

**Eficiencia en la transportación de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum* Lin).**

**Efficiency in the transportation of sugar cane (*Saccharum Officinarum* Lin).**

**Autor:** MSc. Manuel García-Serret<sup>1</sup>, Ing. Fausto Duverger-Terry<sup>2</sup>, Dr. C. Alexander Goicoechea-del Toro<sup>1</sup>.

**Organismo:** Universidad Guantánamo, Cuba <sup>1</sup>; Complejo Agroindustrial de Granos Costa Rica, Guantánamo, Cuba <sup>2</sup>,

**E-mail:** [mgarciast@cug.co.cu](mailto:mgarciast@cug.co.cu), [agdeltoro@cug.co.cu](mailto:agdeltoro@cug.co.cu)

**Resumen.**

El trabajo se desarrolló en la Unidad Económica de Base Guantánamo, perteneciente a la Empresa de Transportación y Servicio a la Mecanización, del Grupo Azucarero AZCUBA, con el objetivo de analizar la eficiencia en la transportación de caña de azúcar (*Saccharum Officinarum*) en esta entidad. Sobre la base de la aplicación de diferentes métodos y técnicas investigativas se establecieron los tiempos para cada actividad comprendida dentro del tiempo de operación total por jornada, a partir de los resultados obtenidos se evaluó la eficiencia en la Unidad Económica de Base Guantánamo. Se propuso un grupo de acciones dirigidas a mitigar problemas subjetivos que de una manera u otra afectan la eficiencia, lo que permitirá complementar las nuevas estrategias de desarrollo en la transportación de la caña de azúcar, acordes con las necesidades del país.

**Palabras clave:** Caña de azúcar; *Saccharum Officinarum* Lin; transportación mecanizada.

**Abstract.**

The work was developed in the UEB Guantanamo, part of the Transportation Company and the Mechanization Service, of AZCUBA Sugar Group, where a procedure was applied to analyze the efficiency of the transportation of sugar cane (*Saccharum Officinarum*) in this entity. Based on the application of various investigative methods and technique shave been established for each activity time comprised within the total operation grmier day, from the results obtained were evaluate the UEB Guantanamo efficiency. It also proposed a set of actions to mitigate the subjective problems that in one way or another affects the efficiency, which will complement the new development strategy in the transportation of sugar cane in line with the country's needs.

**Keywords:** Sugar cane; *Saccharum Officinarum* Lin; automated transportation.

## Introducción.

La eficiencia de la zafra azucarera depende del adecuado funcionamiento de los procesos de cultivo-corte-alza-tiro y molida, es decir, el azúcar se produce en el campo y la calidad se garantiza si el proceso de llevarla hasta el central se realiza eficientemente. Por lo que ser eficiente en todas y cada una de estas actividades es vital para el resultado final que se desea.

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, este se encarga de transportar la caña de azúcar cortada por combinada en trozos, o larga en el caso del corte manual hasta el centro de recepción o basculador Rizo, (1988); Camargo, (1988).

La organización de este eslabón incide en el aumento de la productividad del sistema; de la correcta planificación del balance de tiro dependerá la disponibilidad de camiones en el campo, cualquier aspecto que incida negativamente en las operaciones de carga y descarga del conjunto camión-remolques repercutirá en la eficiencia de la cosecha, MINAZ, (2008); Varela, (2010). En la actualidad se cuenta con mecanismos para medir la eficiencia de estos procesos, pero ellos no son capaces de proporcionar medidas que faciliten un proceso efectivo de mejora continua.

Los principales problemas que presenta el transporte en la actualidad radican: en la 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 entre otros, todo esto trae consigo afectaciones en la productividad de los camiones, Manso, (2010); Díaz *et al.*, (1980); Fuentes y José, (2007); Gentil *et al.*, (1980); Pulido *et al.*, (1980); Valdés, (2010).

## Desarrollo

### Materiales y métodos

La realización del diagnóstico sobre la eficiencia en la transportación de *S. officinarum*, se realizó sobre la base de la aplicación de diversos métodos de investigación, entre ellos: **Del nivel teórico:** análisis histórico y lógico: Inductivo- deductivo, análisis y síntesis, estudio documental, enfoque sistémico estructural funcional. **Del nivel empírico:** observación, entrevista, encuestas y criterio de usuario.

### Para transportar la caña de azúcar se emplean los siguientes tipos de medios:

Camiones ZIL – 130.....	22	
Camiones KAMAZ con un remolque.....	44	
Camiones ZIL – 131.....	2	
Camión URAL.....	1. <b>Total.....</b>	69

**La Unidad Económica de Base cuenta también con:** Remolques RC – 10... 36  
Remolques RC – 6...30. **Total**.....66

Para la carga de *S. officinarum* por ferrocarril se cuenta con los carros jaula.

### **Procedimiento para la evaluación de la eficiencia en el proceso de transportación.**

Para evaluar la eficiencia técnica se asume el procedimiento diseñado por los ingenieros Neeldes Matos Ramírez y Edry García Cisneros, Universidad de Camagüey, la cual se determina por la siguiente expresión:

$$T_{to} = T_{pc} + T_p + T_a + T_s + T_{dnp} + T_{ia}$$

#### **Donde:**

$T_{to}$  = Tiempo total de operación.

$T_{pc}$  = Tiempo preparativo conclusivo, es el tiempo que se utiliza para la obtención de la tarea a cumplir, el cual se expresa como:  $T_{pc} = T_{obt} + T_{pe} + T_{trs} + T_{reg}$ .

#### **Donde:**

$T_{obt}$  = Tiempo de obtención de la tarea

$T_{pe}$  = Tiempo de preparación del equipo

$T_{trs}$  = Tiempo de traslado al campo

$T_{reg}$  = Tiempo de regreso al parqueo.

$T_p$  = Tiempo principal, según fórmula

$$T_p = T_c + T_{sc} + T_{rc}$$

#### **Donde:**

$T_c$  = Tiempo de carga.

$T_{sc}$  = Tiempo de salida del campo.

$T_{rc}$  = Tiempo de recorrido.

$T_a$  = Tiempo auxiliar. Según fórmula:

$$T_a = T_v + T_{mv} + T_{mc} + T_{md} + T_{fd} + T_p + T_{dc} + T_{tac} + T_{mvd} + T_{mll} + T_{acc} + T_{rsc}$$

#### **Donde:**

$T_v$  = Tiempo de viraje.

$T_{mv}$  = Tiempo de movimiento en vacío en el lugar de la carga.

$T_{mc}$  = Tiempo de maniobra para la carga.

$T_{md}$  = Tiempo de maniobra para la descarga.

$T_{fd}$  = Tiempo de formulación de documentos.

$T_{pe}$  = Tiempo de pesaje.

$T_{dc}$  = Tiempo de descarga.

$T_{tac}$  = Tiempo de traslado al área de corte.

$T_{mvd}$  = Tiempo de movimiento vacío en el lugar de la descarga.

$T_{mll}$  = Tiempo de movimiento lleno en el lugar de la descarga.

**Donde:**

Tprc = Tiempo perdido de interrupción por rotura de la combinada.

Tdt = Tiempo por desperfectos técnicos.

Tco = Tiempo por causas organizativas.

Tcm = Tiempo por causas meteorológicas.

Toc = Tiempo por otras causas.

Los valores predeterminados para evaluar como eficiente la actividad de transportación de *S. officinarum* se enmarcaron en la tabla 1.

**Tabla 1.** Valores asignados al tiempo total de operación en porciento.

Tto	Tpc	Tp	Ta	Ts	Tdnp	Tia
100	10	40	30	5	5	10

**Rango para la evaluación de la eficiencia según ajuste al tiempo total de operación.**

**Eficiente=** se ajusta al 100% del tiempo total de operación planificado.

**Moderadamente ineficiente=** el tiempo total de operación sobrepasa entre un 10% y un 15% al real planificado. **Baja eficiencia=** el tiempo total de operación sobrepasa entre un 16 y un 30% al real planificado.

**Muy Ineficiente=** el tiempo total de operación sobrepasa en 30% al real planificado.

**Valoración de la viabilidad del procedimiento propuesto para evaluar la eficiencia en la transportación de *S. officinarum***

Se utilizó el método criterios de usuarios, con anterioridad se diseñó una escala valorativa donde estos evalúan el procedimiento propuesto a partir de la evaluación de cada indicador. Se seleccionó como muestra 11 cuadros, directivos, y funcionarios de la Unidad.

**Los criterios de valoración son los siguientes:**

5-. Muy de acuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, En desacuerdo, Muy en desacuerdo.

**Resultados y discusión**

**Resultados del diagnóstico sobre la eficiencia en la transportación de *S. officinarum***

Se detectaron insuficiencias como: tiempo perdido en la preparación del equipo, en el traslado al campo, en la descarga, por situaciones técnicas, por causas organizativas, y tiempo perdido por causas meteorológicas.

La comprobación aplicada a cuadros y directivos demostró que poseen poco conocimiento sobre los diferentes métodos para evaluar la eficiencia en la transportación de *S. Officinarum*.

**Comportamiento de los gastos de tiempo de transportación de *S. officinarum***

### Tiempo preparativo conclusivo (Tpc).

El valor considerado como óptimo fue el 10 % del tiempo total de operación (Tto), y en el análisis se comprobó que este se sobrepasa el porcentaje estimado (Figura 1), pues es un valor considerado como bueno.

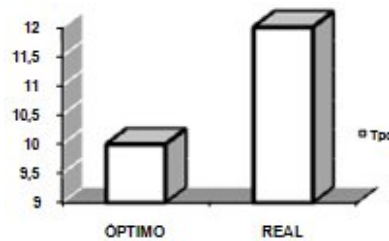


Figura 1. Comportamiento del tiempo preparativo conclusivo (Tpc).

La Figura 2 muestra los principales indicadores del tiempo preparatorio conclusivo planificado, resaltando como los más afectados: tiempo de obtención de la tarea (Tobt) y el tiempo de regreso al parqueo (Treg).

En estos casos al tener que viajar por vías más largas, pues las planificadas se encuentran en deterioro, la demora en la preparación del equipo tiene como causas fundamentales, la falta de exigencias por parte de la dirección de los pelotones de tiro.

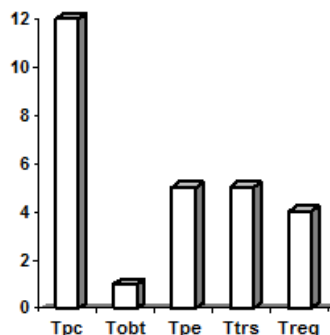


Figura 2. Distribución del tiempo preparativo conclusivo en porcentaje (Tpc).

### Tiempo principal (Tp).

Para evaluar el Tp se consideró un 40% como óptimo del tiempo total de operación (Tto), y en el análisis se comprobó que este sobrepasa en un 7% (Figura 3).

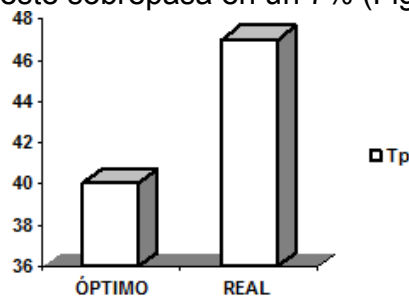
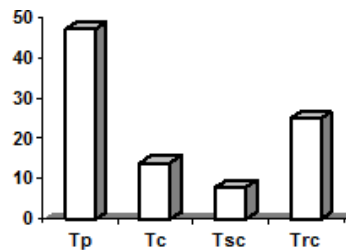


Figura 3. Comportamiento del tiempo principal (Tp).

En la figura 4 la distribución del tiempo principal sobrepasa el tiempo planificado en un 7 %, donde los elementos más afectados son: el tiempo de carga.

En esto incide de manera directa: el mal trazado de los cañaverales, los obstáculos a la entrada de los campos, las cortas dimensiones de las áreas de cosecha, y la baja población.

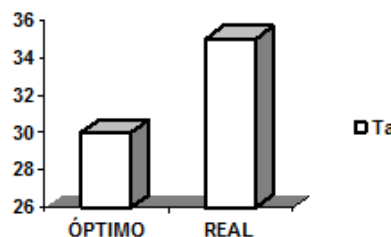
Estos resultados coinciden con Matos, (2012) en trabajos similares donde obtuvo un 45% en la distribución del tiempo principal.



**Figura 4.** Distribución del tiempo principal (Tp) en porcentaje.

**Tiempo auxiliar (Ta).**

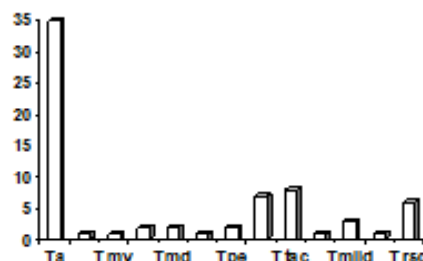
Para evaluar este aspecto se consideró un valor óptimo de 30% del tiempo total de operación (Tto), y en el análisis se comprobó (Figura 5) que sobrepasa en un 5%.



**Figura 5.** Comportamiento del Ta según análisis en porcentaje.

La Figura 6 ofrece la distribución del tiempo auxiliar, así como el comportamiento de sus principales elementos, donde los más afectados fueron: El tiempo de descarga, y la cantidad de vueltas en la maniobra para la carga.

Estos elementos tienen como causa la poca capacidad del basculador en el ingenio, lo que provoca la aglomeración de carros cargados en el área y están motivados, igualmente, por la asimetría de los campos.



**Figura 6.** Distribución del tiempo auxiliar (Ta) en porcentaje.

**Tiempo de servicio (Ts).**

Para evaluar este aspecto se consideró un valor óptimo de 5 % del ( $T_s$ ), en el análisis se comprobó que este se sobrepasa en un 2 % (Figura 7), las causas pudieran concentrarse de manera general en: falta de piezas de repuestos, lubricantes para los medios de transporte y el tiempo de explotación de los vehículos.

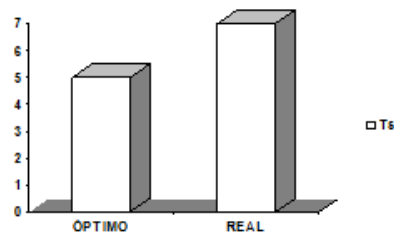


Figura 7. Comportamiento del tiempo de servicio ( $T_s$ ) en porcentaje.

### Tiempo de descanso y necesidades personales del chofer ( $T_d$ y $N_p$ ).

El cumplimiento del  $T_d$  y  $N_p$  del chofer está muy por debajo del tiempo total de operaciones (Figura 8), evidenciando el cumplimiento de estos parámetros. Esto pudiera ser causado por la influencia del cumplimiento o no de los demás tiempos que influyen en el proceso.

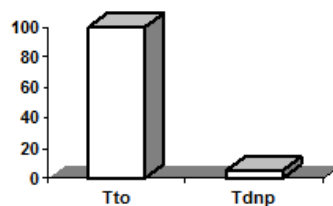


Figura 8. Distribución del tiempo de descanso y necesidades personales del chofer en porcentaje.

### Tiempo de interrupciones ( $T_{ia}$ ).

El valor considerado como óptimo fue de un 10 % del ( $T_{to}$ ), para evaluar este aspecto. En el análisis se comprobó que este sobrepasa en un 7 % del real, Figura 9.

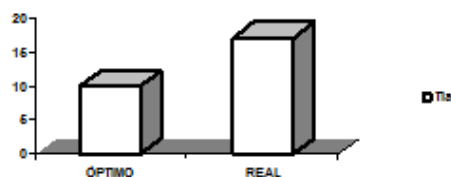
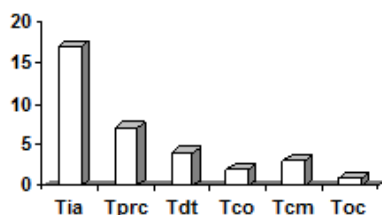


Figura 9. Comportamiento del tiempo de interrupciones ( $T_{ia}$ ).

Los tiempos más afectados en el tiempo de interrupciones son: el perdido por interrupción, roturas de las combinadas, causas organizativas, y por causas meteorológicas.

En la Figura 10 se observan los resultados de la evaluación del tiempo de interrupciones.



**Figura 10.** Distribución del tiempo de interrupciones (Tia) en porcentaje.

De manera general se puede afirmar que los principales problemas que presenta la transportación de *S. officinarum* en la Unidad, según los resultados del análisis de eficiencia realizado son: deficiente estado técnico de la fuerza técnica, deficiente aseguramiento técnico para el mantenimiento y reparación de los medios de transporte, uso de variantes irracionales en las operaciones de transporte y trasbordo del proceso, porcentaje de materias extrañas en la masa vegetal y la influencia de la dimensión del trozado de *S. officinarum* lo cual repercute en la eficiencia de la capacidad de carga de los medios de transporte, y mala calidad de las áreas de producción y los caminos donde se cultiva y transporta.

Estos resultados obtenidos en los diferentes tiempos no coinciden con Matos (2012) en el trabajo "Evaluación técnica y de explotación de los camiones en la transportación *S. Officinarum*, según análisis realizado por tipo de transporte donde arrojó como promedio un 53.6 % por encima del tiempo planificado.

**Análisis del impacto económico como resultado de la baja eficiencia en el proceso de transportación de *S. officinarum*.**

Se puede asegurar que, como promedio en un día de labor (con un consumo de un 23 % más de tiempo de operaciones), esta entidad transporta un total de 2 356.51 toneladas.

Con el objetivo de sintetizar los cálculos y homogenizar los datos se asumió como promedio un total de 12 toneladas de *S. Officinarum* trasladada por vehículos en cada viaje. Si se hubiese cumplido el tiempo total de operaciones los resultados se comportarían como se muestran según tabla 2.

**Tabla 2.** Posibles resultados a partir del cumplimiento del tiempo total de operaciones al 100 % (Según SisTrans-Modelo S49 modificado).

No H Ruta	N C Port e	F H Ruta	Chapa	Re m	Cód Chofer	Tipo de carga	Días	Ton	V	Ingreso
57	57	////	////	////	////	S. officinarum	1	2898.5	235	13856.5

Se dejaron de transportar un total de 541.99 toneladas de *S. officinarum* en una jornada de labor, lo que equivale a 44 viajes menos. Se dejaron de ingresar 2590.71 pesos.

**Acciones propuestas para mitigar la mala eficiencia en la transportación de *S. officinarum* en la U. E. de Base.**

Las Tablas 3 y 4 muestran las acciones propuestas:

**Tabla 3.** Acciones propuestas para elevar la eficiencia en la obtención de la tarea correspondiente al tiempo preparatorio conclusivo.

ACCIÓN	OBJETIVO	EJECUTA	PARTICIPAN	CONTROLA
Seminario para el llenado y actualización de la documentación de trabajo	Capacitar a los chóferes en el llenado de la hoja de ruta y la carta porte, teniendo en cuenta los elementos técnicos que las componen	Jefe tráfico	Choferes	Jefe Dpto Ingeniería
Creación del plan de abastecimiento de combustible por pelotones	Optimizar el proceso de abastecimiento de combustible a los medio de transporte teniendo en cuenta el área de trabajo y el lugar de abastecimiento	Jefe de Pelotón	Choferes	Jefe Operaciones

**Tabla 4:** Acciones propuestas para elevar la eficiencia en el tiempo por situaciones técnicas correspondiente al tiempo de interrupciones (Plan de mantenimiento de la técnica).

Mantenimiento técnico diario	Mantenimiento técnico # 1 125 horas de funcionamiento	Mantenimiento técnico # 2 500 horas de funcionamiento	Mantenimiento técnico # 3 1000 horas de funcionamiento	Mantenimiento especial 2000 horas de funcionamiento	Mantenimiento técnico general 3000 horas de funcionamiento
Revisión de sistema de lubricación, frenado, dirección, enfriamiento y aire.	Revisión de filtros, correas, sistema de rodamiento, articulaciones	Revisión del sistema eléctrico, hermeticidad de las juntas	Revisión de sistema de inyección, sistema de fijación de ruedas, sistema de suspensión, bomba de combustible	Revisión del sistema de arranque, Filtro de depuración preliminar del motor diesel	Sistema de lubricación del motor, válvulas de seguridad

Se proponen además las prioridades de reparación y mantenimiento aplicando la siguiente escala valorativa de la tabla 5.

**Tabla 5.** Escala valorativa para la reparación y el mantenimiento de los medios de transporte.

PRIORIDADES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	ESCALA
SISTEMA HIDRAÚLICO	5
SISTEMA DE TRANSMICIÓN	5
SISTEMA DE TRACCIÓN	5
SISTEMA DE ARRASTRE	5
SISTEMA ELÉCTRICO	4
SISTEMA DE LUBRICACIÓN	5
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	4

Por otra parte se proponen las siguientes medidas organizativas:

1. Determinar y establecer las rutas de traslado y regreso del campo a partir de la tabla de distancia concebida con anterioridad y aprobada por la dirección de la U. E. de Base.
2. Proponer un plan de inversión que permita la reconstrucción de las principales vías de acceso por donde se traslada el mayor volumen de toneladas de S. officinarum hacia los centros de recepción o hacia el basculador, motivado por el avanzado grado de deterioro que presentan los mismos, provocando, entre otras afectaciones, la disminución de los viajes a realizar por jornada, al no alcanzar los medios de transporte la velocidad permitida para estos tipos de viales, las vías que se proponen incluir en este plan son:

- San Idelfonso – Argeo Martínez....6.6 Km.
- El Manguito – Argeo Martínez.....7.3 Km.
- Cecilia – Carretera Jamaica..... 6.8 Km.
- Centro Acopio Victoria – Jamaica. 2.1 Km.

**Análisis de viabilidad del procedimiento para evaluar la eficiencia a partir del criterio de usuarios y de las acciones para mitigar la mala eficiencia.**

El método criterio de usuarios fue aplicado a un total de 16 trabajadores.

**Conclusiones.**

- El procedimiento asumido y aplicado en esta investigación se ajusta a las realidades técnico productivas de la entidad.
- La eficiencia en la transportación de *Saccharum officinarum* de la Unidad Económica de Base Guantánamo se evalúa como baja al sobrepasar en un 23 % el tiempo total de operación planificado.
- El incumplimiento del tiempo total de operación en la Unidad Económica de Base Guantánamo afectó, desde el punto de vista económico, a la entidad al dejar de ingresar 2590.71 pesos por jornadas de labor.

**Bibliografía.**

- Díaz, F.; E. Galván Y J. Castañar. (1980). *Planificación del transporte de carga y pasajeros*. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, 123-145.
- Farell, M. J. (1957). "The measurement of productive efficiency". *Journal of the Royal Statistical Society*.
- Fuentes, V. Y. R. José. (2007). *Eficiencia Energética en el Transporte Automotor*, Informe Técnico. Universidad de Cienfuegos. Cuba.
- Gentil, B., S. Ometto, C. Arruda (1978). Distancia económica máxima para el transporte de la caña de azúcar. *Int. Sugar*, 60(6), 202-204.
- Manso R. (2010). La Caña de azúcar: Principal cultivo de la agricultura, [en línea] Disponible: <http://www.radiohc.cu/espanol/agricultura/exclusivas/caña.htm>
- Matos, R. N., García, C. E. (2012). Evaluación técnica y de explotación de los camiones en la transportación de la caña. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2).
- 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.
- 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. Disponible: [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- Valdés, G. A. (2010): Sistema Automatizado para la Organización de la Cosecha de la Caña de Azúcar. Disponible: [www.monografias.com](http://www.monografias.com).
- Varela, P, J. (2010). "Faltaron control y exigencia en la zafra". Periódico Granma. La Habana.

**Fecha de recibido: 12 abr. 2017**  
**Fecha de aprobado: 10 jun. 2017**