

Aplicación móvil para determinar medios de transporte, en la cosecha mecanizada de caña de azúcar



<https://cu-id.com/2177/v33n3e06>

Mobile application to determine means of transportation in the mechanized sugar cane harvest

[✉]Héctor R. de las Cuevas-Milán^{1*}, [✉]Iveet Sosa-Franco¹, [✉]Idaris Gómez-Ravelo¹,
[✉]Yanara Rodríguez-López¹, [✉]Pedro Paneque-Rondón¹

¹Universidad. Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

¹Universidad. Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Cultura Física, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN: El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar la aplicación móvil que permite determinar 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). Es una aplicación móvil, diseñada en Android, basada en la modelación analítica que realiza el software SMCTCA, elaborado por un grupo de autores en el Centro de Mecanización Agropecuaria (CEMA). Con la aplicación CMT es 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: distancia, androide, modelación analítica, software.

ABSTRACT: The objective of this work is to develop the mobile application that allows determining the number of means of transport, in the process of mechanized harvesting of sugar cane, for different transportation distances, field performance and capacity of the means of transport used (20 and 60 t). It is a mobile application, designed in Android, based on the analytical modeling carried out by the SMCTCA software, developed by a group of authors at the Center for Agricultural Mechanization (CEMA). With the CMT application it is possible to evaluate the mechanized process of harvesting and transporting sugar cane, for different operation conditions, enabling the rational organization of the system with an increase in the time utilization coefficient, productivity and a decrease in expenses of operation.

Keywords: Distance, Android, Analytical Modeling, Software.

INTRODUCCIÓN

Cuba es uno de los países con más alto nivel de mecanización en la cosecha cañera, en la que emplea miles de máquinas de proceso completo y variados medios para el transporte. En años recientes se introdujo el sistema de corte mecanizado con corta cogollo y trasbordo de caña, para descarga directa al basculador, con el empleo de semirremolques

autobasculantes tirados por tractor, como transporte intermedio, y camiones con remolques para el tiro hacia el basculador (Martínez *et al.*, 2021).

La cosecha es una de las etapas de mayor importancia en la producción de caña de azúcar. Es por ello que como proceso exige un alto grado de organización y coordinación de todos los factores que en ella intervienen, desde el campo hasta el basculador (López *et al.*, 2022).

*Autor para correspondencia: Héctor R. de las Cuevas-Milán: e-mail: cuevasm@nauta.cu

Recibido: 16/11/2023

Aceptado: 14/06/2024

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

AUTHOR CONTRIBUTIONS: **Conceptualization:** H. de la Cuevas. **Data curation:** H. de la Cuevas, I. Sosa. **Formal analysis:** H. de la Cuevas, I. Sosa, I. Gómez. **Investigation:** H. de la Cuevas, I. Sosa, I. Gómez. **Methodology:** H. de la Cuevas, I. Sosa. **Supervision:** H. de la Cuevas, I. Sosa, I. Gómez, Y. López, P. Paneque. **Validation:** H. de la Cuevas, I. Sosa, I. Gómez, P. Paneque. **Visualization:** H. de la Cuevas, I. Sosa, I. Gómez, Y. López. **Writing - original draft:** H. de la Cuevas, I. Sosa, I. Gómez. **Writing - review&editing:** H. de la Cuevas, I. Sosa, I. Gómez, P. Paneque.

Artículo bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

El proceso cosecha-transporte no constituye un elemento que influye en el proceso de producción tanto de la caña, como de azúcar en sí, pero sí determina la economía del proceso productivo, pues este se desarrolla con el empleo de un conjunto de medios técnicos entre los que se pueden citar las cosechadoras y los medios de transporte (tractores y/o camiones con carretas o remolques), los cuales, sino son racionalmente organizados influyen negativamente en los costos totales de producción (Rodríguez *et al.*, 2019).

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 (Daquinta *et al.*, 2018).

Castillo *et al.* (2021) plantean, que las evaluaciones de las máquinas agrícolas se realizan generalmente según la norma NC 34-37 (2003), 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.* (2006); Matos *et al.* (2010); Daquinta *et al.* (2014); de la Rosa *et al.*, (2014) y otros.

En 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.*, 2019).

En el caso del transporte, el mayor problema se encuentra definido por el elevado índice de interrupciones del transporte, donde alcanza valores cerca del 50 % como promedio, esto se debe a la espera para el abastecimiento de caña, interrupciones de la combinada y la espera para descargar en el basculador (Suárez *et al.*, 2006; Matos *et al.*, 2010).

Teniendo en cuenta lo antes planteado, el objetivo del presente trabajo consiste, en desarrollar una aplicación móvil, para determinar 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.

Metodología empleada para el desarrollo de la aplicación CMT

La implementación de una metodología para la confección de la aplicación, 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.

El desarrollo de la aplicación 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.

Con el software (SMTCA) se realizaron diferentes corridas, 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, de la aplicación móvil CMT.

Aplicación móvil para la determinación de la cantidad de medios de transporte en el sistema mecanizado de cosecha y transporte de caña de azúcar

La app CMT se desarrolló sobre plataforma Android 6.0, 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

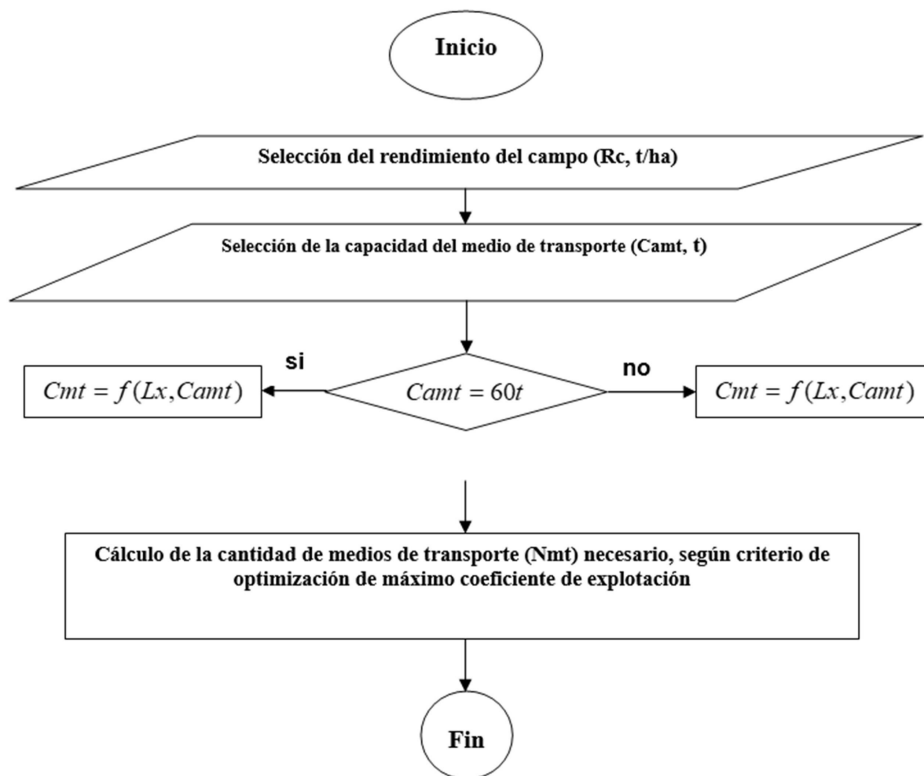


Figura 1. Diagrama de flujo sintetizado de la app CMT



FIGURA 2. Panel de Control Principal.

(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.

Al abrir la aplicación mediante un simple toque de pantalla sobre la misma. Se accede directamente al Panel de Control (Figura 2), el cual es interactivo, permitiendo el vínculo del usuario con las diferentes partes que lo componen. Contiene la selección del rendimiento del campo en t/ha y la capacidad de los medios de transporte en el sistema mecanizado de



FIGURA 3. Pantalla de resultados.

cosecha y transporte de la caña de azúcar, empleando la combinada CASE. Posteriormente se introduce la información sobre la distancia de transportación.

Se da click sobre el botón de calcular, para la determinación de los medios de transporte, para las condiciones establecidas anteriormente.

Posee, además, un botón de hipervínculo para su traslado a la pantalla de los resultados, para un rendimiento específico, capacidad de los medios de transporte de 20 y 60 t y distancias del campo al central. (Figura 3). Presenta una leyenda donde se especifica los indicadores utilizados, con sus unidades de medidas

Mediante los tres puntos de la esquina superior derecha, se accede a la pantalla **Acerca de**: donde se muestra los nombres y apellidos de los autores. (Figura 4), así como, para cerrar la aplicación.



FIGURA 4. Acerca de.

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 de la aplicación móvil CMT. Se realiza a continuación la evaluación para la cosechadora CASE, con rendimientos del campo de 50 t/ha y medios de transporte de 60 t.

Se puede apreciar en la Figura 5, que, hasta una distancia de 20 km, la variante más racional, desde el punto de vista de máximo coeficiente de utilización del tiempo, es aquella que emplea dos medios de transporte de 60 t de capacidad total. Superior a esta distancia y hasta 50 km, la variante que utiliza tres medios de transporte resulta la más racional, de 50 a 80 km la variante que emplea 4 medios de transporte y con cinco para distancias superiores a 80 y hasta 100 km, entre el campo y el centro de acopio del central azucarero.

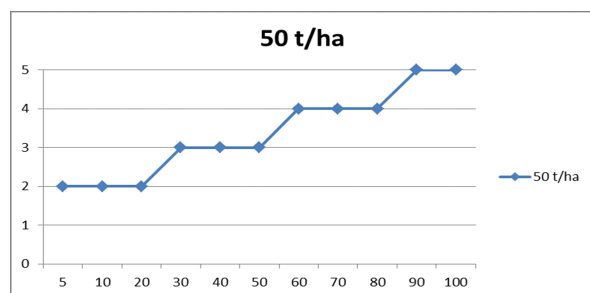


FIGURA 5. Medios de transporte de 60 t y rendimientos del campo de 50 t/ha.

Este comportamiento es aceptable, ya que a medida que aumenta 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.

CONCLUSIONES

- La aplicación móvil "CMT" 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 la app "CMT" permiten lograr una productividad estable de las cosechadoras, con los mínimos gastos de explotación, con el aumento de la distancia de transportación.
- Los resultados de la app "CMT", 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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", *Ingeniería Agrícola*, 11(1): 27-34, 2021, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- DAQUINTA, G.L.A.; DOMINGUEZ, B.J.; PÉREZ, O.C.; 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", *Ingeniería Agrícola*, 4(3): 3-8, 2014, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- DAQUINTA, G.L.A.; PÉREZ, O.C.; DE JESÚS, M.R.R.; TERRY, S.D.; FERNÁNDEZ, S.M.: "Flujograma de corte para la cosecha mecanizada de la caña de azúcar en alta humedad.", *Ingeniería Agrícola*, 8(3), 2018, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- DE LA ROSA, A.A.A.; LEIVA, M.L.V.; POMPA, C.I.; RODRÍGUEZ, S.O.: "Valoración del proceso de cosecha mecanizada de la caña de azúcar, utilizando las cosechadoras CASE IH (A 7000) en la empresa azucarera "Arquimedes Colina Antúnez"", *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.
- LÓPEZ, B.E.; SAUCEDO, L.E.; GONZÁLEZ, C.O.; HERRERA, S.M.; BETANCOURT, R.Y.: “Efectos de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar sobre el suelo”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 31(1), 2022, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- MARTÍNEZ, R.R.; RODRÍGUEZ, O.M.; BETANCOURT, R.Y.; GONZÁLEZ, C.O.; GUILLÉN, S.S.; VIDAL, D.L.: “Cosecha de caña de azúcar en suelos arcillosos pesados con alta humedad”, *Ingeniería Agrícola*, 11(4): 68-74, 2021, ISSN: 2306-1545, e-ISSN: 2227-8761.
- 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.
- NC 34-37: *Máquinas Agrícolas y Forestales, Metodología para la Evaluación Tecnológica Explotativa*, Inst. Oficina Nacional de Normalización La Habana, Cuba, Norma Cubana, La Habana, Cuba, Publisher: Oficina Nacional de Normalización La Habana, Cuba, 2003.
- RODRÍGUEZ, L.Y.; MOREJÓN, M.Y.; SOSA, G.D.; MANUEL, B.J.; MARTÍNEZ, B.O.: “Modelo de Markov para determinar la estructura racional del complejo cosecha-transporte en caña de azúcar”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(1), 2019, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- SUÁREZ, P.C.; RODRÍGUEZ, L.Y.; MÁRQUEZ, L.K.: “Determinación y análisis de los principales índices de explotación de las cosechadoras de caña CAMECO”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(4): 69-73, 2006, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.

Héctor R. de las Cuevas-Milán, MSc., 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.

Ivett Sosa-Franco, MSc., Profesora, Universidad Agraria de La Habana “Fructuoso Rodríguez Pérez”. Carretera Tapaste y Autopista Nacional km 23 ½., San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32700, e-mail: ivett@unah.edu.cu.

Idaris Gómez-Ravelo, Dr.C., 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.

Yanara, Rodríguez-López, Dr.C., 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.

Pedro Paneque-Rondón, Dr.C., 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.