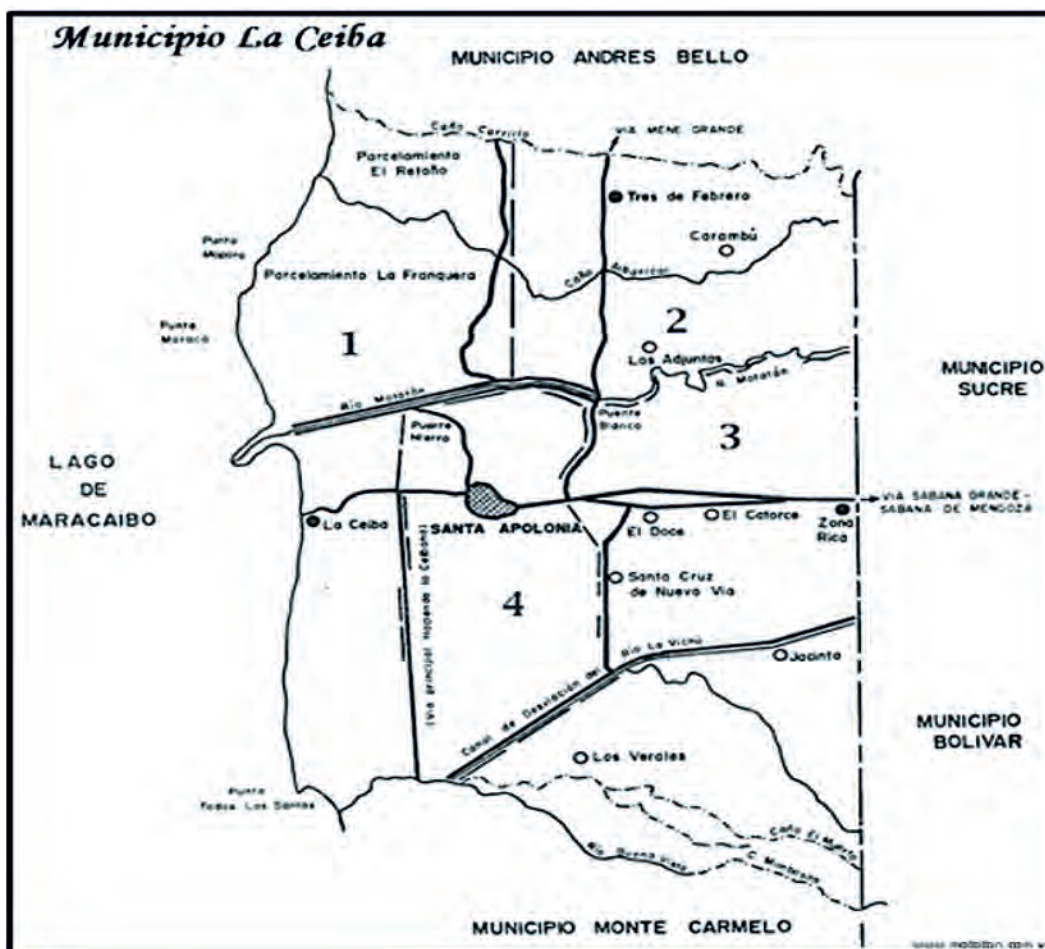


FIGURA 1. Municipio La Ceiba de Estado Trujillo-Venezuela.



FIGURA 2. Conjunto formado por el tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN y el remolque.

### Métodos para la determinación de los costos energéticos del conjunto tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz (*Zea Mayz*) forrajero y el remolque

Se utilizó la metodología para la determinación de los costos energéticos de ejecución de la operación agrícola, propuesta por Paneque et al. (2009) y apoyada por los antecedentes presentados por ASAE (1993; Fluck (1981, 1985); Stout (1990), que se considera la más completa por tener en cuenta la totalidad de los componentes necesarios en un proceso tecnológico agrícola donde intervienen las máquinas agrícolas. Esta metodología determina los costos energéticos totales de la operación agrícola mecanizada (MJ/h), adicionando la energía requerida en los materiales de construcción incluyendo la fabricación y transporte, combustible, lubricantes / filtros, reparaciones / mantenimientos y la mano de obra necesaria para operar los equipos.

Los costos energéticos totales de la operación agrícola mecanizada (EST en MJ/h) del conjunto tractor MF 275 - máquina cosechadora KUHN MC 90S TWIN y el remolque para la recepción del forraje de maíz que se va cosechando, se calculó según la ecuación (1):

$$EST = ESm + ESc + ESl + ESmr + ESmo \quad (1)$$

donde:

*ESm* - energía requerida en los materiales, fabricación, y transporte, MJ/h;

*ESc*- energía requerida en combustible, MJ/h;

*ESl*- energía requerida en lubricantes/filtros, MJ/h;

*ESmr* - energía requerida en reparaciones/mantenimiento, MJ/h;

*ESmo* - energía requerida en mano de obra, MJ/h;

La energía requerida en los materiales, fabricación, y transporte (*ESm*) se calculó usando la ecuación (2):

$$ESm = \frac{Gt \cdot EUt}{VUt} + \frac{Gm \cdot EUm}{VUm} + \frac{Gr \cdot EUR}{VUr} \quad (2)$$

donde:

*Gt, Gm, Gr*- masa del tractor, la cosechadora de forraje y del remolque respectivamente, kg; obtenidos de los catálogos de los fabricantes según Agroterra (2015); Crespo (2015).

*EUt, EUm, EUR*- energía por unidad de masa del tractor, la cosechadora de forraje y el remolque respectivamente, MJ/kg; según Tabla 1.

*VUt, VUm, VUr*- vida útil del tractor, la cosechadora de forraje y el remolque respectivamente, h, según Crespo (2015); Frank (1998).

Los valores de EU se obtuvieron de Fluck (1985, 1985, 2012); Hetz & Barrios (1997); Stout (1990), presentados en la Tabla 1.

La energía correspondiente al combustible utilizado (*ESc*) se calculó con el estándar propuesto por ASAE (1993) citados por Paneque et al. (2009) y Crespo et al. (2018) según la ecuación (3):

$$ESc = Ch \cdot Ee \quad (3)$$

donde:

*Ch* - gasto horario de combustible en tiempo de explotación, L/h, obtenido según Crespo (2015).

*Ee* - equivalencia de la energía específica del combustible, MJ/L, según Tabla 1.

TABLA 1. Equivalencias energéticas de los insumos

Insumos	Equivalencias MJ/(unidad)	Fuente
Jornada hombre (8 h)	18,2	(Fluck, 1981)
1 L Gas oil	47,8 MJ/L	(Fluck, 1992)
Tractor	109,0 MJ/kg	(Fluck, 1992)
Cosechadora de forraje	87,6 MJ/kg	(Fluck, 1992)
Remolque	66,0 MJ/kg	(Fluck, 1992)

La energía correspondiente a lubricantes/filtros (*ESl*) y reparaciones/mantenimiento (*ESmr*) se calculó según lo propuesto por Fluck (1985) y calculados por De las Cuevas et al. (2017); Miranda et al. (2016); Pereira et al. (2016) como 5% de la energía del combustible y 129% de la energía correspondiente a materiales, fabricación y transporte respectivamente, lo cual se expresa de la siguiente forma:

$$ESl = 0,05 \cdot ESc \quad (4)$$

$$ESmr = 1,29 \cdot ESm \quad (5)$$

El costo energético de la mano de obra (*ESmo*), se estableció según lo propuesto por Fluck (1981), según Tabla 1.

Finalmente, los costos energéticos totales de la operación agrícola mecanizada por unidad de masa cosechada (*EST*) en MJ/t, se determinan, según la siguiente expresión:

$$EST = \frac{EST}{W_{07}} \quad (6)$$

donde:

*W<sub>07</sub>* - productividad horaria en tiempo de explotación, t/h; obtenida de forma experimental, según Crespo (2015).

**Métodos para la determinación de los costos de explotación del conjunto tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz (Zea Mayz) forrajero y el remolque**

En las labores agrícolas en particular y en el orden económico en general, los costos de producción se consideran de vital importancia, la disminución de estos depende en gran medida de la correcta utilización de la técnica para la ejecución de las labores. Para la determinación de los costos de explotación de la operación mecanizada, se desarrolló una metodología de cálculo a partir de la norma cubana NC 34-38 (3003), adaptada al conjunto objeto de estudio., según la expresión 7.

Los costos directos de explotación (Gd) en Bs/h, de la operación agrícola mecanizada, se determinan como:

$$Gd = (S+A+R+C+O) \quad (7)$$

donde:

- S -salario del personal de servicio, Bs/h;
- A -amortización de la maquinaria, Bs/h;
- R -reparaciones y mantenimientos, Bs/h;
- C-combustibles y lubricantes, Bs/h;
- O -otros gastos, Bs/h.

El salario del personal de servicio (S) en Bs/h, se determina por la siguiente expresión:

$$S=St+(Soax \cdot Noax) \quad (8)$$

donde:

- St- salario horario del operador del tractor, Bs/h;
- Soax – salario horario de los obreros auxiliares, Bs/h;
- Noax – número de obreros auxiliares.

La amortización o renovación (A) en Bs/h, se calculó mediante la siguiente expresión:

$$A = \frac{P_t \cdot A_t}{T_t} + \frac{P_m \cdot A_m}{T_m} + \frac{P_r \cdot A_r}{T_r} \quad (9)$$

$P_t, P_m, P_r$ - Precio del tractor, la máquina agrícola y el remolque respectivamente, Bs; según catálogos del fabricante y Crespo (2015)

$A_t, A_m$  y  $A_r$ -Coeficiente de amortización del tractor, la máquina agrícola y el remolque; 12, 12 y 10% respectivamente, según (Frank, 1998).

$T_t, T_m, T_r$ -Carga anual del tractor, la máquina agrícola y el remolque respectivamente, h, tomado de los registros de la unidad de producción La Ceibana. Se determina según los días de trabajo anuales de la maquina en el plazo agrotécnico por la cantidad de horas de trabajo diario.

Los costos por reparaciones y el mantenimiento técnico (R) en Bs/h, se determinó mediante la expresión:

$$R = \frac{P_t \cdot R_t}{T_t} + \frac{P_m \cdot R_m}{T_m} + \frac{P_r \cdot R_r}{T_r} \quad (10)$$

donde:

$R_t, R_m$  y  $R_r$ - Coeficiente de reparación y mantenimiento del tractor, la máquina agrícola y el remolque respectivamente; según FAO, 1991.

El cálculo de los costos por concepto de consumo de combustible (C) en Bs/h, se realiza por la expresión siguiente:

$$C = (Ch \cdot Pc) \quad (11)$$

donde:

Pc- precio complejo de los combustibles, lubricantes, Bs/L.

En el caso de otros costos de explotación (O) no existen durante el proceso tecnológico de la cosecha del maíz forrajero.

Los costos de explotación por unidad de masa cosechada (Gex) en Bs/t, en la ejecución de las labores agrícolas mecanizadas, se representan por la expresión siguiente:

$$Gex = \frac{Gd}{W_{07}} \quad (12)$$

Por otro lado, los costos por unidad de energía requerida total en el proceso de cosecha de forraje (Gent) en Bs/MJ, se determinan de la siguiente forma:

$$Gent = \frac{Gd}{EST} \quad (13)$$

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Resultados de los costos energéticos del conjunto tractor MF 275, cosechadora de forraje KUHN MC 90S TWIN y remolque**

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos en MJ/h y el porcentaje con respecto al total de los diferentes componentes de los costos energéticos del conjunto formado por el tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC90S TWIN y el remolque. Como se observa, los costos por energía requerida en combustible ascienden a 600,37 MJ/h para un 74,6%, representando el máximo valor obtenido y superior al resultado obtenido por Ramos et al. (2012) al evaluar el conjunto tractor-YUMZ y las cosechadoras SPKZ-160 y FRAGA modelo P-150, lo que significa que la fuente de energía ocupa la principal dependencia en dichos gastos, lo que se corrobora también por los autores De las Cuevas et al. (2009); Valdés et al. (2016, 2019), para el caso de otras máquinas.

En el resto de los resultados le continúa los costos en energía requerida por mantenimiento y reparación con 87,98 MJ/h, representando un 10,93% con respecto al total; le siguen los costos por energía requerida en los materiales, fabricación, y transporte con 68,2 MJ/h, representando un 17,3%; la energía requerida por lubricantes con 30,02 MJ/h para un 3,73% y finalmente la energía requerida por mano de obra 18,2 MJ/h, representando un 2,26% del total. Además, se presentan los costos energéticos totales de la operación agrícola mecanizada por unidad de masa cosechada que ascienden a 758,25 MJ/t.

En la Figura 3, se aprecian los resultados de los diferentes componentes de los costos energéticos del conjunto, en MJ/h de forma gráfica. En la cual se aprecia que los costos energéticos totales del conjunto para la cosecha del maíz forrajero ascendieron a 804,77 MJ/h.

TABLA 2. Resultados de los costos energéticos del conjunto Tractor - Cosechadora - Remolque

Símbolo	Descripción	Valor	U/M	% del total
ESm	Energía requerida en los materiales, fabricación, y transporte	68,2	MJ/h	17,3
ESc	Energía requerida en combustible	600,37	MJ/h	74,6
ESl	Energía requerida en lubricantes/filtros	30,02	MJ/h	3,73
ESmr	Energía requerida en reparaciones/mantenimiento	87,98	MJ/h	10,93
ESmo	Energía requerida en mano de obra	18,2	MJ/h	2,26
EST	Costos energéticos totales	804,77	MJ/h	-
Est	Costos energéticos totales por unidad de masa cosechada	758,25	MJ/t	-

### Resultados de los costos de explotación del conjunto tractor MF 275, cosechadora de forraje KUHN MC 90S TWIN y remolque

En la Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos en Bs/h y el porcentaje con respecto al total de los diferentes componentes de los costos de explotación del conjunto formado por el tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC90S TWIN y el remolque. En la cual se aprecia que los mayores costos de explotación se invierten en reparaciones y mantenimiento de la maquinaria 1 047,2 Bs/h representando el 79,5% del total, dejando alrededor del 20% restante repartido en los costos por la cancelación de salario del personal de servicio con 156,25 Bs/h (11,86%) y la amortización de la maquinaria 112,13 Bs/h (8,51%), quedando un 0,88 Bs/h (0,0006%) en los costos por

concepto de combustible, lo que prácticamente es insignificante con respecto a los demás componentes por los bajos precios del petróleo en Venezuela. En el caso del autor Valdés *et al.* (2017), obtiene resultados diferentes ya que los mayores costos de explotación corresponden por concepto de salario y combustible, durante la comparación de dos máquinas picadoras de forraje de fabricación cubana y brasileña. La situación por la que atraviesa Venezuela es un reflejo del desequilibrio en los costos de explotación, debido a controles en los precios de combustible, haciendo que los precios de adquisición de la maquinaria sean más altos en comparación con el resto de Latinoamérica.

Por otro lado, los costos de explotación por unidad de masa cosechada ascienden a un valor de 787,4 Bs/t y finalmente los costos por unidad de energía requerida total en el proceso de cosecha de forraje arriban a 1,629 Bs/MJ.

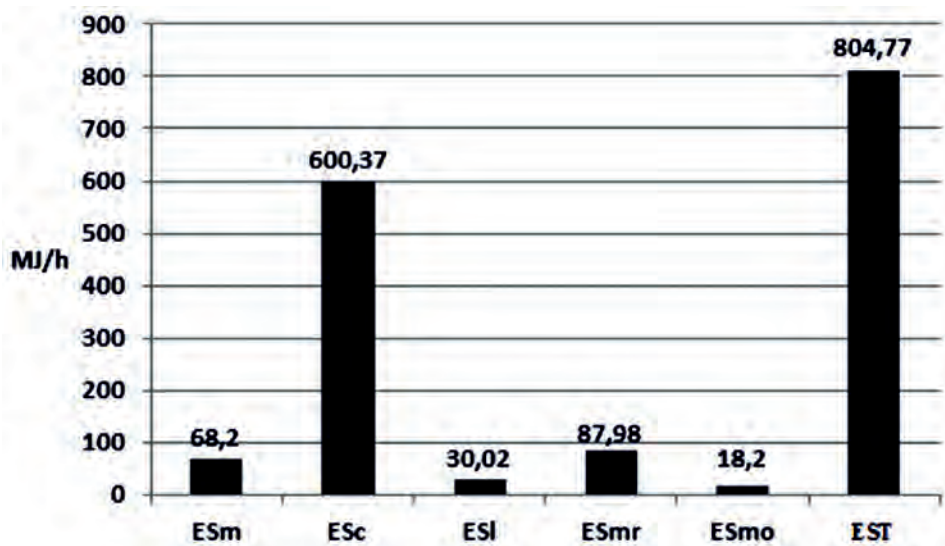


FIGURA 3. Representación de los diferentes componentes de los costos energéticos del conjunto.

TABLA 3. Resultados de los costos de explotación del conjunto Tractor - Cosechadora - Remolque

Símbolo	Descripción	Valor	U/M	% del total
S	Salario del personal de servicio	156,25	Bs/h	11,86
A	Amortización de la maquinaria	112,13	Bs/h	8,517
R	Reparaciones y mantenimientos	1 047,2	Bs/h	79,54
C	Combustibles y lubricantes	0,88	Bs/h	0,00066
Gd	Costos directos de explotación totales	1 316,46	Bs/h	-
Gex	Costos de explotación por unidad de masa cosechada	787,4	Bs/t	-
Gent	Costos por unidad de energía requerida total en el proceso de cosecha de forraje	1,629	Bs/MJ	-

En la Figura 4, se aprecian los resultados de los diferentes componentes de los costos de explotación del conjunto, en Bs/h de forma gráfica. En la cual se aprecia que los costos directos de explotación totales del conjunto para la cosecha del maíz forrajero ascendieron a 1 316,46 Bs/h.

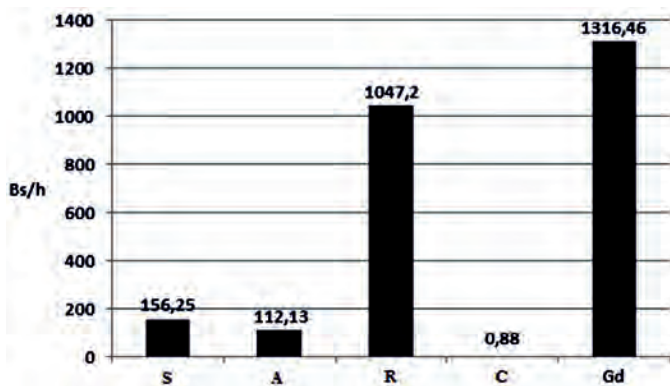


FIGURA 4. Costos de explotación del conjunto Tractor-Cosechadora-Remolque.

## CONCLUSIONES

- Los costos energéticos totales de la operación agrícola del conjunto en estudio para la cosecha de maíz forrajero ascendieron a 804,77 MJ/h; el componente de los costos energéticos de la energía requerida en el combustible, representó el mayor valor de

600,37 MJ/h, representando un 74,6% de los costos energéticos totales, siendo muy significativo, donde el otro 25,39% corresponde a la energía secuestrada en reparación y mantenimiento con 87,98 MJ/h (10,93%); materiales, fabricación y transporte con 68,2 MJ/h (17,3%), lubricantes 30,02 MJ/h (3,73%), en mano de obra 18,2 MJ/h (2,26%) y finalmente los costos energéticos totales por unidad de masa cosechada ascendieron a 758,25 MJ/t.

- Los costos directos de explotación totales del conjunto para la cosecha del maíz forrajero ascendieron a 1 316,46 Bs/h. El componente de los costos de explotación que representó el mayor valor, se reflejaron en los mantenimientos y reparaciones con 1 047,2 Bs/h, representando el 79,54% del total de los costos de explotación, quedando alrededor del 20% repartido entre el salario del personal de servicio 156,25 Bs/h (11,86%), la amortización de la maquinaria 112,13 Bs/h (8,51%) y de combustible 0,88 Bs/h (0,00066%); los costos de explotación por unidad de masa cosechada 787,4 Bs/t y finalmente los costos por unidad de energía requerida total en el proceso de cosecha de forraje arriban a 1,629 Bs/MJ.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al convenio Cuba–Venezuela y a la Universidad Politécnica Territorial del Estado Trujillo, de Venezuela por servir de sede para la impartición de la maestría en Maquinaria Agrícola, lo que posibilitó la realización de esta investigación en la zona objeto de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroterra. (2015). *Especificaciones de remolque o tara de pequeño tonelaje*. Agroterra. <http://www.agroterra.com/>
- ASAE. (1993). *Agricultural Engineers Yearbook* (Data: EP391 and D230.3). Arg. Mach. Mgt.
- Cadena, Z. M., Campos, M. S. G., Demuner, G., Zermeño, G., López, S. A., & Gaytán, M. T. (2013). Uso de energía integrando Sistemas de Labranza y Mejoradores de suelo en zonas semiáridas de México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(Especial), 54-57, ISSN: 2071-0054.
- Cañizares, J. A. M. (2018). Comparación de tecnologías de labranza en suelo ferralítico rojo de la finca Pulido. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(3), 60-63, ISSN: 2227-8761.
- Crespo, A. R. M., Paneque, R. P., & Miranda, C. A. (2018). Determinación del costo energético y de explotación de la cosecha mecanizada del arroz. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 27(2), 1-10, ISSN: 2071-0054.
- Crespo, P. (2015). *Determinación de los indicadores tecnológicos, costos energéticos y de explotación del conjunto tractor MF 275 y la cosechadora de maíz forrajero KUHN MC 90S TWIN* [Tesis para optar por el título de Master en Maquinaria Agrícola]. Universidad Politécnica Tecnológica del Estado de Trujillo, Venezuela.
- De las Cuevas, M. H. R., Hernández, R. T., & Paneque, R. P. (2005). Costos de explotación de la labranza conservacionista. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(3), 49-54, ISSN: 2071-0054.
- De las Cuevas, M. H. R., Rodríguez, H. T., Paneque, R. P., & Díaz, A. M. (2013). Costos de explotación de una máquina de siembra directa. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(1), 12-15, ISSN: 2071-0054.
- De las Cuevas, M. H. R., Rodríguez, H. T., Paneque, R. P., & Herrera, P. (2009). Costos energéticos de un conjunto tractor-máquina de siembra directa. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(4), 8-12, ISSN: 2071-0054.
- De las Cuevas, M. H., Rodríguez, H. T., Paneque, R. P., & Díaz, A. M. (2011). Costo energético del rodillo de cuchillas CEMA 1400 para cobertura vegetal. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(3), 53-56, ISSN: 2071-0054.
- de las Cuevas-Milán, M. H. R., Gómez, R. I., Herrera, P. M. I., & Paneque, R. P. (2017). Sistema automatizado para la determinación de los costos energéticos y de explotación de máquinas autopropulsadas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(2), 80-88, ISSN: 2071-0054.
- Delgado, J. (2005). *Experiencias en el uso de forrajes de calidad en un sistema intensivo de producción lechera*. XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, Barinas, Venezuela, Barinas, Venezuela.
- FAO. (2005). *Principales productores de maíz en el mundo*. FAO org. <http://www.fao.org>, Roma, Italia.
- Faría, M. J. (2006). Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. *X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*. FUNDAPASTO y Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Zulia Maracaibo (Venezuela). *X Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal*. FUNDAPASTO y Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Zulia Maracaibo (Venezuela), Maracaibo, Venezuela.

- Valdés-Hernández *et al.*: Costos energéticos y de explotación del conjunto Tractor MF-275-Cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz forrajero
- Fluck, R. C. (1981). Net energy sequestered in agricultural labor. *Transactions of the ASAE*, 24(6), 1449-1455.
- Fluck, R. C. (1985). Energy sequestered in repairs and maintenance of agricultural machinery. *Transactions of the ASAE*, 28(3), 738-0744.
- Fluck, R. C. (1992). Energy for farm production. En: *Energy for World Agriculture*, USA.
- Fluck, R. C. (2012). *Energy in farm production*. Elsevier.
- Frank, R. (1998). Costos de la Maquinaria Agrícola. *Cátedra de Administración Rural, FAUBA*.
- Gaytán, R. J. G., Muñoz, G. F., Chávez, A. N., & Capulín, Q. J. A. (2005). Evaluación comparativa de los tractores NH 6610 y JD 5715T en los aspectos técnicos, agrotécnicos y económicos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(4), 14-23, ISSN: 2071-0054.
- Hetz, E., & Barrios, A. (1997). Reducción del costo energético de labranza/siembra utilizando sistemas conservacionistas en Chile. *Agro-Ciencia*, 13(1), 41-47.
- INAMEH-Venezuela. (2015). *Climatología del Puerto La Ceiba*. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH). <http://www.inameh.gob.ve/>
- Lora, C. D., Fernández, S. M., Ramos, G. R., & García de la Figal, C. A. E. (2012). Factibilidad económica del empleo de las herramientas de agricultura de precisión en la Empresa Pecuaria "Niña Bonita". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(4), 19-23, ISSN: 2071-0054.
- Miranda, C. A., Paneque, R. P., Abram, F. N., Ribet, M. Y., & Santos, G. F. (2016). Determinación del costo energético de la cosecha mecanizada del arroz. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4), 32-38, ISSN: 2071-0054.
- NC 34-38: 03. (3003). *Máquinas agrícolas y forestales. Metodología para la evaluación económica* [Norma cubana]. Oficina Nacional de Normalización (NC).
- NC 34-47:03. (3003). *Máquinas agropecuarias y forestales. Metodología para la determinación de las condiciones de pruebas* [Norma cubana]. Oficina Nacional de Normalización (NC).
- Olivet, R. Y. E., Ortiz, R. A., Cobas, H. D., Blanco, B. A., & Herrera, G. E. (2012). Evaluación de la labor de rotura con dos aperos de labranza para el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas* Lam) en un Fluvisol. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(4), 24-29, ISSN: 2071-0054.
- Olivet, R. Y. E., Sánchez, G. V., & Parra, S. L. R. (2014). Balance energético de tres tecnologías de labranza en un Vertisol para el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(2), 35-40, ISSN: 2227-8761.
- Paneque, R. P., Miranda, C. A., Abraham, F. N., & Suárez, G. M. (2009). Determinación de los costos energéticos y de explotación del sistema de cultivo del arroz en seco. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(1), 7-10, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- Pereira, C. J. R., de las Cuevas, H. R., García de la Figal, A., & Fernández de Castro Fabre, A. (2016). Costo energético y tiempos tecnológicos del tractor Belarus-M510 con cultivador-fertilizador CIVEMASA en caña de azúcar. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2), 22-26, ISSN: 2071-0054.
- Ramos, G. R., Cruz, S. M., & Navarro, R. I. (2012). Determinación del costo energético de la cosecha de forrajes para el ganado vacuno en Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(1), 73-78, ISSN: 2071-0054.
- Stout, B. A. (1990). *Handbook of energy for world agriculture*. Elsevier.
- Torres, A. (2007). Perspectivas de la producción bovina en el estado Trujillo. *Mundo Pecuario*, 3(1), 14-16.
- TURITRUIJILLO-Venezuela. (2015). *Municipio la Ceiba*, Estado Trujillo, Venezuela. <https://turitrujillo.wordpress.com/municipio-la-ceiba/>
- Valdés, H. P. A., Chuairey, C. M., Gómez, A. M. V., De las Cuevas, M. H., Vázquez, Q. J. L., & Fernández, G. T. (2019). Costos energéticos del tractor Belarus 510 y picadora de forraje JF-50. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3), ISSN: 2071-0054.
- Valdés, H. P. A., De las Cuevas, M. H., Gómez, A. M. V., Rodríguez, A. D., Vázquez, Q. L., & Suárez, L. R. (2016). Determinación del costo energético de la picadora de forraje MF IIMA modelo EM-01 perfeccionada. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(2), 17-21, ISSN: 2071-0054.
- Valdés, H. P. A., De las Cuevas, M. H., Rodríguez, A. D., Gómez, A. M. V., & Delgado, R. R. (2017). Análisis comparativo de los costos de explotación de dos máquinas picadoras de forraje. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26(2), 4-11, ISSN: 2071-0054.
- Valdés, H. P. A., Martínez, R. A., & Pérez, P. J. (2012). Análisis de la caña de azúcar como alimento para el ganado. *Revista Pre-Til de la Universidad Piloto de Colombia*, 10(26), 59-74.
- Yara-Argentina. (2019). *Producción mundial de maíz*. <https://www.yara.com.ar/nutricion-vegetal/maiz/produccion-mundial/>

*Pedro Antonio Valdés-Hernández*, Profesor Titular, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Autopista Nacional km 23 ½, Carretera de Tapaste, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [pppvaldes1968@gmail.com](mailto:pppvaldes1968@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8570-0895>

*Pedro Paneque-Rondón*, Inv. Titular, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA), Carretera de Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: [paneque@unah.edu.cu](mailto:paneque@unah.edu.cu) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1769-7927>

*Pascual Daniel Crespo-Torres*, Egresado de maestría, Universidad Politécnica Tecnológica del Estado de Trujillo, Estado Trujillo, Venezuela. e-mail: [pascual\\_crespo@yahoo.es](mailto:pascual_crespo@yahoo.es) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9894-9032>

*María Victoria Gómez-Águila*, Profesora, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Texcoco de Mora, México. E-mail: [mvaguila@hotmail.com](mailto:mvaguila@hotmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9603-2856>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: P. Valdés, P. Paneque. Curación de datos: P. Valdés, P. Paneque, P. Crespo. Análisis formal: P. Valdés, P. Crespo. Captación de fondos: P. Valdés, P. Paneque. Investigación: P. Valdés, P. Paneque, P. Crespo. Metodología: P. Valdés, P. Paneque. Administración de proyectos: P. Valdés. Supervisión: P. Valdés, P. Paneque, M. V. Gómez. Validación: P. Valdés, P. Paneque. Visualización: P. Valdés, P. Paneque. Redacción-borrador original: P. Paneque, M. V. Gómez. Redacción-revisión y edición: M. V. Gómez.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

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.