

Accepted Manuscript / Manuscrito Aceptado

Title Paper/Título del artículo:

Composición y diversidad de la maleza asociada a cultivos hortícolas en Yucatán, México

Composition and diversity of weed associated to vegetable crops in Yucatan, Mexico

Authors/Autores: Lozano-Contreras, M.G., Avilés-Baeza, W.I., Ramírez-Jaramillo, G.

ID: e1961

DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e1961>

Received/Fecha de recepción: April 29th 2025

Accepted /Fecha de aceptación: January 26th 2026

Available online/Fecha de publicación: March 17th 2026

Please cite this article as/Como citar este artículo: Lozano-Contreras, M.G., Avilés-Baeza, W.I., Ramírez-Jaramillo, G. (2026). Composition and diversity of weed associated to vegetable crops in Yucatan, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 13, e1961. <https://doi.org/10.15741/revbio.13.e1961>

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Este archivo PDF es un manuscrito no editado que ha sido aceptado para publicación. Esto es parte de un servicio de Revista Bio Ciencias para proveer a los autores de una versión rápida del manuscrito. Sin embargo, el manuscrito ingresará a proceso de edición y corrección de estilo antes de publicar la versión final. Por favor note que la versión actual puede contener errores de forma.

Composición y diversidad de la maleza asociada a cultivos hortícolas en Yucatán, México

Composition and diversity of weed associated to vegetable crops in Yucatan, Mexico

Maleza asociada a cultivos hortícolas en Yucatán/ Weeds associated with horticultural crops in Yucatán

Lozano-Contreras, M.G.^{1*}(<https://orcid.org/0000-0002-5582-7799>), Avilés-Baeza, W.I.¹(<https://orcid.org/0009-0003-6357-0326>), Ramírez-Jaramillo, G.² (<https://orcid.org/0000-0001-8931-7247>)

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mocochá. Antigua Carretera Mérida-Motul Km. 24.5, CP. 97454. Mocochá, Yucatán, México.

²Centro de Investigación Regional Sureste del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Calle 6 No. 398 X 13, Avenida Correa Racho, Col. Díaz Ordaz, CP. 97130. Mérida, Yucatán, México.

*Corresponding Author:

Mónica Guadalupe Lozano-Contreras. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Mocochá. Antigua Carretera Mérida-Motul Km. 24.5, CP. 97454. Mocochá, Yucatán, México. Teléfono: (+52) 5538718700 Ext: 88233. E-mail: lozano.monica@inifap.gob.mx

RESUMEN

Es fundamental conocer las especies de maleza asociadas al cultivo, su dominancia individual y por grupos, así como su ciclo biológico y mecanismos de reproducción, entre otros aspectos ecológicos con el propósito de diseñar e implementar estrategias de manejo adecuadas y eficaces para su control. En el presente estudio se evaluó la densidad, cobertura y frecuencia de aparición de las especies de maleza presentes en dos cultivos de hortaliza en el municipio de Muna, estado de Yucatán, México. Para identificar y cuantificar la maleza asociada a los cultivos, se seleccionó una parcela de 1 ha por cultivo y se aplicó un muestreo simple con doce cuadros de 1 m² distribuidos aleatoriamente entre las líneas de siembra. Posteriormente, se registró la densidad, cobertura y frecuencia de cada especie para calcular su Índice de Valor de Importancia (IVI). Se identificaron 15 especies pertenecientes a 9 familias botánicas, siendo Cyperaceae y Poaceae las que presentan el mayor número de especies. En ambos cultivos, se observó un predominio de la maleza de hoja angosta, dentro de la cual las especies destacadas por su IVI fueron *Cyperus rotundus* y *Sorghum halepense*. La parcela de tomate mostró una distribución equitativa de las especies, mientras que en la de chile habanero unas pocas ejercieron dominancia.

PALABRAS CLAVE:

Diversidad, Dominancia, índice de valor de importancia.

ABSTRACT

Understanding the weed species associated with crops, their individual and group dominance, biological cycles, reproductive mechanisms, and other ecological aspects is essential for designing and implementing effective management strategies for their control. Density, soil cover, and frequency of weed species were evaluated in two vegetable crops in the municipality of Muna, Yucatán, Mexico. To identify and quantify crop-associated weeds, a 1 ha plot was selected for each crop, and simple sampling was conducted using twelve squares of one m² squares randomly distributed among the planting rows. Density, cover, and frequency of each species were recorded to calculate their Importance Value Index (IVI). Fifteen species were identified across nine botanical families, with Cyperaceae and Poaceae accounting for the most species. In both crops, a predominance of narrow-leaved weeds was observed, with *Cyperus rotundus* and *Sorghum halepense* highlighted by their IVI. The tomato plot showed an even distribution of species, while the habanero pepper plot had a few dominant species.

KEY WORDS:

Diversity, dominance, Importance Value Index.

Introducción

En cualquier sistema de producción agropecuaria, la maleza constituye un factor clave a considerar, ya que, si no se controla de manera oportuna, puede generar pérdidas económicas significativas (Valarezo Abad, 2023). Estas pérdidas están directamente relacionadas con el área de cultivo donde la maleza compite con los cultivos establecidos por espacio, luz solar, nutrientes y agua (Castillo *et al.*, 2015), esta competencia lleva a una disminución en el rendimiento y la calidad de las plantas cultivadas (Wang *et al.*, 2019). Además, pueden hospedar plagas y liberar compuestos alelopáticos que afectan el desarrollo del cultivo, disminuyendo su rentabilidad y provocando pérdidas económicas importantes (Esperbent, 2015). A nivel global, se estima que estas afectaciones generan pérdidas anuales promedio del 20 al 30 % en los rendimientos de los cultivos, lo que resalta la magnitud del problema (Castro Cepero *et al.*, 2019; Osorio-Burgos *et al.*, 2021).

A esta problemática se suma el uso intensivo de herbicidas como principal estrategia de control de la maleza, lo cual ha generado cambios drásticos en los agroecosistemas (Chikoye *et al.*, 2004), así como la evolución de resistencia a estos productos en diversas especies, como algunas del género *Amaranthus* (Heap, 2014; Keller *et al.*, 2014), *Cyperus* (Lozano-Contreras *et al.*, 2024), *Echinochloa* (Panozzo *et al.*, 2021), *Kochia* (LeClere *et al.*, 2018), *Lolium* (Han *et al.*, 2021), *Ipomoea*, *Chenopodium*, *Acalypha*, *Ambrosia* (Owen & Zelaya, 2005), *Sorghum* (Montull & Torra, 2023), *Setaria* (Escorial *et al.*, 2017), entre otras. Cuando se desarrolla resistencia, los herbicidas que anteriormente resultaban eficaces dejan de controlar las malezas. Esta situación es consecuencia del uso intensivo y extensivo de dichos productos (Papa & García, 2020), cuyo bajo costo de adquisición y alta eficacia inicial han favorecido su adopción generalizada. No obstante, esta presión de selección constante sobre las poblaciones de maleza promueve la aparición y propagación de individuos resistentes al grupo de herbicidas utilizado (Balassone *et al.*, 2020). La pérdida de eficacia de los herbicidas obliga a los productores a utilizar mezclas más

tóxicas, aplicar dosis mayores o rotar productos constantemente, lo que incrementa los costos de producción, eleva los riesgos ambientales y favorece la aparición de resistencia cruzada o múltiple. Actualmente, se han reportado malezas resistentes a herbicidas en 102 cultivos en 75 países, lo que refleja la magnitud global de este problema (Heap, 2025).

De acuerdo con Rodríguez-Fonseca *et al.* (2025), en las zonas tropicales las poblaciones de maleza suelen ser elevadas en los cultivos, y si no se implementan medidas de manejo oportunas, las pérdidas en el rendimiento pueden llegar a ser irreversibles. Sin embargo, estas pérdidas no siempre se deben a la cantidad total de maleza presente, sino que a menudo están asociadas al dominio de ciertas especies de maleza altamente competitivas (Stupino, 2020). Estas especies, por sus características particulares, ejercen una presión más intensa sobre los cultivos, desplazando tanto a otras malezas menos agresivas como al propio cultivo, lo que resulta en una reducción significativa de la productividad.

Por tal motivo, en los últimos años, se han desarrollado diversos estudios sobre la biodiversidad de especies arvenses, como los realizados por Guzmán-Mendoza *et al.* (2022) y Quiroz & Bárcenas (2023). Estos trabajos, a través del uso de indicadores de diversidad, han buscado determinar la composición y el comportamiento de la flora arvense, así como sus verdaderas implicaciones en los ecosistemas agrícolas. Con ese fin, se utilizan herramientas básicas como los inventarios, donde se describen la estructura y función de la vegetación para su aplicación en el uso y manejo de esta (Jiménez Romero & Vivas Solorzano, 2021).

Para evaluar la diversidad biológica, existe una amplia variedad de índices, entre ellos los índices cuantitativos, como señalan Vanegas López (2016) y Campo y Duval (2014). Conocer la composición florística resulta fundamental para el manejo sostenible de los recursos vegetales, tal como lo destacan Zárate *et al.* (2015).

El estudio y aplicación de la biodiversidad funcional en los agro ecosistemas, sirven por ejemplo para que se minimicen los efectos negativos de la maleza en los cultivos (Gómez-Gómez, 2024). Por tal motivo, es necesario conocer el ciclo de vida, modo de reproducción y frecuencia de aparición, entre otras características, de la diversidad de especies de arvenses diseminadas en las áreas asociadas al cultivo, para la elaboración de estrategias apropiadas y efectivas para su control, y así contrarrestar el aumento considerable de las pérdidas que se producen en el proceso productivo (Barreto Pérez *et al.*, 2016). De acuerdo a lo anterior, el objetivo fue identificar las especies asociadas a dos cultivos de hortaliza en el municipio de Muna, Yucatán y valorar su importancia relativa en función de su densidad, cobertura del suelo y frecuencia de aparición.

Material y Métodos

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Muna, Yucatán, durante los meses de septiembre a diciembre de 2022, en el ciclo agrícola otoño-invierno. Se utilizaron dos cultivos hortícolas: 1) chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) híbrido Izamal y 2)

tomate (*Solanum lycopersicum* L.) híbrido DRD8551, trasplantados a una edad de 35 y 21 días respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de los cultivos, localidad y municipio del estudio.

Parcela	Coordenadas	Municipio	Cultivo	Tipo de suelo
José López Portillo N°3	20° 24' 52" LN 89° 29' 41" W	Muna, Yucatán	Tomate	Vertisol ⁺ (K'ankab lu'um)*
	20° 24' 52" LN 89° 44' 31" W		Chile habanero	Gleysol ⁺ (Ak'al che')*

Base de Referencia Mundial de Suelos (WRB) y de acuerdo a la clasificación maya de los suelos (Bautista *et al.*, 2012).

Identificación taxonómica

La identificación taxonómica de las especies de maleza se llevó a cabo mediante la recolección de plantas adultas en estado reproductivo (con flores, frutos y semillas), complementada con fotografías detalladas de sus características morfológicas. Estas muestras fueron comparadas con información botánica de instituciones mexicanas como la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), siguiendo la metodología descrita por Avilés-Baeza *et al.* (2022^a).

Monitoreo de la cobertura vegetal

Con el fin de identificar y cuantificar la población de maleza asociada a los cultivos, se seleccionaron dos parcelas, una de tomate y una de chile habanero, ambas con una superficie de una hectárea; en las cuales se implementó un modelo de muestreo simple de maleza, utilizando doce cuadrados de 1.0 m² (1.0 × 1.0 m).ha⁻¹, ubicados aleatoriamente entre las líneas de los cultivos.

En cada cuadro se registró la cobertura (%), densidad (individuos.m²) y frecuencia de aparición de cada especie, para luego calcular su dominancia, abundancia y frecuencia relativas (Gámez López *et al.*, 2011). La cobertura de cada especie se estimó visualmente usando un cuadro de PVC de 0.5" de diámetro y dimensiones de 1.0 m x 1.0 m (1 m²), mientras que la densidad se registró mediante conteos de individuos por especie en cada cuadro, para posteriormente calcular la frecuencia, en función de la cantidad de veces que cada especie apareció en los cuadros. Por último, en función de estos datos se calculó la dominancia, abundancia y frecuencia relativas, para con ello calcular el Índice de Valor de Importancia (IVI). El Índice de Valor de Importancia (IVI) fue desarrollado por Curtis y McIntosh (1951). Es un índice estructural sintético que se utiliza principalmente para clasificar la dominancia de cada especie en rodales mixtos. Se calculó de la siguiente manera: IVI = Dominancia relativa (a) + Densidad relativa (b) + Frecuencia relativa (c). Según Campo y Duval (2014), estos tres parámetros se calculan de la siguiente manera:

$$(a) \text{Dominancia Relativa} = \frac{\text{Dominancia de cada especie} \times 100}{\text{Dominancia de todas las especies}}$$

$$(b) \text{Densidad Relativa} = \frac{\text{Número de individuos de cada especie} \times 100}{\text{Número total de individuos}}$$

$$(c) \text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{Frecuencia de cada especie} \times 100}{\text{Frecuencia de todas las especies}}$$

Diversidad

Para determinar la diversidad alfa, se calcularon los tres órdenes de diversidad con base en los números de Hill (también denominados números efectivos de especies), i.e., $q = 0$, $q = 1$ y $q = 2$. En este contexto, $q = 0$ representa la riqueza de especies, $q = 1$ el índice de Shannon-Weaver en su versión exponencial y $q = 2$ el índice de Simpson en su versión inversa. Para la comparación de la diversidad entre parcelas, se generaron curvas de rarefacción-extrapolación utilizando los números de Hill (Hill, 1973) y el número de individuos registrados por parcela. Los cálculos se realizaron empleando el paquete iNEXT v.2.0.20 (Hsieh *et al.*, 2016) en R versión 4.3.2 (R Core Team, 2023).

Resultados y Discusión

Composición de la comunidad

La composición florística de la comunidad de maleza de los dos cultivos muestreados fue de 15 especies distribuidas en 9 familias botánicas. Del total de las especies, 60 % fueron dicotiledóneas y el 40 % restante monocotiledóneas (Tabla 2). La familia botánica mejor representada fue la Poaceae (4), lo que coincide con lo reportado por Leopardi-Verde *et al.* (2021), los cuales identificaron a las familias Poaceae y Asteraceae como las más abundantes en cultivos comerciales como mora azul, zarzamora, café, maíz, cebolla, chile jalapeño, papaya, limón mexicano y caña de azúcar. Asimismo, Espinosa-García y Villaseñor (2017) destacan que estas familias no solo se caracterizan por su diversidad dentro del conjunto de plantas en general, sino también por su capacidad de adaptación y proliferación en diversos ecosistemas agrícolas.

Las familias con mayor número de especies en cada cultivo fueron: en tomate, la familia Poaceae fue la más representada, con tres especies identificadas: *Megathyrsus maximus* (Jacq.), *Digitaria sanguinalis* (L.) y *Urochloa panicoides*. Por otro lado, en el cultivo de chile habanero, la familia Euphorbiaceae registró la mayor representatividad, con dos especies identificadas: *Euphorbia hyssopifolia* (L.) y *Euphorbia heterophylla* (L.).

Alomía-Lucero *et al.* (2022) señalan que las especies de la familia Poaceae son consideradas plantas extractivas, ya que compiten con los cultivos por recursos esenciales como agua y nutrientes del suelo, lo que puede comprometer su crecimiento y productividad. En este sentido, se estima que la presencia de maleza en el cultivo de chile habanero puede representar entre el 20 y el 25 % del costo total

de producción durante un ciclo de seis meses (Avilés-Baeza *et al.*, 2022^b). De manera similar, el cultivo de tomate es particularmente sensible a la competencia con las malezas, especialmente durante las primeras etapas posteriores al trasplante (Mennan, 2020), y se ha reportado que esta competencia puede representar entre el 20 y el 30 % de los costos totales directos de producción (Avilés-Baeza *et al.*, 2023), lo que evidencia el impacto económico significativo de estas especies en los sistemas productivos.

Es importante indicar que en ambos cultivos se identificó la presencia de *Cyperus rotundus* (L.), perteneciente a la familia Cyperaceae. La alta abundancia de esta especie se debe a su notable capacidad adaptativa y, en algunos casos, a la tolerancia que han desarrollado frente a la mayoría de los herbicidas utilizados para su control químico (Luna-Castellanos *et al.*, 2018). Además, *C. rotundus* se considera una de las especies más comunes en los sistemas de cultivo del estado de Yucatán (Lozano-Contreras *et al.*, 2024). Su alta capacidad de adaptación ha reducido la eficacia de numerosos productos comerciales diseñados para su control (Siqueira *et al.*, 2022).

La composición florística observada en este estudio puede explicarse, en parte, por la elevada capacidad de propagación mediante semillas que presentan muchas especies arvenses. Esta estrategia reproductiva ha demostrado ser altamente exitosa, ya que numerosas malezas producen grandes cantidades de semillas por ciclo, con alta viabilidad y capacidad de germinación, incluso en condiciones desfavorables (Ledesma *et al.*, 2024^a). Por ejemplo, las especies del género *Amaranthus* las cuales destacan por su alto rendimiento reproductivo (hasta 600,000 semillas por planta), adaptación a estrés térmico e hídrico y longevidad de sus semillas en el suelo, características que, junto con la resistencia a herbicidas, les confieren una ventaja competitiva significativa (Gaweda *et al.*, 2020; Niño-Hernández *et al.*, 2020).

Otra vía importante de propagación de la maleza está relacionada con las prácticas agronómicas, como el sistema de labranza, las rotaciones de cultivos y el uso de herbicidas, las cuales, junto con factores ambientales como las variaciones climáticas estacionales e interanuales, la erosión del suelo y el cambio climático, modifican la composición y dinámica de las poblaciones arvenses, favoreciendo a ciertas especies mientras desfavorecen a otras (Ledesma *et al.*, 2024^b).

En este sentido, Aguirre-Mendoza *et al.* (2019) destacan que la dispersión también puede ocurrir durante las labores de labranza, ya que al remover el suelo se fragmentan y distribuyen inadvertidamente propágulos y semillas a distintas zonas, especialmente en contextos donde el productor carece de maquinaria propia y depende del uso compartido o contratado de equipo agrícola. Lo anterior concuerda con Avilés-Baeza *et al.* (2025), quienes observaron en una huerta de naranja dulce que las labores de labranza durante la preparación del terreno (como el barbecho y la pasada de rastra), junto con el uso continuo de herbicidas como glufosinato de amonio y paraquat para el control de la maleza, realizadas por el agricultor antes del establecimiento del cultivo, favorecieron de forma involuntaria la dispersión de rizomas de zacate Johnson (*Sorghum halepense*) y de bulbos, tubérculos y rizomas de coquillo (*Cyperus rotundus*).

Tabla 2. Lista florística de las especies de maleza colectadas en dos cultivos hortícolas del municipio de Muna, Yucatán.

Familia/Especie	*Cultivos		*Clase	
	CH	T	D	M
Amaranthaceae				
<i>Amaranthus dubius</i> (L.)	-	X	X	-
Malvaceae				
<i>Melochia pyramidata</i>	X	-	X	-
<i>Artemisa vulgaris</i> (L.)	-	X	X	-
Fabaceae				
<i>Vachellia pennatula</i> (Schltdl. & Cham.)	X	-	X	-
Nyctaginaceae				
<i>Boerhavia erecta</i> (L.)	-	X	X	-
Cyperaceae				
<i>Cyperus rotundus</i> (L.)	X	X	-	X
Euphorbiaceae				
<i>Euphorbia hyssopifolia</i> (L.)	X	-	X	-
<i>Euphorbia heterophylla</i> (L.)	X	-	X	-
Poaceae				
<i>Sorghum halepense</i> (L.)	X	-	-	X
<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.)	-	X	-	X
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	-	X	-	X
<i>Urochloa panicoides</i> P. Beauv.	-	X	-	X
Portulacaceae				
<i>Portulaca oleracea</i> (L.)	-	X	X	-
<i>Sida glabra</i> Mill.	X	-	X	-
Commelinaceae				
<i>Commelina erecta</i>	X	-	-	X

*CH: chile habanero; T: tomate; *D: Dicotiledóneas; M: Monocotiledóneas

Índice de valor de importancia (IVI) por cultivo

Se destaca que en el estudio se hallaron las siguientes ocho especies en el cultivo de tomate (*S. lycopersicum*): Hierba blanca (*Boerhavia erecta*), Coquillo (*Cyperus rotundus*), Pasto blanco (*Urochloa panicoides*), Pasto Guinea (*Megathyrsus maximus*), Bledo (*Amaranthus dubius*), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Pata de gallo (*Digitaria sanguinalis*) y Ajenjo o Altamisa (*Artemisa vulgaris*). En el caso del chile habanero (*C. chinense*), también se identificaron ocho especies: Zacate Johnson (*Sorghum halepense*), Lechosa (*Euphorbia heterophylla*), Flor de la virgen (*Commelina erecta*), Hierba de la golondrina (*Euphorbia hyssopifolia*), Malva común (*Melochia pyramidata*), Escobilla (*Sida acuta*), Algarrobo (*Vachellia pennatula*) y Coquillo (*Cyperus rotundus*). Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) registradas en tomate fueron *Cyperus rotundus* (Cyperaceae), *Amaranthus dubius* (Amaranthaceae) y *Boerhavia erecta* (Nyctaginaceae), con valores de 82.1, 37.6 y 30.3 %, respectivamente (Figura 1). En el cultivo de chile habanero, destacaron *C. rotundus* (93 %) y *Sorghum halepense* (89 %) como las especies con mayor IVI (Figura 2). Los resultados registrados en el área de estudio evidencian que estas especies presentan la mayor relevancia ecológica en esa localidad, es decir, las que son dominantes en términos de infestación.

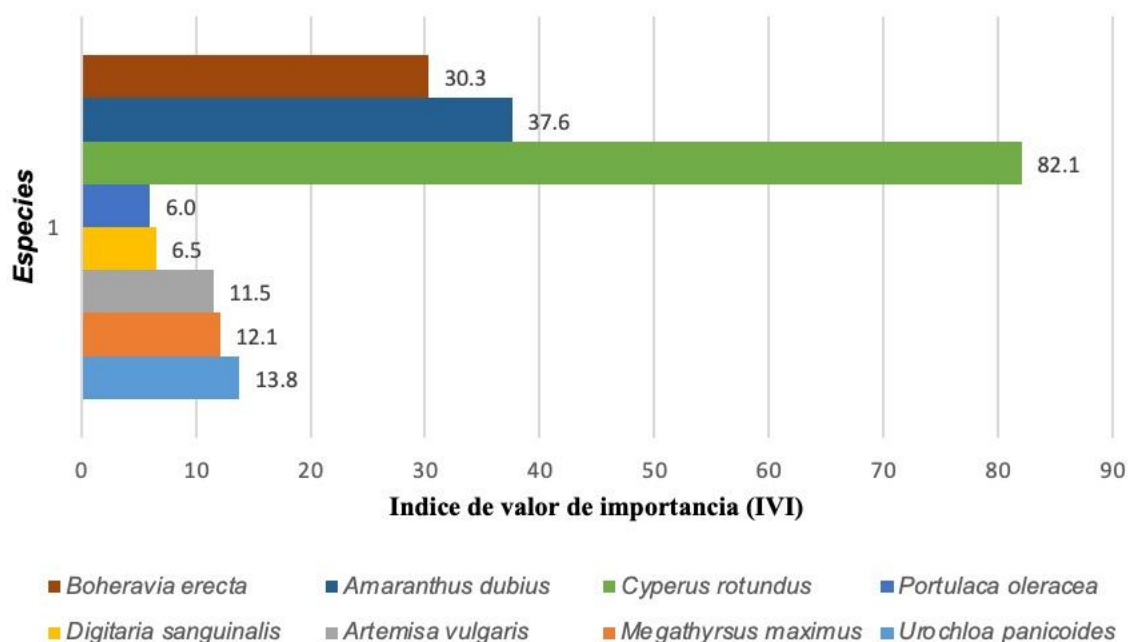


Figura 1. Índice de Valor de Importancia (IVI) de la maleza asociada al cultivo de tomate.

En ambas parcelas se registró un número similar de especies de maleza, caracterizando la diversidad florística presente. No obstante, se observaron diferencias en el predominio de ciertas especies entre los cultivos establecidos, lo que sugiere una posible influencia del tipo de cultivo y las condiciones edáficas y/o de manejo sobre la composición de la comunidad. Tal como señalan Avilés-Baeza *et al.* (2025), la dominancia de maleza en los sistemas agrícolas está estrechamente relacionada con el tipo de cultivo establecido y especialmente con las prácticas de manejo aplicadas en cada parcela.

Aunque las parcelas evaluadas estaban próximas, con diferente tipo de suelo y distintos productores, compartieron un manejo agrícola similar. En la región, es común sembrar maíz antes de establecer hortalizas, además, realizan solo dos pasos de rastra sin barbecho y contratan el servicio de maquila de preparación del terreno. Ante este escenario, se han planteado diversos puntos de vista; por un lado, Gómez-Gómez (2024) sostiene que la rotación de cultivos y prácticas diversas de manejo generan hábitats heterogéneos que favorecen una mayor diversidad de maleza, lo que contribuye a la regulación biológica de la maleza y reduce el riesgo de infestaciones dominantes.

Por el contrario, Vera Díaz *et al.* (2020), argumentan que algunas especies son menos agresivas o incluso consideradas nobles por su escaso impacto negativo, mientras que otras presentan alta competitividad y pueden reducir significativamente el rendimiento, como lo observado en este estudio, donde se evidenció la dominancia de *C. rotundus* y *S. halepense*. El éxito de estas dos especies radica en la excelente capacidad de sobrevivencia y adaptabilidad que poseen. *S. halepense* es una maleza

perenne altamente invasiva que se propaga por semillas y rizomas (Saavedra Ávila, 2020), alcanzando alturas de 1,8 a 2,5 metros (Torres & Ortiz *et al.*, 2022); en tanto que *C. rotundus* posee un sistema radicular y rizomático subterráneo robusto, lo que le permite reproducirse de manera eficiente de forma asexual (Lozano-Contreras *et al.*, 2024). Además, el uso excesivo de herbicidas para su control ha favorecido el desarrollo de poblaciones resistentes (Klein & Smith, 2021).

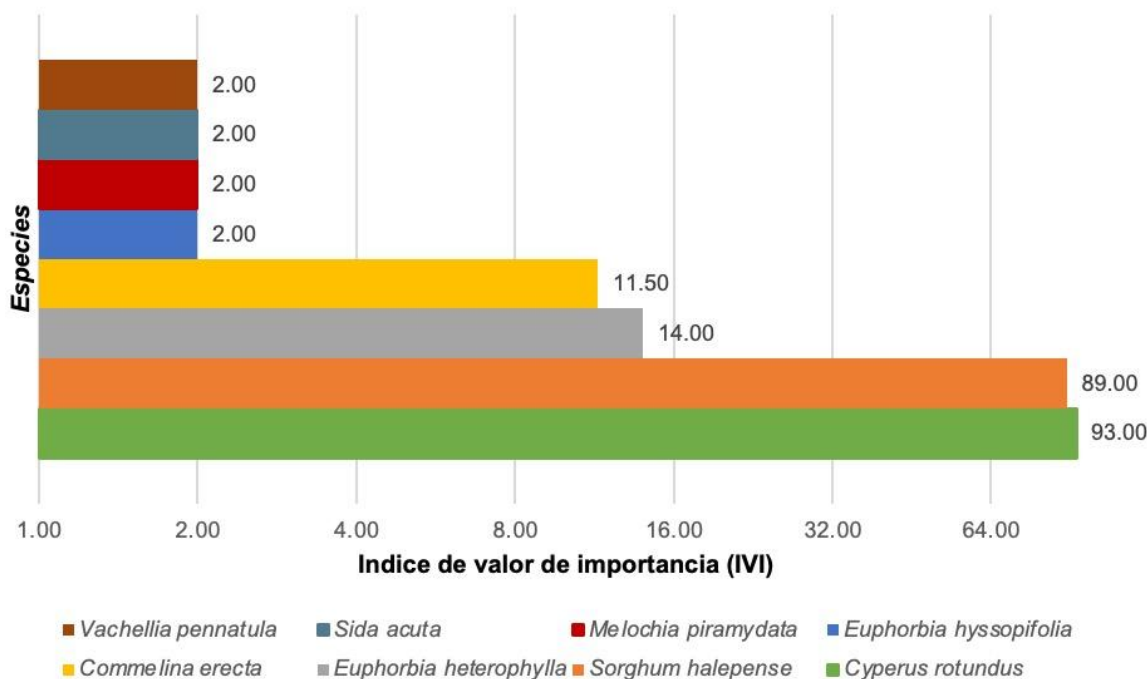


Figura 2. Índice de Valor de Importancia (IVI) de la maleza asociada al cultivo de chile habanero.

Diversidad

Según los números de Hill (Figura 3), el análisis de diversidad permitió comparar de manera integral la riqueza y la equidad de especies entre las parcelas muestreadas. En términos de riqueza ($q = 0$), las parcelas muestreadas presentaron un número moderado de especies, con valores que oscilaron entre 4 y 6 especies por repetición. Sin embargo, al considerar la diversidad verdadera ($q = 1$) y el número efectivo de especies dominantes ($q = 2$), se evidenciaron diferencias más marcadas en la estructura de las comunidades, lo que refleja variaciones en la abundancia relativa y en la dominancia de ciertas especies entre parcelas.

En la parcela de tomate, los valores de $1D^{1D}$ fueron consistentemente mayores (~3.0–3.6), indicando una comunidad más equitativa en la distribución de abundancias. Este patrón sugiere que, si bien algunas especies como *C. rotundus* y *A. dubius* presentan altas frecuencias, otras especies contribuyen de manera significativa a la diversidad, reduciendo la dominancia relativa. En contraste, en las parcelas de chile habanero mostró valores de $1D^{1D}$ más bajos (~2.3–2.8) y una caída más pronunciada en $2D^{2D}$ (~2.0–2.5), reflejando una fuerte dominancia

ejercida principalmente por *S. halepense* y *C. rotundus*. Esto significa que, en la práctica, aunque se registraron hasta cinco especies, la comunidad funciona ecológicamente como si estuviera compuesta solo por 2–3 especies efectivas. El perfil de diversidad ($qD^{\{q\}}$ vs. q) confirmó estos hallazgos: mientras que ambas parcelas presentaron valores similares de riqueza, al aumentar el orden de diversidad la curva en la parcela de chile habanero decayó más rápidamente, lo que evidencia la importancia desproporcionada de las especies dominantes. Por el contrario, la parcela de tomate mantuvo mayores niveles de diversidad en valores bajos de q , lo que indica mayor equidad y menor concentración en pocas especies. De esta manera, se evidencia que la diversidad no depende únicamente de la riqueza total, sino también de la distribución de las especies dentro de la comunidad. En este contexto, la parcela de tomate presentó una mayor equidad en la abundancia relativa de especies, mientras que la de chile habanero estuvo marcada por una fuerte dominancia de unas pocas malezas.

Resultados similares fueron reportados por Guzmán-Mendoza *et al.* (2022), quienes registraron 28 especies arvenses pertenecientes a 15 familias, con predominio de *Asteraceae*, *Brassicaceae* y *Solanaceae*. Al igual que en nuestro estudio, unas pocas especies concentraron la mayor abundancia, lo que confirma que la diversidad no depende únicamente de la riqueza total, sino también de la distribución de las especies dentro de la comunidad. Mientras que en nuestra parcela de tomate se observó mayor equidad en la abundancia relativa de arvenses, reduciendo la dominancia de unas pocas especies, en el cultivo de chile habanero de forma similar a lo descrito por Guzmán-Mendoza *et al.* (2022) en maíz y sorgo la comunidad estuvo fuertemente dominada por unas pocas arvenses. Estos resultados resaltan la importancia de considerar no solo la riqueza, sino también la equidad y la dominancia, ya que estos factores determinan la estructura ecológica y funcional de las comunidades de malezas en distintos cultivos.

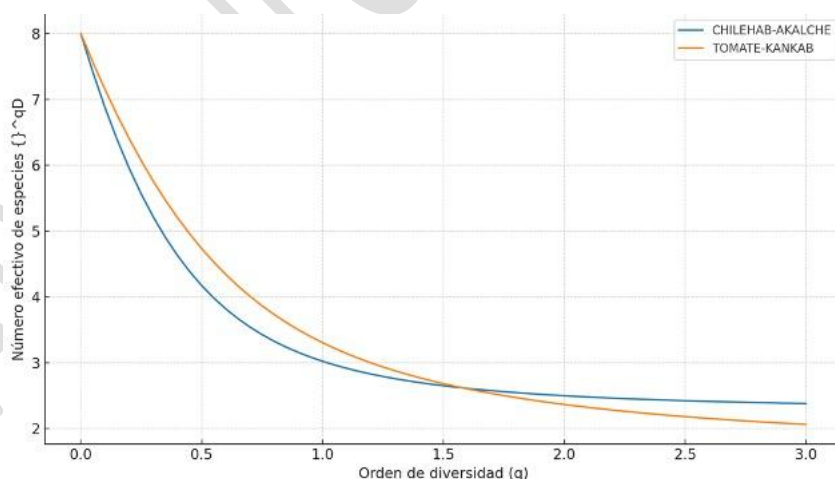


Figura 3. Curvas de rarefacción-extrapolación basadas en los números de Hill de orden q (0, 1 y 2), que muestran la diversidad alfa de las parcelas de tomate y chile habanero.

Conclusiones

Se identificaron 15 especies comprendidas en 9 familias botánicas, siendo Cyperaceae y Poaceae las representadas con el mayor número de especies. En ambos cultivos, se observó un predominio de la maleza de hoja angosta, dentro de la cual las especies destacadas por su Índice de Valor de Importancia fueron *Cyperus rotundus* y *Sorghum halepense*. Se recomienda realizar la identificación de las especies de maleza presentes en las parcelas antes del establecimiento del cultivo, con el objetivo de implementar medidas de manejo oportunas que permitan su control eficaz.

Contribución de los autores

Conceptualización del trabajo: M.G.L.C., W.I.A.B.; desarrollo de la metodología, M.G.L.C., W.I.A.B.; supervisión y trabajo de campo: M.G.L.C., W.I.A.B.; manejo de software, G.R.J.; validación experimental: W.I.A.B., M.G.L.C.; análisis de resultados: M.G.L.C., W.I.A.B., G.R.J.; Manejo de datos: G.R.J., M.G.L.C.; escritura y preparación del manuscrito: M.G.L.C., W.I.A.B.; redacción, revisión y edición: M.G.L.C., G.R.J.; administrador de proyectos: W.I.A.B., M.G.L.C.; adquisición de fondos: W.I.A.B.

“Todos los autores de este manuscrito han leído y aceptado la versión publicada del mismo”.

Financiamiento

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) por el financiamiento del presente trabajo, como parte del proyecto: “Alternativas al uso del Glifosato para el control de Maleza en México”.

Conflicto de interés

“Los autores declaran no tener conflicto de interés”.

Referencias

- Aguirre-Mendoza, Z., Jaramillo-Díaz, N., & Quizhpe-Coronel, W. (2019). Introducción a la bioecología de las malezas. In: Aguirre-Mendoza, Z., Jaramillo-Díaz, N., & Quizhpe-Coronel, W. Arvenses asociadas a cultivos y pastizales del Ecuador. (pp. 14-16). Ed. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. <https://unl.edu.ec/investigacion/produccion-cientifica/arvenses-asociadas-cultivos-y-pastizales-del-ecuador>
- Alomía-Lucero, J. M., Baltazar-Ruiz, M. A., Estrada-Carhuallanqui, H. N., Cañari-Contreras, M., & Castro-Garay, A. (2022). Composición y comportamiento inicial de malezas precoces en sustrato con plantas de *Solanum lycopersicum* L. en Satipo. *Revista Investigación Agraria*, 4(3), 33-44. <https://doi.org/10.47840/ReInA.4.3.1583>
- Avilés-Baeza, W., Lozano-Contreras, M. G., Ramírez-Silva, J. H., Jasso-Argumedo, J., & Guerrero-Medina, R. (2022^a). Weeds associated to habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) in the Village of Muna, Yucatan, Mexico. *Open Access Library Journal*, 9, Article e9235. <https://doi.org/10.4236/oalib.1109235>

Avilés-Baeza, W., Lozano-Contreras, M. G., Ramírez-Silva, J. H., Jasso-Argumedo, J., & Guerrero-Medina, R. (2022^b). Evaluation of herbicides on the control of weeds and phytotoxicity in a habanero pepper crop (*Capsicum chinense* Jacq.) in the State of Yucatan, Mexico. *Open Access Library Journal*, 9(11), 1-12. <https://doi.org/10.4236/oalib.1109479>

Avilés-Baeza, W., Ramírez-Silva, J. H., & Lozano-Contreras, M. G. (2023). Herbicides assesment for weed control and cost analysis in a tomato (*Solanum lycopersicon* L.) crop in the State of Yucatan Mexico. *Open Access Library Journal*, 10, Article e11022. <https://doi.org/10.4236/oalib.1111022>

Avilés-Baeza, W. I., Ramírez-Jaramillo, G., & Lozano-Contreras, M. G. (2025). Maleza asociada a cultivos emblemáticos del Estado de Yucatán, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 12(1), Article e4231. <https://doi.org/10.19136/era.a12n1.4231>

Bautista, F., Maldonado, D. & Zinck, A. (2012). Clasificación maya de los suelos. *Ciencia y Desarrollo*, 260, 65-70. <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/260/articulos/clasificacion-maya-suelos.html>

Balassone, F., Puricelli, E., & Faccini, D. (2020). Sensitivity of *Conyza sumatrensis* biotypes to glyphosate and ALS-inhibiting herbicides at two growth stages. *Agriscientia*, 37(2), 11-20. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v37.n2.25404>

Barreto Pérez, B. C., Martínez Ramírez, R., Zuaznábar Zuaznábar, R., González Hidalgo, M., Ramírez Hernández, T., Dávila López, M. R., Ortiz Romero, H., & Aguirre López, E. (2016). Identificación y cambios de frecuencia de las arvenses en áreas cañeras de Cuba. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 5(8), 1623-1630. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v4i2.73>

Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34(2), 25-42. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n2.47071

Castillo, J. V., Rodríguez, P. Q., Molina, P. S., Cardozo, M. Z., & Vega, C. R. (2015). Entomofauna en las principales malezas asociadas a los cultivos de maíz, cítricos y lúcumo y su población estimada por hectárea en La Molina, Lima. Perú. *Anales científicos*, 76(2), 315-323. <https://doi.org/10.21704/ac.v76i2.796>

Castro Cepero, V., Alvarado Huaman, L., Borjas Ventura, R., Julca Otiniano, A., & Tejada Soraluz, J. L. (2019). Comunidad de malezas asociadas al cultivo de "café" *Coffea arabica* (Rubiaceae) en la selva central del Perú. *Arnaldoa*, 26(3), 977-990. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.263.26308>

Curtis, J. T. & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the Pariré-Forest border Region of Wisconsin. *Ecology*, 32(3), 476-496. <https://doi.org/10.2307/1931725>

Chikoye, D., Schulz, S., & Ekeleme, F. (2004). Evaluation of integrated weed management practices for maize in the northern *Guinea savanna* of Nigeria. *Crop protection*, 23(10), 895-900. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2004.01.013>

Escorial, M. C., Chueca, M. C., & Loureiro, I. (2017). Caracterización de la resistencia al herbicida nicosulfurón en una población de *Setaria adhaerens* en el cultivo de maíz. Memorias de Congreso. XVI Congreso de la Sociedad Española de Malherbología. Pamplona-

Iruña. 361-365 pp. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6248554>

Esperbent, C. (2015). Malezas: el desafío para el agro que viene. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41(3), 235-240. <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=86443147004?>

Espinosa-García, F. J., & Villaseñor, J. L. (2017). Biodiversity, distribution, ecology and management of non-native weeds in Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(Supl. dic), 76-96. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.010>

Gámez López, A., Hernández, M., Díaz, R. and Vargas, J. (2011). Caracterización de la flora arvense asociada a un cultivo de maíz bajo riego para producción de jojotos. *Agronomía Tropical*, 61(2), 133-140. <http://ve.scielo.org/pdf/at/v61n2/art04.pdf>

Gaweda, D., Haliniarz, M., Bronowicka-Mielniczuk, U. & Łukasz, J. (2020). Weed infestation and health of the soybean crop depending on cropping system and tillage system. *Agriculture*, 10(6), 208. <https://doi.org/10.3390/agriculture10060208>

Gómez-Gómez, R. (2024). ¿Malezas o arvenses? Una propuesta conceptual para su manejo agroecológico. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1), 56900. <https://doi.org/10.15517/am.2024.56900>

Guzmán-Mendoza, R., Hernández-Hernández, V., Salas-Araiza, M. D., & Núñez-Palenius, H. G. (2022). Diversidad de especies de plantas arvenses en tres monocultivos del Bajío, México. *Polibotánica*, (53), 69-85. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.5>

Han, H., Yu, Q., Beffa, R., González, S., Maiwald, F., Wang, J., & Powles, S. B. (2021). Cytochrome P450 CYP81A10v7 in *Lolium rigidum* confers metabolic resistance to herbicides across at least five modes of action. *The Plant Journal*, 105(1), 79-92. <https://doi.org/10.1111/tpj.15040>

Heap, I. (2014). Global perspective of herbicide-resistant weeds. *Pest Management Science*, 70(9), 1306-15. <https://doi.org/10.1002/ps.3696>

Heap, I. (2025). Base de Datos Internacional de Malezas Resistentes a Herbicidas. <http://www.weedscience.org> (2025, Agosto 5).

Hill, M. O. (1973). Diversity and Evenness: A Unifying Notation and Its Consequences. *Ecology*, 54(2), 427-432. <https://doi.org/10.2307/1934352>

Hsieh, T. C., Ma, K. H. & Chao, A. (2016). iNEXT: an R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods in Ecology and Evolution*, 7(12), 1451-1456. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>

Jiménez Romero, E. M., & Vivas Solorzano, J. F. (2021). Diversidad de especies arvenses en los islotes presentes en el río Quevedo. Editorial Grupo Compás Guayaquil-Ecuador. <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/758>

Keller, M., Böhringer, N., Möhring, J., Rueda-Ayala, V., Gutjahr, C., & Gerhards, R. (2014). Long-term changes in weed occurrence, yield and use of herbicides in maize in south-western Germany, with implications for the determination of economic thresholds. *Weed Research*, 54(5), 457-66. <https://doi.org/10.1111/wre.12098>

Klein, P., & Smith, C. (2021). Invasive Johnson grass, a threat to native grasslands and agriculture. *Biologia*, 76, 413-420. <https://doi.org/10.2478/s11756-020-00625-5>

LeClere, S., Wu, C., Westra, P., & Sammons, R. D. (2018). Cross-resistance to dicamba, 2, 4-D, and fluroxypyr in *Kochia scoparia* endowed by a mutation in an AUX/IAA gene. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(13), Article E2911-E2920. <https://doi.org/10.1073/pnas.1712372115>

Ledesma, S. G., Anglada, M. M., García, L. F., Ayala, F. A., Toledo, C. E., Pintos, H., & Waigand, C. E. (2024^a). Estimación del riesgo de infestación de malezas en cultivos del centro oeste de entre ríos a través de la evaluación de calidad de sus semillas y respuesta a la acción de herbicidas. *Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento CDyT*, 14(17), 373-412. <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s22504559/fhrkl23ne>

Ledesma, S. G., García, L. F., Waigand, C. E., Ayala, F. A., & Baigorria, M. del R. (2024^b). Las semillas de malezas en la cosecha de soja: ¿Amenaza para los sistemas agrícolas?. *FAVE Sección Ciencias Agrarias*, (23), Article e0022. <https://doi.org/10.14409/fa.2024.23.e0022>

Leopardi-Verde, C. L., Guzmán-González, S., Carnevali, G., Duno de Stefano, R., & Tapia-Muñoz, J. L. (2021). Malezas de cultivos comerciales en Colima, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 92(3), Article e923622. <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2021.92.36222>

Lozano-Contreras, M. G., Avilés-Baeza, W. I., & Ramírez-Jaramillo, G. (2024). Coquillo (*Cyperus rotundus*): Enemigo o superviviente. *Desde el Herbario CICY*, 16, 207-211. https://www.cicy.mx/Documentos/CICY/Desde_Herbario/2024/2024-10-03-GLozano-Coquillo-Cyperus-rotundus.pdf

Luna-Castellanos, L. L., Espinosa-Carvajal, M. R., De-La-Ossa-Albis, V. A., Panza-Tapia, B. D., & García-Peña, J. A. (2018). Selección de herbicidas para el control de arvenses en yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en Bolívar, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12(3), 621-631. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.7895>

Mennan, H., Jabran, K., Zandstra, B.H. & Pala, F. (2020). Non-Chemical Weed Management in vegetables by using cover crops: a review. *Agronomy*, 10, 257. <https://doi.org/10.3390/agronomy10020257>

Montull, J.M. & Torra, J. (2023). Herbicide resistance is increasing in Spain: concomitant management and prevention. *Plants*, 12(3), 469. <https://doi.org/10.3390/plants12030469>

Niño-Hernandez, J. C., Felipe Moreno, D., Ruiz-Berrío, H. D., Balaguera-López, H. E. & Magnitskiy, S. (2020). Luz, giberelinas y profundidad de siembra inciden sobre la germinación de semillas de *Amaranthus hybridus* L. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(2), 1-20. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n2.2020.1545>

Osorio-Burgos, O., Salazar-Pinilla, L., & Cornejo-López, S. (2021). Identificación de malezas en el cultivo de ñame (*Dioscorea alata* L.). *Ciencia Agropecuaria*, (32), 51-70. <http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/419>

Owen, M. D. & Zelaya, I. A. (2005). Herbicide-resistant crops and weed resistance to herbicides. *Pest Management Science*, 61(3), 301-311. <https://doi.org/10.1002/ps.1015>

Panozzo, S., Mascanzoni, E., Scarabel, L., Milani, A., Dalazen, G., Merotto, A., Tranel, P., & Sattin, M. (2021). Target-site mutations and expression of ALS gene copies vary according to *Echinochloa* species. *Genes*, 12(11), 1841. <https://doi.org/10.3390/genes12111841>

Papa, J. C., & Garcia, A. V. (2020). Determinación del aporte de herbicidas hormonales al control químico de rama negra (*Conyza sumatrensis*) en un barbecho corto previo a un cultivo estival. *Para Mejorar la Producción - INTA EEA*, 59, 113-116. <https://core.ac.uk/download/pdf/387026998.pdf>

Quiroz-Medina, C. R., & Bárcenas-Lanzas, M. J. (2023). Caracterización y manejo del grado de complejidad de los componentes y biodiversidad y su efecto en las arvenses y macrofauna edáfica de tres fincas integrales en el occidente de Nicaragua. *Ecosistemas*, 32(3), 2591. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2591>

R Core Team. (2020). R: A Language and Environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. (versión 4.3.2) [software]. <https://www.R-project.org/>

Rodríguez-Fonseca, R., Vargas-Batis, B., García-Martínez, E., & Pacheco-Jiménez, Z. (2025). Diversidad y usos potenciales de arvenses en fincas familiares, municipio Contramaestre, Santiago de Cuba, Cuba. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 8(1), 90-102. <https://doi.org/10.62452/f9x3kh07>

Saavedra Ávila, J. I. (2020). *Sorghum halepense* (L.) Pers. Resistente a Nicosulfuron en México [Tesis de Doctoral, Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Parasitología Agrícola]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/97457481-7b83-40a8-aab2-1f4152e355d0/content>

Siqueira, D. R., Alves, R. T. B., Oliveira, A. A., Vieira, L., Gabe, J. T., Silva, M. R. da, & Guilherme, D. O. (2022). Chemical control of *Cyperus rotundus* in pre and post emergent application. *Bionorte*, 11(1), 210-18. <https://doi.org/10.47822/bn.v11i1.250>

Stupino, S. A. (2020). Las plantas espontáneas: de “malezas” a componentes claves de la biodiversidad en los agroecosistemas. In: Sarandón, S. J. Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable. (pp. 70-88). Ed. EDULP, Universidad Nacional de La Plata. <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2020/12/biodiversidad-agroecologia-santiago-sarandon.pdf#page=70>

Torres, S., & Ortiz, A. (2022). Estudio fitosociológico y evaluación del banco de malezas del suelo en tres fincas maiceras del Estado Portuguesa, Venezuela. *Bioagro*, 34(1), 27-38. <http://www.doi.org/10.51372/bioagro341.3>

Valarezo Abad, B. D. (2023). Parámetros hídricos del suelo para el control de malezas en potreros de *Megathyrsus maximus*, el Carmen, Manabí [Tesis de Licenciatura, Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí, Extensión El Carmen]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4653/1/ULEAM-AGRO-0168.pdf>

Vanegas López, M. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Ed. CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD.

Vera Díaz, F., Castro Arteaga, C., Gutiérrez Mora, X., & Vásconez Galarza, V. (2020). Alternativas agroecológicas para el control y manejo de arvenses en competencia específica con el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 9(6), 1-25. <https://revistacaribena.com/ojs/index.php/rccs/article/view/2249>

Wang, A., Zhang, W., & Wei, X. (2019). A review on weed detection using groundbased machine vision and image processing techniques. *Computers and Electronics in Agriculture*,

158, 226-240. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.02.005>

Zárate, R., Mori, T., Macedo, N., Gallardo, G., Flores, M., Martínez, P.,...Torres, L. (2015). Contribución al conocimiento de la composición florística del departamento de Huánuco, Perú. *Folia Amazónica*, 24(1), 91-100. <https://doi.org/10.24841/fa.v24i1.65>

ARTÍCULO EN PRENSA