

# Organización racional del complejo de máquinas en la cosecha – transporte – recepción de la caña de azúcar en la Empresa Azucarera “Argentina”

*Rational organization of the complex of you scheme in the crop- transport- reception of the sugar cane in the Azucarera Company “Argentina”*

Dr.C. Neeldes Matos Ramírez<sup>I</sup>, Dr.C. Ciro Iglesias Coronel<sup>II</sup>, Dr.C. Edry García Cisneros<sup>I</sup>

<sup>I</sup> Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba.

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

**RESUMEN.** La presente investigación propone el perfeccionamiento de la organización del complejo de máquinas que participan en el proceso cosecha–transporte–recepción del cultivo de la caña de azúcar para aumentar la productividad del trabajo, disminuir el consumo de combustible y los costos de explotación de estos medios en la cosecha. En el trabajo se realiza un análisis de las pérdidas de tiempo y su influencia en el aprovechamiento de la jornada laboral y la productividad del complejo de máquinas que participan en el proceso. Así mismo se determina el comportamiento de los diferentes índices técnicos y de explotación de las cosechadoras y camiones según el rendimiento agrícola del campo y las distancias de transportación respectivamente hasta el Centro de Recepción. Se desarrolla un modelo económico – matemático basado en la Teoría de Cola o Serviciaje Masivo sustentado en un sistema computarizado que permite la obtención de la variante racional de conformación del complejo de máquinas en el proceso cosecha – transporte – recepción del cultivo de la caña de azúcar bajo las condiciones actuales de explotación.

**Palabras clave:** caña de azúcar, cosecha-transporte, teoría de colas.

**ABSTRACT.** This research letter proposes the improvement of the organization of the complex of machines that they participate in the process you harvest- transport- reception of the cultivation of the sugar cane in order to increase the productivity of the work, diminish the consumption of fuel and the costs of exploitation of these means in the crop. She in the work are carried out an analysis of the losses of time and their influence in the benefits of the labor journey and the productivity of the complex of machines that they participate in the process. So same the behavior of the several technical indexes is determined- explotative of the trucks and hasvester according to the agricultural humility of the field and the distances of transportation respectively until the Center of Reception. An economical model develops- based an opinion on mathematician the Theory of Line or Massive Serviciaje sustained in a software system that it permit the obtaining of the varying rational of conformation of the complex of machines in the process harvest- transport- reception of the cultivation of the cane of sugar under the current conditions of exploitation.

**Keywords:** sugar cane, transports –crop, theory line.

## INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos ocupa un lugar cimero para satisfacer las necesidades crecientes de la población mundial que hoy sobrepasa los 7 200 000 de habitantes. El ritmo ascendente del consumo de azúcar anual del 2,8% en el planeta, la ratifican

como un importante alimento para la humanidad, por lo cual tiene y tendrá perspectivas (Salomón, 1998; Peña y Álvarez, 1999; REVISTA, 2000; Rodríguez, 2002; Brizuela, 2006; Manso, 2008).

La caña de azúcar se cultiva en 106 países en los que se destacan: Brasil, India, China, Tailandia, Pakistán, México, Australia, Argentina, Colombia, Guatemala y Estados Uni-

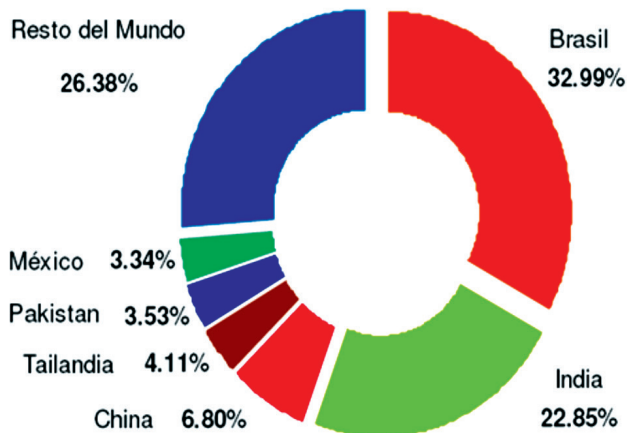
dos, los dos primeros concentran el 55,84% de la producción mundial, siendo Brasil el principal productor y exportador de azúcar a nivel mundial (Figura 1).

En el año 2011 (Figura 2), se produjeron 153 500 000 de toneladas de azúcar de caña en el mundo y para el 2012 se prevé una producción de más de 156 900 000 (Manso, 2008; Varela, 2010, FAO 2012).

Por otra parte, la otra materia agrícola para fabricar azúcar es la remolacha que se cultiva en 63 países en un área de 5 600 000 de hectáreas, con un rendimiento de 44,5 t/ha y una

producción de 249 200 000 de toneladas de esta raíz.

El triunfo de la Revolución el 1º de enero de 1959 marcó para Cuba la pauta en la pésima situación económica que se encontraba en esos momentos, nació la necesidad de desarrollarse, de alimentar, dar hogar y trabajo a millones de personas que hasta esos momentos se encontraban desamparadas. Se convertía así, la caña de azúcar en la base de la industria azucarera, reafirmandose como el principal renglón de obtención de divisas para el país en la nueva etapa.



Fuente: elaboración propia con datos de la FAO.

FIGURA 1. Principales países productores de caña de azúcar a nivel mundial [FAO, 2012].

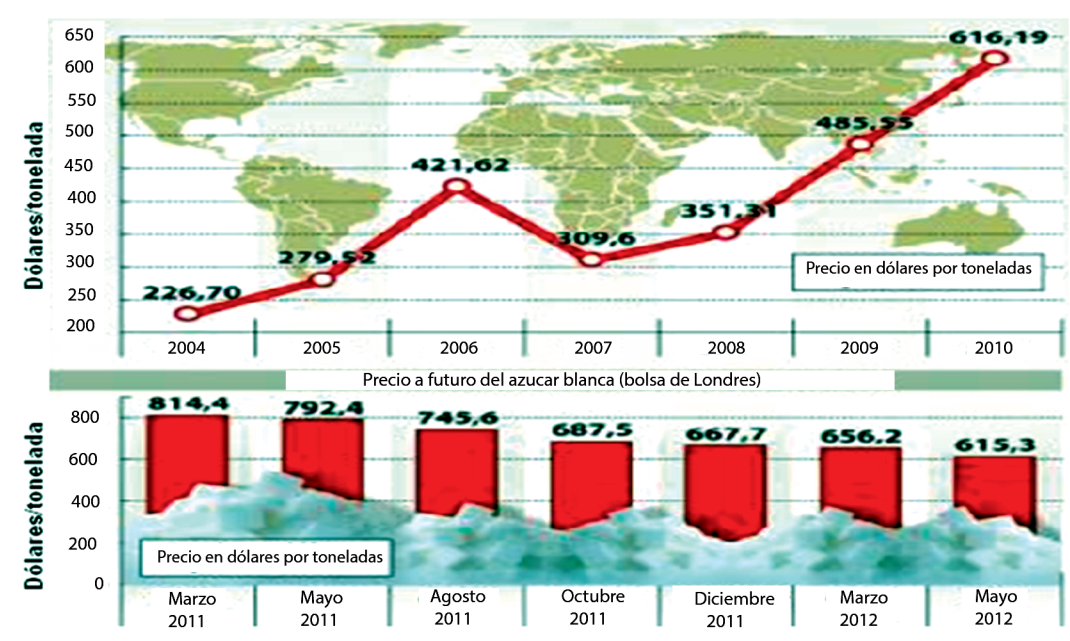


FIGURA 2. Evolución del precio del azúcar en el mundo [FAO, 2012].

Era indiscutible el adelanto alcanzado por la industria azucarera en esos años, sin embargo, con el derrumbe del campo socialista y la desaparición de la URSS, en la década del 90, sumado a la falta de organización, disciplina y evaluación objetiva de los problemas, así como las posibles vías de solución, se ha venido afrontando en este último quinquenio un descenso en las producciones de azúcar que, a pesar de los avances obtenidos, estos han estado por debajo de las posibilidades en relación con los recursos invertidos en ella.

La estrategia del entonces Ministerio del Azúcar (MINAZ) hasta el 2013, definía, como la misión principal de las unidades productoras de caña, “Producir caña con calidad, de forma creciente, cubriendo eficientemente la demanda planificada, con rendimientos de 54 t/ha o más y costos competitivos, protegiendo el medio ambiente, aprovechando las nuevas tecnologías...” (Brizuela, 2006; INICA, 2007; Manso, 2008; MINAZ, 2008).

En la actualidad no se cumple totalmente tal misión por la no correspondencia entre los rendimientos agrícolas de los campos que no sobrepasan las 40,3 t/ha, lo cual incide en el poco aprovechamiento de la productividades de las nuevas tecnologías de cosecha introducidas en el país, la inadecuada composición del número de medios de transporte por pelotón y la baja eficiencia en la explotación de las cosechadoras (Mesa Redonda, 2011).

Después de haberse realizado un estudio sobre la explotación del complejo de máquinas que participan en el proceso cosecha – transporte – recepción de la caña de azúcar durante las zafras desde 1997 - 2001 y más recientemente en el período 2008 – 2012, se pueden definir las principales deficiencias que aún persisten en el trabajo de las mismas, (Grannum y Matos, 1997; González, 2009; Menéndez, 2009; Matos y García, 2010; Torres, 2010, Varela, 2010; Ada, 2010) como son:

- Deficiente organización de la composición racional del complejo de máquinas utilizadas en el proceso cosecha – transporte – recepción de la caña de azúcar;
- Bajo aprovechamiento de la jornada de trabajo de las cosechadoras y medios de transporte utilizados en la transporación de caña;
- Deficiente organización de la asistencia técnica ante las roturas de las cosechadoras y medios de transporte de caña;
- Explotación del complejo de máquinas que participan en el proceso cosecha – transporte – recepción en rendimientos agrícolas muy bajos, lo cual afecta el trabajo eficiente de las mismas.

Ante tal situación, así como por la incidencia de varios factores en el orden económico, asociados a la crisis económica mundial, las afectaciones en el sector, los errores cometido a lo interno y como parte de la política del país, trazada en el VI Congreso del Partido, el 29 de septiembre de 2011 se decidió extinguir el Ministerio del Azúcar (MINAZ) y en su lugar se creó el Grupo Empresarial de la Agroindustria Azucarera (AZCUBA). En los venideros años, habrá que continuar perfeccionando la estructura y organización de la producción de caña, y se requerirá mejorar los viales de caminos cañeros. La industria debe continuar perfeccionándose para la recepción de la caña directo en el basculador y moler estable, con el objetivo de lograr una alta productividad, eficiencia y recuperar el alto costo de la inversión (Brizuela, 2006; MINAZ, 2008; Manso, 2008; Varela, 2002, 2006, 2010, Puig, 2011).

Los análisis realizados en el programa de la televisión cubana “Mesa Redonda” del 24 de noviembre de 2011 titulada “Preparativos de la zafra azucarera en Cuba 2011 – 2012”, demuestran la interrelación existente entre la presente investigación y los Lineamientos de la Política Económica y Social del

Partido y la Revolución aprobados en el VI Congreso del PCC: 209, 210, 211 y 212 del Capítulo VII relacionado con la Política Agroindustrial y 269, 270 y 279 del Capítulo X relacionado con la Política para el Transporte.

Si a lo anteriormente expuesto, se le suma la perspectiva del incremento sistemático durante los últimos tres años de los precios del edulcorante hasta el mes de mayo de 2012, Figura 2, entonces, se ratifica la actualidad y necesidad de esta investigación.

## MÉTODOS

Las bases teóricas para el tratamiento de los indicadores técnicos y de explotación, los cuales permitirán perfeccionar la utilización de las máquinas que participan en el proceso cosecha – transporte – recepción de la caña de azúcar y determinar las reservas técnicas y organizativas que posibiliten explotar con mayor efectividad los medios técnicos que participan en el mismo han sido definidos por Heritage y Smith (1969); Hernández (1979); Mayer (2005); Cuba (2003); Menéndez (2009); Pulido *et al.* (2009).

La estructura del tiempo total de observación ( $T_{TO}$ ) de las cosechadoras de caña en general se puede presentar de la siguiente forma:

$$T_{TO} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_8, h \quad (1)$$

donde:

$T_1$  - tiempo principal de trabajo, h;

$T_2$  - tiempo de maniobras (virajes y desplazamientos), en la misma área de corte, h;

$T_3$  - tiempo de mantenimiento técnico diario, preparación y las regulaciones que se le realicen a la máquina, h;

$T_4$  - tiempo para la eliminación de averías técnicas y tecnológicas, h;

$T_5$  - tiempo de descanso y necesidades personales del operario, h;

$T_6$  - tiempo de traslado en vacío al área de corte, entre área de corte y el parqueo, h;

$T_8$  - tiempo de parada de la máquina por causas organizativas y meteorológicas, h.

La estructura de la jornada laboral en el transporte automotor está definida por el *Manual de programas metodológicos para el estudio de la organización y normación del trabajo en la agricultura cañera*, la cual, adecuada a las condiciones de explotación y caracterización del proceso, queda de la siguiente forma (Gentil y Ripolit, 1977; Lituano, 1977; MINAZ, 1984; López, C, 1989):

$$T_T = T_{PC} + T_P + T_A + T_S + T_{DNP} + T_{IA} + T_I, h \quad (2)$$

donde:

$T_T$  - tiempo de trabajo total, h;

$T_{PC}$  - tiempo preparativo conclusivo, h;

$T_P$  - tiempo principal, h;

$T_A$  - tiempo auxiliar, h;

$T_S$  - tiempo de servicio, h;

$T_{DNP}$  - tiempo de descanso y necesidades personales, h;

$T_{IA}$  - tiempo para ingerir alimentos, h;

$T_I$  - tiempo de interrupciones, h.

En las transportaciones de caña existen dos subsistemas en el proceso: uno, denominado cosecha y el otro, recepción. En ambos suceden esperas y por tanto pérdidas de tiempos que afectan la productividad del complejo, por lo que el tiempo del ciclo  $T_c$  quedaría:

$$T_c = T_{sc} + T_{sr}, h \quad (3)$$

donde:

$T_{sc}$  – tiempo empleado en las actividades del subsistema cosecha, h;

$T_{sr}$  – tiempo empleado en las actividades del subsistema recepción, h.

Entonces:

$$T_{sc} = T_{ec} + T_{drv} + T_{tevc} + T_{cc} + T_{cr} + T_{tcllg} + T_{erll} + T_{ttere}, h \quad (4)$$

Entonces:

$$T_{sr} = T_{epc} + T_{pcr} + T_{dr} + T_{tcd} + T_{dc} + T_{dr} + T_{er} + T_{scr} + T_{terv}, h \quad (5)$$

donde:

$T_{epc}$  – tiempo de espera del conjunto para ser pesado, h;

$T_{pcr}$  – tiempo de pesaje del camión y el remolque, h;

$T_{dr}$  – tiempo de desenganche del remolque, h;

$T_{tcd}$  – tiempo de traslado del camión + remolque al área de descarga, h;

$T_{dc}$  – tiempo de descarga del camión, h;

$T_{dr}$  – tiempo de descarga del remolque, h;

$T_{er}$  – tiempo de enganche del remolque, h;

$T_{scr}$  – tiempo de salida del centro de recepción o basculador, h;

$T_{terv}$  – tiempo de traslado del conjunto vacío desde el centro de recepción al campo, h.

Para la evaluación de la efectividad de la utilización de las cosechadoras y camiones que trabajan conjuntamente en flujo, es necesario determinar:

- intensidad del servicio en cada uno de los subsistemas de la cadena  $S_1$  y  $S_2$ , lo que es igual a  $\mu_1$  y  $\mu_2$ ;
- tasa de llegada de los camiones a cada subsistema  $\lambda$ ;
- valor de la intensidad del tráfico  $\varphi_1$  y  $\varphi_2$ ;
- probabilidad de condición de dicho sistema  $P_0$ ;
- probabilidad de que en el subsistema cosecha o en la primera estación haya  $n_1$  camiones entre cola y serviciados, y el segundo  $n_2$ ,  $P_{n_1, n_2}$ ;
- probabilidad de que al llegar un camión al primer servicio o al segundo, tenga que esperar,  $P_{e1}$  y  $P_{e2}$ ;
- coeficiente de paradas de las combinadas y camiones en trabajo productivo,  $K_{np}$  y  $K'_{np}$ , respectivamente;
- cantidad media de camiones que estarán esperando o recibiendo el servicio de cada proceso de la cadena,  $n_{t1}$  y  $n_{t2}$ ;
- promedio de tiempo que transcurre desde que un camión está en disposición de entrar en el subsistema cosecha hasta que termina en el subsistema recepción,  $t_{t1}$  y  $t_{t2}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación fue realizada en la Empresa Azucarera “Argentina”, perteneciente a la provincia de Camagüey. La misma está situada en el municipio de Florida, al centro del territorio y la atraviesan la Carretera Central y el Ferrocarril Nacional. La capacidad potencial de molienda es de 3 450 t/diaria de caña de azúcar y cuenta con una Refinería con una capacidad de 300 t/diaria. La Empresa posee un área geográfica de 11 701,7 ha, de ellas cubiertas hay 10 521,1; se dedican al cultivo de la caña de azúcar 6 090,3 ha; a cultivos varios 787,3; a la ganadería 3 221,3; en forestales 326,4 y frutales 95,8; el resto son áreas vacías.

donde:

$T_{ec}$  – tiempo de espera del conjunto para ser cargado por la cosechadora, h;

$T_{drv}$  – tiempo de desenganche del remolque vacío del camión antes de entrar al campo en cosecha, h;

$T_{tevc}$  – tiempo de traslado del camión vacío desde la guardarraya a la cosechadora, h ;

$T_{cc}$  – tiempo de llenado del camión por la combinada, h;

$T_{cr}$  – tiempo de llenado del remolque por la combinada, h;

$T_{tcllg}$  – tiempo de traslado del camión lleno hasta la guardarraya, h;

$T_{erll}$  – tiempo enganchando el remolque lleno después de llenado ambos, h;

$T_{ttere}$  – tiempo de traslado del conjunto con carga desde la guardarraya al centro de recepción o basculador, h.

### Determinación de la estructura racional del complejo mecanizado cosecha–transporte–recepción de la caña

Se toma como ejemplo el Pelotón No 1, la determinación de la cantidad racional de medios de transporte para un pelotón de cosecha de la caña de azúcar conformada por dos cosechadoras del tipo CASE – 7000, y un eslabón de transporte integrado por seis camiones Beibenz con remolques WP- 10 - GAN, donde el campo de caña de azúcar a cosechar tiene un rendimiento agrícola promedio de 35,4 t/ha y la distancia de transportación es de 5 km por terraplén desde el campo en cosecha hasta el Centro de Recepción.

Es necesario determinar la cantidad de camiones racional en el complejo cosecha-transporte utilizando como criterio económico de optimización el mínimo costo de la suma de las pérdidas por paradas de la cosechadora y de los medios de transporte.

Otros datos fueron calculados para la determinación de los indicadores probabilísticos de los tiempos de espera de las cosechadoras para ser servidas y los camiones en espera de solicitud de su servicio para diferentes cantidades de estos últimos y los valores económicos de dichos tiempos de espera, los cuales se brindan a continuación:

- La productividad de la cosechadora en tiempo de explotación CASE-7000 para un rendimiento agrícola 35,4 t/ha se determinó por la ecuación  $W_{06} = 5,94372 + 0,37608 \cdot R_a$ , obteniéndose  $W_{06} = 19,25$  t/h;
- El tiempo de llenado del camión Beibenz por la combinada CASE - 7000 ( $T_{MLLC}$ ) se determinó para el rendimiento agrícola seleccionado, por la ecuación  $T_{MLLC} = 41,1236 - 0,409267 \cdot R_a$ , siendo igual a 26,63 min, (0, 44 h);
- El tiempo de descarga del camión Beibenz en el tiro directo al basculador del central, es de 2,21 min (0,037 h);
- El tiempo del ciclo del camión Beibenz en el tiro directo al basculador del central se determinó siguiendo la expresión:  $T_c = T_{MLLC} + T_{MVC} + T_{MVC} + T_{SR}$  o lo que es igual a:  $T_c = 41,1236 - 0,409267 \cdot R_a + 4,99123 + 0,745614 \cdot D_m + 4,63158 + 1,68421 \cdot D_m + 19,11$  min, se obtiene como resultado final, 67,51 min (1,12 h);
- La tasa media de servicio fue de:  $\mu_1 = 2,27$   $\mu_2 = 27,02$ ;
- La tasa de llegada de los camiones a cada subsistema es igual a  $\lambda = 0,89$ ;
- La intensidad del tráfico  $\phi$ , resultó para el subsistema cosecha  $\phi_1 = 0,39$  y el subsistema recepción de  $\phi_2 = 0,033$ ;

Veamos que en el proceso cosecha - transporte - recepción, se incluyen dos cosechadoras y seis camiones. En el subsistema cosecha ( $\phi_1$ ) es de  $0,39 \leq 2$  lo que nos indica que en el régimen de funcionamiento del sistema de servicio masivo existe la probabilidad de que en el subsistema cosecha no haya solicitudes para ser serviciadas, es decir, todos los camiones están parados en espera de ser llenados por la cosechadora;

La probabilidad  $P_0$  de que haya cero unidades desocupadas en el sistema de Servicio Masivo, es: 0,64;

Se define entonces, a  $P_{n_1, n_2}$  como la probabilidad de que en el subsistema cosecha o en la primera estación de servicio  $n_1$  haya desde (1...3) camiones en cola y serviciados, y el segundo haya  $n_2$ , el valor de esta probabilidad es igual:  $P_{n_1} = 0,0082$ ;  $P_{n_2} = 0,0165$ ;  $P_{n_3} = 0,02471$ ;

Se puede definir, que las correspondientes probabilidades de que un camión encuentre cola en los subsistemas cosecha o recepción resulta  $P_{e1} = 0,152$  y  $P_{e2} = 0,0011$ ;

Entonces, el número medio de camiones en espera o recibiendo el servicio de cada proceso de la cadena, equivale a:  $n_{t1} = 64$  y  $n_{t2} = 1,03$ ;

El promedio de tiempo que transcurre desde que un camión esta en disposición de entrar en el subsistema cosecha hasta que termina en el subsistema recepción, resulta,  $t_{t1} = 0,71$  h y  $t_{t2} = 0,038$  h.

Análogamente fueron calculadas para las variantes del complejo cosecha-transporte-recepción conformados por 3...6 camiones, los resultado se brindan en la Tabla 1.

**TABLA 1. Resultado del cálculo para la determinación de la variante óptima de organización del pelotón de cosecha-transporte-recepción**

Indicadores	Símbolo	Cantidad de camiones, n			
		3	4	5	6
Coefficiente de paradas de las cosechadoras	Kpm	0,004	0,001	0,002	0,002
Coefficiente de paradas de los medios de transporte	K'np	0,004	0,003	0,002	0,002
Pérdidas por paradas de las cosechadoras, peso/h	Ppc	0,260	0,101	0,165	0,140
Pérdidas por paradas de los camiones, peso/h	Ppt	0,129	0,135	0,138	0,140
Pérdidas sumadas de las paradas, peso/h.	Ps	0,390	0,240	0,300	0,280

La cantidad necesaria de camiones arrojó como resultado **cuatro camiones**, según el método de cálculo utilizado en la actualidad para las condiciones de transportación por terraplén desde el campo en cosecha hasta el centro de recepción, al tener en cuenta los distintos elementos que conformaron el ciclo de transportación.

Como resultado de la variante tecnológica estudiada sobre la organización del proceso productivo conformado en el Pelotón No 1, por dos cosechadoras CASE-7000 y seis camiones Beibenz con remolques WP-10-GAN, analizados en composición de 4...6 camiones en un rendimiento agrícola promedio de 35,4 t/ha y la distancia de transportación de 5 km por terraplén desde el campo en cosecha hasta el Centro

de Recepción, arrojó que la variante de utilización de **cuatro camiones** para las condiciones específicas estudiadas es la racional. En esta variante las pérdidas por parada de la cosechadora para ser servida por los camiones fueron de 0.101 peso/h, y el de los camiones de 0.135 peso/h siendo la suma de estas pérdidas de 0.24 peso/h.

En la Tabla 2, se expone el resultado de la corrida del software CROP-TRANSPORT. Versión 1.0, comparado con investigaciones anteriores, obteniéndose para diferentes condiciones de trabajo de los medios técnicos la propuesta de organización racional durante la cosecha-transporte-recepción de la caña de azúcar en las condiciones de la Empresa Azucarera "Argentina".

**TABLA 2. Organización racional de los medios de transporte necesarios para una combinada en función del rendimiento agrícola del campo y la distancia de transportación**

Rendimiento agrícola del campo Ra, t/ha	Distancia de transportación Dm, km	Cantidad de medios de transporte automotor según metodo:								
		Determinístico			Fenómeno de Espera, Teoría de Cola o Serviciaje Masivo					
		KTP - 2M (1)			Una cola (2)		Dos colas (3)			
		KAMAZ C/R	Zil - 130	Hino y Ford	KAMAZ S/R	KAMAZ C/R	Hino y Ford	KAMAZ C/R	Zil - 130 C/R	CASE - 7000
Hasta 34,2	0 - 8	2	4	4	4	3	4	2	3	4
	8 - 12	3	6	5	5	4	6	2	4	4
	12- 20	3	7	6	6	5	6	3	5	5
	20 - 30						4	6	6	
34,38 - 51,41	0 - 8	3	6	6	4	3	4	3	4	4
	8 - 12	4	8	7	5	4	6	3	6	5
	12- 20	4	11	8	6	5	6	4	7	6
	20 - 30						5	9	7	
51,41 - 68,55	0 - 8	4	7	7	4	3	4	4	5	6
	8 - 12	5	10	9	5	4	6	4	8	8
	12- 20	5	13	11	6	5	6	5	11	10
	20 - 30						6	13	12	
Más 68,55	0 - 8	5	9	9	4	3	4	5	7	6
	8 - 12	6	12	11	5	4	6	5	10	9
	12- 20	7	16	14	6	5	6	6	13	11
	20 - 30						8	15	13	

NOTA: (1) Resultado del Informe Técnico SIME -Holguín.

Zafra 1994-1995. CAI. Antonio Maceo. (2) Resultado de las Investigaciones realizadas en Camagüey por Ing. Leonel López Cabrera, 1989.

(3) Resultado de la corrida del Software CROP- TRANSPORT como resultado de la Tesis presentada en opción al Título de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias del Dr.C. Neeldes Matos Ramirez, 2012.

## CONCLUSIONES

- La variante de utilización de cuatro camiones para las condiciones específicas estudiadas es la racional, debido a que la suma de las pérdidas por ociosidad de la combinada y el medio de transporte es de 0,24 peso/h, el valor más bajo.
- La utilización de la composición racional constituye un ahorro de 7 867.20 peso.
- El desarrollo de los software SITE-CTR Versión 1.00 y CROP-TRANSPORT Versión 1.0, permitieron calcular los principales indicadores técnicos-económicos y la organización racional del complejo de máquinas en la cosecha-transporte-recepción de la caña de azúcar.
- Con la aplicación de la organización racional del complejo

de máquinas cosecha-transporte-recepción en el Pelotón No 1. “CASE-7000” de la Empresa Azucarera “Argentina” y el empleo de los sistemas informáticos desarrollados se logró una disminución de 1 088,70 L de consumo de combustible en los medios de transporte durante 15 jornadas de trabajo comprobatorias, con un ahorro de 7 867.20 peso.

- La aplicación del modelo económico - matemático fundamentado en la Teoría de Cola como “Fenómeno de doble cola” en la Empresa Azucarera “Argentina”, para siete pelotones, demostró la factibilidad del mismo, al disminuir los tiempos perdidos por interrupciones del complejo de máquinas objeto de investigación en un 10,63% comparado con la zafra 2009-2010, lo que permitió incrementar las ganancias de la entidad en 84 797.09 USD.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRIZUELA, S.M.; A. RIOS; L. VILLARINO: *Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba, Tecnología mecanizada para la producción de caña de azúcar (Tema 7)*, Ed. IIMA, MINAG, La Habana, 2006.
- FAO, 2012. *Informe anual de la producción de cereales en el mundo* [en línea] 2011, Disponible en: <http://www.fao.org/espanol/agricultura.htm> [Consulta: enero 17 2012].
- GENTIL, L. V. B; C. RIPOLIT: “Análisis y simulación de los sistemas de transporte, Recepción y Cosecha mecánica de la caña de azúcar”. *Proc. Int. Sugar. Cane Tech.* No.12: 2093-2139, 1997.
- GONZÁLEZ, G. Y. R.: *Evaluación técnico explotativa de la cosechadora Case IH Austoft A 7000 en la empresa azucarera Batalla de las Guácimas*, 66pp., Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Camagüey, Cuba, 2009.

- GRANNUM, B. E.; N. MATOS: *Análisis del comportamiento de la cosechadora KTP-2M equipada con motor Mercedes Benz y los medios de transporte en tres CAI de la provincia de Camagüey en la zafra 96-97*. Informe Técnico, Ed. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, julio 1997.
- HERITAGE, G., R. BERTA, G. SMITH: "Preparación y operación del horario del transporte de caña" *Proc. Qd. Sugar. Cane Technology*, No.6: 265-273, 1969.
- HERNANDEZ, V., R.: *Incidencia de los gastos complementarios en la cosecha mecanizada de la caña de azúcar*, 58pp., Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico, Universidad de Holguín, Holguín, Cuba, 1979.
- INICA: *Instructivo Técnico para la Producción y Cultivo de la Caña de Azúcar*, 166pp., INICA, ISSN1028-6527, 1ra Edición, La Habana, Cuba, 2007.
- LITUANO, O. S.: "Modelado de un sistema de transportación de caña de azúcar para simulación en Filipinas" *Proc. Int. Sugar. Cane Tech.*, No.9: 2081-2092, 1977.
- LÓPEZ C, L.: *Organización integral de la cosecha cañera mecanizada*, pp. 7-19. Ed. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba, 1989.
- MANSO, R.: *La Caña de azúcar: Principal cultivo de la agricultura* [en línea], 2008, Disponible en: <http://www.radiohc.cu/espanol/agricultura/exclusivas/caña.htm> [Consulta: julio 2 2012].
- MATOS, R. N., E. GARCÍA: "Análisis comparativo de estudios realizados de los principales índices de explotación de las cosechadoras KTP – 2M, CAMECO y CASE -7000 en Cuba", *Revista Electrónica del CGI Universidad de Camagüey*, [CD-ROM], Camagüey, Cuba, 2010 [Consulta: julio 2 2012].
- MAYER, F.: "Arco apuesta a la Case IH Austoft", *Revista Farm Forum* No.4: 17-25, 2005.
- MENÉNDEZ, C. A.: *Problemas de la industria azucarera*. pp. 1-12. Ed. MINAZ, Informe Técnico de Cierre de Zafra 08 -09, Camagüey, Cuba, 2009.
- MESA REDONDA: *Preparativos de la zafra azucarera en Cuba 2011-2012*, [programa televisivo] 24 de noviembre de 2011, Canal 6 / Cubavisión, La Habana, Cuba, 2011.
- MINAZ: *Manual de programas metodológicos para el estudio de la organización y normación del trabajo en la agricultura cañera*. pp. 50 -146, Ed. MINAZ, Dirección de OTS, La Habana, Cuba, 1984.
- MINAZ: *INDICACION No 5: Estrategia de la Dirección de Mecanización, Cosecha, el transporte y la Recepción de la caña hasta el 2013*, pp. 1-12, Dirección de Mecanización y Cosecha, Ed. MINAZ, La Habana, Cuba, 2008.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.NC 34-37- 03. *Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa. Máquinas Agropecuarias y Forestales, Cuba*, Vig. Julio 2004.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN.NC 34-38-03. *Metodología para la evaluación económica. Máquinas Agropecuarias y Forestales, Cuba*, Vig. Julio 2004.
- PEÑA, C. L.; J. ÁLVAREZ: "The Cuban Sugar Agroindustry & the Sweeteners Market in the 1990: Implications for the future", *Sugar y Azúcar*, 94 (12): 14- 28, USA, december, 1999.
- PUIG, M. Y. "Ninguna urgencia puede conducirnos a decisiones precipitadas." *Granma* 1<sup>ra</sup> Edición, La Habana, ISSN 0864-0424, Jueves 29 de Septiembre 2011.
- PULIDO, M. G., M. GRAVE DE PERALTA, R. SÁNCHEZ: *Algunas consideraciones en la planificación y organización de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar* [en línea] , Cuba 2009, Disponible en: [www.monografias.com](http://www.monografias.com). [Consulta: julio 2 2012].
- REVISTA ORO VERDE: "El azúcar en la raíz de la nación cubana", *Revista Oro Verde*, No.6: 3-5, Octubre, 2000.
- RODRÍGUEZ, J. L.: "Informe sobre los resultados económicos del año 2002", *Granma* 1<sup>ra</sup> Edición, pp. 6, La Habana, ISSN 0864-0424, 23 diciembre 2002.
- SALOMÓN, V. R.: "El azúcar sí tiene futuro", Entrevista al Ministro de Comercio Exterior, Ricardo Cobrizas Ruiz, *Trabajadores* 1<sup>ra</sup> Edición, pp. 2, La Habana, Cuba, 25 de mayo, 1998.
- TORRES, E. R.: "Azúcar. Mirada Cañaveral Adentro", *Revista Bohemia*. Nº 5. pp. 34 a y b, Cuba. febrero, 2010.
- VARELA, P. J. "La reestructuración es el camino adecuado. Agroindustria azucarera", *Granma* 1<sup>ra</sup> Edición, pp. 8. La Habana, 24 de octubre, 2002.
- VARELA, P. J. "Atraso pudiera beneficiar. Temas azucareros", *Granma* 1<sup>ra</sup> Edición, pp. 2, La Habana, marzo, 13, 2006, ISSN 0864-0424.
- VARELA, P. J.: "Faltaron control y exigencia en la zafra", *Granma* 1<sup>ra</sup> Edición, pp. 3, La Habana, mayo, 5, 2010, ISSN 0864-0424.

**Recibido:** 12 de octubre de 2012.

**Aprobado:** 28 de enero de 2014.

*Neeldes Matos Ramírez*, Profesor Asistente, Universidad de Camagüey, Miembro del Grupo Multidisciplinario Agrícola (GMA). Tel: (032) 261456, Dirección Postal: Calle 3<sup>ra</sup> N° 70% B y C, Rpto. Las Mercedes, C.P.: 70 500, Tel: 282984, Camagüey, Cuba, Correo electrónico: [neeldes.matos@reduc.edu.cu](mailto:neeldes.matos@reduc.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.