

10

Control preemergente de arvenses con sustancias alternativas a los herbicidas de síntesis

Pre-emergence control of weeds with alternative substances to synthetic herbicides

Inoel García Ruiz¹

Email: inoel.garcia@inicavc.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7149-7750>

Irenaldo Delgado Mora¹

Email: irenaldo.delgado@inicavc.azcuba.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0626-8625>

Felipe del Sol González³

Email: felipe.gonzalez@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9473-2789>

Frank A. Hidalgo Cruz³

Email: frank.hidalgo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3183-2099>

¹Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara (INICA VC). Cuba

³Empresa Agroindustrial Azucarera Ciudad Caracas (EAA CC). Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

García Ruiz, I., Delgado Mora, I., del Sol González, F. y Hidalgo Cruz, F. (2024). Control preemergente de arvenses con sustancias alternativas a los herbicidas de síntesis. *Revista Científica Agroecosistemas*, 12(1), 90-97. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes>

RESUMEN

Los herbicidas de síntesis son muy efectivos para controlar arvenses en diversas condiciones. Sin embargo, las aplicaciones indiscriminadas aumentan la contaminación ambiental, siendo necesario buscar alternativas más amigables con el entorno. El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad de extractos acuosos de plantas en el control preemergente de arvenses en caña de azúcar. En el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de Villa Clara, se realizó un experimento semicontrolado con un esqueje de una yema del cultivar C86-12 por maceta y otro en parcelas de campo, con esquejes de tres yemas de los cultivares CP52-43 y C86-12. En ambos experimentos se asperjó Merlin Total CS 60 a 0,25 L ha⁻¹ en un caldo de 200 L ha⁻¹, así como extractos acuosos de hojas verdes de *Pinus* sp, *Eucalyptus* sp. y plantas completas de *Cyperus rotundus* L., aplicados a 800 L ha⁻¹, 200 y 400 L ha⁻¹ de caldo, respectivamente. El control de especies anuales de los extractos fue entre 62-72% y 49-55%. En el merlin total fue de 100 y 88% en ambos experimentos. El rendimiento agrícola en el segundo experimento solo tuvo diferencia significativa en el manejo de arvenses, donde los tratamientos superaron al control.

Palabras clave:

Bioherbicidas, Caña de Azúcar, Extractos Acuosos, Preemergencia, Rendimiento Agrícola.

ABSTRACT

Synthetic herbicides are very effective in controlling weeds under various conditions. However, indiscriminate applications increase environmental contamination, making it necessary to look for more environmentally friendly alternatives. This research aimed to evaluate the effectiveness of aqueous plant extracts in the pre-emergent control of weeds in sugarcane. At the Sugarcane Research Institute of Villa Clara, a semi-controlled experiment was carried out with a cutting of one bud of the cultivar C86-12 per pot and another in field plots, with cuttings of three buds of the cultivars CP52-43 and C86-12. In both experiments, Merlin Total CS 60 was sprayed at 0.25 L ha⁻¹ in a broth of 200 L ha⁻¹, as well as aqueous extracts of green leaves of *Pinus* sp, *Eucalyptus* sp. and whole plants of *Cyperus rotundus* L., applied at 800 L ha⁻¹, 200 and 400 L ha⁻¹ of broth, respectively. The annual species control of the extracts was between 62-72% and 49-55%. Total merlin was 100 and 88% in both experiments. The agricultural yield in the second experiment only had a significant difference in the management of weeds, where the treatments outperformed the control.

Keywords:

Bioherbicides, Sugarcane, Aqueous Extracts, Pre-Emergence, Agricultural Yield.

INTRODUCCIÓN

Los herbicidas de síntesis se han convertido en la principal opción para el control de arvenses en áreas extensivas de una amplísima gama de cultivos, debido a su alta efectividad en múltiples condiciones de suelo y clima, alta productividad de aplicación y costos relativamente bajos. Sin embargo, como toda aplicación de agroquímicos impacta de forma negativa al ambiente, porque elimina especies no blanco, contamina ecosistemas, crea resistencia o por daños a cultivos agrícolas (Ramírez, 2018). Por ello, se torna urgente buscar alternativas más amigables con el ambiente.

La alelopatía se define como una ciencia que explica cualquier efecto directo o indirecto, positivo o negativo, modificado o no por microorganismos, que ejerce una planta sobre otra a través de la producción y liberación de sustancias químicas al medio (Pont y Escribà, 2016). Aspecto, que constituye una alternativa alentadora para la producción de herbicidas alternativos.

Oliveros (2008) señala que deben resolverse limitaciones relacionadas con la poca cantidad de principio activo producida por las plantas. Además de la modificación estructural de la molécula natural de posible efecto herbicida y con la disponibilidad de procesos de síntesis sencillos y rentables.

García (2013) afirma que el uso de plantas como fuente potencial para obtener bioherbicidas, es atractivo por la especificidad de su acción biológica y la escasa probabilidad de producir residuos perjudiciales en aguas y suelos. Sin embargo, reconoce la poca comercialización de estos tipos de productos, quizás por la limitada comprensión de los modos de acción de muchos de los aleloquímicos identificados.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Ciencia y Técnica de México (CONACYT) los beneficios de los herbicidas naturales o bioherbicidas se asocian al menor impacto ambiental y al aprovechamiento de la biodiversidad de los cultivos y como desventaja la necesidad de aplicarlos varias veces (CONACYT, 2022). Diversas plantas han sido evaluadas como aportadoras de metabolitos de efecto herbicida.

Medeiros y Medeiros (2018) señalan a *Lantana camara L.* como una especie con compuestos naturales como terpenos, 1,8 cineol y lantadene con potencialidad para el desarrollo de bioherbicidas, especificando la necesidad de investigaciones que deriven hacia resultados aplicables en campo. Por su parte, Portuguez *et al.*, (2021) en condiciones de invernadero demostraron que el extracto de pino tuvo mayores efectos de control sobre *Amaranthus sp.*, *Echinochloa colona (L.) Link* y *Rottboellia cochinchinensis L. f.* que en *Bidens pilosa L.* Enfatizan además, en la necesidad de emplear sustancias naturales en sustitución de los herbicidas convencionales.

González Puig (2017), demostró que el extracto acuoso de hojas de *Eucaliptus globulus Labill.* contiene un coctel de compuestos fitotóxicos que podrían interferir la germinación y desarrollo de otras especies de plantas. Este extracto específica que los filodios de eucalipto empleados como abono verde tienen efecto herbicida sobre especies de hoja ancha y estrecha. Así como puntualiza, que la incorporación de las hojas al suelo libera compuestos fenólicos y volátiles durante un periodo de descomposición cercano a 30 días. Aspectos, que pueden ser causa probable de los patrones de fitotoxicidad observados en los experimentos de laboratorio e invernadero, sin notarse deterioro en la calidad del suelo.

En este mismo sentido, Pont y Escribà (2016) consideran inviable la obtención de moléculas naturales de forma industrial, porque requiere grandes tonelajes de biomasa vegetal y costos elevados. Por lo que, en el marco de una estrategia ecológica, la mejor opción sería incluir “cócteles naturales de metabolitos secundarios” a través del manejo de abonos verdes y cultivos fitotóxicos.

El objetivo de la investigación fue evaluar la efectividad de extractos acuosos de plantas en el control preemergente de arvenses en caña de azúcar.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar INICA Villa Clara, localizada en los 22° 24' 37" N y 80° 10' 07" W, a 125 msnm, en el municipio de Ranchuelo, provincia de Villa Clara, Cuba. Se realizó un experimento en macetas (I) y otro en parcelas de campo (II), cuyas metodologías experimentales se detallan a continuación:

Experimento I (Macetas)

Las macetas de 4500 cm³ de volumen se llenaron con suelo Pardo Mullido Carbonatado (Hernández *et al.*, 2015), procedente de los 10 cm superiores del perfil y de un área con antecedentes de abundantes especies de arvenses anuales. Se utilizaron los tratamientos siguientes (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el experimento I.

No.	Tratamientos	Dosis (L ha-1)
1	Control absoluto (CA)	0
2	Merlin Total CS 60 (MT)	0,25
3	Extracto acuoso de pino (PI)	800
4	Extracto acuoso de eucalipto (EU)	800
5	Extracto acuoso de cebolleta (CE)	800

Fuente: Elaboración propia

Experimento II (Parcelas de campo)

Se realizó en parcelas de campo en un suelo Pardo Mullido Carbonatado (Hernández *et al.*, 2015) para comparar tres factores: Cultivares (CP52-43 (V₁) y C86-12 (V₂)), Manejos (Control absoluto (CA), Merlin Total CS 60 (MT) a 0,25 L ha⁻¹, extracto acuoso de PI (E₁), extracto acuoso de EU (E₂) y extracto acuoso de CE (E₃)) y como tercer factor la aplicación (sencilla (A₁) y doble (A₂)) (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos utilizados en el experimento II

No	Tratamientos	No	Tratamientos
1	V1CA	9	V2CA
2	V1MT	10	V2MT
3	V1E1A1	11	V2E1A1
4	V1E1A2	12	V2E1A2
5	V1E2A1	13	V2E2A1
6	V1E2A2	14	V2E2A2
7	V1E3A1	15	V2E3A1
8	V1E3A2	16	V2E3A2

V₁:CP52-43 V₂:C86-12, CA: Control absoluto, MT: Merlin Total CS60, E₁: Extracto acuoso de hojas de *Pinus* sp., E₂: Extracto acuoso de hojas de *Eucalyptus* sp., E₃: Extracto acuoso de plantas de *Cyperus rotundus* L., A₁: Una aplicación, A₂: Dos aplicaciones

Fuente: Elaboración propia

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño en bloque completamente aleatorizado con 4 réplicas. La semilla se troceó a 3 yemas, se distribuyó a 12 yemas m⁻¹ de surco y se tapó con alrededor de 5 cm de suelo de forma manual. La fertilización se realizó en el fondo del surco antes de la distribución de la semilla, con urea (46% de N), superfosfato triple (46% de P₂O₅) y cloruro de potasio (60% de K₂O), para una dosis de 100-50-150 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente.

Los extractos acuosos de ambos experimentos se obtuvieron a partir de hojas verdes de PI (*Pinus* sp.), EU (*Eucalyptus* sp.) y plantas de CE (*Cyperus rotundus* L.), troceadas de forma manual hasta lograr fracciones de 3 cm o menores y maceración de 0,25 kg de biomasa por litro de agua a temperatura ambiente durante 48 horas. Los tratamientos se aplicaron con mochila manual de 16 L de capacidad, boquilla deflectora DT-3,0, gasto de 1,458 L min⁻¹ a presión de 1 bar, ancho de trabajo de 1,60 m y solución final calibrada de 200 L ha⁻¹ por pase, logrando 800 y 400 L ha⁻¹ variando el número de pases en los experimentos I y II, respectivamente.

Evaluaciones

La cobertura de arvenses se evaluó de forma visual a los 30, 40 y 50 días en ambos experimentos. El porcentaje de control de arvenses se calculó por la fórmula:

$CO = ((CCA - CT) / CCA) * 100$, donde CO = Control (%), CCA: Cobertura en el control absoluto (%), CT: Cobertura en el tratamiento (%).

A los 15 meses de edad en todas las parcelas del experimento II se contaron los tallos de un surco, se midió la longitud y el grosor de 10 tallos. Se realizó la cosecha con corte manual, pesaje de los tallos por parcela con dinamómetro digital KERN HCB 100K200, y se infirió el rendimiento agrícola por tratamiento.

Las precipitaciones de los primeros 120 días de plantado el experimento II se expresaron en la Tabla 3.

Tabla 3. Precipitación (mm) y días lluviosos (DLL) en los primeros 120 días.

Meses	mm	%	DLL	%
Septiembre	358,2	49,7	16	53,3
Octubre	122,6	17,0	10	32,2
Noviembre	214,2	29,7	12	40,0
Diciembre	25,7	3,6	4	12,9
Totales	720,7	100	42	35,0

Fuente: Elaboración propia

Procesamiento de los datos

Los datos de control de arvenses expresados en porcentaje de ambos experimentos se examinaron por análisis de varianza no paramétrico de Kruskal Wallis con el Programa InfoStat v. 1,2. Los datos de las variables fenológicas y de rendimiento agrícola del experimento II se procesaron por análisis de varianza de tres factores con el Programa SPSS Statistics v. 22. La comparación de medias se realizó mediante prueba de Múltiple Rango con dódima de Tukey ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

Experimento I

En condiciones de macetas el control de arvenses de los extractos de PI, EU y CE fluctuaron entre 72,7 y 84,2% al término del primer mes y entre 61,9 y 72,3% a los 50 días que, sin diferencia significativa entre ellos. De esta manera, constituyen niveles de efectividad alentadores aún para condiciones de macetas, donde la posible degradación de los aleloquímicos por el impacto de factores del suelo y del ambiente se atenúa, comparado con las condiciones prevalecientes a campo abierto (Tabla 4).

Tabla 4. Control de arvenses por tratamientos hasta los 50 días de la aplicación.

Tratamientos	Días desde la aplicación					
	30		40		50	
	MR	MA	MR	MA	MR	MA
MT	17,5 a	100,0	17,0 a	100,0	17,5 a	100,0
Extracto PI*	9,3 b	83,3	9,8 ab	76,4	9,9 b	72,3
Extracto EU	8,4 b	84,2	7,7 b	73,4	7,9 b	69,8
Extracto CE	6,8 b	72,7	6,5 b	63,3	6,7 b	61,9

*CA: Control absoluto MT: Merlin Total CS 60 PI: *Pinus sp.* EU: *Eucalyptus sp.*

CE: *Cyperus rotundus L.* MR: Media del rango, MA: Media aritmética.

Letras distintas por columnas indican diferencia significativa según prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ($p < 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Los resultados positivos del extracto de PI en este ensayo coinciden con los obtenidos en condiciones semicontroladas por Jiménez *et al.*, (2006), quienes encontraron efecto de control preemergente del extracto de pino por 21 días y con los de Portuguesez *et al.* (2020) en macestas, donde hubo reducción de 67% en la germinación de la especie de arvense *Arthraxon quartinianus* (A. Rich.), pero a la vez, se contraponen a resultados en este último ensayo donde no hubo control sobre especies de hoja ancha que emergieron espontáneamente, ni tampoco en aplicaciones del extracto para evaluar su efectividad contra la emergencia de semillas existente en campo y donde hubo estimulación de la germinación de *Amaranthus sp.* y *Oriza sativus*.

Por su parte, Jouini (2020) comparó la acción de varios aceites esenciales de plantas, entre ellos el de *Eucalyptus camaldulensis*, sobre la germinación y longitud del coleoptilo y la radícula de cuatro especies de arvenses y considera que, la especie de arvense, la dosis aplicada y la composición química del aceite son factores vinculados de forma muy estrecha al efecto fitotóxico de los aceites y concluye que existe potencial de control de arvenses pre y postemergente de los compuestos naturales, que permiten su uso en condiciones de cultivos controlados, aunque sea necesario continuar investigaciones para esclarecer su real potencial como bioherbicidas y los ajustes tecnológicos a realizar.

También, Jarma y Tirado (2004) estudiaron el efecto fitotóxico de extractos de plantas sobre cuatro arvenses de importancia económica en el cultivo del algodón en el Caribe Colombiano y los resultados demuestran la existencia de potencial en *Cyperus rotundus L.* para obtener extractos bioherbicidas.

En el experimento I predominaron las arvenses dicotiledóneas *Acalypha alopecuroides Jacq*, *Rhynchosia minima (L.) DC.* y *Sida acuta Burm. I.*, así como la monocotiledónea *Leptochloa panicea (Retz.) Ohwi* durante todo el periodo de estudio (Figura 1). Las tres especies de hoja ancha se caracterizan por poseer semillas de tamaño relativamente grande, con mayores cantidades de sustancias de reserva que pueden favorecer la capacidad germinativa de las semillas.

El tamaño de la semilla puede desempeñar un papel importante en la germinación de la especie arbórea *Quercus rugosa Née* (Encino) en la cual las semillas grandes tuvieron mayor germinación que las medianas y chicas, lo que puede atribuirse a la mayor cantidad de sustancias de reserva y a la capacidad de germinar desde mayores profundidades (Huerta y Rodríguez, 2011). Otras especies como *Cecropia obtusifolia Bertol.* (Tenorio *et al.*, 2008), *Helianthus annus L.* (Krishnaveni y Sivasubramanian, 2001) y en *Tragopogon pratensis L. ssp. pratensis* (van Mólken *et al.*, 2005), también mostraron la misma tendencia.

Experimento II

En parcelas de campo el factor manejo influyó de forma significativa ($p < 0,05$) en la efectividad de control preemergente de arvenses (Figura 2B), con niveles de efectividad de los extractos acuosos de plantas que fluctuaron entre alrededor de 80% a los 30 días hasta 50% a los 50 días, mientras el herbicida sintético Merlin Total CS 60 a 0,25 L ha⁻¹ controlaba entre 95 y 85% en esos mismos momentos desde la aplicación, respectivamente.

El número de especies anuales por parcela también mostró diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos, siendo Merlin Total CS 60 a 0,25 L ha⁻¹ el de menor diversidad de especies, con promedios respectivos que fluctuaron desde 1,6 hasta 3,8 especies a los 30 y 50 días, mientras esos valores se movieron desde alrededor de 4,0 hasta 6,0 especies en los extractos acuosos y entre 6,5 y 7,0 en el tratamiento de libre crecimiento de arvenses (Figura 2D). Los cultivares y el número de aplicaciones de los extractos acuosos (Figuras 2A y 2C) así como las interacciones entre factores no influyeron de forma significativa ($p > 0,05$) en el control y número de especies anuales por parcela.

La rápida pérdida de efectividad de los extractos a partir de los 40 días puede atribuirse a las características propias de los aleloquímicos en cuanto a reactividad e inestabilidad que aceleran su degradación en contacto con el ambiente natural (Morbeck de Oliveira *et al.*, 2017) y también a la predominancia de átomos de oxígeno y nitrógeno en su estructura química que los convierte en sustancias más "nobles" que aceleran su descomposición en el suelo (Soltys, 2013).

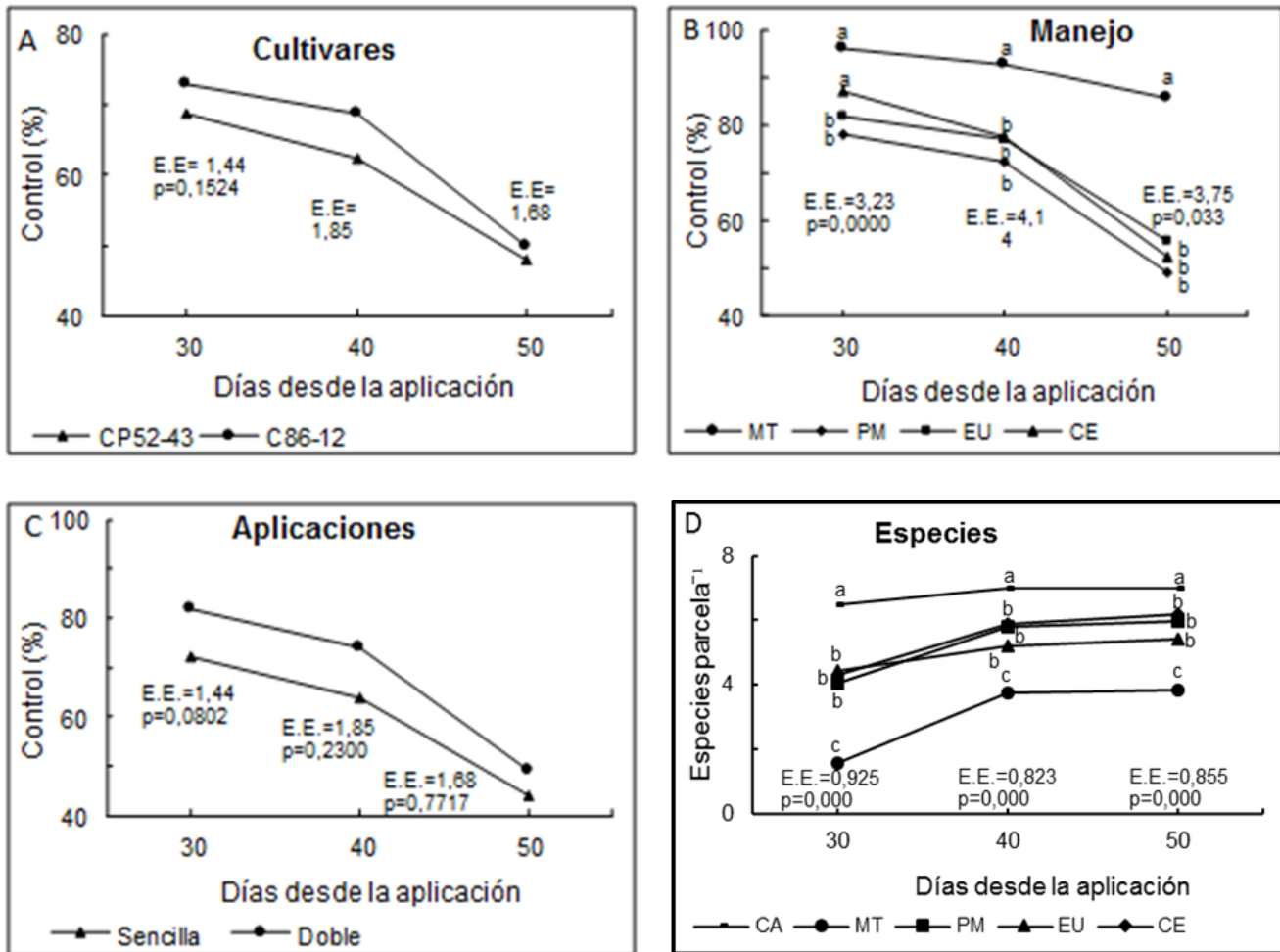
Fig. 1. Intensidad de enyerbamiento por tratamiento a los 50 días de la aplicación.



CA: Control absoluto MT: Merlin Total CS 60 a 0,25 L ha⁻¹, PI: Extracto acuoso de hojas verdes de *Pinus sp.*, EU: Extracto acuoso de hojas verdes de *Eucalyptus sp.*, CE: Extracto acuoso de plantas de *Cyperus rotundus L.*

Fuente: Elaboración propia

Fig. 2. Control de especies anuales por cultivares, manejo de arvenses, número de aplicaciones y promedio de especies anuales por parcela hasta los 50 días desde la aplicación.



Letras distintas indican diferencia significativa Tukey $p < 0,05$

CA: Control absoluto, MT: Merlin Total CS 60 a 0,25 L ha⁻¹, PM: Extracto acuoso de hojas verdes de *Pinus sp.*, EU: Extracto acuoso de hojas verdes de *Eucalyptus sp.*, CE: Extracto acuoso de plantas verdes de *Cyperus rotundus L.*

Fuente: Elaboración propia

La duración del control en el experimento I contrasta con los cuatro meses de control obtenidos por Verdeguer (2011) con el extracto acuoso de *Eucalyptus camaldulensis* aplicado tres veces espaciadas cada 15 días, atribuible a los 10, 5 y 5 litros de extracto aplicados por parcela (0,25 m²) a los 0, 15 y 30 días, respectivamente, equivalente a una dosis total de 800 000 L ha⁻¹ en las tres aplicaciones. También Montero *et al.* (2017) demostraron que el vinagre triple (12,5% de ácido acético) aplicado en post emergencia logra 99% de control del cultivo de cobertura *Avena strigosa L.*, pero a la elevadísima dosis de 1120 L ha⁻¹.

Las variables componentes del rendimiento agrícola a los 15 meses de edad indican solo diferencia significativa ($p < 0,05$) en el factor manejo en la variable peso de tallos y

donde MT, PI, EU y CE, sin diferencia entre ellos, superan al CA (Tabla 4).

Estos resultados son muy alentadores porque la producción alcanzada con los extractos se equiparó al obtenido por uno de los herbicidas más utilizados en Cuba para el control preemergente de arvenses en caña planta y retoños y contrastan con los obtenidos por Laynez y Méndez (2007) con el extracto acuoso de *Cyperus rotundus L.* a concentraciones de 2, 4 y 6% que afectaron el crecimiento de plántulas de Maíz (*Zea mays L.*) en invernadero. También Méndez (2019) considera a los aleloquímicos procedentes de algunas plantas como sustancias capaces de controlar arvenses, pero también afectar o causar daños en las plantas de interés económico.

Tabla 4. Crecimiento de los tallos por cultivares, manejo de arvenses y número de aplicaciones a los 15 meses de edad.

Cultivares	Variables de crecimiento de los tallos			
	Tallos m ⁻¹	Longitud cm	Grosor cm	Peso tallos t ha ⁻¹
CP52-43	10,8	248,5	2,90	80,7
C86-12	11,3	240,6	2,95	83,8
E. E.	0,22	3,00	0,04	2,92
p valores	0,114	0,068	0,385	0,468
Manejo de arvenses				
CA	10,0	243,3	2,89	57,3 b
MT	10,7	244,3	2,89	82,8 a
PM	11,0	246,3	2,89	80,9 a
EU	11,4	246,0	3,01	88,1 a
CE	11,0	241,7	2,91	77,2 a
E. E.	0,31	4,25	0,05	4,13
p valores	0,422	0,866	0,267	0,001
Número de aplicaciones de los extractos				
Sencilla	11,1	247,6	2,96	83,5
Doble	11,0	241,1	2,88	81,0
E. E.	0,22	3,00	0,04	2,92
p valores	0,647	0,068	0,0590	0,488

Letras distintas indican diferencia significativa Tukey p < 0,05

Fuente: Elaboración propia

El empleo de extractos de plantas para el control de arvenses en áreas extensivas aún tiene escollos a superar, siendo la baja concentración de aleloquímicos en los tejidos vegetales la principal dificultad, porque conllevaría procesar altas cantidades de biomasa que encarecen el proceso de preparación y obtención de los extractos, razones por las cuales y en el marco de una estrategia ecológica de manejo de arvenses, Pont y Escribà (2016), consideran más ventajoso utilizar “cocteles naturales de metabolitos secundarios” que ofrecen los abonos verdes y los cultivos fitotóxicos.

Conclusiones

Los extractos acuosos de *Pinus sp.*, *Eucalyptus sp.* y *Cyperus rotundus L.* aplicados a 800 L ha⁻¹ en macetas y 200 y 400 L ha⁻¹ en parcelas de campo en preemergencia de las arvenses y caña de azúcar, mantuvieron 50% o

superiores de control de arvenses anuales hasta los 50 días de la aplicación y sin afectar el crecimiento y rendimiento agrícola de los cultivares CP52-43 y C86-12.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONACYT. (2022). Manejo ecológico integral de arvenses en México. Gaceta Informativa No. 8. México.
- García Plasencia, S. (2013). Actividad herbicida del aceite esencial de *Thymus capitatus* (L.) Hoffmanns. et Link. y efectividad en función de distintos métodos de aplicación. [Trabajo final de máster. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural]. Universidad Politécnica de Valencia, España.
- González Puig, C. B. (2017). *Eucalyptus globulus* Labill. for weed control in Organic Agriculture: from molecules to the field. Tese de doutoramento. Escola Internacional de Doutoramento. Departamento de Biología Vegetal e Ciencia do Solo de la Universidade de Vigo, España.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA, 93p.
- Huerta Paniagua, R., & Rodríguez Trejo, D. A. (2011). Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación de *Quercus rugosa* Née. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(2): 179-187.
- Jarma Orozco, A. de J., & Tirado, G. R. (2004). Efecto bioherbicida de extractos vegetales para el manejo de malezas en algodón en el Caribe colombiano. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología Costa Rica No. 71* p.79-84.
- Jiménez Ferrer, L., Valdés Zayas, D., & Álvarez Puentes, R. (2006). Efecto alelopático de *Pinus caribaea* en la germinación de arvenses en casas de cultivo protegido. *Centro Agríc.* 33(4):79-84.
- JOUINI, A. (2020). Herbicidal activity of Mediterranean essential oils and their effects on soil bioindicators. [Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias]. Universidad Politécnica de Valencia. España. 170 pp.
- KRISHNAVENI, K., & SIVASUBRAMANIAN, K. (2001). Effect of seed size on seed quality in sunflower cv. Morden. *Madras Agriculture Journal* 88: 133–134.
- Layne Garsaball, J. A., & Méndez Natera, J. R. (2007). Efectos de extractos acuosos de la maleza *Cyperus rotundus L.* (Cyperaceae) sobre la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de maíz (*Zea mays L.*) cv. Pioneer 3031. *Rev. Perú. biol.* 14(1): 055- 060. Versión Online ISSN 1727-9933.

- Medeiros Gindri, D., & Medeiros Coelho C. M. (2018). Metabolitos aleloquímicos de *Lantana camara* L.: Potencial para o desenvolvimento de bioherbicida. Revisão. *Revista Técnico-Científica do CREA-PR - 24ª edição*, p. 1-18. ISSN 2358-5420.
- Méndez Navarrete, G. S. (2019). Evaluación de extractos vegetales con potencial para el control de malezas en agricultura orgánica. [Proyecto de Investigación para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.
- Montero Cedeño, S. L., Cardoso Galvão, J. C. & Cañarte Bermúdez, E. G. (2017). Vinagre Triple 12,5%: Herbicida natural en siembra directa de maíz (*Zea mays*) orgánico. *Revista Espamciencia*, Volumen 8, Número 2.
- Morbeck de Oliveira, A. K., Matias, R., Pina, J. C., & da Silva, L. T. (2017). Alelopatía e seu potencial na formulação de bioherbicidas. Capítulo 6. p 89 -104. En: *Produção e Gestão Agroindustrial*. Volume 4 Editora Científica. ISBN 978-65-00-11649-6.
- Oliveros Bastida, A. de J. (2008). El fenómeno alelopático. El concepto, las estrategias de estudio y su aplicación en la búsqueda de herbicidas naturales. *Química Viva*, 7(1): 2-34. Universidad de Buenos Aires.
- Pont, A., & Escribà, A. (2016). Aplicaciones de la alelopatía en malherbología. *PHYTOMA* nº 280 junio/julio. Universitat de Lleida, España. p 15-18.
- Portuguez García, M. P., Agüero Alvarado, R., & González Lutz, M. I. (2020). Efecto preemergente del extracto de *Pinus* sp., en *Arthraxon quartinianus* (A. Rich.), en invernadero. *Agronomía Mesoamericana*, 31(3):773-779.
- Portuguez García, M. P., Agüero Alvarado, R., & González Lutz, M. I. (2021). Actividad herbicida de tres productos naturales sobre cuatro especies de arvenses. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3): 991-999.
- Ramírez Campos, M. A. (2018). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. *Rev. Enferm. Vanguard*. 6(2): 40-47.
- Soltys, D. (2013). Allelochemicals as Bioherbicides: present and perspectives. In: Prince, A.; Kelton, J. *Herbicides: Current Research and Case*. London: Intech Open, p.517-542.
- Tenorio, G. G., Rodríguez, D. A., & López, G. F. (2008). Efecto del tamaño y color de la semilla en la germinación de *Cecropia obtusifolia* Bertol. *Agrociencia* 42 (5): 585-593.
- Van Mólken, T., Jorritsma-Wienek, L. D., Van Hoek, P. H. W., & de Kroon, H. (2005). Only seed size matters for germination in different populations of the dimorphic *Tragopogon pratensis* ssp. *Pratensis* (Asteraceae). *American Journal of Botany* 92: 432-437.
- Verdeguer Sancho, M. (2011). Fitotoxicidad de aceites esenciales y extractos acuosos de plantas mediterráneas para el control de arvenses. [Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de València]. España.