

MECANIZACIÓN AGRÍCOLA

ARTÍCULO ORIGINAL



<https://eqrcode.co/a/SIWQLB>

Evaluación de indicadores de operación tractor-grada en labores de preparación de suelos

Evaluation of Tractor-Harrow Operation Indicators in Soil Preparation Work

Dr.C. Enildo Osmani Abreu-Cruz^{I*}, Dr.C. Ramón Liriano-González^I, Ing. Frank David Sánchez-Herrera^{II}, Ing. Daniel Sánchez-Fundora^{II}, Dr.C. Sergio Luis Rodríguez-Jiménez^I, Ing. Dayne Amaro-Sánchez^{III}

^I Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Matanzas, Cuba.

^{II} Empresa Agroindustrial Victoria de Girón, Jagüey Grande, Matanzas, Cuba.

^{III} Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. En la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, la labor de mullición se realiza con el agregado tractor Belarus modelo 1523 y la grada “La Sidero”, de reciente adquisición, de los cuales se tiene muy poca información de su comportamiento, es por ello que se hace necesario realizar su evaluación tecnológica y de explotación, con vista a conocer el comportamiento de los principales indicadores y establecer criterios para su uso más eficiente, lo cual constituye el objetivo de este trabajo. Se estudiaron cinco jornadas de ensayos, para lo cual se realizó un fotocronometraje determinándose el comportamiento de los tiempos que conforman la jornada laboral, los índices de productividad de acuerdo con los diferentes tiempos y los coeficientes de explotación e indicadores de calidad de la labor. Los resultados obtenidos mostraron un comportamiento favorable del tiempo de turno, que osciló entre un 83,8 y un 86,3% del tiempo total de la jornada; el tiempo operativo, tiempo productivo y tiempo de trabajo limpio se mantuvieron muy estables durante las cinco jornadas; sin embargo, se encontró una diferencia marcada entre el tiempo de trabajo limpio y el tiempo total de la jornada, superior a las 3 h. Los coeficientes de seguridad técnica (0,95) y de utilización del tiempo productivo (0,84) mostraron un buen desempeño del agregado y una alta fiabilidad técnica; por el contrario, el coeficiente de seguridad de explotación (0,61) y la productividad por hora de tiempo de explotación (0,62 ha) fueron bajos.

Palabras clave: Implementos, índices, labranza, maquinaria, productividad.

ABSTRACT. In the Agroindustrial Company “Victoria de Girón”, the softening work is carried out with the Belarus tractor aggregate model 1523 and the “La Sidero” harrow, recently acquired, of which there is very little information on their behavior. that it is necessary to carry out its technological and operation evaluation, in order to know the behavior of the main indicators and establish criteria for their more efficient use, which is the objective of this work. Five days of tests were studied, for which a photochronometry was made, determining the behavior of the times that make up the working day, the productivity indices according to the different times and the operation coefficients and quality indicators of the work. The results obtained showed a favorable behavior of the shift time, which ranged between 83.8 and 86.3% of the total time of the day; operating time, productive time and clean work time remained very stable during the five days; however, a marked difference was found between clean work time and the total time of the day, greater than 3 hours. The coefficients of technical safety (0.95) and of use of productive time (0.84) showed a good performance of the aggregate and a high technical reliability; on the contrary, the exploitation safety coefficient (0.61) and productivity per hour of operation time (0.62 ha) were low.

Keywords: Implements, Indexes, Tillage, Machinery, Productivity.

INTRODUCCIÓN

La agricultura mecanizada es atractiva al disminuir los costos de producción, así como el tiempo y las horas de trabajo bajo en las actividades prioritarias, ya que ahorra recursos (Paneque et al., 2018). Sin embargo, la falta de profesiona-

*Autor para correspondencia: Enildo Osmani Abreu-Cruz, e-mail: enildo.abreu@umcc.cu. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5112-3049>

Recibido: 28/01/2020.

Aprobado: 23/07/2021

lismo, los ajustes incorrectos de los diferentes implementos y máquinas agrícolas, entre otros, pueden verse agravados con el empleo de los diferentes equipos convencionales (Gutiérrez *et al.*, 2018). Está claro que el desarrollo de la mecanización como elemento importante en la producción agrícola, solo es posible con la introducción del desarrollo científico-técnico, para lo cual se debe contar con un parque de maquinaria cuya eficiencia y durabilidad dependa, sobre todo, del modo en que se emplee (Sotto *et al.*, 2006).

La maquinaria agrícola se encuentra en constante transformación, buscando ajustarse a las altas exigencias de la agricultura, lo que está a tono con el desarrollo agropecuario actual, en el que se encuentra inmerso el país con la introducción de nuevas tecnologías, como son maquinaria de punta, dentro de las que se encuentran la adquisición de nuevos tractores e implementos agrícolas, muchos de ellos destinados principalmente a la preparación de los suelos (López y Herrero, 2016; Minag-Cuba, 2016).

Para los cítricos y frutales, las tecnologías que se establecen comprenden las labores de rotura, cruce y mullido, cuando las condiciones de las áreas lo permiten, no obstante en los suelos Ferralíticos típico de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, Jagüey Grande, Matanzas, con un alto índice de rocosidad, pedregosidad y poca profundidad, en las áreas de replante, se hace necesario una labor de acondicionamiento del campo (desbrozado con Buldócer), seguido de una labor de mullición con grada media o pesada, de discos y tractor de alta potencia, que se hace solamente en la hilera donde se van a establecer las plantas después del marcado.

La labor de mullición en la actualidad se realiza con el agregado tractor Belarus modelo 1523 y la grada “La Sidero”, de reciente adquisición en la entidad, de los cuales se tiene muy poca información de su comportamiento para las condiciones descritas, es por ello que se hace necesario realizar su evaluación tecnológica y de explotación, con vista a conocer el comportamiento de los principales indicadores y establecer criterios para su uso más eficiente, lo cual constituye el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Granja # 3 perteneciente a la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón, la cual presenta un área total cultivable dedicadas a cítricos y frutales de 14 281,8 ha, estructurada por Unidades Empresariales Básicas (UEB), en las que predominan los suelos Ferralíticos rojos típico con un plan de siembra o replantación anual de 1 000 ha. Se evaluó el comportamiento del tractor Belarus modelo 1523 y la grada (La Sidero), teniendo en cuenta los indicadores tecnológicos y de explotación de los agregados mecanizados (conjunto máquina tractor [CMT]), así como la calidad de labor para este tipo de actividad.

Caracterización de la grada (Grada pesada semidesmonte La Sidero):

- Grada de 20 discos de 30” (762 mm)
- Separación entre discos 310 mm
- Ancho de labor 3.060 m

- Peso 3500 kg
- Cilindro hidráulico elevador del tren de rodaje
Caracterización del tractor Belarus 1523:
- Motor D-260.1 de cuatro tiempos con turbo de 6 cilindros en línea.
- Potencia 150 Hp
- Peso 5800 kg
- No revoluciones del motor 2275 rpm
- Nominal esfuerzo a tracción 30 KN
- Velocidad máxima 38 km/h

Las determinaciones se realizaron de acuerdo con la metodología que establece la (NC: 34-37: 03, 2003) y criterios establecidos por diferentes autores (Garrido, 1984; González, 1993). Se realizó el fotocronometraje en cinco turnos de ensayos, determinándose los diferentes tiempos que conforman la jornada laboral para las actividades mecanizadas.

Se anotaron en orden cronológico todas las operaciones y los elementos del tiempo de trabajo de la máquina y se especificaron los datos sobre la organización de los ensayos. Los componentes del agregado, el régimen de trabajo de la máquina, las características del cultivo que se labora, los materiales, el gasto de combustible, el volumen de trabajo realizado, los gastos de aceite y grasa, la cantidad de personal de servicio y otros datos vinculados con la prueba de la máquina. El cronometraje de los días de trabajo se realizó ininterrumpidamente durante todo el turno y la observación se llevó a cabo desde el momento del comienzo del trabajo del personal de servicio.

Se calcularon los índices tecnológicos y de explotación siguientes:

Índices de productividad:

- Productividad por hora de tiempo limpio. (W 1)
- Productividad por hora de tiempo operativo. (W 02)
- Productividad por hora de tiempo productivo. (W 04)
- Productividad por hora de tiempo de explotación. (W 07)

Coefficientes de explotación:

- Coeficiente de utilización del movimiento de trabajo. (K m)
- Coeficiente de mantenimiento técnico. (Kmt)
- Coeficiente de seguridad técnica. (Kst)
- Coeficiente de utilización del tiempo productivo. (K04)
- Coeficiente de utilización del tiempo de explotación. (K07)

Frente de labor real o Ancho de trabajo real (Br):

Para medir este indicador la metodología utilizada se ajustó a la tecnología de laboreo aplicada y a la cinemática de la labor. Con una cinta métrica se midió el ancho total laborado después de las tres pasadas de la grada. Para este trabajo se seleccionaron dos puntos en el campo separados a no menos de 20 m de la cabecera del campo, y con una separación de 1 m, se hicieron 20 mediciones del ancho de labor.

Velocidad real de trabajo (Vr):

Se determinó en dos puntos diferentes del campo, considerando los viajes de ida y regreso, a una distancia de 80 m.

$$V = S / T$$

donde:

V= velocidad de traslación (m/s)

S=espacio recorrido, (m)

T=duración del recorrido, (seg)

Profundidad de trabajo

Para evaluar la profundidad se tomaron seis puntos por campo en forma de una diagonal cubriendo toda el área, teniendo en cuenta los efectos de borde. En cada punto se situó una

varilla de metal (transversal a la dirección de la última labor) y se midió cada 10 cm la profundidad del lecho preparado mediante una regla graduada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 refleja los datos primarios del cronometraje realizado al agregado formado por el Tractor Belarus modelo 1523 y Grada La Sidero de disco, durante cinco jornadas diarias de trabajo del agregado, seleccionadas para los ensayos.

TABLA 1. Valores primarios obtenidos del cronometraje realizado al agregado durante las jornadas de ensayos

Valores primarios		Jornadas de ensayos (Turnos)					X	Cv (%)
		1	2	3	4	5		
Tiempo total de la jornada (T)	h/min	10:15	9:30	9:45	9:58	9:59	9:49	2,83
Tiempo de trabajo limpio (Tt) (T ₁)	h/min	6:33	5:49	4:51	6:39	6:29	6:03	11,9
Tiempo auxiliar (T ₂₁)	min	25	21	23	23	27	23,8	9,58
Tiempo de mantenimiento técnico de la máquina en ensayo (T ₃)	min	25	24	24	28	22	24,6	8,9
Tiempo para el MT diario (T ₃₁)	min	15	15	15	20	14		
Tiempo de preparación de la máquina para el trabajo (T ₃₂)	min	10	9	9	8	8		
Tiempo para la eliminación de los fallos (T ₄₂)	min	24	14	45	0	5	17,6	
Tiempo de descanso y necesidades personales (T ₅)	h/min	1:03	1:11	1:00	1:23	1:19	1:07	8,91
Tiempo de traslados en vacío (T ₆₁)	h/min	1:20	1:25	1:36	1:16	1:17	1:13	6,65
Tiempo de mantenimiento técnico de la máquina agregada a la de ensayo (T ₇)	min	5	5	45	0	0	11	174,3
Tiempo de paradas por causas ajenas a la máquina (T ₈₃)	h/min	0:42	0:42	0:45	1:03	1:06	0:86	23

X: Valor promedio; Cv: coeficiente de variación

Como se puede observar en la tabla, el tiempo total de la jornada tuvo una duración promedio de 9 horas y 49 minutos, con muy poca variación en el valor mostrado para cada día de ensayo, lo que se confirma en el coeficiente de variación para este indicador, que fue solamente del 2,83%. Ello indica que esta actividad en la empresa se mueve con bastante uniformidad en un rango superior a las 9 h, aunque pudiera alcanzar o superar las 10 horas de jornada en algún momento de esta actividad, como se muestra en el valor de la jornada 1. Sin embargo, la jornada que está establecida mediante el convenio colectivo de trabajo es de comenzar a las 7:00 am y concluir a las 5:00 pm, con una hora de almuerzo.

Además del tiempo de trabajo limpio (Tt), que fluctuó entre las 4:51 horas y las 6:39 horas, se pudo determinar el comportamiento del tiempo preparativo conclusivo, que estuvo determinado en este caso por el tiempo de mantenimiento diario antes de comenzar la jornada, tiempo de preparación de la máquina para el trabajo (composición de agregado) (T₃) y el tiempo de traslados en vacío (T₆), que se refiere este último al tiempo de traslado del parqueo hacia el campo y viceversa (T₆₁). Con respecto al tiempo de trabajo limpio se puede apreciar que su valor total fue superior a las 15 horas de acuerdo con lo establecido en la norma cubana para la evaluación de estas actividades.

Se identificaron además el tiempo para la eliminación de fallos (T₄), asociados en esta actividad a fallos técnicos (T₄₂); tiempo de descanso y necesidades personales (T₅) y tiempo de mantenimientos técnicos de la máquina agregada a la de ensayo (T₇). Con todos ellos se pudieron calcular también, el tiempo de turno (T.tu), que se refiere a la diferencia entre el tiempo total de la jornada y el tiempo preparativo conclusivo (Tpc); el tiempo operativo (T. operativo), que está representado por el tiempo de trabajo limpio más el tiempo auxiliar (T₁ y T₂), y el tiempo productivo (T. productivo), que incluye el tiempo de trabajo limpio, tiempo auxiliar, tiempo de mantenimiento de la máquina en ensayo y tiempo para la eliminación de fallos (T₁, T₂, T₃, T₄).

Con los resultados obtenidos se hizo una valoración de la relación entre el tiempo total de la jornada, el tiempo de turno (T.tu), el tiempo de trabajo limpio (Tt), el tiempo operativo (T. operativo) y el Tiempo productivo (T. productivo), durante las cinco jornadas de ensayo, la cual se presenta en la Figura 1.

Como se aprecia, la diferencia entre el tiempo de turno con respecto al tiempo total de la jornada durante todos los ensayos, puede decirse que también tuvo un comportamiento uniforme, se presenta un intervalo casi constante en cuatro de los cinco días de ensayos, que se correspondieron con el tiempo empleado en el Tpc, asociado con la composición de agregado (T₃₂) y el tiempo de traslados en vacío (T₆), este último dado por el tiempo de traslado del parqueo hacia el campo y viceversa (T₆₁). Solamente en el ensayo 3 hubo una diferencia más marcada en relación a las restantes, debido a que se realizaron operaciones de manteni-

mientos técnicos vinculados al tractor que no están concebidas en las operaciones de mantenimiento técnico diario para el tractor Belarus 1523, pero que fueron necesarias realizar en ese momento, condición que fue muy particular para esa jornada de ensayo.

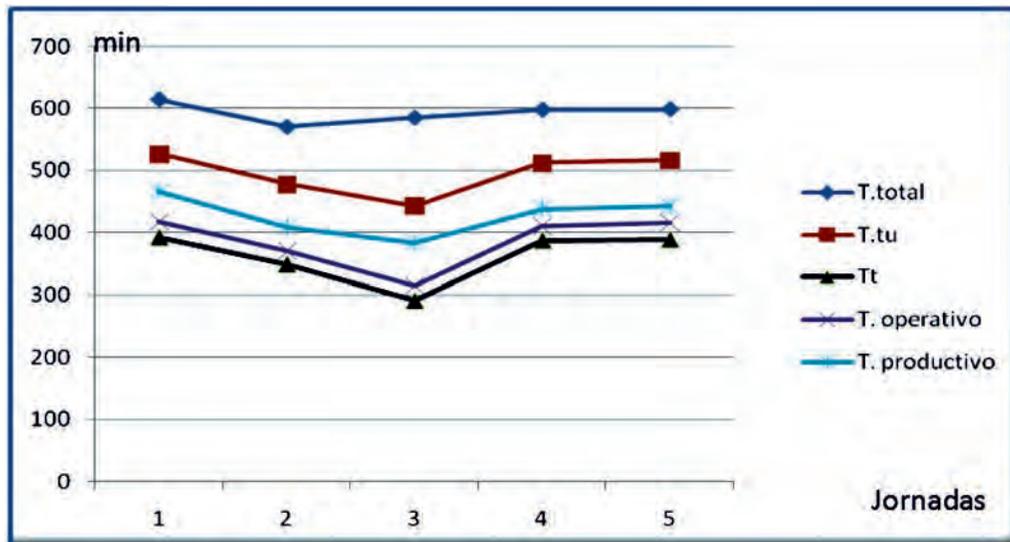


FIGURA 1. Relación entre el tiempo total de la jornada laboral, el tiempo de turno (T.tu), el tiempo de trabajo limpio (Tt), el tiempo operativo (T. operativo) y el Tiempo productivo (T. productivo), durante las cinco jornadas de ensayo.

Este resultado sugiere que las operaciones inherentes al Tpc para esta labor con el agregado formado por el tractor Belarus 1523 y la grada “La Sidero” se realizaron utilizando solamente el tiempo necesario para la ejecución de las mismas, lo que se considera un aspecto positivo para el uso eficiente de la maquinaria agrícola en la entidad, y puede estar relacionado con las habilidades del operador, las exigencias agrotécnica y tecnológicas de la labor (expresadas en la preparación de la máquina para el trabajo), la velocidad de marcha correcta del agregado durante los traslados y la disciplina del operador para no realizar paradas innecesarias u otros recorridos ajenos a los establecidos en estas actividades.

La diferencia entre el T.total y el T.tu fue menor a los 100 minutos en cuatro de las cinco jornadas, lo que indica que la duración del tiempo preparativo conclusivo en esta labor es alrededor de 1 h y 25 min, oscilando el tiempo de turno aproximadamente entre el 83,8 y el 86,3% del tiempo total de la jornada (8:30 h), el cual puede considerarse como favorable para la explotación del agregado, de acuerdo con lo informado por (Acevedo *et al.*, 2017; Gutiérrez *et al.*, 2004), en cuanto a la necesidad de preparar la máquina para el trabajo antes de usarla, estos autores se refieren a un 12 % de Tpc de la jornada como favorable en la investigación realizada; en este estudio el tiempo utilizado osciló entre el 13 y 16%, sin considerar el ensayo 3, que también indica un comportamiento positivo para este tipo de actividad. Sin embargo, es importante considerar que mayores distancias entre el parqueo y el área de trabajo pueden incrementar el Tpc innecesariamente y por consiguiente afectar el tiempo de turno, lo que es un hecho en las condiciones de la empresa Agroindustrial Victoria de Girón.

Por otra parte, el tiempo promedio de trabajo limpio estuvo sobre los 360 min (6:03 h), como promedio general de los ensayos (Tabla 1), mostrando una diferencia que osciló alrededor de las 3,5 h con respecto al tiempo total de la jornada, con excepción

del ensayo 3 que fue de 4:54 h, lo que estuvo influenciado por el propio comportamiento del T.tu. Sin embargo en relación al T.tu, la diferencia que muestra el Tt se mantuvo estable o con muy poca variación durante las cinco jornadas evaluadas, definida esta por todos los restantes tiempos ocurridos que fueron determinados durante el foto cronometraje (Tabla 1), que también determinan la relación del tiempo de trabajo limpio con el tiempo total de la jornada, con un mayor peso atribuible en este estudio al tiempo de descanso y necesidades personales (T_5), seguido del tiempo de mantenimientos (T_{31}) y (T_7), tiempo auxiliar (T_{22}) y el tiempo de interrupciones por desperfectos técnicos (T_{41}).

En relación a la correspondencia entre el tiempo de turno y el tiempo de trabajo limpio, de acuerdo con los valores mostrados en la Figura 1, el Tt representa alrededor del 75% del T. tu, siendo un poco menor en el ensayo 3 que fue del 65,9%, afectado en este caso por pérdida de tiempo debido a desperfectos técnicos en la grada. No obstante el aprovechamiento del T.tu, se puede considerar como apropiado para el trabajo del agregado en las condiciones de la empresa, lo que puede no estar en línea con lo informado por (Garrido, 1984) en cuanto a los índices establecidos en la utilización del tiempo de turno de la jornada laboral en labores mecanizadas con el uso de las grada, que se refiere a un índice de 0,85, y también con los resultados de (López y Herrero, 2016), los cuales informan valores favorables de aprovechamiento del tiempo de turno para la labor de gradeo del 81%, sin embargo en este propio análisis autores como (Gutiérrez *et al.*, 2004) citan a Vediniapin (1968), el cual se refiere a que el tiempo de turno puede moverse en un rango entre el 0,7 y 0,8 del tiempo total de la jornada, y a Mogorianu (1983), el cual destaca que este coeficiente se mueve en el rango de 0,58 a 0,89, según la tecnología utilizada, la configuración de los campos, la calidad en la organización del trabajo, el largo de las pasadas, la topografía del terreno y el tipo de suelo, entre otros.

En relación a estos últimos criterios y al valor mostrado en al aprovechamiento del tiempo de turno del agregado, se puede afirmar que estos aspectos se presentan de manera adecuada en las condiciones de la empresa, aunque con las limitaciones inherentes a las condiciones de las áreas (características de los suelos, distancia entre el parqueo y el área de trabajo).

En lo referente al tiempo operativo y tiempo productivo, hay que destacar que el tiempo operativo está determinado por el tiempo de trabajo limpio y el tiempo auxiliar, estando este último representado en este tipo de labor por el tiempo de viraje en la cabecera del campo (T_{21}), y el tiempo de traslados en vacío en el área de trabajo de una parcela a otra.

De acuerdo con la cinemática de la labor establecida en la tecnología que se emplea para la preparación de suelos en la plantación de cítricos y frutales en la empresa Agroindustrial Victoria de Girón y las condiciones de las áreas, el tiempo de viraje en la cabecera del campo (T_{21}), se consideró efectivo y se movió entre 21 y 27 min (Tabla 1) lo que no coincide con lo informado por (Sánchez, 2018) para esta misma actividad. Ello evidencia que el tiempo de trabajo limpio se comporte en valores muy cercano al tiempo operativo, como se muestra en la Figura 1, lo que ocurrió de manera estable en las cinco jornadas de ensayos.

Respecto al tiempo auxiliar, (Gutiérrez *et al.*, 2004) se refieren a un 3% del tiempo de movimiento dentro del área de trabajo, y lo identifica como favorable a partir de una buena selección de la cinemática empleada, la cual coincide con la utilizada con este agregado (virajes de lazos de 180° en la cabecera del campo). Por su parte (González *et al.*, 2017), manifiestan la importancia

del tiempo de viraje en el aprovechamiento del tiempo operativo de los agregados, en este sentido los autores diferencian los implementos que son de acoplamiento integral, con una menor longitud del viraje y por consiguiente un menor tiempo empleado en el mismo, y los que son de arrastre como pueden ser gradas y arados, que necesitan una mayor longitud y tiempo para el viraje.

Con respecto al tiempo productivo (T. productivo), este está determinado por el tiempo de trabajo limpio, el tiempo auxiliar, el tiempo de mantenimientos técnicos (T_3) y el tiempo para la eliminación de los fallos (T_4), con incidencia en este agregado, el T_{42} , que se refiere a los fallos por desperfectos técnicos. Todos ellos determinaron que la diferencia con respecto al tiempo de trabajo limpio sea mayor que la diferencia mostrada en relación al tiempo operativo, como es lógico, aunque en este estudio las interrupciones debido a fallos técnicos no fueron tan considerables. No obstante, en la jornada 1, fue de 24 minutos y en la 3 fue de 45 minutos; asociados a cambios de tornillos partidos en los discos de la grada y salidero en la manguera del cilindro hidráulico de la grada.

En este caso puede considerarse que el tiempo productivo no tuvo un comportamiento tan estable como el T. operativo durante las jornadas de ensayos, pero las interrupciones tampoco fueron frecuentes ni de mucha complejidad.

Concerniente a los coeficientes de explotación, en la Figura 2 se presenta el alcance de los coeficientes de utilización del tiempo de movimiento (K_{21}), de seguridad técnica (K_{41}), de mantenimientos técnicos (K_3), de utilización del tiempo productivo (K_{04}) y de utilización del tiempo de explotación (K_{07}), determinados de forma general para todo el período de estudio.

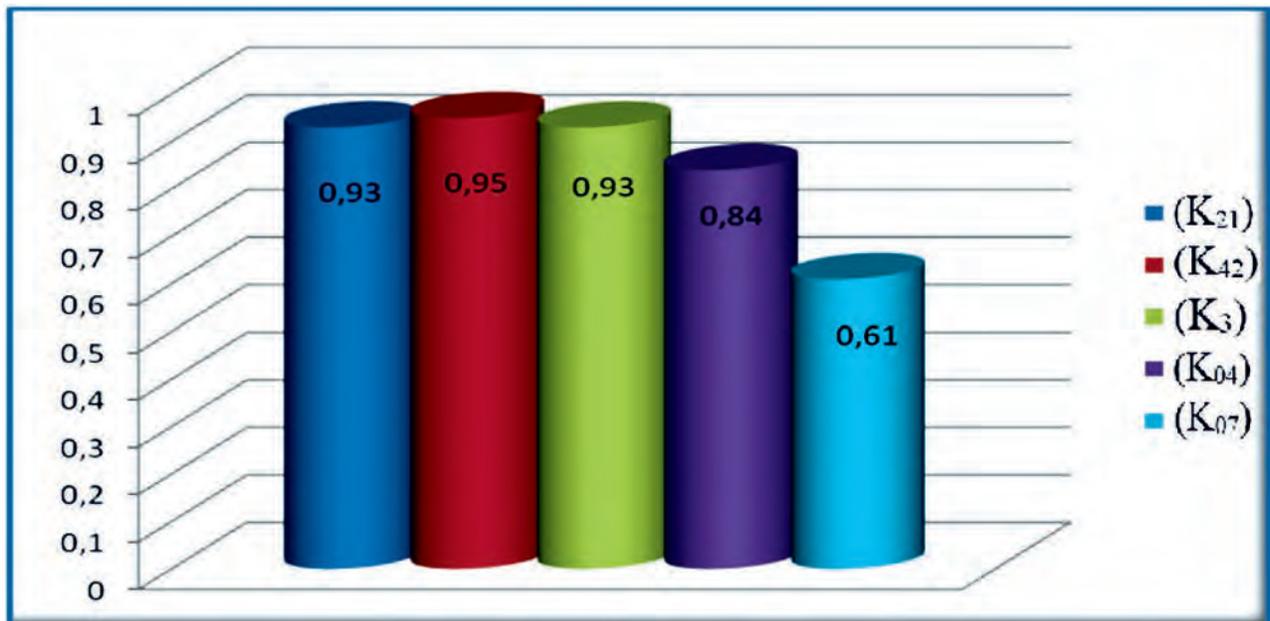


FIGURA 2. Comportamiento de los coeficientes de explotación: coeficiente de utilización del movimiento de trabajo (K_{21}), coeficiente de seguridad técnica (K_{42}), coeficiente de mantenimiento técnico (K_3), coeficiente de utilización del tiempo productivo (K_{04}) y coeficiente de utilización del tiempo de explotación (K_{07}).

Los resultados muestran que a pesar de las condiciones de las áreas de la empresa el agregado logra indicadores de explotación muy ventajosos en este tipo de actividad, alcanza valores hasta de 0,95 para el K_{42} y para el coeficiente de utilización del tiempo de movimiento (K_{21}), un valor promedio de 0,93, lo que está relacionado con la utilización del tiempo de trabajo limpio, la cinemática del agregado durante la labor, la fiabilidad técnica del conjunto y el tiempo invertido en el mantenimiento técnico

diario. El valor mostrado en el coeficiente de utilización del movimiento se justifica a partir de lo explicado anteriormente en cuanto al comportamiento del tiempo operativo (Figura 1), ya que de acuerdo con la cinemática del agregado y la tecnología de laboreo que se aplica, el viraje se realiza con bastante uniformidad, lo que está condicionado por las habilidades del operador y el buen estado técnico del agregado.

El resultado logrado con el K42 muestra una alta fiabilidad técnica de la grada “La Sidero” para la realización de esta actividad en las condiciones de la empresa. De las cinco jornadas de ensayos solamente tres fueron afectadas por interrupciones debido a desperfectos técnicos, no considerándose ninguna de ellas de larga duración, aunque en la jornada 3 fue de 45 min. Estos resultados sugieren que, a pesar de las condiciones poco favorables en estas áreas para el trabajo de este implemento, se garantiza una asistencia técnica adecuada del especialista, lo que permite fijar los parámetros de explotación óptimos del agregado referentes a las exigencias tecnológicas de la máquina, regulaciones para el trabajo, velocidad de trabajo adecuada y exigencias agrotécnicas.

El K3 refleja un tiempo invertido en esta actividad que puede interpretarse como racional para este tipo de implemento ya que está relacionado con la revisión y ajuste de todos los puntos de apriete, engrase y otras operaciones que pueden estar asociadas a limpieza o cambio de alguna pieza o tornillo, lo cual se comportó de manera favorable, estando en correspondencia con lo informado por (Sánchez, 2018). Sin embargo, el tiempo empleado en el mantenimiento diario del tractor (revisión de los niveles y ajuste de alguna pieza o unión) también puede

influir en el comportamiento de este indicador por un mayor incremento del tiempo empleado como ocurrió en el ensayo 3, donde se cambió una correa y se limpió del filtro del aire acondicionado, aunque en este caso las operaciones realizadas no están concebidas dentro del mantenimiento técnico diario del tractor. No obstante, el trabajo limpio solamente se afecta por este concepto en un 7% (0,07), lo cual indica un uso óptimo del tiempo en esta actividad. En relación a este aspecto autores como, (Gutiérrez *et al.*, 2004; Vázquez *et al.*, 2017) han informado criterios similares.

El K_{04} muestra un valor favorable en la evaluación del agregado, no comportándose de la misma manera el K_{07} , en el que el valor que se refleja puede considerarse como bajo.

El K_{07} como lo establece la (NC: 34-37: 03, 2003), es afectado por todos los tiempos ocurridos durante la jornada laboral, con excepción de los que se presentan ajenos a la máquina de ensayo. En este estudio el T_{07} se afectó de manera considerable por el tiempo de traslado en vacío del parqueo al área de trabajo y viceversa y el tiempo de descanso y necesidades personales (horario de almuerzo), este último fue superior a la hora de almuerzo en cuatro jornadas de las cinco evaluadas, aunque en pequeña medida; de este indicador, autores como (González *et al.*, 2017; Vázquez *et al.*, 2017) precisan que el coeficiente no debe ser inferior a 0,7.

Los índices de productividad se presentan en la Figura 3. Este cálculo refleja el volumen de trabajo realizado por hora de tiempo limpio (WT_1), por hora de tiempo operativo (WT_{02}), por hora de tiempo productivo (WT_{04}) y por hora de tiempo de explotación (WT_{07}).

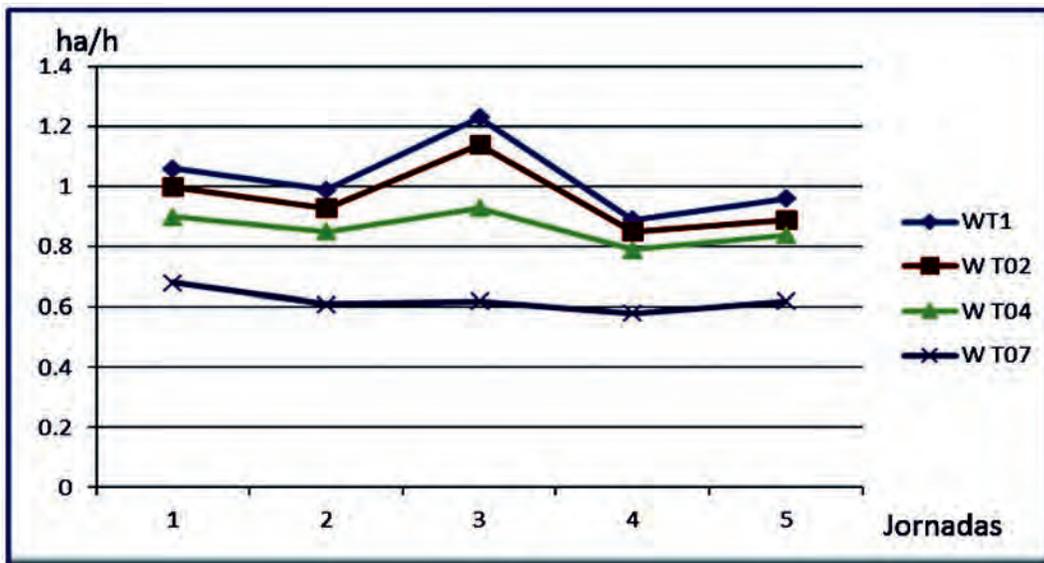


FIGURA 3. Comportamiento de la productividad por hora de trabajo. WT_1 : productividad por hora de tiempo limpio, WT_{02} : Productividad por hora de tiempo operativo, WT_{04} : Productividad por hora de tiempo productivo, WT_{07} : Productividad por hora de tiempo de explotación.

En la información que aporta este resultado, es importante destacar el comportamiento particular de cada índice durante las cinco jornadas de ensayo, lo que es muy positivo para el estudio realizado. De acuerdo con lo establecido por la (NC: 34-37: 03, 2003) los turnos de control (jornadas de ensayos) se consideran similares si las productividades por hora en los distintos días de ensayo por separado no tienen una desviación entre sí mayor a $\pm 10\%$, lo cual se cumple en este estudio para el índice de productividad por hora de tiempo de explotación (WT_{07}) y por hora de tiempo productivo. No obstante los niveles de productividad alcanzados en cada índice fueron bajos (1,02- 0,62), siendo el más afectado la productividad por hora de tiempo de explotación

(0,62), en la que se tiene en cuenta un tiempo mayor de jornada, con una mayor influencia del tiempo de traslado en vacío del parqueo al área de trabajo y viceversa como ya se ha destacado en relación los coeficiente de explotación, lo que coincide con lo informado por (Sanfort *et al.*, 2019), los cuales se refieren a resultados similares en la productividad de agregados agrícolas.

Referente a este análisis autores como (Vázquez *et al.*, 2012; López y Herrero, 2016; González *et al.*, 2017), se refieren a niveles de productividad en labores de preparación de suelos con uso de gradas, superiores a la unidad por hora de tiempo limpio, inclusive por hora de tiempo de explotación, informado este último por (González *et al.*, 2017; Vázquez *et al.*, 2017) lo que no se cumple totalmente en este estudio. No obstante, las productividades de los agregados no dependen solamente del aprovechamiento del tiempo de trabajo limpio de la jornada, también dependen del frente de labor teórico, su aprovechamiento y de la velocidad de trabajo real (Garrido, 1984; González, 1993; Jróbstov, 1977).

El comportamiento particular de los índices de productividad con este agregado, en el que en la mayoría de los coeficientes son bajos (valores menores a la unidad), está dado por la tecnología de laboreo utilizada de acuerdo con las exigencias agrotécnicas de la labor para estos cultivos y las condiciones del suelo (Lobato *et al.*, 2017). En este sentido hay que destacar que el agregado hace tres pasadas por encima del mismo surco, contándose como tiempo de trabajo limpio, sin embargo, el área laborada es la misma prácticamente, ya que el ancho de labor se mueve poco entre un pase y otro.

Sin embargo la productividad potencial de este agregado por hora de trabajo limpio empleando el método de cálculo de acuerdo con (Garrido, 1984; González, 1993) puede ser de

1,63 ha/h, considerando que el frente de labor de la grada La Sidero es de 3,5 m y la velocidad de trabajo de 4,67 km/h como promedio general de este estudio, lo que la hace muy similar a lo planteado por los autores antes mencionados, los cuales se refieren a valores de productividad por hora de trabajo con el empleo de gradas similares entre 1,28 ha/h y 1,83 ha/h.

Los indicadores de calidad de la labor medidos al agregado se presentan en la Tabla 2.

Como se puede observar en el comportamiento de estos indicadores, el agregado desarrolla un régimen de velocidad óptimo para la labor, lo que se hace evidente por los porcentajes de patinaje bajos que se reflejan, al tiempo que cumple con las exigencias agrotécnicas para este tipo de actividad (Garrido, 1984; González, 1993), el cual puede ser desde 4 hasta 12 km/h dependiendo de las características de la grada, de las condiciones de las áreas y de las exigencias agrotécnicas específicas de la labor que se realiza. La profundidad de trabajo se mantuvo muy similar durante todos los días de estudio, aunque no cumple con niveles que se requiere en labores de preparación de suelos para cítricos y frutales, la cual se recomienda hasta 30 cm (Lobato *et al.*, 2017). No obstante, de acuerdo con los objetivos que se persigue con esta labor en las condiciones de la empresa, estos niveles de profundidad aportan resultados beneficiosos para la calidad en la actividad posterior de plantación. El frente de labor, de acuerdo con la cinemática que desarrolla el agregado, está determinado por el área que labora sobre el surco o hilo donde se van a establecer las nuevas posturas, en el cual se realizan tres pasadas solapadas, como ya se explicó antes, es por ello que el frente de labor desarrollado en cada pase siempre coincide con su ancho teórico, (3,50 m).

TABLA 2. Comportamiento de algunos indicadores de calidad en la labor realizada por el Conjunto Máquina Tractor (CMT) en las condiciones de la empresa

(CMT): Grada La Sidero-Tactor Belarus 1523							
Indicadores	UM	Jornadas de ensayos (Turnos)					X
		1	2	3	4	5	
Profundidad de labor (promedio por jornada)	cm	9,5	10	12	11,5	10	10,6
Frente de labor	m	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	
Velocidad de trabajo	km/h	4,8	4,57	4,8	4,57	4,64	4,67
(Patinaje)	%	4	8	4	8	7,2	6,24

Los resultados obtenidos a partir del comportamiento de los indicadores de calidad, sugieren que el agregado formado por el tractor Belarus 1523 y la grada La Sidero satisfacen las exigencias agrotécnicas para las labores de preparación de suelo en las áreas de replante en las condiciones de la empresa.

CONCLUSIONES

- El balance de los tiempos ocurrido en la jornada laboral durante el trabajo realizado por el agregado tractor “Belarus” modelo 1523 y la grada “La Sidero” tuvo un comportamiento favorable durante los cinco turnos de ensayos, con un buen desempeño de éste en la calidad de la labor realizada, no obstante, se observó una diferencia marcada del tiempo de trabajo limpio con respecto al tiempo total de la jornada.

- Los tiempos que más afectaron el aprovechamiento del tiempo de trabajo limpio del agregado fueron el T_5 y el T_6 (tiempo de descanso y necesidades personales y tiempo de movimiento en vacío).
- Los índices de productividad y coeficientes de explotación calculados en relación al tiempo de trabajo limpio del agregado, tiempo operativo y tiempo productivo, mostraron valores favorables para este tipo de actividad en las condiciones de la empresa, lo que demuestra alta fiabilidad técnica del conjunto, experiencia del técnico en los mantenimientos y habilidades del operador, sin embargo los índices asociados al T_{07} (tiempo total de explotación), no mostraron buenos resultados, lo que pudo deberse a problemas en la organización del trabajo durante las jornadas estudiadas, reflejado en el T_5 y el T_6 .

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, P.M.; GONZÁLEZ, A.J.A.; MACHADO, T.N.; ACEVEDO, D.M.; GONZÁLEZ, C.O.; HERRERA, S.M.: "Índices de fiabilidad de tractores XTZ-150K-09 en la Empresa Agropecuaria Valle del Yabú", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2306-1545, e-ISSN: 2227-8761, 7(2): 45-50, 2017.
- GARRIDO, P.J.: *Implementos, máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación*, Ed. Científico Técnica, pp. 504, La Habana, Cuba, 1984.
- GONZÁLEZ, C.O.; MACHADO, T.N.; GONZÁLEZ, A.J.A.; ACEVEDO, P.M.; ACEVEDO, D.M.; HERRERA, S.M.: "Evaluación tecnológica, de explotación y económica del tractor XTZ-150K-09 en labores de preparación de suelo", *Revista Ingeniería Agrícola*, ISSN-2306-1545, e-ISSN: 2227-8761, 7(1): 49-54, 2017.
- GONZÁLEZ, V.R.: *Explotación del parque de maquinaria*, Ed. Félix Varela, Ministerio de Educación Superior, segunda ed., pp. 497, ISBN-959-07-0028-4, La Habana, Cuba, 1993.
- GUTIÉRREZ, F.; HERNÁNDEZ, J.; GONZÁLEZ, A.; PÉREZ, D.; SERRANO, C.; LAGUNA, C.A.: "Diagnóstico de tractores e implementos agrícolas en el municipio de Atlacomulco, Estado de México", [en línea] *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, ISSN-2007-0934, DOI-<https://dx.doi.org/10.29312/remexca.v9i8.1549>, 9(8): 1739-1750, 2018.
- GUTIÉRREZ, R.F.; GONZÁLEZ, H.A.; SERRATO, C.R.; THOMAS, H.; NORMAN, M.T.H.: "Evaluación tecnológico-explotativa del conjunto multiarado-tractor JD Modelo 4235, en la labor de preparación primaria de un suelo Vertisol", *Ciencia Ergo Sum*, ISSN-1405-0269, 11(2): 171-176, 2004.
- JRÓBOSTOV, S.N.: *Explotación del parque de tractores y máquinas*, Ed. MIR, pp. 552, Moscú, URSS, 1977.
- LOBATO, A.; ALONSO, E.; SÁNCHEZ, M.; MAYO, F.: *La preparación de suelo en frutales como un requisito fundamental para una producción sustentable en el tiempo*, Red agrícola 360, Chile, 2017.
- LÓPEZ, S.I.; HERRERO, B.F.S.: "Evaluación de los índices técnico y de explotación del tractor Foton 904 en la preparación de suelo en la Empresa Cultivos Varios «La Cuba»", *Universidad y Ciencia*, ISSN-2227-2690, 5(2): 79-96, 2016.
- MINAG-CUBA: *Actualización técnica y registral de tractores, cosechadoras autopropulsadas, implementos, máquinas y otros agregados*, Ministerio de Agricultura (MINAG), 48pp., La Habana, Cuba, 2016.
- NC: 34-37: 03 "Máquinas Agrícolas y Forestales, Metodología para la evaluación Tecnológica y de explotación", Oficina Nacional de Normalización (NC), La Habana, Cuba, 2003.
- PANEQUE, R.P.; LÓPEZ, G.; MAYANS, P.; MUÑOZ, F.; GAYTÁN, J.G.; ROMANTCHIK, E.: *Fundamentos Teóricos y Análisis de Máquinas Agrícolas*, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, primera edición ed., vol. 1, pp. 456, ISBN-978-607-12-0532-2, Chapingo, Texcoco, México, 2018.
- SÁNCHEZ, F.D.: *Evaluación tecnológica y de explotación del conjunto grada La Sidero-tractor Belarus modelo 1523, en la preparación de suelos en la Empresa Agroindustrial Victoria de Girón*, 60pp., Tesis (en opción al título de Especialista en Fruticultura Tropical), Universidad de Matanzas, Matanzas, Cuba, 2018.
- SANFORT, N.J.; GRAVE DE PERALTA, M.J.A.; TAMAYO, B.R.; SÁNCHEZ, A.J.R.: "Determinación de indicadores tecnológicos explotativos del prototipo de la cosechadora cañera CCA-5000", *Ciencias Holguín*, ISSN-1027-2127, 25(1): 9-22, 2019.
- SOTTO, B.P.; FUENTES, N.; SALVAT, R.; BRIZUELA, M.; LORA, D.; WONG, M.: *ANAEXPLO Maquinaria agrícola. Planificación y control de su utilización*, Ed. AGRINFOR, pp. 166, La Habana, Cuba, 2006.
- VÁZQUEZ, M.H.B.; PARRA, S.L.R.; ORTIZ, R.A.E.: "Evaluación de conjuntos de máquinas utilizados en cuatro tecnologías para la labranza del cultivo de la yuca (Manihot esculenta, Crantz.) (original)", *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*, ISSN-2664-3065, 1(3): 166-179, 2017.
- VÁZQUEZ, M.H.B.; PARRA, S.L.R.; SÁNCHEZ-GIRÓN, R.V.M.; ORTIZ, R.A.: "Análisis de la productividad y el consumo de combustible en conjuntos de labranza en un fluvisol para el cultivo de la yuca (Manihot esculenta, Crantz)", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, ISSN-1010-2760, e-ISSN: 2071-0054, 21(2): 38-41, 2012.

Enildo Osmani Abreu-Cruz, Profesor, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Vía Blanca a Varadero km 3 ½ Matanzas, Cuba, e-mail: enildo.abreu@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5112-3049>

Ramón Liriano-González, profesor, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Vía Blanca a Varadero km 3 ½ Matanzas, Cuba, e-mail: ramon.liriano@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-4099-3065>

Sergio Luis Rodríguez-Giménez, Profesor, Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Vía Blanca a Varadero km 3 ½ Matanzas, Cuba, e-mail: sergio.rodriguez@umcc.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9956-5199>

Daniel Sánchez-Fundora, Especialista en Fruticultura Tropical, Empresa Agroindustrial Victoria de Girón. Finca San José km 3, Torriente, Jagüey Grande, Matanzas, Cuba, e-mail: dir.maquinaria@citrovg.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-2066-2880>

Frank David Sánchez-Herrera, Ing., Empresa Agroindustrial Victoria de Girón. Finca San José km 3, Torriente, Jagüey Grande, Matanzas, Cuba, e-mail: frankdavidsh@nauta.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-2646-245>

Dayne Amaro-Sánchez, Ing., Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. Carretera Fontanar-Wajay, km 2 ½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, e-mail: dayne5375@nauta.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5459-683x>

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

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

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