

Control de arvenses con prácticas agroecológicas *Weed control with agroecological practices*

 Rigoberto Martínez-Ramírez*,  Rafael Zuaznábar-Zuaznábar,  Dailin Rodríguez-Tassé,
 Lorenzo Rodríguez-Estrada†,  Inoel García-Ruiz,  Miguel González-Núñez and  Carlos Cardentey-Cardoso

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

*Autor para correspondencia: Rigoberto Martínez-Ramírez, e-mail: rigoberto.martinez@inica.azcuba.cu

RESUMEN: La agricultura cañera cubana carece de recursos financieros y sufre los efectos del cambio climático, en estas La agricultura cañera cubana carece de recursos financieros y sufre los efectos del cambio climático. En estas condiciones constituye un desafío para los productores la instauración de un adecuado control de las arvenses. El trabajo se realizó con el objetivo de elaborar una estrategia basada en prácticas agroecológicas para el control de las arvenses en retoños de caña de azúcar en suelos Ferralitizados Cálculos. El estudio se realizó en tres etapas: concepción, validación y evaluación de impacto. En la concepción de la estrategia se consultaron fuentes bibliográficas relacionadas con el estudio de las arvenses y los métodos para su control y se consideraron tres rangos de rendimiento agrícola de las plantaciones; en la etapa de validación se montaron parcelas demostrativas en unidades productoras de caña de azúcar; en la evaluación del impacto económico se tuvieron en cuenta los precios oficiales en el país de los herbicidas, el combustible y la tonelada de caña cosechada y en la evaluación del impacto ambiental se consideró la carga contaminante arrojada a la atmósfera a partir del principio de funcionamiento del motor de combustión interna. Los resultados mostraron que la nueva estrategia mostró, respecto a la actual, un control excelente de las arvenses, un impacto económico entre 37 849,12 y 49 055, 48 CUP ha⁻¹ en función del rendimiento agrícola y una reducción de la carga contaminante entre 3,73 y 44,22 kg. ha⁻¹, según el rango de rendimiento.

Palabras clave: caña de azúcar, ferralitizados cálculos, retoños.

ABSTRACT: The Cuban cane agriculture lacks financial resources and suffers the effects of the climatic change. Under these conditions the establishment of a weeds adequate control constitutes a challenge for the producers. The work was carried out with the objective of elaborating a strategy based on agroecological practices for weed control on sugarcane shoots in Calcium Ferralitized soils. It was carried out in three stages: conception, validation and impact evaluation. In the conception of the strategy bibliographic sources referring to the study of weeds and methods for their control were consulted and three ranges of agricultural yield were considered; in the validation stage the demonstration plots were set up in sugarcane production units and, in the economic impact evaluation were considered the official prices in the country of the herbicides, the fuel and the ton of cane harvested and the environmental impact it had in account the polluting load the thrown into the atmosphere from the beginning of functioning of the internal combustion engine. The results showed that the developed strategy showed respect actual one an excellent control of the weeds, an economic impact between 37 849,12 y 49 055, 48 CUP ha⁻¹ based on agricultural yield and reduction of the contaminant charge between 3,73 y 44,22 kg. ha⁻¹, depending on yield range.

Keywords: Sugar Cane, Calcium Ferralitized, Ratoon.

INTRODUCCIÓN

La situación económica y tecnológica actual de la agroindustria azucarera cubana no resulta ser la más favorable y es, de hecho, preocupante. La agricultura cañera padece de limitación de recursos financieros, que origina desabastecimientos de combustible y agroquímicos, y sufre los efectos del cambio climático, manifestados en fenómenos tales como el aumento de la temperatura, lo que trae consigo un incremento de la infestación de las arvenses o malezas en los campos con cultivos de interés económico (Monroig, 2010; Nova, 2023).

La necesidad de enfrentar esta situación constituye una oportunidad para enfatizar en la ejecución de prácticas agrícolas fundamentadas en los principios de la agroecología, la agricultura climáticamente inteligente y las soluciones basadas en la naturaleza, como la cosecha en verde, el empleo de la cobertura de residuos agrícolas de cosecha (RAC) y la descompactación del suelo con tecnologías adecuadas, con el fin de contribuir al establecimiento de un manejo sostenible de la caña de azúcar (Francisco et al., 2016).

Recibido: 18/07/2024

Aceptado: 04/02/2025

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

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES: **Conceptualización:** R. Martínez Ramírez, R. Zuaznábar Zuaznábar, L. Rodríguez Estrada†. **Curación de datos:** D. Rodríguez Tassé, L. Rodríguez Estrada†, I. García Ruiz, M. González Núñez, C. Cardentey Cardoso. **Análisis formal:** R. Martínez Ramírez, R. Zuaznábar Zuaznábar, D. Rodríguez Tassé, L. Rodríguez Estrada†, I. García Ruiz. **Captación de fondos:** R. Martínez Ramírez. **Investigación:** R. Martínez Ramírez, R. Zuaznábar Zuaznábar, D. Rodríguez Tassé, L. Rodríguez Estrada†. **Metodología:** R. Martínez Ramírez, D. Rodríguez Tassé. **Administración de proyectos:** R. Martínez Ramírez, R. Zuaznábar Zuaznábar. **Recursos:** R. Martínez Ramírez. **Software:** R. Martínez Ramírez. **Supervisión:** D. Rodríguez Tassé, L. Rodríguez Estrada†, M. González Núñez, C. Cardentey Cardoso. **Validación:** R. Zuaznábar Zuaznábar, D. Rodríguez Tassé, M. González Núñez, C. Cardentey Cardoso. **Visualización:** R. Martínez Ramírez, R. Zuaznábar Zuaznábar, D. Rodríguez Tassé. **Redacción - borrador original:** R. Martínez Ramírez, D. Rodríguez Tassé. **Redacción - revisión y edición:** R. Zuaznábar Zuaznábar, D. Rodríguez Tassé, I. García Ruiz, L. Rodríguez Estrada†.



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/>



El principal desafío para los productores en el manejo de los cultivos es la instauración de un adecuado manejo de las arvenses, a fin de disminuir los efectos negativos de su competencia con los cultivos de interés económico y el gasto de energía en su control.

El conocimiento de la flora de arvenses asociadas a un cultivo en cada campo o área a tratar es determinante para la implementación de estrategias de manejo, la selección de los tratamientos más eficaces y la planificación de los insumos para determinado período, entre ellos el herbicida que se usará. En este sentido, numerosos investigadores del país han realizado estudios dirigidos a la identificación de la flora de malezas asociadas a la caña de azúcar (Barrera et al., 2024; Barreto et al., 2017; Francisco et al., 2016; Martínez et al., 2024).

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. Sin embargo, el control de las arvenses solo es efectivo si se conjugan diferentes métodos como los preventivos, culturales, físicos y químicos bajo un enfoque integrado, en el que los fundamentos de la agroecología y las prácticas locales desempeñan un papel fundamental (Sorul et al., 2021).

La caña de azúcar en Cuba se cultiva en varios tipos de suelos entre los cuales se incluyen los Ferralitizados Cálcicos localizados principalmente en la llanura Habana-Matanzas y Ciego de Ávila, representan el 33,7% del área plantada con caña de azúcar en el país y tienen entre sus factores limitantes alta compactación y poca retención de humedad (Hernández et al., 2019; Viñas et al., 2018).

Teniendo en cuenta lo anterior se realizó el presente trabajo con el objetivo de elaborar una estrategia basada en prácticas agroecológicas para el control de las arvenses en retoños de caña de azúcar en suelos Ferralitizados Cálcicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se ejecutó en suelos del Agrupamiento Agroproductivo Ferralitizados Cálcicos según Viñas et al. (2018) en tres etapas: a) Elaboración de la estrategia para el control de las malezas; b) Validación de la efectividad de la estrategia y c) Evaluación del impacto económico y ambiental de la estrategia.

Se realizó una revisión bibliográfica con el fin de desarrollar un análisis histórico-lógico sobre la temática relacionada con el control de malezas en caña de azúcar en el mundo y en el país. Se consideraron artículos originales y de revisión disponibles en Internet, así como tesis de maestrías y doctorales, informes de proyectos de investigación y el Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar vigente en Cuba (Santana et al., 2014).

La búsqueda se realizó en las bases de datos Redalyc, PKP INDEX, SciELO y Google Académico, en idioma inglés, español y portugués, entre los años 2004 y 2023. Las palabras claves utilizadas fueron "Prácticas agroecológicas en caña de azúcar", "Control integrado de malezas",

"Control de malezas con herbicidas", "Tecnologías de aplicación de herbicidas", "Cobertura de residuos agrícolas de cosecha" y "Evaluación de la compactación de los suelos".

En la concepción de la estrategia se consideró la inclusión de prácticas agrícolas basadas en los principios de la agroecología, la agricultura climáticamente inteligente y las soluciones basadas en la naturaleza tales como la cosecha en verde, el uso del RAC, la rotación y asociación de cultivos, y otros métodos de control como los preventivos, culturales, físicos y químicos.

Se establecieron tres rangos de rendimiento agrícola: a) menor de 45 t ha⁻¹, b) entre 45 t ha⁻¹ y 60 t ha⁻¹ y c) superior a 60 t ha⁻¹. Se consideró un uso mínimo de herbicidas, mediante el aprovechamiento del RAC de forma total o localizado en el surco (arroke) y el uso de la tecnología cosecho-aplico (Honorato & Accorroni, 2016).

La validación de la estrategia en la práctica productiva se hizo mediante el montaje de parcelas demostrativas en las unidades productoras de caña de azúcar (UPC) Rigoberto Corcho de la provincia Artemisa, Pablo Noriega de Mayabeque, Dagoberto Rojas y Revolución de Octubre de Matanzas, Viet Nam de Cienfuegos e Ignacio Agramonte y 21 de septiembre de Ciego de Ávila.

Previo al montaje de las parcelas se explicó al productor el objetivo y se identificaron de conjunto las variables a evaluar conforme a las metodologías establecidas por el INICA. Se montaron parcelas demostrativas para la evaluación de la efectividad en el control de malezas de varias formulaciones de herbicidas pre emergentes, la tecnología cosecho aplico, el uso del penetrómetro de impacto en la determinación de la compactación ocasionada por los equipos de cosecha y los efectos de la cobertura de residuos agrícolas de cosecha sobre el control de malezas y el rendimiento agrícola.

La determinación del impacto económico se realizó teniendo en cuenta los precios de los productos herbicidas en pesos cubanos (CUP) de acuerdo con la Resolución No. 344-2020 y el precio de la tonelada de caña (700,00 CUP) según el Acuerdo 9272/2022 del Grupo empresarial azucarero AZCUBA aparecido en la Gaceta Oficial Ordinaria No. 12 del 3 de febrero de 2022.

La evaluación del impacto ambiental se ejecutó en cada uno de los rangos de rendimiento agrícola establecidos según el procedimiento descrito por Rodríguez et al. (2019), el que contempla el cálculo de la carga contaminante arrojada a la atmósfera a partir del principio de funcionamiento del motor de combustión interna, según el cual la combustión completa de un kg de diésel incorpora a la atmósfera una cantidad de gases contaminantes que puede expresarse en kg por hectárea. La carga contaminante se determinó con la siguiente fórmula:

$$Gt=(1+\alpha l_0)nC, \text{ kg ha}^{-1}$$

donde:

Gt- carga contaminante que genera el combustible diésel quemado para ejecutar el sistema, kg ha⁻¹;

α - coeficiente de llenado, para el combustible diésel, se consideró 1,40;

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

nC- cantidad de kg de combustible consumido por hectárea en cada sistema, kg ha⁻¹.

Se emplearon los métodos de investigación teórica análisis y crítica de fuentes, histórico-lógico, inducción-deducción, análisis-síntesis y como métodos empíricos el experimento, la observación y el criterio de expertos o método Delphi (González, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estrategia (Tabla 1) contempló entre sus elementos la limpieza de los equipos de máquinas cosechadoras, como medida preventiva para evitar la propagación de las arvenses de un bloque a otro o de una UPC a otra. La no observancia de esta elemental práctica se considera la causa fundamental de la proliferación de muchas especies de malezas, entre ellas la pica pica (*Mucuna pruriens* (L.) D.C.) cuya presencia en los campos incrementa el costo de la cosecha (Barreto et al., 2017).

En la estrategia no se incluyó el uso de herbicidas pre emergentes en los retoños con rendimiento agrícola menor de 45 t ha⁻¹ y mayor de 60 t ha⁻¹; en los primeros por el bajo rendimiento que hace incosteable la aplicación de estos agroquímicos y en los segundos por el efecto controlador que sobre las malezas ejerce el RAC que se genera en las plantaciones con alto rendimiento agrícola. En estos últimos cuando la descompactación sea necesaria se realizará con implementos provistos de discos pica paja bien afilados a fin de provocar la menor perturbación posible del RAC. Los herbicidas pre emergentes sólo se recomendaron en los retoños con rendimiento entre 45 t ha⁻¹ y 60 t ha⁻¹ en el momento de la cosecha con la tecnología cosecho-aplico de alta efectividad en el control de arvenses y mayor economía de agua, herbicida y combustible (Rodríguez et al., 2020a).

Se contempló el uso del penetrómetro de impacto según la metodología de García et al. (2018) para la determinación de la compactación ocasionada por los equipos de cosecha, como herramienta que permite al productor decidir, in situ, si realizar la descompactación a la profundidad indicada por el penetrómetro o si mantener el RAC, ambos con efectos positivos comprobados sobre el suelo y el rendimiento agrícola del cultivo (Martínez et al., 2021).

Otro elemento de la estrategia fue el de las medidas dirigidas a evitar la ocurrencia de incendios en los campos, por primera vez incluidas como parte del control integrado de malezas en Cuba, por su contribución a la generación de RAC por la cosecha en verde y a su posterior conservación en los campos cosechados (Figura 1), lo cual reduce significativamente la infestación de malezas.

La limpia manual (descepe) o manchoneo para malezas como la yerba de Guinea (*Panicum maximum* Jacq.), yerba fina (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) y Don Carlos (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) y la extracción de leñosas, fueron también actividades integradas a la estrategia que le conceden una mayor efectividad en el control de las malezas en todos los rangos de rendimiento. Según Palma et al. (2016), en los primeros estadios, plántulas y juveniles, las formas de control más efectivas para las malezas de consistencia leñosas son la extracción manual y la tala, respectivamente.

Se incluyó el uso de fitoestimulantes como el Fitomas EC, el Enerplant o ambos, en mezcla de tanque o formulados en fábrica, con vistas a favorecer el crecimiento y desarrollo del cultivo e incrementar su resistencia a los efectos negativos del estrés biótico y abiótico (Zuaznábar et al., 2019); así como el de Fitomas H como potenciador del efecto herbicida del Glufosinato de amonio LS 28 en las aplicaciones de pre cierre, lo que permite disminuir la dosis, combinado con cultivo mecanizado con tractores de alto descepe (Martínez et al., 2022).

Los expertos coincidieron en catalogar de Muy Adecuados todos los aspectos contemplados en la estrategia

TABLA 1. Estrategia para el control de malezas para ciclo de retoño

Rendimiento menor de 45 t ha⁻¹: 1. Limpieza de los equipos de cosecha, 2. Determinación de la compactación con el penetrómetro de impacto, 3. Ejecución de la descompactación, si procede, a la profundidad indicada por el penetrómetro 4. Arrope de los residuos de cosecha al narigón combinado con cultivo mecanizado al camellón, 5. Limpia manual (descepe) o manchoneo para yerba de Guinea, yerba fina y Don Carlos, 6. Extracción de leñosas, 7. Aplicación de bioestimulantes, 8. Aplicación de herbicida hormonal en manchoneo (dos aplicaciones), con boquillas de cono, de forma dirigida, 9. Cultivo de desyerbe al camellón y acondicionamiento del surco con tractores de alto descepe y grada múltiple (2 surcos), 10. Limpieza de guardarrayas (preferentemente con chapeadoras) y desorillos, 11. Medidas contra incendios.

Rendimiento entre 45 y 60 t ha⁻¹: 1. Limpieza de los equipos de cosecha, 2. Aplicación de herbicida preemergente con tecnología Cosecho aplico o en bandas con asperjadora, 3. Determinación de la compactación con el penetrómetro de impacto, 4. Ejecución de la descompactación, si procede, a la profundidad indicada por el penetrómetro o RAC, 5. Limpia manual (descepe) o manchoneo para yerba de Guinea, yerba fina y Don Carlos, 6. Extracción de leñosas, 7. Aplicación de bioestimulantes, 8. Aplicación de herbicida hormonal en manchoneo (una aplicación), con boquillas de cono, de forma dirigida, 9. Aplicación de Glufosinato de amonio con Fitomas H en precierre, en manchoneo con boquillas de cono, de forma dirigida (No aplicar hormonal), 10. Limpieza de guardarrayas (preferentemente con chapeadoras) y desorillos, 11. Medidas contra incendios.

Rendimiento mayor de 60 t ha⁻¹: 1. Limpieza de los equipos de cosecha, 2. Determinación de la compactación con el penetrómetro de impacto, 3. Ejecución de la descompactación, si procede, a la profundidad indicada por el penetrómetro o RAC, 4. Limpia manual (descepe) o manchoneo para yerba de Guinea, yerba fina y Don Carlos, 5. Extracción de leñosas, 6. Aplicación de bioestimulantes, 7. Aplicación de herbicida hormonal en manchoneo (una aplicación), con boquillas de cono, de forma dirigida, 8. Cultivo de desyerbe al camellón y acondicionamiento del surco con tractores de alto descepe y grada múltiple, 9. Limpieza de guardarrayas (preferentemente con chapeadoras) y desorillos, 10. Medidas contra incendios.



FIGURA 1. Afectaciones a la cobertura de RAC e incremento de la infestación de malezas debido a la no observancia de las medidas contra incendios. Fuente: elaboración propia.

para el control de malezas; lo que define un nivel de aceptación pertinente en cuanto a la utilización de la misma como herramienta de trabajo en el actual contexto que vive el país caracterizado por la carencia de recursos financieros y el incremento de la infestación de malezas en los cañaverales.

Los resultados de las parcelas demostrativas revelaron un control Excelente de las malezas de todas las formulaciones de herbicidas pre emergentes evaluadas, lo que indica la existencia de varias alternativas para el combate químico de las arvenses, cuya selección estará en función del costo (Tabla 2).

Las dosis ensayadas con la tecnología cosecho aplico mostraron un control excelente de las malezas similar al ejercido por la aplicación con asperjadora (Tabla 3). El impacto económico de esta tecnología se reflejó en: a) Por disminución del 20% de la dosis del herbicida Mayoral LS 35 (3.86 USD ha⁻¹); b) Por disminución de combustible al realizarse la aplicación del herbicida en el mismo acto de la cosecha (12.13 USD ha⁻¹).

Los resultados corroboraron la validez de la metodología de García et al. (2018), basada en el uso del penetrómetro de impacto, como herramienta para la toma de decisiones, por parte del productor, acerca del uso del RAC o la ejecución de la descompactación como la mejor tecnología de manejo para una condición dada. El diagnóstico realizado arrojó un 81,8% de efectividad en los suelos Ferralíticos. El uso adecuado de la cobertura de residuos de cosecha y la descompactación arrojaron un incremento en el rendimiento agrícola de 6,8 y 7,1 t/ha, respectivamente (Martínez et al., 2021).

El impacto económico por el uso del penetrómetro de impacto se mostró en: a) Por incremento de la producción de caña (4 200.00-4 900.00 CUP ha⁻¹) y b) Por disminución de los gastos de cultivo cuando técnicamente no procede su ejecución (22 286.13 CUP ha⁻¹ a 30 cm de profundidad y 18 669.63 CUP ha⁻¹ a 20 cm de profundidad).

Las parcelas con RAC, tanto en forma de cobertura total como en arripe, mostraron una significativamente menor infestación de malezas y un incremento del rendimiento agrícola en comparación con las desprovistas de este (Tablas 4 y 5). El impacto económico de la cobertura de residuos de cosecha se manifestó en: 1) RAC cobertura total: a) Por disminución del herbicida aplicado (600.00 CUP ha⁻¹ = 25 USD ha⁻¹) y b) Por disminución del costo de aplicación de herbicida en manchoneo (30%) 2) RAC cobertura localizada en el surco (Aripe): a) Por disminución del costo de desyerbe (609.4 CUP ha⁻¹) y b) por incremento del rendimiento (4 200.00 CUP ha⁻¹).

El uso de Fitomas H potencia el efecto herbicida del Glufosinato de amonio LS 28 (Tabla 6), lo que posibilita disminuir la dosis en 0,1 L ha⁻¹ con lo que se incrementa una hectárea por cada 10 beneficiadas, el costo por ha y el costo por ha por día limpio (Martínez et al., 2022).

La carga contaminante promedio vertida a la atmósfera en los tres rangos de rendimiento agrícola establecidos fue de 719,5 kg. ha⁻¹, la cual disminuyó con el incremento del rendimiento agrícola debido a la disminución del consumo de combustible como consecuencia del menor número de labores necesarios para el control de las malezas en los rendimientos mayores (Tabla 7).

TABLA 2. Control de malezas y costo por ha de varios herbicidas pre emergentes

Tratamiento	Dosis (L o kg/ha)	Control (%)	Costo/ha (USD)
Isoxaflutole+ Indaziflur SC 60	0,250	Excelente (100%)	36.30
Isoxaflutole GD 75	0,180-0,200	Excelente (100%)	24.64
Imazapic GD 70	0,200	Excelente (100%)	15.60
Mayoral LS 35	0,400	Excelente (100%)	15.44

TABLA 3. Control de malezas y costo por ha por disminución de la dosis de Mayoral LS 35

Tratamiento	Dosis (L ha ⁻¹)	Control (%)	Costo ha ⁻¹ (USD)
Cosecho-aplico Mayoral LS 35	0,5 (100% dosis)	Excelente (100%)	19.30
Cosecho-aplico Mayoral LS 35	0,4 (80% dosis)	Excelente (100%)	15.44
Asperjadora Mayoral LS 35	0,5 (100% dosis)	Excelente (100%)	31.43

TABLA 4. Efecto del RAC en forma total sobre la infestación de malezas y el rendimiento agrícola

Manejo	Cobertura de malezas (%)			Rendimiento	Costo desyerbe (CUP ha ⁻¹)
	30	60	90	t ha ⁻¹	
Con RAC	4	8	10	66,7	846.30
Sin RAC	15	25	50	56,9	2614.40
Diferencia	11	17	40	9,8	1768.10

TABLA 5. Efecto del RAC en forma de arrope sobre la infestación de malezas y el rendimiento agrícola

Manejo	Enyerbamiento (%)			Rendimiento	Costo desyerbe (CUP ha ⁻¹)
	Marzo	Abril	Mayo	t ha ⁻¹	
Con arrope	5	12	24	26,6	1168.90
Sin arrope	18	28	52	20,0	2614.40
Diferencia	13	16	28	6,6	1445.50

TABLA 6. Efecto del Fitomas H en las aplicaciones de Glufosinato de amonio LS 28

Tratamientos	Dosis (L ha ⁻¹)	Control (%)	Costo ha ⁻¹ (USD)	Días limpios	Costo ha ⁻¹ por día limpio (USD)
G. de amonio	1,1	Bueno (80%)	8.21	21	0.29
G. de amonio + FitoMas-H	1+1	Bueno (80%)	7.92	33	0.24

TABLA 7. Carga contaminante (CC) arrojada a la atmósfera por rangos de rendimiento

Rangos de rendimiento establecido	CC (kg. ha ⁻¹)
Rendimiento menor de 45 t ha ⁻¹ :	763,8
Rendimiento entre 45 y 60 t ha ⁻¹	708,5
Rendimiento mayor de 60 t ha ⁻¹	686.3

Según Rodríguez et al. (2019), en los campos de bajo rendimiento el control de malezas depende directamente del consumo de combustible. Estudios realizados por Rodríguez, et al., 2020b) y Viera & Escobar (2015), demostraron que cuando se realiza mayor cantidad de labores mecánicas para el control de las arvenses se consume gran cantidad de combustible lo que aumenta la cantidad de gases contaminantes a la atmósfera.

CONCLUSIONES

La estrategia basada en prácticas agroecológicas para el control de malezas en retoños de caña de azúcar en suelos Ferralitizados Cálculos muestra un control excelente de las arvenses, un impacto económico que oscila entre 37 849,12 y 49 055, 48 CUP ha⁻¹ y una reducción de la carga contaminante de 3,73 a 44,22 kg. ha⁻¹ en función del rendimiento agrícola.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del ingeniero agrónomo y M. Sc Jorge Luis Mayor Sánchez del Grupo Azucarero AZCUBA por los aportes realizados en la concepción de la estrategia y su dedicación en la validación de la misma, a los ingenieros agrónomos Fidel Hernández Hernández y Oddonell Hernández Hernández por su participación en el montaje de las parcelas demostrativas y ejecución de las evaluaciones en las provincias de Matanzas y Ciego de Ávila, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrera, F. M., Martínez, R. R., Pérez, H. E., Zuaznábar, Z. R., & Rodríguez, T. D. (2024). Distribución espacio temporal de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en los cañaverales de Cuba. *Ingeniería Agrícola*, 14(1), ISSN: 2227-8761.
- Barreto, P. B. C., Martínez, R. R., Zuaznábar, Z. R., & González, H. M. (2017). Propuesta de manejo integrado para *Mucuna pruriens* (L.) DC en plantaciones de caña de azúcar. *Ingeniería Agrícola*, 7(4), 47-50, ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761.
- Francisco, B. V., Cruz, C. O., Aragón, L. H., Concepción, C. V., & Rábago, M. R. (2016). Diversidad y evolución de especies arvenses en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la provincia Sancti Spiritus. *Centro Agrícola*, 43(2), 23-27, ISSN: 0253-5785, Publisher: 1977, Editorial Feijóo.
- García, I., Sánchez, M., & Otero, Y. (2018). Determinación de la compactación por impactos críticos del penetrometro en caña de azúcar. *Cuba & Caña*, 51(1), 45-55.
- González, A. (2006). *El método Delphi y el procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos*. 8, 32.
- Hernández, J. A., Pérez, J. J. M., Bosch, I. D., & Speck, N. C. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: Énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1), ISSN: 0258-5936, Publisher: Ediciones INCA.
- Honorato, J., & Accorroni, B. (2016). *Sistema Cosecho-Aplicar®, Mayoral®: Pulverizadora con banderillero satelital en cosechadora integral de caña de azúcar para el control pre-emergente de malezas*. XII Congreso de la ALAM y I Congreso de la ASACIM. <http://www.asacim.com.ar/congreso>
- Martínez, R. R., García, R. I., Hernández, R. Y., Santa María, R. M., Pérez, C. E., Hernández, H. O.,

- Concepción, C. E., Rossi, T. I., & Labrada, V. R. (2021). Efectos de tecnologías de descompactación del suelo sobre el rendimiento agrícola de caña de azúcar. *Revista Ingeniería Agrícola*, 11(3), 45-50, ISSN: 2306-1545, Publisher: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Martínez, R. R., Zuaznábar, Z. R., Betancourt, R. Y., Barrera, F. M., Rodríguez, T. D., & Cardentey, C. C. (2024). Actualización de la flora de arvenses asociadas a la caña de azúcar en Cuba. *Revista Ingeniería Agrícola*, 14(3), E-ISSN: 2227-8761.
- Martínez, R. R., Zuaznábar, Z. R., Gallego, D. R., Cardentey, C. C., García, R. I., & Rodríguez, T. D. (2022). *FITOMAS-H como potenciador de la efectividad de glifosato y glufosinato de amonio en el control de malezas*. Fórum de Ciencia y Técnica. INICA.
- Monroig, M. F. (2010). *Control integrado de malezas en el cafetal*. <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id64.htm>
- Nova, A. (2023). *Urge salvar agroindustria azucarera para desarrollo económico cubano*. <https://www.ipscuba.net/espacios/urge-salvar-agro-industria-azucarera-para-desarrollo-economico-c>
- Palma, A., Pérez-Peña, O., & Padilla, J. (2016). *Programa de manejo especie "Albizia procera" (algarrobo de la india)* (p. 24). (p. 24). Ministerio de la Agricultura, Empresa Forestal Integral, Unidad Silvícola Jobabo (Comunidad Loma Alta), Las Tunas, Cuba. http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1685/1/Resumen%20Ejecutivo_Programa%20de%20Manejo_Albizia%20procera.pdf
- Rodríguez, D., Barbosa, R., García, A., Zamora, J., & Rodríguez, F. (2019). Cosecho - Aplico, alternativa eficaz y sustentable para el control de malezas en caña de azúcar. *Revista Cuba y Caña*, 22(1), ISSN: 1028-6527.
- Rodríguez, T. D., Barbosa, G. R. N., García, P. A., & Urquiza, R. A. (2020). Plantación en surcos de base ancha, alternativa tecnológica para reducir el porcentaje de arvenses en caña de azúcar. *Centro Agrícola*, 47(1), 61-68, ISSN: 0253-5785, Publisher: 1977, Editorial Feijóo.
- Rodríguez, T. D., Barbosa, G. R. N., Puchades, I. Y., Rodríguez, R. R., & García, P. A. (2020). Efectividad de Mayoral® y Merlín Total® aplicados con el sistema Cosecho-Aplico®, combinado con la Fertilización en caña de azúcar. *Centro Agrícola*, 47(3), 14-22, ISSN: 0253-5785, Publisher: 1977, Editorial Feijóo.
- Santana, I., González, M., Crespo, R., & Guillen, S. (2014). *Instructivo técnico para el manejo de la caña de azúcar* (3ra edición). Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar ed., La Habana, Cuba.
- Sorul, J., Arciniegas, A., & Ladimir, C. (2021). *Estimated weed seed bank on the farm the path gambler Buenos Aires under the municipality of Villanueva, Casanare* (p. 44). <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/327/>
- Viera, B. F. J., & Escobar, C. 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, Publisher: Ediciones INCA.
- Viñas, Q. Y., Benítez, P. L., Machado, I., Bouzo, L., Arcia, J., Marín, R., González, M., & Barreto, B. (2018). Actualización del agrupamiento agroproductivo de suelos plantados con caña de azúcar, región occidental de Cuba. *Ingeniería Agrícola*, 8(2), 48-54, ISSN-2306-1545, E-ISSN-2227-8761.
- Zuaznábar, Z. R., Díaz-de los Ríos, R. M., Martínez, R. R., Zorrilla, R. T., & Fontaner, M. B. (2019). FITOMAS-PLUS: nueva formulación de bioestimulante más eficaz para la caña de azúcar. *Icidca sobre los derivados de la caña de azúcar*, 53(3). : <https://www.researchgate.net/publication/341385627>

Rigoberto Martínez-Ramírez: MSc., Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.

Rafael Zuaznábar-Zuaznábar: MSc., Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390. E-mail: rafael.zuaznabar@inica.azcuba.cu.

Dailín Rodríguez-Tassé: MSc., Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390. E-mail: dailin.rodriguez@inica.azcuba.cu.

Lorenzo Rodríguez-Estrada † MSc., Investigador, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390.

Inoel García-Ruiz: MSc., Investigador Auxiliar, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA). Grupo de agronomía, Boyeros, La Habana, Cuba. E-mail: inoel.garcia@inicavc.azcuba.cu.

Miguel González-Núñez: MSc., Especialista, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Cienfuegos (INICA). Carretera a CUJAE, km. 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, C.P. 19390. E-mail: miguel.gonzalez@gesacf.azcuba.cu.

Carlos Cardentey-Cardoso: M. Sc., Especialista, Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), INICA Artemisa, Calle Rafael Peña, entre 5ta y 7ta, Mango Sur, San Cristóbal, Artemisa, Cuba. E-mail: carlos.cardentey@eticaar.azcuba.cu.

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.