

Fitosociología de malezas en plantaciones bananeras en el departamento del Magdalena, Colombia

Phytosociology of weeds in banana plantations in the department of Magdalena, Colombia

Irma Quintero-Pertuz ^{1*} | Eduino Carbonó-Delaho ² | Verónica Hoyos ¹ | Alfredo Jarma-Orozco ³ | Guido Plaza ⁴

- Recibido: 04/Dic/2019
- Aceptado: 27/10/2020
- Publicación en línea: 3/Nov/2020

Citación: Quintero-Pertuz I, Carbonó-Delaho E, Hoyos V, Jarma-Orozco A, Plaza G. 2021. Fitosociología de malezas en plantaciones bananeras en el departamento del Magdalena, Colombia. *Caldasia* 43(1):80-93. doi: <https://dx.doi.org/10.15446/caldasia.v43n1.83554>.

ABSTRACT

Weeds are a limiting factor in banana production in Colombia. To contribute to its management, we proposed to evaluate the structure and diversity of weed communities in four banana producing areas (Alta, Media, Baja, and Norte) of the Magdalena department. Surveys were carried out during 2016 and 2017 by systematic sampling using 1m² squares, on farms with chemical, coverage, and mechanical weed control methods, selected in each area; the frequency, density and dominance of weeds were calculated to estimate the importance value index (IVI), the alpha diversity and the similarity index of Bray-Curtis. One hundred twenty-two species included in 93 genera and 39 families were identified. Poaceae and Cyperaceae presented the highest specific richness and Commelinaceae the highest IVI. *Commelina erecta*, *Axonopus compressus* and *Melothria pendula* were the species of greatest ecological importance in the plantations. Phytosociological parameters differ between zones and between control methods. The areas with greater and lesser diversity were Norte and Baja, respectively. There was greater similarity between Media and Baja and Media and Alta zones, while Norte was the most dissimilar. Few species were very abundant and frequent, indicating that diversity tends to be low. The agroecological conditions of each zone and the control methods used influence phytosociological parameters and species diversity, determining the structure and composition of weed communities associated with the crop.

Keywords. Banana crop, importance value, weed community, weed structure

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. irquipe@gmail.com, vhoyosc@gmail.com

² Herbario UTMC, Universidad del Magdalena. Santa Marta, Colombia. eduinoc@yahoo.com

³ Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Córdoba. Montería, Colombia. ajarma@correo.unicordoba.edu.co

⁴ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. gaplazat@unal.edu.co

* Autor para correspondencia



RESUMEN

Las malezas constituyen un factor limitante en la producción de banano en Colombia. Para contribuir a la fundamentación de su manejo, se propuso evaluar la estructura y diversidad de las comunidades de malezas en cuatro zonas productoras de banano (Alta, Media, Baja y Norte) en el departamento del Magdalena. Se realizaron levantamientos durante 2016 y 2017 mediante muestreo sistemático utilizando cuadrados de 1m² en fincas seleccionadas en cada zona con método de control químico, cobertura y mecánico, y se calculó la frecuencia, densidad y dominancia de las malezas para estimar el índice de valor de importancia (IVI), la diversidad alfa y el índice de similitud de Bray-Curtis. Se identificaron 122 especies incluidas en 93 géneros y 39 familias. Poaceae y Cyperaceae presentaron mayor riqueza específica y Commelinaceae mayor IVI. *Commelina erecta*, *Axonopus compressus* y *Melothria pendula* fueron las especies de mayor importancia ecológica en las plantaciones. Los parámetros fitosociológicos difieren entre zonas y métodos de control. Las zonas con mayor y menor diversidad fueron Norte y Baja, respectivamente. Hubo mayor similitud entre las zonas Media y Baja, así como entre Media y Alta, en tanto, la Norte fue la más disímil. Pocas especies fueron muy abundantes y frecuentes, señalando la tendencia a baja diversidad. Los resultados más importantes permiten concluir que las condiciones agroecológicas de cada zona y el método de control empleado influyen en los parámetros fitosociológicos y diversidad de especies, determinando la composición y estructura de las comunidades de malezas asociadas al cultivo en el departamento del Magdalena.

Palabras clave. Comunidad de malezas, cultivo de banano, estructura de malezas, valor de importancia

INTRODUCCIÓN

En las plantaciones bananeras del Magdalena, Colombia, el control de malezas ha sido considerado prioridad para la sanidad de los cultivos y evitar niveles de infestación que afecten la productividad (Hurtado *et al.* 2005). Además, para cumplir con las políticas del Comercio Justo, los bananeros deben mantener sistemas de producción más sostenibles, con mínimo uso de agroquímicos, con especial énfasis en los herbicidas (Moreno *et al.* 2009). En consecuencia, se ha dirigido la atención a la búsqueda de prácticas de manejo que garanticen la sostenibilidad económica y minimicen los impactos sobre el ambiente.

En la definición de estrategias adecuadas para control de malezas, se deben tener en cuenta los cambios temporales dinámicos en la flora asociada al cultivo (Zimdahl 2013); dichos cambios están influidos por factores ambientales, especialmente condiciones de suelo y clima, que difieren entre regiones agroecológicas (Cabrera *et al.* 2019). Así mismo, las prácticas agronómicas y de control empleadas influyen en la composición florística y el predominio de

una especie sobre otras (Sinha 2017). Por lo tanto, para un manejo de malezas eficiente en un agroecosistema dado, es fundamental entender sus comunidades desde un punto de vista florístico y estructural (Cardoso *et al.* 2017).

Una herramienta para analizar las comunidades de malezas a partir de la composición y estructura, sus interacciones y dependencia frente al medio son los estudios fitosociológicos, cuyo objetivo, para la ciencia de las malezas, es similar al de los estudios ecológicos: proporcionar una visión global de la composición, estructura y distribución de las especies de plantas en una comunidad determinada (Concenço *et al.* 2017).

Para ello, es necesario identificar las distintas especies integrantes de la comunidad, obtener datos de abundancia, densidad, frecuencia de aparición, entre otros caracteres cuantitativos, mediante inventarios florísticos, a partir de los cuales, se estiman índices que permiten caracterizar la vegetación (Booth *et al.* 2003). Por ejemplo, determinar la dominancia de las especies y el grado de heterogeneidad del agroecosistema, comparar poblaciones de malezas de

una comunidad en un momento o condiciones determinados e indicar tendencias de variación de la importancia ecológica de estas dentro del cultivo (Pitelli 2000, Booth *et al.* 2003).

Para el manejo adecuado de las malezas, además de la identificación de las especies presentes en el cultivo, es fundamental identificar aquellas que son de mayor importancia ecológica y que pueden llegar a ser competitivas (Booth *et al.* 2003), así como los factores que contribuyen a su éxito y prevalencia (Saradón y Flores 2014). Aunque en Colombia existen inventarios de la flora asociada al cultivo de banano (Carbonó-De La Hoz y Cruz 2005, Quintero-Pertuz *et al.* 2020), no se han realizado estudios fitosociológicos que permitan analizar las comunidades presentes en las plantaciones a partir de su estructura y diversidad.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la estructura y diversidad de la comunidad de malezas asociadas a cultivos de banano del departamento del Magdalena. Se constituye en el primer trabajo con este enfoque para la región, que proporciona conocimiento acerca de tendencias de variación de la importancia de una o más poblaciones de estas plantas, en relación con las zonas agroecológicas de producción y los métodos de control de malezas utilizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo entre septiembre de 2016 y mayo de 2017 en plantaciones comerciales de banano de cuatro zonas productoras del departamento del Magdalena denominadas Baja, Media, Alta y Norte (Fig. 1). Las zonas se caracterizan por sus condiciones particulares de suelo y clima, determinadas por su ubicación costera y de piedemonte en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta (Carbonó De La Hoz y Cruz 2005). En la tabla 1, se presentan para cada una de las zonas consideradas en este estudio, las características edafoclimáticas predominantes (Aguirre Forero *et al.* 2012, Vásquez Polo y Macías 2017, Quintero-Pertuz *et al.* 2020) y el área cultivada en banano en 2016 (AUGURA 2018).

Toma de datos y análisis de la información

El área de muestreo abarcó 164 hectáreas, equivalente a 1,2 % del área sembrada en banano en el departamento en 2016. Se estimó de acuerdo con la fórmula de Spiegel (1988) descrita por Quintero-Pertuz *et al.* (2020):

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times pxq}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times pxq}$$

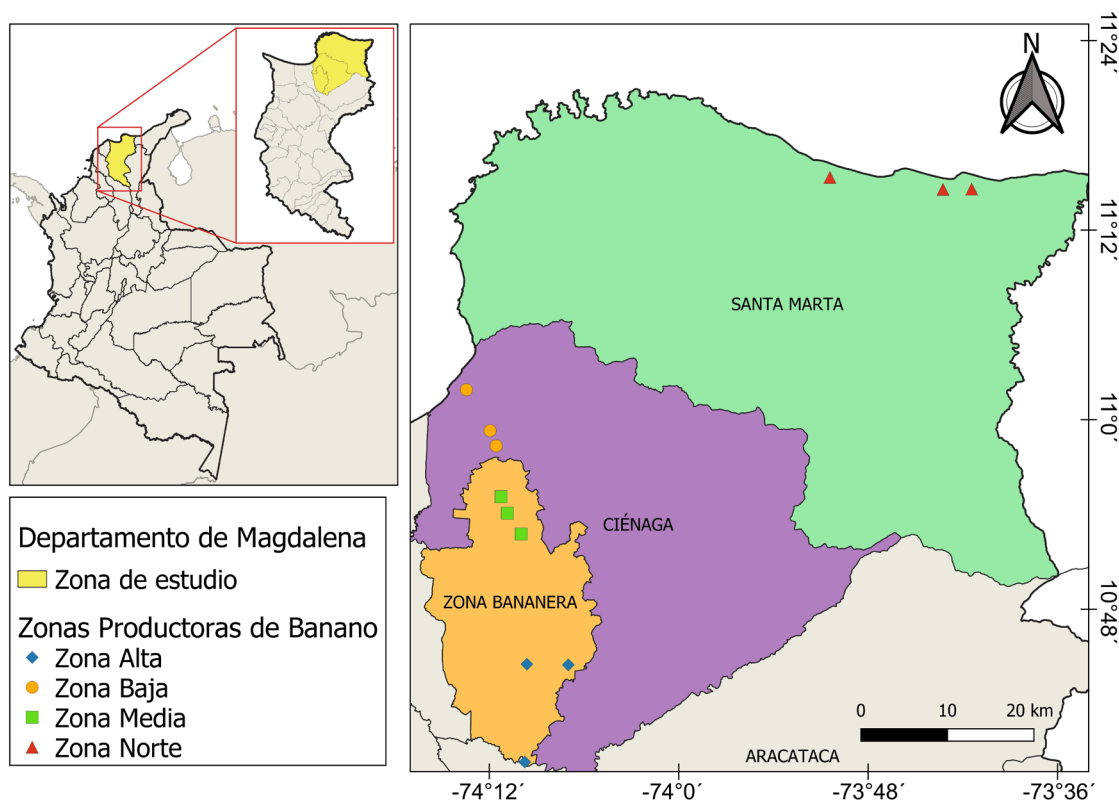


Figura 1. Localización del área de estudio y sitios de muestreo

Tabla 1. Características edafoclimáticas predominantes y área cultivada en hectáreas de las zonas de estudio

Zonas	Características		Área cultivada (ha)
	Clima	Suelo	
Baja	Cálido muy seco; P inferior a 400 mm; ETP 1910 mm; T 30°C	pH alcalinos Textura media a gruesa; fertilidad baja a moderada	1 600
Media	Cálido seco P 900-1200 mm; ETP 1890 mm; T 28 °C	pH ácidos a neutros Textura fina a media; limitados por sales y sodio	5 400
Alta	Cálido seco; P 1400-1600 mm; ETP 1500 mm; T 28 °C	pH ácidos a neutros Textura fina a media; limitados por sales y sodio	5 118
Norte	Cálido seco P 1500 mm ETP 1739 mm T 28°C	pH 6,5 Texturas medias y gruesas; fertilidad natural alta a moderada	1 100
Total área cultivada del departamento en 2016			13 218

P = precipitación media anual, ETP = Evapotranspiración potencial, T = temperatura media anual

donde, n = tamaño de muestra (ha), $N = 13\ 218$ hectáreas cultivadas en el departamento en 2016, $Z_{\infty}^2 = 2,582$ (confianza de 99 %), p es la proporción esperada (0,5), $q = 1 - p$ y d^2 es la precisión deseada de 10 %. El área para muestrear en cada zona (nh), se estimó mediante asignación proporcional según el área sembrada en cada una (Nh); se utilizó la fórmula $nh = (n \times Nh) / N$.

En cada zona, se seleccionaron fincas con diferentes métodos de control de malezas: químico (CQ), mecánico (CM) y cobertura (CC), que son los métodos tradicionalmente utilizados en las plantaciones (Quintero-Pertuz y Carbonó-De La Hoz 2015). Para el muestreo se utilizaron cuadrantes de 1m² distribuidos en lotes de cada finca siguiendo un recorrido en zigzag. El número de cuadrantes a medir (área mínima de muestreo) se estimó previamente para cada lote o finca según la técnica de puntos anidados descrita por Concenço *et al.* (2017). Un total de 166 cuadrantes (166 m²) fueron muestreados, 32 en la zona baja, 36 en la Media, 52 en la Alta y 46 en la Norte.

Se cuantificó el número de especies y de individuos de cada cuadrante. En laboratorio el total de individuos de cada especie se sometió a secado durante 72 horas a 70 °C y se obtuvo el peso seco. Se recolectaron y procesaron muestras para la identificación bajo la serie E. Carbonó & I. Quintero, que se depositaron en el Herbario UTMC, de la Universidad del Magdalena. La determinación taxonómica se efectuó por comparación con la colección del Herbario, revisión de bibliografía especializada (Giraldo-Cañas 2011,

Bernal *et al.* 2019), manejo de claves taxonómicas (Lares 2007a, b, Fuentes 2001) y consulta de tipos nomenclaturales a través de plataformas virtuales del Herbario Nacional Colombiano – COL (<http://www.biovirtual.unal.edu.co>). La información taxonómica fue actualizada de acuerdo con el sistema de clasificación Angiosperm Phylogeny Group - APG IV (Stevens 2001) y para la nomenclatura se consultaron las bases de datos The Plant List (<http://www.theplantlist.org/>) y Tropicos.org (<http://www.tropicos.org/>).

Para evaluar la contribución estructural de las especies en la comunidad de estudio, se calcularon los valores absolutos y relativos de las variables: densidad (D y DR), frecuencia (F, FR), dominancia (Do y DoR), y el índice de valor de importancia (IVI). Las variables se calcularon según las fórmulas propuestas por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974):

D = número total de individuos de la especie/área total (m²) muestreada;

DR = densidad/densidad de todas las especies x 100;

F = número de cuadrados donde se encontró la especie/número total de cuadrados;

FR = frecuencia de la especie/frecuencia de todas las especies x 100;

Do = peso seco acumulado de la especie/total de peso seco de la muestra;

DoR = dominancia de la especie/dominancia de todas las especies x 100;

Índice de valor de importancia (IVI) = DR + FR + DoR

Sobre los datos de abundancia (A), DR, FR y DoR se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) para identificar agrupaciones de especies respecto a estos parámetros. Se utilizó el programa R version 2. 3.2.4 (R Core Team 2018).

Para estimar la diversidad alfa se utilizaron las medidas de diversidad verdadera o números de Hill, definidos por: número de especies (riqueza - S: orden $q=0$), especies comunes (índice de Shannon - H': orden $q=1$) y número de especies dominantes (índice de Simpson - λ : orden $q=2$), de acuerdo con lo propuesto por Jost (2010), Chao et al. (2014), y Chao y Chiu (2016).

La disimilitud entre zonas y métodos de control se estimaron utilizando el índice de Bray-Curtis (Bray y Curtis 1957), a partir del cual se hizo el análisis de clasificación de zonas y de métodos de control mediante dendrogramas, basados en el método de agrupamiento de unión promedio no ponderado (UPGMA). El análisis de diversidad fue desarrollado con el programa R (R Core Team 2018), utilizando el complemento iNEXT (iNterpolation/EXTrapolation) (Hsieh et al. 2016).

RESULTADOS

Estructura de la comunidad de malezas

Se registraron 122 especies de malezas incluidas en 92 géneros y 39 familias (Anexo 1). Las familias de mayor riqueza fueron: Poaceae (22), Cyperaceae (diez), Piperaceae (siete), Commelinaceae, Cucurbitaceae, Acanthaceae (seis cada una) y Asteraceae (cinco); las familias restantes estuvieron representadas por cuatro o menos especies (Anexo 1). De éstas, Commelinaceae, Poaceae, Cucurbitaceae y Cyperaceae agruparon el 66 % del total de individuos (Anexo 1). Así mismo, fueron las de mayor valor de importancia, representando en conjunto 62 % del IVI, patrón que fue similar en las cuatro zonas productoras de banano.

La ponderación de la importancia relativa de cada especie en toda el área evaluada mostró que solo ocho especies representaron el 50 % del IVI (Tabla 2); de estas, se destacan *Commelina erecta* L., *Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv., *Melothria pendula* L. y *Murdannia nudiflora* (L.) Branan.

El IVI de las especies varió en cada zona. En la zona baja, solo cinco especies representaron el 50 % de IVI, y de éste,

32 % correspondió a *C. erecta*, cuyo valor de importancia estuvo influido, principalmente, por la densidad (50 %) y dominancia (36 %) (Tabla 2). En la zona Media, aunque mayor número de especies (siete) representaron 50 % del IVI, se destacan los valores de *C. erecta* (18,2 %) y *M. nudiflora* (10,6 %) influidos por la densidad y dominancia (Tabla 2).

En las zonas Alta y Norte el 50 % de IVI estuvo representado por seis especies en cada caso (Tabla 2). *A. compressus* (16,5 %) y *C. erecta* (12,6 %) presentaron los valores de IVI máximo en cada zona, respectivamente, siendo menores a los registrados por *C. erecta* (especie de mayor IVI) en las zonas Baja y Media.

Resultados similares de variación en el valor de importancia por especie y número de especies que representan el 50 % del IVI, se presentaron entre métodos de control. En lotes con CC de las zonas Baja y Media, el número de especies que representan el 50 % del IVI fue menor, en tanto, en lotes con CM y CQ de las zonas Media y Norte, mayor número de especies agruparon el 50 % del IVI. En los tres métodos de las zonas Alta y Norte el número de especies con mayor IVI, fue similar y la representación proporcional de individuos entre las diferentes especies fue más pareja en cuanto a densidad, frecuencia y dominancia (Fig. 2).

El análisis de componentes principales (ACP) determinó que las variables abundancia (A) y densidad relativa (DR), fueron las de mayor magnitud e importancia para la ordenación de las especies en las diferentes zonas. En la representación de los dos primeros ejes (89,7 % de la varianza acumulada), se aprecia que *M. nudiflora* (MUDNU), *M. pendula* (MEEPE), *Oldenlandia corymbosa* L. (OLD-CO), *Echinochloa colona* (L.) Link (ECHCO), *Lindernia crustacea* (L.) F. Muell. (LIDCR) y *Alternanthera albotoomentosa* Suess. (ALRAL*) están relacionadas con altos valores de densidad relativa (DR) y abundancia (A); *Panicum trichoides* Sw. (PANTR), *Microtea debilis* Sw. (MIODE) y *Drymaria cordata* (L.) Willd. Ex Schult. (DRY-CO) están relacionadas con altos valores de frecuencia relativa (FR) y *Callisia cordifolia* (Sw.) Andiers. & Woodson (CILSCO*), *Teramnus volubilis* Sw. (TERVO) y *Odontocarya tamoides* (DC.) Miers (OODLA) a altos valores de dominancia relativa (DoR) (Fig. 3).

Diversidad de la comunidad de malezas

La diversidad difiere entre zonas de acuerdo con las medidas de diversidad obtenidas. La zona Alta (con 74 especies) fue la de mayor riqueza específica ($q=0$), seguida

Tabla 2. Especies de malezas asociadas a cultivos de banano del Magdalena con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI). Se relacionan las especies que representan el 50 % del IVI en general y en cada una de las zonas muestreadas.

Zona	Especie	Dr	Fr	DoR	IVI	IVI (%)
General	<i>Commelina erecta</i> L.	19,36	10,40	20,27	50,02	16,67
	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	9,88	4,34	10,73	24,94	8,31
	<i>Melothria pendula</i> L.	5,43	7,40	6,12	18,95	6,32
	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Branan	5,92	4,19	5,17	15,27	5,09
	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	5,39	4,11	2,64	12,14	4,05
	<i>Teramnus volubilis</i> Sw.	3,14	3,44	4,42	11,00	3,67
	<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	4,18	1,27	3,00	8,45	2,82
	<i>Cyperus odoratus</i> L.	2,15	3,22	2,89	8,26	2,75
Baja	<i>Commelina erecta</i> L.	48,26	13,30	34,29	95,85	32
	<i>Melothria pendula</i> L.	3,77	8,72	8,69	21,18	7
	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	6,40	5,50	4,19	16,10	5
	<i>Phyllanthus niruri</i> L.	3,65	6,88	0,79	11,32	4
	<i>Odontocarya tamoides</i> (DC.) Miers	2,37	4,59	3,92	10,88	4
Media	<i>Commelina erecta</i> L.	18,67	11,26	24,75	54,68	18
	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Branan	14,86	4,97	11,89	31,71	11
	<i>Panicum trichoides</i> Sw.	13,04	4,97	4,41	22,41	7
	<i>Cyperus odoratus</i> L.	4,35	5,30	3,94	13,59	5
	<i>Melothria pendula</i> L.	3,81	4,97	3,30	12,08	4
	<i>Callisia cordifolia</i> (Sw.) Andiers. y Woodson	3,92	1,32	6,60	11,85	4
	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	2,99	3,64	4,07	10,71	4
Alta	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	19,54	6,28	23,83	49,65	17
	<i>Commelina erecta</i> L.	11,91	9,64	14,60	36,15	12
	<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F. Muell.	8,95	4,48	4,44	17,87	6
	<i>Selaginella horizontalis</i> (C. Presl) Spring	10,05	2,02	5,62	17,69	6
	<i>Murdannia nudiflora</i> (L.) Branan	6,77	6,28	4,26	17,31	6
	<i>Melothria pendula</i> L.	4,58	6,50	5,25	16,33	5
Norte	<i>Commelina erecta</i> L.	14,77	8,89	14,61	38,28	13
	<i>Oplismenus burmannii</i> (Retz.) P. Beauv.	13,64	4,58	10,11	28,34	9
	<i>Melothria pendula</i> L.	8,17	9,70	8,59	26,47	9
	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	7,68	5,93	12,65	26,26	9
	<i>Blechnum pyramidatum</i> (Lam.) Urb.	5,39	4,04	7,11	16,54	6
	<i>Alternanthera albotomentosa</i> Suess.	4,63	4,04	4,40	13,07	4

DR= densidad relativa, FR= frecuencia relativa, DoR= dominancia relativa.

de Norte (61), en tanto, en las zonas Baja (56) y Media (53) la riqueza fue menor (Fig. 4). El índice de Shannon - H' (q=1), como medida de diversidad que incluye todas las

especies comunes y sus abundancias relativas, mostró que la zona Norte es más diversa (H' = 21), seguida de la Media (H' = 19) y la Alta (H' = 18), mientras que la zona Baja

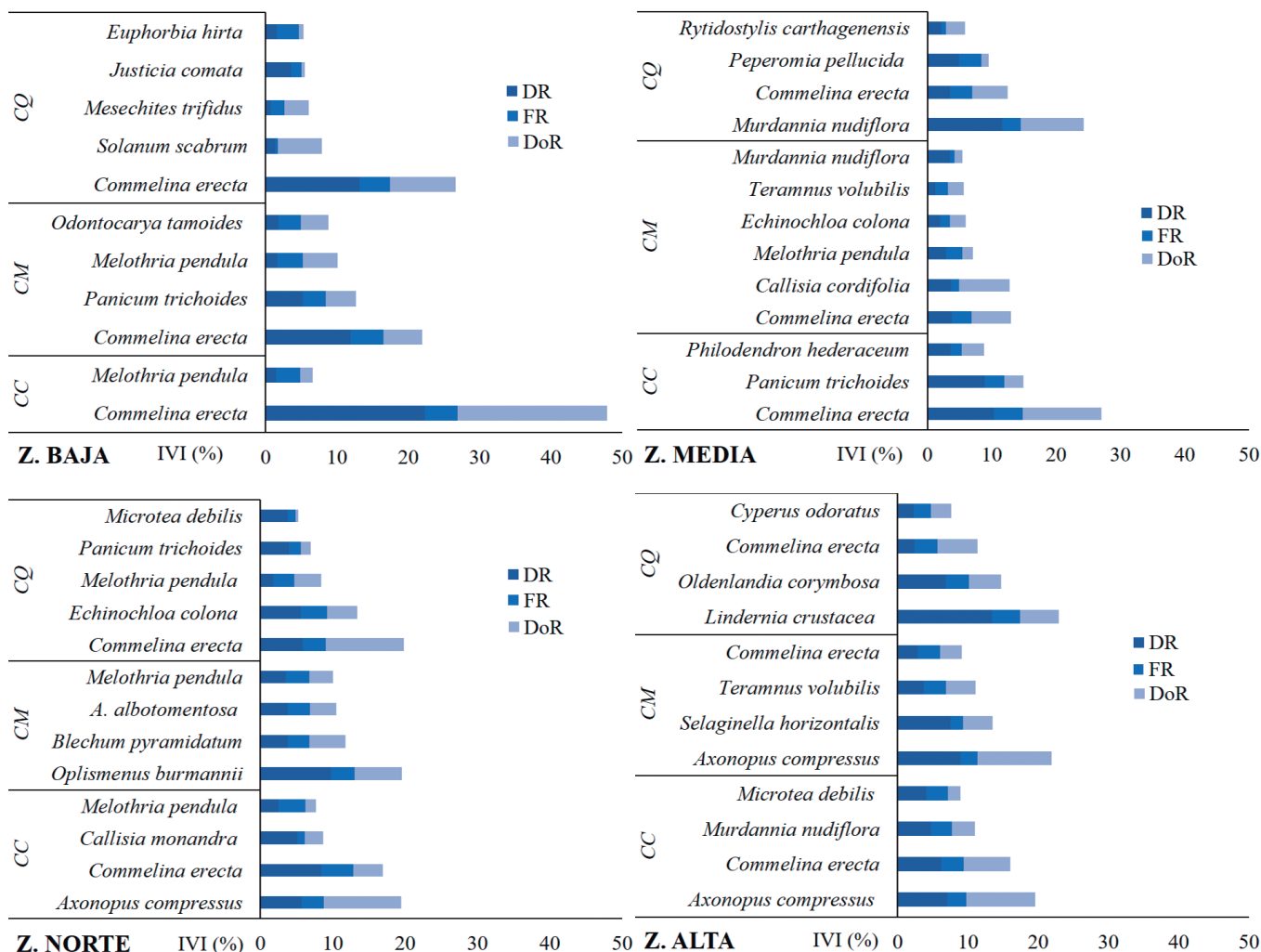


Figura 2. Densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DoR) e índice de valor de importancia IVI (%) de malezas en plantaciones de banano con diferente método de control: cobertura (CC), mecánico (CM) y químico (CQ) en cuatro zonas agroecológicas del departamento del Magdalena: Baja, Media, Alta y Norte.

($H' = 11$) fue menos diversa (Fig. 4). Estos valores indican que la zona Norte tiene 1,1 veces más diversidad que la zona Media, 1,2 veces más que la Alta y 1,9 veces más que la Baja.

El índice de Simpson - λ ($q=2$), mostró que el número de especies muy abundantes o dominantes fue mayor en la zona Norte (catorce especies), seguida de la Media y Alta con once cada una, en tanto en la Baja, solo cuatro especies fueron muy abundantes (Fig. 4).

Los índices de Shannon - H' y de Simpson - λ muestran que también hubo diferencias en la diversidad entre lotes con diferente método de control en cada zona (Fig. 5). En la zona Alta, la diversidad fue mayor en lotes con cobertura (CC), seguido de los de control mecánico (CM) y fue menor en los de control químico (CQ). En zona Baja, lotes con

CQ fueron los de mayor diversidad, seguidos por los de CM y, en los de CC la diversidad fue menor. En la zona Media, la diversidad fue mayor en el CM, seguidos por el CQ y los de CC. En la Norte los lotes con mayor diversidad fueron los de CQ, seguidos del CC y CM (Fig. 5a). El número de especies dominantes fue mayor en lotes con CM de la zona Media y menor en lotes de CC de la zona Baja (Fig. 5b).

El análisis de diversidad beta, mediante el índice de Bray-Curtis, demostró que hay disimilitud de la comunidad de malezas entre zonas y entre métodos de control, de acuerdo con su composición y las abundancias de cada una de las especies que componen la comunidad. Se conformaron tres grupos, el primero compuesto por las zonas Baja y Media (60 % de disimilitud), el segundo grupo lo conformó la zona Alta (71 % de disimilitud) y el tercero está compuesto por la Norte (Fig. 6a); este último fue más disímil

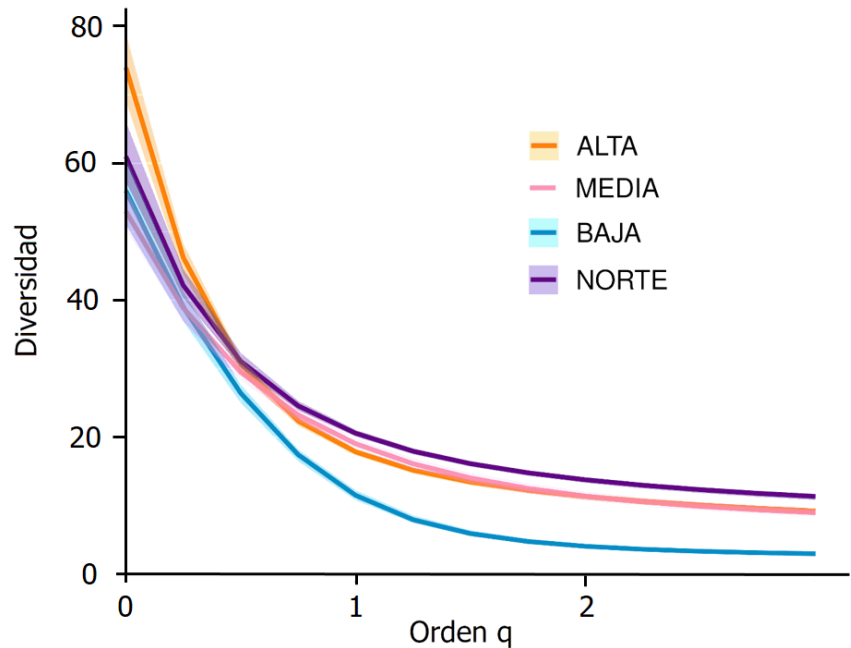


Figura 3. Ordenación de las especies caracterizadas por los parámetros relativos Abundancia (A), Densidad (DR), Dominancia (DoR), Frecuencia (FR). Se usa el código EPPO para nominar las especies de maleza (European and Mediterranean Plant Protection Organization - EPPO. <https://gd.eppo.int/>). Códigos con asterisco son propuestos en este reporte.

(72,5 %). Lotes con CM de la zona Norte fueron los de mayor disimilitud (86 %), seguidos por los de CQ de las zonas Media y Alta (75 %) (Fig. 6b). Los lotes en general de la zona Baja y los de CM y CC de la Media y CQ de la Norte, fueron los de menor disimilitud (< 50 %) (Fig. 6b).

DISCUSIÓN

Las familias Commelinaceae, Poaceae, Cucurbitaceae y Cyperaceae, fueron las de mayor valor de importancia ecológica en las plantaciones bananeras del Magdalena. Cabe destacar que Commelinaceae, con seis especies, tuvo mayor valor de importancia que Poaceae y Cyperaceae, a pesar de la riqueza superior de éstas, 22 y diez especies, respectivamente. Puede deducirse que la información de riqueza no es suficiente para definir la importancia ecológica de especies en una comunidad, como se ha señalado antes para el caso de las Poaceae en banano (Moreno *et al.* 2009). Especies de estas familias (Commelinaceae, Poaceae y Cyperaceae) fueron reportadas en estudios fitosociológicos, como malezas dominantes y de mayor importancia ecológica en cultivos de banano de Brasil (Filho *et al.* 2015, Lanza *et al.* 2017) y Ecuador (Vera *et al.* 2018).

VARIABLES como la abundancia y densidad relativa, que fueron las de mayor magnitud e importancia para la ordenación de las especies en las diferentes zonas, son medidas que deben ser consideradas para el monitoreo o estudios de estas comunidades de plantas. Al respecto, Jost y

González (2012), sostienen que, los cambios en las abundancias y frecuencias relativas de las especies son mucho más informativos que los cambios en la simple presencia-ausencia.

Los mayores valores del IVI de *C. erecta*, *A. compressus*, *M. pendula* y *M. nudiflora*, registrados en el área de estudio, permiten determinar que sus poblaciones son las de mayor importancia ecológica en las plantaciones bananeras del Magdalena, es decir, las que son dominantes en términos de infestación. Es notable la dominancia de *C. erecta* en la mayoría de los lotes muestreados, cuyo valor de importancia estuvo influido, principalmente, por la cobertura, expresada en biomasa, y densidad relativa, lo que indica, según Vaz de Melo *et al.* (2007), gran capacidad para colonizar y competir por recursos con otras malezas y el cultivo.

La habilidad competitiva de *C. erecta*, se atribuye a su alta variabilidad intraespecífica, debido a las diferentes respuestas fenotípicas y los cambios morfológicos que presenta (Panigo *et al.* 2012). Además, puede propagarse por semillas y vegetativamente, lo que le confiere características de planta invasora (Nisensohn *et al.* 2011) al igual que *A. compressus* (Giraldo-Cañas 2010, 2014), *M. nudiflora* (Vera *et al.* 2018) y *M. pendula* (Arzate-Fernández y Grenón Cascales 2002), por lo que pueden colonizar diferentes ambientes y establecerse exitosamente como vegetación secundaria, favorecidas por las prácticas agrícolas.

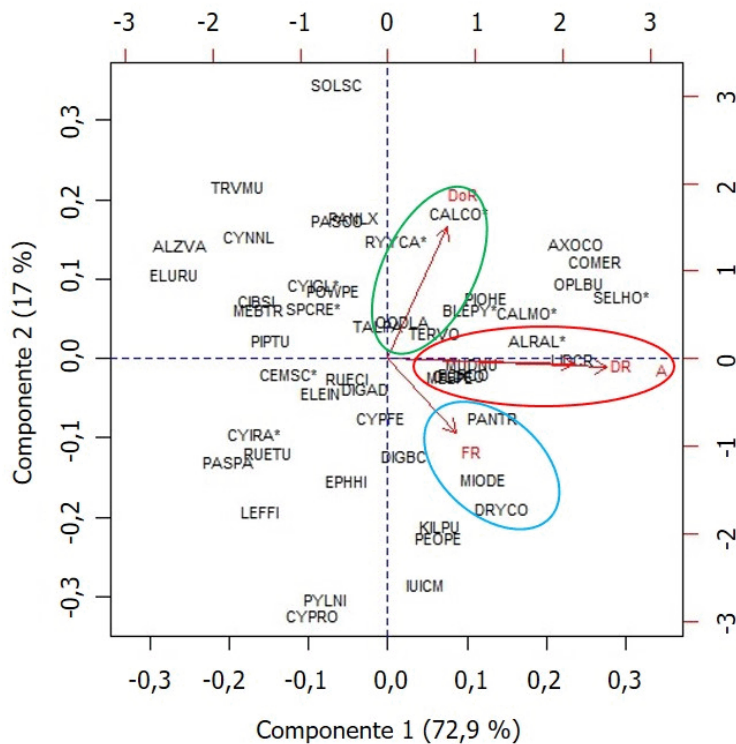


Figura 4. Diversidad de la comunidad de malezas de cuatro zonas productoras de banano (Baja, Media, Alta y Norte) del departamento del Magdalena en términos de riqueza ($q=0$), especies comunes ($q=1$) y especies dominantes ($q=2$).

Estas especies son reconocidas como malezas de difícil control en el área de estudio (Quintero-Pertuz et al. 2020), por la capacidad de rebrote, rápido crecimiento y porque presentan baja susceptibilidad a las aplicaciones de glifosato, principal método de control químico utilizado, lo que coincide con otros estudios en soya y banano donde fueron reportadas como malezas de importancia y difícil control (Ustarroz y Rainero 2008, Vera et al. 2018).

Los resultados permiten confirmar un patrón de variación en la estructura y la diversidad de la comunidad de malezas a nivel regional y local en las zonas de producción de banano del Magdalena, influido por las diferencias entre éstas, en cuanto a condiciones ambientales, especialmente de las precipitaciones, propiedades edáficas, como la textura y el pH, y los métodos de control de malezas empleados en las fincas.

La menor diversidad de la zona Baja y predominio de muy pocas especies, puede relacionarse con bajas precipitaciones (inferiores a 400 mm/año), suelos de textura gruesa con baja capacidad de retención de humedad y pH alcalinos (Vásquez Polo y Macias 2017), condiciones ambientales que se constituyen en un filtro para aquellas especies que pueden tolerarlas (Audino et al. 2017), como sería el caso de *C. erecta* que presentó el máximo índice de valor

de importancia en esta zona. Ustarroz y Rainero (2008), reportaron niveles altos de infestación de *C. erecta* en lotes de textura franco-arenosa con baja capacidad de retención de humedad, similares a las presentadas en suelos de la zona Baja, lo que permite inferir que esta especie puede ser tolerante al estrés hídrico y por lo tanto, ser más competitiva en ambientes secos.

En la zona Norte, al igual que en la Media y Alta, la mayor diversidad, puede relacionarse con una mejor oferta ambiental, dado que en estas zonas se presentan mayores precipitaciones (de 900 a 1600 mm/año) y condiciones de suelo de textura fina a media con alta capacidad de retención de humedad que serían más favorables para el establecimiento y desarrollo de un mayor número de plantas (Pizano et al. 2014, Agüero-Alvarado et al. 2018).

Variaciones de la estructura y diversidad de la comunidad de malezas entre diferentes regiones agroecológicas con condiciones particulares de suelo y clima fueron reportadas por Ramírez et al. (2015) y Cabrera et al. (2019), en cultivos de arroz y caña de azúcar, respectivamente. Estos autores sugieren que la variabilidad encontrada pudo deberse a las diferencias entre regiones en cuanto a condiciones de suelo, características de manejo del sistema, abundancia de especies y a diferencias en aplicaciones de herbicidas.

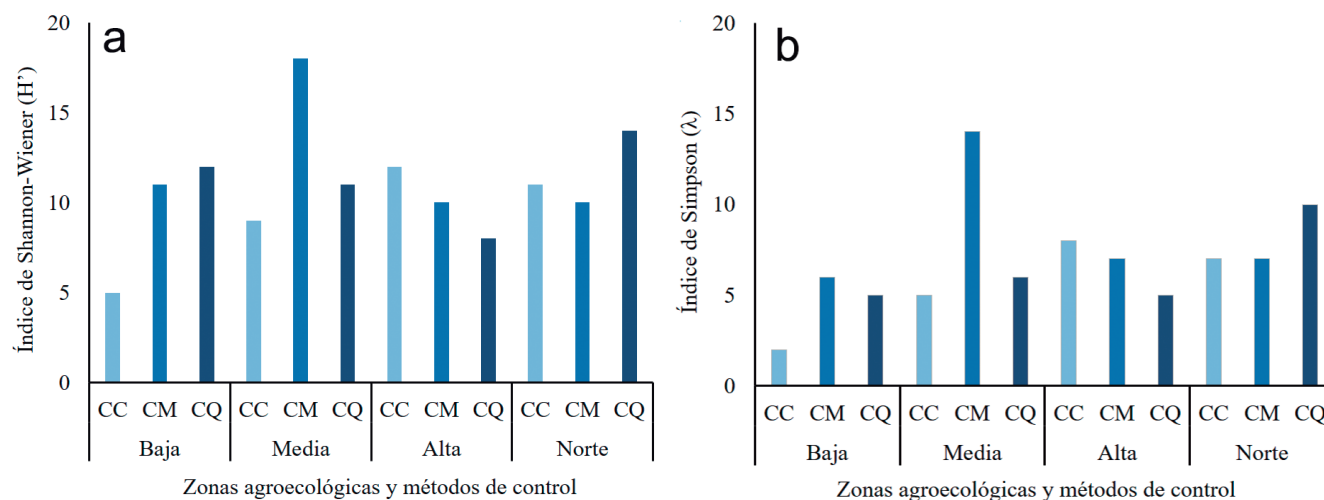


Figura 5. Índice de Shannon - H' (a) e índice de Simpson - λ (b) para lotes de banana con diferente método de control en cuatro zonas productoras (Baja, Media, Alta y Norte) del departamento del Magdalena. CC = control con cobertura; CM = control mecánico; CQ = control químico

Este mismo patrón de variación de la diversidad de malezas a nivel regional y local fue descrito por Nagy *et al.* (2017) y Al-Qahtani (2019), quienes comprobaron que variables ambientales, entre estas las propiedades edáficas, como la textura y el pH, influyen en la distribución de malezas en los agroecosistemas y tienen mayor efecto en la variación de las comunidades en comparación con el manejo del cultivo.

De acuerdo con Poggio (2012), los cambios en la composición y abundancia de las comunidades de plantas son influidos por las variaciones en las condiciones ambientales, especialmente de suelo y clima, que se presentan entre localidades o regiones, porque estas determinan la flora regional, a partir de la cual, se seleccionan las especies que conforman comunidades locales. Cambios que se incrementan conforme aumenta la distancia entre sitios (Calderón-P *et al.* 2012), como lo demuestra el índice de Bray-Curtis para las cuatro zonas en este estudio.

Por su parte, Puricelli y Tiesca (2005), argumentan que los cambios en las comunidades de plantas pueden producirse debido a las alteraciones que se presentan en los agroecosistemas, como las ocasionadas por la labranza y los herbicidas. Al respecto, algunos estudios destacan que las prácticas agrícolas, especialmente los herbicidas, son el factor que más influye sobre la diversidad y la abundancia de malezas en los agroecosistemas (Andreasen y Streibig 2010, Rauber *et al.* 2018). Omezine y Teixeira (2012), Sinha (2017), Lanza *et al.* (2017) y Agüero-Alvarado *et al.* (2018), demostraron los efectos de las prácticas agronómicas y de control de malezas sobre la composición y

estructura de la comunidad de plantas asociadas al cultivo, al evidenciar variaciones en la abundancia, producción de biomasa o la supresión de algunas especies y el predominio de una o pocas especies de maleza sobre las otras.

Agüero-Alvarado *et al.* (2018), atribuyen efectos del método de control sobre el predominio de una maleza sobre otras en cultivos de banana en Costa Rica. Estos autores sustentan que el corte mecánico permite el establecimiento de especies que pueden propagarse vegetativamente, favoreciendo su jerarquía y dominancia; a su vez, el control químico al controlar poblaciones de malezas deja espacios para que un mayor número de especies se regeneren a partir del banco de semillas del suelo; en contraste, las coberturas interfieren con el crecimiento de otras plantas al inhibir la germinación, por lo que el número de especies será menor. Lo anterior, permite explicar las variaciones de la estructura de la comunidad de malezas por efecto del método de control entre las fincas de cada zona, constituyéndose en un factor de la variación a nivel local.

Las cuatro zonas agroecológicas de producción de banana del Magdalena presentan comunidades de malezas heterogéneas y a pesar de la riqueza de especies que presentan, la distribución de las abundancias mantiene el mismo patrón, donde pocas especies son las responsables del mayor número de individuos dentro de la comunidad. En concordancia con Moreno *et al.* (2011), quienes señalan que, para un determinado número de especies, la diversidad tiene un valor mínimo cuando la abundancia está concentrada solamente en una o pocas especies, y tiene un valor máximo cuando todas las especies son igualmente comunes, es posible

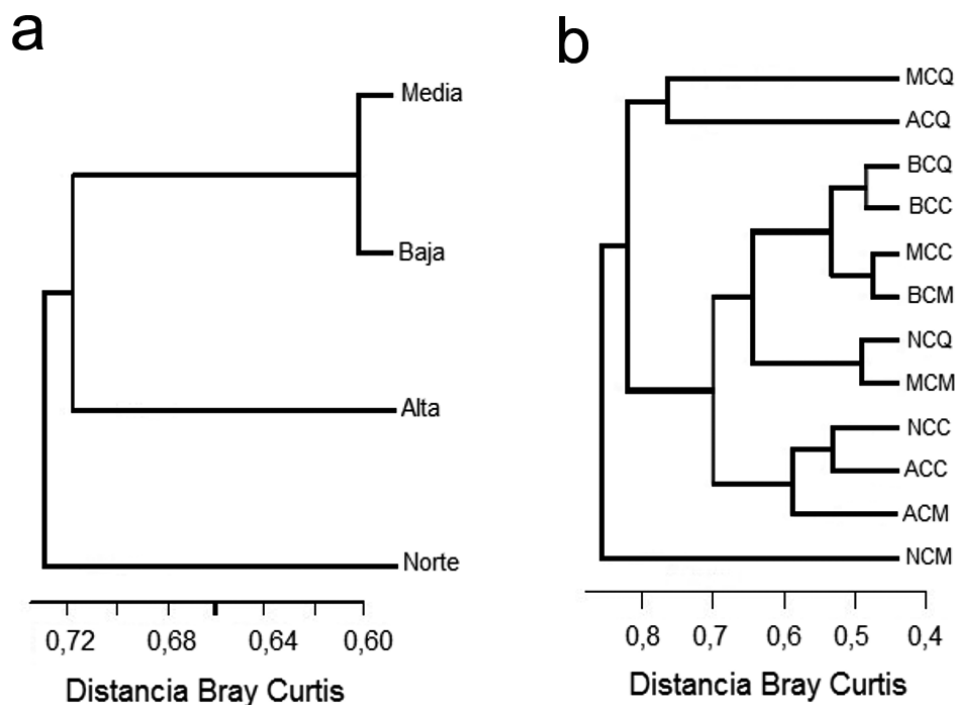


Figura 6. Agrupamiento de zonas productoras de banano del departamento del Magdalena (a) y lotes con diferente método de control (b) en función de la disimilitud Bray-Curtis de las comunidades de malezas. La primera letra indica la zona (B=Baja, M=Media, A=Alta, N=Norte) y las dos últimas el método de control: CC=control cobertura, CM=control mecánico, CQ=control químico)

inferir que la diversidad de la comunidad de malezas en las plantaciones evaluadas tiende a ser baja, siendo más marcado en la zona Baja, donde solo cuatro especies comunes fueron muy abundantes. Lo anterior indica que en la zona Baja hay menor equidad en la distribución de abundancias entre las especies comunes y se puede asumir que existe una alta probabilidad que dominen muy pocas especies.

Según Concenço *et al.* (2017), los sistemas agrícolas tienden a seleccionar algunas pocas especies que logran adaptarse a los mismos, especialmente en sistemas de monocultivo de grandes extensiones, como consecuencia del disturbio ocasionado por las prácticas agrícolas (Booth *et al.* 2003). A su vez, una baja diversidad, limita la probabilidad de recambio de especies en una comunidad dada (Malizia 2004). Por su parte, Booth *et al.* (2003) y Poggio (2012), asocian la distribución de las malezas dentro de una comunidad a la persistencia y éxito de la especie en los agroecosistemas, que puede ser afectada por limitaciones en su dispersión, las interacciones bióticas y factores abióticos, de estos últimos, las interacciones ambientales y las prácticas de manejo del cultivo, son los que más influyen en la abundancia y distribución de especies.

Lo anterior, confirma que hay una dinámica del complejo de malezas asociadas a las plantaciones bananeras del departamento del Magdalena, que es influida por las interacciones ambientales propias de cada zona de producción y las prácticas de control empleadas, lo cual, es consistente con lo planteado por Zimdahl (2013) y Nagy *et al.* (2018), quienes manifiestan que las interacciones ambientales y las prácticas de manejo del cultivo, son las que más influyen en la abundancia y distribución de especies, determinando la diversidad a nivel regional y local, respectivamente.

El potencial de adaptación a diferentes condiciones agroecológicas, así como las características de malezas invasoras que presentan las especies de mayor importancia ecológica en las plantaciones de banano, explicaría el nivel de infestación de las mismas. Las condiciones del microclima del cultivo y el tipo de control utilizado serían factores que favorecen, principalmente, la prevalencia de estas especies, lo que determina la dominancia de pocas especies y baja diversidad. En este sentido, es preciso incrementar el conocimiento sobre la biología y dinámica de estas especies e integrar los diferentes métodos de control en el programa de manejo de malezas para que éste sea más eficiente.

LITERATURA CITADA

- Agüero-Alvarado R, Rodríguez-Ruiz A, González-Lutz M, Portuguese-García P, Brenes-Prendas S. 2018. Abundancia y cobertura de arvenses bajo manejo convencional y orgánico de café y banana. *Agron. Mesoam.* 29(1):85-93. doi: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.28053>
- Aguirre Forero SE, Piraneque Gambasica NV, Menjivar Flores JC. 2012. Relación entre las propiedades edafoclimáticas y la incidencia de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en la zona bananera del Magdalena - Colombia. *Rev. Invest. Agrar. Ambient.* 3(2):13-25. doi: <https://doi.org/10.22490/21456453.970>
- Al-Qahtani SM. 2019. Effect of soil properties on the diversity and distribution of weeds in citrus farms in arid region. *Appl. Ecol. Env. Res.* 17(1):723-732. doi: http://dx.doi.org/10.15666/aecer/1701_723732
- Andreasen C, Streibig JC. 2010. Evaluation of changes in weed flora in arable fields of Nordic countries – based on Danish long-term surveys. *Weed Res.* 51(3):214-226. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00836.x>
- Arzate-Fernández AM, Grenón Cascales GN. 2002. Contribución al conocimiento del pepinillo silvestre (*Melothria péndula* L.). *Cienc. Nat. Agropecu.* 9(1):78-86.
- Audino LD, Murphy SJ, Zambaldi L, Louzada J, Comita LS. 2017. Drivers of community assembly in tropical forest restoration sites: role of local environment, landscape, and space. *Ecol Appl.* 27(6): 1731-1745. doi: <https://doi.org/10.1002/eap.1562>
- [AUGURA] Asociación de bananeros de Colombia. 2018. Coyuntura Bananera 2017. Medellín, Colombia: AUGURA.
- Bernal R, Gradstein SR, Celis M, editores. 2019. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Bogotá, Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Booth BD, Murphy SD, Swanton CJ. 2003. *Weed ecology in natural and agricultural systems.* London: CABI International.
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination for the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27(4):325-349. doi: <https://doi.org/10.2307/1942268>
- Cabrera DC, Chaila S, Sobrero MT, Varela AE. 2019. Phytosociological survey of sugarcane crop weeds in different agroecological areas in Tucumán province, Argentina. *Planta Daninha.* 37:1-10. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582019370100027>
- Calderón-Patrón JM, Moreno CE, Zuria I. 2012. La diversidad beta: medio siglo de avances. *Rev. Mex. Biodivers.* 83(3):879-891. doi: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.25510>
- Carbonó-De La Hoz E, Cruz Z. 2005. Identificación de coberturas promisorias para cultivo de banano en la zona de Santa Marta, Colombia. *Intrópica.* 2(1):7-22.
- Cardoso IS, Jakelaitis A, Soares MP, Araujo VT, Cabral PHR. 2017. Weed community composition in different agro-systems. *Communicata Scientiae.* 8(1):139-148. doi: <https://doi.org/10.14295/cs.v8i1.1451>
- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK, Ellison AM. 2014. Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: a framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecol. Monogr.* 84(1):45-67. doi: <https://doi.org/10.1890/13-0133.1>
- Chao A, Chiu CH-H. 2016. Bridging the variance and diversity decomposition approaches to beta diversity via similarity and differentiation measures. *Methods Ecol. Evol.* 7(8):919-928. doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12551>
- Concenço G, Menegaz de Farias P, Alzate Quintero NF, Schreiber F, Galon L, Tomazi M, Santos Moisés I, Camponogara Coradini M, Christofari Ceolin W, Andres A. 2017. Phytosociological Surveys in Weed Science: Old Concept, New Approach. In: Yousaf Z, editors. *Plant Ecology Traditional Approaches to Recent Trends.* Intech Open Sci. p. 121-146. doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.69083>
- Filho ERM, Macedo LPM, Silva ARS. 2015. Levantamento fitosociológico de plantas daninhas em cultivo de banana irrigada. *Holos.* 2:92-97. doi: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.1006>
- Fuentes CL. 2001. Clave para la determinación de malezas ciperáceas asociadas con el cultivo del arroz en Colombia. *Agron. Colomb.* 18(1-3): 15-24.
- Giraldo-Cañas D. 2010. Distribución e invasión de gramíneas C3 y C4 (Poaceae) en un gradiente altitudinal de los Andes de Colombia. *Caldasia.* 32(1):65-86.

PARTICIPACIÓN DE AUTORES

IQP concepción, diseño, toma y análisis de datos, escritura del documento; ECD concepción, diseño, análisis de datos, escritura del documento; VH análisis de datos, escritura del documento; AJO diseño, escritura del documento; GP análisis de datos, escritura del documento.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Universidad del Magdalena por la financiación del estudio, al equipo de trabajo de la Vicerrectoría de Investigación. A AUGURA por el apoyo logístico brindado, en especial a la Ingeniera Helena Bornecelly. A los estudiantes I. Polo, S. Urzola, A. Barreto y S. Rangel. Al personal del Herbario UTMH Héctor García y Diego Yépes (Q.E.P.D).

- Giraldo-Cañas D. 2011. Catálogo de la familia Poaceae en Colombia. *Darwiniana*, Nueva serie, 49(2): 139-247.
- Giraldo-Cañas D. 2014. Las especies del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) de Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact.* 38(147):130-176. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.48>
- Hurtado R, Cadavid A, Vélez J. 2005. Control de malezas en plantaciones bananeras mediante el uso de coberturas nobles. Medellín: AUGURA – SENA.
- Hsieh TC, Ma, KH, Chao A. 2016. iNEXT: An R package for rarefaction and extrapolation of species diversity (Hill numbers). *Methods Ecol. Evol.* 7(12):1451-1456. doi: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12613>
- Jost L. 2010. The relation between evenness and diversity. *Diversity.* 2(2):207-232. doi: <https://doi.org/10.3390/d2020207>
- Jost L, González-Oreja J. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zool. Lillo.* 56(1-2):3-14.
- Lanza TR, Machado AFL, Martelleto LAP. 2017. Effect of planting densities of “BRS Princess” banana tree in the suppression of weeds. *Planta Daninha.* 35:1-11. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582017350100054>
- Lares A. 2007a. Claves para identificar malezas asociadas con diversos cultivos en el Estado Monagas, Venezuela I. Monocotiledóneas. *Rev. UDO Agrícola.* 7(1): 79-90.
- Lares A. 2007b. Claves para identificar malezas asociadas con diversos cultivos en el Estado Monagas, Venezuela II. Dicotiledóneas. *Rev. UDO Agrícola.* 7 (1): 91-121.
- Malizia LR. 2004. Diversity and distribution of tree species in subtropical Andean forests. St. Louis, Missouri: University of Missouri - St. Louis Department of Biology Program in Ecology, Evolution and Systematics.
- Moreno JM, Blanco C, Mendoza RJ. 2009. Buenas Prácticas Agrícolas en el cultivo del banano en la región del Magdalena. Medellín: AUGURA.
- Moreno CE, Barragán F, Pineda E, Pavón NP. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Rev. Mex. Biodivers.* 82(4):1249-1261. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/ib.20078706e.2011.4.745>
- Mueller-D D, Elleberg HA. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley.
- Nagy K, Lengyel A, Kovács A, Türei D, Csörgő AM, Pinke G. 2018. Weed species composition of small-scale farmlands bears a strong crop-related and environmental signature. *Weed Res.* 58(1):46-56. doi: <https://doi.org/10.1111/wre.12281>
- Nisensohn L, Tuesca D, Faccini D, Puricelli E, Vitta J. 2011. Factores biológicos que determinan la competencia de *Commelina erecta* con otras malezas en sistemas de cultivo. *Planta Daninha.* 29(1):97-106. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000100012>.
- Omezine A, Teixeira J. 2012. Floristic Biodiversity of Weed Communities in Relation to Conventional and Organic Farming. *Bio-remediat. Biodivers. Bioavailab.* 6(1):61-69.
- Panigo ES, Dellaferrera IM, Acosta JM, Bender AG, Garetto JI, Perreta MG. 2012. Glyphosate-induced structural variations in *Commelina erecta* L. (Commelinaceae). *Ecotox. Environ. Saf.* 76:135-142. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2011.10.002>
- Pitelli RA. 2000. Estudos fitossociológicos em comunidades infantantes de agroecossistemas. *J. Conserb.* 1(2):1-7.
- Pizano C, González R., González M, Castro F, López R, Rodríguez N, Idárraga A, Vargas W, Vergara H, Castaño A, Devia W, Rojas A, Cuadros H, Lázaro J. 2014. Las plantas de los bosques secos de Colombia. En: Pizano C, García H, editores. El bosque seco tropical en Colombia. Bogotá D.C. Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p. 48-93.
- Poggio S. 2012. Cambios florísticos en comunidades de malezas: un marco conceptual basado en reglas de ensamblaje. *Ecol. Austral.* 22:150-158.
- Puricelli E, Tuesca D. 2005. Efecto del sistema de labranza sobre la dinámica de la comunidad de malezas en trigo y en barbechos de secuencias de cultivos resistentes a glifosato. *Agriscientia.* 2:69-78.
- Quintero-Pértuz I, Carbonó-Delahoz E. 2015. Panorama del manejo de malezas en cultivos de banano en el departamento del Magdalena, Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Hort.* 9(2): 329. doi: <http://dx.doi.org/10.17584/rceh.2015v9i2.4188>
- Quintero-Pertúz I, Carbonó-Delahoz E, Jarma-Orozco A. 2020. Weeds associated with banana crops in Magdalena department, Colombia. *Planta Daninha.* 38:e020217466. doi: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100015>
- R Development Core Team. 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. [Revisada en: 03 May 2020]. <http://www.r-project.org/>
- Ramírez JG, Plaza G. 2015. Effect of post-emergence herbicide applications on rice crop weed communities in Tolima, Colombia. *Planta Daninha.* 33(3):499-508. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582015000300012>
- Rauber RB, Demaría MR, Arroyo DN. 2018. Las comunidades de malezas en cultivos de maíz y soja en la provincia de san Luis. En: Giuletta J, Arroyo D, editores. Producción científico-técnica del INTA San Luis 2da Parte. Primera Edición. San Luis: Ediciones INTA. p. 22-31.
- Saradón SJ, Flores CC, editores. 2014. Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de Agroecosistemas sustentables. Capítulo X, Desarrollo y evolución de los ecosistemas. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. p. 159-189.
- Sinha MK. 2017. Studies of different rice farming systems on paddy field weed diversity in Korla District (C.G.) India. *Adv. Plants Agric. Res.* 7(2):246-252. doi: [10.15406/apar.2017.07.00248](https://doi.org/10.15406/apar.2017.07.00248)
- Spiegel M. 1988. Estadística: teoría y 875 problemas resueltos. Segunda edición. Madrid: McGraw Hill.
- Stevens PF. 2001. Onwards. Angiosperm phylogeny website. Version 12 [Revisada en: 2 oct 2019]. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>

- The Plant List. 2013. Version 1.1. Website. [Revisada en: 16 ene 2018]. <http://www.theplantlist.org/>
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. [Revisada en: 2 oct 2019]. <http://www.tropicos.org>
- Ustarroz D, Rainero H. 2008. Interferencia de *Commelina erecta* en el cultivo de soja (*Glycine max*). Cartilla digital Manfredi N° 3. INTA - Estación Experimental Agropecuaria Manfredi.
- Vásquez-Polo JR, Macías-Vázquez F. 2017. Fraccionamiento químico del carbono en suelos con diferentes usos en el departamento de Magdalena, Colombia. *Terra Latinoam.* 35(1):7-17. doi: <https://doi.org/10.28940/terra.v35i1.237>
- Vaz de Melo A, Galvão JCC, Ferreira LR, Miranda GV, Tuffi Santos LD, Santos IC, Souza LV. 2007. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivo de milho-verde nos sistemas orgânico e tradicional. *Planta Daninha.* 25(3):521-527. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582007000300011>
- Vera AD, Palacios ZM, Liuba DA, Suarez CC, Mendoza HC. 2018. Diversidad y análisis fitosociológico de malezas en un cultivo de musáceas del trópico ecuatoriano. *Agriscientia.* 35(2):43-52. doi: <http://dx.doi.org/10.31047/1668.298x.v35.n2.22966>
- Zimdahl R. 2013. *Fundamentals of Weed Science*. Fourth Edition. London: Elsevier Inc.