

ANÁLISIS DEL DESEMPEÑO DEL TRANSPORTE EN UNA EMPRESA AGROFORESTAL EN EL ORIENTE DE CUBA

ANALYSIS OF TRANSPORTATION PERFORMANCE IN AN AGROFORESTRY COMPANY IN EASTERN CUBA

Benjamín Gabriel Gaskin Espinosa ^{1*}

¹Profesor. Titular. Departamento de Mecanización. Facultad de Ingeniería. Universidad de Granma. Cuba.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2692-3677>. Correo: gaskine@udg.co.cu

Idalberto Macías Socarrás ²

²Profesor. Titular. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Santa Elena. Ecuador. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3512-7098>. Correo: imacias@upse.edu.ec

Ernesto Reyna Pompa ³

³Profesor. Auxiliar. Departamento de Mecanización. Facultad de Ingeniería. Universidad de Granma. Cuba.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7865-4280>. Correo: epompar@udg.co.cu

Edecio Guerrero Batista ⁴

⁴Profesor. Auxiliar. Departamento de Mecanización. Facultad de Ingeniería. Universidad de Granma. Cuba.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4003-7038>. Correo: eguerrero@udg.co.cu

* Autor para correspondencia: gaskine@udg.co.cu

Resumen

La investigación se realizó en La Base de Transporte de la Empresa Agroforestal de la provincia Holguín, ubicada en el oriental de Cuba con el fin de evaluar la eficiencia del transporte. Mediante el cálculo de los indicadores técnicos que caracterizan el rendimiento del transporte en los modelos ZIL 130 y el KRAZ. El método de análisis utilizado fue el analítico-investigativo, utilizando la técnica de fotocronometraje para el proceso de transporte y la recopilación de datos. Para el cálculo de los indicadores técnicos: el coeficiente de la capacidad de carga, la velocidad técnica media, el coeficiente de aprovechamiento del recorrido, el coeficiente de aprovechamiento del turno y el rendimiento de las unidades de transporte la metodología a seguir fue la planteada por (Pérez, 2009) y (Batista, 2015). Se realizó un análisis de varianza de clasificación

simple con prueba de Duncan para encontrar diferencia significativa con un error del 5%. Al realizar una valoración de los medios que emplea la Empresa para la transportación de madera se obtuvo que el ZIL-130 no es un medio adecuado para la transportación de esta y sí para otros tipos de carga, debido a que su capacidad de carga es 7,5 t, si tenemos en cuenta que las densidades de madera que tradicionalmente transporta la entidad son elevadas (Samanea saman (Jacq.) Merrill: $551 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; Bucida buceras L: 1000 a $1100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; Busera simaruba (L.) Sargent: 300 a $400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; Swietenia mahogoni (L.) Jacq: 700 a $850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), no siendo así para el KRAZ que si constituye un medio por excelencia para este tipo de labor por el tipo de tracción (6X6) que presenta y su elevada capacidad de carga 12 t.

Palabras clave: rendimiento del transporte; rendimiento de las unidades de transporte; indicadores técnicos

Abstract

The research was conducted at the Transportation Base of the Agroforestry Company in Holguín province, located in eastern Cuba, in order to evaluate transportation efficiency. This was achieved through the calculation of technical indicators characterizing the performance of transportation using the ZIL 130 and KRAZ models. The analytical-investigative method was employed, utilizing the phototiming technique for the transportation process and data collection. For the calculation of technical indicators—such as load capacity coefficient, average technical speed, utilization coefficient of the route, utilization coefficient of the shift, and performance of transportation units—the methodology proposed by (Pérez, 2009) and (Batista, 2015) was followed. A simple classification variance analysis with Duncan test was conducted to identify significant differences with a 5% error margin. Upon evaluating the means employed by the Company for wood transportation, it was found that the ZIL-130 is not suitable for this purpose but rather for other types of cargo, as its load capacity is 7.5 tons. Considering the high densities of wood traditionally transported by the entity (Samanea saman (Jacq.) Merrill: $551 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; Bucida buceras L: 1000 to $1100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; Busera simaruba (L.) Sargent: 300 to $400 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; Swietenia mahogoni (L.) Jacq: 700 to $850 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$), this is not the case for the KRAZ, which indeed represents an excellent means for this type of work due to its traction type (6X6) and high load capacity of 12 tons.

Keywords: transportation performance; transportation unit performance; technical indicators

Fecha de recibido: 02/04/2024

Fecha de aceptado: 10/06/2024

Fecha de publicado: 01/07/2024

Introducción

La utilización de maderas tropicales en América se remonta antes de la llegada de los españoles. Como es el caso de Manilkara sapota en los templos mayas y Swietenia macrophylla para la construcción de canoas. Pero

la historia del aprovechamiento forestal en la región se inicia realmente con la explotación de *Haematoxylon campechianum* como fuente de colorante y *Swietenia mahagoni* para la construcción de barcos para la colonia española durante el siglo XVII (Candano, 2013).

El crecimiento del transporte de mercancías por carretera, se produjo tras la Segunda Guerra Mundial, con el desarrollo de las redes de alta velocidad, en detrimento de otros modos como el ferrocarril. El estudio de la movilización del transporte de carga, es un aspecto que aporta grandes ventajas y mejoras en el transporte en general; el proceso de traslado de mercancías está estrechamente relacionado con el transporte, la carga y la descarga (Zambrano *et al.* 2018); (Penabad *et al.* 2018).

Por sus particularidades este tipo de transporte posee características diferentes dentro de cada país, por ejemplo su situación geográfica, influyendo en su clima y condiciones específicas de sus áreas, además juega un papel importante el desarrollo de cada país por lo que va a existir dentro de cada uno de estos una gran diversidad de métodos que se emplean para transportar los productos al centro de recepción (Akbari, 2018). El transporte en el sistema de aprovechamiento forestal constituye un elemento fundamental, además de ser el proceso más costoso, es evidente, entonces, que cualquier ahorro que se logre hacer en el transporte influirá directamente en el costo de la materia prima puesta en el aserradero.

El aprovechamiento forestal representa la operación final de un ciclo de producción forestal, en el cual son obtenidos los productos más valiosos, constituyendo uno de los factores que determinan la rentabilidad forestal, siendo además la actividad de mayor mecanización en el sector. Por ejemplo en la zona norte de Costa Rica, el transporte es la operación que más valor agrega a la madera a partir de la corta hasta el aserradero. (Arce, *et. al*, 2004)

Según Cándano (2003) en Cuba, la baja eficiencia del aprovechamiento forestal es debido en su mayor parte a la poca atención dada a las actividades más costosas de dicho proceso: La extracción y el transporte de la madera que hacen alrededor de un 70% de los costos totales de aprovechamiento.

Por ello el estudio de los coeficientes que garantizan la eficiencia de estos medios constituye un punto de partida para el aseguramiento de un uso racional de este recurso. Por tanto esta investigación tiene como objetivo evaluar el rendimiento técnico de esta unidad de transporte, mediante el cálculo de los indicadores de eficiencia.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en la que abarca los municipios de Gibara, Rafael Freyre, Banes, Antilla, Báguanos, Holguín, Calixto García Empresa Forestal Integral (EFI-H), Cacocum y Urbano Noris con una UEB en cada uno de ellos. Está ubicada en el km 2 ½ Carretera Central, vía Habana. Cuenta con un patrimonio total de 93 698 ha.



Figura 1. Ubicación de la Empresa Forestal Integral (EFI-H) Holguín, Cuba

Caracterización fundamental de los equipos objeto de investigación

La tabla 1, muestra las características fundamentales de los dos equipos escogidos para la investigación; ambos son los de mayor uso en las labores de carga y transporte de madera en bolo, que es el principal producto forestal que produce la empresa.

Tabla 1. Equipos objeto de investigación:

Numeración	Tipo	Marca	Modelo	Chapa	Combustible	Estado técnico
MTO3170A	Camión	ZIL	130	B 117498	Diésel	Bueno
1066464518	Camión	KRAZ	255	B146649	Diésel	Bueno

La investigación se realizó durante los 30 días, los cuales no fueron consecutivos debido a las características de las cargas y la organización de la transporte en la entidad.

Índices que caracterizan el proceso de transporte

El método de análisis utilizado fue el analítico-investigativo, utilizando la técnica de fotocronometraje para el proceso de transporte y la recopilación de datos. Para el cálculo de los indicadores técnicos tales la como el coeficiente de la capacidad de carga, la velocidad técnica media, el coeficiente de aprovechamiento de utilización del recorrido, el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de trabajo, el rendimiento de las unidades de transporte, la distancia promedio de un viaje con carga y el coeficiente de aprovechamiento del turno metodología propuesta fue la de Pérez (2009); Batista, (2015); Crooks *et. al* (2019); Dominico y Daquinta (2019).

Esta técnica, se basa en el estudio de todas incidencias que ocurren durante la jornada laboral, es decir: es una fotografía de todo lo que acontece durante el periodo que transita la investigación, con el objetivo de detallar en cada momento los factores que afectan las variables objeto de estudio. (NC 34-37: 2003, NRAG XX1, (2005), Resolución 184 del MITRANS, (2000), Resolución 2 MITRANS (2008), Resolución 249 de la UDECAM, (2005) y Resolución P-217, (2004)).

El análisis estadístico para evaluar los indicadores de consumo de combustible en las diferentes opciones de medios de transporte fue realizado según la metodología planteada por Fox y Weisberg. (2019) y Dong, X, Castro, L. y Shaikh, N. (2020).

Resultados y discusión

Resultado del coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga

En la Figura 2, se muestran los valores obtenidos del coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga durante los 30 días de evaluación del transporte de madera (*Samanea saman*, *Bursera simaruba*, *Bucida buceras* y *Switenia mahagoni*), el cual fluctuó entre 0,71 a 0,89 y de 0,66 a 0,85, y un promedio de 0,80a y 0,78b para el camión ZIL-130 y el KRAZ respectivamente,

Estos resultados se encuentran dentro del rango planteado por Jrobostov (1977) y González (1993), que plantean que este coeficiente para el transporte oscila entre 0,8 a 1 por lo que se puede asegurar que existe una explotación adecuada del medio de transporte del medio ZIL-130, no siendo así para el KRAZ el cual se encuentra por debajo de este rango, en ambos casos no viola lo que plantea el fabricante (7,5 t y 12 t para el ZIL-130 y KRAZ respectivamente).

El análisis estadístico realizado arrojó que existe diferencia significativa en el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga para los dos medios evaluados, observándose mejor comportamiento el ZIL-130, igualmente se pudo apreciar que este resultados es inferior al obtenido por Batista (2015) en trabajos con el KAMAZ que fue de 1,05, con otro tipo de carga, destacándose en este caso que el medio se encuentra sobre explotado, pues excede su capacidad de carga. Igualmente es inferior al obtenido por Batista (2015) que en trabajos similares para el camión ZIL-130 alcanzó un valor de 1,39 y superiores a los logrados por Núñez (2015), utilizando el camión BEIBEN con un resultado de 0,67, otros autores como Démare *et al.* (2019) obtuvieron resultados similares en camiones Volvo y Gamero *et al.* (2018) con camiones Donfeng en transporte de Chopos.

Como puede apreciarse existe una reserva entre un 29 a 11% teniendo en cuenta el valor mínimo y máximo obtenido en la investigación y de 20% con respecto al valor promedio para el ZIL y de 34 a 15% para el KRAZ teniendo en cuenta los valores mínimo y máximo, con respecto al valor promedio de 22%.

En cuanto al análisis estadístico efectuado a los porcentajes de reserva determinados se determinó que existe diferencia significativa con un mejor comportamiento el ZIL-130 con un 20%.

Realizando un análisis de los requerimientos técnicos de los medios empleados para la transportación de madera podemos inferir que al menos el ZIL-130, no es recomendado para esta actividad pues su capacidad de carga es baja en comparación con los medios que tradicionalmente se utilizan (ZIL-131; 132 y KRAZ).

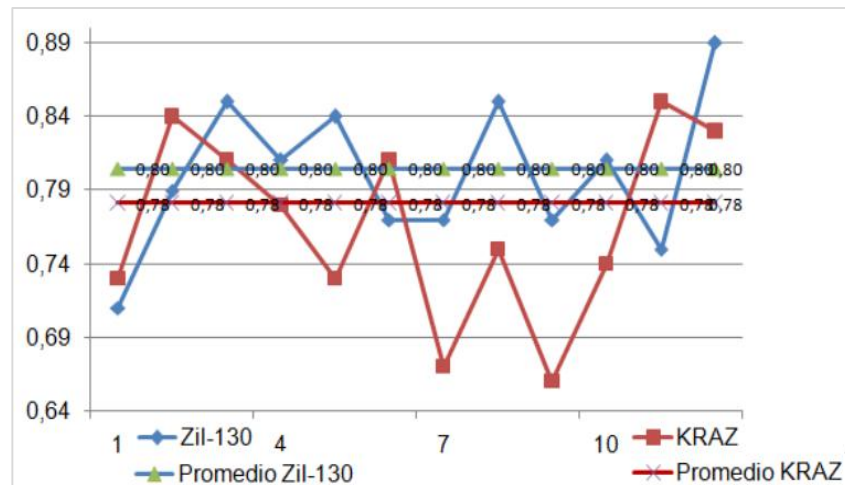


Figura 2. Análisis del Coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga para la unidad de transporte.

Por otro lado, la causa fundamental de la no utilización del 100% de este indicador fue el mal acomodo de los elementos a transportar (bolo de madera), los cuales son muy difíciles de acomodar, pues debe hacerse en forma de pirámides para evitar el desplazamiento de estos en la cama y como consecuencia la disminución de la altura. Además las regulaciones del tránsito no permite que la carga sobresalga 1 m del alto y largo de la cama, según la Ley 109 del código del tránsito, todo esto planteado por Fuentes *et al.* (2021) en su investigación

Resultado de la velocidad técnica

En la Figura 3, se muestran las variaciones de la velocidad técnica del transporte ZIL-130 y KRAZ, los cuales tuvieron valores de 84 a 65 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ y de 60 a 79 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, con valores promedios de 74a y 69b $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ para ambos casos.

Estos resultados se encuentran muy por encima a los planteados por Jrobostov (1977) y González (1993), que plantean que para caminos de tierra y pavimento la V_{tm} debe oscilar entre 40 a 65 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ y superior a lo planteado por Batista (2015), que en trabajos similares con el camión ZIL-130 obtuvo un valor de 19 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ y superiores para el caso del KAMAZ de este mismo autor que fue de 22 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Al igual que el logrado por Barbán (2012), donde obtuvo resultados similares de 31 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ y a los obtenidos por Tapia (2008), con un valor de 30 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$; sin embargo García *et al.* (2018) alcanzó un valor de 46 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, valor que difiere marcadamente al logrado en esta investigación.

Del análisis de varianza de clasificación simple con prueba de Duncan realizada con los valores promedios de velocidad técnicas se determinó que existe diferencia significativa en este indicador teniendo un mejor comportamiento el ZIL-130 con una velocidad promedio de 74 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

Los autores anteriores son referidos al transporte agrícola, sin embargo los resultados de la velocidad técnica se corresponden los límites de velocidades establecidos por tránsito para estos medios, en la literatura especializada consultada no existen referencia sobre estos parámetros.

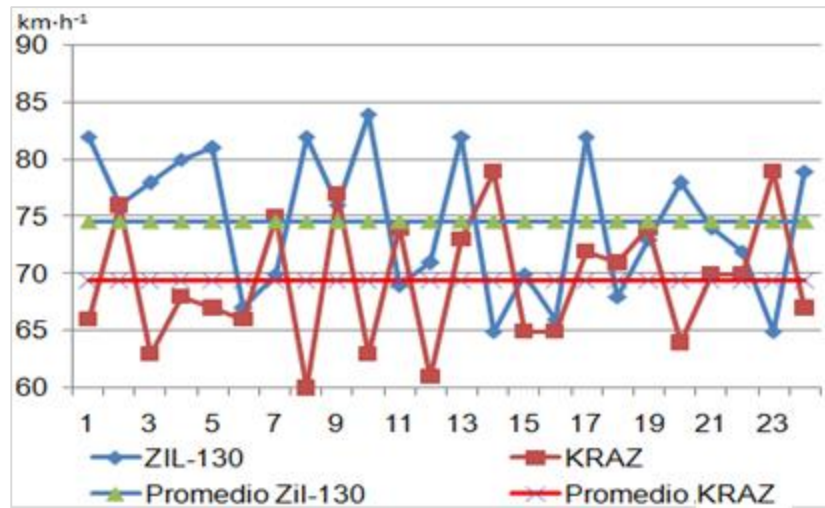


Figura 3. Análisis de la velocidad técnica media para la unidad de transporte

Las causas de estos valores superiores se deben a que los medios evaluados no estaban utilizando el 100% la capacidad de carga y por lo tanto pueden desarrollar mayor velocidad, por otro lado estos valores se corresponden con los límites de velocidad establecidos por la comisión de tránsito en Cuba. Además, es necesario aclarar que al igual que el medio de transporte anterior estas comparaciones se establecen con equipos que transportan productos agrícolas pues en las literaturas especializada consultadas no se hace referencia a este indicador para el transporte de madera.

Resultado del coeficiente de aprovechamiento del recorrido.

Como se observa en la Fig.4, los valores oscilan entre 0,47 y 0,5 con un valor promedio de 0,48 para el caso del ZIL-130; y de 0,45 a 0,5 y un promedio de 0,47a para el KRAZ, estos resultados se encuentran por debajo de los planteados por Jrobostov (1977), González (1993) y Matos y col. (2014), los cuales plantean que este coeficiente debe encontrarse entre 0,50 a 0,70; aspecto este que puede mejorarse si se coordinan las cargas a transportar por parte de la empresa, y son superiores al obtenido por Núñez (2015) y Barban (2012), que obtuvo un valor de 0,32; 0,4 respectivamente e inferiores a los reportados por Batista (2015) y Tapia (2008) que obtuvieron valores de 0,50 y 0,64 respectivamente.

En los resultados del procesamiento estadístico se comprobó que no existe diferencia significativa en este indicador teniendo mejor comportamiento la unidad de transporte ZIL-130 con un valor de 0,48.

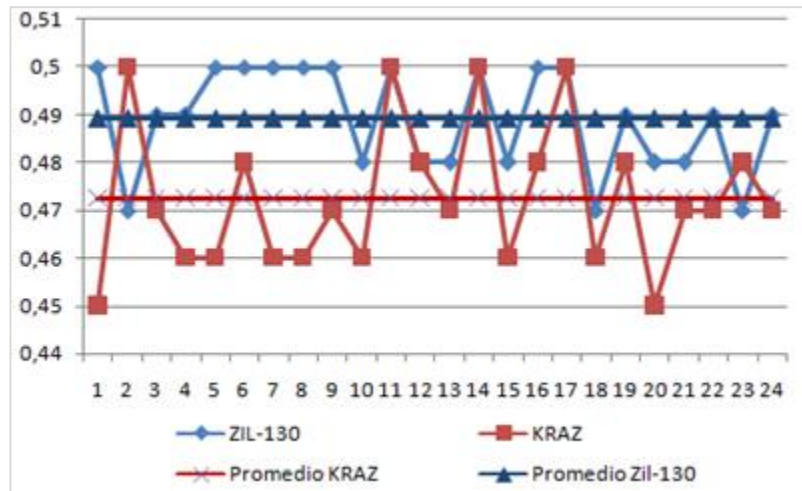


Figura 4. Análisis del aprovechamiento de la utilización del recorrido.

Con vista a una mejor comprensión de los resultados obtenidos es necesario hacer una aclaración: en los medios de transporte por lo general el coeficiente de aprovechamiento de la carga es de 0,50; es decir que hay una ida o regreso sin carga desde el origen hacia el destino, sin embargo el destino puede cambiar por razones de transportación y llegar al origen sin carga y el coeficiente en estos casos es menor de 0,5; como es nuestro caso pues la madera no siempre iba al mismo destino, por lo que este indicador es menor.

Resultado del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de trabajo

Como se observa en la Fig. 5, las observaciones oscilan entre 0,6 a 0,7 para un valor promedio de 0,65b para el camión ZIL-130, y de 0,5 a 0,7 con un valor promedio de 0,61a para el KRAZ, en ambos casos se encuentran por debajo del valor óptimo 0,75 según Jrobostov (1977) y González (1993) e inferiores a los obtenidos por Tapia (2008) y CETRA (2005), que obtuvo un valor de 0,80, sin embargo los valores obtenidos son superiores al obtenido por Núñez (2015) de 0,20 y Batista (2015) de 0,19.

Los bajos valores obtenidos se deben en gran medida a las demoras en la espera para cargar y descargar el equipo, el mal estado de las vías y caminos, y al tiempo perdido por acomodo de la carga y violación del recorrido. Quedando entre un 10 a 14% de reserva que tomando las medidas técnicas y organizativas podría mejorarse este indicador, por otro lado, se puede mejorar o disminuir a cero o próximo a este los tiempos perdidos en espera de carga y descarga los cuales representan entre un 3,8 y 4,2% del tiempo de la jornada para el ZIL-130 y el KRAZ.

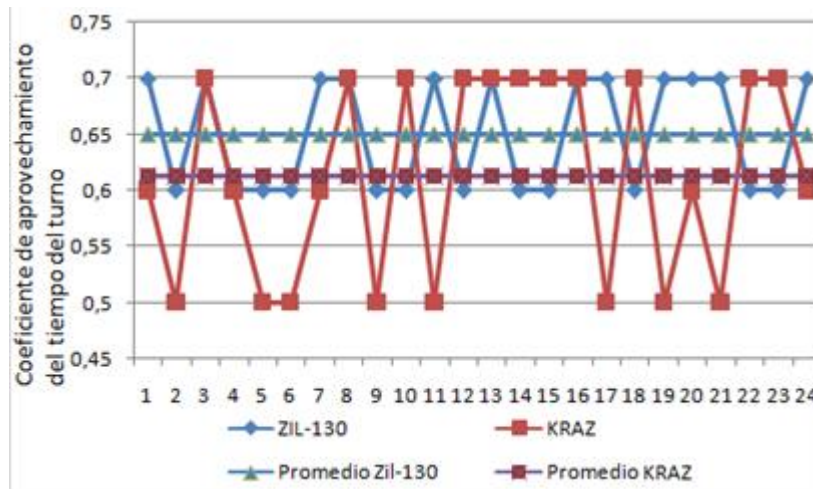


Figura 5. Análisis del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de trabajo.

Además el tiempo de carga representa entre un 12 y 13,3% del tiempo de la jornada para el camión ZIL-130 y KRAZ respectivamente, estos tiempos empleados para la carga se pueden disminuir teniendo en cuenta que en el tiempo que los medios se encuentran haciendo el recorrido los operadores de los cargadores pueden ir organizando la próxima carga para cuando estos lleguen no tengan que estar acopiando la madera cuando llegan los medios, si de ante mano se conocen las características (capacidad de carga) de los mismos.

Durante la investigación se constató que los operadores (choferes) se desviaban de la ruta sin una justificación, retardando la duración de viaje tanto de ida como de regreso.

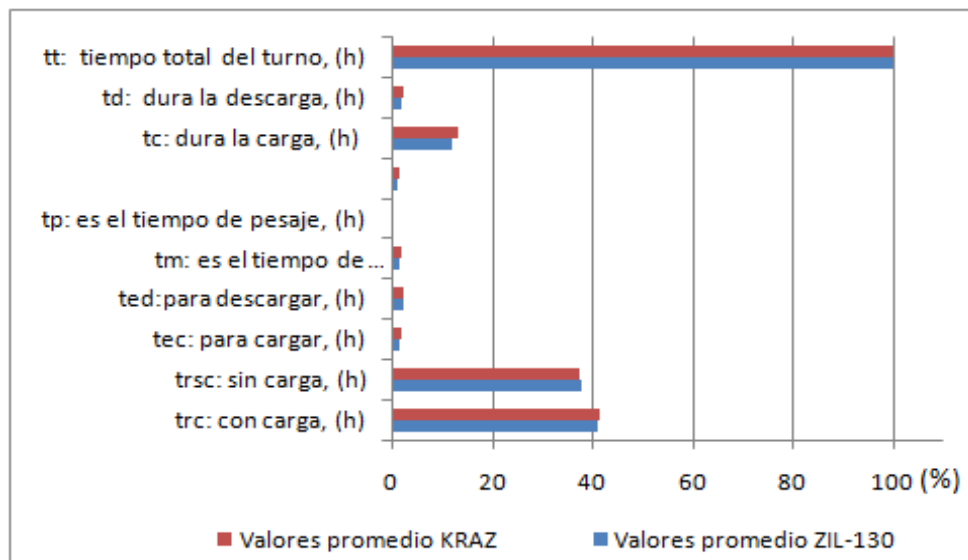


Figura 6. Porcentaje de utilización del tiempo de trabajo de las unidades de transporte.

En la Figura 6, se observa que el tiempo de traslado con carga y sin carga representan entre un 40 y un 41,5% y de 38 a un 37,5% para el ZIL- 130 y el KRAZ respectivamente, por otro lado, los tiempos de traslado con carga son mayores debido a que el medio de transporte se desplaza a menor velocidad que cuando está vacío; el tiempo que dura la carga es alrededor del 12% de la jornada, lo cual se considera excesivo, en lo fundamental, se debe a no acarrear la madera mientras los medios se encuentran en el trayecto del viaje, y no tener seleccionados los bolos de acuerdo a las dimensiones de las camas de los transportes utilizados.

Resultado del rendimiento del medio de transporte.

En la Figura 7, se observa que los valores de rendimiento de los medios de transporte evaluados para el caso del ZIL-130 oscilan de 32,71 a 27,69 y de 50,02 a 38,839 $t \cdot \text{tur}^{-1}$ para el KRAZ respectivamente, con un promedio por viajes de 3,9 y 5,64 $t \cdot h^{-1}$ para el KRAZ respectivamente.

En lo fundamental, estos bajos valores se deben a las malas condiciones de los caminos, a los prolongados tiempos de carga y descarga de los camiones, al tipo de carga que transportan, al acomodo de la carga y a la variación de las densidades de la madera a transportar (*Samanea saman*, *Bucida buccera*, *Busera simaruba*, *Swietenia mahogoni*).

Como se explicó el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad de carga, la forma de acomodo de la carga debido a que son bolos de madera dificulta su manipulación y la forma de colocarlas en la cama del camión. No se puede comparar con la literatura especializada porque no existe referencia con estudios similares al presente trabajo.

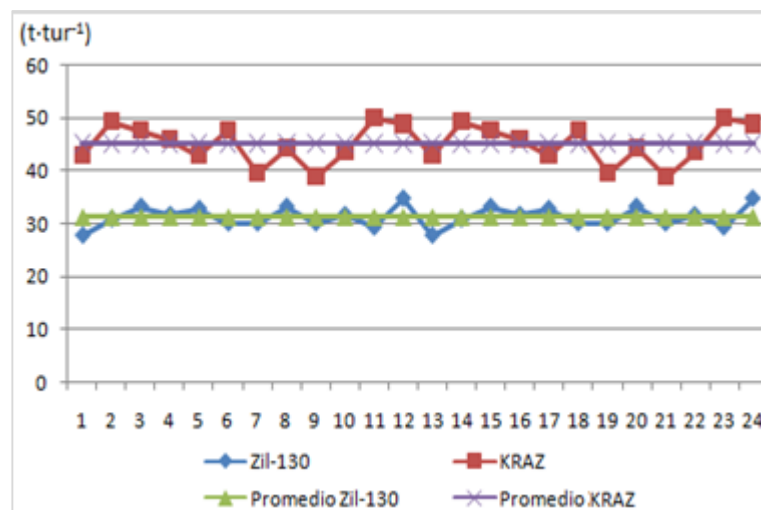


Figura 7. Análisis del rendimiento de la unidad de transporte.

Análisis del índice de consumo de combustible.

En este epígrafe, se realiza una valoración de consumo de combustible con respecto a la cantidad de metros cúbicos transportados por cada uno de los medios de transporte empleados en la investigación.

Como puede observarse en las figuras 8 y 9, no existe correlación entre los consumos de combustible (Diésel) con respecto a los metros cúbicos transportados por el ZIL-130 y el KRAZ, reportando un valor de R^2 de 0,617 y 0,479 respectivamente, en la ecuación de correlación lineal existe una reserva de 680,9 y 597,8 L de combustible por viajes realizados que no están asociados al transporte de madera. Cómo ya se ha abordado anteriormente esta se debe a violación del recorrido y a la no utilización de al menos el 95% de la capacidad de carga.

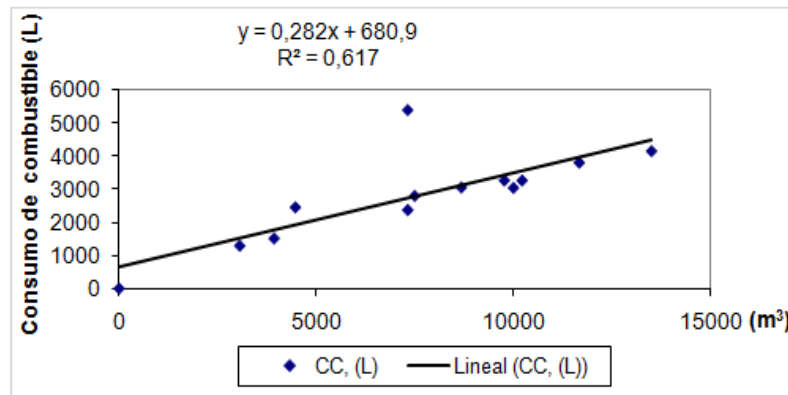


Figura 8. Consumo de combustible vs m³ transportado (ZIL130)

Con un índice de consumo de combustible establecido por la empresa de $3,04 \text{ km} \cdot \text{L}^{-1}$ para el ZIL-130 y de $2,8 \text{ km} \cdot \text{L}^{-1}$ para el KRAZ, en los mismos no se tienen en cuenta los volúmenes de madera transportado y este valor enmascara la producción de los medios.

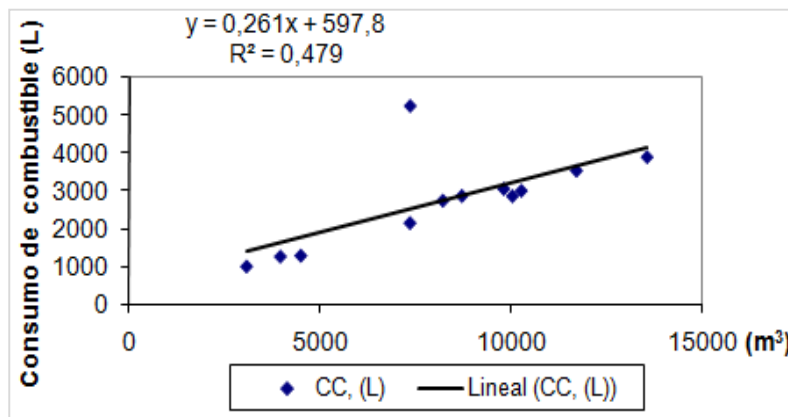


Figura 9. Consumo de combustible vs m³ transportado (KRAZ).

Es decir el medio puede consumir lo planificado sin embargo no estar respaldado productivamente (m³ transportado), lo que ratifica el concepto de las violaciones en la ruta y paradas innecesarias realizadas por los operadores (choferes) durante el trayecto.

Además en la empresa este indicador se calcula en función de los kilómetros recorridos, lo cual, no es lo indicado para los medios de transporte pues enmascara el consumo real de los equipos, por lo que debe calcularse por los metros cúbicos de madera transportada y no por kilómetros recorridos.

En la Fig. 10 y 11, se ratifica lo que ya se ha abordado en este epígrafe con respecto a la cantidad de combustible no asociado a la producción (transporte de madera) y la no existencia de correlación entre el índice de consumo de combustible y la cantidad de combustible consumido.

Además, se observa que el índice de consumo real promedio con respecto a la producción es de $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ para el ZIL-130, lo que se considera adecuado, este tiene un comportamiento similar al índice de consumo calculado (teórico) de $0,31 \text{ m}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ y el establecido por la entidad es de $0,4 \text{ km} \cdot \text{L}^{-1}$, para el caso del KRAZ (Fig. 11), es de $0,36 \text{ m}^3 \cdot \text{L}^{-1}$, tiene un comportamiento similar al caso anterior, y se considera apropiado, este tiene un comportamiento similar al índice de consumo calculado (teórico) de $0,35 \text{ m}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ y el establecido por la entidad es de $0,4 \text{ km} \cdot \text{L}^{-1}$, y tienen un comportamiento similar a los obtenidos por Macías y col. (2015).

Por lo que, se infiere que los resultados obtenidos durante la investigación están muy próximos a los valores teóricos, lo cual significa que las condiciones técnicas de los equipos utilizados cumplen con los parámetros de diseño calculados por el fabricante y que estos no interfieren en los resultados obtenidos, a no ser por mala manipulación de los operarios durante el recorrido y la explotación de los mismos durante el trayecto o ruta establecidos por la entidad.

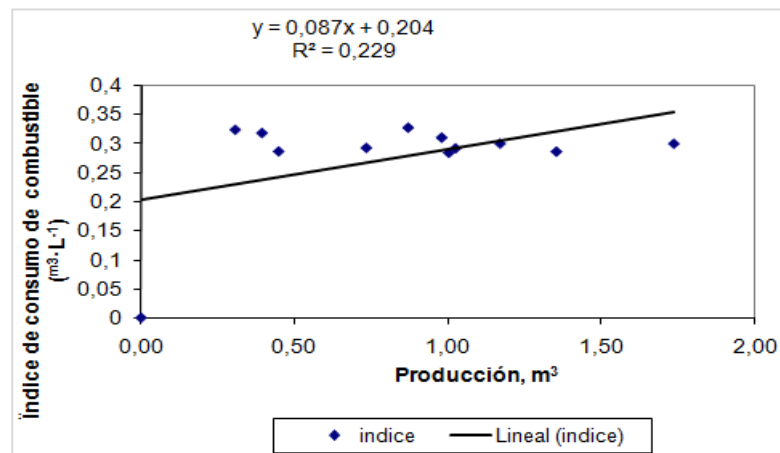


Figura 10. Índice de consumo de combustible vs producción (ZIL-130)

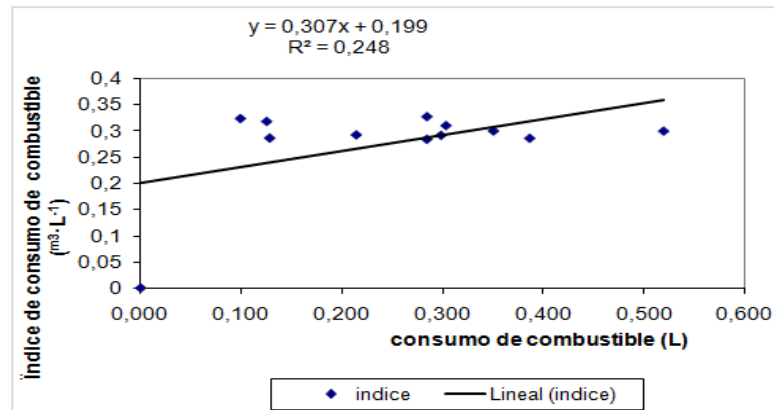


Figura 11. Índice de consumo de combustible vs producción (KRAZ)

Conclusiones

El ZIL-130, no es un medio adecuado para la transportación de madera en bolo, debido a que su capacidad de carga es 7,5 t; no siendo así para el KRAZ que si constituye un medio por excelencia para este tipo de labor por el tipo de tracción (6x6) que presenta y su elevada capacidad de carga 12 t.

Las condiciones técnicas de los equipos utilizados cumplen con los parámetros de diseño calculados por el fabricante, estos no alteraron en los resultados obtenidos, a no ser por mala manipulación de los operarios durante el recorrido y la explotación de los mismos durante el trayecto o ruta establecida por la entidad.

En la empresa el índice de consumo de combustible se calcula en función de los kilómetros recorridos, lo cual no es el indicado para los medios de transporte pues enmascara el real consumo de los equipos, por lo que debe calcularse por los metros cúbicos de maderas transportada por kilómetros recorridos.

Referencias

- Akbari, M. (2018). Logistics outsourcing: a structured literature review. Benchmarking: An International Journal. Vol. 25 No. 5, pp. 1548-1580.
- Arce, J.E.; Carnieri, C.; Bueno, J.M. (2004). Geração de padrões ótimos de corte através de algoritmos de eucalipto na produtividade e custo da colheita e transporte florestal. Revista Cerne, v. 6, n. 2, p. 124-129.
- Barban, A. (2012). Evaluación del transporte de caña de azúcar en la Empresa Azucarera “Grito de Yara” utilizando cosechadoras para Caña de azúcar Case A 7000 [Tesis de Ingeniería agrícola]. Granma: Universidad de Granma.
- Batista, S. (2015). Evaluación de algunos indicadores del transporte de carga en la Empresa Desmonte y Construcción [Tesis de Ingeniería agrícola]. Granma: Universidad de Granma.103p.
- Zambrano C, N *et al.* (2018). Factores que influyen en la calidad del servicio de transporte pesado en Guayaquil. Revista Universidad y Sociedad, 10(5), 224-231. Epub 02 de diciembre de 2018.

Recuperado en 06 de junio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000500224&lng=es&tlng=es

- Candano, F. (2013). Aprovechamiento Forestal. La Habana: Primera Edición. Editorial Félix Varela., Cuba. 216 p.
- CETRA (2005). Estudio para el establecimiento de un sistema multimodal para el tráfico de contenedores en Cuba. MITRANS, C. Habana. Control (2005) <http://www.monografias.com/trabajos14/control/control.shtml>.
- Crooks, A.T., Malleson, N., Manley, E. y Heppenstall, A. (2019). Agent-based Modelling and Geographical Information Systems: A practical premier. London: Sage.
- Démare, T., Bertelle, C., Dutot, A. y Fournier, D. (2019). Adaptive Behavior Modeling in Logistic Systems with Agents and Dynamic Graphs. ACM Transactions on Autonomous and Adaptive Systems (TAAS), 13(3), 15.
- Dominico Díaz, L., & Daquinta Gradaille, L. A. (2019). Evaluación de indicadores de explotación en el proceso de descarga de la caña de azúcar. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, 28(1), 1-12.
- Dong, X., Castro, L. y Shaikh, N. (2020). Fastnet: An R Package for Fast Simulation and Analysis of Large-Scale Social Networks. Journal of Statistical Software, 96(7), 1 – 23
- Fox, J. y Weisberg, S. (2019). An R Companion to Applied Regression, Third edition. Sage: Thousand Oaks, CA.
- Fuentes Vega, José Ramón, Millo Carmenate, Víctor, Cogollos Martínez, Juan Bautista, Pérez Chaviano, Anairys, & Fundora Beltrán, Pedro. (2021). El sistema de indicadores para evaluar el desempeño del transporte de cargas. *Revista Universidad y Sociedad*. 13(3), 342-353. Epub 02 de junio de 2021. Recuperado en 06 de junio de 2024, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000300342&lng=es&tlng=es
- Gamero, N., Silla, I., Sainz-González, R. y Sora, B. (2018). The influence of organizational factors on road transport safety. International journal of environmental research and public health, 15(9), 1938.
- García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J., Martín, J. C. y Moya-Gómez, B. (2018). An analysis of the Spanish high capacity road network criticality. Transportation, 1-21.
- Gonzáles, R. (1993). Explotación del parque de maquinaria. La Habana: Félix Varela. 78p.
- Jróbstov, S. N. (1977). Explotación del parque de tractores y máquinas. Editorial MIR Moscú.
- Macías, I; Gaskins, B; Ramos, J. (2015). Análisis del consumo energético en camiones cisternas pertenecientes a la empresa comercializadora de combustibles de Granma. Revista Ingeniería Agrícola. Volumen 5. No. 1.
- 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.

- Norma Ramal Ministerio de la Agricultura. NRAG XX1. (2005). Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológica – explotativa. La Habana: ON. 18p.
- Núñez, E. (2015). Evaluación de Transporte en el Cultivo de la caña de azúcar [Tesis de Ingeniería agrícola]. Granma: Universidad de Granma.115p.
- NC 34-37: (2003). Máquinas Agrícolas y Forestales Metodología para la evaluación Tecnológico - explotativa.
- Pérez, A. (2009). Determinación del rendimiento de las unidades de transporte en la Empresa azucarera “Roberto Ramírez Delgado” utilizando cosechadoras para caña de azúcar KTP-2M. [Tesis de Ingeniería agrícola]. Granma: Universidad de Granma.122p.
- Resolución 184 del MITRANS. (2000). Asuntos generales de las hojas de rutas. Ciudad Habana. Cuba.
- Resolución 2 MITRANS. (2008). Indicaciones para el reordenamiento de la transportación de productos hacia las provincias. Ministerio de Transporte. La Habana Cuba
- Resolución 249 de la UDECAM, (2005). Indicaciones generales para el análisis de la carta de porte y hoja de ruta. pp. 1-3. Ciudad Habana. Cuba.
- Resolución P-217, (2004). Tarifa de precios para el transporte de carga por camiones. Ministerio de Finanzas y Precios. Ciudad Habana.
- Penabad Sanz, L., Iznaga Benítez, A.M., & Rodríguez Ramos, P. A. (2018). Valor límite del indicador: Utilización de vehículos de transporte de carga por carretera. Ingeniería Industrial, 39(3), 291-302.
- Tapia, A. (2008). Determinación del rendimiento de las unidades de transporte en la empresa azucarera “Arquímedes Colina” utilizando cosechadoras para caña de azúcar Case A 7000. [Tesis de Ingeniería agrícola]. Granma: Universidad de Granma.95p.
- UDECAM, (1999). Sistema de Información y Control de las Agencias de Cargas. Metodología para el llenado de documentos. Capítulo IV. Ciudad Habana.