

Análisis comparativo entre los tractores eléctricos y diésel

Comparative Analysis Among the Battery-Powered and Diesel Tractors

 Arcadio Ríos Hernández*

Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.

*Autor para correspondencia: Arcadio Ríos Hernández, e-mail: arcadiorh1938@gmail.com

RESUMEN: Los grandes avances en la agricultura se iniciaron con el surgimiento de los medios mecanizados. Sin embargo, la mecanización también ha traído grandes afectaciones al medio ambiente. La introducción de tractores y otras máquinas agrícolas en Cuba se ha desarrollado impetuosamente en el período desde 1959, pero actualmente se requiere la investigación de opciones para una renovación gradual debido a su deterioro técnico y obsolescencia. El Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola ha venido desarrollando un intensivo trabajo de prueba e investigación de nuevos modelos de máquinas como opción al gobierno y a los productores agropecuarios para la adquisición de los modelos más ventajosos. Es objetivo del presente trabajo mostrar los resultados de un estudio comparativo entre los tractores eléctricos y los accionados por motor diésel, analizando como aspectos metodológicos el ahorro de combustible, reducción de gastos en reparación y mantenimiento, facilidad de operación, e impactos sobre el medio ambiente. Los resultados indican que los tractores eléctricos tienen numerosas ventajas, aunque para su introducción masiva es necesario considerar algunos factores importantes.

Palabras clave: agricultura, electrificación, protección medioambiental, ahorro de energía.

ABSTRACT: The major advances in agriculture began with the beginning of the mechanization. However, this process has also caused significant environmental impacts. The introduction of tractors and other agricultural machines in Cuba have been developed impetuously in the period from 1959, but at the moment the research of options is required for a gradual renovation of the agricultural machinery due to its technical deterioration and obsolescence. The Agricultural Engineering Research Institute has performed an intensive test work and researches of new models of machines like option to the government and the farmers for the acquisition of the most advantageous models. It is objective of the present work to show the results of a comparative study among the electric tractors and those powered by diesel motors, analyzing as methodological aspects the saving of fuel, reduction of expenses in repair and maintenance, operation easiness, and impacts on the environment. The results indicate that the electric tractors have numerous advantages, although for their massive introduction it is necessary to consider some important factors.

Keywords: agriculture, electrification, environmental protection, energy saving.

INTRODUCCIÓN

La producción agrícola logró un avance fundamental cuando comenzaron a desarrollarse las primeras máquinas autopropulsadas movidas con energía procedente de la combustión: primeramente, con mecanismos accionados por vapor de agua a alta presión y después con motores de combustión interna. Estos últimos se iniciaron usando como fuente energética la gasolina, generalmente con baja potencia, pero el desarrollo de los motores diésel facilitó incrementar sensiblemente la potencia y disminuir los

costos, y desde entonces el fueloil ha sido el combustible más utilizado en los tractores, combinados y otros equipos motorizados (FAO, 2022).

En 1959, al triunfo de la Revolución, existían 9 mil tractores, en 1975 se había ascendido a 54 mil. En 1998 se alcanzó la cifra de 105 mil tractores y cosechadoras autopropulsadas, pero actualmente existen unos 70 000, aunque más del 34 % están inactivos, principalmente por falta de componentes para su reparación (Minag-Cuba, 2022). La Tabla 1 muestra la cantidad de tractores existentes en cada provincia, y la Figura 1 la disponibilidad por rangos de potencia.

TABLA 1. Disponibilidad de tractores en Cuba

Clasificación según potencia	Rango, hp	Cantidad de tractores	%
Baja	Hasta 80	37 924	54
Media	81 - 120	27 390	39
Alta	Más de 120	4 917	7
Total		70 231	100

Recibido: 10/01/2025

Aceptado: 23/04/2025

El autor de este trabajo declara no presentar conflicto de intereses.



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



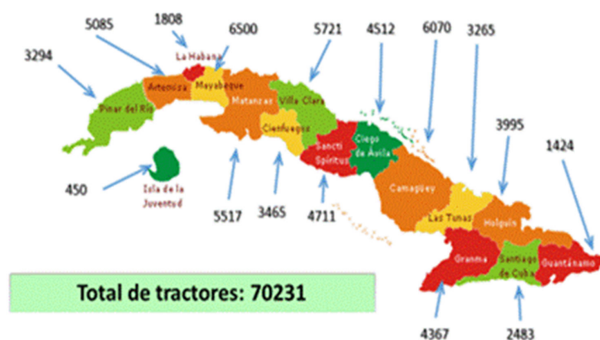


FIGURA 1. Total de tractores y existencia por provincias.

En Cuba existe una política estatal respecto al desarrollo continuo del equipamiento de la agricultura. La Resolución No. 6, de 27 de junio 2015 del Presidente del Consejo de Ministros, estableció como unas de las funciones específicas del Ministerio de la Agricultura: “Promover el desarrollo de los sistemas de mecanización, riego y drenaje agrícola, validar la introducción de nuevas tecnologías y su eficiente explotación y establecer las regulaciones para su asistencia técnica”.

A tenor con ello, fueron emitidos el Decreto Ley 2/2019 “De la Mecanización, el Riego el Drenaje Agrícola y el Abasto de Agua a los Animales” [GOC-Cuba \(2020a\)](#), que aborda toda la política sobre estas actividades, y el Decreto 21/2020 que establece el Reglamento para su ejecución ([GOC-Cuba, 2020b](#)). En estos Decretos se establecen las orientaciones sobre la rehabilitación y reposición de tractores y otros equipos agrícolas y estas se implementan mediante los planes anuales de la economía a partir de los programas de desarrollo agropecuario aprobados, priorizándose las diferentes formas productivas y agricultores pequeños que posean los mayores rendimientos agropecuarios ([Minag-Cuba, 2002](#)).

La mayoría de los tractores existentes en Cuba tienen más de 20 años de explotación, por lo que se requiere la renovación gradual de estos. Si consideramos la renovación de solo un 5 % por año, esto implica la importación anual de más de 3 500 tractores, lo que justifica plenamente buscar opciones en cuanto a modelos, costo de explotación y facilidades de mantenimiento y reparación.

En años muy recientes ha tenido un avance vertiginoso el empleo de la electricidad para el movimiento de vehículos: automóviles, camiones, motocicletas, bicicletas, e incluso ya aviones, barcos y ferrocarriles. Estos adelantos han llegado también a los equipos agrícolas, y numerosas fábricas han lanzado tractores y otros medios en que se emplean motores que se accionan mediante la acumulación de electricidad en baterías portátiles cada vez más compactas y efectivas.

Por ello el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola acometió la tarea de someter a prueba diversos modelos de tractores eléctricos y de motor diésel y a la vez realizar un estudio comparativo entre ambos tipos de equipos. Es objetivo del presente trabajo mostrar los

principales resultados del estudio, especialmente en lo que se refiere a la comparación entre los tractores eléctricos y los modelos similares de motores diésel, enfatizando en las ventajas y desventajas de su uso.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se emplearon en lo fundamental las metodologías empleadas por el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola para evaluar los indicadores fundamentales de los tractores agrícolas en las pruebas estatales, especialmente en lo que se refiere a las características técnicas del equipo, sus parámetros de rendimiento y de explotación. Se utilizaron igualmente metodologías de evaluación del impacto ambiental de la maquinaria agrícola propuestas por varios autores ([Águila, 2000](#); [Díaz y Pérez, 2007](#)).

Para la recopilación y análisis de la información el procedimiento metodológico comprendió búsquedas en sitios de Internet sobre empresas que actualmente producen tractores eléctricos y los datos técnicos de los modelos que ofertan, así como de la información disponible en los informes de las pruebas efectuadas en el IAgriC de tractores con motores de combustión y eléctricos.

Se realizaron encuentros de discusión con especialistas en pruebas de tractores, así como con personal dirigentes y obreros dedicados a la explotación de estos equipos. Los resultados se procesaron mediante análisis estadístico, con el uso de herramientas y programas de computación.

Se recopiló también información sobre el tema (trabajos publicados, trabajos presentados en eventos científicos, informes de investigaciones, leyes, resoluciones, políticas institucionales, etc.) sobre la mecanización de la agricultura y la importancia de la tractorización, el ahorro de energía y la disponibilidad de recursos para la adquisición, reparación y mantenimiento de estos equipos y la reducción de los impactos de la maquinaria agrícola en los aspectos ecológicos ([Newsletters, 2021](#); [Ríos, 2021](#); [Ríos, 2024](#)).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Importancia del ahorro de combustible en las labores agrícolas

El uso racional de los tractores y sus agregados en los procesos agrícolas constituye el mayor potencial de ahorro de combustible y de disminución de la contaminación ([Herrera et al., 2011](#)). Entre las fuentes energéticas convencionales más utilizadas en los procesos mecanizados de la agricultura tenemos los combustibles líquidos (gasolina, diésel y otros derivados del petróleo), gaseosos (gas metano) y sólidos (carbón mineral, carbón de leña, madera), así como la electricidad ([Petersson et al., 2021](#)). Todas estas fuentes de energía proceden de la combustión de sustancias orgánicas o minerales y producen gases que contaminan la atmósfera, con consecuencias muy indeseables ([Domingo et al., 2003](#); [Milanés, 2020](#); [Infoagro, 2023](#)).

En las actividades de mecanización agropecuaria en Cuba es una tarea de primer orden la reducción del consumo de energía (combustible y electricidad) debido a su alto costo del petróleo y sus derivados en el mercado internacional y la escasez de divisas y obstáculos para obtenerlo.

También debe considerarse que la disminución en el consumo de combustible equivale a una acción favorable desde el punto de vista medioambiental ya que los motores de combustión producen la emisión de gases contaminantes que provocan lluvias ácidas y el llamado efecto invernadero debido al daño a la capa de ozono, entre otras afectaciones (Herrera *et al.*, 2011). La electrificación resulta conveniente en los casos que se sustituyen motores diésel o de gasolina altamente gastadores por motores eléctricos, como es el caso de los tractores, combinadas y equipos de riego (Rios, 2021).

Marcas más representativas de tractores eléctricos

Numerosas empresas productoras de máquinas agrícolas se han iniciado en los últimos años en la producción de tractores eléctricos (Fiori *et al.*, 2022). Por ejemplo, la John Deere, con fábricas en EEUU y otros países, ha estado avanzando en el desarrollo de tractores eléctricos e híbridos. Todavía no se ha lanzado la producción en gran escala, pero el modelo Sesam fue presentado en 1916, siendo uno de los primeros (John Deere, 2021). Sin embargo, la firma Monarch, de EEUU, ya produce en escala comercial un tractor eléctrico que además tiene posibilidades de trabajar de forma autónoma.

La empresa alemana Fendt produce el modelo e-100 Vario, que es un tractor eléctrico compacto, especialmente para su uso en jardinería, invernaderos, y pequeñas granjas agrícolas. Otra firma norteamericana, la Soletac, comercializa modelos de baja potencia (Smith *et al.*, 2021; Kara *et al.*, 2023). La firma china YTO produce dos modelos de tractores eléctricos, uno de 50 kW de potencia y otro de 100 kW, el primero de los cuales está siendo evaluado en Cuba por el IAgriC.

El ahorro de energía

La principal ventaja de los tractores eléctricos, en comparación con los equipados con motores de combustión, radica en el ahorro de combustible, lo cual puede evaluarse comparando los costos monetarios del tipo de energía empleados en ambos tipos de equipos. En la

Tabla 2 aparecen los datos fundamentales para diferentes rangos de potencia según la clasificación más generalizada (Altrac, 2022; Larrazabal, 2022; Soca, 2022).

Si tomamos como ejemplo un equipo de potencia media, o sea, de 90 - 100 hp, el ahorro en el costo de la energía es de unos 626 CUP/h, lo cual es un elemento muy importante. Los datos del costo de la electricidad y el combustible son solo orientativos, pues las tarifas de la electricidad y los precios del diésel pueden variar, e incluso hay entidades subsidiadas o que tienen un tratamiento especial (Tabla 2). Además, hay que tener en cuenta que generalmente la disponibilidad de combustible en oferta no siempre satisface las necesidades de los productores y algunos deben acudir al mercado en divisas. Un aspecto adicional a considerar es la eficiencia energética: mientras que un motor diésel tiene una eficiencia energética del 30 - 40 %, en los motores eléctricos es cercana al 90 %.

Protección del medio ambiente

Otra ventaja de los tractores eléctricos radica en que son más amigables con el medio ambiente, ya que no producen emisiones de gases contaminantes. Los motores de combustión generan gases de escape que en su mayor parte se componen de CO₂, que es el más dañino para la capa de ozono. La emisión de gases está en dependencia de la potencia del motor, pero también influido por la carga de trabajo a que se somete el equipo, la eficiencia de funcionamiento del motor y su estado técnico. Los motores diésel emiten aproximadamente 2,68 kg de CO₂ por litro quemado. Un tractor de 100 hp (74 kW) emite unos 25,9 - 39,2 kg/h de CO₂, y cantidades pequeñas de otros gases como N₂O y NH₄, pero que son mucho más dañinos para la capa de ozono que el CO₂. Estos otros gases producen un efecto equivalente a 1,0 kg/h de CO₂, por lo que la emisión total equivalente es de 26,8-40,2 kg/h de CO₂, según se muestra en la Tabla 3 (Infoagro, 2023; Kara *et al.*, 2023).

Niveles de ruido

Los tractores eléctricos funcionan con un nivel muy bajo de ruido, lo cual es beneficioso para su operador y para las personas que puedan estar en su entorno cercano. Un tractor con motor de combustión, aún los equipados con un buen sistema de amortiguación del ruido, pueden generar niveles sónicos que en el trabajo continuado afectan al operador, por lo cual existen regulaciones estrictas al respecto (NC ISO 116: 2001).

TABLA 2. Análisis de costo de la energía en los tractores YTO eléctricos y diésel

Potencia, hp	Tractor eléctrico			Tractor diésel		
	Ejemplo	Tipo de batería, kWh	Costo de recarga por hora de uso, CUP/h	Ejemplo	Consumo, L/h	Costo, CUP/h
50 - 65	e-504	70	11,41	MK-654	15,7	471,00
90 - 100	e-1004	100	16,30	LX-904	21,6	648,00

TABLA 3. Análisis de emisión de CO₂ en diferentes clases de tractores

Potencia, hp	Clase	Consumo, L/h	Emisión de CO ₂ , kg/h
50	Pequeño	5 - 8	13,4 - 21,4
100	Medio	10 - 15	26,8 - 40,2
200	Grande	15 - 25	40,2 - 67,0

Es de destacar que la casi totalidad de los tractores en Cuba tienen cabina abierta, por lo que el operador está sometido a soportar hasta unos 70 - 85 dB, que pueden incrementarse a 120 dB cuando se somete el equipo a aceleraciones o trabajo pesado. Las normas de higiene y seguridad del trabajo especifican que niveles continuados de más de 85 dB pueden dañar la salud del operador, lo que puede manifestarse en mareos, desorientación y otras afectaciones. Los tractores eléctricos tienen un nivel de ruido muy bajo, que no sobrepasa los 3 - 5 dB.

Mantenimiento y reparación

Los tractores con motor de combustión tienen numerosos componentes que requieren un mantenimiento y reparación continuados, especialmente el motor, sistema de lubricación, enfriamiento, arranque, bomba de combustible, etc. En cambio, los tractores eléctricos no disponen de estos equipos, por lo cual las labores y costos de mantenimiento son mínimos.

Tiempo de autonomía

La principal desventaja de los tractores eléctricos radica en el limitado tiempo de autonomía, pues esto está en dependencia de la duración de la carga de la batería, así como otros factores. En la [Tabla 5](#) se dan las horas promedio de autonomía con carga completa en un tractor equipado con baterías estándar, de 40 - 100 kWh, que para trabajos de intensidad media puede ser de 3 a 6 h en la mayoría de los trabajos que se realizan en la agricultura. Por ejemplo, la marca YTO oferta tractores con dos tipos de baterías de litio: el modelo e-504, de 50 hp, con batería de 70 kWh y el e-1004, de 100 hp con batería de 120 kWh. Sin embargo, hay baterías opcionales de alta capacidad cuya duración de la carga puede alcanzar de 6 a 12 h. Las baterías para los vehículos están siendo perfeccionadas a un ritmo vertiginoso con nuevos componentes, por lo cual continuamente irá incrementándose el tiempo de operación antes de una nueva recarga.

Los trabajos pesados disminuyen el tiempo de autonomía, así como otros factores en los que se produce mayor gasto energético: el trabajo en terrenos con pendientes, el uso de velocidades elevadas, el exceso de

calor o de humedad, etc., ([Cheng et al., 2023](#)). La [Tabla 4](#) muestra ejemplos de autonomía para un tractor de potencia media en diferentes tipos de labores.

Hay que considerar también el tiempo de recarga. Mientras que un tractor de combustible el reabastecimiento dura solo unos minutos, en los equipos con batería el tiempo de recarga puede ser de 8 - 12 h cuando se usa un cargador convencional, pero pudiera reducirse a 2 - 3 h si se emplea uno de carga rápida. Se han ofertado modelos en los cuales puede intercambiarse el paquete de baterías, o sea, que mientras el tractor trabaja se está cargando el otro paquete.

Costo de adquisición

Otra desventaja es que los tractores eléctricos tienen un costo de adquisición en un 30 - 40 % mayor que los de motor diésel, aunque también con los avances en el desarrollo y fabricación de este tipo de equipos, y en especial, de las baterías, el costo inicial baja continuamente. Sin embargo, el mayor costo inicial se compensa rápidamente por los ahorros en combustible y en mantenimiento. Se estima que la inversión en un tractor de combustión se recupera en un plazo de 5 años, mientras que uno similar con motor eléctrico es de unos 3 años.

Resumen del análisis comparativo entre los tractores eléctricos y diésel

En la [Tabla 5](#) se muestran como ejemplo, de forma comparativa, un resumen de algunas diferencias entre las características técnicas para tractores de potencia media de modelos típicos con motor eléctrico y de combustión. Como se ha expresado en los epígrafes anteriores, las principales ventajas de los tractores eléctricos son los menores costos de operación, cero emisiones de gases nocivos, menores niveles de ruido, mientras que las desventajas radican en poca autonomía, mayor costo inicial y un peso hasta el 20 % mayor (debido al peso de la batería), que puede influir en el incremento de la compactación del suelo ([Folger, 2022](#)).

Aspectos a tener en cuenta para la explotación de tractores eléctricos en Cuba

El principal aspecto a tener en cuenta es disponer de un punto de recarga de la batería del tractor, con la

TABLA 4. Duración de la recarga de los tractores eléctricos según el tipo de labor

Tipo de trabajo	Ejemplos	Autonomía, hora
Trabajo ligero	Transporte, siega, chapea, fumigación	4 - 8
Trabajo medio	Cruce, surcado, cultivo, siembra	3 - 6
Trabajo pesado	Roturación, grada pesada	2 - 4

TABLA 5. Resumen comparativo de algunas características importantes de tractores de potencia media diésel y eléctricos

Característica	Unidad	Tractor eléctrico	Tractor diésel
Masa	%	10 - 20 % más	
Costo del tractor	%	30 - 50 % más	
Autonomía	h	3 - 6	Uso continuado
Emisión de CO ₂	kg/h	No	26,8 - 40,2
Emisión de ruido	dB	3 - 5	70 - 85
Costo de operación	peso/h	16,30	648,00

potencia y voltaje necesario. Para reducir el consumo de electricidad se recomienda la instalación de puntos de recarga equipados con paneles solares, lo cual también representa una elevación de los costos de introducción del sistema, pero que se recuperan en un breve plazo. Cuando se utilice la red eléctrica se recomienda la recarga de las baterías de los tractores durante la noche, para no afectar los picos de consumo.

Otro aspecto a considerar es el tipo de labores a los que se destina el tractor, pues el tiempo de duración de la carga de la batería puede no estar en correspondencia con las necesidades de las labores a que debe destinarse el equipo. La preparación de suelos es una labor pesada que requiere de un mayor consumo energético que el transporte, y por lo tanto, menor tiempo de operación antes de que se agote la batería.

Las limitaciones en el tiempo de autonomía implicarían, por ejemplo, disponer de más de un tractor o de una batería de repuesto. Además, los tractores eléctricos son 30 - 50 % más caros, lo que se debe generalmente al alto costo de la batería.

CONCLUSIONES

En el estudio se determinaron de modo comparativo las principales características técnicas y de funcionamiento de diferentes modelos representativos de tractores eléctricos y de motor diésel. Los resultados muestran que los tractores eléctricos de potencia media, que son los más utilizados, producen ahorro de unos 631 pesos/h en costos de operación, evitan la emisión de 26,8 - 40,2 kg de CO₂/h, tienen niveles de ruido que representan el 4 - 6 % con respecto al diésel, entre otras ventajas.

Los factores negativos se manifiestan en que los tractores eléctricos tienen una autonomía de unas 3 - 6 h, lo que implica largas paradas para recarga. Además, su uso en labores pesadas o en terrenos difíciles reduce el tiempo de autonomía. El costo de adquisición puede ser de un 30 - 50 % mayor que los de motor diésel.

RECOMENDACIONES

Considerar las ventajas de los tractores eléctricos en la adquisición de nuevos equipos, con una introducción gradual para ir creando las condiciones y el conocimiento en el uso de estos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁGUILA, A.: "Contribución al desarrollo de una metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental en proyectos agropecuarios", *Pueblo y Educación, La Habana, Cuba*, 139, 2000.
- ALTRAC: *Clasificación de los tractores agrícolas*, Inst. Tractores Profesionales. Altrac, Huelva, España, 2022.
- CHENG, L.; WANG, M.; PATEL, K.: "Battery Thermal Management for Electric Tractors on High/Load Agricultural Operations", *Applied Thermal Engineering*, 2023.
- DÍAZ, N.; PÉREZ, J.N.: "Metodología para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales del medio ambiente", *Ciencias Holguín*, 13(2): 1-12, 2007.
- DOMINGO, J.; ALFARO, A.; LÓPEZ PANTOJA, G.; SÁNCHEZ OSORIO, I.: "Los problemas ambientales y la evaluación de impacto ambiental", *Apuntes de Ciencia y Tecnología del Medio Ambiente. Universidad de Huelva, Colección "Materiales para la docencia"*, 190, 2003.
- FAO: "La maquinaria agrícola debe evolucionar junto a la agricultura sostenible/The agricultural machinery should evolve next to the sustainable agriculture", Roma, Italia, 2022.
- FIORI, M.; ROLANDO, D.; MANELLI, V.: "Development and Testing of a Full Electric Agricultural Tractor", *Biosystem Engineering*, 2022.
- FOLGER, T.: *La maquinaria agrícola, cada vez más pesada, está aplastando los suelos agrícolas*, Inst. National Geographic Society, USA, 5 p., 2022.
- GOC-CUBA: "Decreto No. 21/2020. Reglamento del Decreto-Ley de la mecanización, el riego, el drenaje agrícola y el abasto de agua a los animales", *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, 2020a, ISSN: 0864 -0793, e-ISSN: 1682-7511.
- GOC-CUBA: "Decreto-Ley No. 2/2019. De la mecanización, el riego, el drenaje agrícola y el abasto de agua a los animales", *Gaceta Oficial de la República de Cuba*, 2020b, ISSN: 0864 -0793, e-ISSN: 1682-7511.
- HERRERA, P.M.I.; TOLEDO, A.; GARCÍA, F.M.P.: "Elementos de gestión en el uso del parque de tractores", *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1): 20-24, 2011, ISSN: 2071-0054.
- INFOAGRO: "La relación de la maquinaria con el medio ambiente/The relationship of the machinery with the environment. Agri-nova Science", 4, 2023.

- JOHN DEERE: “Maquinaria agrícola más segura, eficiente y respetuosa con el medio ambiente/Agricultural machinery more sure, efficient and respectful with the environment, [en línea]”, 2021, *Disponible en:* <http://www.Interempresas.net/Agrícola/Artículos/352599>.
- KARA, S.; LI, H.; ZHANG, W.: *Feasibility of Electrifying Agricultural Machinery*, Inst. Sustainability. (MDPI, Open Access), China, China, 2023.
- LARRAZABAL, M.: *Tractores Agrícolas. Tipos, Clasificación y Características*, Inst. Agromarketing Bialar (Agromarketing Digital y Social Media), España, 2022.
- MILANÉS, Y.: “Influencia de la mecanización agrícola en la contaminación ambiental”, *Universidad de Granma, Bayamo, Cuba [en]*, 2020.
- MINAG-CUBA: *Estrategia del desarrollo de la mecanización agropecuaria*, Inst. Instituto de Investigaciones de Maquinaria Agrícola (IIMA), La Habana, Cuba, 50 p., 2002.
- MINAG-CUBA: *Actualización técnica y registral de equipos agrícolas*, Inst. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba, 2022.
- NC ISO 116: 2001: *Seguridad y salud en el trabajo. Requisitos ergonómicos básicos a considerar en los puestos, procesos y actividades de trabajo*, Inst. Oficina Nacional de Normalización (ONN), La Habana, Cuba, Vig de 2001.
- NEWSLETTERS: “La contribución de la maquinaria agrícola al equilibrio entre economía y ecología/The contribution of the agricultural machinery to the balance between economy and ecology”, 2021.
- PETERSSON, J.; JOHANNSSON, L.; NORDELOF, A.: “Consumption and Performance of Battery-powered Electric Tractors”, *Journal of Agricultural Engineering*, 2021.
- RIOS, A.: *Aspectos que inciden sobre el medio ambiente en la mecanización agropecuaria/Aspects that impact on the environment in the agricultural mechanization*, Ed. Infoiima. In digital format. Havana, Cuba, second ed., La Habana, Cuba, La Habana, Cuba, 2021.
- RÍOS, H.A.: “Measures to reduce the impacts of the agricultural mechanization on the environment”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 33(3), 2024, ISSN: 1010-2760, e-ISSN: 2071-0054.
- SMITH, R.; JONES, T.; GARCÍA, P.: *Autonomous Electric Tractors for Precision Farming. A Review of Current Technologies*, IEEE Access, USA, 2021.
- SOCA, J.R.: *Clasificación de los tractores*, Universidad de Chapingo, México, 2022.

Arcadio Ríos Hernández. Doctor en Ciencias Técnicas, Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. Teléf. 5 449 2622.

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.