




Original

Análisis del rendimiento técnico de un apero de labranza.

Analysis of the technical performance of a tillage tool.

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

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] 

Recibido: 8 de noviembre | **Aceptado** 1 de febrero

Resumen

La investigación se desarrolló en la Granja Agrícola Arrocera “La Gabina” perteneciente a EAIG, Fernando Echenique. UEB 23, Prestación de Servicios Técnicos Integrales Cautos en el período (2020/03 - 2020/04). Con el objetivo de analizar mediante el cálculo, algunos índices explotativos del agregado formado por el tractor Belarus modelo 800 y el arado ADI – 3M, para el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L). Teniendo en cuenta los coeficientes de aprovechamiento del ancho de trabajo, de la velocidad teórica y del tiempo de turno. El método utilizado fue el analítico investigativo y la técnica aplicada el fotocronometraje para la evaluación del conjunto en la labor de aradura. Teniendo en cuenta el comportamiento de los índices tecnológico – explotativos, las principales conclusiones fueron: Los valores del Rendimiento Técnico por turno del agregado por turno se comportaron por debajo de sus posibilidades técnicas, los valores del aprovechamiento del ancho de trabajo del agregado fueron superiores a los recomendados por los autores y los valores de aprovechamiento de la velocidad de trabajo fueron inferiores a los recomendados por el Manual de Explotación del arado.

Palabras claves: ancho de trabajo, velocidad, tiempo de turno.

Abstract

The research was developed at the “La Gabina” Rice Farm belonging to EAIG, Fernando Echenique. UEB 23, Provision of Comprehensive Cautious Technical Services in the period (2020/03 - 2020/04). In order to analyze through the calculation, some exploitative indexes of

the aggregate formed by the Belarus model 800 tractor and the ADI - 3M plow, for the cultivation of rice (*Oryza sativa* L). Taking into account the coefficients of use of the working width, the theoretical speed and the shift time. The method used was the analytical investigative and the technique applied the photochronometer for the evaluation of the set in the plowing work. Taking into account the behavior of the technological - exploitative indices, the main conclusions were: The values of the Technical Performance per shift of the aggregate per shift behaved below their technical possibilities, the values of the use of the working width of the aggregate were higher than those recommended by the authors and the values of use of the working speed were lower than those recommended by the Operation Manual of the plow.

Keywords: working width, speed, shift time

Introducción

El arroz (*Oryza Sativa* L), constituye, el alimento básico de más de la mitad de la población del planeta Montilla (1990). En América Latina, sobre todo en los países del sur y el Caribe, es la principal fuente de aporte energético en los grupos de población de bajos ingresos. En esta área del planeta, en 1990, el arroz suministraba el 10 % del aporte calórico por persona (Zapata y Izquierdo, 1994).

En Cuba se introdujo este cereal en el siglo XVII por los colonizadores españoles, se supone que lo trajeron procedente de La República Dominicana. En 1750 se introduce una variedad que denominamos arroz criollo y que se extendió por toda la isla (Montilla, 1990).

Cuba enfrenta el reto insoslayable de producir los alimentos que necesita la población y el hecho concreto es que hoy aún se importa más del 80 % de los que se consumen. Para afrontar esta situación, se cuenta con suficiente extensión de tierras agrícolas, pero se prevé que solamente el 10 % del área cultivable disponga de recursos para hacer agricultura de altos insumos ante la urgencia de alcanzar rápidamente grandes volúmenes de producción, así, entre las medidas establecidas se priorizan, entre otras, la agricultura a pequeña escala, la cual junto a la política del Estado cubano de contribuir a la preservación del medio ambiente, coadyuvan al desarrollo de la agricultura sostenible sobre bases ecológicas (Travieso, Cedeño, Expósito y Lambert, 2013).

En el caso del cultivo del arroz por sus características, la preparación del suelo para la siembra posee sus peculiaridades que la diferencian de la preparación tradicional que se realiza para otros cultivos Suárez (2012). Unos de los procesos beneficiados con nuevas tecnologías en el sistema de máquinas para la producción arrocera es la preparación de suelo.

El rendimiento técnico de un agregado agrícola al realizar una determinada labor de cultivo depende de una serie de variables entre las que podemos destacar el tipo de suelo y su estado o condición en el momento de ser labrado, la potencia del tractor, de la máquina que se utiliza y la profundidad en que trabaja.

En los últimos años el país ha hecho un esfuerzo por incorporar nuevas tecnologías a los programas priorizados en la producción de alimentos para reducir importaciones. La Empresa Agroindustrial de Granos de nuestra provincia ha sido beneficiada en este sentido y los valores de eficiencia de esa tecnología es objeto de análisis en la dirección nacional del Ministerio de la Agricultura. En ese sentido nuestra investigación tributa a que los valores obtenidos estén científicamente argumentados.

Uno de los procesos beneficiados con nuevas tecnologías en el sistema de máquinas para la producción de, es la preparación de suelo, utilizando el tractor Belarus modelo 800 y el arado ADI-3M, desconociendo el rendimiento técnico posible del mismo, partiendo de parámetros científicamente argumentados. Teniendo en cuenta esta problemática y partiendo de las experiencias de investigadores como Jróbostov (1977), Garrido (1989) y las Normas Ramales de la Agricultura (NRAG XXI:, 2005; NRAG XXII:, 2005). Partiendo de lo antes expuesto se plantea como:

Objetivo:

Analizar mediante el cálculo, algunos índices que detriminan el Rendimiento Técnico del agregado formado por el tractor Belarus 800 y el arado ADI-3M, teniendo en cuenta los coeficientes de aprovechamiento del ancho de trabajo, de la velocidad teórica y del tiempo de turno.

Población y muestra

Para la investigación en una población de varias agregaciones posibles de diferentes marcas y modelos de tractores y máquinas agrícolas, pertenecientes a las últimas tecnologías adquiridas por el país para la empresa, utilizamos la que se indica en el objetivo.

Ubicación del lugar donde se desarrolló la investigación

El presente trabajo, se realizó en la Granja Agrícola Arrocería “La Gabina” del municipio de Río Cauto provincia de Granma, localidad “La Gabina”, ubicada en el km 727 de la carretera Tunas –Bayamo. La temperatura promedio en los días de la investigación osciló alrededor de 24.1⁰C y la humedad relativa fue de 78 a 83 % según los datos de CITMA,(2019). La investigación se desarrolló en el campo 96 del lote 13 en el período (2018/02-2018/03)en el que se evaluó 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; MINAG, 1999; Soil Survey Staff, 2010), con un grado de cultivos no fundamentales insignificante para la labor de cruce, en áreas del campo 96, lote número 13, con una longitud de los campos de 2 000 m y ancho de 249 m. Se colocó el II escalón de marcha con reductor en la caja de cambios de velocidades, según el manual de explotación del tractor YTO X1204 y la grada 1 975 kg. El método movimiento fue en lanzadera, (de ida y vuelta), tipo de viraje o movimiento de giro en forma de pera abierta, (Jróbstov, 1977; NC 34-37., 2003; NRAG XXI., 2005), el método utilizado fue el analítico investigativo y la técnica del fotocrometrage.

Materiales y métodos

Descripción del experimento

El diseño utilizado fue en bloques al azar completamente aleatorizado con tres repeticiones y tres tratamientos para un total de nueve parcelas de 80×20 m.

Los materiales utilizados fueron:

- Regla milimetrada
- Cinta métrica
- Balizas de madera
- Cronómetro digital
- Papel y lápiz

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 del arado, según González (1993) y (Gutiérrez, González, Serrato y Norman, 2004).

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

$$\xi_B = \frac{Br}{Bc} \quad (1)$$

Dónde:

ξ_B - coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo

Br - ancho de trabajo real (m).

Bc - ancho de trabajo constructivo según el manual de explotación (m).

ξ_B - coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo

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 ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)

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

L- Longitud del campo o parcela (m)

T - Tiempo en recoger esa longitud (s)

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

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

Dónde:

ξV_t - coeficiente de aprovechamiento de la velocidad teórica

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

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

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

$$\tau = \frac{T_c}{T_{tur}} \quad (4)$$

Donde:

τ - Coeficiente de aprovechamiento del tiempo del turno

T_c - Tiempo de trabajo neto del conjunto (h)

T_{tur} - Tiempo de turno (h)

Evaluación tecnológica-explotativa del implemento

La organización y ejecución de la evaluación tecnológica-explotativa del implemento se realizará según los procedimientos establecidos en la NC 34-37: (2003) Máquinas Agrícolas y Forestales. Metodología para la evaluación tecnológica-explotativa. Complementando un volumen de trabajo de 130 horas de trabajo limpio mediante turnos de control técnico en el período de tiempo establecido.

Para el procesamiento de datos, utilizamos las instrucciones y metodologías expuestas por Jróbstov (1977), Garrido (1989), González (1993), Gutiérrez et al. (2004) y las Normas Ramales de la Agricultura (NRAG XXI:, 2005; NRAG XXII:, 2005).

Metodología Utilizada para determinar el Rendimiento Técnico por turno de trabajo del agregado

$$W_t = 0,1 \cdot \xi_B \cdot B_k \cdot \xi_{Vt} \cdot V_t \cdot \tau \cdot T_{tur} \text{ (ha tur}^{-1}\text{)}$$

Dónde:

ξ_B - coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo

ξ_{Vt} - coeficiente de aprovechamiento de la velocidad teórica

τ - coeficiente de aprovechamiento del tiempo del turno

B- Ancho de construcción de la grada (m)

V- Velocidad de trabajo teórica del medio energético ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)

T_{tur} - Tiempo que dura el turno de trabajo del agregado agrícola (h)

Análisis de los resultados

Análisis del aprovechamiento del ancho de trabajo

La figura 1 muestra los valores del aprovechamiento del ancho de trabajo del agregado, estos oscilaron de 1,03 a 1,07 m, para un valor medio de 1,04 m. Este valor es superior a

lo planteado por algunos autores donde afirman que en condiciones reales explotativos, el ancho medio de trabajo real siempre será menor que el constructivo y su valor máximo está determinado por la experiencia y habilidad del operador, del enganche, estado técnico y uso correcto del conjunto de máquinas durante el trabajo. La productividad por tiempo limpio depende generalmente del ancho de trabajo de la máquina y el valor de éste coeficiente debe oscilar de 0,90 a 0,99 (González, 1993; Gutiérrez et al., 2004).

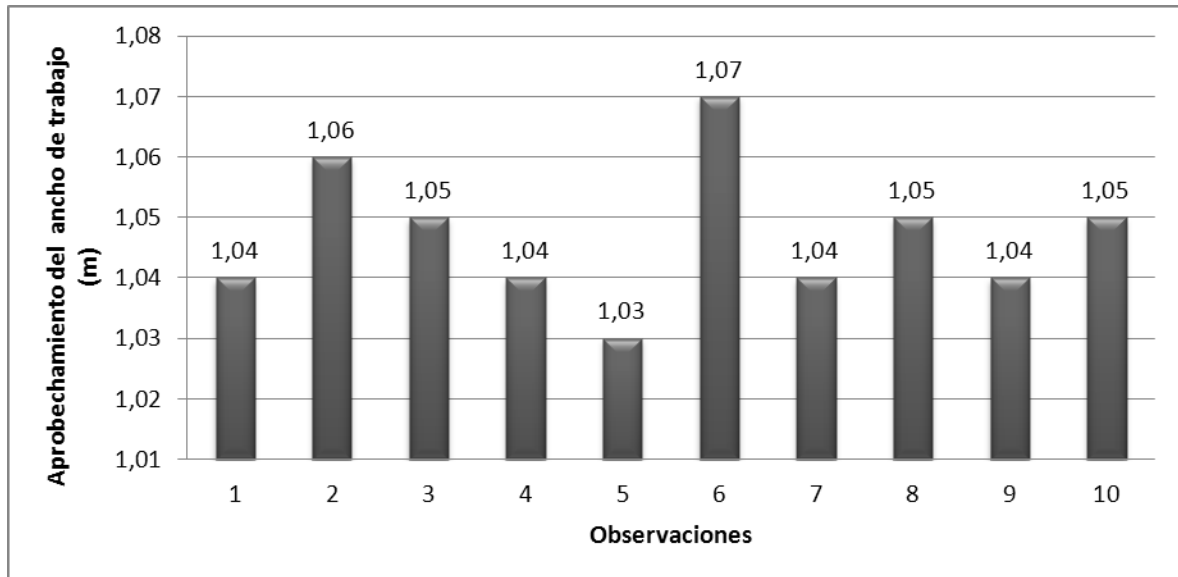


Figura 1. Representación de los valores del aprovechamiento del ancho de trabajo.

Análisis de la velocidad de trabajo real del agregado

El comportamiento de este indicador, según la figura 2 va de 2,29 a 2,90 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ para el agregado que se analiza, para un valor medio de 2,6 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Este resultado está por debajo de lo planteado por los autores citados anteriormente, donde analizan que las velocidades más convenientes para el movimiento del conjunto están condicionadas por los factores siguientes: la zona de velocidades, la fuerza de tracción del tractor, los requisitos agrotécnicas, la resistencia de tracción, las condiciones del suelo y el relieve de los campos.

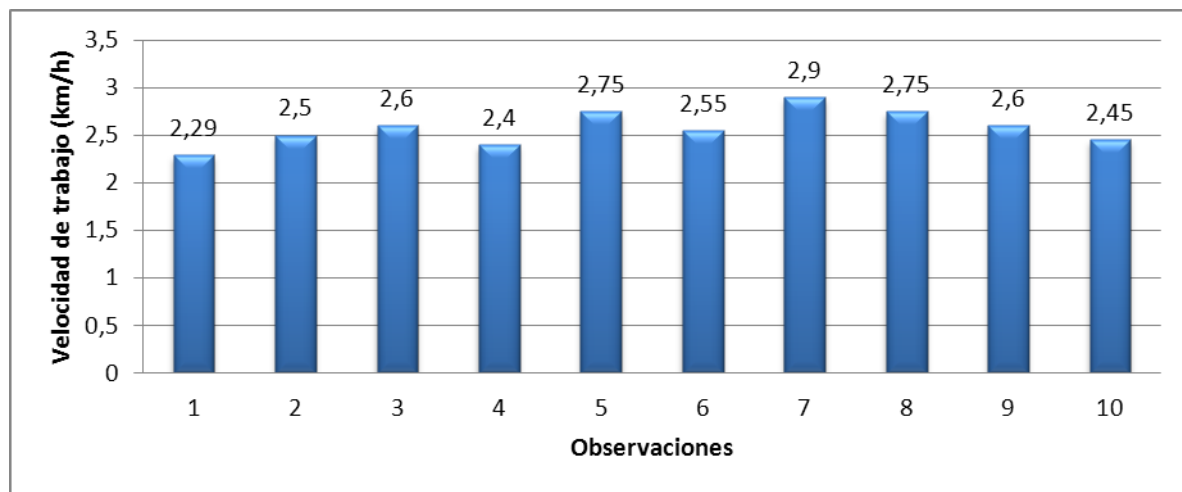


Figura 2. Variación de la velocidad de trabajo real del agregado.

Las velocidades permisibles para la labor de rotura, se comportan en un rango de 5 a 8,5 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (González, 1993; Gutiérrez et al., 2004; Jróbstov, 1977) La causa de este resultado es que se trabajó en un escalón de marcha por debajo de lo que plantean las exigencias agrotécnicas, debe ser en tercera con reductor.

En los tractores agrícolas modernos la utilización correcta de la zona de velocidades tiene 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 exigencias 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. En nuestro caso el valor del coeficiente de aprovechamiento de la velocidad es de 0,83 coincidiendo con lo planteado por algunos autores anteriormente citados, afirmando que debe ser igual o superior a 0,82.

Análisis del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

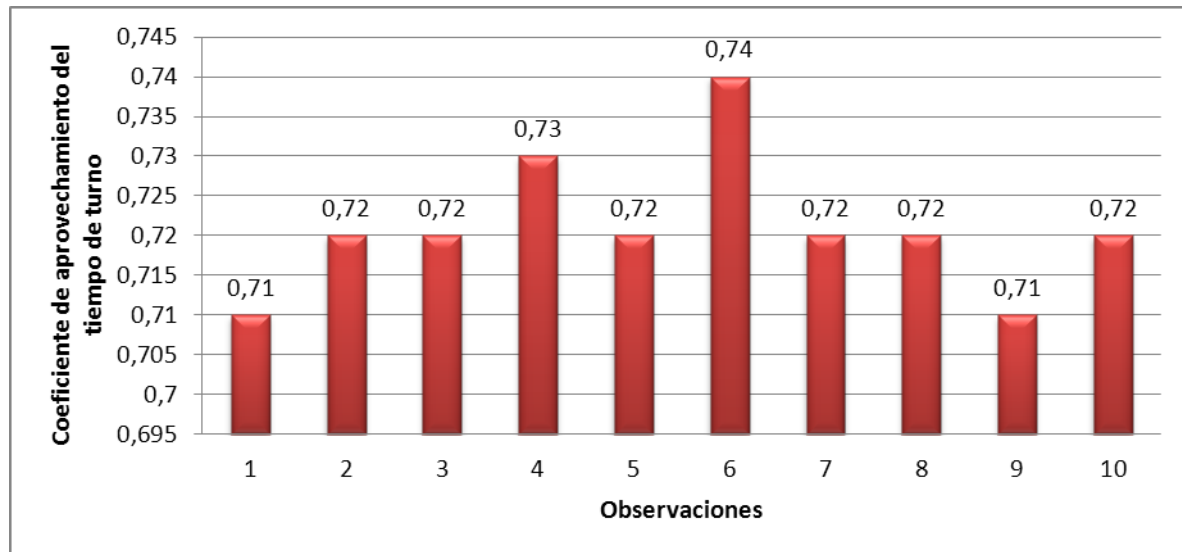


Figura 3. Representación de los valores del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno.

Como se muestra en la figura 3, el aprovechamiento del tiempo de turno para el agregado oscila de 0,71 a 0,74 para un valor medio de 0,72, encontrándose dentro del rango establecido de 0,70 a 0,95 por el IIA (2011) para la labor de rotura. También se encuentra dentro del intervalo planteado por otros autores, donde expresan que en el tiempo del turno incluye todos los tiempos en que participa el conjunto durante la jornada de trabajo, por lo que tienen lugar ciertas pérdidas de tiempo tales como: en los virajes en vacío en los extremos de los campos, en los traslados de un campo a otro y en las paradas por diferentes causas (Jróbostov, 1977). En dependencia de las condiciones y la complejidad del proceso el comportamiento de este coeficiente oscila de 0,70 a 0,95 (Companioni, 1990; González, 1993; Gutiérrez et al., 2004).

Valoración del Rendimiento Técnico del agregado por turno de trabajo

Como se puede apreciar en la figura 4 los valores de la productividad por turno oscilan entre 1,18 a 1,22 ha/turno para un valor medio de 1,21 ha/turno, Este se comporta por debajo de lo recomendado según el "Manual de explotación del arado" que plantea que debería ser de 2,1 ha/turno, quedando reservas por explotar, principalmente la utilización de la velocidad de trabajo. Consideramos que el agregado se utiliza de una forma irracional, excepto el ancho constructivo.

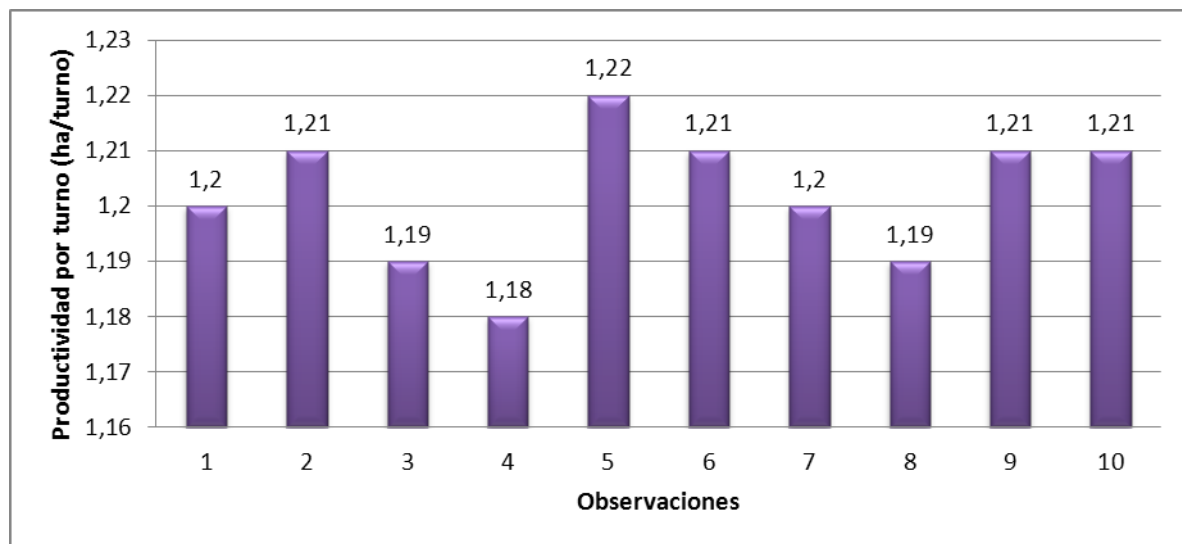


Figura 4. Representación del Rendimiento Técnico por turno de trabajo.

Como se puede apreciar en la figura 4 los valores de la productividad por turno oscilan entre 1,18 a 1,22 ha/turno para un valor medio de 1,21 ha/turno, Este se comporta por debajo de lo recomendado según el "Manual de explotación del arado", que plantea que debería ser de 2,1 ha/turno, quedando reservas por explotar, principalmente la utilización de la velocidad de trabajo. Consideramos que el agregado se utiliza de una forma irracional, excepto el ancho constructivo.

Conclusiones

1. Los valores del aprovechamiento del ancho de trabajo del agregado fueron superiores a los recomendados por los autores.
2. Los valores de aprovechamiento de la velocidad de trabajo fueron inferiores a los recomendados por el Manual de Explotación del arado.
3. Los valores del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno para el agregado se encuentran dentro del rango recomendado por investigadores consultados.
4. Los valores del Rendimiento Técnico por turno del agregado por turno se comportaron por debajo de sus posibilidades técnicas.

Referencias BIBLIOGRAFÍA

- Companioni, R. (1990). *Material para doctorado sobre explotación de la maquinaria agrícola* (pp. 150). Ciego de Ávila: Universidad de Ciego de Ávila (UNICA).
- 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, R. V. (1993). *Explotación del Parque de Maquinarias*. La Habana: Felix Varela.
- 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.
- IIA, I. d. I. d. a. (2011).
- Jróbstov, S. N. (1977). *Explotación del parque de tractores y máquinas*. Moscú: Mir.
- MINAG (Cartographer). (1999). *Clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana
- Montilla, J. J. (1990). [Importancia del arroz en el sistema agroalimentario mundial y venezolano. En: el arroz en Venezuela].
- NC 34-37:. (2003). Metodología para la evaluación Tecnológico - explotativa *Máquinas Agrícolas y Forestales* (pp. 20). Cuba.
- 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.
- Soil Survey Staff. (2010) *Keys to Soil Taxonomy*. (11th ed., pp. 346). Washinton, DC: USDA-Natural Resources Conservation Service.
- Suárez, E. A. (2012). *Análisis del rendimiento técnico del agregado formado por el "tractor NEW HOLLAND TS6020 y la grada Baldan de 42 discos", para la labor de gradeo del cultivo del arroz, (Oryza sativa) en la Brigada Nro 23 del CAI Fernando Echenique. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrícola*. Universidad de Granma, Peralejo. Bayamo.
- Travieso, M., Cedeño, R., Expósito, I., & Lambert, T. (2013). Three organic fertilizers effect on yield and its components on rice crop (*Oryza sativa*, L.). *Revista Granma Ciencia.*, 17.
- Zapata, F., & Izquierdo, J. (1994). *La producción de arroz en América Latina y el Caribe*. Roma. Italia.