



<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1550>

SOFTWARE

Automated System to Determine Means of Transport in Mechanized Sugarcane Harvesting

Sistema automatizado para determinar medios de transporte, en la cosecha mecanizada de caña de azúcar

MSc. Héctor R. de las Cuevas-Milán^I, Dr.C. Idaris Gómez-Ravelo^{II}, Dr.C. Yanara, Rodríguez-López^I,
Dr.C. Pedro Paneque-Rondón^I, Dr.C. Mario Ignacio Herrera-Prat^{III}

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

^{II} Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Cultura Física, Departamento de Didáctica de la Educación Física, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

^{III} Ministerio de Educación Superior, Vedado, Plaza, La Habana. Cuba.

ABSTRACT. The present work aims to develop the automated DCMT system, which determines the amount of means of transport, in the mechanized harvesting process of sugarcane, for different transport distances, field performance and capacity of the means of transport used (20 and 60 t). The system is based on equations with linear fit, starting from the analytical modeling carried out by the SMCTCA software developed by De las Cuevas and collaborators in 2016. The main control panel and links are provided to allow the user to interact with the different parts that make it up to evaluate the mechanized process of harvesting and transporting sugarcane, for different exploitation conditions. That permits the rational organization of the system with the increase of the coefficient of use of time and the productivity as well as the reduction of operating expenses.

Keywords: Transportation, Field Performance, Productivity, Analytical Modeling.

RESUMEN. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar el sistema automatizado DCMT, el cual realiza la determinación de la cantidad de medios de transporte, en el proceso de cosecha mecanizada de la caña de azúcar, para diferentes distancias de transportación, rendimiento del campo y capacidad de los medios de transporte empleados (20 y 60 t). El sistema se encuentra basado en ecuaciones con ajuste lineal, a partir de la modelación analítica que realiza el software SMCTCA elaborado por De las Cuevas y colaboradores en 2016. Se brinda el panel de control principal y los vínculos que permiten al usuario, la interacción con las diferentes partes que lo conforman. Siendo posible la evaluación del proceso mecanizado de cosecha y transporte de caña de azúcar, para diferentes condiciones de explotación, posibilitando la organización racional del sistema con el incremento del coeficiente de utilización del tiempo, la productividad y la disminución de los gastos de explotación.

Palabras clave: transportación, rendimiento del campo, productividad, modelación analítica.

INTRODUCTION

Diverse technological systems have been introduced in Cuba that include innovative harvesting machines, seeders and transport with auto-tipper. With the aim of reducing damage to sugarcane fields as a result of mechanized harvesting, the transport system named step transport or cane transshipment

INTRODUCCIÓN

En Cuba se han introducido sistemas tecnológicos que incluyen novedosas máquinas cosechadoras, sembradoras y transporte con auto-basculante. Con el objetivo de reducir los daños a los campos cañeros producto de la cosecha mecanizada, se introduce el sistema de transporte denominado, tiro partido o trasbordo de caña, mediante

¹ Author for correspondence: Héctor R. de las Cuevas Milán, e-mail: cuevasm@nauta.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0467-9749>

Received: 25/08/2021.

Approved: 12/11/2021.

is introduced, by means of self-tipping trailers or semi-trailers pulled by medium and high-power tractor within the field and the use of trucks with trailers to transport cane towards the tipper of the industry (Paneque, 1988). The objectives of introducing this technology are to reduce the costs of the harvest and to improve the quality of the material that goes to the industry (Paneque *et al.*, 2018; López *et al.*, 2021).

Sugarcane harvest is a rigorous process, which requires a high degree of organization and coordination of all the factors that intervene in the technological process. Harvesting consumes an average of 40% of the expenses dedicated to cane production, so maximum organization is required in all its actions, from the field to the tipper to optimize it through the instrumentation of new technologies like: new harvesting equipment, organization based on computerization and fleet control through geo-positioning (Paneque, 2010; Daquinta *et al.*, 2018).

Castillo *et al.* (2021) state that the evaluations of agricultural machines are generally carried out according to the Cuban standard Iagric (2013), by utilizing the photo-timing method to identify the times used in the production process and to define the exploitation indicators of the agricultural sets and self-propelled machines (sugarcane harvesters). Within these investigations, those carried out by the following authors are mentioned: Suárez *et al.*, (2006a; 2006b); Matos & López (2011); Daquinta *et al.* (2014); de la Rosa *et al.* (2014) and others.

In Cuba, losses arise from the organization of the transportation of sugarcane that are not immediately solved. In the specific case of the Base Business Unit (UEB), Attention to Sugarcane Producers “Héctor Molina Riaño”, not only industrial problems have arisen, but also organizational and productive problems have emerged (Rodríguez *et al.*, 2020).

In the case of transport, the biggest problem is defined by the imbalance between the number of combined and the number of means of transport. Due to this, the operational time of the transport does not exceed 40%, fundamentally given by the high rate of transport interruptions (about 50% on average), due to the wait for the supply of cane, interruptions of the combined and the wait to unload the tipper (Suárez *et al.*, 2006a; Matos *et al.*, 2010).

Taking into account the aforementioned, the objective of this work is to develop the DCMT automated system, to determine the amount of means of transport necessary in the mechanized harvest of sugarcane, for different exploitation conditions.

MATERIALS AND METHODS

Characterization of the Technological Process, of the Mechanized System for Harvesting and Transporting Sugarcane

During the sugarcane cutting by the harvester, a moving tractor with a tipping trailer moves parallel to it while it is being filled, later, they move full to the head of the field, filling the truck and the trailers coupled to it, where the trailer trains are formed with the truck. Then, it is transferred to the sugar mill tipper of the plant where the download is carried out.

remolques o semirremolques auto basculantes tirados por tractor de mediana y alta potencia dentro del campo, y el empleo de camiones con remolques para el tiro hacia el basculador de la industria (Paneque, 1988). Se pretende con esta tecnología, una disminución de los costos de la cosecha y la mejora de la calidad del material, que va a la industria. (Paneque *et al.*, 2018; López *et al.*, 2021).

La cosecha de la caña de azúcar es un proceso riguroso, que exige un alto grado de organización y coordinación de todos los factores que intervienen en el proceso tecnológico. Durante la misma, se incurre como promedio en el 40% de los gastos dedicados a la producción de la caña, por lo que se requiere de una máxima organización en todas las acciones que comprende, desde el campo hasta el basculador, dando especial importancia a la instrumentación de las nuevas tecnologías, que permitirán optimizarla como son: los nuevos equipos de cosecha, organización a partir de su informatización y el control de flota mediante su geo-posicionamiento (Paneque, 2010; Daquinta *et al.*, 2018).

Castillo *et al.* (2021) plantean, que las evaluaciones de las máquinas agrícolas se realizan generalmente según la norma cubana Iagric (2013), según el método del fotocronometraje, siendo posible identificar los tiempos utilizados en el proceso productivo y definir los indicadores de explotación de los conjuntos agrícolas y máquinas autopropulsadas (cosechadoras de caña de azúcar). Dentro de estas investigaciones se mencionan las realizadas por los autores siguientes: Suárez *et al.*, (2006a; 2006b); Matos & López (2011); Daquinta *et al.* (2014); de la Rosa *et al.* (2014) y otros.

En Cuba, a partir de la organización del transporte de la caña de azúcar surgen pérdidas que no se solucionan de inmediato. En el caso específico de la Unidad Empresarial de Base (UEB), Atención a Productores Cañeros “Héctor Molina Riaño”, han surgido problemas no solo industriales, sino a su vez se han manifestado problemas de orden organizativo y productivo (Rodríguez *et al.*, 2020).

En el caso del transporte, el mayor problema se encuentra definido por el desbalance entre el número de combinadas y la cantidad de medios de transporte. Debido a esto, el tiempo operativo del transporte no sobrepasa el 40 %, dado fundamentalmente por el elevado índice de interrupciones del transporte, donde alcanza valores cerca del 50 % como promedio, esto es debido a la espera para el abastecimiento de caña, interrupciones de la combinada y la espera para descargar en el basculador (Suárez *et al.*, 2006a; Matos *et al.*, 2010).

Teniendo en cuenta lo antes planteado, el objetivo del presente trabajo consiste, en desarrollar el sistema automatizado DCMT, para la determinación de la cantidad de medios de transporte, en la cosecha mecanizada de la caña de azúcar, para diferentes condiciones de explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del proceso tecnológico, del sistema mecanizado de cosecha y transporte de caña de azúcar

Durante el corte de la caña de azúcar por la cosechadora, un tractor movedor con remolque auto basculante, se traslada paralelo a ella mientras se llena, posteriormente el tractor movedor, se trasladan llenos hasta la cabecera del campo, llenando al camión y a los remolques acoplados al mismo, donde se forman los trenes de remolques con el camión. A continuación, se traslada hasta el basculador del central donde se realiza la descarga.

Methodology Used to Develop the Automated System

The implementation of a methodology for the preparation of the software, which implies the organization of chain processes, such as the mechanized harvest of sugarcane, allows accelerating the analyzes in the decision-making process, as is the case of the organizational systems in the farming. It is necessary to take into account all the variables that participate in the technological process such as: transportation distance, field performance, capacity of the means of transport, among others, allowing in advance the possible solutions.

In order to develop the automated system for determining the amount of means of transport (DCMT), the mechanized system of transport and harvesting of sugarcane was modeled using the SMCTCA software, developed by De las Cuevas *et al.* (2016), for different exploitation conditions.

As an optimization criterion, the maximum values of the time utilization coefficient were chosen during the technological process, guaranteeing that the combine does not stop during cutting due to lack of means of transport, that is, that the synchronization between them is the most rational.

From dissimilar SMTCA software runs for different operating conditions and capacities of means of transport (20 and 60 t), the behavior curves are defined, for different distances from the field to the sugar mill tipper of the plant (5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 and 100 km) and eight field yields (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 and 90 t / ha).

A battery of behavior curves was elaborated for all the variants analyzed, defining the equations by means of a linear fit, which were the methodological basis for the calculation of the amount of means of transport, of the automated system DCMT.

Automated System for Determining the Quantity of Means of Transport in the Mechanized Sugarcane Harvesting and Transport System

The “DCMT” system was developed on an EXCEL work platform for Windows, based on the synthesized flow diagram shown in Figure 1. According to this scheme, the amount of means of transport is determined for eleven distances from the field to the sugar mill tipper (Lx, 5 to 100 km), depending on the performance and load capacity of the means of transport selected. In addition, it provides the behavior graph of the aforementioned variables.

The system consists of an interactive Main Control Panel (Figure 2), which allows the user to link with each of the parts that comprise it. It is used for the selection of field performance in the control format of multiple selection and simple selection, to choose the capacity of the means of transport. It also has a hyperlink button that allows the transfer to the spreadsheet for determining the means of transport (Figure 3), where a panoramic view is offered in the form of a table, depending on the distance and agricultural yield, as well

Metodología empleada para el desarrollo del sistema automatizado

La implementación de una metodología para la confección del software, que implica la organización de procesos en cadena, como la cosecha mecanizada de caña, permite acelerar los análisis en el proceso para la toma de decisiones, como es el caso de los sistemas organizativos en la agricultura. Siendo necesario tener en cuenta todas las variables que participan en el proceso tecnológico como: distancia de transportación, rendimiento del campo, capacidad de los medios de transporte, entre otros, permitiendo con antelación las posibles soluciones.

Para el desarrollo del sistema automatizado para la determinación de la cantidad de medios de transporte (DCMT), se realizó la modelación del sistema mecanizado de transporte y cosecha de la caña de azúcar, mediante el software SMCTCA, desarrollado por De las Cuevas *et al.* (2016), para diferentes condiciones de explotación.

Como criterio de optimización se escogió los máximos valores del coeficiente de utilización del tiempo, durante el proceso tecnológico, garantizando, que la cosechadora no se detenga durante el corte por falta de medios de transportes, o sea, que la sincronización entre estos, sea la más racional.

A partir de disímiles corridas del software (SMTCA), para diferentes condiciones de explotación y capacidades de medios de transporte (20 y 60 t), se definen las curvas de comportamiento, para diferentes distancias del campo hasta el basculador del central (5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 km) y ocho rendimientos de campo (20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 y 90 t/ha).

Se elaboró una batería de curvas de comportamiento para todas las variantes analizadas, definiéndose las ecuaciones mediante un ajuste lineal. Siendo las mismas la base metodológica para el cálculo de la cantidad de medios de transporte, del sistema automatizado DCMT.

Sistema automatizado para la determinación de la cantidad de medios de transporte en el sistema mecanizado de cosecha y transporte de caña de azúcar

El sistema “DCMT” se desarrolló sobre plataforma de trabajo EXCEL para Windows, a partir del diagrama de flujo sintetizado que se muestra en la Figura 1. Según éste esquema, se determina la cantidad de medios de transporte para once distancias del campo, al basculador del central (Lx, 5 a 100 km), según el rendimiento y capacidad de carga del medio de transporte seleccionado. Además, brinda el gráfico de comportamiento de las variables antes mencionadas.

El sistema consta de un Panel de Control Principal interactivo (Figura 2), que permite el vínculo del usuario con cada una de las partes que lo conforman. Se utiliza para la selección del rendimiento del campo en formato de control de selección múltiple y selección simple, para escoger la capacidad de los medios de transporte. Posee además un botón de hipervínculo que permite la transferencia hacia la hoja de cálculo para la determinación de los medios de transporte (Figura 3), donde se ofrece una panorámica en forma de tabla, en función de la distancia y el rendimiento agrícola, así como, un comportamiento gráfico, los cuales permiten definir de forma rápida y precisa

as, a graphical behavior, which allow defining quickly and precisely the need for means of transport, for the operating conditions selected above.

Within the Control Panel there is also an “About” button, which accesses the names and surnames of the authors, version, logo and address of the work center, etc.

All the parts that make up the automated system have a hyperlink button that accesses the Main Control Panel quickly.

la necesidad de medios de transporte, para las condiciones de explotación seleccionadas anteriormente.

Dentro del Panel de Control existe además un botón “Acerca de”, que accede a los nombres y apellidos de los autores, versión, logotipo y dirección del centro de trabajo, etc.

Todas las partes que conforman el sistema automatizado, presentan un botón de hipervínculo que accede al Panel de Control Principal de forma rápida.

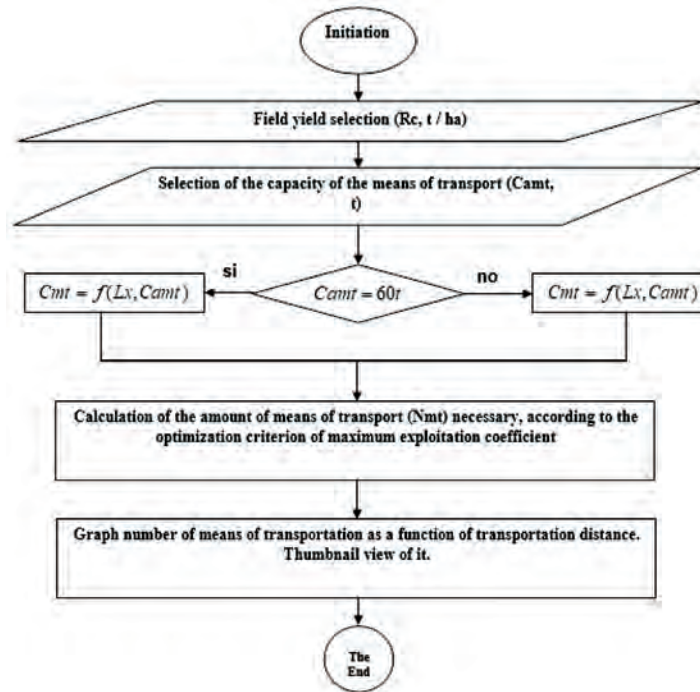


FIGURE 1. Synthesized flow diagram of the automated DCMT system.
 FIGURA 1. Diagrama de flujo sintetizado del sistema automatizado DCMT.

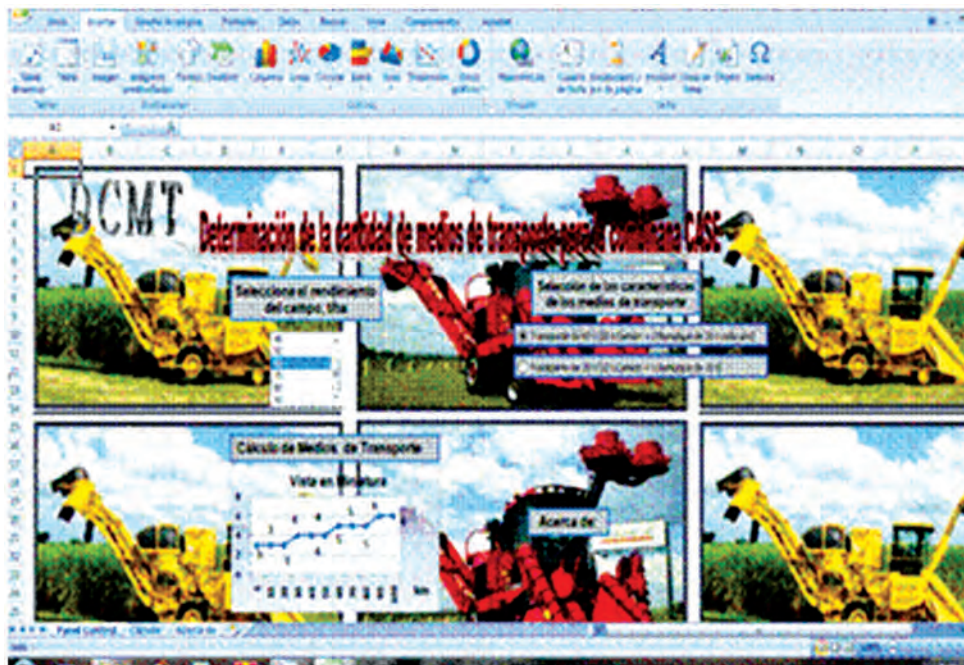


FIGURE 2. Main control panel of the DCMT automated system.
 FIGURA 2. Panel de control principal del sistema automatizado DCMT.

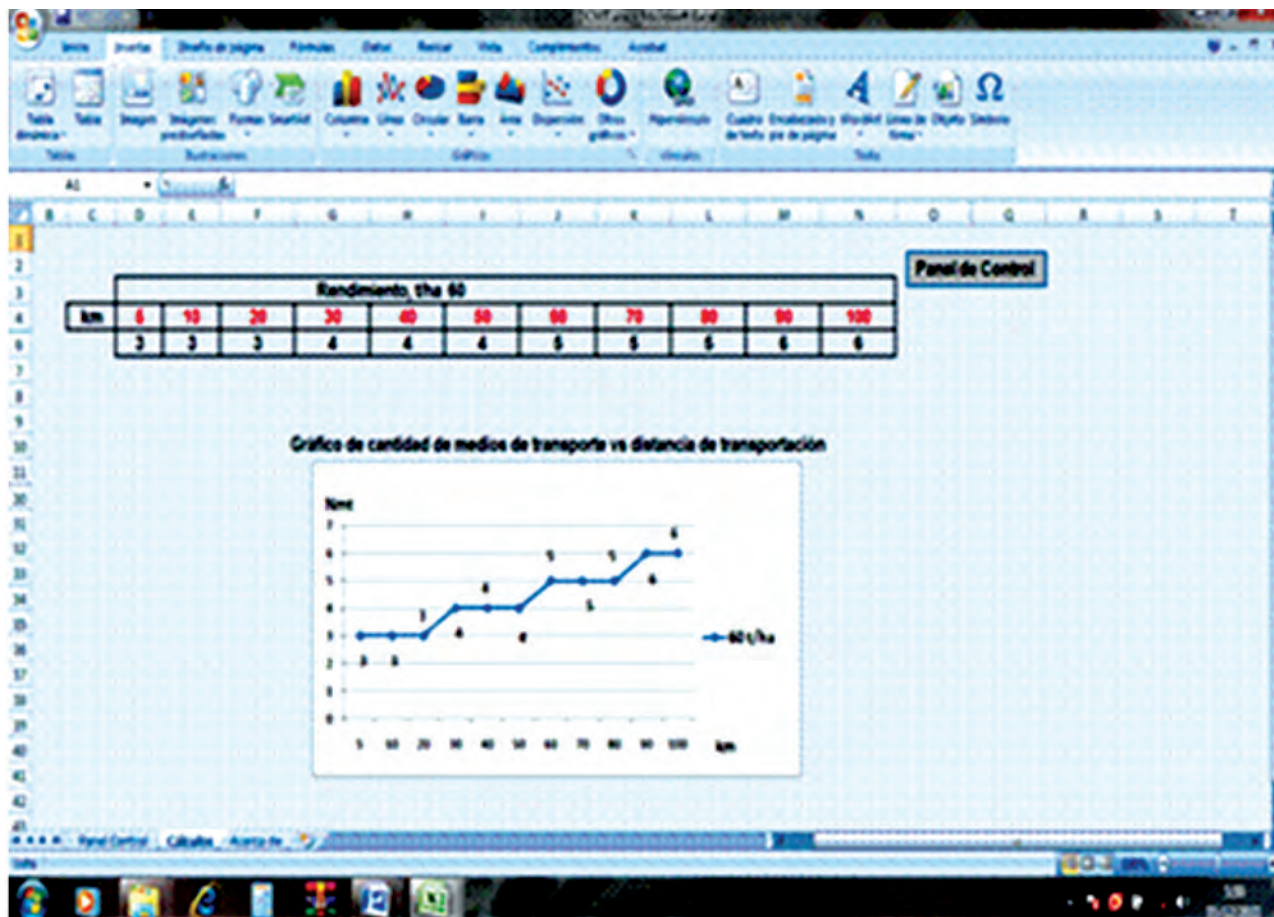


FIGURE 3. Determination of the amount of means of transport.
 FIGURA 3. Determinación de la cantidad de medio de transporte.

RESULTS AND DISCUSSION

In order to carry out an analysis of the variation experienced by the rational amount of means of transport, according to the criterion of maximizing the coefficient of utilization of the harvesters' time, based on the automated DCMT system, the evaluation of this system for the CASE combine was carried out. It has field yields of 40 t per hectare and utilizes Howo Sinotruk truck (20 t) and two trailers of 20 t each as means of transport.

In Figure 4, it can be seen that, up to a distance of 40 km, the most rational variant, from the point of view of the maximum coefficient of time utilization, is the one that uses three means of transport with a total capacity of 60 t. Higher than this distance and up to 80 km, the variant that uses three means of transport is the most rational and with five for a distance between 90 and 100 km, between the field and the sugar mill's collection center.

This behavior is acceptable, since as the transportation distance increases, a greater quantity of means of transportation is necessary to guarantee a stable behavior of the time utilization coefficient, in an environment of 80%. This allows a stable productivity of the harvester and minimal operating costs of the mechanized system of harvesting and transportation of sugarcane.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con vistas a realizar un análisis de la variación que experimenta la cantidad racional de medios de transporte, según el criterio de maximizar el coeficiente de utilización del tiempo de las cosechadoras, a partir el sistema automatizado DCMT. Realizamos a continuación la evaluación para la cosechadora CASE, con rendimientos del campo de 40 t por hectáreas y medios de transporte con camión Howo Sinotruk (20 t) y dos remolques de 20 t cada uno.

Podemos apreciar en la Figura 4, que, hasta una distancia de 40 km, la variante más racional, desde el punto de vista de máximo coeficiente de utilización del tiempo, es aquella que emplea tres medios de transporte de 60 t de capacidad total. Superior a esta distancia y hasta 80 km, la variante que utiliza tres medios de transporte resulta la más racional y con cinco para distancia entre 90 y 100 km, entre el campo y el centro de acopio del central azucarero.

Este comportamiento es aceptable, ya que a medida que aumente la distancia de transportación, se hace necesaria una mayor cantidad de medios de transporte, para garantizar un comportamiento estable del coeficiente de utilización del tiempo, en un entorno del 80%. Lo cual permite una productividad estable de la cosechadora y mínimos gastos de explotación, del sistema mecanizado de cosecha y transporte de la caña de azúcar.

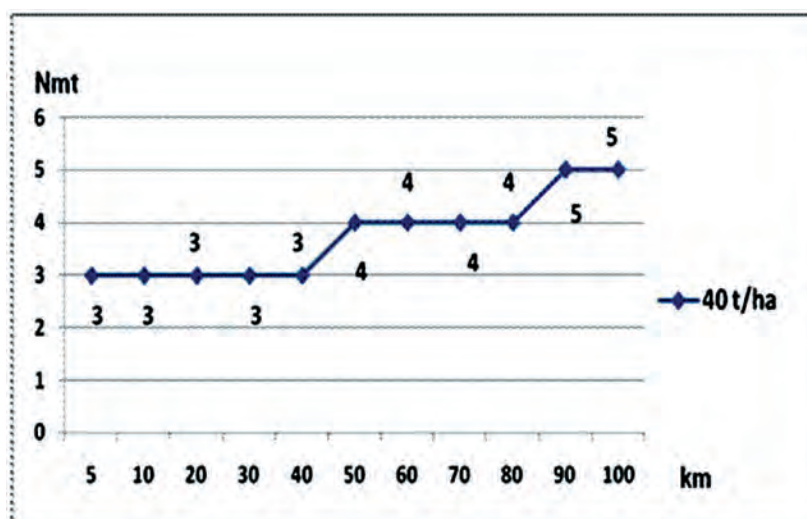


FIGURE 4. Means of transport of 60 t and field yields of 40 t / ha.
 FIGURA 4. Medios de transporte de 60 t y rendimientos del campo de 40 t/ha.

CONCLUSIONS

- The automated system “DCMT” allows defining the quantity of means of transport, according to the criterion of maximum coefficient of utilization of the time of the harvesters, in the mechanized system of harvesting and transportation of sugarcane, for different exploitation conditions.
- The application of the results of the “DCMT” system allow achieving a stable productivity of the harvesters, with the minimum operating costs, with the increase of the transportation distance.
- The “DCMT” software is easy to use, accessing each of its component parts through the user’s link to the Control Panel.
- The results of the “DCMT” system make it possible to define the most rational, productive and economically advantageous variants of means of transport of the mechanized sugarcane harvest and transport system.

AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Conceptualization: H. de las Cuevas. Data curation: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Formal analysis: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Investigation: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque, Y. Rodríguez. Methodology: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Supervision: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Formal analysis: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Investigation: H. de las Cuevas. Software: H. de las Cuevas, I. Gómez, Roles/Writing, original draft: H. de las Cuevas, Writing, review & editing: Y. Rodríguez, M. Herrera.

REFERENCES

- CASTILLO, R.J.A.; ÁVALOS, C.J.L.; GONZÁLEZ, C.O.; SÁNCHEZ, V.S.; ACEVEDO, D.M.; LEÓN, S.Y.; LÓPEZ, B.E.; SALCERIO, S.R.A.; BETANCOURT, R.Y.: “Factores que influyen en el rendimiento de cosechadoras de caña de azúcar, en Villa Clara”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(1), 2021, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- DAQUINTA, G.L.A.; DOMÍNGUEZ, B.J.; PÉREZ, P.O.; FERNÁNDEZ, S.M.: “Indicadores técnicos y de explotación de las cosechadoras de caña de azúcar CASE-IH 7000 y 8000 en la provincia de Ciego de Ávila”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(3): 3-8, 2014, ISSN: 2306-1545, E-ISSN: 2227-8761.

CONCLUSIONES

- El sistema automatizado “DCMT” permite definir la cantidad de medios de transporte, según el criterio de máximo coeficiente de utilización del tiempo de las cosechadoras, en el sistema mecanizado de cosecha y transporte de la caña de azúcar, para diferentes condiciones de explotación.
- La aplicación de los resultados del sistema “DCMT” permiten lograr una productividad estable de las cosechadoras, con los mínimos gastos de explotación, con el aumento de la distancia de transportación.
- El software “DCMT” es de fácil manipulación, accediendo a cada una de las partes que lo componen mediante el vínculo del usuario con el Panel de Control.
- Los resultados del sistema “DCMT”, permiten definir las variantes de medios de transporte, más racionales, productivos y económicamente más ventajosos, del sistema mecanizado de cosecha y transporte de la caña de azúcar.

AUTHOR CONTRIBUTIONS:

Conceptualization: H. de las Cuevas. Data curation: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Formal analysis: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Investigation: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque, Y. Rodríguez. Methodology: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Supervision: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Formal analysis: H. de las Cuevas, I. Gómez, P. Paneque. Investigation: H. de las Cuevas. Software: H. de las Cuevas, I. Gómez, Roles/Writing, original draft: H. de las Cuevas, Writing, review & editing: Y. Rodríguez, M. Herrera.

- DAQUINTA, G.L.A.; PÉREZ, O.C.; DE JESÚS, M.R.R.; DORKIS, T.S.; FERNÁNDEZ, S.M.: “Flujograma de corte para la cosecha mecanizada de la caña de azúcar en alta humedad”, *Revista Ingeniería Agrícola*, 8(3): 18-24, 2018, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- DE LA ROSA, A.A.A.; VENTURA, L.; CALZADA, I.; SUÁREZ, O.: “Valoración del proceso de cosecha mecanizada de la caña de azúcar, utilizando las cosechadoras CASE IH (A 7000) en la empresa azucarera “Arquímedes Colina Antúnez””, *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(4): 30-34, 2014, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- DE LAS CUEVAS, M.H.R.; GÓMEZ, R.I.; HERRERA, P.M.I.; SALGUERO, S.F.: “Software para la modelación del sistema mecanizado de cosecha y transporte de caña de azúcar”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 25(4): 81-87, 2016, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- IAGRIC: *Sistema de Gestión de la calidad. Prueba de máquinas agrícolas. Evaluación tecnológica y de explotación, PNO PG-CA-043*, Inst. Ministerio de la Agricultura, norma cubana, La Habana, Cuba, 13 p., 2013.
- LÓPEZ, B.E.; GONZÁLEZ, C.O.; HERNÁNDEZ, P.L.; HERRERA, S.M.: “Efectos en el suelo y la cepa de la actividad mecanizada en el cultivo de la caña de azúcar”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 30(3): 19-27, 2021, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- MATOS, N.; LÓPEZ, J.: *Evaluación técnica, de explotación y económica de las cosechadoras cañeras en la Empresa Azucarera Argentina. Florida. Camagüey*, Inst. Empresa Azucarera Argentina, Informe técnico, Florida, Camagüey, Cuba, 2011.
- 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*, 19(4): 06-09, 2010, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- PANEQUE, R.P.: *Transportadores en la Agricultura*, Ed. Departamento de Ediciones del ISCAH, ENPES, primera ed., La Habana, Cuba, 276 p., 1988.
- PANEQUE, R.P.: *Elementos y Sistemas Oleohidráulicos en las Máquinas Agrícolas*, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, primera ed., vol. 1, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Ingeniería Mecánica Agrícola, Chapingo, Texcoco, Edo. México, 285 p., 2010, ISBN: 978-959-16-2382-9.
- PANEQUE, R.P.; LÓPEZ, C.G.; MAYANS, C.P.; MUÑOZ, G.F.; GAYTÁN, R.J.G.; ROMANTCHIK, K.E.: *Fundamentos Teóricos y Análisis de Máquinas Agrícolas*, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, vol. 1, Chapingo, Texcoco, México, 456 p., 2018, ISBN: 978-607-12-0532-2.
- RODRÍGUEZ, L.Y.; MOREJÓN, M.Y.; CRUZ, A.C.; MARTÍNEZ, B.O.: “Organización racional del complejo cosecha-transporte en caña de azúcar con la integración de modelos matemáticos”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 29(3): 50-61, 2020, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- SUÁREZ, P.C.; LÓPEZ, R.Y.; LORES, M.K.: “Determinación y análisis de los principales índices de explotación de las cosechadoras de caña CAMECO”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(4): 69-73, 2006a, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- SUÁREZ, P.C.; RODRÍGUEZ, L.Y.; LORES, M.K.: *Determinación y análisis de los principales índices de explotación de las cosechadoras de caña CAMECO*, Inst. Universidad de Granma, Bayamo, Granma, Cuba, Publisher: Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez, 2006b.

Héctor R. de las Cuevas-Milán, Inv. Auxiliar, 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: cuevasm@nauta.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-0467-9749>

Idaris Gómez-Ravelo, Profesora, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Cultura Física, Dpto. de Didáctica de la Educación Física, Carretera de Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, e-mail: idaris@nauta.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9529-5993>

Yanara, Rodríguez-López, Inv. Auxiliar, 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: yanita@unah.edu.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8169-8433>

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 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1769-7927>

Mario Ignacio Herrera-Prat, Inv. Titular, Ministerio de Educación Superior. Calle 23 No. 565 entre F y G. Vedado, Plaza, La Habana. Cuba, e-mail: herrera@mes.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-9404-6039>

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.