

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO TÉCNICO DE UNA UNIDAD DE TRANSPORTE DE CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM* L.), EN LA EMPRESA AZUCARERA “GRITO DE YARA”

EVALUATION OF THE TECHNICAL PERFORMANCE OF A SUGAR CANE (*SACCHARUM OFFICINARUM* L.) TRANSPORT UNIT AT THE “GRITO DE YARA” SUGAR COMPANY

Jorge Luis Ramos Zamora, Darina Lara Coba, Benjamín Grabiél Gaskins Espinosa, Edecio Guerrero Batista, Ernesto Reyna Pompa

MSc. Jorge Luis Ramos Zamora. Departamento Ciencias Técnicas Agropecuarias, <https://orcid.org/0009-0008-1505-3558>. Email. jramosz@udg.co.cu

Dr. C. Darina Lara Coba, Departamento Ciencias Técnicas Agropecuarias, <https://orcid.org/0000-0001-7353-7691>

Dr. C. Benjamín Grabiél Gaskins Espinosa. Departamento Ciencias Técnicas Agropecuarias, <https://orcid.org/0000-0002-2692-3677>

MSc. Edecio Guerrero Batista. Departamento Ciencias Técnicas Agropecuarias, <https://orcid.org/0000-0003-4003-7038>

MSc Ernesto Reyna Pompa. Departamento Ciencias Técnicas Agropecuarias, <https://orcid.org/0000-0001-7865-4280>

Resumen

El trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el rendimiento técnico de unidad de transporte compuesta por un camión SINOTRUCK HOWO y dos remolques de la marca TAÍNO, en la Empresa Azucarera “Grito de Yara”, mediante el cálculo de sus indicadores. Para la realización de la investigación se utilizaron las normas NC 34-37: (2003), NRAG XXI: (2005). Las principales conclusiones que arrojó el trabajo son los coeficientes de aprovechamiento de la capacidad de carga estática y el recorrido están dentro de los valores apropiados que se recomiendan por los investigadores consultados, el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno, está muy por debajo de los valores permisibles, la velocidad técnica media se encuentra en los límites

inferiores del rango establecido por los investigadores y los valores del rendimiento técnico están por debajo de los valores permisibles.

Palabras claves; Camión, carga estática, velocidad técnica y rendimiento técnico.

Abstract

The work was developed with the objective of evaluating the technical performance of a transport unit composed of a SINOTRUCK HOWO truck and two trailers of the TAÍNO brand, in the "Grito de Yara" Sugar Company, by calculating its indicators. To carry out the research, the NC 34-37: (2003), NRAG XXI: (2005) standards were used. The main conclusions that the work yielded are the coefficients of use of the static load capacity and the route are within the appropriate values that are recommended by the researchers consulted, the coefficient of use of shift time is well below the permissible values, the average technical speed is in the lower limits of the range established by the researchers and the technical performance values are below the permissible values.

Key words: transport unit, static load capacity, below the permissible values.

1. Introducción

La producción de alimentos ocupa un lugar cimero para satisfacer las necesidades crecientes de la población mundial que hoy sobrepasa los 7 200 millones 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; Cuba, 2000; Fuentes, 2002; Brizuela, 2006; Manso, 2008).

El proceso del transporte dentro del sector agropecuario es de gran importancia. El mismo comprende la descarga de la masa a transportar en los medios de transporte, el traslado de esta desde el punto de partida hasta el

destinatario, la descarga y colocación en el lugar donde fueron enviados (Jróbostov,1977).

Los medios de transporte constituyen un eslabón de vital importancia en la cadena cosecha - transporte - recepción, en cualquiera de sus variantes organizativas de tiro directo o partido, éste se encarga de transportar la caña cortada por combinada en trozos o larga, en el caso del corte manual, hasta el centro de recepción o basculador (Rizo, 1988; Camargo, 1988).

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⁻¹, el poco aprovechamiento de la productividad 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).

El transporte de la caña de azúcar presenta problemas tales como deficiente organización de la composición óptima camión-remolques por combinadas, la inadecuada organización de la asistencia técnica de los medios que participan en la cosecha, el uso de variantes irracionales en las operaciones de transporte y trasbordo del proceso, el porcentaje de materias extrañas en la masa vegetal y la influencia de la dimensión del trozado de la caña lo cual repercute en la eficiencia de la capacidad de carga de los medios de transporte, todo esto trae consigo afectaciones en la productividad de los camiones (Manoso, 2010; Díaz *et al.*, 1980; Fuentes y José, 2007; Gentile *et al.*, 1980; Pulido *et al.*, 2010; Valdés, 2010).

La nueva tecnología tiende a disminuir el tiro de caña a los centros de limpieza como elementos intermedios que alimentaban el ferrocarril y este era el principal suministrador hasta el basculador de la industria por la alimentación de camiones de alta capacidad de carga y que llevan la materia prima directamente al basculador, lo cual ha sido posible porque se han adquirido nuevas combinadas de más elevada productividad y con una capacidad mayor de separación de materias extrañas. Con este sistema se ha logrado una

disminución sustancial del tiempo transcurrido entre el corte de la caña y su molida (Matos, 2017). Por tanto el objetivo general de este trabajo es evaluar el rendimiento técnico de unidad de transporte compuesta por un camión SINOTRUCK HOWO y dos remolques de la marca TAÍNO, en la Empresa Azucarera “Grito de Yara”, mediante el cálculo de sus indicadores.

2. Materiales y métodos

El trabajo fue realizado en el pelotón de corte mecanizado en áreas perteneciente a la empresa azucarera Grito de Yara de la provincia Granma donde se valoraron mediante el cálculo el comportamiento de los diferentes indicadores que determinan el rendimiento de las unidades de transporte con estas máquinas cosechadoras (Case A 7000), que en este caso fueron los camiones BEIBEN

Tecnología evaluada

El camión marca SINOTRUK HOWO (Anexo 3) y los remolques agrícolas de la marca TAÍNO, constituyen los objetos técnicos de este trabajo (ver Figura 2.1 y 2.2).

Camión SINOTRUK HOWO 6x4

El proceso de fabricación de SINOTRUK tiene altos estándares de fabricación, gracias a acuerdos de cooperación que ha llevado a cabo con fabricantes como Volvo y MAN. Lo anterior le ha permitido liderar el mercado chino gracias a avances tecnológicos en sus productos, en materia de seguridad, confort para los conductores y en el desempeño de las unidades gracias a la armoniosa configuración de su cadena cinemática.

SINOTRUK dentro de su gama de productos, presenta camiones en motorizaciones desde los 213,15 kW hasta los 308,7 kW. Los vehículos de faena destacan por su robustez y potencia y los de larga distancia, por su gran

equipamiento de seguridad y por sus amplias cabinas con gran equipamiento interior, las que aseguran una conducción más segura y confortable. En tal sentido, el camión pesado SINOTRUK representa un paso de avance importante, dado su gran potencia, eficiencia energética y capacidad para transportar, utilizando doble remolques, hasta 60 toneladas de caña por viaje. Estos camiones son comercializados en más de 50 países y distribuidos por todo el mundo, entre los que se incluyen Rusia, Irán, Indonesia, Vietnam, la Arabia Saudita, Argelia, Sudán, Angola, Turquía, el Brasil, Perú, y Cuba.



Fig.2.1. Camión SINOTRUK HOWO 6x4 de 20 t de capacidad.

- **Remolque Agrícola**

El remolque, también conocido como acoplado o tráiler es un vehículo de carga no motorizado que consta como mínimo de [chasis](#), ruedas, superficie de carga y, dependiendo de su peso y dimensiones, [frenos](#) propios. No se puede mover por sus propios medios sino que es arrastrado y dirigido por otro vehículo: desde camiones-remolque específicos hasta [motos](#) y [bicis](#), pasando por [turismos](#) o [tractores](#) (Figura 1



Fig.2.2. Remolque agrícola con capacidad de 20 t marca TAÍNO.

Estos remolques son fabricados en la Empresa Industrial “Ramón Peña”, UEB Industrial Guanabo.

Tabla 1.4. Datos técnicos de los remolques evaluados

Definiciones	U/M	Características
Categoría	-	Agrícola
Modelo	-	902
Fecha. Fabri	-	2017
Capacidad. carga	t	20
Tara	t	5
Capacidad Volumétrica	m ³ ·L ⁻¹	43
Marca	-	TAÍNO

Fuente: Manual de Explotación.

Metodología empleada

La metodología utilizada para la elaboración de los datos experimentales se basó en el empleo de los programas de trabajo siguientes: hoja de cálculo Excel para la tabulación y organización de los datos experimentales relacionados con los tiempos, coeficientes y productividades, con la aplicación en el cálculo de los distintos elementos que lo componen, así como la elaboración de tablas y figuras necesarias para mostrar los resultados de la investigación. Se utiliza la Norma Cubana NC 34-37: 2003 Metodología para la evaluación Tecnológico Explotativa según la cual, el ensayo se realiza en todos los trabajos principales y complementarios para los cuales ha sido diseñada la máquina, con la condición de que el personal de servicio en la misma debe poseer una adecuada calificación y destreza, conocerá bien la máquina y los métodos existentes para realizar la labor con la calidad requerida.

Para el procesamiento y cálculo de los datos estadísticos básicos, la obtención de los resultados diarios, las frecuencias de distribución de los tiempos, los valores de las medias aritméticas, así como para indicar si la tendencia de la productividad de la unidad de transporte es normal o deficiente se empleó la

metodología expuesta por Jróbstov (1977) en complemento con las instrucciones de García (2006); Cabrera (2002); Gonzáles (2009); Matos (2012).

Metodología para determinar el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga estática

$$\gamma = \frac{Q_{r1} + Q_{r2} + \dots + Q_{rn}}{q_n \cdot z} = \frac{Q_{rt}}{q_n \cdot z}$$

Donde:

q_n Capacidad de carga nominal (t)

Q_{r1} - Carga real transportada (t)

Q_{rt} - Cantidad de carga realmente transportada (t)

z - Número de viajes

Metodología para determinar la velocidad técnica o de trabajo

$$v_{tr} = \frac{S}{T_{mov}}$$

Donde: (2)

v_{tr} - Velocidad de trabajo (km·h⁻¹)

S - Distancia recorrida (km)

T_{mov} Tiempo de movimiento (h)

Distancia recorrida

$$S = S_c + S_v \quad (3)$$

Tiempo de movimiento

$$T_{mov} = T_c + T_v \quad (4)$$

Donde:

T_c - Tiempo de movimiento real con carga (h)

T_v - Tiempo de movimiento real sin carga (h)

Metodología para determinar el coeficiente de aprovechamiento del recorrido

$$\beta = \frac{\sum_1^n Sc}{Stur} \tag{5}$$

Donde:

Sc - Recorrido con carga (km)

$Stur$ - Recorrido total en el turno (km)

Recorrido total en el turno

$$Stur = \sum_1^n Sc + \sum_1^n Sv + \sum_1^n Sm \tag{6}$$

Donde:

Sv - Recorrido vacío (km)

Sm - Recorrido muerto (km)

Metodología para determinar el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

El coeficiente de utilización del tiempo de trabajo representa la relación entre el tiempo de movimiento de la unidad (T mov) y el tiempo de su trabajo durante su turno, (T turno).

$$\tau = \frac{t_{rc}}{t_{rc} + t_{rsc} + t_{ec} + t_{ed} + t_m + t_p + t_{do} + t_c + t_d} = \frac{t_{rc}}{t_t} \tag{7}$$

Donde:

t_{rc} : es el tiempo de recorrido con carga (h)

t_{rsc} : es el tiempo de recorrido sin carga (h)

t_{ec} : es el tiempo de espera para carga (h)

t_{ed} : es el tiempo de espera para descarga (h)

t_m : es el tiempo de maniobra (h)

t_p : es el tiempo de pesaje (h)

t_{do} : es el tiempo de formulación de documentos (h)

t_c : es el tiempo que dura la carga (h)

t_d : es el tiempo que dura la descarga (h)

t_i : es el tiempo total de servicio o en movimiento (de turno)

(h)

Metodología empleada para determinar el rendimiento técnico de la unidad de transporte

Rendimiento de la unidad de transporte según la cantidad de cargas transportadas en toneladas durante el turno ($t \cdot \text{Tur}^{-1}$).

$$W_{Q_{tur}} = \frac{q \cdot \gamma \cdot v_{tr} \cdot \beta \cdot \tau \cdot T_{tur}}{S_c} \quad (9)$$

Pero:

$$z_{tt} = \frac{v_{tr}}{2S_c} \cdot \tau T_{tur} \quad (10)$$

Donde:

z_{tt} - es la cantidad de trayectos por turnos

$$W_{Q_{tur}} = q \cdot \gamma \cdot z_{tt} \quad (11)$$

Influencia de los coeficientes en el rendimiento del transporte

Con el propósito de detectar la influencia de los coeficientes en el rendimiento del transporte se realizó un Análisis de Varianza y Regresión Múltiple empleando el programa **STATGRAPHICS CENTURIÓN XVI.**

3. Resultados y discusión

Comportamiento de los indicadores tecnológicos - explotativos evaluados

En la tabla 1, se muestran los valores promedios reales obtenidos de los indicadores tecnológico explotativos evaluados a través del cálculo y comparación con los valores establecidos por Jróbstov (1977) y otros investigadores.

Tabla 1. Valores promedios reales obtenidos de los indicadores tecnológico explotativos evaluados a través del cálculo y comparación con los establecidos por Jróbstov (1977); (Garrido 1989); (Companioni,1991) y (González, 1993).

Indicadores	Valor Promedio Real		(Jróbstov, 1977), (Garrido, 1989), (Companioni1991), (Gonzáles 1993).
	SINOTRUCK	HOWO	
Coefficiente de aprovechamiento la capacidad de carga estática (γ)	0,96		0,80 a 0,98
Velocidad técnica (V_{tr}) en $km \cdot h^{-1}$	47,1		30 a 80
Coefficiente de aprovechamiento del recorrido (β)	0,62		0,50 a 0,70
Coefficiente de aprovechamiento del tiempo de turno (τ)	0,58		0,85 a 0,90
Productividad (W_{Qtur}) en $t \cdot Tur^{-1}$	113,6		120

Fuente: Propia.

Análisis del coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga estática.

El coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga estática (γ) expresa el grado de eficiencia con el cual se aprovecha la capacidad de carga nominal de un vehículo. Es la relación entre la cantidad de cargas realmente transportadas y la cantidad de carga que se pueden transportar si se aprovecha totalmente la capacidad nominal de carga del automóvil. Puede ser distinto el grado de utilización de la unidad de transporte en dependencia de las distancias de transporte. Las pérdidas de transporte que sufre un automóvil que no está completamente cargado aumentan con el aumento de la distancia (Jróbostov, 1977); (Garrido 1989); (Companioni, 1991).

Analizado este indicador en el escenario productivo y procesado los datos obtenidos se arriban a los siguientes resultados. En el gráfico 1, se aprecian los valores de este coeficiente relacionados con la unidad de transporte analizada.

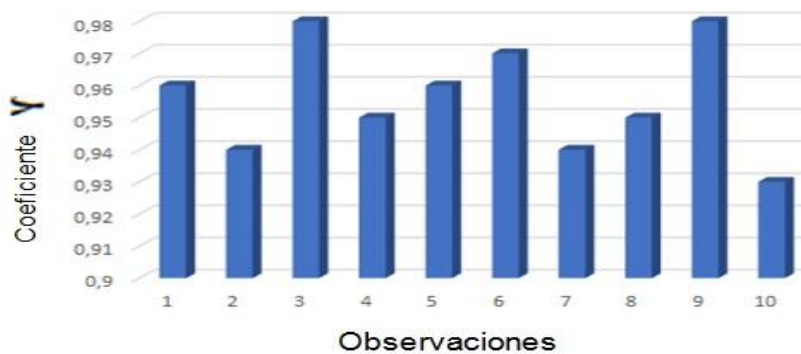


Gráfico 1 Comportamiento de los coeficientes de aprovechamiento de la capacidad de carga estática.

Estos varían de 0,93 a 0,98; con un valor promedio de 0,96. Este resultado se encuentra dentro del rango establecido por (Jróbostov, 1977), (Garrido 1989), (Companioni1991), (Gonzáles 1993), quienes plantean que este coeficiente para el transporte en la producción agrícola va de 0,80 a 0,98. Está en el límite inferior al rango establecido por (Díaz, Galván y Castañar, 1980; Camargo, 1988; Camargo y Hernández, 1989) los cuales plantean que para este

indicador su valor numérico debe de estar situado entre los límites de 0,95 a 1,15. Al comparar este valor promedio obtenido con el calculado por (Batista, 2015), de 1,39, en trabajos similares para el camión ZIL-130; de igual modo para el caso del KAMAZ 5312 de este mismo autor que fue de 1,05, se puede apreciar que es inferior. Si lo comparamos con el obtenido por (Núñez, 2015), utilizando el camión BEIBEN con un resultado de 0,67, resulta ser superior. Esto demuestra que no se sobrecarga al medio de transporte, cumpliendo así con lo que plantea el fabricante.

Las causas de los valores inferiores del coeficiente se deben principalmente a que en los viajes de la mañana generalmente pesan menos que por la tarde, debido a que al mecanismo de limpieza de las cosechadores se les dificulta la separación de la paja del tallo, por la humedad de la misma. Este coeficiente se evalúa de bien.

Velocidad técnica

La velocidad de movimiento de una unidad de transporte es una cantidad variable que depende de las cualidades dinámicas de este, del estado y perfil del camino, de la carga y de la intensidad del tráfico. Por esto la velocidad que corresponde a cada viaje o a un período de tiempo determinado solo se puede expresar a través de los valores medios. En el gráfico 2 se aprecian los valores que alcanzó este indicador para la unidad de transporte analizada, con un valor promedio de $47,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.



Gráfico 2. Comportamiento de la velocidad técnica.

Este parámetro se encuentra en los límites inferiores del rango establecido por (Jróbostov, 1977), (Garrido 1989), (Companioni1991), (Gonzáles 1993), quienes plantean que para caminos aplanados y pavimento es de 30 a 80 km·h⁻¹. El comportamiento de las velocidades técnicas según el tipo de camino (Acápita 1.2.1), fue superior a la alcanzada por los resultados de los camiones Beibenz, ZIL – 130 y Kamaz (44,1; 34,20 y 42,73 km·h⁻¹ respectivamente), en estudios realizados por AZCUBA y otros investigadores (Gentil y otros, 1978; Iglesias, 1985; Grannum, 1987; Cabrera, 2002; Brizuela y otros, 2006).

Las causas de estos valores bajos se deben en parte a las malas condiciones de los caminos, al alto tráfico de peatones y bicicletas, además del cruce de animales (vacas) por la carretera. El análisis de la velocidad de estos medios de transporte de caña desde el campo en cosecha hasta el centro de recepción o basculador y desde este último hasta el campo nuevamente, demuestra que se hace necesario mejorar las condiciones de los caminos, para de esta forma disminuir las paradas improductivas de la cosechadora

Sin dudas la velocidad de movimiento influye grandemente en el rendimiento de los medios de transporte. Son muchos los factores que afectan a esta por ejemplo tenemos las condiciones de la vía, si hay muchas curvas, la distancia de visibilidad, pendiente rugosidad y ancho de la vía (De Armas, 1984).

Coefficiente de aprovechamiento del recorrido.

Autores como (Garrido 1989), (Companioni1991), afirman que la distancia que pasa una unidad de transporte en un tiempo determinado se llama recorrido. El recorrido que realiza una unidad de transporte durante un viaje (o durante un período de determinado de tiempo) representa la suma del recorrido con carga (S_{car}), el recorrido muerto o sin carga (S_m) y el recorrido en vacío (S_v). El recorrido muerto o preparativo (S_m), es el recorrido que cubre la unidad antes de iniciar el trabajo, o sea, el tramo que se hace hasta el lugar de trabajo, hasta el lugar de abastecimiento o el lugar en que se cumple el mantenimiento. El recorrido en vacío (S_v), es la distancia que se ve obligada a pasar la unidad no cargada al realizar trabajos de transporte.

El coeficiente de aprovechamiento del recorrido expresa la relación entre la longitud total recorrida con carga y la longitud total del recorrido durante el turno. Los valores de este se muestran en el gráfico 3, observándose que varían de 0,59 a 0,65, para un valor medio de 0.62.

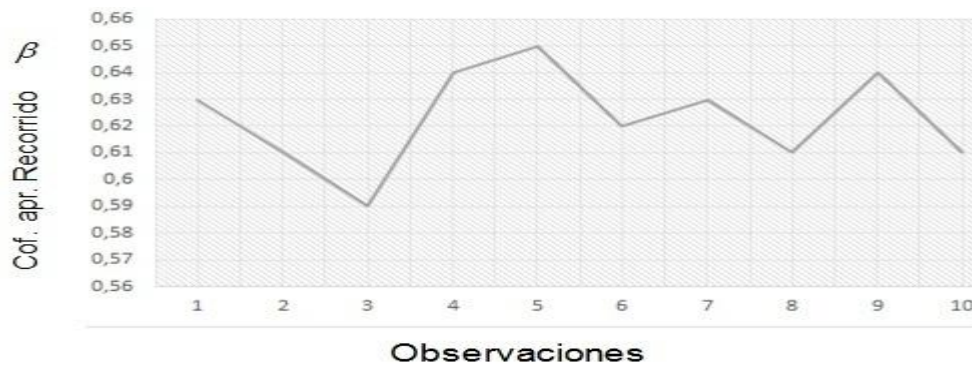


Gráfico 3. Comportamiento del coeficiente de aprovechamiento del recorrido.

Estos resultados son buenos, ya que se encuentran dentro de los valores apropiados que recomiendan autores como (Jróbostov, 1977; González, 1993; Carrión, 2005; Gutiérrez *et al.*, 2007), que plantean que este coeficiente debe ser de 0,50 a 0,70; pidiéndose así mejorar aun más. También son superiores a lo obtenido por (Nuñez, 2015), que obtuvo un valor de 0,32 y algo similares a lo obtenido por (Batistaa, 2015) que obtuvo un valor de 0,50. También superiores al obtenido por (Barbán, 2012) que obtuvo un valor de 0,40 e inferiores al obtenido por (Tapia, 2008) que su valor fue de 0,64. y a los de Villavicencio (2021), con un valor de 0,44 así como, a los de Llime (2017) con 0,49. Los resultados de este indicador son normales para este tipo de labor, ya que no hay cargas para el regreso.

Coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

El trabajo útil de una unidad de transporte depende del tiempo que se gasta en el trabajo útil de la velocidad de movimiento de la carga y el recorrido que se realizará con carga, lo cual a su vez depende de las cualidades de los medios de explotación del transporte, de las condiciones de los caminos, el carácter de

la carga, la distancia del transporte, la organización de la carga y descarga de la mercancía o personal y del mantenimiento realizado Jróbostov, (1977), (Garrido 1989), (Companioni1991). En el gráfico 4 se muestran los valores de este coeficiente que varían de 0,59 a 0,70, para un valor medio de 0,58.



Gráfico 4. Comportamiento del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno.

Estos valores fueron inferiores a los recomendados por los autores anteriores y superiores al obtenido por (Nuñes ,2015), de 0,20 y al obtenido por (Batista, 2015), que obtuvo un valor de 0,19. También es inferior al obtenido por (Tapia, 2008), con un valor de 0,80. Fueron inferiores también a los de Aleaga (2010).

Rendimiento técnico

Investigadores como García (2006); Cabrera (2002), confirman que este es el índice más importante que caracteriza la estructura, las condiciones y la plenitud con que se utilizan las unidades de transporte. Además, consideran que un aumento considerable del rendimiento de los medios de transporte, se obtiene gracias al empleo de autotrenes con varios remolques. En el gráfico 5 se muestran los resultados de indicador, que varían de 11,3 a 117,5 t·Tur⁻¹, para un valor medio de 113,6 t·Tur⁻¹

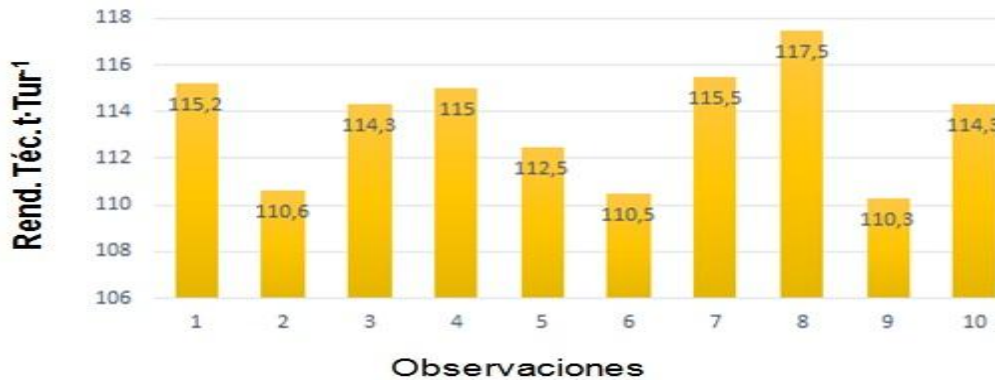


Grafico 5. Comportamiento del rendimiento técnico.

Este valor medio es inferior al valor al valor posible, el cual es de 120 t·Tur⁻¹. Es muy inferior al valor obtenido por (Núñez, 2015) de 330 t·Tur⁻¹ y superior al obtenido por (Batista, 2015) que fue de 110 t·Tur⁻¹. En un trabajo similar a este, (Medina, 2017) obtuvo un valor de 109,7 t·Tur⁻¹, ligeramente inferior a nuestro resultado.

Influencia de los coeficientes en el rendimiento técnico de la unidad de transporte del transporte

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre Rendimiento técnico y 3 variables independientes Tabla 2. Este resultado muestra que la mayor parte o influencia sobre el rendimiento técnico de la unidad de transporte evaluada fueron: el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga estática, el coeficiente de aprovechamiento del recorrido y el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno. La ecuación del modelo ajustado es: Rendimiento = 332,956 - 123,815*coef. cap carga - 80,5404*coef. recorrido - 80,9545*Coef. Turno

Tabla 2. Relación entre el rendimiento técnico de la unidad de transporte y los coeficientes mencionados anteriormente

<i>Parámetro</i>	<i>Estimación</i>	<i>Error Estándar</i>	<i>Estadístico T</i>	<i>Valor-P</i>
CONSTANTE	332,956	53,3312	6,24316	0,0008
coef. cap carga	-123,815	35,5122	-3,48655	0,0130

coef. recorrido	-80,5404	23,7808	-3,38678	0,0147
Coef. turno	-80,9545	22,7301	-3,56155	0,0119

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95,0%. El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo así ajustado explica 74,2077% de la variabilidad en Rendimiento. El estadístico R-Cuadrada ajustada, que es más apropiada para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 61,3116%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 1,53792. Este valor puede usarse para construir límites para nuevas observaciones, seleccionando la opción de Reportes del menú de texto. El error absoluto medio (MAE) de 0,867686 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) examina los residuos para determinar si hay alguna correlación significativa basada en el orden en el que se presentan en el archivo de datos Tabla 3. Puesto que el valor-P es mayor que 0,05, no hay indicación de una autocorrelación serial en los residuos con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 3 Comparación entre el rendimiento técnico y unidad de transporte

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón- Valor-P</i>	<i>F</i>
Modelo	40,8298	3	13,6099	5,75	0,0337
Residuo	14,1912	6	2,36519		
Total	55,021	9			

(Corr.)

R-cuadrada = 74,2077 por ciento

R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 61,3116 por ciento

Error estándar del est. = 1,53792

Error absoluto medio = 0,867686

Estadístico Durbin-Watson = 1,28733 (P=0,2041)

Autocorrelación de residuos en retraso 1 = 0,0387873

Para determinar si el modelo puede simplificarse, note que el valor-P más alto de las variables independientes es 0,0147, que corresponde a coeficiente de recorrido Tabla 4. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, ese término es estadísticamente significativo con un nivel de confianza del 95,0%. Consecuentemente, probablemente no quisiera eliminar ninguna variable del modelo

Tabla 4 Matriz de Correlación para las estimaciones de los coeficientes ajustado

	CONSTAN TE	coef. cap carga	coef. recorrido	Coef. turno
CONSTANT E	1,0000	-0,9057	-0,7659	-0,7869
coef. cap carga	-0,9057	1,0000	0,4760	0,5113
coef. recorrido	-0,7659	0,4760	1,0000	0,6950
Coef. turno	-0,7869	0,5113	0,6950	1,0000

Esta Grafico 6 muestra las correlaciones estimadas entre los coeficientes en el modelo ajustado. Estas correlaciones pueden usarse para detectar la presencia de multicolinealidad severa, es decir, correlación entre las variables predictoras. En este caso, hay 2 correlaciones con valores absolutos mayores que 0,5 (sin incluir el término constante).

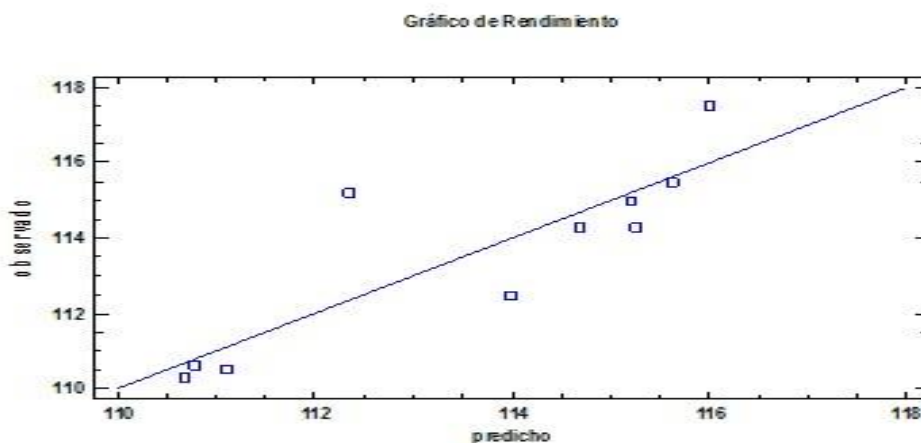


Gráfico 6. Representación de la dispersión

Estos gráficos muestran la dispersión de los valores de los coeficientes respecto a la desviación típica, demostrando que el 68,7 % de los valores están dentro de la desviación estándar.

Valoración económica

Es muy importante para la economía del país y en especial para la eficiencia de una empresa realizar correctamente los análisis cuantitativos del costo que representa la operación de los equipos con que se cuentan; resulta, entonces, bastante extenso hacer una valoración económica exacta de lo que realmente sería más conveniente realizar.

Todo trabajo de investigación lleva implícito para su mejor comprensión e impacto, lo referente al análisis económico. El plan de esta unidad de transporte en la jornada era de 3 viajes, es decir que esto equivale a 30 viajes en el período de las observaciones (10 días); pero solo realizó 20 viajes, por lo cual se dejaron de realizar 10 viajes, esto se debe a los prolongados tiempos de espera de carga y descarga. Teniendo en cuenta que la capacidad de carga nominal de estos camiones con remolque es de 60 t, se dejaron de transportar 600 toneladas de caña de azúcar a, que equivalen a 50,3 toneladas de azúcar (crudo) y teniendo en cuenta que el precio de la misma es de 8 733 CUP.t⁻¹, la empresa se dejó de ingresar 439 269, 3 CUP en el periodo evaluado.

4. CONCLUSIONES

1. El valor del coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga estática (γ), se encuentra dentro del rango establecido, evaluándose de bien.
2. La velocidad técnica media (V_{tr}), se encuentra en los límites inferiores del rango establecido por los investigadores, evaluándose de regular

3. El coeficiente de aprovechamiento del recorrido (β), está dentro de los valores apropiados que se recomiendan por debajo de lo establecido, evaluándose de bien.
4. El coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno (τ) tanto para un camión está muy por debajo de los valores permisibles evaluándose de mal
5. Los valores del rendimiento técnico (WQtur), están por debajo de los valores permisible, evaluándose de regular.

5. Referencias

- Álvarez, D, A. (1997). Para plantar bien la caña. Revista Cañaveral, (Cuba) 3(2): Junio.
- Álvarez, D, A. (2006). Caña de Azúcar: Rendimiento y Producción. Conferencia para el encuentro de las Cátedras Álvaro Reynoso de las Universidades Cubanas, junio 2006. Cuba.
- Antormarchi, S. I. (1988) “Procedimiento para determinar la cantidad de medios de transporte (tracto- tren). Pág. 49-51. UNICA. Trabajo de Diploma.
- Arroyo, A. y Cossío, F. (2015). Impacto fiscal de la volatilidad del precio del petróleo en América Latina y el Caribe: estudio sobre las causas y las consecuencias de la caída de los precios del petróleo y análisis de opciones de política para encaminar sus impactos.
- Ballou, R. H. 2004. Logística: Administración de la cadena de suministro, México, Prentice Hall.
- Barban,(2012). Evaluación de Transporte. Universidad de Granma. Trabajo de Diploma.
- Batista S.(2015). Evaluación de Transporte. Universidad de Granma. Trabajo de diploma.

- Boyoott, C. A; foulger, S. R. (1976). Un sistema para cosecha entera por etapas (verde o quemada). Seminario Internacional sobre mecanización de la cosecha de caña de azúcar MARACAY, Pág. 224.
- Brizuela S.M.; Ríos, H.A.; Villarino, F.L. (2006). Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba. Tecnología mecanizada para la producción de caña de azúcar (Tema 7). La Habana. IIMA. MINAG.
- Cabrera P, O. P (2002). Determinación de los indicadores de costo y de eficiencia energética de las transportaciones en la Empresa Azucarera Fernando de Dios Bañuel. Trabajo de Diploma. Universidad de Holguín. Pág. 7 68.
- Camargo, B. (1988). El transporte en la República de Cuba. Editorial Ciencias Sociales. La Habana. Cuba.
- Camargo, J Y Hernández, A (1989) Operaciones en el Transporte. Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 1989. Pág. 98 -100.
- Castro, F. (1987). Informe Central al V Congreso del PCC. La Habana. Cuba.
- Cespón Castro, R. (2011). Administración de la cadena de suministros. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial. Tegucigalpa Universidad Tecnológica Centroamericana de Honduras.: UNITEC.
- CETSS. (1986). Regulaciones de zafra. Resolución No 5653. Organización Normas y tarifas salariales para las actividades del corte, alza y tiro de caña. Folleto. Pág. 17.
- Cuba. (2000). El azúcar en la raíz de la nación cubana. Revista Oro Verde, (Cuba) (6): 3- 5, Octubre.
- Cuba. NC 34-37- 2003. Metodología para la evaluación tecnológica explotativa. Maquinas Agropecuarias y Forestales. Cuba.
- De Armas H., M., y otros., ICINAZ. (1984). Informe del tema de investigación. Evaluación de la eficiencia de la KTP- 1 en función del rendimiento agrícola. Pág. 59.

- De Armas H., M; Cartaza V., P. (1994). La incidencia del rendimiento agrícola en la fiabilidad de la KTP -1. 44 Congreso de la ATAC. Sección Ingeniería Agrícola. Pág. 289 a 300.
- Díaz, F.; E. Galván y J. Castañar. (1980). Planificación del transporte de carga y pasajeros, pp. 123-145, Ed. Pueblo y Educación, La Habana.
- Edgar, T F; Himmenblau, D. M. (1998) Optimization of Chemical Processes. Chemical Engineering Series. McGraw Hill.
- FAO, (2012). Informe anual de la producción de cereales en el mundo 2011. <http://www.fao.org/espanol/agricultura.htm> (17/1/2012).
- Filipovic, D., Kosutic, S., Gospodaric, Z., Zimmer, R. y Banaj, D. (2006). The possibilities of fuel savings and the reduction of CO 2 emissions in the soil tillage in Croatia. Agriculture, ecosystems & environment, 115(1), 290-294.
- Francisco Blanco, Vidal, Cruz Coca, Osmany, Aragón Labrada, Hugo, Concepción Cruz, Evelio, & Rábago Machín, Ricardo. (2016). Diversidad y evolución de especies arvenses en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la provincia Sancti Spíritus. Centro Agrícola, 43(2), 23-27. Recuperado en 03 de noviembre de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852016000200003&lng=es&tlng=es.
- Fuentes, V. Y R. José. (2007). Eficiencia Energética en el Transporte Automotor, Informe Técnico, Universidad de Cienfuegos, Cuba.
- Fundora Miranda, A. (1987). Organización y Planificación de la Producción II.
- Galindo, L. M. (2006). Fundamentos de Administración. Casos y Prácticas, México.
- García C, E. (2006). 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. Cuba: Universidad de

Holguín.

Garrido, J. (1989). Implementos, máquinas agrícolas y fundamento para su Explotación. Pueblo y Educación. – La Habana.

Gentil, B., S. Ometto y C. Arruda. (1978). "Distancia económica máxima para el transporte de la caña de azúcar", Revista Int. Sugar,60(6): 202-204.

Gutiérrez. F. (1990). Explotación del parque de tractores y Máquinas. La Habana. Editorial Pueblo y Educación.

Hernández S. I; Ramos., Q, A; Cartaya., V, P. (1986) Estudio comparativo de los índices técnicos explotativos del Centro de Acopio Pablo Noriega y el Centro de Acopio El Colorado. Revista Cuba Azúcar. Abril/junio. Pág. 19-24.

Iglesias C. C.; Puig L., A, (1985). Determinación de la cantidad de transporte necesario para una combinada cosechadora de caña. Revista ATAC .56, (3), Pág. 24.

Jiménez R. A. (2007) Manual de producción y paquete tecnológico de caña de azúcar Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Puebla, México.

Jróbostov S. N. (1977). "Explotación del parque de tractores y máquinas". Editorial Mir. Moscú, Pág. 315 a 331.

López, E.; S. Miquel; L. M. Plá. (2004). "El problema del transporte de la caña de azúcar en Cuba".

Madelyn Lozada Abad (2019): "La producción de sacarosa en Cuba desde el siglo XVI hasta 1820", Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana, (octubre 2019). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/10/produccion-sacarosa-cuba.html> //hdl.handle.net/20.500.11763/oel1910produccion-sacarosa-cuba

Manso. R. (2008). La Caña de azúcar: Principal cultivo de la agricultura <http://www.radiohc.cu/espanol/agricultura/exclusivas/caña.htm> (2/7/2008).

- Manso. R. (2010). La Caña de azúcar: Principal cultivo de la agricultura. [En línea], 2010, Disponible en: <http://www.radiohc.cu/espanol/agricultura/exclusivas/caña.htm>. [Consulta: 5 abril 2017].
- Matos R, N Y García C, E. (2012) Evaluación técnica y de explotación de los camiones en la transportación de la caña. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 21, No. 2, abril- junio, pp. 30-33.
- Matos R. N Y García C. E. (2010). Evaluación técnico explotativa de las cosechadoras de caña Case 7 000. CD-ROM: II Convención Internacional de la Ingeniería en Cuba CIIC 2010. 3 al 5 de junio de 2010. Matanzas. ISBN: 978 959 247 077 4, 2010.
- Matos, N. iglesias, C. García, E. (2014). 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-1010-2760, Vol.23, No.2, p 27-33.
- Medina, Y. L. (2017). Evaluación del rendimiento de autotrenes de transporte de la caña de azúcar en la UBPC “La Jagua”. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma. Cuba.
- Menéndez C, A. (2009). Problemas de la industria azucarera. Pág 1-12. MINAZ. Informe Técnico de Cierre de Zafra 08 -09.
- Merlos, D. N. A. J. C. M. (2017). Modificaciones y Medidas establecidas en el sistema de cosechas.
- Mesa Redonda. (2011). Preparativos de la zafra azucarera en Cuba 2011 a 2012, 24 de noviembre de 2011, Canal 6 / Cubavisión, La Habana, Cuba.
- Millán Guerra, E. 2007. Elementos básicos sobre la explotación del transporte automotor., Ciudad de la Habana.
- MINAZ. (2008). Estrategia de la Dirección de Mecanización, Cosecha, el transporte y la Recepción de la caña hasta el 2013, Dirección de

Mecanización y Cosecha, Indicación No 5, La Habana.

MITRANS. (2008). Guía básica para el Reordenamiento del Transporte. Ciudad de La Habana. Cuba.

Monge. J.(2011). Planificación del transporte. PITRA, Vol.2 No.19.

Norman. P. (2000). Logística. [Online]. Available: <http://www.weblogistica.com/logistica.htm>.

Nota Técnica Informativa. (2015, Diciembre). Retrieved Diciembre 6, 2018, from www.conadesuca.gob.mx.

Núñez. E.(2015). Evaluación de Transporte.Trabajo de Diploma. Universidad de Granma.Cuba.

Palacios. V. P. Enrique Mejía Sáenz, Luis Piñón-Sosa, Hugo Sánchez-Hernández. (2011).La frescura de la caña de azúcar: Un caso de estudio en tres ingenios de México.

Peña, C. L.; J. Álvarez. (1999). The Cuban Sugar Agroindustry & the Sweeteners Market in the 1990: Implications for the future. Sugar y Azúcar, (EE.UU.) 94 (12): 14- 28, december.(Idioma Inglés).

PRONAC. (2007). Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2007-2012... Sagarpa, 2007.

Puchades Cortés, V., Mula Bru, J. & Rodríguez Villalobos, A. (2008). Aplicación de la Teoría de Grafos para mejorar la planificación de rutas de trabajo de una empresa del sector de la distribución automática. [Online]. Available: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art21.pdf>.

Pulido M, G.; J. Grave De Peralta y J. Sánchez. (2010). Algunas consideraciones en la planificación y organización de la cosecha mecanizada de la caña de azúcar [en línea] Disponible: www.monografias.com. [Consulta: febrero 18 2010].

Pulido, M. G., M. Grave De Peralta, R. Sánchez. (2012). 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. [Consulta: julio 2 2012].

Ramírez, N. M. (2012). Organización racional del complejo de máquinas en la cosecha -transporte - recepción de la caña de azúcar en la empresa azucarera Argentina. Universidad Agraria de la Habana Fructuoso Rodríguez Perez.

Ripoli C, T. G Y Liborio R, PH.D T. (2010) “Mecanización del cultivo de la caña de azúcar. Visión general y su aprovechamiento bioenergético en Brasil. Conferencia. Revista Agrotécnica. Mayo 2010. No 5. España, Pág. 82 - 85.

Rizo A., J. (1988). Intervención sobre derivados. Revista ATAC, (Cuba) (3): 2-13, Mayo/Junio.

Rodríguez, J. L. (2002). Informe sobre los resultados económicos del año 2002. Granma. La Habana, Cuba, 23 dic. pp. 6.

Rodríguez, S. A. (13 de Julio de 2018). Nuevas formas de organización del transporte en La Habana. Periódico Granma. Cuba.

Rosales, V. (1995). Transporte de carga por carretera. Editorial Científico Técnica. La Habana.

Salomón, V. R. (1998). El azúcar sí tiene futuro. Entrevista al ministro de comercio exterior, Ricardo Cabrizas Ruiz. Trabajadores, diario, La Habana, Cuba, 25 de mayo, pp. 2.

Sánchez, F. (2002) ¿Qué y cómo debe ser el contrato de transporte? Transporte 3 (XXV). No. 264: 2002.

Tapia. (2008). Evaluación de Transporte de la caña de azúcar. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma. Cuba.

Valdés, G. A. (2010). Sistema Automatizado para la Organización de la Cosecha de la Caña de Azúcar [en línea] Disponible: www.monografias.com. [Consulta: 25 enero 2010].

Valdez Balero, A., Orellana, P., & Izquierdo Reyes, F. (2005). Evaluación en campo de mutantes de caña de azúcar de la variedad ‘SP 70-1284’ obtenidos por mutagénesis in vitro. *Biotecnología Vegetal*, 5(1). Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/436>

Varela, P, J. (2010). Faltaron control y exigencia en la zafra. Granma, diario, La Habana, Cuba, mayo, 5. Cuba. pp. 3.

Vázquez, J. (1982). Las Normas Técnicas del MINAZ para la Agricultura Cañera”. *Revista ATAC*.41, (3), Pág. 4-8.