



Variabilidad del Índice AC/ISO de *Cecropia* sp. de las Cinco Regiones del Estado de Tabasco

Juan Antonio Alberto Hernández¹, Abraham Gómez Rivera¹, Carlos Ernesto Lobato García¹,
Manasés González², Ricardo López Rodríguez¹, Eric Jaziel Medrano Sánchez¹

¹División Académica de Ciencias Básicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Km. 1. Carretera Cunduacán-Jalpa de Méndez, Colonia La Esmeralda, Cunduacán, Tabasco, C.P. 86690.

²Centro de Investigación Biomédica del Sur del Instituto Mexicano del Seguro Social, Calle República Argentina 1, Colonia Centro, Xochitepec, Mor, C.P. 62790

juanalbertohdez25@gmail.com

Resumen

Localizada generalmente en las vertientes del Golfo de México y del Pacífico, el género *Cecropia*, ha sido usado tradicionalmente desde tiempos prehispánicos para tratar diversos padecimientos en la población, como son principalmente: diabetes e hipertensión. El uso tradicional de esta planta dependerá de la parte del vegetal que sea empleada, el proceso a la que ésta sea sometida y el sitio de recolección del cual se obtenga. Relativo al uso de esta planta para el tratamiento de la diabetes, las investigaciones realizadas sobre la misma han dejado en claro que son dos los compuestos principales con esta actividad biológica: el ácido clorogénico y la isoorientina, los cuales se han encontrado en los extractos polares de las hojas de *Cecropia* sp. Por tales motivos, se decidió llevar a cabo una investigación para evidenciar la presencia de dichos compuestos principales en dos especies de *Cecropia* (*C. peltata* y *C. obtusifolia*), además de verificar las variabilidades fitoquímicas en sus concentraciones respectivas. La investigación permitió identificar cualitativa y cuantitativamente al ácido clorogénico y a la isoorientina, los cuales presentaron variaciones en relación con su concentración, especie y zona de recolección, aunado a esto, se realizó una prueba estadística, la cual confirmó dicha variabilidad, recalcando que existen diferencias significativas en las concentraciones de ambos metabolitos. Dichas variabilidades fitoquímicas, pueden estar asociadas a la plasticidad de la planta, la cual deriva de las condiciones a la que pueda estar expuesta en su entorno.

Palabras clave: *Cecropia*, Diabetes, Hipertensión, Variabilidad Fitoquímica, Diferencia Significativa, Plasticidad.

Abstract

Generally located on the slopes of the Gulf of Mexico and the Pacific, *Cecropia* is a genus of plant that has been traditionally used since pre-Hispanic times to treat various ailments in the population, mainly diabetes and hypertension. The traditional use of this plant will depend on the part of the plant that is used, the process to which it is subjected and the collection site from which it is obtained. Regarding the use of this plant for the treatment of diabetes, the literature has made it clear that there are two main compounds associated with this biological activity: chlorogenic acid and isoorientin, which have been found in the polar extracts of the leaves of *Cecropia* sp. For these reasons, it was decided to carry out an investigation to show the presence of these main compounds in two species of *Cecropia* (*C. peltata* and *C. obtusifolia*), to verify the phytochemical variabilities in their respective concentrations. The investigation made possible to identify chlorogenic acid and isoorientin both qualitatively and quantitatively, these compounds presented variations in relation to their concentration, species and collection area, in addition to this, a statistical test was carried out, which confirmed this variability, emphasizing that there is a significant difference in the



concentrations of both metabolites. These phytochemical variabilities may be associated with the plasticity of the plant, which derives from the conditions to which it may be exposed in its environment.

Keywords: *Cecropia*, Diabetes, Hypertension, Phytochemical Variability, Significant Difference, Plasticity.

Recibido: 03 de enero de 2023. Aceptado: 10 de marzo de 2023. Publicado: 14 de abril de 2023.

1. Introducción

Cecropia sp. se encuentra localizada generalmente en ambas vertientes de México, tanto en la vertiente del Golfo de México, como en la vertiente del Pacífico. Este género de plantas que se distribuyen desde Tamaulipas hasta Quintana Roo y desde Sinaloa hasta Chiapas, abarcando de esta manera, gran parte del territorio mexicano, de igual forma, *Cecropia sp.*, se extiende en diversas zonas de Centroamérica y Sudamérica. El “guarumo”, como comúnmente se le conoce en el estado de Tabasco, es una planta que ha sido usada tradicionalmente desde tiempos prehispánicos para tratar diversos padecimientos en la población, como son: diabetes e hipertensión principalmente. El uso tradicional de esta planta depende de la parte del vegetal que sea empleada, el proceso a la que sea sometida, además del sitio de recolección, del cual sea extraído[1].

Relativo al uso de este género plantas para el tratamiento de la diabetes e hipertensión, de manera empírica en la población mexicana, las investigaciones realizadas sobre la misma, han dejado en claro que son dos los compuestos principales con esta actividad biológica; el ácido clorogénico (AC) y la isoorientina (ISO) [1,2], los cuales se han encontrado en los extractos polares de las hojas de *Cecropia sp.*, constatando de esta manera, que existe relación entre la presencia de dichos compuestos y los beneficios que la población le adjudica a la planta. En la figura 1 se muestran las estructuras del AC y la ISO.

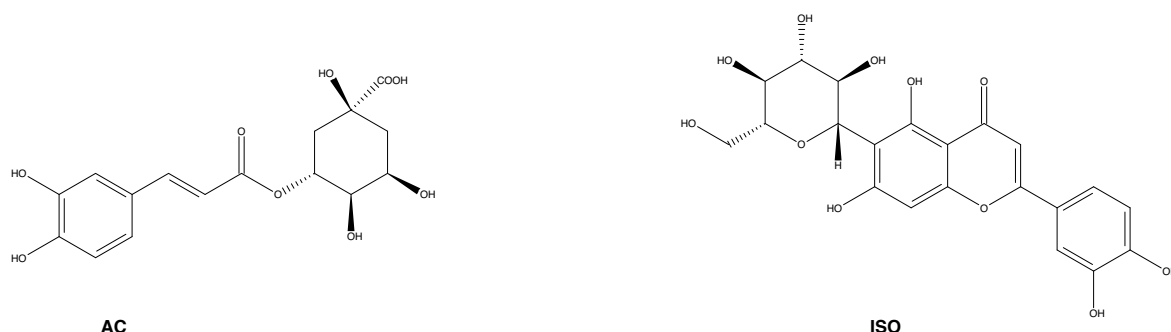


Figura 1. Estructuras del ácido clorogénico (AC) e isoorientina (ISO).

A pesar de que el género *Cecropia*, se ha utilizado en la medicina tradicional y de que existen reportes que han demostrado que AC e ISO, poseen propiedades antioxidantes [2], también existen investigaciones que mencionan que la composición química de las especies de esta planta, varía dependiendo de las regiones en donde crece, sobre todo en la concentración de los metabolitos

secundarios a quienes, como se mencionó anteriormente, se atribuyen sus propiedades terapéuticas.

En el estado de Tabasco, *Cecropia sp.*, se distribuye a lo largo de todo su territorio; sin embargo, los reportes etnobotánicos relativos a su uso como planta medicinal, por parte de la población tabasqueña, son casi nulos. Por lo anterior, se justifica realizar un estudio que permita estimar el grado de variabilidad en la composición química de las especies del género *Cecropia* que crecen en las diferentes regiones de Tabasco, con especial énfasis en los metabolitos activos mencionados.

2. Metodología

Se diseñó de manera consistente, un método que permitiera realizar la recolección de ejemplares de *Cecropia obtusifolia* (*C. obtusifolia*) y *Cecropia peltata* (*C. peltata*), en las cinco regiones del estado de Tabasco, para posteriormente, someter dichas muestras a un análisis por HPLC/DAD, para analizar de manera cualitativa y cuantitativa, la presencia de AC e ISO, que pudieran estar presentes en estas especies de plantas, posteriormente se analizó por medio de un método estadístico, si las diferencias encontradas son significativas. De manera resumida se muestra en la figura 2, un esquema con los pasos del proceso de metodología, los cuales se validaron para llegar a la obtención de los resultados.

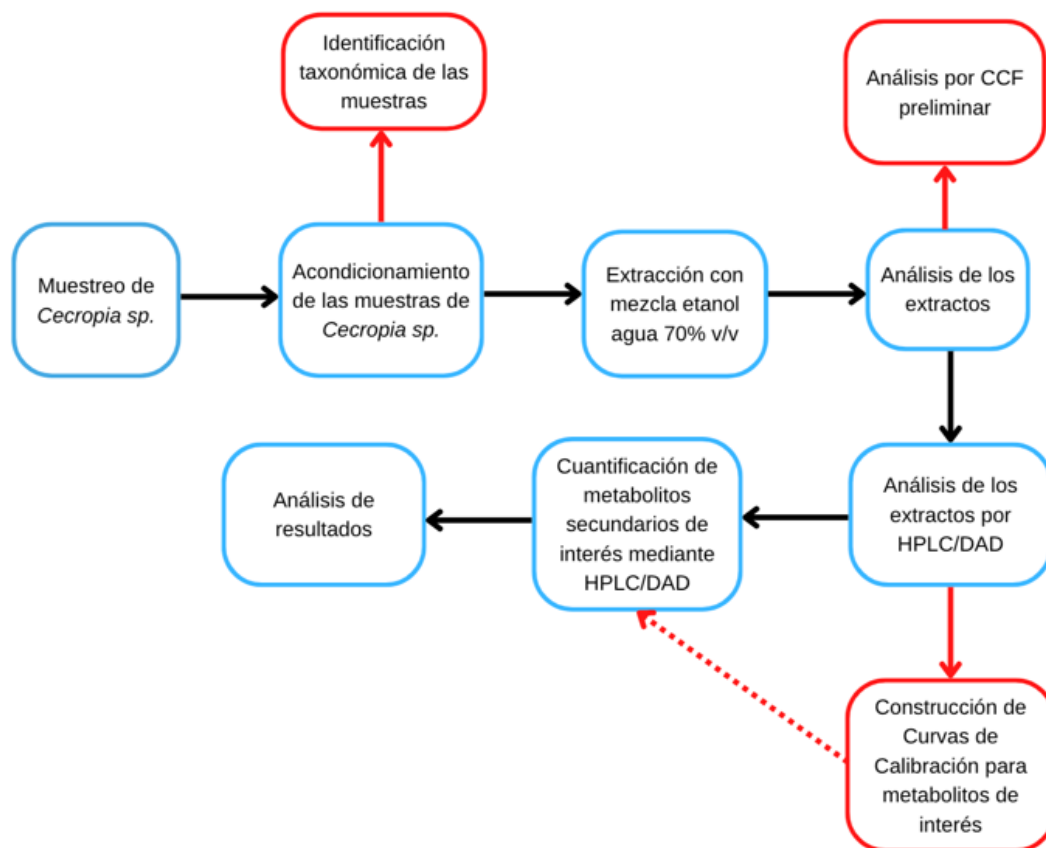


Figura 2. Esquema general de la metodología.

3. Resultados

Análisis por HPL/DAD

Se realizó la cuantificación de los metabolitos de interés (AC e ISO) en los cinco extractos hidroalcohólicos de *Cecropia sp.* de las regiones de Tabasco: Chontalpa, Centro, Pantanos, Ríos y Sierra. En las primeras cuatro regiones la identificación taxonómica arrojó que se trataba de ejemplares de *C. peltata*, mientras que en la región Ríos, la identificación taxonómica mostró que se trató de un ejemplar de *C. obtusifolia*. Las ubicación de los sitios de muestreo se presentan en la tabla 1.

Región	Municipio	Localización (Coordenadas)	Especie identificada
Chontalpa	Comalcalco	N 18°15'47.0916" / W 93°14'22.884"	<i>Cecropia peltata</i>
Centro	Jalpa de Méndez	N 18°11'50.046" / W 93°10'15.2544"	<i>Cecropia peltata</i>
Los Ríos	Tenosique	N 17°27'00.4464" / W 91°32'59.2296"	<i>Cecropia peltata</i>
Pantanos	Centla	N 18°32'22.8084" / W 92°38'11.7852"	<i>Cecropia peltata</i>
Sierra	Tacotalpa	N 17°27'28.2024" / W 92°46'46.2108"	<i>Cecropia obtusifolia</i>

Tabla 1. Ubicación de los sitios de muestreo.

Las muestras se corrieron en el equipo de HPLC/DAD y en los cromatogramas obtenidos se identificaron los picos respectivos para AC e ISO, tomando como referencia los tiempos de retención marcados por los estándares, a partir de ahí se realizaron los cálculos correspondientes y el análisis de los espectros UV-Vis de cada uno de los dos picos. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

A manera de ejemplo, en la figura 3 se presenta uno de los cinco resultados obtenidos del análisis por HPLC/DAD, de los cinco realizados para cada una de las regiones del estado de Tabasco.

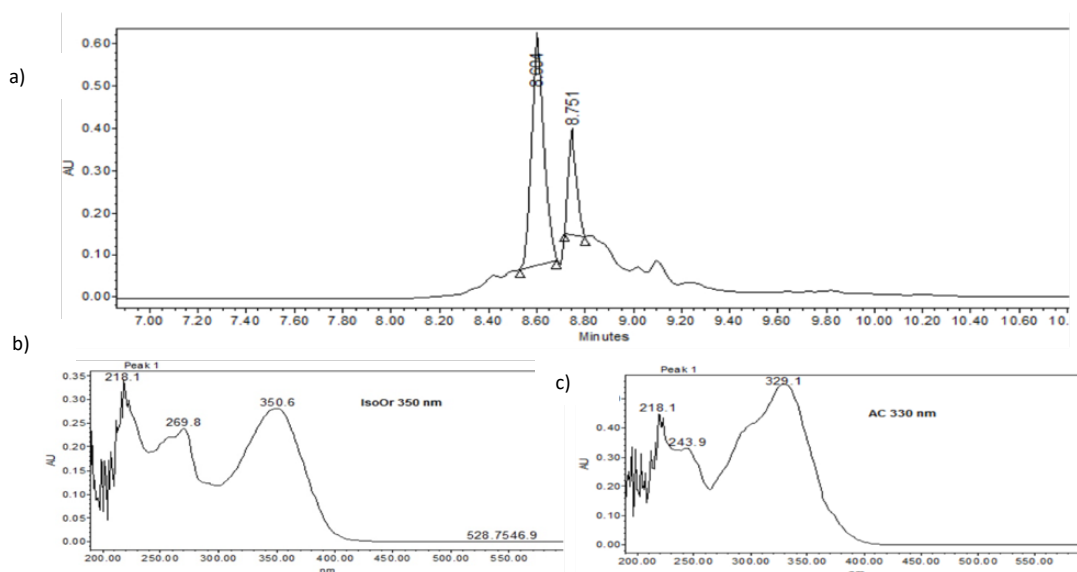


Figura 3. a) Cromatograma modelo para el análisis de AC e ISO en muestras de *Cecropia sp.* del estado de Tabasco. b) Espectro UV-Vis del pico cromatográfico correspondiente a ISO. c) Espectro UV-Vis del pico cromatográfico correspondiente a AC.



Se observa en el cromatograma (figura 3a), la presencia de AC e ISO, esto debido a los tiempos de retención que presentan cada uno de los dos picos característicos para dichos metabolitos, los cuales fueron definidos por los estándares de los mismos. De igual manera se identificaron las absorbancias características en los espectros UV-Vis para AC e ISO. En el primer espectro (figura 3b) se observan las bandas características para ISO en 218.1, 269.8 y 349.4 nm y en el segundo espectro (figura 3c) se observan las bandas características para el AC en 220.4 y 327.9 nm. La cuantificación de los metabolitos se realizó a partir de curvas estándar de cada uno de los compuestos de interés y se expresaron como porcentajes en relación al peso de muestra seca. Se calculó la desviación estándar de tres determinaciones. Los resultados de estas determinaciones se presentan en la figura 4. El cálculo del índice AC/ISO se realizó dividiendo el porcentaje promedio de ácido clorogénico entre el porcentaje promedio de isoorientina de cada una de las muestras analizadas, como se muestra en la figura 5.

4. Interpretación de Resultados

Al analizar los promedios de los porcentajes de ambos metabolitos secundarios que se muestran a continuación, es posible realizar un análisis de la variación de las concentraciones de AC e ISO por especie y por región. Así, se observa para *C. peltata*, que en el caso de AC, las muestras de las regiones Chontalpa y Pantanos tienen una concentración por encima del 20%, mientras que en Centro y Los Ríos, está por debajo del 10%. En el particular caso de *C. obtusifolia* en la región Sierra, se presenta la concentración de AC por debajo del 5%.

En el caso de ISO, para *C. peltata* en Los Ríos y Pantanos, se presenta que las concentraciones máximas están por encima del 10%; por su parte, en Chontalpa y Centro, se observa que son menores al 10%. Nuevamente para el caso de *C. obtusifolia* en la región Sierra, se tiene una concentración que está apenas por encima del 5%.

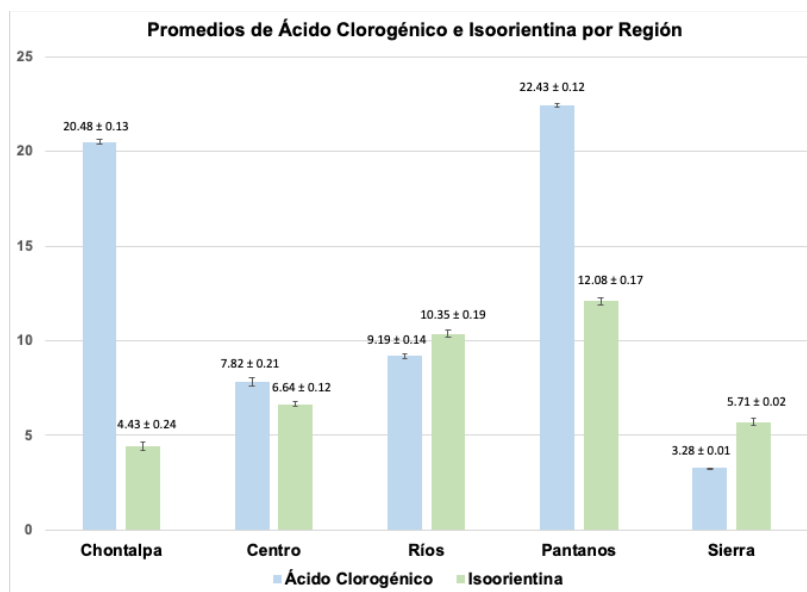


Figura 4. Porcentajes promedio de AC e ISO en las muestras analizadas de *Cecropia sp* recolectada en las cinco regiones del estado de Tabasco.

De esta forma, se observa que AC e ISO, presentan una variabilidad de sus concentraciones, respecto a su ubicación para la misma especie (*C. peltata*), en las regiones Chontalpa, Centro, Los Ríos y Pantanos, además, *C. obtusifolia* de la región Sierra, presenta concentraciones relativamente menores de los metabolitos de interés. Tanto los hallazgos encontrados para la variabilidad fitoquímica de carácter regional en una misma especie, como la variabilidad fitoquímica entre diferentes especies del mismo género coinciden con lo reportado en la literatura [2,3,4] y de hecho, muestran diferencias con el comportamiento de *C. obtusifolia* y *C. peltata* en la Península de Yucatán, en donde se reportó que es en la especie *C. obtusifolia* en donde hay mayor cantidad de AC e ISO [5].

Por otro lado, se realizó el cálculo de índice de proporción entre AC e ISO, en las muestras de las cinco regiones analizadas. El cual se muestra en la figura 5.

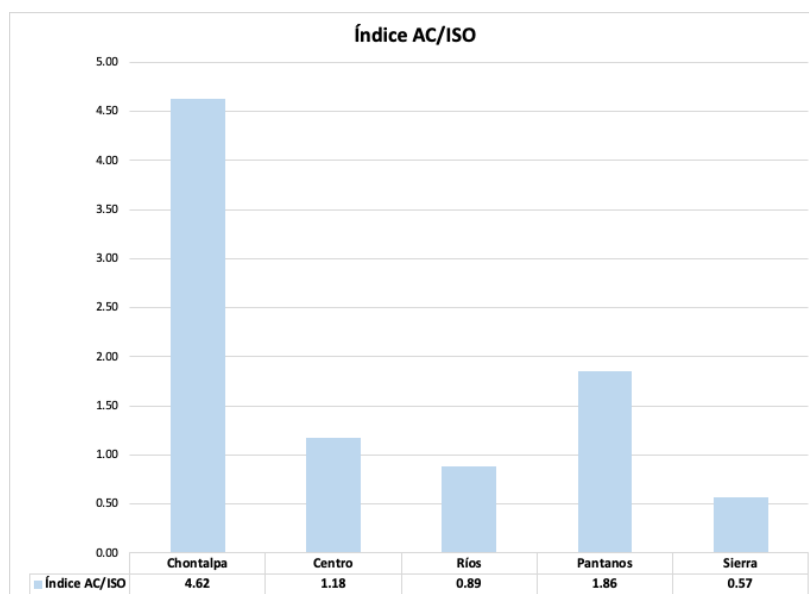


Figura 5. Valor del índice de las concentraciones AC/ISO en las muestras analizadas de *Cecropia sp* recolectada en las cinco regiones del estado de Tabasco.

Se observa para el caso de *C. peltata*, que las proporciones de AC son mayores a ISO en Chontalpa, Pantanos y Centro. Siendo Chontalpa la región con la mayor proporción de AC, presentando más de cuatro veces la concentración de este metabolito en relación a ISO, seguida de Pantanos, con casi dos veces más AC que ISO y Centro en donde la concentración de AC es 1.18 veces la de ISO.

En el caso de Los Ríos la proporción de AC es ligeramente menor a la concentración de ISO, ya que el índice toma un valor de 0.89. Para *C. obtusifolia*, de la región Sierra, se encontró que se tiene una menor proporción de AC en comparación a ISO, ya que el índice presenta un valor de 0.57. Estas variaciones en las proporciones de los dos metabolitos, se han encontrado en otras partes del país, como en los estados de Veracruz y Yucatán, sin que se vea afectada la actividad antidiabética atribuida a estas plantas [2,5].



Para corroborar si las diferencias encontradas son estadísticamente significativas, se realizó una prueba t-Student comparando los promedios de cada metabolito en las cinco regiones [6]. El nivel de confianza empleado fue del 95% ($p < 0.05$). Se encontró que las diferencias encontradas son estadísticamente significativas.

La variabilidad fitoquímica encontrada para *C. peltata* y *C. obtusifolia* en las cinco regiones del estado de Tabasco, pueden atribuirse a diversos factores. En primer lugar aunque se buscaron ejemplares de plantas adultas, el rango de edades de las plantas analizadas ronda entre los 7 y 15 años, por lo que podría haber diferencias metabólicas entre los individuos [3,7].

El nivel de intervención humana puede ser otro factor importante, ya que la mayoría de los especímenes presentaban una tasa de actividad antropogénica moderadamente alta, modificando físicamente a la planta, lo cual se determinó por la presencia de cortes en sus tejidos vegetales. Además, se debe considerar la relación de las plantas con la fauna del sitio, ya que en todos los lugares de muestreo, se encontraron evidencias de relaciones con la fauna silvestre y doméstica del área. De esta manera, la planta podría buscar el desarrollo de métodos de defensa contra ataques físicos o contra posibles depredadores o bien, adaptarse a un posible relación simbiótica con su entorno [8,9].

De igual manera, la cercanía a cuerpos de agua en general, podría considerarse como otra variable, ya que al estar la planta cerca del agua, puede obtener los nutrientes necesarios para desarrollarse plenamente y de esta manera influir en las diferencias en la composición de sus metabolitos secundarios [10,11]. Todos estos aspectos son importantes y deben considerarse en el diseño de futuras investigaciones.

5. Conclusiones

Mediante el análisis cromatográfico, se mostró la presencia de AC e ISO en las muestras analizadas para cada región. Dentro de los resultados obtenidos, se mostraron diferencias entre las concentraciones de los metabolitos de interés. En la prueba estadística t-Student realizada, se demostró que las diferencias entre las concentraciones de AC e ISO, son significativas, es decir, todas las muestras son distintas en cuanto a concentración de ambos metabolitos.

De igual manera, se observó que las concentraciones de AC en *C. peltata* son mayores en comparativa con *C. obtusifolia*, pero en el caso de ISO en *C. peltata*, sus variaciones son menos consistentes, para diferenciar entre regiones y entre especies. El cálculo de los índices AC/ISO, demostraron que en tres regiones de *C. peltata*, la proporción de AC es mayor a ISO, aunque en una región de *C. peltata* es ligeramente menor. En el caso de *C. obtusifolia*, es más evidente que la proporción de AC es menor a ISO.

Se puede atribuir la variabilidad de las concentraciones de AC e ISO a múltiples factores que intervienen con la planta, mismos que pueden causar cambios en ella, por lo que, la planta se verá obligada a adaptarse a las distintas condiciones en las que se encuentra y por ende, la producción de metabolitos en la planta se ajusta a dicha adaptación. Las variaciones que se presentan pueden ser atribuidas a diversos factores ambientales y geográficos, como son: la influencia de la actividad humana, la adaptación al clima del sitio, al tipo de suelo y a la disponibilidad de agua que pueda



presentarse, así como la ubicación de la planta en cuanto a su altitud sobre el nivel del mar, la cercanía a efluentes, mantos acuíferos o la costa, entre otros.

Particularmente, los resultados obtenidos también muestran la necesidad de profundizar en el análisis fitoquímico de las especies de *Cecropia* de la planicie tabasqueña.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y al Centro de Investigación Biomédica del Sur del IMSS por los espacios otorgados en la elaboración de este trabajo.

7. Bibliografía

- [1] Cadena Zamudio J. D., Nicasio Torres M.P., Guerrero Analco J. A., Ibarra Laclette E. (2019). Ethnopharmacological studies of *Cecropia obtusifolia* (Urticaceae) and its importance in the treatment of type 2 diabetes mellitus: A mini review. *Acta Botánica Mexicana*, 126: e1361. Doi: 10.21829/abm126.2019.1361.
- [2] Nicasio P., Santamaría L., Aranda E., Ortiz S., González M. (2005). Hypoglycemic effect and chlorogenic acid content in two *Cecropia* species. *Phytotherapy Research*, 19: 661-664. Doi: 10.1002/ptr.1722.
- [3] Leticia Ricciardi Ricciardi G. A. (2006). Variaciones fitoquímicas en aceites esenciales de especies medicinales del NE argentino: *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. Var. *Gratissima*; *Aloysia virgata* var. *platyphylla* (Briquet) Moldenke y *Lippia alba* (Miller) N.E. Brown. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste.
- [4] Bang, J. H., Lee K. J., Jeong W. T., Han S., Jo I. H., Choi S.H., Cho H., Hyun T. K., Sung J., Lee J. (2021). Antioxidant Activity and Phytochemical Content of Nine Amaranthus Species. *Agronomy*, 11: 1032. Doi: 10.3390/agronomy11061032.
- [5] Andrade-Cetto A., Cárdenas R., Ramírez R. B. (2007). Hypoglycemic Effect of *Cecropia peltata* L. on N5-STZ Type 2 Diabetic Rats. *Pharmacologyonline*, 3: 203-210.
- [6] Daniel W. W. (2016). Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ta. Edición. Editorial Limusa Wiley, Ciudad de México, México. 665 pp.
- [7] El-Nakhel C., Pannico A., Graziani G., Kyriacou M. C., Giordano M., Ritieni A., De Pascale S., Rouphael Y. (2020). Variation in Macronutrient Content, Phytochemical Constitution and In Vitro Antioxidant Capacity of Green and Red Butterhead Lettuce Dictated by Different Developmental Stages of Harvest Maturity. *Antioxidants*, 9: 300. Doi:10.3390/antiox9040300.
- [8] García R. Y., Bravo M. Á., Martínez D. Y., Torres G. G., Espinoza G. F. (2019). Variación Fitoquímica Defensiva en Ecosistemas Terrestres. En: J. C. Rojas y E. A. Malo (eds.). *Temas Selectos en Ecología Química de Insectos*. Editorial: ECOSUR, San Cristobal de las Casas, Chiapas, México. 446 pp.
- [9] Yousefzadeh S., Abedi R., Mokhtassi B. A., (2021). Which environmental factors are more important for geographic distributions of *Thymus* species and their physio-morphological and phytochemical variation? *Arabian Journal Geosciences*, 14: 1864 Doi: 10.1007/s12517-021-08253-2.
- [10] Esmaeilia H, Javad H. A. K., Saharkhiza M. J. Samad, Ebrahimic N. (2019). Variation in the phytochemical contents and antioxidant activity of *Glycyrrhiza glabra* populations collected in Iran. *Industrial Crops and Products*, 137: 248-259. Doi: 10.1016/j.indcrop.2019.05.034.



[11] Behdad A., Mohsenzadeh S., Azizi M. (2020). Comparison of phytochemical compounds of two *Glycyrrhiza glabra* L. populations and their relationship with the ecological factors. Acta Physiol Plant, 42: 133. Doi: 10.1007/s11738-020-03121-0.