

# Influencia de la distancia de transportación y la cantidad de medios de transporte en la estabilidad y costo del proceso cosecha-transporte del arroz

*It influences of the transportation distance and the number of means of transport in the stability and cost of the process harvest-transport of the rice*

M.Sc. Yanoy Morejón Mesa, Dr.C. Ciro Iglesias Coronel, Ing. Javier León Martínez

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

**RESUMEN.** La presente investigación se desarrolló en la Empresa Agroindustrial de Granos (EAIG) Los Palacios, empleándose el sistema SAORCE-CTR para la determinación de la composición racional de los medios mecanizados que intervienen en el proceso de cosecha-transporte del arroz. Tomándose cinco variantes de distancias de transportación y dos rendimientos agrícolas, se determinó la influencia de la distancia de transportación y la cantidad de medios de transporte en la estabilidad y costo del proceso, para una brigada compuesta por tres cosechadoras NEW HOLLAND TC-57; obteniéndose que para campos con rendimientos agrícolas de 3,2 t/ha, las pérdidas económicas totales por paradas se reducen al emplearse cinco medios de transporte en las variantes de transportación I, II y III en 1,88; 3,61 y 7,06 peso/h respectivamente lo que representa el 3,2%; 8,3% y 9,7% de las pérdidas económicas totales al emplearse la composición actual de la EAIG y para las variantes de transportación IV y V las pérdidas económicas totales por paradas se reducen al emplearse seis medios de transporte en 20,35 y 22,37 peso/h respectivamente lo que representa el 22 y 23,6% de las pérdidas económicas totales al emplearse la composición actual de la EAIG. En campos con rendimientos agrícolas de 4,2 t/ha las pérdidas económicas totales por paradas se reducen al emplearse seis medios de transporte en cada una de las variantes de transportación en 5,51; 11,93; 19,69; 31,3 y 168,32 peso/h respectivamente, lo que representa el 8,3; 14,8; 21,3; 30,4; 67,1% de las pérdidas económicas totales al emplearse la composición actual de la EAIG.

**Palabras clave:** cosechadora de arroz, rendimiento agrícola, pérdidas económicas.

**ABSTRACT.** This research was performed in the Agro-industrial Complex Los Palacios, being used the SAORCE-CTR system for the determination of the rational composition of the machinery that intervene in the process of harvest and transport of the rice. Taking five variants of transportation distances and two agricultural yields, was determined the influence of the transportation distance and the quantity of means of transport in the stability and cost of the process, for a brigade composed by three NEW HOLLAND TC-57 combines. Was obtained that for fields with agricultural yields of 3,2 t/ha, the economic total losses caused by the stops decrease when being used five means of transport in the transportation variants I, II and III in 1.88; 3.61 and 7.06 peso/h respectively, and that represents the 3.2%; 8,3% and 9,7% of the economic total losses when being used the current composition in the Complex. For the transportation variants IV and V the economic total losses for stops decrease when being used six means of transport respectively in 20.35 and 22.37 peso/h what represents the 22% and 23.6% from the economic total losses when being used the current composition. In fields with agricultural yields of 4.2 t/ha the economic total losses for stops decrease when being used six means of transport in each one of the transportation variants in 5.51; 11.93; 19.69; 31.3 and 168.32 peso/h respectively, what represents the 8.3%; 14.8%; 21.3%; 30.4%; and 67.1% of the economic total losses when being used the current composition of de Agro-Industrial Complex.

**Keywords:** rice harvesting, agricultural yield, economic losses.

## INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo del proceso de cosecha-transporte de cereales, influyen diversos factores de orden técnico, | tecnológico, económico y social; que están dados por la no fundamentación de la composición racional de los medios que

intervienen dicho proceso tecnológico, evidenciándose una serie de aspectos organizativos que determinan directamente en la calidad del mismo, entre los que se pueden citar:

- Los bajos índices de productividad alcanzados por las cosechadoras;
- Las malas condiciones que presentan los viales por los que se traslada el grano cosechado;
- La ineficiencia del ciclo de transportación del grano cosechado hacia los centros de recepción y de retorno al campo;
- El congestionamiento o falta de medios de transporte en el campo en cosecha y centro de recepción del grano, que ocasiona un incremento en el tiempo de ciclo por la pérdida del tiempo no productivo en la espera, aumentándose los costos del proceso.

Partiendo de los aspectos organizativos antes mencionados la presente investigación se desarrolla por la falta de continuidad en el flujo del sistema tecnológico de cosecha, que incluso llega a detenerlo; esto es causado fundamentalmente por la deficiencia organizativa del proceso.

Para determinar la influencia de la distancia de transportación y la cantidad de medios de transporte en la estabilidad y costo del proceso cosecha-transporte del arroz, es necesaria la evaluación de la cosechadora, debido a que esta predetermina la productividad potencial del proceso. Además, de la cosechadora depende el aprovechamiento del tiempo de turno en el período de cosecha, la calidad en el corte, trilla y limpieza del grano y la cantidad de medios de transporte a asignar por brigada de cosecha, influyendo ambas técnicas en los costos totales del proceso.

Un elemento que influye directamente en la estabilidad y costo del proceso es la composición del complejo cosecha-transporte, la cual se debe determinar considerando criterios técnico-económicos que posibiliten determinar la organización racional del proceso, teniendo en cuenta el mínimo de los costos por unidad de tiempo y/o unidad de producto cosechado y transportado, donde influyen la productividad de la cosechadora, la capacidad de los medios de transporte, la distancia de transportación, el tipo y condiciones de los viales, los tiempos de espera para la carga del producto en el campo y la descarga en los centros de recepción, sobre lo cual han investigado diversos autores, entre ellos Server

*et al.* (2002a,b); Matos *et al.* 2012; Matos e Iglesias (2012) y otros<sup>1 2 3 4 5 6 7 8 9</sup>.

## MÉTODOS

Para la determinación de la influencia de la distancia de transportación y la cantidad de medios de transporte en la estabilidad y costo del proceso cosecha-transporte del arroz en las condiciones de la Empresa Agroindustrial de Granos (EAIG) Los Palacios, se emplea el sistema SAORCE-CTR con el que se puede determinar la cantidad racional de medios de transporte, tomándose como referencia una brigada conformada por tres cosechadoras NEW HOLLAND TC-57 desarrollando la operación de cosecha en campos de arroz con rendimientos agrícolas promedios de 3,2 y 4,2 t/ha y por un eslabón de transporte conformado por tractores NEW HOLLAND TS-6020 cada uno con dos remolques IMECA, considerándose cinco variantes de transportación, que se relacionan a continuación:

- Variante I. Distancia de transportación 6 km (asfalto 4 km y terraplén 2 km);
- Variante II. Distancia de transportación 12 km (asfalto 9 km y terraplén 3 km);
- Variante III. Distancia de transportación 18 km (asfalto 13 km y terraplén 5 km);
- Variante IV. Distancia de transportación 24 km (asfalto 17 km y terraplén 7 km);
- Variante V. Distancia de transportación 30 km (asfalto 22 km y terraplén 8 km).

El sistema SAORCE-CTR tiene entre sus funcionalidades el empleo de la Teoría del Servicio Masivo y el criterio económico del mínimo de los costos totales por paradas de las cosechadoras y los medios de transporte, a partir de los costos de explotación (Morejón, 2014a; Morejón *et al.*, 2014b).

$$S = (C_{PC} \cdot \lambda \cdot t_{esp} + C_{PT} \cdot n) P_{cola} \rightarrow \min, \text{ peso/h} \quad (1)$$

donde:

$C_{pc}$ ,  $C_{pt}$  - costo horario por paradas de la cosechadora y de los medios de transporte, peso/h;

$\gamma$  - número medio de servidores (medios de transporte) que lle-

<sup>1</sup> BETANCOURT, Y., BULLAÍN, A.: Modelación de los medios de transporte en el proceso de cosecha del arroz por camiones con la utilización de la teoría del servicio masivo, Trabajo de Diploma, UNAH-CEMA, La Habana. Cuba. 2007.

<sup>2</sup> GARCÍA C, C.: Organización de los medios de cosecha y transporte del cultivo del arroz en el Complejo Ruta Invasora, Trabajo (en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas), Universidad de Holguín, Cuba, 2006.

<sup>3</sup> Iglesias, C. C.: Fundamentación de la cantidad óptima de medios de transporte en el eslabón de cosecha de caña por el método del servicio masivo, Memoria magnética ISBN 959-16-0414-9 Agring, Cuba, 2006.

<sup>4</sup> IGLESIAS, C.C.: Carácter probabilístico del trabajo de los medios de cosecha de la caña de azúcar. Agrocencias. Edición magnética, ISSN-978-959-282-053-1. Cuba. 2007a.

<sup>5</sup> IGLESIAS, C.C.: Composición óptima de la brigada cosecha-transporte del arroz a través de la teoría del servicio masivo. Agromec. Edición magnética ISSN-1607-6281. Cuba. 2007b.

<sup>6</sup> IGLESIAS, C.C.: Determinación de la composición óptima de la brigada cosecha-transporte del arroz por la Teoría del Servicio Masivo. Monografía. CEMA-UNAH. La Habana. Cuba. 2008.

<sup>7</sup> IGLESIAS, C.C., MOREJÓN, Y., ÁLVAREZ, M.: Determinación de la composición del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar con la aplicación de la Teoría del Servicio Masivo. Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias, Agrocencia, Agring, UNAH, ISBN: 978-959-16-1367-7. Cuba. 2011.

<sup>8</sup> MATOS, N.: Organización racional del complejo de máquinas en la cosecha-transporte - recepción de la caña de azúcar en la Empresa Azucarera "ARGENTINA". Tesis de Doctorado. UNAH. Mayabeque. Cuba. 2012.

<sup>9</sup> PÉREZ, B.; IGLESIAS, C.C.: Investigación de la transportación de la caña por camiones. Proyecto de Diploma. Facultad de Mecanización Agropecuaria. ISCAH. La Habana. Cuba. 1992.

gan o entran al sistema de servicio masivo o sistema de espera en una unidad de tiempo;

$t_{esp}$  -Tiempo medio de espera de cada solicitud de la cosechadora, h;

$n$  -Cantidad de medios de transporte para el servicio de un grupo de cosechadoras;

$P_{cola}$  -probabilidad de que una unidad arribe al sistema y tenga que esperar o sea la probabilidad de que exista una cola tanto de los medios de transporte por las cosechadoras, como de las cosechadoras por los medios de transporte.

Considerando lo planteado en la expresión (1) es posible determinar el costo horario por paradas de la cosechadora de la siguiente manera:

$$C_{PC} = C_{exp} = C_{dc} + C_c + C_l + C_{mr} + C_{soc}, \text{ peso/h} \quad (2)$$

donde:

$C_{exp}$  -Costos de explotación, peso/h;

$C_{dc}$  -Costo de depreciación de la cosechadora, peso/h;

$C_c$  - Costo del combustible consumido, peso/h;

$C_l$  -Costo del lubricante consumido, peso/h;

$C_{mr}$  -Costo de las operaciones de mantenimiento y reparación, peso/h;  $C_{soc}$  - Costo en salario del operador de la cosechadora, peso/h.

De igual forma se puede determinar el costo del tiempo de parada de los medios de transporte, empleándose la expresión siguiente:

$$C_{PT} = C_{dt} + C_{mr} + C_{sot}, \text{ peso/h} \quad (3)$$

donde:

$C_{dt}$  -Costo de depreciación del medio de transporte, peso/h;

$C_{mr}$  -Costo de las operaciones de mantenimiento y reparación, peso/h;

$C_{sot}$  - Costo en salario del operador del medio de transporte, peso/h. A partir de la determinación de las probabilidades que se anexan a los procesos estocásticos que se manifiesta durante el proceso de cosecha, es posible determinar la probabilidad de que una unidad del complejo cosecha-transporte arribe al sistema y tenga que esperar o sea la probabilidad de que exista una cola tanto de los medios de transporte por las cosechadoras, como de las cosechadoras por los medios de transporte, la cual se determina de la siguiente manera:

$$P_{cola} = 1 - \sum_{C=1}^n P_C \quad (4)$$

donde:

$P_c$  -probabilidad de que haya unidades (cosechadora y/o medio de transporte) en el sistema.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la composición racional del complejo cosecha-transporte del arroz en campos con rendimientos agrícolas de 3,2 t/ha

Partiendo de los fundamentos teórico- metodológicos planteados, se obtiene que para todas las variantes de transportación, cuando se emplean uno y dos medios de transporte se cumple la condición  $\Phi > n$ , por lo que el sistema no puede satisfacer las solicitudes y la cola crece indefinidamente. De forma similar ocurre cuando se emplean tres medios de transporte en las variantes de transportación IV y V.

Los resultados demuestran que para brigadas de cosecha conformadas por tres cosechadoras NEW HOLLAND TC-57, en campos con rendimientos agrícolas de 3,2 t/ha; al considerarse la probabilidad de que una unidad cosechadora o medio de transporte arribe al sistema de cosecha y tenga que esperar, resulta racional la asignación de tres medios de transporte para las variantes de transportación (I y II), sin embargo para el resto de las variantes de transportación (III, IV y V) es racional la utilización de cuatro medios de transporte, pero al considerarse el criterio económico del mínimo costo de las pérdidas económicas totales por paradas en una hora, se obtiene que para las variantes de transportación (I, II y III) se requieren cinco medios de transporte y para las variantes (IV y V) seis medios de transporte. Esta contradicción entre la probabilidad de que arribe una unidad de cosecha y/o transporte al sistema y tenga que esperar y el mínimo costo de las pérdidas económicas totales por paradas en una hora, está dada por la reducción del tiempo medio de estancia de una unidad en el sistema y principalmente de las cosechadoras como eslabón principal del proceso, por tanto al determinarse la cantidad racional de medios de transporte se reducen las paradas de las cosechadoras y las pérdidas económicas por paradas del proceso cosecha-transporte. Estas propuestas de composición se muestran en las Figura 1 (a...e) representándose los modelos matemáticos que responden a la relación existente entre la probabilidad de que una unidad arribe al sistema y tenga que esperar (Probabilidad de que surja una cola) para cada una de las variantes de transportación en función de la cantidad de medios de transporte.

Analizándose los resultados obtenidos de las pérdidas económicas por paradas del proceso cosecha-transporte, se evidencia que al considerarse la conformación actual empleada por la EAIG "Los Palacios", en la que se emplean cuatro medios de transporte para las tres cosechadoras antes mencionadas, es posible reducir las pérdidas económicas totales por paradas si se emplean cinco medios de transporte en las variantes de transportación I, II y III en 1,88; 3,61 y 7,06 peso/h respectivamente, lo que representa el 3,2; 8,3 y 9,7% de las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse la conformación empleada por la EAIG. Sin embargo para las variantes de transportación IV y V es posible reducir las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse seis medios de transporte en 20,35 y 22,37 peso/h respectivamente, lo que representa el 22 y 23,6% de las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse la conformación actual de la EAIG.

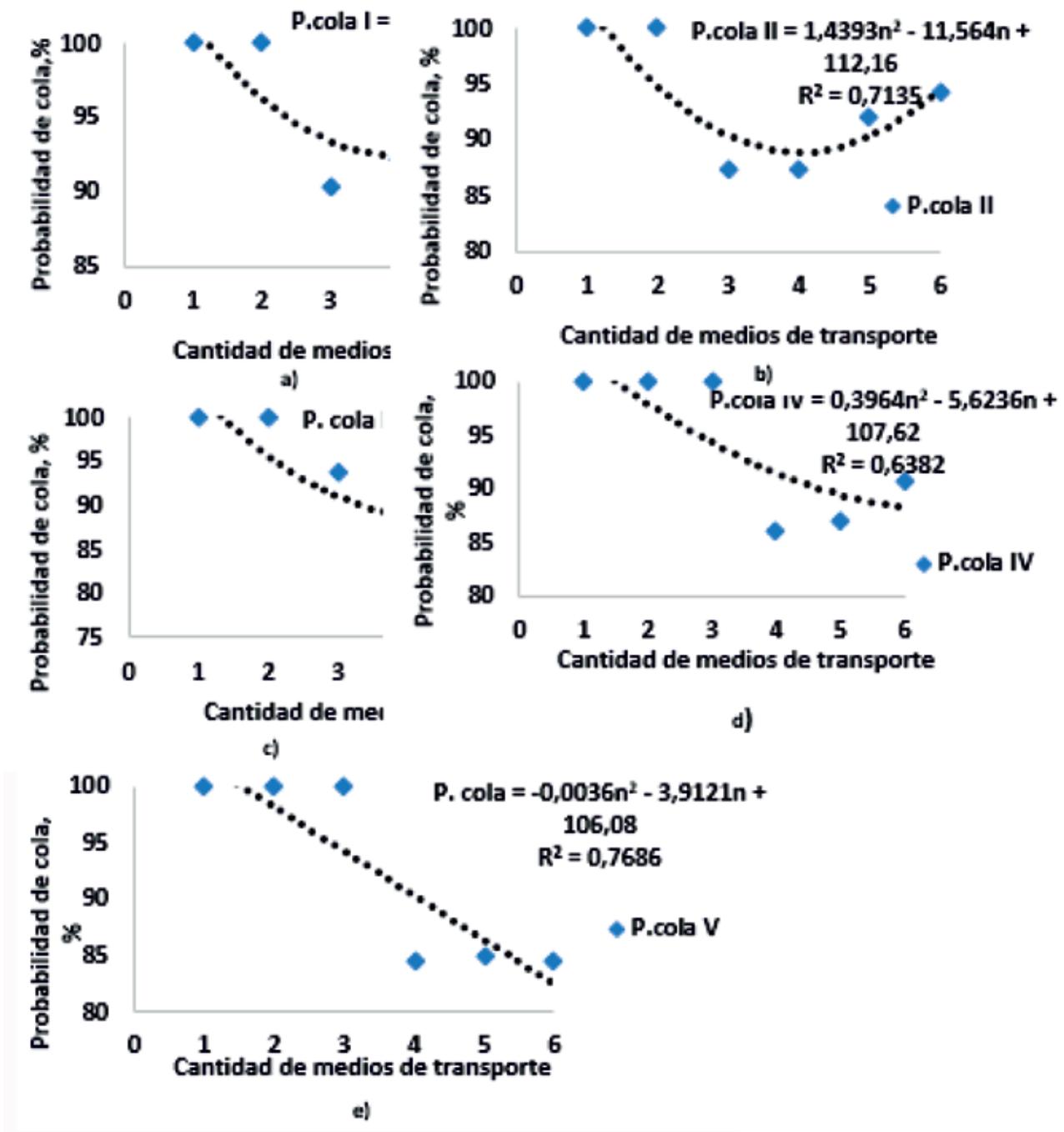


FIGURA 1. Comportamiento de la probabilidad de que una unidad arribe al sistema y tenga que esperar para cada una de las variantes de transportación en función de la cantidad de medios de transporte, en campos con rendimientos agrícolas de 3,2 t/ha.

### Determinación de la composición racional del complejo cosecha-transporte del arroz en campos con rendimientos agrícolas de 4,2 t/ha

Partiendo de los fundamentos teórico- metodológicos planteados, se obtiene que para todas las variantes de transportación, cuando se emplean uno y dos medios de transporte se cumple la condición  $\phi > n$ , por lo que el sistema no puede satisfacer las solicitudes y la cola va a crecer indefinidamente. De forma similar ocurre cuando se emplean tres medios de transporte en

las variantes de transportación III, IV y V.

Estos resultados demuestran que para brigadas de cosecha en las que se emplean tres cosechadoras NEW HOLLAND TC-57, en campos con rendimientos agrícolas de 4,2 t/ha; al considerarse la probabilidad de que una unidad arribe al sistema y tenga que esperar, resulta racional la asignación de tres medios de transporte para la variante de transportación (I), para las variantes de transportación (II y III) resulta racional la utilización de cuatro medios de transporte y para la variante de transportación (IV y V) resulta racional la utilización de

seis medios de transporte, pero si se considera el mínimo de las pérdidas económicas totales por paradas, se obtiene que para todas variantes de transportación se requieren seis medios de transporte. Esta contradicción entre la probabilidad de que una unidad arribe al sistema y tenga que esperar y el mínimo de las pérdidas económicas totales por paradas, está dada por la reducción del tiempo medio de estancia de una unidad en el sistema y principalmente de las cosechadoras como eslabón principal del proceso, por tanto a medida que se incrementa la cantidad de medios de transporte se reducen las paradas de las cosechadoras y por ende las pérdidas económicas por paradas del proceso cosecha-transporte y el costo total del proceso disminuyen.

Estas propuestas de composición se muestran en las Figura 2 (a...e) representándose los modelos matemáticos que

responden a la relación existente entre la probabilidad de que una unidad arribe al sistema y tenga que esperar (Probabilidad de que surja una cola) para cada una de las variantes de transportación en función de la cantidad de medios de transporte.

De igual forma al analizarse los resultados obtenidos de las pérdidas económicas por paradas del proceso cosecha-transporte, se evidencia que al considerarse la conformación actual empleada por la EAIG “Los Palacios”, en la que se emplean cuatro medios de transporte para las tres cosechadoras antes mencionadas, es posible reducir las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse seis medios de transporte en cada una de las variantes de transportación en 5,51; 11,93; 19,69; 31,3 y 168,32 peso/h respectivamente, lo que representa el 8,3; 14,8; 21,3; 30,4 y el 67,1% de las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse la conformación actual de la EAIG.

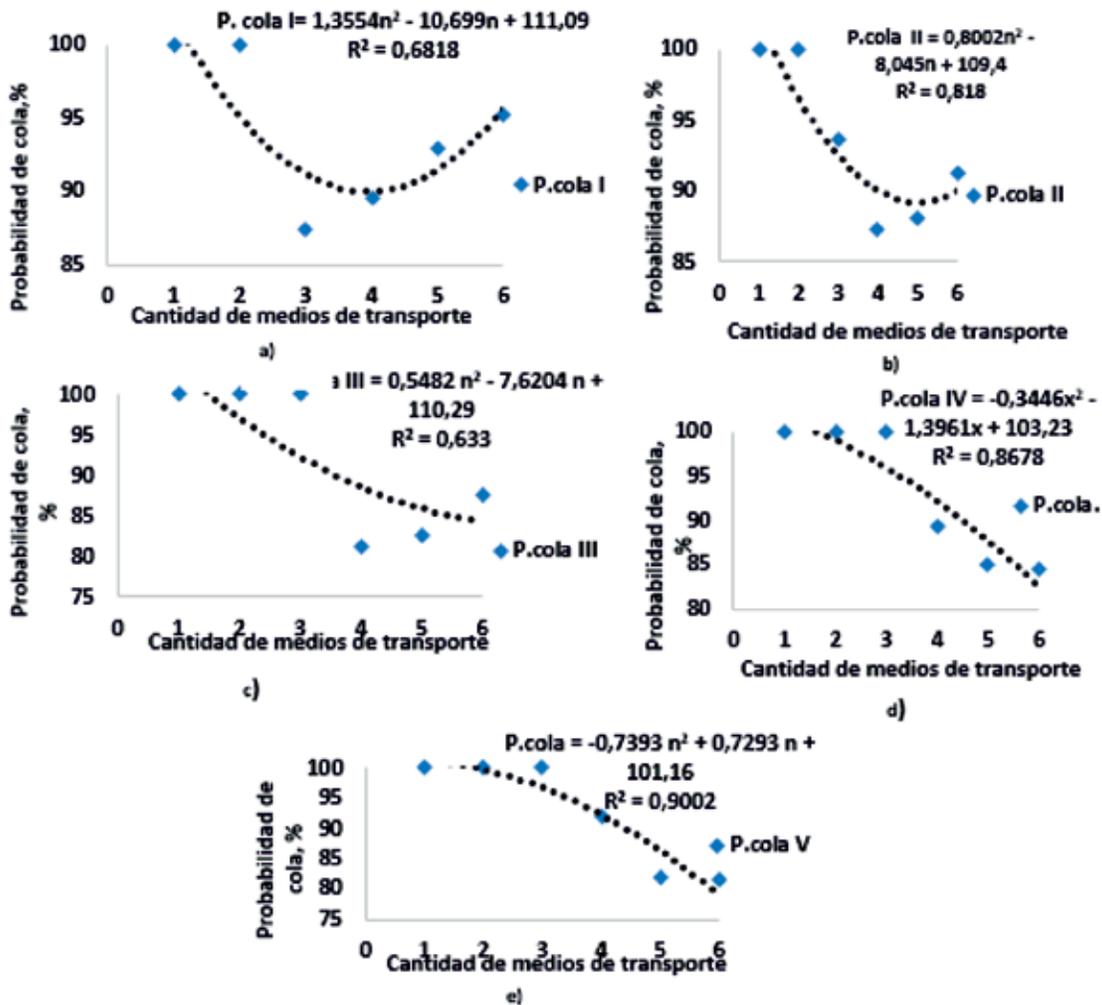


FIGURA 2. Comportamiento de la probabilidad de que una unidad arribe al sistema y tenga que esperar para cada una de las variantes de transportación en función de la cantidad de medios de transporte, en campos con rendimientos agrícolas de 4,2 t/ha.

## CONCLUSIONES

- Los fundamentos teórico-metodológicos planteados permiten determinar la composición racional de los medios mecanizados que intervienen en el proceso de cosecha-transporte del arroz, confirmándose su validez.

- Se determinó la influencia de la distancia de transportación y la cantidad de medios de transporte en la estabilidad y costo del proceso cosecha-transporte del arroz, empleándose el sistema SAORCE-CTR, tomándose cinco variantes de transportación en dos rendimientos agrícolas diferentes, obteniéndose los siguientes resultados:

- Para campos con rendimientos agrícolas de 3,2 t/ha, las pérdidas económicas totales por paradas se reducen en las variantes de transportación I, II y III en 1,88; 3,61 y 7,06 peso/h al emplearse cinco medios de transporte, lo que representa el 3,2; 8,3 y 9,7% de las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse la composición actual de la EAIG y para las variantes de transportación IV y V las pérdidas económicas totales por paradas se reducen en 20,35 y 22,37 peso/h respectivamente, al emplearse seis medios de transporte, lo que representa el 22 y 23,6% de las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse la composición actual de la EAIG.
- Para campos con rendimientos agrícolas de 4,2 t/ha las pérdidas económicas totales por paradas se reducen en 5,51; 11,93; 19,69; 31,3 y 168,32 peso/h respectivamente al emplearse seis medios de transporte en cada una de las variantes de transportación, lo que representa el 8,3; 14,8; 21,3; 30,4 y el 67,1% de las pérdidas económicas totales por paradas al emplearse la composición actual de la EAIG.
- El criterio económico del mínimo de los costos por paradas es más exacto que el criterio probabilístico de estabilidad del flujo tecnológico para la determinación de la estructura racional del complejo cosecha-transporte.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMU, L. G.: "Logística de cosecha. Evaluación de tiempos y movimientos. Indicadores y control", *Revista Técnicaña*, ISSN: 0123-0409, 26: 25-30, 2010.
- GARCÍA, C. E.; F. LEÓN: "Evaluación de la explotación de los medios técnicos en la cosecha transporte del arroz", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 19 (1): 11-17, 2010.
- IGLESIAS, C. E.; Y. MOREJÓN; R. LLANES: "Determinación de la composición del complejo cosecha-transporte del arroz con la aplicación de la Teoría del Servicio Masivo", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 21 (2): 24-29, 2012.
- IZMAILOV, A.Y.: *Technologies and technical solutions to increase the effectiveness efficiency of transport systems of agriculture*, 200pp., M.FGNU "Rosinformagroteh", ISBN: 978-5-7367-0683-9, Moscú, Rusia, 2007.
- MATOS, N. y C. IGLESIAS: "Modelo económico-matemático para la organización racional de los medios técnicos en la cosecha-transporte-recepción de la caña de azúcar", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 21 (3): 49-54, 2012.
- MATOS, N.; Y. MARTÍNEZ; R. PÉREZ DE ARMAS; Y. MADRUGA: "Optimización del proceso cosecha-transporte-recepción de la caña de azúcar", *Revista Cubana de Ciencias Informáticas (RCCI)*. ISSN:1994-1536, 5 (3): 2012.
- MATOS, N.; C. IGLESIAS; E. GARCÍA: "Organización racional del complejo de máquinas en la cosecha-transporte - recepción de la caña de azúcar en la Empresa Azucarera ARGENTINA". *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 23 (2): 28-33, 2014.
- MIRANDA, A.; S. CASTELLS; O. FERNÁNDEZ; F. SANTOS; C. IGLESIAS: "Análisis de la utilización del tiempo de turno por las cosechadoras arroz CLAAS DOMINATOR", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 22 (4): 27-31, 2013.
- MOREJÓN, M. Y.; C. IGLESIAS y G. DOMÍNGUEZ: "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-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 21 (3): 45-48, 2012.
- MOREJÓN, Y. & C. IGLESIAS: "Use of Queueing Theory to the organization of the complex rice harvest-transport on the Agroindustrial Rice Complex Los Palacios" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 23 (2):23-26, 2014a.
- MOREJÓN, M. Y.; P. COLLAZO; Y. ROQUE; C. IGLESIAS: "Sistema Automatizado para la organización racional del proceso cosecha-transporte de cereales (SAORCE" *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 23 (3): 89-93, 2014b.
- SERVER, P.; R. DIEGUEZ, R. FERNÁNDEZ: "El transporte de la caña de azúcar utilizando la modelación", *Revista Universitaria*, ISSN: 1607-6079. 3 (1): 2002a.
- SERVER, P.; R. DIEGUEZ; A. ESQUIVEL y R. CARDOSO: Análisis de un modelo para el transporte de la caña de azúcar, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-p: 1010-2760, ISSN-d: 2071-0054, 11 (2): 91-93 2002b.
- SHEPELYOV, S.D.; OKUNE, G.A.; CHERKASOV, Y.B.: "Influencia del período de servicio a la cosechadora en la estructura tecnológica de línea espera", *Revista Agroingeniería, Chelyabinsk*. ISSN:77-155498.2014. 4p. Página Web: [www.libr.orensau.ru](http://www.libr.orensau.ru).
- YESIN, K.S.: Methods of selection of transport during grain harvesting, cultural Tour. *World of Transport and Technological Machines*, ISSN: 77-47352, 2 (41): 95-102, 2013.

**Recibido:** 23/10/2014.

**Aprobado:** 19/04/2015.

**Publicado:** 14/06/2015

Yanoy Morejón Mesa, Profesor Auxiliar, Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: [yymm@unah.edu.cu](mailto:yymm@unah.edu.cu)

Nota: 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.