



<https://eqrcode.co/a/6zRz7N>

ORIGINAL ARTICLE | ARTÍCULO ORIGINAL

Operation Indicators of the Unit Tractor MF 275-KUHN MC 90S TWIN Forage Corn Harvester

Indicadores de operación conjunto tractor MF 275-cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz forrajero

Dr. C. Pedro Antonio Valdés Hernández^{I*}; MSc. Pascual Daniel Crespo Torres^{II}; MSc. María Victoria Gómez Águila^{III}

^IUniversidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{II}Universidad Politécnica Tecnológica del Estado de Trujillo, Estado Trujillo, Venezuela.

^{III} Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Texcoco de Mora, México.

ABSTRACT: The objective of the research carried out was to determine the operating indicators of the unit MF 275 tractor, UHN MC 90S TWIN corn (*Zea mays*) forage harvester and the trailer, belonging to “La Ceibana” Farm in Trujillo State. In this work it was obtained that the operating time of the trial corresponds to 82 h and the clean time 17.77 h representing 21.7%, which means a consumption of unproductive time of 78% and a coefficient of use of the time of exploitation of 22%, so there is a reserve for improving the efficiency of the forage corn harvesting process. A productivity per hour of clean time of 5 868.84 kg / h was obtained and a productivity per hour of exploitation time of 1 271.42 kg / h, which is in accordance with the technical characteristics of the machine. Average values are obtained for each control shift, in the case of the mass of 5 487.37 kg, a speed of 3.13 km / h and a fuel consumption of 50.24 L, which yields a value of 12.56 L / h of operation, which is within the working range for this type of agricultural set, with coefficients of variation below of 15.7%, which means a low dispersion of the data obtained and there was a normal distribution of the data obtained.

Keywords: Operation Times, Productivity, Coefficients.

RESUMEN. En la investigación realizada se presenta como objetivo la determinación de los indicadores de operación del conjunto tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz (*Zea Mayz*) forrajero y el remolque, perteneciente a la finca “La Ceibana” del estado Trujillo. En este trabajo se obtuvo que el tiempo de explotación del ensayo corresponde a 82 h y el tiempo limpio 17,77 h representando un 21,7 %, lo que significa un consumo de tiempo improductivo de un 78 %y un coeficiente de utilización del tiempo de explotación del 22 %, por lo que existe reserva para la mejora de la eficiencia del proceso de cosecha del maíz forrajero. Se obtuvo una productividad por hora de tiempo limpio de 5 868,84 kg/h y una productividad por hora de tiempo de explotación de 1 271,42 kg/h, lo que se encuentra acorde a las características técnicas de la máquina. Se obtienen valores medios para cada turno de control, en el caso de la masa de 5 487,37 kg, una velocidad de 3,13 km/h y un consumo de combustible de 50,24 L, lo que arroja un valor de 12,56 L/h de explotación, el cual se encuentra dentro del rango de trabajo para este tipo de conjunto agrícola, con coeficientes de variación por debajo del 15,7 %, lo que significa una baja dispersión de los datos obtenidos y se apreció una distribución normal de los datos obtenidos.

Palabras clave: tiempos de explotación, productividad, coeficientes.

INTRODUCTION

Grasses and legumes are the most economical source of animal feed available to a producer to keep his animals

INTRODUCCIÓN

Las gramíneas y leguminosas constituyen la fuente de alimentación animal más económica de la que dispone un productor

* Author for correspondence: Pedro Antonio Valdés Hernández, e-mail: pvaldes@unah.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8570-0895>

Received: 12/12/2020.

Approved: 18/06/2021.

healthy, with acceptable levels of productivity and among the varieties par excellence, forage corn (FAO, 2005). Corn production worldwide is greater than any other cereal. Annually, 850,000,000 t of grain are obtained in an area of 162,000,000 ha, with an average production of 5.2 t/ha. The largest producers are the USA and China with 37 and 21% of the total, respectively, with the USA also being the main producer of forage maize with 2.6 million cultivated ha, that is, less than 10% of the area destined for grain maize. followed by Germany and France from the EU. The production of the major grain maize producing countries amounts to: The United States with a production of 365,659,000 t, followed by China (217,000,000 t), Brazil (75,000,000 t), the European Union (68,346,000 t), Ukraine (26,000,000 t), and Argentina (23,000,000 t). The three main exporters are the US, Argentina and Brazil, according to Yara Argentina (2019).

In tropical Latin America, milk was traditionally produced mainly in specialized, dual-purpose systems. The latter has often been viewed as inefficient, of low productivity, and unprofitable system. However, it has persisted over time and substantially increased its importance as a supplier of milk and meat due to its comparative advantages to produce at low cost and generate jobs. The contribution of this system to milk production in the American tropics exceeds 50% (Seré, 1986). In Brazil and Colombia, it is estimated that 35% and 51% of the milk, respectively, come from this system, while, in Venezuela, the contribution is currently calculated to be greater than 90% due to the almost total disappearance of milk. specialized dairy farms (Soto, 2005).

In many farms, a deficient management and use of pastures is observed, in particular with regard to the control of the animal load, over or under grazing, weeding and decreasing in the persistence of the grassland resource with losses in production and economic benefit. It is estimated that no less than 50% of these pastures are in advanced stages of degradation, with a considerable decrease in their potential productivity (Faria, 2006).

The state of Trujillo is located in the western zone of Venezuela and covers 740,000 hectares, of which only 130,000 hectares are used in exploitation with ruminants. In most cases the grazing areas are made up of native grasses of low nutritional quality, they are poorly managed and there is little presence of trees and shrubs in the pastures. This situation, together with other psychosocial and technological factors, has generated a 60% deficit in the milk and meat sectors in the last decade (Torres, 2007).

In most of the ruminant production systems of the state, the use of tree foliage as a source of nutrients for livestock is scarce, and in many cases the biomass of trees and shrubs is occasionally used by animals in grasslands or in secondary forest areas, since most producers only recognize the potential of these species for the delimitation of boundaries and/or as trees that provide shade and wood. Even though there are numerous plant species of wide geographic distribution that are representative of the Zona

para mantener a sus animales sanos, con niveles de productividad aceptables y entre las variedades por excelencia el maíz forrajero (FAO, 2005). 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).

En América Latina tropical, tradicionalmente la leche era producida, principalmente, en sistemas especializados y de doble propósito. Con frecuencia, se ha considerado que este último es ineficiente, de baja productividad y poco rentable. Sin embargo, ha persistido a través del tiempo e incrementado sustancialmente su importancia como abastecedor de leche y carne debido a sus ventajas comparativas para producir a bajo costo y generar fuentes de trabajo. El aporte de este sistema en la producción de leche en el trópico americano supera el 50% (Seré, 1986). En Brasil y Colombia se estima que el 35% y el 51% de la leche respectivamente, provienen de este sistema, mientras que, en Venezuela, el aporte se calcula en la actualidad sea superior al 90 % debido a la casi total desaparición de las ganaderías lecheras especializadas (Soto, 2005).

En muchas fincas se observa un deficiente manejo y aprovechamiento de las pasturas, en particular lo referente al control de la carga animal, sobre o subpastoreo, enmalezamiento 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 (Faria, 2006).

El estado Trujillo se encuentra localizado en la zona occidental de Venezuela y abarca 740 000 hectáreas, 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 hay poca presencia 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 en la última década (Torres, 2007).

En la mayoría de los sistemas de producción de rumiantes del Estado, la utilización del follaje de arbóreas como fuente de nutrimentos para el ganado es escasa, y en muchos casos la biomasa de los árboles y arbustos es aprovechada ocasionalmente por los animales en pastizales o en zonas de bosques secundarios, ya que la mayoría de los productores solamente reconocen el potencial de estas especies para la delimitación de linderos y/o como árboles que proporcionan sombra y madera. Aun cuando existen numerosas especies vegetales de amplia distribución geográfica que son representativas de la Zona Baja Trujillana,

Trujillana Baja, the nutritional potential and the feasibility of use as forage of most of them for bovines has not been documented in the conditions of the Pie de Monte Andino (García & Medina, 2006).

For this reason, it is necessary to apply new technologies for feeding animals, fundamentally for the dry seasons. It is necessary to create forage areas basically of sugar cane grasses, king grass, corn, pastures and legume species, among others, which generates a high demand of mechanized technologies for the processing of these new food sources in livestock production units.

Harvesting machines and forage mincers adapted to the production conditions of the farm are necessary to harvest and process these crops in the livestock units. These equipment have an important role within the units, since shredding makes the physical breakdown of these plants with high fiber content which facilitates a faster digestion and contributes to a greater contribution of nutrients to the ruminant. That favors higher consumption, so it is necessary to guarantee the quality of the work, with particles smaller than 15-20 mm for fresh consumption and below 5 mm for the manufacture of feed (Delgado, 2005 & Valdés *et al.*, 2012), aspect to take into account for the acquisition of those machines. Therefore, it is necessary to develop mechanized technologies for processing the forage of the different crops, to obtain it in the most appropriate way during for cattle feeding. The determination of the technological and operation indicators of these machines is fundamental for an adequate and more efficient production process (Valdés *et al.*, 2015; De las Cuevas Milán *et al.*, 2015).

On the other hand, investigations have been carried out related to the evaluation of operation parameters of the different agricultural groups, which allow an increase in the organizational efficiency of the technological process of agricultural activities. In Cuba, several authors have carried out studies in this direction, such as Miranda *et al.* (2002); Morejón *et al.* (2012) and Miranda *et al.* (2013), which evaluate the operation indicators of the New Holland L-520, CLAAS DOMINATOR rice harvesters and the means of transport used in the harvest-transport process of rice in the Agroindustrial Complex "Los Palacios", respectively. Similarly, Matos *et al.* (2010); Matos & García (2012) and De las Cuevas *et al.* (2014) carry out similar studies, but for the Case-7000 and CAMECO cane harvesters and for the trucks in the transportation of cane, respectively. On the other hand, Ortiz *et al.* (2011) and Olivet *et al.* (2012), carry out the technological and operation evaluation for sets of machines in the work of breaking and furrowing for the cultivation of sweet potato, respectively.

The aforementioned studies have been directed to other types of machines within which the forage maize harvesting machine under study is not found, which is used in the processing of forage for the production of animal feed.

Based on these antecedents, the present investigation is developed, whose objective is to determine the operating indicators of the unit MF 275 tractor, KUHN MC 90S TWIN corn

el potencial nutritivo y la factibilidad de uso como forraje de la mayoría de ellas para bovinos no ha sido documentado en las condiciones del Pie de Monte Andino (García & Medina, 2006).

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, kinggrass, maíz, pastos, especies leguminosas, entre otras, lo cual genera una alta demanda de tecnologías mecanizadas para el procesamiento de estas nuevas fuentes de alimentos en las unidades de producción ganadera.

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 producción de la finca. Estos equipos asumen un importante papel dentro de las unidades, ya que durante el desmenuzamiento de estos, 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 Delgado (2005) & Valdés *et al.* (2012), aspecto a tener en cuenta para la adquisición de dichas máquinas. Por lo que es necesario el desarrollo de tecnologías mecanizadas para procesamiento del forraje de los diferentes cultivos, para su obtención en la forma más adecuada durante su alimentación. La determinación de los indicadores tecnológicos y de explotación de dichas máquinas, constituyen parámetros fundamentales a tener en cuenta para llegar a la obtención de un proceso productivo adecuado y de mayor eficiencia (Valdés *et al.*, 2015; De las Cuevas Milán *et al.*, 2015).

Por otro lado se han realizado investigaciones relacionadas con la evaluación de parámetros explotativos de los diferentes conjuntos agrícolas, que permiten realizar un incremento en la eficiencia organizativa del proceso tecnológico de las actividades agrícolas. En Cuba varios autores han realizado estudios en esta dirección como Miranda *et al.* (2002); Morejón *et al.* (2012); Miranda *et al.* (2013), que evalúan los indicadores de explotación de las cosechadoras de arroz New Holland L-520, CLAAS DOMINATOR y de los medios de transporte utilizados en el proceso cosecha-transporte del arroz en el Complejo Agroindustrial "Los Palacios" respectivamente. Asimismo, Matos *et al.* (2010); Matos & García (2012); De las Cuevas *et al.* (2014) realizan estudios similares, pero para las cosechadoras de caña Case-7000, CAMECO y para los camión es en la transportación de la caña respectivamente. Por otro lado Ortiz *et al.* (2011); Olivet *et al.* (2012) realizan la evaluación tecnológica y de explotación para conjuntos de máquinas en la labor de rotura y surcado para el cultivo del boniato respectivamente.

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 indicadores de operación del conjunto tractor MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN de maíz (*Zea Mays*) for-

(*Zea mays*) forage harvester and trailer, for feeding the cattle in the agricultural farm “La Ceibana”, Trujillo State, Venezuela.

MATERIALS AND METHODS

Characterization of the Experimental Conditions of the Plot and Group under Study

The research was carried out at “La Ceibana” Farm, in La Ceiba Municipality, Trujillo State, with facilities for feeding and raising cattle. The unit MF 275 tractor and KUHN MC 90S TWIN forage harvester machine was used, with power take-off shaft drive, according to Figure 1. The variety of forage corn was identified for its harvest and transport. The average values of temperature and rainfall of that municipality were obtained, according to INAMEH-Venezuela (2015). The characterization of the natural conditions of the plot was carried out according to the standard NC 34-47: 03 (2003), adapted to the characteristics of the investigation developed.

The harvested area had dimensions of 120 m x 80 m (9,600 m²) and a total of approximately 5 ha for the combine test, with an average of 80 cm between rows and 30 cm between plants, which allowed densities of 6 plants/m² reaching around more than 50,000 plants/ha, of seed maize variety MB 258-CG, from Colombia.

rajero y el remolque, como alimento para bovinos en la Finca Agropecuaria “La Ceibana”, del estado Trujillo, Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de las condiciones experimentales de la parcela experimental y conjunto objeto de estudio

La investigación se realizó en la Finca “La Ceibana”, del municipio La Ceiba, del Estado Trujillo, con instalaciones para la alimentación y crianza de ganado bovino. Se empleó el conjunto tractor MF 275 y la máquina cosechadora de forraje: KUHN MC 90S TWIN, con accionamiento del árbol toma de fuerza, según Figura 1). Se identifica la variedad de maíz forrajero para su cosecha y transporte. Se obtienen los valores promedios de temperatura y precipitaciones de dicho municipio, según INAMEH-Venezuela (2015). La caracterización de las condiciones naturales de la parcela se realiza de acuerdo a la norma NC 34-47: 03 (2003), adaptada a las características de la investigación desarrollada.

El área cosechada presenta dimensiones de 120 m x 80 m (9 600 m²) y un total de aproximadamente 5 ha para el ensayo de la cosechadora, con un promedio de 80 cm entre surcos y 30 cm entre plantas lo que permite densidades de 6 plantas/m² alcanzando alrededor de más de 50 000 plantas/ha, de maíz de semilla variedad MB 258-CG, procedente de Colombia.



FIGURE 1. Unit consisting of the MF 275 tractor and the KUHN MC 90S TWIN combine harvester.
FIGURA 1. Conjunto formado por el tractor MF 275 y la cosechadora KUHN MC 90S TWIN.

La Ceiba Municipality is one of the twenty municipalities that are part of the Trujillo State, in the Andes of Venezuela, its capital is the town of Santa Apolonia. La Ceiba Municipality is located in the lower zone, to the west of the Trujillo State and to the east of Lake Maracaibo. The most important characteristics of the area are referred in Table 1 and in Figure 2 the territorial division can be observed.

El Municipio La Ceiba, es uno de los veinte municipios que forman parte del Estado Trujillo, en Los Andes de Venezuela, su capital es la población de Santa Apolonia. El Municipio La Ceiba está ubicado en la zona baja, al oeste del estado Trujillo y al este del Lago de Maracaibo, en la Tabla 1 se exponen las características más importantes de la zona y en la Figura 2 se puede observar la división territorial.

TABLE 1. Most important characteristics of Agropecuaria La Ceibana
TABLA 1. Características más importantes de la Agropecuaria La Ceibana

Unit evaluation date	April-May 2015
Soil type	Entisols
Texture	Clayey-silty
Relief	Plain
Altitude	2 m.a.s.l.
Average annual rainfall	600 to 1000 mm / year
Average annual temperature	30 °C

Source: INAMEH-Venezuela (2015) & TURITRUIJILLO (2015).

Characteristics of the Unit Tractor-Forage Harvester Machine

The fundamental technical characteristics of the MF 275 tractor consist of a power at nominal speed of 62.25 kW and a nominal rotation frequency in the power take-off shaft (PTO) of 540 min⁻¹, used during the evaluation of the performance indicators. Table 2 shows the technical characteristics of the KUHN MC 90S TWIN corn harvester used during the evaluation of the operation indicators.

Características del conjunto tractor-maquina cosechadora de forraje

Las características técnicas del tractor MF 275 fundamentales, consisten en una potencia a régimen nominal de 62,25 kW y una frecuencia de rotación nominal en el árbol toma de fuerza (TDF) de 540 min⁻¹, empleado durante la evaluación de los indicadores de explotación. En la tabla 2 se puede observar las características técnicas de la cosechadora de Maíz KUHN MC 90S TWIN empleada durante la evaluación de los indicadores de explotación.

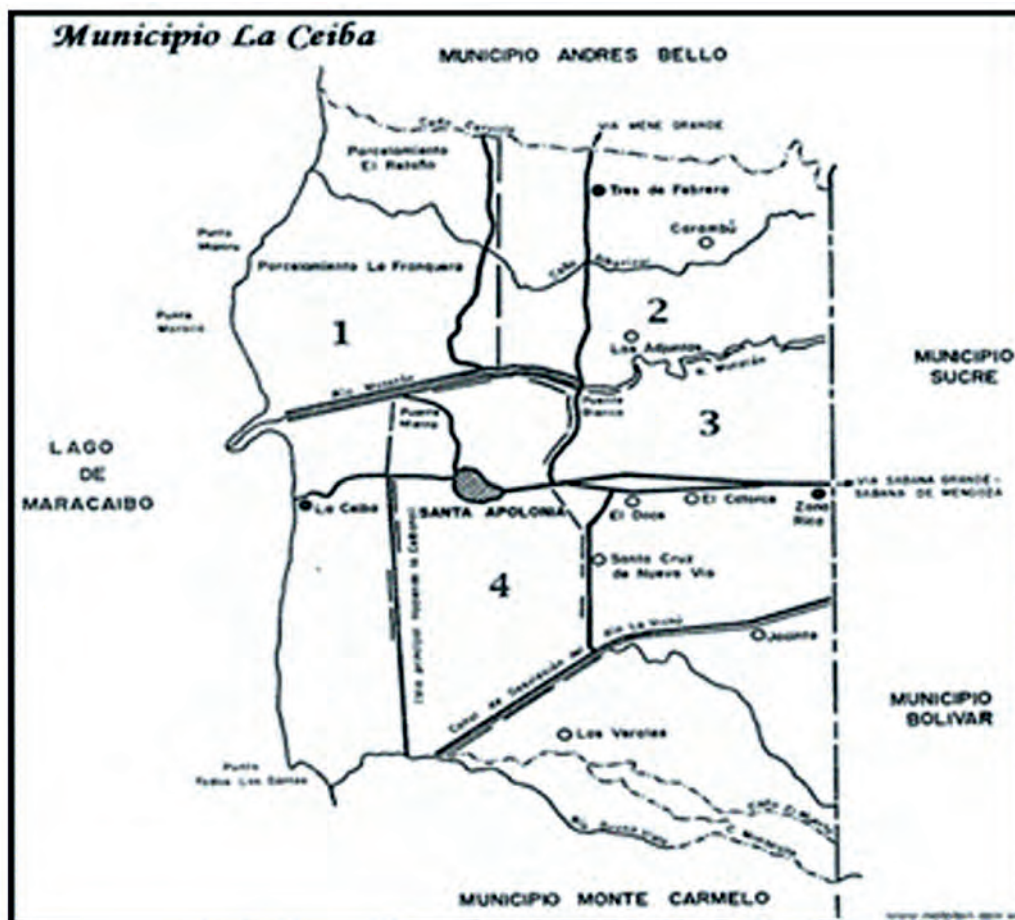


FIGURE 2. La Ceiba Municipality of Trujillo State-Venezuela.
 FIGURA 2. Municipio La Ceiba de Estado Trujillo-Venezuela.

TABLE 2. Specifications of the KUHN MC 90S TWIN Forage Harvester
 TABLA 2. Especificaciones Cosechadora de forraje KUHN MC 90S TWIN

CHARACTERISTICS	KUHN MC 90S TWIN
Number of rows to harvest	2
Height (cm)	325
Width (cm)	295
Mass (kg)	550
Number of mincer blades	10
Number of blades	5
Frequency of rotation at the entrance of the machine / Frequency of rotation of the working element (output)	540/1000
Crushing length (mm)	4 y 6
Row spacing from center to center (cm) of the furrows	68/75/80

Source: Agrotterra (2015).

Table 3 shows the technical characteristics of the trailer used.

En la Tabla 3 se presentan las características técnicas del remolque empleado.

TABLE 3. Technical characteristics of the trailer
TABLA 3. Características técnicas del remolque

Tractor power consumption	22,35 kW
Maximum authorized load	15 000 kg
Unladen Weight (Tare)	4 600 kg
External dimensions	4 600 x 2 400 mm
Interior dimensions	4 590 x 4 300 mm
Side	800 mm
Overlateral	500 mm
Drawer manufactured with F-142 structural steel chassis	

Source: Agroterra (2015).

Determination of the Operation Indicators of the Unit

To collect and elaborate the timing data, the standard NC: 34-37: 03 (2003) was used. The duration of each operation was determined by the time difference between the beginning of the operation (end of the previous operation) and the end time of the operation. The difference obtained is noted in the column “time spent”, compared to the operation in the column “Designation of operations and interruptions”. For the determination of the operation and technological indices, the times of the timing model were classified, as established in NC: 34-37: 03 (2003).

For the determination of the productivity in clean time W_l , the harvesting machine was put into operation doing its useful work during its movement through the field, and the amount of harvested mass processed (Q), was measured with a 1 kg precision scale, as seen in Figure 3.

Determinación de los indicadores de operación del conjunto

Para recoger y elaborar los datos del cronometraje se utilizó la norma NC: 34-37: 03 (2003). La duración de cada operación se determina por la diferencia del tiempo del comienzo de ésta, (final de la operación anterior) y el tiempo final de la misma. La diferencia obtenida se anota en la columna de “tiempo empleado”, frente a la operación de la columna “Designación de las operaciones e interrupciones”. Para la determinación de los índices de explotación y tecnológicos se clasifican los tiempos del modelo de cronometraje, según lo establecido en la NC: 34-37: 03 (2003).

Para la determinación de la productividad en tiempo limpio W_l , se pone en funcionamiento la máquina cosechadora realizando su trabajo útil durante su movimiento por el campo, y la cantidad de masa cosechada procesada (Q), se mide con una balanza de 1 kg de precisión, como se observa en la Figura 3.



FIGURE 3. Scale used to obtain the amount of mass harvested.
FIGURA 3. Bascula utilizada para obtener la cantidad de masa cosechada.

The time of the beginning and end of the harvesting process of the corn stalks in the field (T_l - clean time), as well as the other established times, were done using a precision 1s digital stopwatch.

El tiempo del comienzo y final del proceso de cosecha de los tallos de maíz en el campo (T_l - tiempo limpio), así como los demás tiempos establecidos, se realiza usando un cronómetro digital de 1s de precisión.

For the evaluation and determination of the different operation times, productivity and the coefficients, the computer program “Technological Exploitation Evaluation” (TECEXP) designed to determine the technological and exploitation indices of agricultural and forestry machines was used (De las Cuevas et al., 2008).

The evaluation was carried out for an area of 5 ha, where 4 control shifts were carried out, with a minimum of 15 h of clean working time of the unit and the following parameters were also measured:

Length (L) and width of the field, with measuring tapes of 50 m in length and a precision of 5 mm.

Working speed (V) through the expression:

$$V=L/t, \text{ m/s,} \quad (1)$$

Where:

L -field length, m;

t -time to travel the length L, s.

RESULTS AND DISCUSSION

Results of the Operation Indicators of the Unit Tractor MF 275, KUHN MC 90S TWIN Forage Harvester and the Trailer

Table 4 shows the results obtained from the technological indicators of operation of the unit during the evaluation carried out in the harvest of the forage corn, in the facilities of La Ceibana Agricultural Farm, Trujillo State, with the use of the “TECEXP” program, according to De las Cuevas et al. (2008).

The total mass of forage harvested amounted to a value of 104.26 t during the entire timing carried out to the unit. A clean time of 17.77 h (21.7%) of a total of 82 hours of operation representing 78.3% of unproductive time. At an average speed of 3.13 km/h, the forward gear of the tractor was located in the fifth reduced speed and the active 4-wheel drive at 2 000 rpm, the investigated set, presented a low operating time utilization coefficient of 22%, characteristic of this type of implement, as a result of the consumption of unproductive time when unloading the material (T22). The rest of the time was used in technological stops (T31), (T33) and (T42) with a total of 11 cases, product of the replacement of belts, oil leaks in the hydraulic system and punctures in the wheels system. The transfer from the workshop to the field and vice versa (T61), where the process was only stopped due to the occurrence of technical failures at the end of the day as a result of the technical expertise.

The technical safety coefficient (K42) was 77%, acceptable since the equipment presents adequate technical conditions for the production process. Similar results obtained González & Lora (2013) when evaluating the operation and economic parameters in forage cutting with different harvesting machines (67%).

A productivity per hour of clean time of 5.87 t/h and an average fuel consumption of 50.54 L/day, approximately 12.56 L/h of operation which is within the working range for this type of set agricultural.

Para la evaluación y la determinación de los diferentes tiempos de explotación, productividad y los coeficientes, se utilizó el programa de computación “Evaluación Tecnológica Explotativa” (TECEXP) diseñado para la determinación de los índices tecnológicos y de explotación de las máquinas agropecuarias y forestales (De las Cuevas et al., 2008).

La evaluación se realiza para un área de 5 ha, donde se realizan 4 turnos de control, con un mínimo de 15 h de tiempo limpio de trabajo del conjunto y además se miden los siguientes parámetros:

Longitud (L) y ancho del campo, con cintas métricas de 50 m de longitud y una precisión de 5 mm.

Velocidad de trabajo (V) mediante la expresión:

$$V=L/t, \text{ m/s,} \quad (1)$$

donde:

L -longitud del campo, m;

t -tiempo en recorrer la longitud L, s.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de los indicadores de operación del conjunto Tractor MF 275, cosechadora de forraje KUHN MC 90S TWIN y el remolque

En la Tabla 4 se exponen los resultados obtenidos de los indicadores tecnológicos de explotación durante la evaluación realizada en la cosecha del maíz forrajero del conjunto, en las instalaciones de la Finca Agropecuaria La Ceibana, del Estado Trujillo, con el empleo del programa “TECEXP”, según (De las Cuevas et al., 2008).

La masa total de forraje cosechado ascendió a un valor de 104,26 t durante todo el cronometraje realizado al conjunto. Un tiempo limpio de 17,77 h (21,7 %) de un total de 82 h de explotación representando un 78,3 % de tiempo improductivo, a una velocidad promedio de 3,13 km/h, la marcha de avance del tractor se ubicó en la quinta velocidad reducida y la doble tracción activa a 2 000 rpm, el conjunto investigado, presentó un coeficiente de utilización del tiempo de explotación bajo del 22 %, característico de este tipo de implemento, producto del consumo de tiempo improductivo al descargar el material (T22), el resto del tiempo fue empleado en paradas tecnológicas (T31), (T33) y (T42) con un total de 11 casos, producto del reemplazo de correas, fugas de aceite en el sistema hidráulico y ponches en el sistema de rodaje. El traslado del taller al campo y viceversa (T61), donde solo se detuvo el proceso por ocurrencia de fallas técnicas al finalizar la jornada producto del peritaje técnico.

El coeficiente de seguridad técnica (K42) es del 77 %, aceptable ya que el equipo presenta adecuadas condiciones técnicas para el proceso productivo, resultados similares obtuvo González & Lora (2013) al evaluar los parámetros de explotación y económicos en el corte de forrajes con diferentes maquinas cosechadoras (67 %).

Una productividad por hora de tiempo limpio de 5,87 t/h y un gasto de combustible medio de 50,54 L/jornada, aproximadamente 12,56 L/h de explotación el cual se encuentra dentro del rango de trabajo para este tipo de conjunto agrícola.

TABLE 4. Operation indicators of the unit consisting of the Massey Ferguson MF 275 tractor, the KUHN MC 90S TWIN combine and the trailer**TABLA 4. Indicadores de explotación del conjunto formado por el tractor Massey Ferguson MF 275, la cosechadora KUHN MC 90S TWIN y el remolque**

No	Indices Denomination	Unit	Index
1	Volume of work done	kg	104 260,0
2	Duration of chronometric observation	h	
	Clean time (T1)		17,770
	Operating time (T02 = T1 + T2)		65,750
	Productive time (T04 = T1 + T2 + T3 + T4)		79,310
	Shift time without failures (Tt = T1 + T2 + T3 + T5 + T6 + T7)		75,080
	Operating time (T07 = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7)		82,000
3	Hourly productivity:	kg/h	
	Clean time		5 868,84
	Operating time		1 585,62
	Productive time		1 314,62
	Shift time without failures		1 388,67
	Of exploitative time		1 271,42
4	8 hour productivity	kg/h	
	In shift time without failures (Wt)		10 593,36
	In operation time (W07)		9 741,56
5	Technological safety coefficient (K41)		1,000
6	Technical damage elimination time	h	1,73
	Number of cases		11
	Volume of work done for each failure	kg	4 631,14
7	Technical safety factor (K42)		0,77
8	Productive time utilization coefficient (K04)		0,23
9	Coefficient of utilization of the operation time (K07)		0,22

The results obtained from the field test of the operation times, as well as the productivity obtained for each time, are also shown graphically in Figures 4 and 5. The productivity in clean time amounted to 5 868.84 kg/h, which is in accordance with the technical characteristics of the machine.

Table 5 shows the results of the descriptive statistical analysis carried out on the mass of forage harvested in each control shift, the speed and the fuel consumption of the Tractor-Harvester-Trailer set. Average values are seen for each control shift in the case of the mass of 5 487.37 kg, speed 3.13 km/h and a fuel consumption for each working day of 50.24 L, with variation coefficients below 15.7%, which means a low dispersion of the data obtained and a normal distribution of the data obtained was appreciated.

Los resultados obtenidos del ensayo en campo de los tiempos de explotación, así como la productividad obtenida para cada tiempo se muestran también de forma gráfica en las Figuras 4 y 5. La productividad en tiempo limpio ascendió 5 868,84 kg/h, la cual se encuentra acorde a las características técnicas de la máquina.

En la tabla 5 se muestran los resultados del análisis estadístico descriptivo realizado a la masa de forraje cosechada en cada turno de control, la velocidad y el gasto de combustible del conjunto Tractor-Cosechadora-Remolque. Se aprecian valores medios para cada turno de control en el caso de la masa de 5 487,37 kg, velocidad 3,13 km/h y un consumo de combustible por cada jornada de trabajo de 50,24 L, con coeficientes de variación por debajo del 15,7 %, lo que significa una baja dispersión de los datos obtenidos y se apreció una distribución normal de los datos obtenidos.

TABLE 5. Statistics of the tractor-harvester-trailer unit
TABLA 5. Estadísticos del conjunto tractor-cosechadora-remolque

Indicator)	Mass (kg)	Speed (km/h)	Fuel consumption. (L)
Mean	5487.37	3.13	50.24
Typical deviation	705.14	0.10	4.25
Coefficient of variation	15.7%	3.24%	8.46%

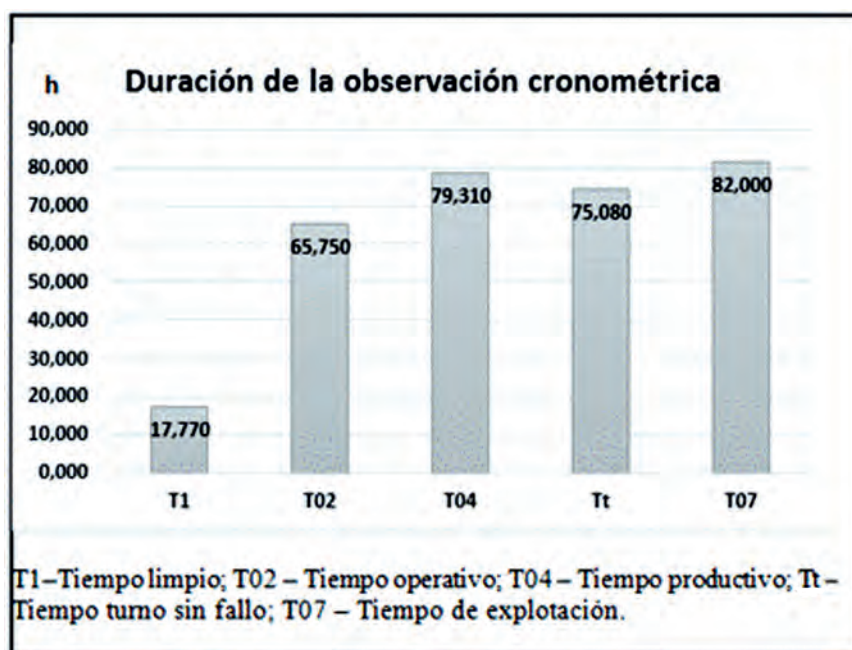


FIGURE 4. Duration of observation of the different operation times.
 FIGURA 4. Duración de la observación de los diferentes tiempos de explotación.



FIGURE 5. Productivity per hour of the unit.
 FIGURA 5. Productividad por hora del conjunto.

CONCLUSIONS

- The operating time of the test corresponds to 82 h and the clean time 17.77 h representing 21.7%, which means a consumption of unproductive time of 78% and a coefficient of utilization of the operating time of 22%. Therefore, there is a reserve for improving the efficiency of the forage corn harvesting process.

CONCLUSIONES

- El tiempo de explotación del ensayo corresponde a 82 h y el tiempo limpio 17,77 h representando un 21,7 %, lo que significa un consumo de tiempo improductivo de un 78 % y un coeficiente de utilización del tiempo de explotación del 22 %, por lo que existe reserva para la mejora de la eficiencia del proceso de cosecha del maíz forrajero.

- A productivity per hour of clean time of 5,868.84 kg/h and a productivity per hour of operating time of 1,271.42 kg/h was obtained, which is in accordance with the technical characteristics of the machine.
- Average values are obtained for each control shift, in the case of the mass of 5487.37 kg, a speed of 3.13 km/h and a fuel consumption of 50.24 L, which yields a value of 12,56 L/h of operation, which is within the working range for this type of agricultural unit, with variation coefficients below 15.7%, which means a low dispersion of the data obtained and a normal distribution of the data obtained.

ACKNOWLEDGMENT

We thank the Cuba-Venezuela agreement and the Universidad Politécnica Territorial del Estado Trujillo, of Venezuela for serving as the headquarters for the teaching of the master's degree in Agricultural Machinery, which made it possible to carry out this research in the area under study.

REFERECES

- AGROTERRA: Especificaciones de remolque o tara de pequeño tonelaje, [en línea] 2015, Disponible en: <http://www.agroterra.com/> [Consulta: 17 de mayo de 2015].
- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; RAVELO, I.; DÍAZ, A.; PANEQUE, R.P.: "Evaluación tecnológica y de explotación de la combinada de caña CAMECO", Revista Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, e-ISSN: 2227-8761, 4(4): 9-15, 2014.
- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; RODRÍGUEZ, H.T.; HERRERA, P.M.I.; PANEQUE, R.P.: "Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 17(2): 24-28, 2008.
- DE LAS CUEVAS MILÁN, M.H.R.; VALDÉS, H.P.A.; RODRÍGUEZ, A.D.; SUÁREZ, L.R.; DELGADO, R.R.; QUINTANA, V.J.L.: "Índices de explotación del tractor BELARUS 510 y la picadora de forraje JF 50", Revista Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, 5(2): 44-48, 2015.
- DELGADO, J.: "Experiencias en el uso de forrajes de calidad en un sistema intensivo de producción lechera", En: XI Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal, Barinas, Venezuela, 2005.
- FAO: Principales productores de maíz en el mundo, [en línea] 2005, Disponible en: <http://www.fao.org> [Consulta: 15 de septiembre de 2014].
- FARIA, M.J.: "Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito", X Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad de Zulia, Venezuela, 1, 2006.
- GARCÍA, E.D.; MEDINA, G.M.: "Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros", Zootecnia Tropical, ISSN-0798-7269, 24(3): 233-250, 2006.
- GONZÁLEZ, R.R.; LORA, D.: "Determinación de parámetros de explotación y económicos en el corte de forraje con diferentes máquinas cosechadoras", Revista Ingeniería Agrícola, ISSN-2306-1545, e-ISSN: 2227-8761, 3(2): 31-38, 2013.
- INAMEH-VENEZUELA: Climatología del Puerto La Ceiba, [en línea] 2015, Disponible en: <http://www.inameh.gob.ve/> [Consulta: 15 de mayo de 2015].
- MATOS, R.N.; GARCÍA, C.E.: "Evaluación técnica y de explotación de los camiones en la transportación de la caña", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 21(2): 30-33, 2012.
- MATOS, R.N.; GARCÍA, C.E.; GONZÁLEZ, G.J.R.: "Evaluación técnica y de explotación de las cosechadoras de caña Case-7 000", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 19(4): 06-09, 2010.
- MIRANDA, C.A.; CASTELLS, H.S.; ÁLVAREZ, A.O.; SANTOS, G.F.; IGLESIAS, C.C.: "Análisis de la utilización del tiempo de turno por las cosechadoras arroz CLAAS DOMINATOR", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 22(4): 27-31, 2013.
- MIRANDA, C.A.M.; IGLESIAS, C.C.; ANILLO, J.; FALCÓN, L.; FIGUEROA, R.R.; RIVERO, R.M.; LARA, R.M.; BECERA, C.A.: "Evaluación tecnológica y explotación de las cosechadoras de arroz New Holland L-520", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 11(4): 13-15, 2002.
- MOREJÓN, M.Y.; IGLESIAS, C.C.E.; DOMÍNGUEZ, C.G.: "Evaluación de los medios de transporte utilizados en el proceso cosecha-transporte del arroz en el Complejo Agroindustrial "Los Palacios"", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 21(3): 45-48, 2012.
- NC: 34-37: 2003: "Máquinas Agrícolas y Forestales, Metodología para la evaluación Tecnológica y de explotación", Oficina Nacional de Normalización (NC), La Habana, Cuba, 2003.
- NC 34-47: 2003: Máquinas agropecuarias y forestales. Metodología para la determinación de las condiciones de pruebas, Oficina Nacional de Normalización, No. 2da Edición, La Habana, Cuba, 2003.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al convenio Cuba-Venezuela y 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.

- OLIVET, R.Y.E.; ORTIZ, R.A.; COBAS, H.D.; BLANCO, B.A.; HERRERA, G.E.: "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, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 21(4): 24-29, 2012.
- ORTIZ, A.; GASKINS, B.; PARRA, L.; VÁZQUEZ, H.: "Evaluación tecnológica y de explotación de conjuntos de máquinas en la labor de surcado para el cultivo del boniato (*Ipomoea batatas*, Lam Poir)", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 20(2): 11-14, 2011.
- SERÉ, C.: "Socioeconómica de los sistemas de producción de doble propósito", Panorama de la ganadería de doble propósito de la América tropical, Arango, L., Charry, A. y Vera, R. ed., pp. 13-28, Ed. ICA, Bogotá, Colombia, 1986.
- SOTO, E.: "La ganadería de doble propósito en Venezuela", En: Congreso Venezolano Producción e Industria Animal. AVPA, INIA, UCV, pp. 221-229, Maracay, Venezuela, 2005.
- TORRES, A.: "Perspectivas de la producción bovina en el estado Trujillo.", Mundo Pecuario, ISSN-1856-111X, 3(1): 14, 2007.
- TURITRUJILLO: municipio la Ceiba, [en línea] 2015, Disponible en: <https://turitrujillo.wordpress.com/municipio-la-ceiba/> [Consulta: 2 de mayo de 2015].
- VALDÉS, H.P.A.; DE LAS CUEVAS, M.H.R.; RODRÍGUEZ, A.D.; SUÁREZ, L.R.; GÓMEZ, A.M.V.; DELGADO, R.R.: "Determinación de los indicadores tecnológicos y de explotación de la máquina picadora de forraje MF IIMA modelo EM-01 modificada", Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 24(3): 28-34, 2015.
- VALDÉS, H.P.A.; MARTÍNEZ, R.A.; PÉREZ, P.: "Análisis de la caña de azúcar como alimento para el ganado Sugar cane analysis as livestock food", Revista Pre-Til de la Universidad Piloto de Colombia, 10(26): 59-74, 2012.
- YARA ARGENTINA: Producción mundial de maíz., [en línea] 2019, Disponible en: <https://www.yara.com.ar/nutricion-vegetal/maiz/produccion-mundial/> [Consulta: 17 de agosto de 2019].

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: pvaldes@unah.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8570-0895>

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

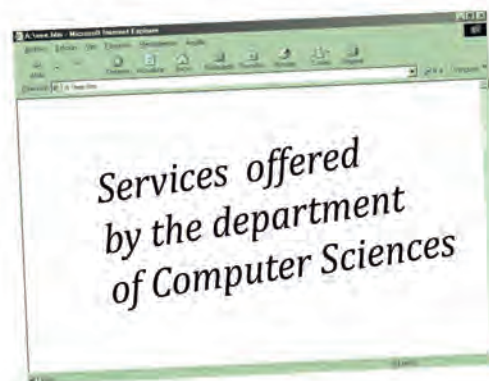
María Victoria Gómez-Águila, Profesora, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Texcoco de Mora, México. E-mail: mvaguila@hotmail.com ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9603-2856>

The authors of this work declare no conflict of interests.

This item is under license Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

The mention of trademarks of specific equipment, instruments or materials is for identification purposes, there being no promotional commitment in relation to them, neither by the authors nor by the publisher.

AGRARIAN UNIVERSITY OF HAVANA



DESIGN AND ASSEMBLY OF NETWORK PROJECTS
DESIGN AND ASSEMBLY OF EDUCATIONAL COMPUTER SCIENCES

Courses

- **Web Page Desing**
- **Programing Under Web Environment**
- **Programaming Under Windows Environment**
- **Geoggraphic Information System**
- **Multimedia Desing**
- **Educational Television**