



ARTÍCULO ORIGINAL

# Resultados del uso en Uruguay de los multiarados para tracción motorizada y tracción animal

## *Results of the use in Uruguay of the multiplows for motorized traction and animal traction*

Ing. Agr. Carlos D. Ronzoni-Rebelino<sup>1</sup>, Ing. Violeta Ronzoni-Galindo<sup>1</sup>, Dr.C. Arcadio Rios-Hernández<sup>1111</sup>  
Empresa familiar Clic+, Montevideo, Uruguay,

<sup>11</sup> Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

**RESUMEN** El empleo de arados y rastras (gradas) de discos voltea las capas del suelo, con lo que en éste se destruye gradualmente su fertilidad. En Cuba se desarrolló la tecnología de corte horizontal, basada en el multiarado, que contribuye a disminuir la erosión y compactación de los terrenos agrícolas. Es objetivo del presente trabajo presentar los resultados obtenidos en Uruguay con el uso de la tecnología de corte horizontal, conocida en el país como “multicorte”, con versiones de multiarados para tractor y tracción animal, comparados con los obtenidos en Cuba. Luego de tres ciclos de preparación del suelo con el multiarado M 120, se demostró que la erosión del suelo se redujo de 18,6 t/ha con la tecnología tradicional a 0,5 t/ha con el corte horizontal y el incremento de los rendimientos fue del 30 % al 70 % en diferentes cultivos, lo que se corresponde con los resultados obtenidos en Cuba. Teniendo en cuenta estos resultados, se continúa promoviendo la generalización de la tecnología de corte horizontal en Uruguay y Argentina.

**Palabras clave:** erosión, compactación, multicorte, arado.

**ABSTRACT.** The employment of disks plows and harrows turns the layers of the soil, gradually destroying its fertility. In Cuba was developed the technology of horizontal tillage, based on the multiplow, which contributes to diminish the erosion and compaction of the agricultural soils. The objective of the present work is to present the results obtained in Uruguay with the use of the technology of horizontal tillage, known in the country like “multicorte”, with versions of multiplows for tractor and animal traction, compared with those obtained in Cuba. After three cycles of soil tillage with the multiplow M 120, was demonstrated that the erosion of the soil decreased of 18,6 t/ha with the traditional technology to 0,5 t/ha with the horizontal tillage and the increment of the yields was from 30 % to 70 % in different crops, what corresponds with the results obtained in Cuba. In view of these results, the generalization of the technology of horizontal tillage is promoted in Uruguay and Argentina.

**Keywords:** Erosion, Compaction, Multiplow, Plow.

## INTRODUCCION

La producción agrícola del mundo enfrenta hoy una gran crisis. El aumento de la población, unido al deterioro creciente de la fertilidad de los suelos y las pérdidas por la erosión, la desertificación y otras formas de degradación, permiten asegurar dificultades aún mayores para fines del siglo (Herrera-Sardiñas et al., 2014).

El suelo está sometido a un contradictorio proceso de formación-degradación. El proceso de formación es mucho

más lento que el de degradación, ya que un centímetro de suelo laborado se forma en 30 años, mientras que por erosión puede perderse en un aguacero. El incremento de la población, el uso de métodos inapropiados de producción agrícola y la degradación de las labrantías favorece la disminución de la cantidad de área por agricultor, lo que acentúa la escasez de tierras fértiles.

Para el crecimiento y desarrollo de las plantas se requiere que el suelo esté perfectamente mullido, con una adecuada aireación y

<sup>1</sup> Autor para correspondencia: Arcadio Rios Hernández, e-mail: [arcadorh1938@gmail.com](mailto:arcadorh1938@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7499-7577>

**Recibido:** 25/11/2022.

**Aprobado:** 14/06/2023.

con la humedad y los nutrientes necesarios. Estos requerimientos se logran con una correcta preparación del suelo y mantenimiento oportuno a los cultivos. Durante mucho tiempo el agricultor ha utilizado grandes esfuerzos en combatir las malezas, pero con las tecnologías tradicionales basadas en cortes verticales y volteo del suelo se propagan las semillas de las hierbas, a la vez que éste se degrada con la consiguiente disminución de los rendimientos agrícolas. La agricultura de altos insumos, basada en el empleo de productos agroquímicos y muchas labores mecanizadas, eleva el costo de los productos y es impracticable en los países de menores recursos. Las tecnologías de labranza comúnmente empleadas, son altamente costosas y han provocado que paulatinamente se incrementen los recursos necesarios para su uso mientras disminuye la respuesta productiva.

El arado común apareció hace alrededor de 5500 años, primeramente como un implemento que cortaba el suelo de forma vertical con una reja y producía un ligero volteo de la misma. Después, al adicionársele una vertedera, se generalizó el corte e inversión del suelo, que también se produce con el relativamente moderno arado de discos (Ecured-Cuba, 2022). Al principio, estas tecnologías funcionaron bien, pero cada vez se ha ido necesitando fuentes energéticas de mayor capacidad, implementos más pesados, complejos y costosos y más fertilizantes químicos, mientras que los rendimientos no crecen en la misma proporción.

Para esto existe una sola explicación: el suelo pierde su capacidad productiva, nos avisa de la catástrofe que se nos viene encima en las zonas más productivas y ha dejado ya su secuela mortal en los ecosistemas más frágiles (áreas erosionables, inundables y semidesérticas).

No se conoce aún la solución integral al problema, ya que no labrar todavía es imposible, aunque aparentemente sería lo ideal. Se necesita labrar; pero preparando el terreno en el menor tiempo posible, con el mínimo de labores mecanizadas, disminuyendo costos y sin degradar el suelo.

Aunque las vertederas y discos son absolutamente predominantes en el laboreo del suelo, se ha evidenciado que al voltear la tierra y con ella la capa superficial de materia orgánica, se facilita la degradación de su fertilidad (Herrera-Sardiñas *et al.*, 2014). En la capa que se ha labrado utilizando gradas y arados de discos, sucede siempre un efecto de deterioro del suelo, que progresivamente va en detrimento de su estado físico. Por debajo de la capa arada, se van formando horizontes compactados. Es por ello que el antiguo Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria, hoy Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, y el Instituto de Suelos, desarrollaron el equipo conocido como multiarado (en algunos países se le denomina multicorte), que realiza el laboreo de los suelos sin invertirlo, mediante el corte vertical-horizontal (IAgric-Cuba, 2012; IIMA-Cuba, 2000; IS-Cuba, 2000). Más de 30 años de investigaciones realizadas en Cuba y en México ha sido necesario para lograr la nueva tecnología de laboreo del suelo sin invertir la capa superficial. El multicorte para tractores se diseñó en la década del 80 y el multicorte de tracción animal en la década del 90.

La tecnología del multicorte se apoya en las modernas concepciones del laboreo mínimo, y es una alternativa ecológica, pues ha demostrado disminuir la compactación del suelo, au-

mentar la infiltración y por tanto las reservas hídricas del suelo (Ronzoni *et al.*, 1999). Con este implemento se hace realidad una aspiración técnica en materia de labranza de las tierras agrícolas y se ofrece respuestas a los problemas más graves que presentan las tecnologías con implementos tradicionales (Yañez, 2019).

La industria mecánica cubana ha fabricado y comercializado numerosos modelos de multiarados para tractor y para tracción animal (Holmecca-Cuba, 2017a, 2017b). Modelos similares se han construido en México, Uruguay, Argentina y otros países (Bemus-México, 2023; Ronzoni, 2010; Ronzoni, 2005).

El corte horizontal constituye un nuevo concepto de labranza: el multicorte o multiarado es un equipo versátil, pues puede realizar labores de preparación de suelos y cultivo, tales como rotura, cruce, surcado, subsolado, cultivo de deshierbe, cultivo con aporque, cultivo y fertilización, etc., sustituyendo a varios implementos de labranza y cultivo (Martínez-Cañizares *et al.*, 2012; Wordpress, 2023). Para ello posee un conjunto de accesorios que le permite adoptar diferentes configuraciones de trabajo, en dependencia de la labor (Ríos, 2018).

Sus ventajas económicas radican en que logra un mayor ancho de trabajo con la misma fuerza traccional que un arado común de discos (Contexto ganadero, 2022). El menor tiempo de preparación del suelo y la disminución del número de pases en la aradura facilita cumplir las fechas programadas, muchas veces afectadas por factores naturales o eco-nómicos. Los gastos de combustible, lubricantes, maquinaria agrícola y mano de obra, se reducen al 50 %, debido a su mayor ancho de trabajo, reducción de labores, disminución de requerimientos energéticos y calidad de labor (Ronzoni, 2005).

El uso continuo del multicorte aumenta la productividad de los suelos, a la vez que disminuye el uso de grandes cantidades de fertilizantes químicos para elevar los rendimientos agrícolas, esto lo demuestran experiencias de mejoramiento realizadas en suelos uruguayos degradados y con bajos niveles de fertilización. El multicorte impide que esto suceda y por el contrario rehabilita el suelo, rompiendo el llamado “piso de arado”, y se propicia la mayor formación gránulos de suelo porosos y estables, debido a su efecto descompactante y a la mayor descomposición de los residuos y malezas, facilitando la acción de la flora microbiana aerobia (Varela, 2018). En la Figura 1 se muestran esquemas sobre la acción de los órganos de corte (saetas) rompiendo el suelo de forma horizontal sin invertir el mismo, así como el corte de las raíces de las plantas indeseables, y los efectos de mayor granulometría, menor compactación y evitación del llamado “piso de arado”.

Estudios realizados en Cuba demostraron que el corte horizontal favorece la desaparición de las malezas que proliferan en los campos al cortar transversalmente las raíces y exponerlas al secado en la superficie. Se evita el tiempo de espera para que los residuos y las malezas se descompongan en el interior del suelo, permitiendo acelerar el proceso de preparación (IIMA-Cuba, 2000a; Ronzoni, 2010; Ronzoni, 2005). El multicorte, por las características del corte que realiza y su menor área de contacto suelo-metal, puede laborar las tierras en un amplio rango de humedad y duplicar el ancho y profundidad de labor con respecto a arados de discos y de vertedera usados con el mismo tipo de tractor, siendo esa la base de su mayor eficiencia (Morales-Leslie & Gómez-Aguila, 2015).

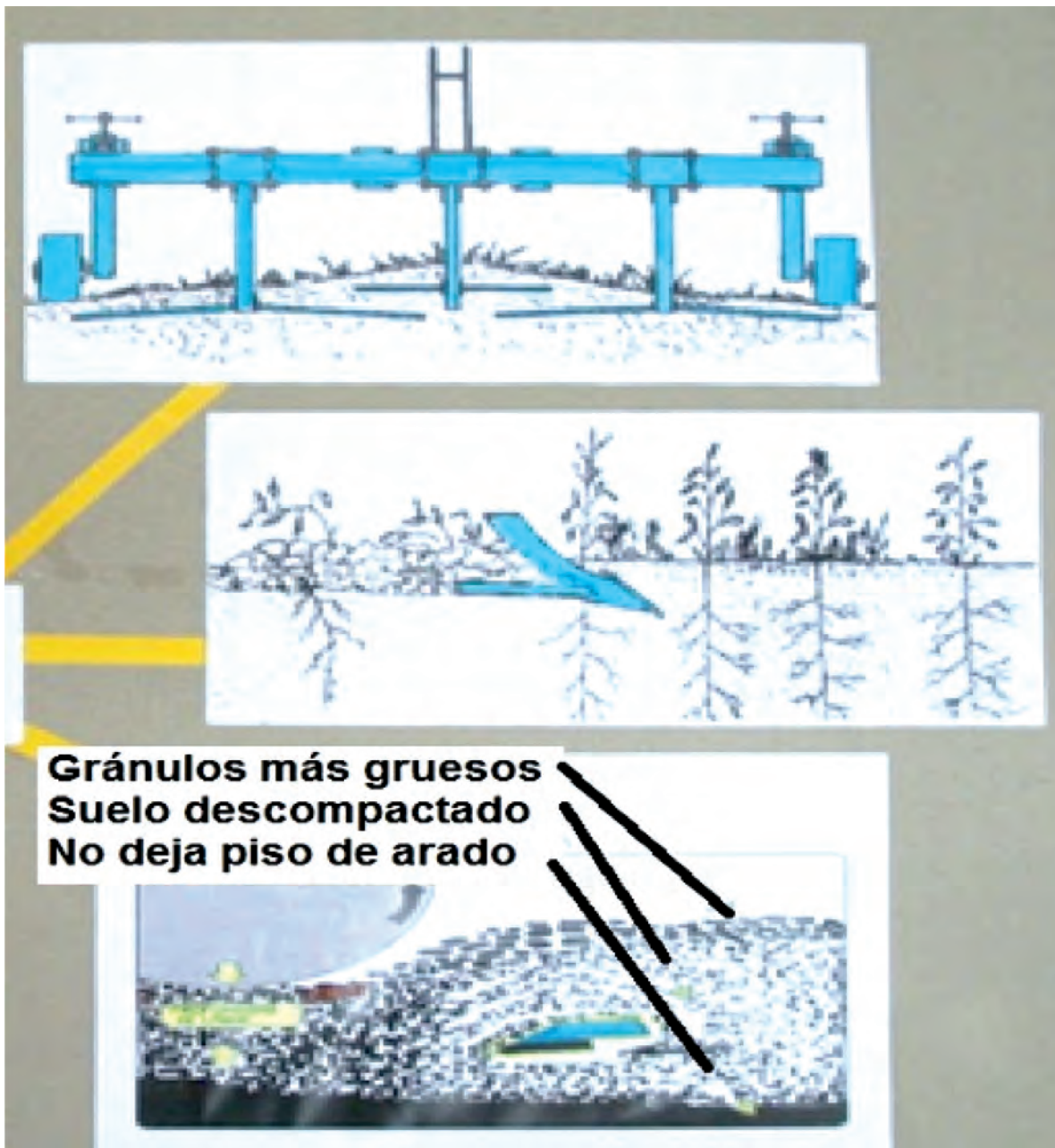


FIGURA 1. Efectos del corte horizontal del suelo.

Es objetivo del presente trabajo mostrar los resultados obtenidos en Uruguay en la evaluación de la tecnología de corte horizontal del suelo con el multiarado (multicorte) M-120 para tractor y el modelo para tracción animal, comparados con los resultados de esos equipos en Cuba, exponiendo el estado de su generalización.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Zona de estudio.** Las evaluaciones se realizaron en el departamento de Canelones, dentro del área metropolitana de Montevideo, Uruguay, a unos 40 km del centro administrativo de la capital, en parcelas de la Facultad de Agronomía de Uruguay. Canelones comprende una extensa zona donde predominan las pequeñas chacras (granjas agrícolas), viñedos y

tambos (granjas lecheras). Los suelos de la zona de estudio son del tipo húmiferos (pardos o negros), con abundante materia orgánica. Se completó la evaluación en parcelas de escurrimiento y cuencas con vertederos.

**Materiales de estudio.** Los equipos empleados en el estudio fueron los siguientes:

Para el laboreo tradicional con tractor se empleó un arado de tres vertederas acoplado a un tractor de 80 hp. Para el corte horizontal, en Uruguay se empleó un multicorte (multiarado) M 120 con tractor de 45 hp (Figura 2), comparándose con los resultados obtenidos previamente en Cuba con el multiarado M 160, agregado a un tractor de 90 hp. Las características de los suelos se determinaron según metodología aplicadas en investigaciones del Instituto de Suelos de Cuba (IS-Cuba, 2000).

El multicorte para tracción mecanizada, está constituido por un bastidor en cuya parte trasera se acoplan brazos provistos de cinceles y saetas. Estas últimas efectúan el corte horizontal del suelo. A este cuerpo fundamental del multicorte se le acoplan surcadores y otros dispositivos. En la Figura 2 se muestra una vista general de este equipo.

Para el laboreo con tracción animal se emplearon medios convencionales de roturación y preparación del suelo basados en arado de reja para dos caballos, utilizados por los productores del departamento, comparados con el multicorte de tracción animal para un solo caballo (Figura 3) y con los resultados que se obtuvieron en Cuba con el multiarado denominado “6 en 1”, que se tira por una yunta de bueyes.



FIGURA 2. Multiarado (multicorte) M 120 para tractor de 45 hp.



FIGURA 3. Multiarado (multicorte) de tracción animal

En el multicorte de tracción animal se emplean órganos de trabajo similares a los usados en los modelos para tractor, pero de menores dimensiones, adecuados a la potencia de tiro de los animales de labor. Puede realizar diferentes labores como: subsolar, barbechar, surcar, sembrar, fertilizar, cultivar y aporcar con solo intercambiar accesorios sobre el mismo bastidor. Dispone de un timón, rueda limitadora de profundidad, y manceras. En el extremo inferior del timón se colocan cinceles recambiables y saetas atornilladas de 300 ó 400 mm de ancho. En la parte posterior de este se puede co-

locar un surcador aporcadore o una sembradora fertilizadora.

**Metodología.** El personal participante en el estudio se capacitó previamente mediante cursos dictados por el autor del proyecto.

En las investigaciones y pruebas de esta nueva tecnología se comprobaron las principales labores que se realizan con el multicorte o multiarado, ya que este equipo permite realizar varias labores que habitualmente se realizan por separado con otros implementos según Pérez (2015) y el ancho de trabajo se puede establecer de acuerdo al tipo de labor, a la dureza del suelo y a la potencia de la fuente de tracción utilizada, que se modifica variando el número, dimensión y separación de los órganos de trabajo (Ríos, 2018).

Los principales parámetros que se programó medir para el multicorte de tractor y el de tracción animal fueron los siguientes: Ancho de labor (cm.); Profundidad máxima de labor (cm.); Potencia del tractor empleado (hp) (en el caso de la tracción animal la cantidad de caballos de tiro); Productividad (ha/h); y Cantidad de órganos del implemento. Las metodologías de evaluación y prueba de los equipos fueron aportadas por la Facultad de Agronomía de Uruguay y el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola de Cuba (IIMA-Cuba, 2000).

Se programó evaluar el efecto erosivo después de tres ciclos de preparación de suelos, comparando la preparación tradicional con la del multicorte. El estudio comprendió determinar la erosión del suelo (suelo perdido), en t/ha.

Se determinó comparar la influencia de ambas tecnologías en los rendimientos (t/ha) en los cultivos de papa, maíz, tomate y caña de azúcar.

## RESULTADOS

En las evaluaciones realizadas en Uruguay se comprobaron resultados similares a los obtenidos previamente en Cuba, tanto para los modelos de tractor como para el de tracción animal (IAgric-Cuba, 2012; Renzoni, 2010; Ronzoni, 2005).

Los resultados mostraron que la aradura sin volteo deja al suelo más suelto y los residuos de cosechas quedan en la capa superficial del terreno, donde se descomponen rápidamente, protegiéndolo de la erosión y de las pérdidas aceleradas de humedad de las capas inferiores del suelo. En la Tabla 1 se muestran los resultados de la evaluación de la erosión en el suelo mediante el uso de la tecnología tradicional y con el multicorte, resultando esta última con una erosión mucho menor (18,6 t/ha en la tecnología tradicional y de solo 0,5 t/ha con el multicorte).

TABLA 1. Efecto antierosivo después de tres ciclos de preparación de suelos

Índice	Unidad	Tradicional	Multicorte
Erosión	t/ha	18,60	0,50
Suelo/agua	g/L	67,00	2,00
Desagües	mm	1090,00	310,00

En la Tabla 2 se refleja la influencia del multicorte en los rendimientos agrícolas de los cultivos en los que se experimentó la nueva tecnología, con incrementos del 30% al 70%.

**TABLA 2. Influencia en los rendimientos agrícolas (t/ha)**

Cultivo	Tradicional	Multicorte	Incremento, %
Papa	27,89	43,14	154,7
Maíz	6,00	10,00	166,7
Tomate	22,48	38,38	170,7
Caña	100,00	130,00	130,0

El menor tiempo de preparación del suelo y la disminución del número de pases en la aradura facilita cumplir las fechas programadas, muchas veces afectadas por factores naturales o económicos. Los gastos de combustible, lubricantes, maquinaria agrícola y mano de obra, se reducen al 50%, debido a su mayor ancho de trabajo, reducción de labores, disminución de

requerimientos energéticos y calidad de labor.

En la Tabla 3 aparecen los resultados obtenidos con diversos modelos de multicorte para tractor en lo que respecta a los anchos de trabajo, profundidad máxima de labor, potencia requerida y productividad. Se evidencia que para el mismo ancho de trabajo se requieren tractores menos potentes que los necesarios con el uso de arados de discos según diversos autores. Por ejemplo, para un ancho de trabajo de 600 a 700 mm con un arado de 3 discos se requiere un tractor de 60 hp, mientras que con un tractor de potencia similar, un multicorte lograría un ancho de trabajo de hasta 1700 mm (Holmecca-Cuba, 2017; IAgric-Cuba, 2012).

**TABLA 3. Resultados de la evaluación de diversos modelos de multicorte de tractor**

Indicadores	Labores	M-120	M-140	M-160	M-170	M-250	M-330
Ancho de labor (cm.)	Aradura	120	240	170	170	250	330
	Subsolación	90	200	180	120	180	240
Profundidad máxima de labor (cm.)	Aradura	30	30	45	45	45	45
	Subsolación	35	35	60	60	60	60
Potencia del tractor (hp)		40-50	60-70	60-80	60-80	80-100	100-120
Productividad (ha/h)	Aradura	0,48	1,00	0,68	0,68	1,00	1,65
Cantidad de órganos		2	3	2	2	3	4

**Resultados con el multicorte de tracción animal.** En dependencia de la labor a realizar, al multicorte de tracción animal se le agregaron las combinaciones de dispositivos que se muestran en la Tabla 4.

**TABLA 4. Principales labores con el multicorte de tracción animal**

Labores	Combinación de dispositivos
Subsolación	timón + cincel
Aradura plana	timón + cincel + saeta de 300 a 400 mm
Surcado o aporque	timón + cincel + saeta de 300 mm + surcador
Cultivo	timón + cincel + saeta de 300 o 400 mm

En la Tabla 5 se exponen los resultados de la evaluación tecnológica del multicorte de tracción animal, en comparación con un arado tradicional. Se evidencia que con el multicorte se obtiene un ancho de labor superior en 1,5 – 2,0 veces, lo que se traduce en un incremento de la productividad de hasta 2,3 veces.

**TABLA 5. Resultados de la evaluación del del multicorte de tracción animal**

Denominación	U/m	Arado tradicional	Multicorte
Ancho de labor	mm	200	300 – 400
Profundidad de trabajo	mm	hasta 200	hasta 350
Productividad	ha/h	0,09	0,12 – 0,21
Peso del implemento	kg	80	43

Extensión del empleo del multicorte. La introducción de estos equipos se ha hecho a través de un cuidadoso procedimiento de validación, con la participación de prestigiosas instituciones científicas, instalando áreas demostrativas en cultivos de importancia económica, con el fin de mostrar los aportes del multicorte para el agro uruguayo y argentino. Se ha dado a conocer los fundamentos

y características del multicorte, a los técnicos y productores agrícolas, así como sus bondades ya comprobadas. Para esto se realizaron cientos de demostraciones y exposiciones en ambos países.

El método aplicado en su extensión ha sido determinante en su introducción en la producción y expresa la importancia de la participación de los agricultores en la solución de sus problemas técnicos. La superficie labrada anualmente con este sistema es de 2 millones de ha en Cuba, España, EE.UU, México, Uruguay, Argentina siendo utilizado en cultivos como: granos, hortalizas, pastos, tabaco, caña de azúcar y frutales. El multicorte constituye una tecnología probada en adversas condiciones de trabajo, las que han servido para su continuo desarrollo, lo que ha ayudado a convertirse en una opción de carácter mundial.

## CONCLUSIONES

- La tecnología de labranza con multicorte es una alternativa ecológica, mejoradora del suelo, que incrementa los rendimientos agrícolas, además de aumentar la productividad de la fuente de tracción, disminuyendo los gastos en su utilización. En las investigaciones realizadas en Uruguay luego de tres ciclos de preparación del suelo se demostró que la erosión del suelo se redujo de 18,6 t/ha con la tecnología tradicional a 0,5 t/ha con el multicorte. El incremento de los rendimientos fue del 30 % al 70 % en diferentes cultivos.
- Para un ancho de trabajo de 600 a 700 mm con un arado de 3 discos se requiere un tractor de 60 hp, mientras que con un tractor de potencia similar, un multicorte logra un ancho de trabajo de hasta 1700 mm.
- Se continúa el proceso de generalización del corte horizontal, ya que su eficiencia y efectividad agronómica ha despertado el interés de productores agrícolas que velan por la conservación del suelo y que necesitan incrementar su fertilidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bemus-México. (2023). *Multiarados-tractores agrícolas*. Bemus, México. <https://www.bemus.mx>
- Contexto ganadero. (2022) *¿Qué es el multiarado y cuáles son sus ventajas y desventajas?* <https://www.contextoganadero.com>
- Ecured-Cuba. (2022). *Multiarado*. EcuRed. Enciclopedia colaborativa cubana, La Habana, Cuba. [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu)
- Herrera-Sardiña, L. M., Oliva-Collazo, R., Sánchez-Arce, I., & Carbonell-Mestre, T. (2014). Mejoramiento de un suelo degradado utilizando el multiarado. *Revista Ingeniería Agrícola*, 4(1), 3-7, ISSN: 2306-1545, Publisher: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Holmeca-Cuba. (2017a). *Manual de explotación y mantenimiento. Multiarado ADI-3M2*. Empresa Mecánica Holguín. Holguín, Cuba.
- Holmeca-Cuba. (2017b). *Manual de explotación y mantenimiento. Multiarado M-160*. Empresa Mecánica Holguín. Holguín, Cuba.
- IAgric-Cuba. (2012). *Informe de pruebas del arado ADI-3M2* (p. 20). Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Boyeros, La Habana, Cuba.
- IIMA-Cuba. (2000). *Metodología de investigaciones de máquinas*. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria. La Habana, Cuba.
- IS-Cuba. (2000). *Informe de investigaciones sobre cuencas hidrográficas* (p. 50). Instituto de Suelos, La Habana, Cuba.
- Martínez-Cañizares, J. A., García-Lamas, J., & Rodríguez, A. (2012). Resultados de la evaluación agrotécnica, tecnológica y de explotación del multiarado M-250 y el arado de disco Baldan en la rotura de un suelo ferralítico rojo compactado. *Revista Ingeniería Agrícola*, 2(2), 14-19, ISSN: 2227-8761.
- Morales-Leslie, J. F., & Gómez-Aguila, M. V. (2015). Análisis del comportamiento resistivo del implemento de trabajo del multiarado MAU-250. *Acta Agronómica*, 64(1), 22-29, ISSN: 0120-2812, Publisher: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, H. (2015). *Multiarado MAU 250 C*. <https://www.researchgate.net>
- Ronzoni, C. (2010). *Manual del multicorte de tracción mecanizada, (2010-2012)* [Informe], Buenos Aires, Argentina.
- Ríos, A. (2018). *Máquinas agrícolas, tracción animal e implementos manuales*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba.
- Ronzoni, C. (2005). *Manual de utilización del multicorte de tracción animal* [Informe], Montevideo, Uruguay.
- Ronzoni, C., Bouza, H., Fagundo, P., Serpa, G., Delgado, R., & Valdivia, E. (1999). Multiarado: Un sistema ecológico de labranza. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 8(2), 1-3, ISSN: 1010-2760, E-ISSN: 2071-0054.
- Varela, J. (2018). Generalizan el uso del multiarado cañero. *Granma*, La Habana, Cuba, ISSN: 0864-0424, e-ISSN: 1563-8278.
- Wordpress. (2023). *Antecedentes de los multiarados*. [www.multiarado.wordpress.com](http://www.multiarado.wordpress.com)
- Yañez, J. (2019). *Labranza adecuada de suelos*. <https://www.youtube.com>

---

Carlos D. Ronzoni Rebelino, Ing., Empresa familiar Clic+, Uruguay, 059899442255, e-mail: [danteronzoni73@gmail.com](mailto:danteronzoni73@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0003-8436-1224>

Violeta Ronzoni Galindo, Ing. Empresa familiar Clic+, Uruguay, 0059899341810, e-mail: [violetaronzonigalindo@gmail.com](mailto:violetaronzonigalindo@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0007-6258-5461>

Arcadio Ríos Hernández, Dr.C., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera de Fontanar, km 2 1/2, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba. Teléf: (53) (7) 645-1731; 645-1353, e-mail: [arcadorh1938@gmail.com](mailto:arcadorh1938@gmail.com) ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7499-7577>

## CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: C. Ronzoni, A. Ríos, Curación de datos: C. Ronzoni, A. Ríos. Análisis formal: C. Ronzoni, A. Ríos. Investigación: C. Ronzoni, A. Ríos V. Ronzoni. Supervisión: C. Ronzoni, A. Ríos, Validación: C. Ronzoni, A. Ríos, V. Ronzoni. Visualización: A. Ríos, A. V. Ronzoni. Redacción–borrador original: A. Ríos, C. Ronzoni. Redacción–revisión y edición: C. Ronzoni A. Ríos, V. Ronzoni.

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

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

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