




Original

Análisis de la eficiencia de agregados agrícolas de última generación

Analysis of the efficiency of the st generation agricultural aggregates

Ada Elis Pompa Vázquez. Ingeniero Mecánico. Empresa de Mantenimiento y Reparación de Plantas Industriales y Equipos Tecnológicos. Bayamo, Cuba. [adaelisp@emontana.une.cu] .

Dr.C. Alain de La Rosa Andino. Ingeniero Mecanizador Agropecuario. Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias. Profesor Titular. Universidad de Granma. Bayamo, Cuba. [arosaa@udg.co.cu] .

MSc. Jorge Luís Ramos Zamora. Ingeniero Mecanización de la Producción Agropecuaria. Máster en Eficiencia Energética. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo, Cuba. [jramosz@udg.co.cu] .

Recibido: 7 de noviembre | **Aceptado:** 1 de febrero

Resumen

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de analizar mediante el cálculo algunos indicadores de eficiencia del trabajo de los agregados agrícolas de última tecnología, estableciendo de forma parcial algunos de estos para la planificación futura de los trabajos agrícolas en la Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique de la provincia Granma. Para la realización de la investigación se utilizaron las normas NC 34-37: (2003), NRAG XXI: (2005). También se tuvieron en cuenta las instrucciones y metodologías expuestas por Jróbstov (1977), Garrido (1989) y González (1993). El diseño utilizado fue completamente aleatorizado. Los resultados mostraron que la mayoría de los valores de los indicadores de eficiencia de estos conjuntos agrícolas se encuentran por debajo de las posibilidades técnicas. Sin embargo, el coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo ($\epsilon\beta$) para el nivelador del suelo, el coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo (ϵV) de la grada pesada de 52 discos y el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno (τ) de la grada mediana de 40 discos se catalogan de aceptables con magnitudes de 0,96, 0,82 y 0,77 respectivamente. Se concluye que las magnitudes de productividad real (W_r) obtenidas se comportaron por debajo de las posibilidades reales del conjunto con magnitudes 14,65; 17,71 y 29,1 ha turno-1 respectivamente. Lo cual se debe a violaciones de los parámetros cinemáticos durante el trabajo.

Palabras claves: ancho de trabajo, velocidad de trabajo, profundidad de trabajo, tiempo de turno y productividad.

Abstract

The present work was developed with the objective of analyzing by means of the calculation some indicators of work efficiency of the latest technology agricultural aggregates, partially establishing some of these for the future planning of agricultural work in the Fernando Echenique Agroindustrial Grain Company of the Granma province. To carry out the research, the standards NC 34-37: (2003), NRAG XXI: (2005) were used. The instructions and methodologies presented by Jrbostov (1977), Garrido (1989) and González (1993) were also taken into account. The design used was completely randomized. The results showed that most of the values of the efficiency indicators of these agricultural groups are below the technical possibilities. However, the working width utilization coefficient ($\varepsilon\beta$) for the floor leveler, the working speed utilization coefficient (εV) of the 52 disc heavy harrow and the shift time utilization coefficient (τ) of the median tier of 40 discs are classified as acceptable with magnitudes of 0,96; 0,82 and 0,77 respectively. It is concluded that the magnitudes of real productivity (W_r) obtained behaved below the real possibilities of the set with magnitudes 14, 65; 17, 71 and 29,1 ha turno⁻¹ respectively. Which is due to violations of kinematic parameters during work?

Keywords: working width, working speed, working depth, shift time and productivity.

Introducción

En Cuba, los cultivares de arroz actualmente presentan un potencial de rendimiento que supera las 7 t·ha⁻¹; sin embargo, en los últimos 20 años el rendimiento no supera las 3,4 t ha⁻¹ como promedio, inferior a la media mundial, lo que es motivado por diferentes causas, entre las que se encuentran: los efectos negativos de factores climáticos, bajo aprovechamiento del período óptimo de siembra, malas prácticas culturales, deterioro de las propiedades de los suelos, afectaciones provocadas por plagas, el predominio de un solo cultivar en grandes extensiones y la calidad de la semilla Pérez, Castro, González, Aguilar y García (2016); Sierra, Herrera, Alemán, Alarcón y Reyes (2012).

La solución del problema alimentario es uno de los principales retos a que están sometidos todos los países, especialmente los subdesarrollados. La producción de granos constituye un grupo de gran importancia y Cuba requiere de un ascenso en la producción de alimentos. Para el logro de lo anterior, el sector agropecuario cubano asume hoy un importante compromiso: el arroz como alimento básico en la dieta cubana requiere un incremento en sus rendimientos productivos (Pérez y Penichet, 2014).

Las políticas agrícolas para incrementar la producción arrocera tienen como finalidad promover la mecanización, aumentar el rendimiento por superficie unitaria, ampliar la superficie cultivada

y lograr la autosuficiencia en la producción o reducir las importaciones de este cereal. Otros aspectos importantes son los costos del cultivo del arroz y su impacto en los ingresos productivos además de la gran dependencia del grano por parte de los países pobres González, Marrero, Marcelino, Monteagudo, Hernández, González, De Bergue, (2015).

La implementación de tecnologías y su adecuación a las condiciones propias de producción en el país, sin dudas constituye una alternativa para lograr los necesarios incrementos del rendimiento (Castro, Díaz, Álvarez, Morejón y Polón, 2014).

El efecto, que sobre el suelo provocan las diferentes tecnologías que se han utilizado para su preparación, cuando se cultiva arroz, es discutido y analizado por todos aquellos que se dedican a su explotación e investigación agrícola, debido a que inciden directamente sobre sus propiedades físico-químicas y biológicas, así como en los procesos que dan lugar al crecimiento y desarrollo de las plantas (Ruiz, Díaz, y Polón, 2005).

En nuestro país se han realizado investigaciones que han estado encaminadas a determinar y evaluar los diferentes indicadores tecnológicos, explotativos y económicos de determinados agregados agrícolas durante la preparación de suelos. Ejemplo de ello son los estudios realizados por Gutiérrez, González, Serrato, y Norman (2004), Machado (2015), López Herrero (2016); González, Machado, González, Acevedo, Acevedo, y Herrera (2017). Estos estudios se han llevado a término sobre agregados conformados por diferentes tractores y aperos de labranza, de los que no se tenía información alguna de los indicadores antes mencionados, lo cual no permitía explotar los mismos de forma eficiente. Máxime cuando son tecnologías de nueva adquisición y sus cualidades de explotación dependen en gran medida de las condiciones de trabajo, como refirió (González et al. 2017).

En Cuba para determinar todos estos indicadores de efectividad se utilizan las normas cubanas (NC 34-37:, 2003; NC 34-38:, 2003; NRAG XXI:, 2005; NRAG XXII:, 2005), las cuales establecen los procedimientos metodológicos para la obtención de los índices de la efectividad tecnológica explotativa de las máquinas agropecuarias y forestales, sometidas a ensayos estatales.

Aunque otros autores han desarrollado programas de computación que sirven como herramientas para facilitar los diferentes cálculos de explotación de los tractores. Algunos de estos son el AnaExplo (Sotto, Brisuela, y Lora, 2006), Explomat (Pereira, Pérez, Marín, y González, 2015), Tractor PT (Catalán, Linares, y Méndez, 2008) y el TecExp (de las Cuevas, Rodríguez, Herrera, y Paneque, 2008) entre otros.

Unos de los procesos beneficiados con nuevas tecnologías en el sistema de máquinas para la producción arrocerá, es la preparación de suelo. En la Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique de nuestra provincia Granma, se introdujeron las gradas Baldan mediana y pesada de 40 y 52 discos respectivamente así como, el alisador de fabricación nacional para formar agregado con el tractor YTO, modelo 1204 en la labor de rotura y alisamiento. Sin embargo, hasta el momento no se conoce el rendimiento técnico posible de estos agregados, solo se mide el área realizada al final del turno, partiendo de los criterios y parámetros de explotación científicamente argumentados. Teniendo en cuenta esta problemática y partiendo de las experiencias de las investigaciones antes mencionadas y de clásicos de los estudios de explotación de la maquinaria agrícola, como Jróbstov (1977), Garrido (1989) y González (1993) la presente investigación tuvo como objetivo analizar mediante el cálculo algunos indicadores de eficiencia del trabajo de estos agregados, estableciendo de forma parcial algunos de estos para la planificación futura de los trabajos agrícolas en la Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique de la provincia Granma.

Población y muestra

Ubicación del lugar donde se desarrolló la investigación

El presente trabajo, se realizó en la Granja Agrícola Arrocerá “La Gabina” del municipio de Río Cauto provincia de Granma, localidad “La Gabina”, ubicada en el km 727 de la carretera Las Tunas – Bayamo. La temperatura promedio en los días de la investigación osciló alrededor de 24,1^oC y la humedad relativa fue de 78 a 83 % según los datos aportados por el Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente de la Delegación Territorial de Granma. La investigación se desarrolló en el campo 96 del lote 13 en el período comprendido del mes de febrero a marzo del año 2019, evaluándose la tecnología de preparación de suelo en seco para el cultivo del arroz (*Oryza sativa L.*) en un *Vertisol* relativamente llano, según la Nueva Clasificación Genética de los suelos de Cuba, (FAO, 1988; MINAGRI, 1999; Soil Survey Staff, 2010) con un grado de malezas insignificante.

Descripción de cómo se conformó el agregado y como fue evaluado.

Los agregados formados y sometidos a los ensayos en la labor de preparación de suelo fueron el tractor YTO X 1204 y gradas Baldan pesada de 52 discos (figura 1). Se seleccionó el segundo escalón de marcha con reductor, siguiendo las recomendaciones del manual de explotación del tractor antes mencionado y el movimiento del conjunto fue de lanzadera (es decir de ida y vuelta). El tipo de viraje o movimiento de giro en los extremos del campo fue en forma de pera abierta (Jróbstov, 1977).



Figura 1. Tractor utilizado para formar agregado con las gradas y el alisador. a) Tractor YTO x1204. b) Grada Baldan pesada de 52 discos.

Descripción del experimento

El diseño utilizado fue completamente aleatorizado. Donde en un mismo campo con dimensiones de 500 m de largo y 300 m de ancho, se seleccionaron tres parcelas independientes con extensiones de 500 m de largo por 40 m de ancho y separadas a una distancia de 15 m (figura 2).

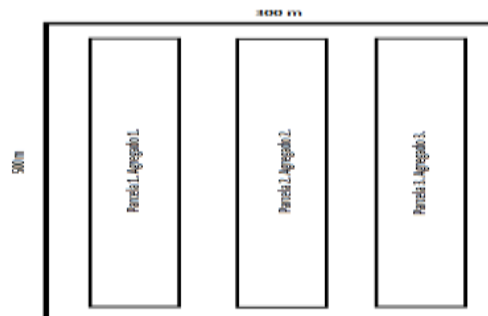


Figura 2. Esquema del diseño de experimento utilizado para efectuar las mediciones en el campo.

Leyenda: Parcela 1. Agregado 1: Tractor YTO x1204 y el alisador de fabricación nacional. Parcela 2. Agregado 2. Tractor YTO x1204 y la grada mediana Baldan de 40 discos. Parcela 3. Agregado 3. Tractor YTO x1204 y la grada pesada Baldan de 40 discos.

Los indicadores evaluados fueron los siguientes

- Coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo (ξBr).
- Coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo (ξVtr).
- Coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno (τ).
- Productividad por jornada de trabajo ($ha \cdot turno$).
- Tiempo de viraje (s).
- Valoración económica (pesos).

Metodología para determinar la profundidad de trabajo real (m)

Para determinar la profundidad de trabajo de la máquina evaluada, se efectuó una pasada sobre el campo que sirve como patrón y a partir del mismo se dan varias pasadas. Se abre un hueco en el suelo hasta llegar al fondo, entonces se coloca una regla de forma vertical que haga contacto con el fondo. Este procedimiento se realizó 25 veces y en diferentes lugares al inicio, al medio y al final de la pasada, para comprobar la uniformidad de la labor, posteriormente se promedian los datos y se obtiene la profundidad promedio.

Metodología para determinar el ancho de trabajo real (m)

Para el ancho de trabajo, se realizó un primer pase, donde se coloca una baliza en el fondo del mismo y con una cinta se mide cinco metros hacia la parte no elaborada. Se realiza otro pase continuo al primero, y se mide la parte cruda de lo que quedó de los cinco metros y por diferencia entre la segunda baliza y la segunda pasada se determina el ancho de trabajo real de la grada, según (González, 1993).

Cálculo del coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo (m).

$$\varepsilon\beta = \frac{B_r}{B_c} \quad (1)$$

Donde:

$\varepsilon\beta$ – es el coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo

B_r - es el ancho de trabajo real (m)

B_c – es el ancho de trabajo constructivo según el manual de explotación (m)

Metodología para determinar la velocidad de trabajo real

La velocidad del conjunto se determinó utilizando dos balizas, midiendo con una cinta métrica de 100 (m) y grado de precisión de 1 (mm), la distancia en línea recta de 100 (m) a lo largo de la parcela y dividiendo entre el tiempo empleado en recorrerla por el conjunto, auxiliándonos en un cronómetro digital precisión 1 (s), tomando como referencia los propulsores del tractor al pasar por las balizas delimitadoras de la distancia establecida. Se realizaron las mediciones para ambos sentidos de trabajo del conjunto a partir de 25 (m), de la cabecera en la diagonal de la parcela.

La velocidad de trabajo real ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$).

$$V_{tr} = 3,6 \frac{l}{T} \quad (2)$$

Donde:

l – es la longitud del campo o parcela (m)

T – es el tiempo en recoger esa longitud (s)

Para determinar el grado de aprovechamiento de la velocidad se estableció el coeficiente εV , el cual se calculó a través de la siguiente expresión:

$$\varepsilon V = \frac{V_{tr}}{V_t} \quad (3)$$

Dónde:

εV – es el coeficiente de aprovechamiento de la velocidad

V_{tr} – es la velocidad de trabajo real ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)

V_t – es la velocidad de trabajo teórica ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)

Metodología para determinar el tiempo de viraje del conjunto

Los tiempos de viraje se tomaron con la ayuda de un cronómetro. Se empezó a medir cuando el conjunto llegaba al final del campo y el operador suspendía el agregado, hasta que fuera ubicado en posición de trabajo al virar (Figura 3).

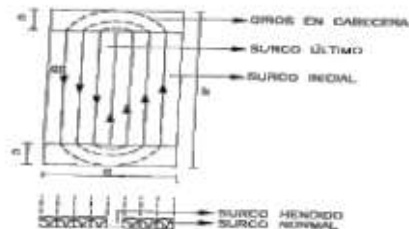


Figura 3. Sistema de trabajo en amelga (hendiendo).

Metodología para determinar los índices tecnológicos–explotativos

La productividad real está dada por la velocidad y el ancho real de trabajo y depende del ancho de trabajo, velocidad de avance así como el ancho de la amelga y el tiempo de viraje. Para la evaluación de este indicador, se realizó un fotocronometraje del conjunto utilizado teniendo en cuenta la (NRAG XXI., 2005).

Metodología para determinar el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

En el turno de trabajo es de suma importancia el tiempo de trabajo útil del conjunto, el cual está relacionado con la acción de los órganos de trabajo al realizar cada pasada para realizar el volumen de trabajo y en dependencia del mismo, así será el grado de eficiencia del conjunto en la labor.

El mismo se determinó tomando con un cronómetro digital de precisión 1 (s), el tiempo invertido en las pasadas de trabajo: el comportamiento de este indicador se estableció a través del coeficiente (τ), el cual se calculó por la siguiente expresión.

$$\tau = \frac{T_c}{T_{tur}}$$

(4)

Donde:

τ -es el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

T_c - es el tiempo de trabajo neto del conjunto (h)

T_{tur} – es el tiempo de turno (h)

Determinación de productividad

La productividad del conjunto o agregado es la cantidad de trabajo realizado en un determinado tiempo. Y es un índice importantísimo que determina el grado o nivel de aprovechamiento o utilización de las máquinas. Según el tipo de trabajo, la productividad del agregado puede medirse en hectáreas del área labrada o recogida como lo es el caso de aradura, siembre, cultivación y recolección. O en quintales métricos como lo es el caso de productos obtenidos mediante la trilladura, ensilaje y limpieza de grano.

Existen conceptos del rendimiento teórico, técnico, práctico o real del conjunto.

Productividad

$$W = 0,1 \beta r(\varepsilon\beta) * V_{tr}(\varepsilon V) * T_{tur}(\tau) \quad (5)$$

Donde:

$\varepsilon\beta$ – es el coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo

B_r - es el ancho de trabajo real (m)

εV – es el coeficiente de aprovechamiento de la velocidad

V_{tr} – es la velocidad de trabajo real ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)

τ -es el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

T_{tur} – es el tiempo de turno (h)

Análisis de los resultados

Tiempo de viraje

Los valores del tiempo de viraje en el proceso tecnológico de mullido con el tractor YTO X 1204 y la grada pesada Baldan de 52 discos se pueden observar en la figura 4. Sus magnitudes oscilaron entre 9 y 21 segundos para un tiempo de viraje promedio de 14,46 segundos. Este resultado estuvo condicionado por los métodos de movimiento y viraje utilizado para esta labor el cual fue circular con los discos en función de trabajo, y la magnitud encontrada durante las observaciones estuvo por debajo del tiempo reglamentado en las normativas que es de 19 segundos. De igual forma se comportó por debajo de lo referido por Jróbstov (1977), Companioni (1990) y González (1993).



Figura 4. Tiempo de viraje del agregado formado por el tractor YTO X 1204 y la grada pesada Baldan de 52 discos.

Ancho de trabajo

En la figura 5 se puede apreciar que los valores del ancho de trabajo real del agregado oscilaron de 5,2 a 5,45 m, para un valor medio de 5,3 m. Obteniéndose un coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo ($\epsilon\beta$) de 0,78.

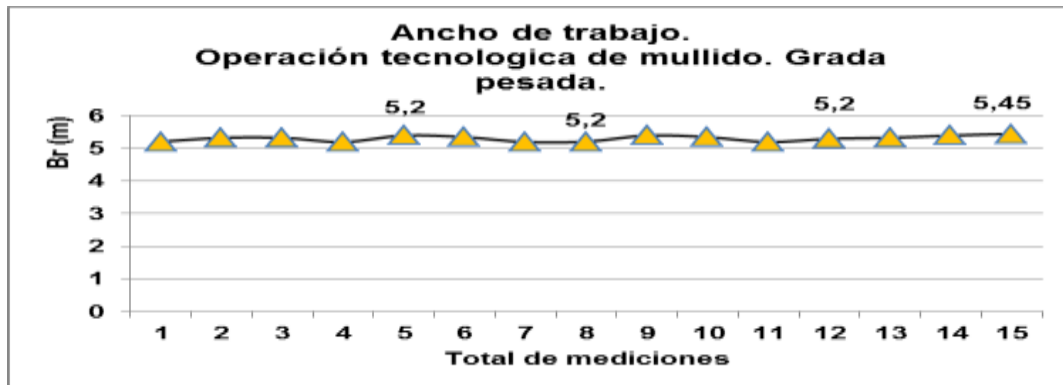


Figura 5. Ancho de trabajo real del agregado formado por el tractor YTO X 1204 y la grada pesada Baldan de 52 discos.

Este valor se puede considerar bajo para las posibilidades reales de este conjunto, debido a que el ancho constructivo de la grada pesada de 52 discos es de 6,85 m. Además de que autores como Jróbstov (1977) y González (1993) reportan que este indicador debe estar cercano a la unidad con magnitudes de 0,98 y 0,99 como máximo. Las causas fundamentales de este bajo valor en este indicador es que el operador solapo un pase de grada respecto al otro en más de un metro lo que equivale a 4 y 6 discos de la batería de disco de la grada. Evidenciándose que la maestría y experiencia del conductor son factores que influyen en gran medida en la eficiencia de los agregados, tal y como plantea Jróbstov (1977). Otro factor es la regulación del apero de labranza, pues durante las observaciones en el campo se evidencio que no se estaba explotando al máximo su frente de labor constructivo.

Velocidad de trabajo real

En la figura 6 se observa el comportamiento de la velocidad de trabajo del agregado, donde los valores oscilan de 7 a 7,8 km·h⁻¹, para un valor medio de 7,39 km·h⁻¹, para un coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo (εV) de 0,82. Este resultado se encuentra en los rangos reportados por Jróbostov (1977), los cuales oscilan entre 7 y 10 km h⁻¹. Aunque los mismos, están cercanos a límite inferior que reporta este autor. También se encuentran en el rango de velocidades reportados por González (1993), que oscila entre los 6 y los 9 km·h⁻¹.



Figura 6. Velocidad de trabajo real del agregado formado por el tractor YTO X 1204 y la grada pesada Baldan de 52 discos.

Es válido aclarar que existen referencias bibliográficas que refieren que las velocidades permisibles para las labores de surcado, grada, siembra y cultivo se comportan en un rango de 3,5 a 9 km·h⁻¹.

En cuanto al coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo (εV) que se 0,82. Este valor coincide con lo reportado por González (1993). Aunque Jróbostov (1977) reportó que en los tractores agrícolas modernos la utilización correcta de la zona de velocidades tiene una gran importancia para el aumento de la eficacia de la mecanización de los trabajos, ya que variando la velocidad de movimiento del conjunto, se puede elevar su productividad, disminuir el consumo de combustible y el mejoramiento de las cualidades agrotécnicas de producción. Cualquier conjunto de máquinas debe trabajar a la mayor velocidad permisible, según sus características y posibilidades, y de acuerdo con las condiciones de trabajo, pues esto representaría una mayor productividad, la misma va estar en correspondencia con el patinaje de los propulsores del tractor, el cambio de escalón de marcha, así como al movimiento sinuoso del conjunto. Por otro lado, las velocidades más convenientes para el movimiento del conjunto está condicionada por los factores siguientes: la zona de velocidades, la fuerza de tracción del tractor, los requisitos agrotécnicos, la resistencia de tracción, las condiciones del suelo y el relieve de los campos. Por lo que el resultado se considera de aceptable.

Profundidad de trabajo

En la figura 7 se muestra el comportamiento de la profundidad de trabajo del agregado, donde los valores oscilan de 0,12 a 0,16 m, para un valor medio de 0,14 m.

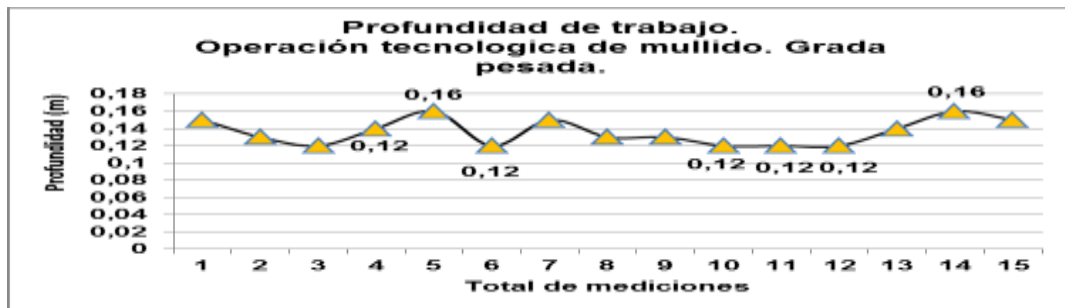


Figura 3.7. Profundidad de trabajo real del agregado formado por el tractor YTO X 1204 y la grada pesada Baldan de 52 discos.

Al comparar los resultados de profundidad obtenidos con referidos por Silveira (1982) para las gradas de discos y de otros tipos, se puede afirmar que los resultados obtenidos son satisfactorios, debido a que este autor refiere profundidades entre 0,06 y 0,25 m. Sin embargo, según el instructivo de este apero de la branza la profundidad de trabajo debe estar entre 0,15 y 0,20 m. Obteniéndose magnitudes cercanas a límite inferior. Sin embargo, estos resultados se pueden considerar de aceptables, debido a que el arroz germina a 0,05 m de profundidad.

Coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

Para el caso de este coeficiente (τ) se obtuvo una magnitud de 0,73 debido a que el tiempo de trabajo neto del conjunto (T_c) fue igual a 5,84 h para un tiempo de turno (T_{tur}) de 8 h. Dicha magnitud se considera baja y las causas fundamentales fueron los diferentes valores de tiempos perdidos en la jornada laboral. Muchos de estos tiempos son necesarios y están reglamentados, sin embargo, sus valores fueron excesivos en algunos casos y dependieron de medidas técnicas-organizativas.

Productividad

En el caso de la productividad fueron determinadas la productividad real (W_r) y posible o teórica (W_t) del conjunto. Obteniéndose que la productividad real fue de 29,1 ha turno⁻¹ y la productividad teórica fue 43,71 ha turno⁻¹. Observándose que los valores reales se encuentran por debajo de las posibilidades del conjunto. Las causas de que esta magnitud este por debajo de las posibilidades del agregado son al el bajo aprovechamiento de los coeficientes de ancho de trabajo, velocidad y tiempo de turno.

Conclusiones

1. Se determinaron algunos indicadores de eficiencia del trabajo del agregado (Tractor YTO x 1204 y la grada Baldan pesada de 52 discos) bajo las condiciones de explotación de la Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique de la provincia Granma, encontrándose que la mayoría de sus valores se encuentran por debajo de las posibilidades técnicas de este conjunto. Salvo el coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo (εV) con un valor de 0,82.
2. El valor de la profundidad de trabajo obtenida para la grada analizada es bajo comparado con lo establecido en el instructivo técnico para la preparación de suelo del cultivo del arroz, con magnitud de 0,14 m.
3. La magnitud de productividad real (W_r) obtenida se comportó por debajo de las posibilidades reales del conjunto con un valor de 29,1 ha turno⁻¹.
4. Analizados los indicadores de eficiencia del agregado en estudio se puede afirmar que las causas de los mismos fuesen bajos se debe a violaciones de los parámetros cinemáticos para el buen desarrollo del trabajo del conjunto al no existir la demarcación de la franja de viraje al final de la parcela, lo que dificulta la maniobra de viraje del conjunto, no se utilizó por completo el ancho real de trabajo debido a las exigencias agrotécnicas del cultivo así como la zona de velocidades, la fuerza de tracción del tractor, los requisitos agrotécnicos, la resistencia de tracción, las condiciones del suelo y el relieve de los campos.

Referencias bibliográficas

- Castro, Á. R., Díaz, S. S. H., Álvarez, G. E., Morejón, R., & Polón, P. R. (2014). Evaluación de cultivares de arroz (*Oryza Sativa* L.) para la práctica de cultivo de rebrote en las condiciones de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 35(4), 91
- Catalán, H., Linares, P., & Méndez, V. (2008). Tractor_PT: A traction prediction software for agricultural tractors. *Computers and Electronics in Agriculture*, 60(2), 289-295. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.07.009>
- Companioni, R. (1990). Material para doctorado sobre explotación de la maquinaria agrícola (pp. 150). Ciego de Ávila: Universida de Ciego de Ávila (UNICA).
- de las Cuevas, M. H. R., Rodríguez, H. T., Herrera, P. M. I., & Paneque, R. P. (2008). Software para la evaluación tecnológica de las máquinas agrícolas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(2), 24-28.
- FAO. (1988). FAO-UNESCO: Soil map of the world, reviewed legend. In FAO (Ed.), (pp. 12). Roma. Italia.

- Garrido, J. P. (1989). *Implementos, máquinas agrícolas y fundamentos de su explotación*. (Primera reimpresión ed.). Ciudad de La Habana: Pueblo y educación.
- González, A. J. A. (2018). *Evaluación económica y energética del tractor xtz-150k-09, en labores de preparación de suelo. Tesis presentada en opción al grado académico de Master en Ingeniería Agrícola*. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas Marta Abreu, Santa Clara. Las Villas. Retrieved from <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/10845/Tesis%20%20MsC%20Jos%C3%A9%20ArmandoGonz%C3%A1lez%20Alvarez2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, C. O., Machado, T. N., González, Á. J. A., Acevedo, P. M., Acevedo, D. M., & Herrera, S. M. (2017). Evaluación tecnológica, de explotación y económica del tractor XTZ-150K-09 en labores de preparación de suelo. *Ingeniería Agrícola*, 7(1), 49-54.
- González, R. V. (1993). *Explotación del Parque de Maquinarias*. La Habana: Felix Varela.
- González, V. D., Marrero, L. P., Marcelino, G. J., Monteagudo, J. A., Hernández, A., González, R., . . . De Bergue, M. (2015). Gestión tecnológica con enfoque agroecológico y participativo para el cultivo del arroz a escala local. Parte II - Implementación de la Estrategia y Plan de Acción en el municipio Madruga. *Centro Agrícola*, 42(2), 55-63.
- Gutiérrez, R. F., González, H. A., Serrato, C. R., & Norman, M. T. H. (2004). Evaluación tecnológico-explotativa del conjunto multiarado-tractor J. D. Modelo 4235, en la labor de preparación primaria de un suelo vertisol. *Ciencia Ergo Sum*, 11(2), 171-196.
- Jróbostov, S. N. (1977). *Explotación del parque de tractores y máquinas*. Moscú: Mir.
- López, S. I., & Herrero, B. F. S. (2016). Evaluación de los índices técnico explotativos del tractor Foton 904 en la preparación de suelo en la empresa cultivos varios «La Cuba». *Universidad & Ciencia*, 5(2), 79-96.
- MINAGRI (Cartographer). (1999). Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba.
- NC 34-37: (2003). Metodología para la evaluación Tecnológico - explotativa *Máquinas Agrícolas y Forestales* (pp. 20). Cuba.
- NC 34-38: (2003). Metodología para la evaluación económica *Máquinas Agrícolas y Forestales* (pp. 15). Cuba: Norma Cubana.
- NRAG XXI: (2005). *Máquinas Agrícolas y Forestales Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa*. Ciudad de La Habana.
- NRAG XXII: (2005). *Máquinas agrícolas y forestales Metodología para la evaluación económica* (pp. 13). Ciudad de La Habana.

- Pereira, M. C. A., Pérez, M. A., Marín, D. D., & González, C. O. (2015). ExploMq, software para la evaluación energética y económica de la maquinaria agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(1), 72-76.
- Pérez, L. N. d. J., Castro, M. R. I., González, C. M. C., Aguilar, P. M., & García, R. O. (2016). Semilla original de dos cultivares de arroz cubanos: resistencia a tagosodes orizicolus muir (Sogata). *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 243-251. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.21104>
- Pérez, P. M., & Penichet, C. M. A. (2014). Los rendimientos arroceros en Cuba: propuesta de un sistema de acciones. *Economía y Desarrollo*, 152(2), 138-154.
- Ruiz, M., Díaz, G. S., & Polón, R. (2005). Influencia de las tecnologías de preparación de suelo cuando se cultiva arroz. *Cultivos Tropicales*, 26(2), 45-52. doi: <http://dx.doi.org/10.1234/ct.v26i2.437>
- Sierra, C. L., Herrera, P. J., Alemán, G. C., Alarcón, L. R., & Reyes, F. J. (2012). Valoración técnica y económica de la nivelación con láser y tradicional en el arroz de la provincia Granma. *Ingeniería Agrícola*, 2(1), 17-23.
- Soil Survey Staff. (2010) Keys to Soil Taxonomy. (11th ed., pp. 346). Washinton, DC: USDA-Natural Resources Conservation Service.
- Sotto, B. P. D., Brisuela, M., & Lora, D. (2006). Aplicabilidad del software ANAEXPLO para la realización del balance en las unidades agrarias de servicio de maquinaria. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(2), 33-36.