Diversidad taxonómica: herramienta eficaz para determinar la estructura y distribución de arvenses en caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Dailín Rodríguez-Tassé*, Yaquelín Puchades-Izaguirre, Rene Barbosa-García, Carlos Vázquez-Acuña

Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA)
Carretera a CUJAE, km 1½, Boyeros. La Habana, Cuba
*dailin.rodriguez@inicasc.azcuba.cu

RESUMEN

Introducción. El control de las arvenses es muy difícil y costoso, por lo que conocer su estructura taxonómica podría incrementar la probabilidad de éxito en la prevención y el control de estas especies. Se realizó un estudio en tres unidades productoras cañeras de la provincia de Santiago de Cuba, que pertenecen a tres Empresas Agroindustriales Azucareras (EAA): América Libre, Julio Antonio Mella y Dos Ríos.

Objetivo. Determinar la diversidad taxonómica de las especies arvenses en las áreas de producción de caña de la provincia de Santiago de Cuba.

Materiales y Métodos. Se realizó un inventario florístico de las arvenses, se recorrieron los campos por su diagonal y se registraron, de forma ascendente, las principales seis especies de arvenses. Se determinó la diversidad taxonómica a través del cálculo de la distinción taxonómica promedio (Δ+) y la variación de la distinción taxonómica (Λ+) y la variación de la distinción taxonómica (Λ+).

Resultados y Discusión. La estructura taxonómica de la comunidad de arvenses demostró que *Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña), está presente en las diferentes localidades en estudio. Se confirmó que Romana VII y Juan J Verdecía son similares en su distinción taxonómica promedio, con valores más altos que Niguabo, mientras Juan José Verdecía presentó menor Λ+; por tanto, es la localidad de mayor diversidad taxonómica.

Conclusiones. Se comprobó que las arvenses presentan una relación filogenética cercana, lo que hace posible su manejo por prácticas similares de control.

Palabras clave. Estructura taxonómica, malezas, producción de caña.

ABSTRACT

Introduction. Weed's control is a very difficult and expensive, so knowing their taxonomic structure could increase the success probability in control and prevention of these species. A study of three sugar cane producer units (UPC in Spanish) in Santiago de Cuba Province was done, located in three Sugar Producer Enterprises: América Libre, Julio Antonio Mella and Dos Rios in order to determine the taxonomy diversity of weeds species on sugar cane producer areas in Santiago de Cuba Province.

Objective. Determine the taxonomic diversity of weed species in sugarcane production areas in Santiago de Cuba Province.

Materials and Methods. The floristic inventory of the weeds crossing the fields along its diagonal, where the main six weeds were recorded in ascending order. Taxonomic diversity was determined by calculating the average taxonomic distinctiveness (Δ+) and the variation in taxonomic distinctiveness (Λ+) and the variation in taxonomic distinctiveness (Λ+).

Results and Discussion. The taxonomic structure of the weed community demonstrated that *Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña) is present in the different locations under study. Confirmed that the Romana VII

and Juan J Verdecía are similar in their average taxonomic distinction, with higher values than the Niguabo, while the Juan José Verdecía presented lower Λ+, therefore, it is the locality with the greatest diversity taxonomic.

Conclusions. It was proven that weeds have a close phylogenetic relationship, which makes their management possible through similar control practices.

Keywords. Taxonomic structure, weeds, cane production.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el control de las arvenses en caña de azúcar es una actividad muy difícil y costosa, que merece atención especial para lograr su total eliminación y, así, mejorar la producción y aumentar los rendimientos agrícolas. Conocer las arvenses presentes en un ecosistema determinado podría incrementar la probabilidad de éxito en la gestión de prevención, detección temprana y control de estas especies (1).

Por mucho tiempo, la composición, frecuencia de aparición y la abundancia de las especies de arvenses fueron los elementos fundamentales para el análisis de un ecosistema cañero; sin embargo, las especies por sí solas no son suficientes para realizar un análisis completo de la comunidad; igualmente se consideraba que existía una relación entre las especies y los niveles taxonómicos superiores a los que pertenecen, debido a que algunas respuestas en las comunidades son más fácilmente detectadas a nivel de género, familia, orden, clase y *phylum* (2).

La diversidad taxonómica es el grado de relación entre las especies, dentro de la estructura taxonómica de una comunidad y es un reflejo de su diversidad evolutiva. Así, el valor de la diversidad taxonómica de cada comunidad estará en función de la estructura taxonómica que posean sus especies (3). La diversidad será mayor en una comunidad cuyas especies pertenecen a muchos géneros, en comparación con otra en la que la mayoría de las especies son congenéricas (4).

Para medir la diversidad que existe entre las especies presentes en un sitio determinado se han creado varios índices, entre los que se encuentran: la distinción taxonómica promedio Delta+ (Δ+), que es la distancia taxonómica promedio de las ramas del árbol filogenético, mediante el cual se conectan todos los pares de especies registradas en una muestra. Puede interpretarse como la amplitud taxonómica promedio de la muestra y la variación de la distinción taxonómica Lambda+ (Λ+) (5).

Los índices de diversidad taxonómica se han valorado en diferentes ambientes y son una herramienta potencialmente útil para evaluar la diversidad en distintas zonas de la plataforma insular cubana. El uso de ellos contribuye a la comprensión de la estructura y distribución de las comunidades (6), por lo que es de mucha importancia analizar la diversidad de localidades mediante el uso de diferentes índices ecológicos; de ahí que el objetivo de este trabajo sea determinar la diversidad taxonómica de las especies arvenses en las áreas de producción de caña de azúcar en la provincia de Santiago de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en tres unidades productoras de caña (UPC) de la provincia de Santiago de Cuba, pertenecientes a las empresas agroindustriales azucareras (EAA): América Libre, Julio Antonio Mella y Dos Ríos.

El trabajo de campo se desarrolló en el período comprendido entre los meses de abril y mayo del 2020. Para la determinación de la diversidad taxonómica se realizó un inventario florístico de las arvenses en los sitios de investigación, mediante el método visual, propuesto por Martínez, Zuaznábar y otros autores (7), se recorrieron los campos por su diagonal y se registraron, de forma ascendente,

las principales seis especies de arvenses, estas fueron identificadas con la ayuda de los manuales y del sistema automatizado PC Arvenses, que contiene las características de las 35 especies principales en el cultivo de la caña de azúcar y una galería de fotos.

La diversidad taxonómica de las arvenses entre las diferentes localidades se realizó mediante la determinación de la distinción taxonómica promedio (Δ+) y la variación de la distinción taxonómica (Λ+) (8), como se muestra en la ecuación 1.

$$\Delta+ = [\sum\sum \omega i<j] / [s\ (s-1)] \qquad \text{Ec.1}$$

s = número de especies observadas
ωi = peso o valor de distinción dado a cada ruta taxonómica de la clasificación jerárquica, desde la especie
i = hasta el primer nodo en común con la especie j

El índice de distinción taxonómica promedio (Δ+) es un buen indicador de la biodiversidad, ya que captura la variación no sólo del número de especies, sino también de la relación taxonómica de las especies que componen cada muestra. Su ventaja es que es calculado a partir de datos cualitativos (presencia/ausencia), no presenta dependencia con el esfuerzo de muestreo, por lo que puede ser comparado entre distintos estudios (9), como se muestra en la ecuación 2.

$$\Lambda+ = \sum\sum (\omega ij - MPD)^2 / s\ (s-1) \qquad \text{Ec.2}$$

La variación de la distinción taxonómica es la varianza de las distancias taxonómicas entre cada par de especies y detecta la desigualdad del árbol taxonómico de una determinada muestra (9).

Un valor alto en la distinción taxonómica promedio refleja una alta diversidad taxonómica, mientras que un valor alto de variación en la distinción taxonómica indica una menor diversidad taxonómica (10). Se calcula que aquellos sitios con los valores más altos de Δ+ y, a su vez, con menor Λ+ son los sitios con mayor diversidad taxonómica (11).

El cálculo de los índices de diversidad se realizó mediante el programa Primer V6; y, además, se obtuvieron los gráficos de embudo de confianza, para Δ + y Λ +, en los que las líneas de los extremos indican los límites dentro de los cuales se encuentran el 95 % de los valores simulados de ambos índices, en tanto que las líneas centrales indican los valores medios (9).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al identificar la estructura taxonómica de la comunidad de arvenses en las diferentes localidades en estudio se comprobó que las UPC Romana VII y Juan José Verdecia presentan cuatro especies comunes; mientras que la UPC Niguabo presenta dos arvenses comunes con esta última y solo una con las UPC Romana VII, como se observa en la figura 1.

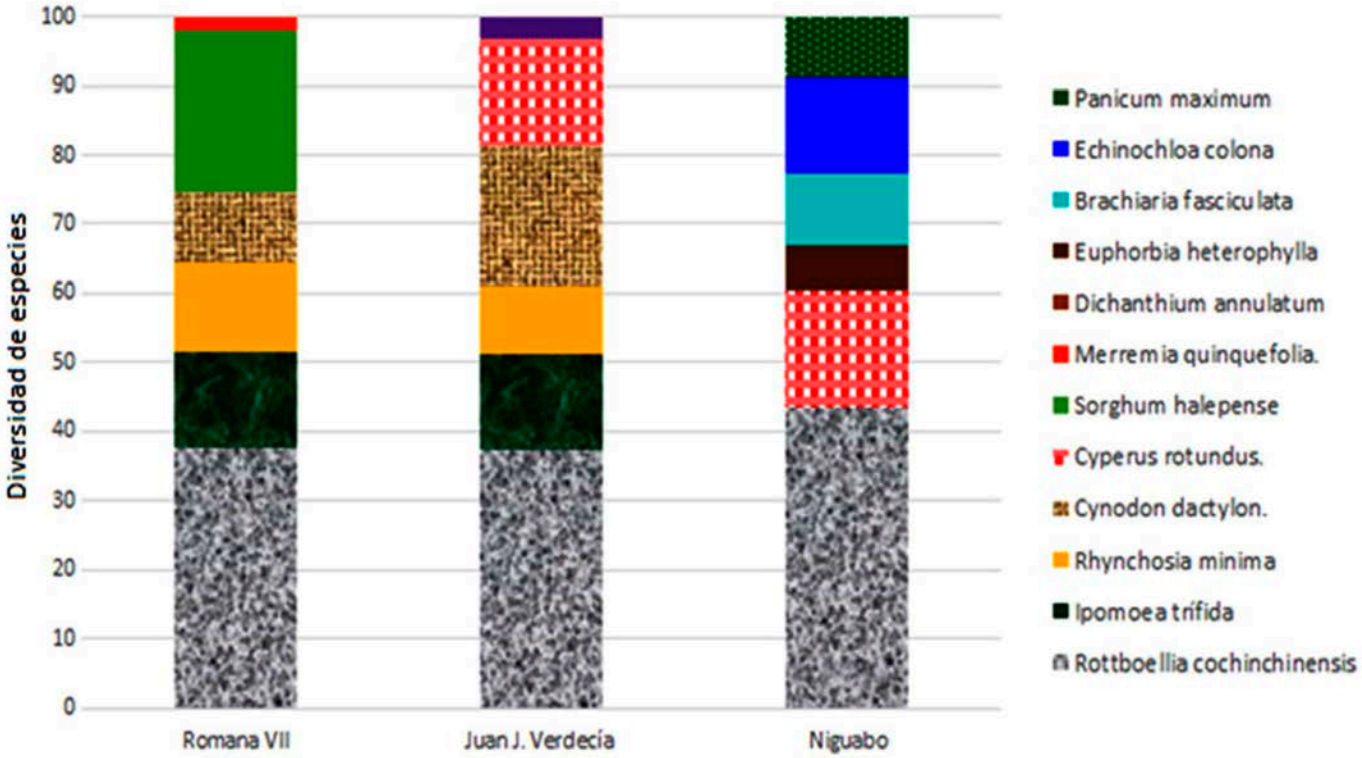

Figura 1. Diversidad de especies en las localidades en estudio.

De forma general, *Rottboellia cochinchinensis* (zancaraña) está presente en todas las localidades en estudio; es la arvense de mayor distribución a nivel nacional, asociada al cultivo de la caña de azúcar. Se desarrolla, incluso, en diversas condiciones climáticas, edáficas y tecnológicas, aunque su mayor población se presenta en los suelos Ferralíticos rojos y otros de textura arcillosa. Se propaga por semilla, produce más de 1 000 por planta y pueden germinar a 15 cm de profundidad. Poseen latencia por un año o más en condiciones de almacenamiento y pueden permanecer viables por más de dos y medio años, a una profundidad de 45 cm (7).

Esta maleza fue de las más concurrentes durante los años 2006-2011, en Guantánamo y provocó una pérdida del 43 % en la producción de azúcar. Presenta alta dispersión de la semilla a través del agua, maquinaria y animales (12). Los estudios realizados describen la maleza *R. cochinchinensis como especie predominante* en los ecosistemas de Colombia (13).

Rahman y Prince (14) describen que la maleza *R. cochinchinensis* se presenta en 28 países, distribuida en África Oriental, Filipinas, las Islas del Golfo de México y el área del Caribe; así como en las partes templadas de Estados Unidos, donde se describe como una arvense de gran importancia por la capacidad de competencia con diferentes cultivos.

Su acelerado crecimiento le permite sobrepasar la altura de las plantas, incluso si estas han germinado antes, además de requerir mayor frecuencia de corte u otro método de control, lo que incrementa los costos, principalmente, en mano de obra.

En el análisis de la distinción taxonómica promedio (Δ+) de las diferentes localidades se observó que los valores obtenidos se encuentran dentro de la distribución de probabilidad normal esperada (figura 2), lo que indica que no existen diferencias entre los sitios experimentales, en cuanto a su historia evolutiva en la composición de arvenses. Este resultado demuestra que las condiciones en las que se establecieron los estudios (tipo de suelo, cultivar, cepa, precipitaciones), no inciden significativamente sobre la diversidad de las arvenses.

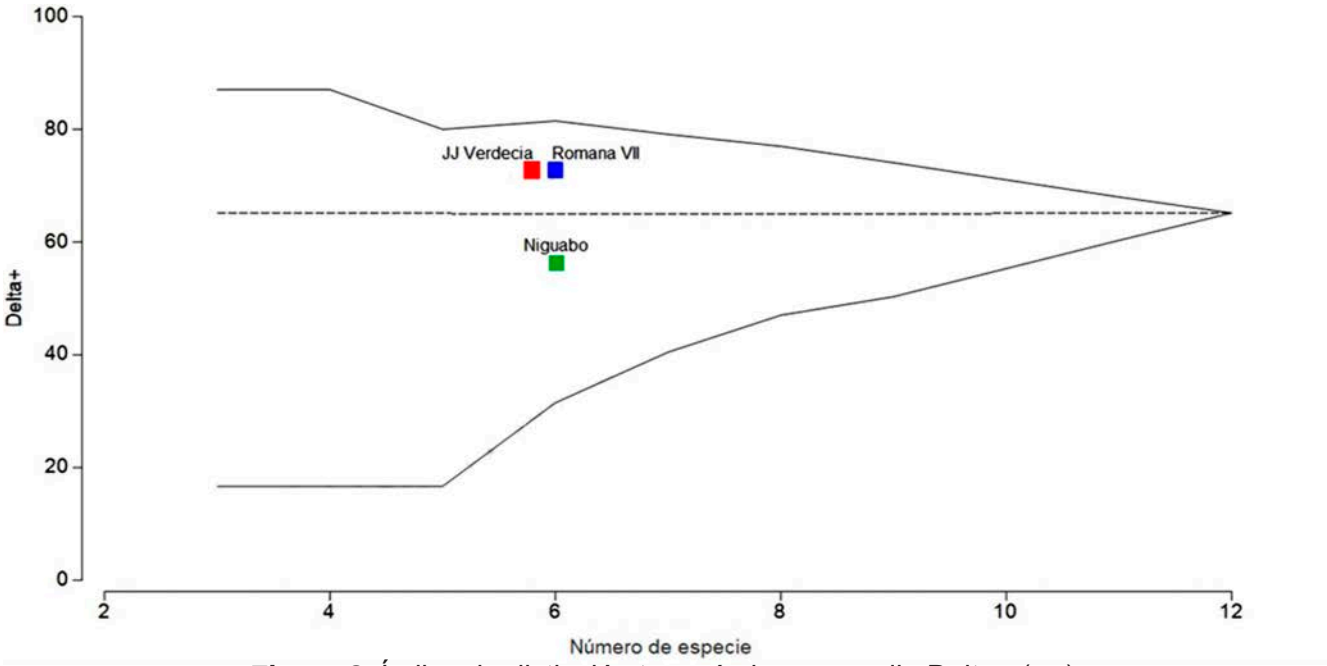

Figura 2. Índice de distinción taxonómica promedio Delta+ (∆+).

Las localidades en estudio pueden considerarse aun ecosistemas sanos. Los lugares que presentan valores promedios de Δ+, dentro del rango esperado, son estables desde el punto de vista filogenético; por lo tanto, son lugares en buen estado y el impacto antropogénico no ha afectado las relaciones filogenéticas (5).

Se comprobó que las UPC Romana VII y Juan J Verdecia son similares en su distinción taxonómica promedio, con valores más altos que la UPC Niguabo. En las dos primeras localidades se presenta una mayor heterogeneidad taxonómica y menor relación evolutiva. El bajo valor en la UPC Niguabo se atribuye a que las arvenses presentes pertenecen, en su mayoría, a una sola clase.

Estos resultados coinciden con los informados por Canales *et al.* (15), pues los sitios con mayor Δ+ presentan especies de varios géneros, ubicados en muchas familias y órdenes diferentes. Los valores más altos de ∆+ hacen referencia a sitios diversos, equitativos y, además, las especies son taxonómicamente diferentes (5).

El índice de variación de la distinción taxonómica promedio (Λ+), permitió mostrar cómo se encuentran distribuidas taxonómicamente las especies en las localidades en estudio. Este valor fue mayor en las UPC Romana VII y Niguabo, las que se ubicaron muy cerca de la media de distribución esperada; por tanto, su estructura taxonómica es menos diversa y sus especies están más relacionadas entre sí (filogenéticamente más similares); es decir, que las especies de arvenses pertenecen a menor número de familias y órdenes, como se muestra en la figura 3.

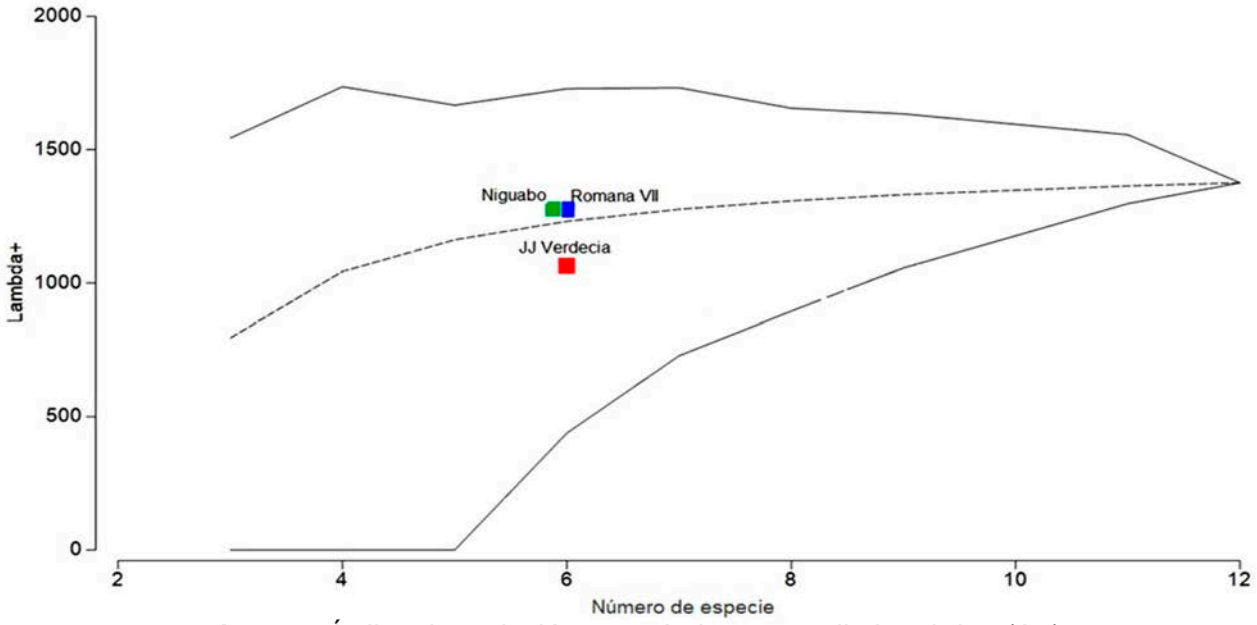

Figura 3. Índice de variación taxonómica promedio Lambda+ (Λ+).

La mayor variación de la Λ+ indica que en los ecosistemas evaluados, la mayoría de los grupos pertenece a pocos taxones superiores, así como una baja equitatividad en sus árboles taxonómicos debido, esto último, a la existencia de una distribución poco homogénea de las especies en el árbol taxonómico (5).

La UPC Juan José Verdecia presentó menor Λ+, indica que la mayoría de las especies pertenecen a más categorías taxonómicas y, por tanto, las especies están menos relacionadas y es la localidad de mayor diversidad (heterogeneidad) taxonómica. El índice de variación taxonómica promedio es contrario al concepto de biodiversidad taxonómica, alta diversidad taxonómica para una comunidad con una distribución uniforme de especies, entre los niveles taxonómicos y las unidades, daría como resultado un valor bajo de Λ+ (16).

Moreno (10) comprobó que la diversidad taxonómica de especies de plantas en vegetación secundaria (VS) y los bosques primarios (BP) en México, alcanzaron mayor Δ+ y menor Λ+ y resultaron los de mayor diversidad taxonómica, el autor concluyó que el valor alto en la distinción taxonómica promedio refleja una alta diversidad taxonómica, mientras el valor alto de variación en la distinción taxonómica indica una menor diversidad taxonómica.

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que, a pesar de su diversidad, las arvenses identificadas no presentan diferencias significativas entre ellas y que existe una relación filogenética cercana. Desde el punto de vista práctico, este análisis facilitaría el desarrollo de estrategias de manejo similar para estas áreas y permitiría asegurar que las estrategias de control fueran efectivas en diferentes condiciones agrícolas.

CONCLUSIONES

1. La estructura taxonómica de la comunidad de arvenses demostró que *Rottboellia cochinchinensis* (Zancaraña), está presente en las diferentes localidades en estudio.
2. El inventario florístico confirmó que las UPC Romana VII y Juan J Verdecia son similares en su distinción taxonómica promedio, con valores más altos que la UPC Niguabo, mientras la Juan José Verdecia presentó menor Λ+; por tanto, es la localidad de mayor diversidad taxonómica.
3. Se comprobó que las arvenses presentan una relación filogenética cercana, lo que hace posible su manejo con prácticas de control similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Comastri, L. Cuatro maneras de control de malezas en el cultivo de sorgo. 2022. Disponible en:https://totalpec.com/blog/146/cuatro-maneras-de-control-de-malezas-en-el-cultivo-de-sorgo. Consultado: 22/07/22.
2. Clarke, K. R. and Warwick, R. M. The taxonomic distinctness measure of diversity: weighting of the step lengths between hierarchical level. Marine Ecology Progress Series. 1999, Vol. 184: p21-29.
3. Arriaga, A. La diversidad taxonómica, filogenética y funcional: un acercamiento al caso de “El Arca de Noé”. Contactos, Revista De Educación En Ciencias E Ingeniería, (129), 56-64. 2023. Recuperado a partir de https://contactos.izt.uam.mx/index.php/contactos/article/view/284.
4. Pérez, C. Distintividad taxonómica: Evaluación de la diversidad en la estructura taxonómica en los ensambles. En: Moreno CE (Ed) La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/ Libermex. 2019.
5. De Moya, N., Martínez, N. J. y García, A. F. Diversidad taxonómica de opiliones en la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, Magdalena, Colombia. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas, 2021, 25(2): 157-180. https://doi.org/10.17151/bccm.2021.25.2.10.
6. Vilas L. La diversidad taxonómica y la red de interacción especie-hábitat son elementos clave en un enfoque de paisaje para la conservación de artrópodos en un bosque seco de Costa Rica. Biocenosis, 34(1), 43–52. 2023. https://doi.org/10.22458/rb.v34i1.4824.
7. Martínez, R., Zuaznábar, R., Gallego, R., Rodríguez, L., Fernández, C. y León, P. Cambios en la frecuencia de las especies de malezas asociadas al cultivo de la caña de azúcar en Cuba, en los últimos cinco años. Revista ATAC. 76 (2), mayo-agosto, 2018, p. 12-15.
8. Nelson, J. S. Fishes of the world. John Wiley & Sons, Inc. 4 th edition. New Jersey. U.S.A. 2006.
9. Clarke, K. R. and Warwick RM. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. Journal of applied ecology, 1998, 35(4):523–31.
10. Moreno, J E. Diversidad taxonómica y funcional de la flora en los elementos de la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. v2.0. Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis”. 2021. Dataset/Occurrence. https://doi.org/10.15472/nqhw7p.
11. Clarke, K. R and Warwick R. M. Change in marine communities: An Approach to Statistical Análisis and interpretation, 2nd edition. Eprimer-E Ltd, Playmouth Marine Laboratory, UK. 86pp. 2001.
12. Barrera, M; Cervera, G. y Barquié, O. Especies leñosas, exóticas e invasoras, en áreas cañeras de la provincia Guantánamo. Revista Centro Agrícola. 2020. Vol. 47, No. 4, octubre-diciembre, 81-89, CF: cag104202287.
13. Sorul, J.; Arciniegas A. and Ladimir, C. Estimated weed seed bank on the farm the path gambler Buenos Aires under the municipality of Villanueva, Casanare. 2021. Disponible en: https:// repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle /001/327/ = Búsqueda: 18/6/2022. 44p.
14. Rahman M. A. and Prince C. E. Rottboellia cochinchinensis Lour Clayton competition with sugar cane. Proc. of the Third Int. Weed Cong, 2001, June. pp.6-11.
15. Canales, E; Peña, K; Téllez, J. Diversidad taxonómica alfa y beta del ensamblaje de peces continentales de la cuenca del río Ameca, México. Rev. Mex. Biodiv. vol.92, México 2021.
16. Peñate, L; Gil, M y Carrillo, F. Diversidad taxonómica y funcional de briófitos en diferentes coberturas de un bosque seco tropical, Córdoba (Colombia). Bol. Soc. Argent. Bot.57: 687-704. 2022.