

Cobertura inalterada, alternativa agroecológica sustentable para reducir el porcentaje de arvenses en caña de azúcar



Unaltered coverage, a sustainable agroecological alternative to reduce the percentage of weeds in sugar cane

<https://cu-id.com/2284/v14n1e05>

✉ Dailín Rodríguez-Tassé*, ✉ René Nivardo Barbosa-García, ✉ Yaquelin Puchades-Isaguirre

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN: Los sistemas de manejo de las arvenses han tenido una importancia capital para la agricultura. Se puede realizar de diversas maneras, lo importante es obtener un buen control con aquellas medidas que resulten más económicas y a su vez practicables. Se realizó un estudio con el objetivo de evaluar el impacto ambiental y económico de dos métodos de control de malezas, el cual fue conducido en áreas de producción comercial de la Unidad Básica de Producción Cañera "Vitalio Acuña" perteneciente a la Unidad Empresarial de Base Dos Ríos de la provincia Santiago de Cuba. Se estudiaron la aplicación total de herbicida preemergente y cobertura inalterada de residuos de cosecha, sobre un diseño en franjas con tres réplicas. La cobertura de arvenses se determinó a los 30, 60 y 90 días después de realizado, fueron calculados los gastos económicos incurridos y se determinó la carga contaminante hacia la atmósfera. A los 90 días los menores porcentaje de cobertura de malezas se obtuvieron en el área de cobertura inalterada de residuos con diferencias significativas. El método de control de arvenses que tuvo el mejor comportamiento desde el punto de vista de control, ambiental y económico fue, la cobertura inalterada de residuos de cosecha.

Palabras clave: impacto ambiental, malezas, métodos de control.

ABSTRACT: Weed management systems have been of great importance for agriculture. These can be carried out in various ways, the important thing is to obtain a good control with those measures that are most economical and at the same time practicable. A study was carried out to evaluate the environmental and economic impact of two weed control methods. It was conducted in commercial production areas of the sugar cane farm "Vitalio Acuña" belonging to the sugar mill Dos Ríos, of the Santiago de Cuba province. The total application of pre-emergent herbicide and mulching with sugarcane trash were studied in a split-plot design with three replications. Weed coverage was determined 30, 60 and 90 days after the treatments were carried out, in addition, the economic expenses incurred were calculated and the pollutant load into the atmosphere was determined. At 90 days, the lowest percentage of weed coverage was obtained in the area of mulching with sugarcane trash with significant differences. The weed control method that had the best performance from the control, environmental and economic point of view was the mulching with sugarcane trash.

Keywords: Environmental impact, weeds, control methods.

INTRODUCCIÓN

Los rendimientos agrícolas en la caña de azúcar se ven seriamente afectados por la presencia de las arvenses, que influyen en el desarrollo de las plantas. Los daños pueden ser desde imperceptibles a muy severos y según su biología, distribución, dispersión y persistencia, pueden convertirse en un verdadero problema. Las pérdidas que ocasionan a la producción de caña mundial varían de 35 al 60% y entre el 30 y

40% para plantaciones de planta y soca respectivamente, por lo que constituyen, la segunda causa de los bajos rendimientos agrícolas en Cuba. Su control debe iniciar inmediatamente después de la plantación o la cosecha, para evitar las mayores reducciones de los rendimientos de caña y azúcar (Arboleda-Escobar, 2019). La situación actual de la agricultura cañera en Cuba, requiere de sistemas cada vez más efectivos y económicos, que permita resolver los problemas existentes con un marcado

*Autora para correspondencia: Dailín Rodríguez-Tassé, e-mail: dailin.rodriguez@inicas.azcuba.cu

Recibido: 10/03/2023

Aceptado: 08/12/2023

incremento de la producción, la productividad y la calidad del trabajo. Se requiere de procesos de cambio en los cuales se ofrezcan alternativas a los sistemas agronómicos de producción convencional, dados sus evidentes efectos negativos en lo social, económico, político, ambiental y cultural del país (Nova, 2023).

Los métodos de control de las arvenses han tenido y van a seguir teniendo una importancia capital para la agricultura. Se puede realizar de diversas maneras, lo importante es obtener un buen control con aquellas medidas que resulten las más económicas y a su vez practicables. Mientras que a los métodos de control químicos y mecánicos se le atribuyen inconvenientes de tipo ecológicos y económicos respectivamente, a los tradicionales (guataca) que son los más armónicos con la naturaleza y menos costosos, se le señalan serias limitaciones por su baja productividad, a lo que se suma una elevada escasez de mano de obra (Naranjo-Landero et al., 2020).

En Cuba la falta de capacidad financiera o de créditos para la adquisición de herbicidas, el pobre financiamiento a los programas agrícolas, el bloqueo económico a que está sometido el país, obliga a iniciar un proceso de transformación de la tecnología cañera (Camacho, 2022). Para este fin, la búsqueda de alternativas que aprovechen al máximo las características y potencialidades los recursos naturales, contribuye a elevar la productividad en la caña de azúcar. En este sentido el manejo de los residuos de la cosecha de caña de azúcar retiene la emergencia de las malezas, evita así, la competencia que ejercen ellas al cultivo, además de ser una alternativa agroecológica sustentable de beneficio al suelo y medio ambiente (Pérez-Consuegra & Caballero-Grande, 2021).

Las coberturas pueden ser vivas o muertas y entre los materiales inertes utilizados como cobertura pueden citarse los residuos de cultivos, pajas, hojas verdes, ramas, etc. En el cultivo que nos ocupa juegan un papel importante los residuos de cosecha, más comúnmente referidos como cobertura de paja. La cosecha de caña deja una cantidad considerable de paja (19 t por 100 t de caña recogida), formada por las hojas y los pies blancos (Martínez-Ramírez et al., 2021).

Se ha demostrado que la cobertura inalterada de residuos de cultivos reduce las fluctuaciones en la temperatura del suelo, mantiene las capas del suelo más frías, aporta materia orgánica, nutrimentos. Facilita la infiltración del agua en el suelo, evita con ello su erosión; regula la humedad del suelo y reduce las pérdidas por evaporación. También mejora algunas propiedades físicas y químicas del suelo, promueven la actividad microbiológica y evita el encharcamiento en épocas de lluvias (Zhang et al., 2020).

La producción de caña genera durante el desarrollo del cultivo y en la cosecha, residuos agrícolas que no afecta los rendimientos de los ciclos posteriores. Las cantidades aumenta en forma lineal con el incremento

de los rendimientos cañeros. El manejo de la cobertura de paja tiene mayor influencia en los resultados de la cosecha que las fertilizaciones aplicadas y si se quema, provoca una notable disminución de los rendimientos agrícolas y azucareros (Velasco et al., 2017).

El uso constante de productos químicos en la agricultura para el control de las malezas, puede alterar el medio biológico produciendo graves daños en los diversos agroecosistemas (Polanco-Rodríguez et al., 2019). A su vez, el aprovechamiento de las bondades de la cobertura inalterada de residuos de cosecha es bajo (Toledo et al., 2008). Por lo que el objetivo del trabajo fue evaluar la efectividad de la cobertura inalterada de residuos de cosecha en el manejo de arvenses en caña de azúcar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se realizó en la etapa comprendida entre los meses de febrero - junio de 2021, durante el período humedo de la campaña de Control Integral de Arvenses (CIM). El estudio fue conducido en áreas de producción comercial de la Unidad Básica de Producción Cañera "Vitalio Acuña", perteneciente a la Unidad Empresarial de Base "Dos Ríos", de la provincia Santiago de Cuba. En el bloque 325, en un campo de retoño con dos cortes con un área de 7.46 ha. El rendimiento de 54 t. ha⁻¹ y cultivar C86-12, sobre un suelo pardo con carbonatos típico. Las arvenses predominantes en el área evaluada aparecen en la Tabla 1, las cuales fueron tomadas de las encuestas de identificación de arvenses realizadas por el Servicio de Control Integral de Malezas (SERCIM), en el año 2021.

TABLA 1. Arvenses predominantes en el área de estudio

Nombre científico	Nombre común
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Yerba fina
<i>Dichanthium annulatum</i> (Forsk.)	Jiribilla pitilla
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Don Carlos
<i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) Clayton	Zancaraña
<i>Cyperus rotundus</i> . L.	Cebolleta
<i>Ipomoea trifida</i> . (Kunth)	Bejuco aguinaldo

Se estudiaron dos métodos de control de arvenses (Tabla 2), sobre un diseño en franjas con tres réplicas, cada franja de siete surcos con un área de 2.52 ha.

La técnica de aplicación en los métodos de control donde se aplicó tratamientos de herbicida fue la asperjadora Unegreen de 800 L de capacidad. Las boquillas de abanico plano de color azul modelo 03 F 1101, con un gasto de 0.98 L·min⁻¹ a una presión de 2 bar y solución final calibrada de 210 L·ha⁻¹.

Se determinó la cobertura de arvenses a los 30, 60 y 90 días después de realizado cada uno de los métodos de control, según la metodología propuesta por Fischer (1975).

Carga contaminante a la atmósfera:

Para determinar esta contaminación, se parte del principio de funcionamiento del motor de combustión interna, donde al quemarse un kilogramo de combustible diésel, si la combustión es completa, la atmósfera recibirá una contaminación por efecto de gases contaminantes (Mordujóvich, 1996). El proceso de evaluación de la carga contaminante se ejecutó después de realizada las labores en cada sistema de manejo, utilizando la siguiente fórmula:

$$Gt = (1 + \alpha 10)nC, \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Gt- carga contaminante que genera el combustible diésel quemado para ejecutar el sistema.

A- coeficiente de llenado, para el combustible diésel, se consideró 1,40.

10- cantidad de aire necesario para quemar un kilogramo de combustible: 15,10 kg.

nC- cantidad de kilogramo de combustible consumido por hectárea en cada sistema.

Valoración económica:

Para realizar la valoración económica se determinó el costo total (CT) de cada método de control de arvenses según los gastos de cada una de ellas, teniendo en cuenta salarios, precio de los diferentes herbicidas y costo del combustible. Con el rendimiento agrícola y el precio de venta de la tonelada de caña se obtuvo el ingreso por venta (IV).

$$\text{Utilidades} = IV - CT \text{ CUP ha}^{-1} \text{ CUP} \\ (\text{peso cubano})$$

Procesamiento estadístico de los datos:

Los resultados del porcentaje de control de las mezclas de los herbicidas fueron transformados empleando la fórmula $x = 2 \arcsen \sqrt{p}$, donde p son

los valores porcentuales de la cobertura de malezas, propuesta por Lerch (1977), los que fueron evaluados mediante un análisis de varianza y para comparar las medias, se realizó la prueba de Tukey al 0,05 de significación. Se utilizó el paquete estadístico Statistica V. 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de cobertura por arvenses

En las diferentes evaluaciones realizadas, se comprobó que en cada uno de los métodos de control existió una buena supresión de las arvenses predominantes en el área de estudio con diferencias significativas entre ellos.

Existe buen control de las malezas cuando se utilizan los diferentes métodos de control, aunque la integración de ellos como un control integrado es lo más efectivo, lo que reduce significativamente la infestación de malezas (Jiménez-Rodríguez et al., 2022). Por su parte, Sosa et al. (2019) plantea que la paja de la caña de azúcar es un residuo beneficioso para el hombre, si se usa correctamente, que evitar el crecimiento de malas hierbas que tanto afectan el cultivo de la caña de azúcar.

La industria azucarera mexicana ha despertado el interés por aprovechar la paja de la caña de azúcar para diferentes propósitos, uno de ellos es para el control de maleza, ya que evita o retarda la emergencia de las semillas de estas. En este sentido, demostraron que cuando se realiza la cosecha en verde se generan 18.2 t. ha⁻¹ de residuos de cosecha lo que contribuye al control de las malezas y como consecuencia el aumento de los rendimientos agrícolas (Polanco-Rodríguez et al., 2019).

A los 90 días los menores porcentaje se obtuvieron en el método de control cultural (cobertura inalterada de residuos) que superan con diferencias significativas al tratamiento 2, [Tabla 3](#).

El empleo de la cobertura inaltera de residuos controló las arvenses predominaste en el área de

TABLA 2. Tratamientos evaluados

No.	Método de Control	Descripción
1	Cultural	Cobertura inalterada de residuo
2	Químico	Aplicación total de herbicida preemergente
		Rastrojos que quedan después de la cosecha
		Merlin Total a razón de 0,225 L·ha ⁻¹ inmediatamente después del corte

TABLA 3. Cobertura total de arvenses a los 30, 60 y 90 días después de aplicado

No.	Método de Control	Cobertura de arvenses (%)		
		30	60	90
1	Cultural	0	1,7	3,1
2	Químico	0,4	2,9	4,2
	Error Standard	0,48	0,42	0,61
	Coef.Var.	1,90	1,83	2,71

estudio y logró evitar la competencia que ejercen las malezas con el cultivo. Los residuos de la cosecha de caña de azúcar es uno de los factores que más influye en la efectividad del control de malezas, aspecto este demostrado en este trabajo. Además del efecto físico, la descomposición de la paja segrega sustancias inhibidoras de la germinación de las semillas de malezas que también contribuye a mejorar el efecto de control (Martínez-Ramírez et al., 2021).

Vega-Rivero & Martínez-Tyron (2020), en Ecuador, detectaron una simplificación de las labores de control de malezas en la caña cosechada en verde, debido a que la cobertura de residuos reduce y retarda la aparición de arvenses en los primeros 30 días posteriores a la cosecha y prácticamente retienen la brotación de las mismas. Este trabajo demostró lo antes expuesto por los autores.

El efecto de control se mantuvo por 90 días en el área de estudio. Barrera-Fontanet et al. (2019) al evaluar la población de malezas en suelos tratados con diferentes técnicas de manejo en caña de azúcar, demostró que los tratamientos estudiados mantuvieron el área limpia por espacio de 90 días, pero con una tendencia a ser mejor en el área donde se dejó la cobertura de paja inalterada. En el resto del área comenzó a observar proliferación de nuevos brotes de arvenses, lo que denotó la pérdida del efecto inicial.

El uso de coberturas para el control de arvenses es una práctica que genera aportes positivos al suelo, que pueden verse reflejados en el crecimiento del cultivo, además disminuyen el riesgo a incendios, ataque de plagas y/o enfermedades, y reemplazan o disminuyen el uso de herbicidas y agroquímicos (Maia-Brito et al., 2020).

Carga contaminante

Cuando se analizó la carga contaminante a la atmósfera de cada uno de los métodos se comprobó, que el control químico fue el que más gases contaminantes por hectárea expulsó. En el caso del control cultural no presenta gases contaminantes ya que no utiliza combustible para realizarse (Tabla 4).

TABLA 4. Carga contaminante a la atmósfera (CC).

No.	Método de Control	CC (kg· ha ⁻¹)
1	Cultural	0,0
2	Químico	86,35
	Coef.Var	60,70
	Error Standard	12,12

Estos resultados coinciden con lo reportado por Viera-Barceló & Escobar-Cruz (2015) en la provincia de Las Tunas en la Empresa Azucarera Majibacoa al conducir estudios sobre evaluación de tecnología de manejo de arvenses en el cultivo de la caña de azúcar donde los valores de carga contaminante más alto se obtuvieron en los diferentes sistemas donde se consumía mayor cantidad de combustible.

La carga contaminante que se obtuvieron en las diferentes tecnologías de manejo de arvenses presentaron diferencias significativas entre ellas, con los mayores valores en las tecnologías donde dependen directamente del consumo de combustible. Los menores valores se alcanzaron en las tecnologías de manejo de arvenses, donde no se emplearon tractores en labores de cultivo y en aquellas donde tuvieron menos intervenciones. Las cargas contaminantes no fueron mayores, debido a que se emplearon tractores ligeros de bajo consumo de combustible y los mismos se encontraban en buen estado técnico (Viera-Barceló & Escobar-Cruz, 2015).

En México, el consumo anual de diésel del sector agrícola es más altos en Tamaulipas estado fronterizo que alberga la mayor extensión de tierras agrícolas y, por ende, la utilización de mayor cantidad de equipos agrícolas y a su vez mayor emisión anual de contaminantes (INECC-México, 2018).

Al evaluar diferentes tecnologías de labranza-siembra en la provincia de la Habana, Cuba, en el cultivo del frijol, se obtuvieron valores de carga contaminante de gases hace la atmósfera de 515 a 983 kg·ha⁻¹ (Ponce et al., 2008). Los valores reportados por estos autores, son inferiores a los obtenidos en esta investigación, esto se debió fundamentalmente a que el cultivo del frijol es de ciclo corto, por lo que lleva de modo general menor cantidad de labores fitotécnicas y la cosecha es más sencilla respecto al cultivo de la caña de azúcar, también emplearon algunas prácticas agrotécnicas como por ejemplo la tracción animal y la siembra manual.

Valoración económica

En la investigación realizada el control químico generó mayores gastos dada a la cantidad y precio del producto aplicado. El sistema de manejo cultural no tuvo gastos financieros ya que no se utiliza combustible, herbicida, ni salarios (Tabla 5).

Los ingresos por venta dependieron directamente del rendimiento agrícola, el precio de venta de la tonelada de caña fue de 140. 00 CUP. Las mayores utilidades se alcanzaron con el control cultural.

Tabla 6.

TABLA 5. Gastos por tipos de sistema

No.	Método de Control	CUP·ha ⁻¹			Costo total
		Combustible	Salarios	Herbicida	
1	Cultural	0.0	0.0	0.0	0
2	Químico	8.96	9.17	33.13	51.26

TABLA 6. Valoración económica

No.	Método de Control	Costo	Ingresos por	Utilidades
		Total	venta	
		CUP·ha ⁻¹		
1	Cultural	0	6580.00	6 580.00
2	Químico	51.26	6300.00	6 248.70

Al realizar un análisis de los costo (ha/días limpios), se comprobó que el mejor control fue el cultural sin gastos económicos. Se muestra la estrecha relación entre el beneficio y el costo, siendo indispensable para determinar el beneficio económico del estudio realizado. [Tabla 7.](#)

TABLA 7. Resultados de costos/ha/días limpios por sistema de manejo.

No.	Método de Control	Costo/ha (CUP)	Días limpios	Costo/ha/día limpio (CUP)
1	Cultural	0	120	0.00
2	Químico	51.26	100	0.51

La existencia de la cobertura de paja durante la etapa de retoño, contribuyó al control de las arvenses y evitó que fueran necesarias mayor cantidad de labores de cultivo, con todas las ventajas económicas y ecológicas que esto consigue. Mantener esta cobertura sobre el suelo, forma parte de los métodos agrotécnicos, que se deben aplicar dentro del manejo integrado de arvenses ([Cherubin et al., 2021](#)).

El uso de alternativas de manejo de residuos como la cobertura inalterada total o el arrope o cobertura del narigón o surco en condiciones de suelo no compacto y compactado, respectivamente, benefician la producción de caña y a la vez permiten disminuir los costos del control de malezas, contribuyendo a la rentabilidad de la gestión productiva ([Silva-Alexandre et al., 2023](#)).

CONCLUSIONES

El sistema de manejo de arvenses que tuvo el mejor comportamiento desde el punto de vista de control, ambiental y económico, fue el cultural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arboleda-Escobar, J. (2019). Evaluación de mezclas de herbicidas post-emergentes y su relación de costos en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) Variedad CC 934418. [Trabajo de grado en la modalidad de Proyecto aplicado. Para optar al título de agronomía, Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA, Publisher: Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. <https://repository.unad.edu.co>.

Barrera-Fontanet, M., Cervera-Duverger, G., Peña-Rivera, L., Cobas-Eliás, A., Peña-Prades, M., & Barquiel-Pérez, O. (2019). Población de arvenses en suelos tratados con diferentes técnicas de manejo en caña de azúcar. *Centro Agrícola*, 46(3), 76-85, ISSN: 0253-5785.

Camacho, L. (2022). Agroindustria azucarera: Los caminos de la diversificación. Opciones. Seminario Comercial, Financiero y Turístico de Cuba. Grupo de Desarrollo de Juventud Rebelde, La Habana, Cuba. <http://www.opciones.cu/cuba/2022-06-29/agroindustria-azucarera-los-caminos-de-la-diversificacion>

Cherubin, M. R., Bordonal, R. O., Castioni, G. A., Guimaraes, E. M., Lisboa, I. P., Moraes, L. A., Menandro, L., Tenelli, S., Cerri, C., & Karlen, D. L. (2021). Soil health response to sugarcane straw removal in Brazil. *Industrial Crops and Products*, 163, 113315, ISSN: 0926-6690, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113315>.

Fischer, F. (1975). Comparación de dos métodos de evaluación para determinar el grado de efectividad herbicida. *Revista de Agricultura*, 8(1), 70-80, ISSN: 0138-7251.

INECC-México. (2018). Inventario de emisiones (Fuentes móviles que no circulan por las carreteras). INECC, México. <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/458/fuentesmoviles.pdf>

Jiménez-Rodríguez, J. A., Guerrero, E., & Ramos-Zamora, J. L. (2022). Evaluación de tres herbicidas en el control pre emergente de arvenses en caña de azúcar (original). *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*, 6(1), 208-222, ISSN: 2664-3065.

Lerch, G. (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas (Tomo I). Editorial Academia.

Maia-Brito, G., Lopes-Roldi, L., Schetino Jr, M. A., Checon-Freitas, J. C., & Sifuentes-Ibarra, E. (2020). High-performance of activated biocarbon based on agricultural biomass waste applied for 2, 4-D herbicide removing from water: Adsorption, kinetic and thermodynamic assessments. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 55(9), 767-782, ISSN: 0360-1234, DOI: <https://doi.org/10.1080/03601234.2020.1783178>.

Martínez-Ramírez, R., García-Ruiz, I., Hernández-Rodríguez, Y., Al-Zahrani, M., Pérez-Correa, E., Hernández-Hernández, O., Concepción-Cruz, E., Rossi-Tamayo, I., & Labrada-Vilas, R. (2021). Efectos de tecnologías de descompactación del suelo sobre el rendimiento agrícola de caña de azúcar. *Ingeniería Agrícola*, 11(3), 45-50, ISSN: 2227-8761.

Mordujóvich, M. (1996). Fundamentos termodinámicos y funcionamiento del motor diésel del tractor. *Manual de motores Diésel para tractores*. Editorial MIR, Moscú, Rusia.

- Naranjo-Landero, S., Obrador-Olán, J., García-López, E., Valdez-Balero, A., & Domínguez-Rodríguez, V. (2020). Arvenses en un suelo cultivado con caña de azúcar con fertilización mineral y abono verde. *Polibotánica*, 50, 119-135, ISSN: 1405-2768.
- Nova, A. (2023). Urge salvar agroindustria azucarera para desarrollo económico cubano. Inter Press Service en Cuba, La Habana, Cuba. <https://www.ipscuba.net/espacios/urge-salvar-agroindustria-azucarera-para-desarrollo-economico>.
- Pérez-Consuegra, N., & Caballero-Grande, R. (2021). Agroecología en Cuba-Iniciativas y evidencias innovadoras escalables (FAO, MINAG y ACTAF). Food & Agriculture Org., FAO, MINAG y ACTAF.
- Polanco-Rodríguez, A. G., Magaña-Castro, T. V., Cetz-Luit, J., & Quintal-López, R. (2019). Uso de agroquímicos cancerígenos en la región agrícola de Yucatán, México. *Centro Agrícola*, 46(2), 72-83, ISSN: 0253-5785.
- Ponce, F., Álvarez, E., Gonzáles, Y., & Hernández, J. I. (2008). Influencia de las tecnologías de labranza-siembra sobre los costos energéticos y de explotación de la técnica empleada y la contaminación del aire en el cultivo del frijol. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(4), 13-18, ISSN: 1010-2760.
- Silva-Alexandre, D., Pretti-Ogura, A., Junio-da Silva Pinto, T., Al-Zahrani, M., Ferracciú-Alleoni, L. R., Montagner, C. C., de Oliveira, T., Amaral-Dias, M., & Gaeta-Espíndola, E. L. (2023). Biochar from sugarcane straw reduces the toxicity of soils contaminated with 2, 4-D and fipronil, isolated and in a mixture, on multispecies microcosms. *Water, Air, & Soil Pollution*, 234(10), 1-16, ISSN: 1573-2932, DOI: <https://doi.org/10.1007/s11270-023-06629-6>.
- Sosa, J., Zuaznábar, R., Martínez, C., García, A., Fariás, E., Rodríguez, L., Martínez, R., Rodríguez, J., Mayor, J., & Rodríguez, A. (2019). Manejo sostenible y conservacionista de malezas con la tecnología cosecho-aplico en el polo científico del Grupo Empresarial Azcuba y la Universidad Agraria de La Habana. Grupo Empresarial Azcuba y la Universidad Agraria de La Habana, Memorias Diver, La Habana, Cuba, 605-609.
- Toledo, E., Cabrera, J., Leyva, A., & Pohlan, H. (2008). Estimación de la producción de residuos agrícolas en agroecosistemas de caña de azúcar. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 17-21. ISSN: 0258-5936.
- Vega-Rivero, A., & Martínez-Tyron, F. (2020). La quema de cañaverales y su influencia en la composición de arvenses, en zonas de la costa ecuatoriana. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 1(Especial 1), 74-80. ISSN: 2542-3401.
- Velasco, J., Gómez, F., & Hernández, A. (2017). Residuos orgánicos de la agroindustria azucarera: Retos y oportunidades. *Agro Productividad*, 10(11), 94-104 ISSN: 2594-0252.
- Viera-Barceló, F. J., & Escobar-Cruz, L. (2015). Evaluación económica, energética y ambiental de tecnologías de manejo de arvenses en el cultivo de la Caña de Azúcar (*Saccharum spp Híbrido*). *Cultivos Tropicales*, 36(4), 86-93, ISSN: 0258-5936.
- Zhang, X., Zhang, P., Yuan, X., Li, Y., & Han, L. (2020). Effect of pyrolysis temperature and correlation analysis on the yield and physicochemical properties of crop residue biochar. *Bioresource technology*, 296, 122-318, ISSN: 0960-8524, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122318>.

Dailín Rodríguez-Tassé: MSc., Investigador Auxiliar, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.

René Nivardo Barbosa-García: MSc., Investigador Auxiliar, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: rene.barbosa@inicas.azcuba.cu.

Yaquelin Puchades-Izaguirre: Dr.C., Investigador Titular, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390, e-mail: yaquelin.puchades@inicas.azcuba.cu.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: **Conceptualización:** D. Rodríguez Tassé y René Nivardo Barbosa García. **Curación de datos:** D. Rodríguez Tassé y Yaquelin Puchades Izaguirre. **Análisis formal:** D. Rodríguez Tassé y René Nivardo Barbosa García. **Captación de fondos:** René Nivardo Barbosa García. **Investigación:** D. Rodríguez Tassé, René Nivardo Barbosa García y Yaquelin Puchades Izaguirre. **Metodología:** D. Rodríguez Tassé. **Administración de proyectos:** D. Rodríguez Tassé. **Recursos:** D. Rodríguez Tassé. **Supervisión:** D. Rodríguez Tassé. **Visualización:** René Nivardo Barbosa García. **Redacción - borrador original:** D. Rodríguez Tassé. **Redacción - revisión y edición:** Yaquelin Puchades Izaguirre y René Nivardo Barbosa García.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/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.