

# Modelo de Markov para determinar la estructura racional del complejo cosecha-transporte en caña de azúcar

## Markov Model to Determinate the Rational Structure of Harvest-Transport Complex in Sugarcane



<http://opn.to/a/QGizk>

MSc. Yanara Rodríguez-López <sup>1\*</sup>, Dr.C. Yanoy Morejón-Mesa <sup>1</sup>, Ing. Dagoberto Sosa-Guerra <sup>1</sup>, Ing. Jorge Manuel-Blanco <sup>1</sup>, Ing. Orlando Martínez-Bao <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN:** La presente investigación se realizó en la Unidad Empresarial de Base Héctor Molina Riaño, con el objetivo de determinar la estructura racional del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar a través del modelo de Markov. Entre los principales resultados, se obtuvo que para un campo con un rendimiento 22,8 t/ha, siendo la distancia media total de tiro de 18 km, de ellos 12 km por viales de terraplén y el resto de viales asfaltados, la brigada quedará conformada por dos cosechadoras (con un 16,37% de probabilidad de que presenten rotura uno) y dos medios de transporte (con un 4,7% de probabilidad de que presenten rotura uno) ya que la probabilidad de que la cosechadora espere por medios de transportes externos es casi nula, siendo el gasto por parada del ciclo (cosecha-transporte-recepción) de 10,73 peso/h.

**Palabras clave:** optimización, modelos matemáticos, probabilidad.

**ABSTRACT:** The present investigation was carried out in Enterprise Unit “Héctor Molina Riaño”, with the objective of determining the rational structure of the complex harvest-transport of sugarcane with the use of Markov Model. It was obtained that, for a field with 22,8 t/ha yield, the brigade is organized with two harvester machines (with 16,37% of probability of one failing or breaking) and two means of transport (with 4,7% of probability of one failing or breaking). Given that, the probability of harvester machines operating with external means of transport is almost null, the expense for cycle stop (harvest-transport-reception) is 10,73 peso/h.

**Keywords:** optimization, mathematical models, probability.

### INTRODUCCIÓN

Sobre la influencia de algunos aspectos agrícolas e industriales en la economía, es necesario considerar la influencia que tiene el proceso de cosecha-transporte en la calidad de la materia prima antes de ser procesada industrialmente; evidenciándose que aunque el proceso cosecha-transporte no constituye un elemento que influye en el proceso de producción tanto de la caña, como de azúcar en sí, si determina la economía del proceso productivo, pues este proceso 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.

La introducción de máquinas más potentes y fiables, son pasos importantes para lograr que la industria azucarera mantenga un papel

protagónico en la economía del país. Como consecuencia del vertiginoso desarrollo de la industria azucarera, se ha continuado el perfeccionamiento de los sistemas de equipos, específicamente en las cosechadoras de caña. Para lograr este objetivo se hace indispensable realizar investigaciones de laboratorio y de campo que permitan concebir máquinas que proporcionen mejores prestaciones para la cosecha de caña de azúcar. Los estudios integrales de evaluaciones sobre las máquinas en desarrollo evitan que los errores se generalicen, así como la disminución de los gastos y la corrección de posibles deficiencias de diseño. Las máquinas cosechadoras de caña de azúcar han sido sometidas a diversas evaluaciones con vistas a elevar su eficiencia, confort y reducir los costos de producción (Fernández y Álvarez, 1988; Fernandez y Delgado, 1989; Shkiliova et al., 2000; Ortiz-Cañavate, 2003; Shkiliova, 2004; Amú, 2010).

\*Autor para correspondencia: Yanara Rodríguez López, e-mail: [yanita@unah.edu.cu](mailto:yanita@unah.edu.cu)

Recibido: 15/07/2018

Aceptado: 10/12/2018

Sobre la racionalización del proceso cosecha-transporte se han desarrollado varias investigaciones, en las que se han planteado diferentes métodos basados en la simulación y la modelación matemática, estos estudios se han realizado con el propósito de determinar el uso óptimo de los diferentes medios de transporte durante la cosecha de cultivos como el arroz y la caña de azúcar, así como la determinación de la composición racional de la brigada cosecha-transporte aplicando la Teoría del Servicio Masivo. Esta teoría posibilita analizar el proceso productivo desde la perspectiva probabilística partiendo del método determinista ([López et al., 2012](#); [Matos y Iglesias, 2012](#); [Matos et al., 2014](#); [Matos et al., 2014](#); [Rodríguez et al., 2015](#)).

En la UEB Atención a Productores Cañeros “Héctor Molina Riaño” han surgido problemas industriales, organizativos y productivos. Por lo que el proceso cosecha-transporte puede estar afectado por la composición racional de la brigada cosecha-transporte, disminuyendo la estabilidad del flujo del proceso tecnológico y sus costos.

Por tal razón surge la necesidad de investigar la composición racional del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar en la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Héctor Molina Riaño”, con el propósito de lograr una mayor estabilidad y obtener ventajas económicas en el mismo. Por lo anterior planteado la presente investigación tiene como objetivo, determinar la estructura racional del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar a través del modelo de Markov.

## MÉTODOS

El programa de las investigaciones experimentales se desarrolló en la UEB “Héctor Molina Riaño”, Mayabeque, Cuba; durante el período agrotécnico de la cosecha de la caña de azúcar, en la zafra correspondiente al 2017, realizándose el trabajo de campo y la caracterización del área experimental. La evaluación tecnológica y de explotación se le realizó a dos cosechadoras CASE IH AUSTOFT A 8800 y a los medios mecanizados que intervienen en el transporte, estos medios están conformados por tractores Belarus 1523 con remolques autobasculantes VTX 10000 de

capacidad 10 t y por camiones de tiro HOWO SINOTRUK con dos remolques de capacidad 60 t en total (20 t cada uno), la distancia media total de tiro de 18 km, de ellos 12 km por viales de terraplén y el resto de viales asfaltados, de categorías III y II respectivamente.

## Modelo de Markov para racionalización de la brigada cosecha - transporte

Para el análisis de la estructura racional del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar empleando el modelo de Markov, se parte de que es un proceso estocástico, pues varía en el tiempo de forma exponencial, lo cual no es más que una sucesión de observaciones y los valores de estas no se pueden predecir exactamente ([Kijima, 1997, 2013](#), [Hermanns, 2002a, 2002b](#); [Bini et al., 2005](#); [Ibe, 2013](#)). Para dicho modelo se tiene en cuenta que los estados que forman el proceso son: caña de azúcar en cosecha  $E_c$ , caña de azúcar en transporte  $E_t$  y caña de azúcar en el centro de recepción  $E_r$  y la cantidad de medios de transporte necesarios se obtiene por el método determinista y se combina con los criterios de probabilidad de transición provenientes de la matriz elaborada ([Conlisk, 1976](#); [Tijms y Tijms, 1994](#); [Bolch et al., 2006](#); [Ching y Ng, 2006](#); [Sánchez, 2016](#)).

Para establecer la probabilidad de transición en cada estado de los declarados se parte del fotocronometraje de cada proceso según [Aguilera y Fonseca \(2013\)](#) y [Rodríguez et al. \(2015\)](#), determinándose los coeficientes de disponibilidad técnica de las cosechadoras y los medios de transporte, como se muestra en la [expresión 1](#).

$$Kd = \frac{T_0}{T_0+T_J} \quad (1)$$

donde:

$T_0$  - tiempo total (trabajo útil) de operación en condiciones de diseño, h;

$T_J$  - tiempo total de parada por problemas técnicos, h.

Con el objetivo de formar la matriz de transición se debe determinar la probabilidad de transición o no transición de un estado a otro a través de las tabla de Poisson según [Yesin y Sevostyanov \(2014\)](#), para esto se tienen las observaciones realizadas a la cola de los camiones en el central y se determina la

esperanza matemática para la cosecha  $\lambda_c$  y el transporte  $\lambda_t$  (expresión 2 y 3).

Para la cosecha se determina a partir del coeficiente de disponibilidad técnica de la misma:

$$\lambda_c = n_c * k_{dc} \quad (2)$$

donde:

$n_c$  - número de cosechadoras;

Para el transporte se tiene en cuenta además de la disponibilidad técnica de los mismos:

$$\lambda_t = n_t * k_{dt} \quad (3)$$

donde:

$n_t$  - número de camiones.

Teniendo  $\lambda_c$ ,  $\lambda_t$  y K (número de camiones a observar) para la cosechadora y el transporte se pueden determinar las probabilidades de transición a través de las tablas de Poisson.

Para determinar la probabilidad de transición ( $P_t$ ) y no transición ( $P_{nt}$ ) del central se hicieron 15 observaciones que se promediaron determinando el número de camiones en espera para entregar el producto ( $n_{cer}$ ) y el total de camiones en el centro de recepción ( $n_{tr}$ );

$$P_{nt} \equiv \frac{n_{cer}}{n_{tr}} \quad (4)$$

Teniendo en cuenta las probabilidades de no transición se puede obtener las probabilidades de transición:

$$P_t = 1 - P_{nt} \quad (5)$$

Mediante lo antes expuesto se puede determinar la matriz de transición de un estado a otro:

$$\begin{matrix} & E_c & E_t & E_r \\ \begin{matrix} E_c \\ E_t \\ E_r \end{matrix} & \begin{pmatrix} P_{nt} & P_t & 0 \\ 0 & P_{nt} & P_t \\ P_t & 0 & P_{nt} \end{pmatrix} & & \end{matrix} \quad (6)$$

Basado en el análisis anteriormente realizado se puede obtener una estimación de la afectación económica por la rotura del ciclo  $C_{pet}$  a partir de la determinación de los costos por paradas en cada elemento del ciclo y la probabilidad de que no se transite de un estado a otro del mismo.

$$C_{pet} = (C_{pc} * P_{ntc}) + (C_{pt} * P_{ntt}) + (C_{pcr} * P_{ntr}); \text{peso/h} \quad (7)$$

donde:

$C_{pc}$ ,  $C_{pt}$  y  $C_{pcr}$  - costo por parada en la cosecha, transporte y centro del recepción del central respectivamente; peso/h

Con los Costos directos de explotación se pueden determinar los costos por parada de la cosechadora y del transporte:

$$C_{PC} = C_{exp} = C_{dc} + C_c + C_l + C_{mr} + C_{soc}, \text{ peso/h} \quad (8)$$

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 9](#):

$$C_{PT} = \cdot C_{dt} + C_{mr} + C_{sot}, \text{ peso/h} \quad (9)$$

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.

En cuanto a los costos por paradas en el centro de recepción se tienen en cuenta el salario de los trabajadores vinculados al proceso, los combustibles y lubricantes consumidos en el proceso así como los mantenimientos y la electricidad consumida como se muestra en la [expresión 9](#)

$$C_{pcr} \equiv C_s \pm C_c \pm C_{mr} \pm C_e, \text{ peso/h} \quad (10)$$

donde:

$C_e$  -Costo por consumo de energía eléctrica, peso/h

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Análisis de la estructura racional del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar empleando el modelo de Markov

Para la realización de la composición racional del complejo cosecha-transporte-recepción de la caña de azúcar empleando el modelo de Markov se definieron tres estados que fueron la caña en cosecha  $E_c$ , la caña en transporte  $E_t$  y la caña en recepción  $E_r$ , representándose en la [Figura 1](#) y donde se muestra el flujo de estos estados.

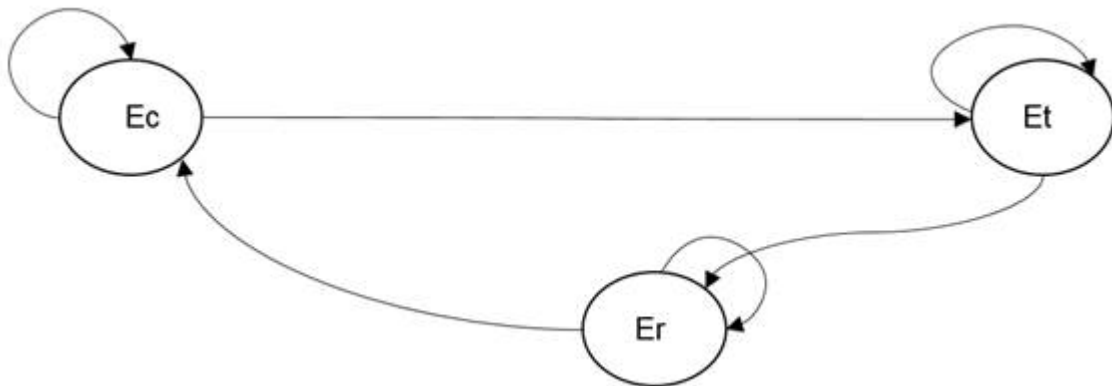
Para la aplicación de este modelo se determinaron valores de landa ( $\lambda$ ) que se muestran en la [Tabla 1](#), para esto se tuvo en cuenta la no disponibilidad técnica de la cosechadora ( $1-K_d$ ) y los medios de transporte (camiones) siendo de 0,13 y 0,05 respectivamente, también se tuvo en cuenta que en el estado caña en cosecha existían dos cosechadoras y para caña en transporte según el método determinista se necesitan 2,25 camiones para que exista un ciclo en el proceso cosecha-transporte-recepción. Para el estado de caña en recepción por las observaciones realizadas se obtuvo una probabilidad de transición de 0,41 y de no transición de 0,59.

Mediante los resultados obtenidos se puede formar la matriz de transición donde en el estado en cosecha la, probabilidad de transición es de 0,87 y la de no transición es de 0,13, siendo para caña en transporte de 0,05 la de no transición y 0,95 la de transición y para la recepción 0,41 la

de transición y 0,59 la de no transición como se muestra en la matriz 10.

$$\begin{matrix} & E_c & E_t & E_r \\ E_c & 0,13 & 0,87 & 0 \\ E_t & 0 & 0,05 & 0,95 \\ E_r & 0,41 & 0 & 0,59 \end{matrix} \quad (10)$$

Al analizar los resultados anteriores y determinar las probabilidades a través de las tablas de Poisson, como se muestra en la [Tabla 2](#) se obtiene que la probabilidad de que no presenten fallas o roturas ninguna de las cosechadoras es del 82% y de que se produzca una falla en al menos una es del 16,37% lo que permite prever la afectación que va a haber en el ciclo por la parada de una cosechadora. Al analizar el caso de los camiones, se obtiene que la probabilidad de que no presenten fallas o roturas ningún camión es del 95,12%, y de que se produzca una falla en al menos uno del 4,76% disminuyendo a 0,12% de que se rompan dos al mismo tiempo.



**FIGURA 1.** Diagrama de transición de estados en la cosecha-transporte y recepción de la caña de azúcar.

**TABLA 1.** Datos necesarios para elaborar la matriz de transición

| Estado | $K_d$ | $1-K_d$ | $\lambda$ | $k$ |
|--------|-------|---------|-----------|-----|
| $E_c$  | 0,87  | 0,13    | 1,7       | 2   |
| $E_t$  | 0,95  | 0,05    | 2,9       | 3   |

**TABLA 2.** Relación de probabilidad de roturas de cosechadoras y camiones

| Tipo        | Cantidad de medios | Probabilidad de que ocurra una falla técnica |
|-------------|--------------------|--|
| Cosechadora | 0                  | 0,8187                                       |
|             | 1                  | 0,1637                                       |
|             | 2                  | 0,0164                                       |
| Camiones    | 0                  | 0,9512                                       |
|             | 1                  | 0,0476                                       |
|             | 2                  | 0,0012                                       |
|             | 3                  | 0,0000                                       |

Como se menciona anteriormente el método determinista arrojó que se necesitan 2,25 camiones para que exista un ciclo en el proceso, por tanto, teniendo en cuenta la baja probabilidad de roturas de al menos una cosechadora y/o camión se puede tomar como que la brigada, para el rendimiento agrícola de 22,8 t/ha quedará conformado por dos cosechadoras con igual número de tractores movedores y dos camiones para el traslado al central, pues siendo el tiempo de llenado de 2,66 h y el tiempo de ciclo de 4,94 h la probabilidad de que la cosechadora espere por medios de transportes externos es casi nula.

### Resultados de los costos por paradas del ciclo

A partir de la matriz de transición se puede tener una estimación del costo si se detiene el ciclo de transportación, en los estados declarados ( $E_c$ ,  $E_t$  y  $E_r$ ) del proceso (Tabla 3), obteniéndose un costo de 10,73 peso/h, al efectuarse la suma de los gastos por parada en los estados considerando la probabilidad de no transición asciende a 5,29; 0,82 y 4,62 peso/h, respectivamente, sin embargo, al no considerarse la probabilidad de no transición se obtuvo un costo por parada del central de 7,84 peso/h, un costo por parada de la cosecha de 45,47 peso/h y por parada del transporte de 16,56 peso/h.

**TABLA 3.** Relación de gastos por paradas y la probabilidad de no transición

|                      | $C_p$ , peso/h | $P_{nt}$ | $C_{p_{es}}$ , peso/h |
|----------------------|----------------|----------|-----------------------|
| $E_c$                | 45,57          | 0,13     | 5,92                  |
| $E_t$                | 16,56          | 0,05     | 0,82                  |
| $E_r$                | 7,84           | 0,59     | 4,62                  |
| Ciclo                |                |          |                       |
| $C_{p_{est}}$ peso/h | 10,73          |          |                       |

### CONCLUSIONES

- Mediante el modelo de Markov se obtuvo que para un campo con un rendimiento 22,8 t/ha la brigada quedará conformada por dos cosechadoras y dos medios de transporte ya que la probabilidad de que la cosechadora espere por medios de transportes externos es casi nula, siendo el gasto por parada del ciclo (cosecha-transporte-recepción) de 10,73 peso/h.

- El modelo de Markov permite definir la conformación racional de la brigada cosecha-transporte- recepción a partir de otro modelo o método que proponga posibles composiciones.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILERA, O.; FONSECA, J.: Aplicación de un procedimiento para evaluar la eficiencia en el proceso de explotación según el consumo de combustible de las cosechadoras de caña KTP-2M, Ed. Grin Verlag, Berlín, Germany, 2013, ISBN: 10: 365646779X; ISBN-13: 978-3656467793.
- AMÚ, L.G.: “Logística de cosecha. Evaluación de tiempos y movimientos. Indicadores y control”, Revista Tecnicaña, 26: 25-30, 2010, ISSN: 0123-0409.
- BINI, A.D.; LATOUCHE, G.; MEINI, B.: Numerical methods for structured Markov chains, Ed. Oxford University Press on Demand, New York, USA, 2005, ISBN: 0-19-852768-3.
- BOLCH, G.; GREINER, S.; DE MEER, H.; TRIVEDI, K.S.: Queueing networks and Markov chains: modeling and performance evaluation with computer science applications, Ed. John Wiley & Sons, 2006, ISBN: 0-471-79156-3.
- CHING, W.K.; NG, M.K.: Markov Chains: Models, Algorithms and Applications, Ed. Springer US, New York, USA, 2006, ISBN: 978-1-4614-6312-2.
- CONLISK, J.: “Interactive markov chains”, Journal of Mathematical Sociology, 4(2): 157-185, 1976, ISSN: 0022-250X.
- FERNÁNDEZ, P.A.; ÁLVAREZ, R.E.: “Determinación de los principales indicadores de fiabilidad de la cosechadora de caña KTP-1.”, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 1(3): 57-60, 1988, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- FERNANDEZ, P.A.; DELGADO, O.N.: “Análisis del trabajo del parque de tractores en función del número de roturas imprevistas.”, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 2(1): 27-32, 1989, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- HERMANNNS, H.: “Interactive markov chains”, En: Interactive Markov Chains, Ed. Springer, pp. 57-88, 2002a.
- HERMANNNS, H.: “Interactive Markov chains in practice”, En: Interactive Markov Chains, Ed. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, vol. 2428, Berlin, Germany, pp. 125-146, 2002b, ISBN: 978-3-540-45804-3.

- IBE, O.: Markov processes for stochastic modeling, Ed. Newnes, 2013, ISBN: 0-12-407839-7.
- KIJIMA, M.: Markov Processes for Stochastic Modeling, Ed. Chapman & Hall, 1st edición ed., Cambridge, USA, 194 p., 1997, ISBN: 0412606607.
- KIJIMA, M.: Markov processes for stochastic modeling, Ed. Springer, Cambridge, USA, 2013, ISBN: 1-4899-3132-5.
- LÓPEZ, Y.M.; RAMÍREZ, N.M.; DE ARMAS, R.L.P.; MACHADO, Y.M.: “Optimización del proceso Cosecha-Transporte-Recepción de la caña de azúcar”, Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 5(3), 2012, ISSN: 2227-1899.
- MATOS RAMÍREZ, N.; IGLESIAS CORONEL, C.; GARCÍA CISNEROS, E.: “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 , 23(2): 27-33, 2014, ISSN: 2071-0054.
- MATOS, R.N.; IGLESIAS, C. E.: “Modelo económico-matemático para la organización racional de los medios técnicos en la cosecha-transporte-recepción de la caña de azúcar”, Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias, 21(3): 49-54, 2012, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- MATOS, R.N.; IGLESIAS, C.E.; GARCÍA, C.E.: “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 , 23(2): 28-33, 2014, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- ORTIZ-CAÑAVATE, J.: Las máquinas agrícolas y su aplicación, Ed. Mundi Prensa, reimpressa ed., Madrid, España, 526 p., 2003, ISBN: 84-8476-117-7.
- RODRÍGUEZ, L.Y.; MOREJÓN, M.Y.; SOSA, G.D.; MARTÍNEZ, B.O.: “Modelación matemática del complejo cosecha-transporte de la caña de azúcar para su racionalización”, Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias , 24(Exp.): 42-48, 2015, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- SÁNCHEZ, B.A.: “Aplicación de Cadenas de Markov en un proceso de producción de plantas in vitro”, Tecnología en Marcha, 29(1): 74-82, 2016, ISSN: 2215-3241.
- SHKILIOVA, L.: “Fundamento teórico para determinar la efectividad de mantenimiento técnico”, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias , 13(1): 51-53, 2004, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- SHKILIOVA, L.; SUÁREZ, P.C.; IGLESIAS, C.C.: “Fiabilidad de los complejos tecnológicos”, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias , 9(3-4): 23-29, 2000, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- TIJMS, H.C.; TIJMS, H.C.: Stochastic models: an algorithmic approach, Ed. John Wiley & Sons Chichester, vol. 994, 1994.
- YESIN, K.S.; SEVOSTYANOV, A.L.: “Logistics of Grain Transportation: Program Exploitation for Calculation of Optimum Number of Vehicles.”, Ecology and Transport, Bulletin of PNU, 32(1), 2014, ISSN: 1996-3440, Disponible en: <http://pnu.edu.ru/media/vestnik/articles-2014/117-124> , [Consulta: 10 de diciembre de 2017].

Yanara Rodríguez López, Profesora Auxiliar. Facultad de Ciencias Técnicas, Universidad Agraria de la Habana (UNAH). e-mail: [yanita@unah.edu.cu](mailto:yanita@unah.edu.cu)

Yanoy Morejón Mesa · e-mail: [yym@unah.edu.cu](mailto:yym@unah.edu.cu)

Dagoberto Sosa Guerra · e-mail: [dagoberto@unah.edu.cu](mailto:dagoberto@unah.edu.cu)

Jorge Manuel Blanco · e-mail: [yanita@unah.edu.cu](mailto:yanita@unah.edu.cu)

Orlando Martínez Bao, e-mail: [yanita@unah.edu.cu](mailto:yanita@unah.edu.cu)

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

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

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.