



## Artículo Original

**Análisis del rendimiento técnico de un agregado para la preparación de suelos****Analysis of the technical performance of an aggregate for soil preparation**

Ing. Enrique infante Saborit. Empresa Azucarera Granma. Bayamo. Granma. Cuba.  
[enrique.infante@eagr.azcuba.cu](mailto:enrique.infante@eagr.azcuba.cu). 

M.Sc. Jorge Luís Ramos Zamora. Profesor Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba.  
[jramosz@udg.co.cu](mailto:jramosz@udg.co.cu). 

**Recibido:** 11 de septiembre 2020 | **Aceptado:** 9 de febrero 2021

**Resumen**

La investigación, se desarrolló en la Unidad Básica de Producción (UBPC) cañera Carlos Manuel de Céspedes de Bartolomé Masó en el mes de marzo del 2020 con el objetivo de evaluar algunos el rendimiento del agregado agrícola formado por el tractor Belarus modelo 1523 y la Grada Baldan de 24 discos, mediante de varios indicadores que evalúan la eficiencia del proceso. El método utilizado fue el analítico investigativo y la técnica aplicada el cronometraje para la evaluación del conjunto en la labor de gradeo para el cultivo de la caña en un suelo Aluvial, teniendo en cuenta el comportamiento de los índices tecnológicos - explotativos y económicos, las principales conclusiones fueron: Los valores de aprovechamiento del ancho constructivo y de la velocidad teórica están muy por debajo de los valores recomendados. Los valores del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno para el agregado se encuentran dentro del rango recomendado por investigadores consultados y los valores del rendimiento técnico por turno del agregado se comportaron por debajo de sus posibilidades técnicas.

**Palabras claves:** velocidad de trabajo; ancho constructivo; tiempo de turno.

**Abstract**

The research was developed at the UBPC sugarcane Carlos Manuel de Céspedes de Bartolomé Masó in March 2020 with the aim of evaluating some of the performance of the agricultural aggregate formed by the Belarus model 1523 tractor and the Grada Baldan with 24 discs, by means of of several indicators that evaluate the efficiency of the process. The method used was the analytical investigative and the technique applied to the timing for the evaluation of the whole in the grading work for the cultivation of sugarcane in alluvial soil, taking into account the behavior of the technological - exploitative and economic indices, the main ones

Conclusions were: The values of use of the construction width and of the theoretical speed are well below the recommended values. The values of the shift time utilization coefficient for the aggregate are within the range recommended by the researchers consulted, and the values of the technical performance per shift of the aggregate behaved below their technical possibilities.

**Keywords:** working speed; construction width; shift time.

### **Introducción**

La caña de azúcar sigue siendo el cultivo básico de la economía cubana, por constituir la materia prima de las industrias azucarera y la de sus derivados. El azúcar es un importante alimento para la humanidad, el cual tiene y tendrá perspectivas. Para Cuba este producto es una fuente histórica de adquisición de divisas, ya que representa un volumen importante de sus exportaciones, (Leyva, 2009).

La labranza es principio y base de la agricultura, por lo que tiene importancia capital su manejo y constituye una tarea compleja, debido a: el plazo agrotécnico es breve y limitado por las condiciones edafo- climáticas; la premura con que se liberan los campos a demoler y las tecnologías que se aplican, las cuales pueden prolongar el laboreo, según la productividad de los agregados que se utilicen; de ésta dependen las labores subsiguientes y el rendimiento de las cosechas; es la labor agrícola de mayor gasto energético, (Leyva, 2009).

Unos de los procesos beneficiados con nuevas tecnologías en el sistema de máquinas para la producción cañera, es la preparación de suelo. En la UEB Atención a productores Bartolomé Maso se introdujo la Grada Baldan modelo CRI de 24 discos para formar agregado con el Tractor Belarus 1523 en la labor de rotura, 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) y NRAG XXII: (2005) realizamos la investigación.

Objetivo: Analizar mediante el cálculo, algunos índices explotativos del agregado formado por el tractor Belarus modelo 1523 y la Grada Baldan de 24 discos.

### **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 el agregado formado por el tractor Belarus modelo 1523 y la Grada Baldan de 24 discos

Ubicación del lugar donde se desarrolló la investigación

La investigación se realizó en la UBPC Carlos Manuel de Céspedes, perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) Atención a Productores Agropecuarios de Bartolomé Masó provincia de Granma, ubicada en el km 6 de la carretera Masó Yara. La temperatura promedio en los días de la investigación osciló alrededor de 24.1<sup>0</sup>C y la humedad relativa fue de 78 a 83 % según los datos del CITMA, (2020), en el Bloque 19, del período (2020/2-2020/04) ,en un suelo Aluvial, según la Nueva Clasificación Genética de los suelos de Cuba, (ONEI, 2006 y FAO, 2006), se colocó el IV escalón con reductor con movimiento en lanzadera, (de ida y vuelta) y viraje 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 fotocronometraje y metodologías expuestas por Jróbstov (1977), Garrido (1989) y González (1993). Las dimensiones de los campos donde se realizó la investigación fueron de 500 m de largo y un ancho de 250 m.

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

El agregado formado y sometido a prueba en la labor de grada fue el tractor Belarus 1523 y la grada Baldan mediana de 24 discos (figura 1). Se seleccionó el cuarto escalón de marcha con reductor, siguiendo las recomendaciones del manual de explotación del tractor y de la grada, 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. Composición del agregado en prueba. a) Tractor Belarus 1523. b) Grada median Baldan de 24 discos**

Descripción del experimento

El diseño utilizado fue en bloques al azar completamente aleatorizado con tres repeticiones y tres tratamientos Carmer, Nyquist, and Walter (1989).

## Materiales y métodos

- 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, Serrano, and Norman (2004).

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

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

Donde:

$\xi\beta$  - coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo

$Br$  - ancho de trabajo real (m).

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

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

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

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 ( $\xi V$ ), el cual se calculó a través de la siguiente expresión:

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

Donde:

$\xi V_t$  - 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 ( $\tau$ ), el cual se calculó por la siguiente expresión

$$\tau = \frac{T_c}{T_{tur}} \quad (3)$$

Donde:

$\tau$  - 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 Jróbostov (1977), Garrido (1989), González (1993), Gutiérrez et al. (2004) así como las normas ramales NRAG XXI: (2005) y NRAG XXII: (2005).

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

$$Wt = 0,1. \xi B. Bk. \xi Vt. Vt. \tau .Ttur \text{ (ha tur}^{-1}\text{)} \quad (1)$$

Donde:

$\xi B$  - coeficiente de aprovechamiento del ancho de trabajo

$\xi Vt$  - coeficiente de aprovechamiento de la velocidad teórica

$\tau$  - coeficiente de aprovechamiento del tiempo del turno

B- Ancho de construcción de la grada (m)

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

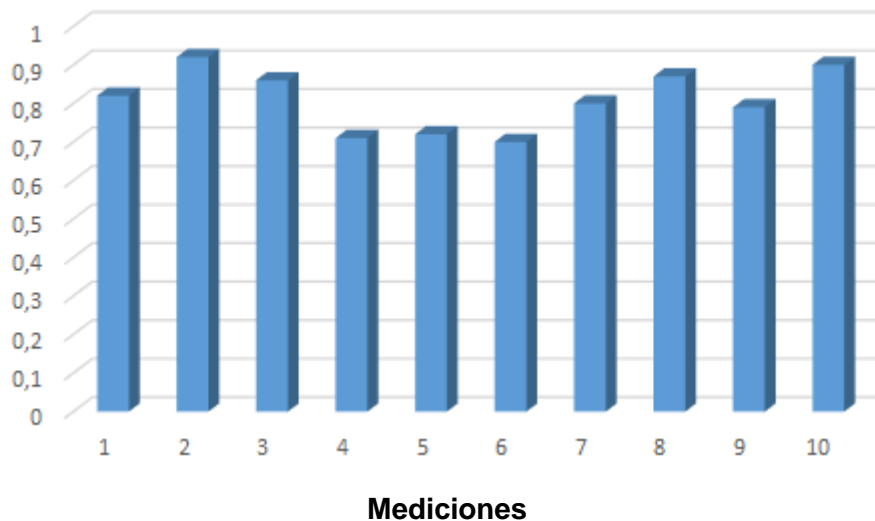
Ttur- Tiempo que dura el turno de trabajo del agregado agrícola (h)

### Análisis de los resultados

Coeficiente de aprovechamiento del ancho constructivo

En la figura 2 se muestran los valores del aprovechamiento del ancho de trabajo del agregado, estos varían de 0,70 a 0,90; para un valor medio de 0,80.

**( $\xi B$ )**



**Figura 2. Comportamiento del coeficiente de aprovechamiento del ancho constructivo**

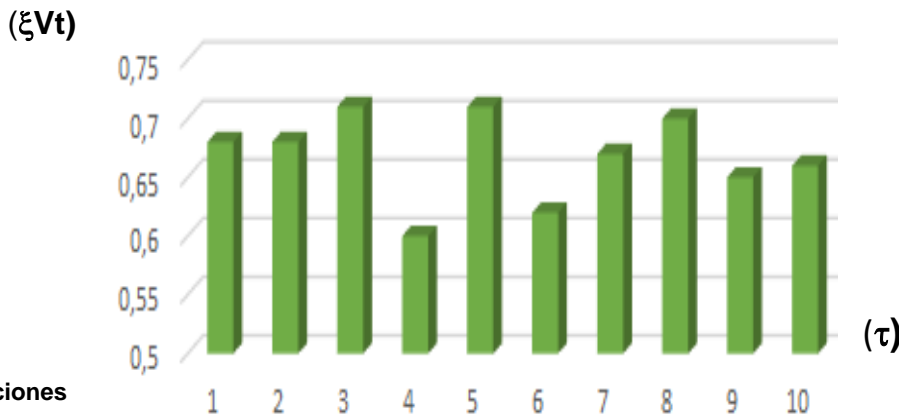
Este es inferior a lo planteado por algunos autores que afirman que en condiciones reales explotativas, el ancho medio de trabajo real siempre será menor que el constructivo y su valor máximo está determinado por la experiencia y habilidad del operador, del enganche, estado técnico y uso correcto del conjunto de máquinas durante el trabajo, teniendo en cuenta estos factores, establecen el valor de este coeficiente entre 0,90 y 0,99 (González, 1993; Gutiérrez et al., 2004; Jróbstov, 1977) y también inferior a resultados por Ramos, Guerrero, and Olivet (2020) de 0,97 con el tractor New Holland TS6020 y la Grada Baldan de 42 discos en el trabajo titulado “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 en el cultivo del arroz, en la Brigada # 23 del CAI Fernando Echenique” e inferiores a los obtenidos por Reyna, Ramos, and Gaskins (2020), con resultado de 0,94 en el tractor Same Silver-110 y la grada Baldan de 44 discos. Valores superiores fueron mostrados por González (1993), con coeficientes de aprovechamiento del ancho constructivo de 0,97 en gradas de nuevas tecnologías. Las causas que provocan este resultado son la sinuosidad del movimiento, el solapamiento de los tres primeros discos de la grada por la parte trabajada, debido a la baja maestría del operador, del desajuste en el enganche correcto de las gradas y del estado técnico de las mismas, en nuestra investigación este último aspecto no tuvo influencia negativa, al tratarse de máquinas nuevas.

Coefficiente de aprovechamiento de la velocidad teórica

En la figura 3 se observa el comportamiento del coeficiente de aprovechamiento de la velocidad de trabajo del agregado, donde los valores varían de 0,5 a 0,75, para un valor medio de 0,67, comportándose inferior a lo planteado por Jróbstov (1977) y González (1993) ,cuando

expresan que en los tractores agrícolas modernos la utilización correcta de la zona de velocidades tiene una gran importancia para el aumento de la eficiencia 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, 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 agro técnicos, la resistencia de tracción, las condiciones del suelo y el relieve de los campos. Las velocidades permisibles para las labores de grada, se comportan en un rango de 3,5 a 9 km·h<sup>-1</sup> y el valor del coeficiente de aprovechamiento de la velocidad debe ser igual o superior de 0,82. Con este resultado se hace un uso ineficiente de este indicador.



Mediciones  
Figura 3.

Comportamiento del coeficiente de aprovechamiento de la velocidad teórica. (τ)

Coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno

Como se muestra en la figura 4, el coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno para el agregado fue de 0,73. Este valor se encuentra próximo al recomendado por autores como Jróbstov (1977), González (1993) y (Gutiérrez et al., 2004) que para campos con longitud de 500 m sugieren un valor de 0,81 y dentro del rango recomendado por Garrido (1989), de 0,70 a 0,85.

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 Jróbstov (1977). En dependencia de las condiciones y la complejidad del proceso el comportamiento de este coeficiente oscila de 0,70 a 0,90 (González, 1993; Gutiérrez et al., 2004). De acuerdo con resultado de este indicador el agregado tiene una eficiencia regular.

( $\tau$ )

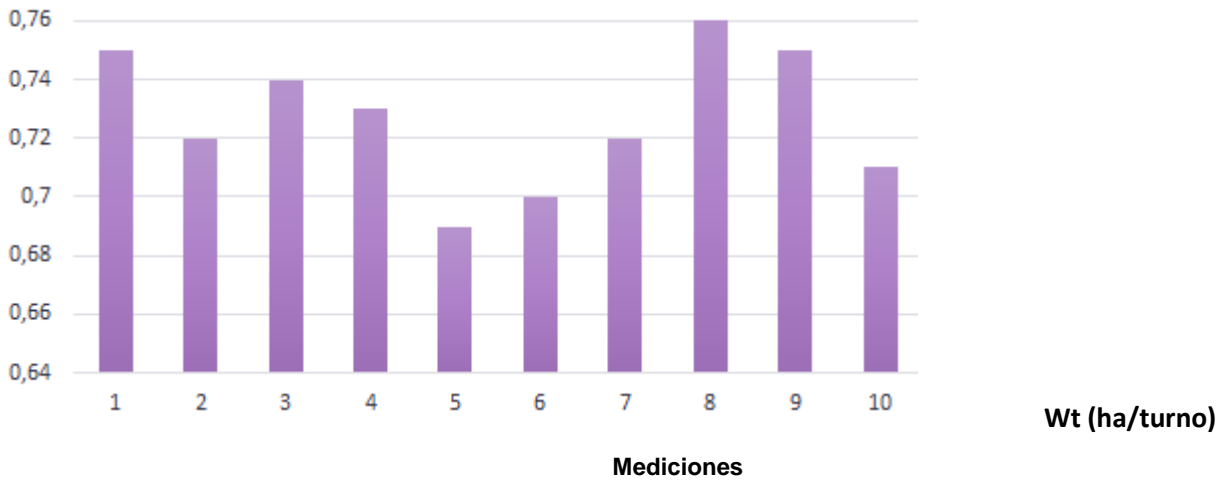


Figura 4. Comportamiento del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno.

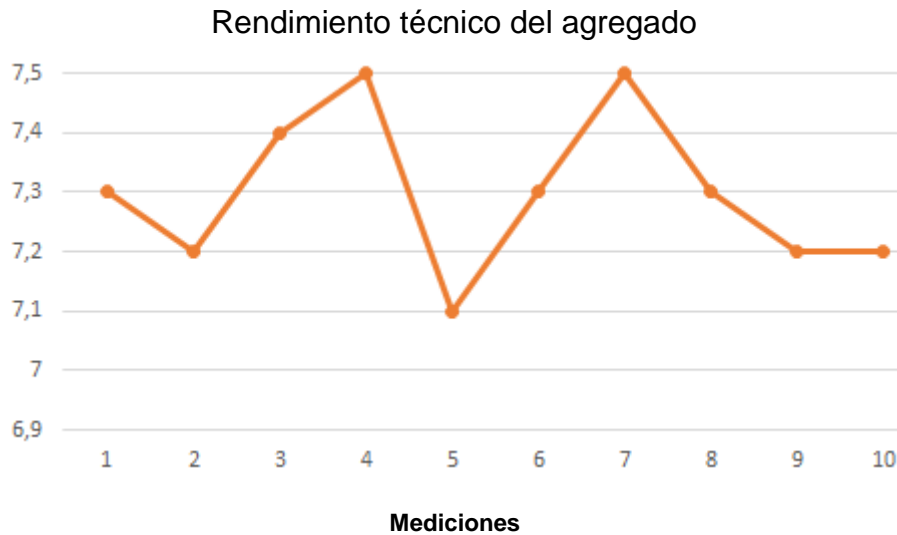


Figura 5. Representación del Rendimiento Técnico por turno de trabajo.

Como se puede apreciar en el gráfico, los valores rendimiento técnico por turno varían entre 7,1 a 7,5 ha turno<sup>-1</sup> para un valor medio de 7,3 ha turno<sup>-1</sup>. Este se comporta por debajo de lo recomendado según el "Manual de explotación de la grada", de 13 ha turno<sup>-1</sup>. Consideramos que el agregado se utiliza de una forma ineficiente, debido a que los coeficientes de

aprovechamiento del ancho constructivo, no siendo así para el caso del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno.

Este resultado es muy significativo de forma negativa en la eficiencia del trabajo de este agregado, solo realiza una cantidad de trabajo equivalente al 54 %. Si lo planteamos en unidades de superficie, deja de realizar 5,7 ha en el turno de trabajo, utilizando la misma cantidad de combustible.

### Conclusiones

1. Los valores del aprovechamiento del ancho constructivo y de la velocidad teórica están muy por debajo de los valores recomendados.
2. Los valores del coeficiente de aprovechamiento del tiempo de turno para el agregado se encuentran dentro del rango recomendado por investigadores consultados.
3. Los valores del rendimiento técnico por turno del agregado se comportaron por debajo de sus posibilidades técnicas.

### Referencias bibliográficas

- Carmer, S. G., Nyquist, W. E., & Walter, W. M. (1989). *Least significant differences for combined analyses of experiments with two-or-three-factor treatment designs*. *Agron. J.*, 81, 665-672.
- 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, A., Serrano, M., & Norman, T. (2004). Evaluación tecnológico-explotativa del conjunto Multiarado-tractor J. D. Modelo 4235 en la labor de preparación primaria de un Vertisol. *Ciencia Ergo Sum*, 11(2), 171-176.
- Jróbstov, S. N. (1977). *Explotación del parque de tractores y máquinas*. Moscú: Mir.
- Leyva, S. O. (2009). *Fundamentación de una tecnología para laboreo mínimo en suelos vertisoles basadas en la aplicación de una máquina compleja en caña de azúcar*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas Agropecuarias), Universidad Agraria de La Habana-Universidad de Granma, La Habana.
- 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 evalaución tecnologica-explotativa*. Ciudad de La Habana.

NRAG XXII:. (2005). Máquinas agrícolas y forestales *Metodologia para la evaluación económica* (pp. 13). Ciudad de La Habana.

Ramos, Z. J. L., Guerrero, B. E., & Olivet, A. E. F. (2020). 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*). *Revista Granmense de Desarrollo Local*, 4(20), 717-727.