

Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante de extractos foliares de *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae).

Total phenol content and antioxidant activity of *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae) foliar extracts.

Kendry. P, Hernández- Herrera^{1*} ; José. A, Salgado-Chávez¹

Recibido para publicación: 19 de octubre de 2022 - Aceptado para publicación: 24 de octubre de 2022

RESUMEN

El departamento de La Guajira (Colombia) presenta gran diversidad de especies vegetales, entre éstas, especies halófilas y psamófilas como *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br., la cual se distribuye en la zona costera del departamento. Se desconocía si *I. pes-caprae* produce fenoles en concentraciones lo suficientemente altas, bajo las condiciones ambientales de La Guajira, como para considerar su aprovechamiento; por ende, el objetivo de esta investigación fue establecer la influencia de los periodos climáticos sobre la producción de fenoles totales y el potencial antioxidante de los extractos foliares de esta especie. Se tomaron muestras de tejido foliar durante un año y se sometieron a extracción con metanol. Para establecer la concentración de fenoles totales se utilizó el método de Folin-Ciocalteu y se correlacionó con la precipitación y temperatura mensual. También se estimó el porcentaje de inhibición de los extractos sobre el radical DPPH. Los resultados obtenidos evidenciaron que el contenido de fenoles varió durante todo el año, siendo febrero de 2019 donde se presentó la mayor concentración de estas sustancias (18,41%), coincidiendo con un periodo de bajas precipitaciones y menor temperatura. Por otra parte, la actividad antioxidante de los extractos fue de 83,79%. Se concluyó que la temperatura afecta parcialmente la concentración de fenoles totales, mientras que la precipitación no tuvo efectos significativos; además, este estudio comprueba la posibilidad de utilizar *I. pes-caprae* como fuente de sustancias con actividad antioxidante de bajo costo y se constituye como base para proyectar futuras investigaciones dirigidas a la evaluación y aprovechamiento de otras convolvuláceas presentes en La Guajira.

Palabras clave: Metabolitos secundarios, radicales libres, precipitación, temperatura.

¹Universidad de la Guajira, Colombia.

*Autor para correspondencia: Kendry. P, Hernández- Herrera
Email: kphernandez@uniguajira.edu.co

ABSTRACT

The department of La Guajira (Colombia) presents a great diversity of plant species, among these, halophilic and psamophilic species such as *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br., which is distributed in the department coastal area. It was unknown whether *I. pes-caprae* produces phenols in concentrations high, enough under La Guajira's environmental conditions, to consider its use; therefore, the aim of this research was to establish the influence of weather on total phenols production and antioxidant potential of foliar extracts. Leaf tissue samples were taken during one year and subjected to methanol extraction. To establish total phenols concentration, *Folin-Ciocalteu* method was used and correlated with rains and monthly temperature. Extracts percentage of inhibition on DPPH radical was also estimated. Results showed that phenols content varied throughout one year, with February 2019 showing the highest concentration (18.41%), coinciding with a low rainfall and lower temperature period. On the other hand, antioxidant activity of extracts was 83.79%. It was concluded that temperature partially affects the total phenols concentration, while rains did not have significant effects; in addition, this study verifies the possibility of using *I. pes-caprae* as a low-cost source of substances with antioxidant activity and constitutes a basis for future research aimed at the evaluation and use of other Convolvulaceae species present in La Guajira.

Key words: Secondary metabolites; Free radicals; Rainfall, Temperature.

Cómo citar

Hernández-Herrera, K. P. y Salgado-Chávez, J. A. 2022. Contenido de fenoles totales y actividad antioxidante de extractos foliares de *Ipomoea pes-caprae* (Convolvulaceae). *Temas Agrarios* 27(2): 354-365.
<https://doi.org/10.21897/ta.v27i2.3137>



Temas Agrarios 2022. Este artículo se distribuye bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>), que permite copiar, redistribuir, remezclar, transformar y crear a partir del material, de forma no comercial, dando crédito y licencia de forma adecuada a los autores de la obra.

Temas Agrarios. Julio - Diciembre 2022; Vol. 27. No. 2, pp. 354 - 365 | ISSN 2389-9182 | <https://doi.org/10.21897/ta.v27i2.3137>

INTRODUCCIÓN

La familia Convolvulaceae se encuentra distribuida a nivel mundial en zonas templadas y cálidas. Desde tiempos inmemoriales las especies del género *Ipomoea* han sido utilizadas con diferentes propósitos, entre los que se destacan sus usos nutricionales, medicinales, rituales y agrícolas (Devall, 1992; Cervantes *et al.*, 2019). Dentro de este género se encuentran especies halófitas como *Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br., la cual se distribuye en todas las zonas costeras del mundo y son aprovechadas en la medicina tradicional, como antiinflamatoria, inhibidora de colágenas y anticancerígena, debido a la presencia de compuestos fenólicos (Vidal *et al.*, 2018; Ahmad *et al.*, 2019; Romero, 2021; Akinniyi *et al.*, 2022).

Pese a lo anterior, el uso tradicional de algunas plantas con propiedades medicinales ha ido en descenso, siendo desplazadas por la medicina moderna (Salmerón *et al.*, 2020). La especie, *I. pes-caprae* crece abundantemente en la zona costera de la ciudad de Riohacha (La Guajira - Colombia); sin embargo, son constantemente podadas puesto que son consideradas arvenses. La importancia ecológica, biológica y cultural que presenta esta especie ha sido subestimada, ya que su uso como restauradora de suelos ha sido reconocido (Akinniyi *et al.*, 2022) y además se reporta como parte del legado etnobotánico de la comunidad indígena Wayúu localizada en el departamento de La Guajira (Rosado, 2009).

Actualmente las enfermedades producidas por daño oxidativo son más frecuentes y la producción de radicales libres se ha asociado con el envejecimiento celular y enfermedades degenerativas, como consecuencia de los desequilibrios fisiológicos que producen en la célula (estrés oxidativo) (Fuentes *et al.*, 2017).

Debido a lo anterior, ha incrementado la tendencia a consumir productos procesados de fácil acceso que ayuden a reducir el estrés oxidativo, en muchos casos desconociendo los efectos secundarios derivados de su consumo a largo plazo, como es el caso del hidroxitolueno butilado (BHT) y el hidroxianisol butilado (BHA) (Sasaki *et al.*, 2002).

En los últimos años el interés científico en plantas del género *Ipomoea* ha aumentado como consecuencia de los progresos en el conocimiento de las propiedades farmacológicas de varias especies pertenecientes al mismo género, muchas de estas propiedades relacionadas con el contenido de polifenoles (Kim *et al.*, 2019; Makori *et al.*, 2020; Franková *et al.*, 2022); sin embargo, la concentración de estas sustancias puede verse influenciada por la fenología, el clima y época de colecta, entre otros (Salgado *et al.*, 2020).

La especie *I. pes-caprae* produce y almacena compuestos con propiedades antioxidantes (Akinniyi *et al.*, 2022), lo cual ha sido reportado en otros géneros de *Ipomoea*, tales como *I. carnea* e *I. batatas* (Kobayashi *et al.*, 2019; De menezes *et al.*, 2022). Además, esta especie puede adaptarse a suelos con altos niveles de salinidad (Holguin *et al.*, 2021). Investigaciones de Malakar y Choudhury (2015), Kobayashi *et al.* (2019) y Salgado *et al.* (2020) indican una relación directa entre un mayor contenido de agua en el suelo y una mayor producción de compuestos fenólicos; mientras que como Qasim *et al.* (2017) argumentan que el estrés hídrico y las altas temperaturas inducen un aumento en la producción de estas sustancias.

La obtención de metabolitos secundarios a partir de especies vegetales se ha

consolidado como una fuente importante para el diseño y producción de fármacos con efectos paliativos y preventivos de enfermedades derivadas del estrés oxidativo (Luján *et al.*, 2010; Hernández *et al.*, 2019; Pérez *et al.*, 2021). Con la presente investigación se buscó establecer la variación en el contenido de fenoles totales en *I. pes-caprae* a lo largo de un año y correlacionar la concentración de estos con los periodos climáticos regentes en el municipio de Riohacha (La Guajira-Colombia), así como estimar el potencial antioxidante de sus extractos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo y definición de los periodos climáticos

Se tomaron muestras foliares de plantas de *I. pes-caprae*, notoriamente sanas y sin signos de herbívora, que crecían en estado silvestre en los espolones de las playas de la zona urbana del municipio de Riohacha (La Guajira), en las coordenadas N 11°33'6.64" - W 072°54'47.58". Las muestras fueron tomadas a partir de la parte media del tallo, con frecuencia mensual, durante el tiempo de estudio (septiembre 2018-agosto 2019). Después de la colecta el material biológico se transportó inmediatamente al Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad de La Guajira (Riohacha-Colombia), donde fueron procesadas. Los periodos climáticos fueron definidos a partir de los registros históricos y los datos climatológicos (precipitación y temperatura) publicados por el Instituto de Hidrología, Metodología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2019) para el área de estudio.

Durante el mes de agosto de 2019 se tomaron tres muestras del suelo (1,0 Kg por muestra) donde crecían las plantas y se determinaron diferentes variables

fisicoquímicas del mismo, tales como densidad aparente, textura, humedad gravimétrica, estructura, retención de humedad a 0,33 atm, pH, y conductividad eléctrica; siguiendo los protocolos de la sección de física de suelos del Laboratorio de Ciencias Ambientales de la Universidad de La Guajira. Al finalizar el muestreo las raíces de las plantas de estudio fueron extraídas y medidas en miras a asociar las estrategias adaptativas a las condiciones de estrés salino.

Obtención de los extractos foliares

En cada muestreo se colectaron seis hojas procedentes de tres plantas de *I. pes-caprae*, las cuales fueron empaquetadas en papel craft y secadas en horno durante 72h a 40°C, luego se maceraron, independientemente, en un mortero hasta obtener un pulverizado con tamaño de partícula igual o menor a 200µm, siguiendo la metodología de Fuentes *et al.* (2017). Los pulverizados fueron sometidos a extracción con metanol al 96% (relación 1:10) por dos horas y se filtró con papel filtro Whatman N° 4. Cada extracto se consideró una repetición.

Cuantificación de fenoles totales

La cuantificación de fenoles se hizo de acuerdo con lo establecido por la IAEA (2000), utilizando un espectrofotómetro UV-Vis Hach DR 5000. Los límites de detección y cuantificación del equipo fueron estimados como se describe en la guía tripartita armonizada de la International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (ICH, 2005), mediante el método basado en la desviación estándar del blanco y la pendiente de una curva de calibrado de ácido gálico construida para tal fin.

Se tomaron 21 µL de los extractos y se depositaron en tubos de ensayo, de manera independiente, se les adicionó agua destilada hasta un volumen 1,25 mL, posteriormente se les adicionó 625 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu (1N), se dejó reposar por 10 minutos y se adicionaron 3.125 µL de Na₂CO₃ al 20%, las mezclas fueron agitadas en vortex hasta homogenizar, se dejó reaccionar por dos horas en oscuridad y se midió la absorbancia a 760 nm. Los valores de absorbancia se utilizaron para establecer la concentración de polifenoles totales utilizando la ecuación de la curva de calibración ($y = 0,0271x + 0,0151$; $R^2 = 0,9931$) y el contenido de fenoles totales se expresó en porcentaje sobre una base de masa seca (0,5 g de muestra pulverizada), como equivalente de ácido gálico (%EAG).

Actividad Antioxidante

Se adicionaron 200 µL del extracto a tubos de ensayo que contenían 7.800 µL de una solución del radical 2,2- difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) a 60 µmol, recién preparada; inmediatamente se midió la absorbancia de cada preparación a una longitud de onda de 517 nm, se dejó reposar en la oscuridad por 30 minutos y se volvió a medir la absorbancia de las preparaciones. Se utilizó metanol (96%) como control negativo y como control positivo se utilizaron soluciones de ácido ascórbico a la misma concentración de polifenoles totales estimada en los extractos. Para establecer el porcentaje de inhibición de los extractos sobre el radical DPPH se utilizó la ecuación indicada por Roby *et al.* (2013), como se describe a continuación:

$$\% \text{ Inhibición} = \frac{Abs_{DPPH} - Abs_{muestra}}{Abs_{DPPH}}$$

Dónde: Abs_{DPPH} es la absorbancia del control negativo a $t = 0$ minutos y $Abs_{muestra}$ es la absorbancia de las muestras a $t = 30$ minutos.

Análisis Estadístico

Todos los experimentos se hicieron por triplicado. Los datos correspondientes a las concentraciones mensuales de polifenoles se analizaron mediante ANOVA y las medias fueron separadas mediante el test de Duncan; así mismo, se correlacionó el contenido de polifenoles con la precipitación y la temperatura media mensual mediante el coeficiente de correlación de Pearson. Para establecer la existencia de diferencias estadísticas entre los porcentajes de inhibición de las sustancias evaluadas sobre el radical DPPH se realizó la prueba t-student. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa estadístico SAS v. University®. Los datos obtenidos del análisis de suelo no fueron analizados estadísticamente y se usaron para establecer las condiciones estresantes en las que crecían las plantas de objeto de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de suelo y periodos climáticos.

Las plantas de *I. pes-caprae* presentaron crecimiento rastrero (Figura1). La adaptación a ambientes salinos no solo tiene efectos positivos sobre el crecimiento reproductivo, sino que además mejora el crecimiento vegetativo y la tasa fotosintética (Parra *et al.*, 2017; Guo *et al.*, 2018; Yuan *et al.*, 2019; Akinniyi *et al.*, 2022). Las plantas muestreadas permanecieron en estado de floración durante todo el tiempo de muestreo; sobre esto Guo *et al.* (2018) y Gao *et al.* (2022) indican que las especies halófitas muestran un aumento en el número de flores, disminución de esterilidad y alta calidad de la semilla en respuesta a las condiciones de alta salinidad; además presentan características morfoanatómicas y ultraestructurales que les permiten experimentar periodos de floración y fructificación más largos en condiciones salinas (Da Silva *et al.*, 2021).

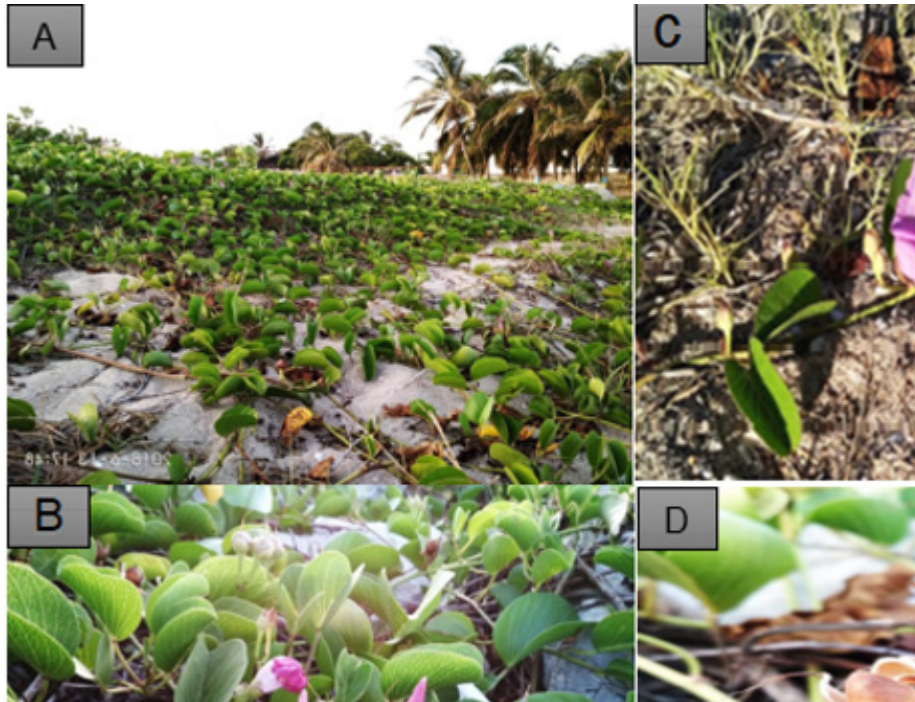


Figura 1. Plantas de *I. pes-caprae* creciendo en estado silvestre en el área de estudio **A.** plantas extendiéndose sobre los espolones, mostrando su hábito de crecimiento rastrero, **B.** Planta exhibiendo flores, **C.** Detalle de la flor, **D.** Detalle del fruto.

Las raíces principales presentaron forma cónica y múltiples raíces secundarias, así mismo, la longitud promedio fue de $44 + 4,24$ cm y su diámetro de $4,25 + 1,06$ cm. Según Devall (1992) las raíces primarias de *I. pes-caprae* son profundas, lo que le permite la fijación de arena, además es altamente tolerante al estrés salino generando protección frente al estrés hídrico; las raíces de esta planta son fundamentales en el proceso fisiológico como es el caso de la homeostasis iónica lo cual permite la supervivencia bajo condiciones de estrés salino (Liu *et al.*, 2020). Las especies halófitas suelen encontrarse en playas arenosas y sujetas a sustratos inestables, condiciones salinas, vientos intensos y alta luminosidad (Da Silva *et al.*, 2021), por lo que su supervivencia depende de algunas características propias de las mismas, entre éstas, la presencia de raíces profundas.

El análisis de suelo del lugar de colecta indicó que el mismo es alcalino (pH 9,05), con baja conductividad eléctrica (726 μ S), y baja humedad (7,31%); además presentó una alta densidad aparente (1,56 g/cm^3) y una textura arenosa con baja capacidad catiónica debido a la poca cantidad de arcilla y materia orgánica. Se ha reportado que *I. pes-caprae* presenta una alta eficiencia en la utilización de nutrientes y tiene una muy buena fijación a la arena, así mismo, a través de éstas se regula el estrés osmótico y concentraciones tóxicas de iones (Akinniyi *et al.*, 2022).

Durante los meses de septiembre a noviembre de 2018 se dio la ocurrencia de lluvias, lo cual coincidió con los reportes históricos, siendo octubre el mes más lluvioso (312,7 mm). El periodo seco se extendió desde el mes de diciembre de 2018 hasta agosto de 2019, no evidenciándose valores de precipitación significativos durante los meses de marzo a junio

(precipitación acumulada de 8,1mm), por lo que no hubo correspondencia con los registros históricos respecto al primer periodo lluvioso del año 2019 (Figura 2); por otra parte, las temperaturas más bajas se presentaron en los meses de enero a marzo de 2019 ($27,83 \pm 0,15$ °C) (figura 3).

En los meses de junio a agosto de 2019 las precipitaciones no superaron los 23,3 mm en total y en este mismo periodo se reportaron las mayores temperaturas con un promedio de $30,15 \pm 0,59$ °C durante todo el tiempo de estudio.

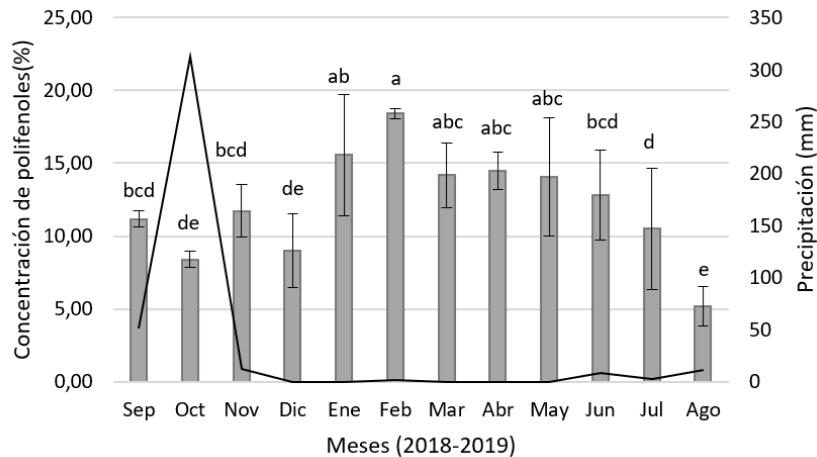


Figura 2. Variación en el contenido de fenoles totales (%) vs la precipitación (mm). Barras que presentan letras distintas indican diferencias estadísticas en la concentración de fenoles ($\alpha=0,05$). La línea continua representa las precipitaciones durante el tiempo de estudio.

Contenido de fenoles totales

Los resultados obtenidos evidenciaron que el contenido de polifenoles es variable durante todo el año y se correlaciona de forma negativa baja con las precipitaciones ($r = -0,36692$, $P_v = 0,2407$) y de forma negativa moderada con la temperatura ($r = -0,53093$, $P_v = 0,0757$), por lo que queda en evidencia que la precipitación no influye en el contenido de fenoles, mientras que la temperatura tiene un efecto moderado sobre esta variable, incrementándose la producción de fenoles cuando las temperaturas son relativamente más bajas. Estos resultados difieren de los encontrados en otras especies relacionadas *Ipomoea batatas* L y *Ipomoea aquatica*, en las cuales se evidenció una relación directa y proporcional entre la disponibilidad de agua para las plantas y la concentración de polifenoles (Malakar y Choudhury, 2015; Esan y Omilani, 2018; Kobayashi *et al.*, 2019).

Además, Qasim *et al.* (2017) afirman que la síntesis y la acumulación de polifenoles se facilita cuando la planta sufre estrés biótico/abiótico; ejemplos particulares son la salinidad, estrés hídrico y altas temperaturas, todas ellas presentes en el área donde crecen las plantas muestreadas.

La concentración de fenoles totales evidenciada durante los primeros meses de muestreo (septiembre de 2018 a enero de 2019) varió manteniéndose por debajo de 13%; sin embargo, se notó un incremento entre los meses de enero y febrero de 2019, alcanzando su máximo en este último mes (18,41%) (Figura 2), cuando la temperatura fue de $27,8 \pm 0,15$ °C. La producción más baja de fenoles se presentó en el mes de agosto de 2019 (5,20%) (Figura 3), coincidiendo con las temperaturas más altas registradas durante el tiempo de estudio ($30,9$ °C).

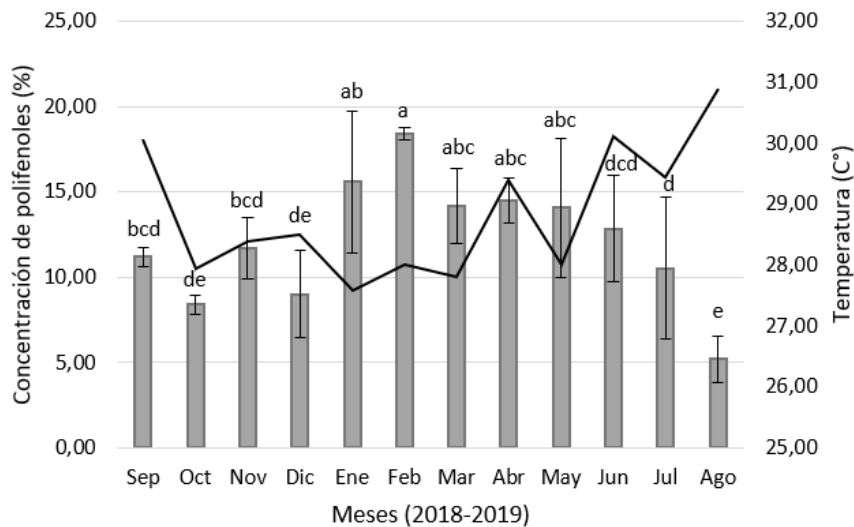


Figura 3. Variación en el contenido de fenoles (%) vs la temperatura (°C). Barras que presentan letras distintas indican diferencias estadísticas en la concentración de fenoles ($\alpha = 0,05$), donde la línea continua representa la variación de temperatura durante el periodo de estudio.

Yakkala y Rao (2019) encontraron que las altas temperaturas disminuyen la producción de polifenoles en *I. pes-caprae*, resultado del estrés por temperatura, lo que a su vez afecta el desarrollo de la planta. En este mismo sentido, Stanković *et al.* (2019) evidenciaron que las bajas temperaturas influyen significativamente en la composición de los polifenoles presentes en las especies halófitas, generando una mayor producción de compuesto fenólicos.

Entre los miembros de la familia Convolvulaceae la producción de fenoles en respuesta a los factores ambientales es variable; así, Saikia *et al.* (2018) reportan una correlación negativa y directamente proporcional entre la temperatura y el contenido de polifenoles en *I. carnea*, lo cual concuerda con los resultados de la presente investigación. Por otra parte, varios trabajos dejan en evidencia que las altas temperaturas influyen en el metabolismo celular pudiendo generar radicales libres en las células vegetales, lo cual obligaría a la planta a aumentar la producción de fenoles para combatir el estrés oxidativo (Da Silva *et al.*, 2021; Akinniyi *et al.*, 2022).

Fue notorio que la concentración de fenoles totales se mantuvo relativamente alta en comparación con la reportada en otros miembros de la familia Convolvulaceae como *Merremia aegyptia* (6,03%), *Ipomoea carnea* (13,26%), *Ipomoea batatas* (10,24%) (Atthamid *et al.*, 2020; Salgado *et al.*, 2020; De menezes *et al.*, 2022), por lo que se puede argumentar que las características del suelo también pudieron influir sobre la concentración de fenoles durante todo el año. Stanković *et al.* (2019) y Bueno *et al.* (2020) reportan que la salinidad y el tipo del suelo causan una mayor intensidad de síntesis y acumulación de metabolitos secundarios, generalmente compuestos fenólicos, para tolerar el estrés salino. Ehsen *et al.* (2017) y Messina *et al.* (2019) afirman que los compuestos fenólicos inciden en la protección de daños que son producidos por variables ambientales de tipo abiótico, mientras que otros compuestos fenólicos son utilizados en la defensa contra el daño causado por herbívoros y patógenos; es decir, el contenido de fenoles dependerá de las condiciones ambientales, además de las relaciones entre la planta y los herbívoros/patógenos.

Actividad antioxidante de los extractos

La actividad inhibitoria de los extractos de *I. pes-caprae* frente al radical DPPH se estimó en 83,79%, siendo cuatro veces mayor al ácido ascórbico (27,77%). El ácido ascórbico presenta actividad antioxidante y se ha utilizado de manera rutinaria como referente para establecer este tipo de bioactividad en otras sustancias. Muchos trabajos han demostrado que los compuestos fenólicos presentan una mayor actividad antirradical en comparación con el ácido ascórbico (Salas *et al.*, 2018; Vidal *et al.*, 2018; De menezes *et al.*, 2022). Akinniyi *et al.* (2022) demostraron que la actividad antioxidante de los extractos de *I. pes-caprae* fue de 55,3% mientras que la del ácido ascórbico fue de 28%, por lo cual concluyeron que los extractos foliares de esta especie tienen la capacidad de inhibir los radicales libres. En contraste, Qasim *et al.* (2016) evidenciaron que los extractos alcohólicos de *I. pes-caprae* tuvieron una actividad antioxidante de 32,11%, la cual puede considerarse baja a la luz de los resultados mostrados en otros trabajos donde se evaluó la misma especie.

Aparte de *I. pes-caprae*, en los últimos años se ha evaluado la actividad antioxidante de otras especies del género *Ipomoea*; así, Xi *et al.* (2015) obtuvieron extractos de *I. batatas* con actividad antioxidante 3,1 superior al ácido ascórbico y hasta 9,6 veces superior a compuestos fenólicos extraídos de semillas de uva (*Vitis vinifera*). Im *et al.* (2021) encontraron que los extractos foliares de *I. batatas* presentaron actividad inhibitoria de 62,20% contra el radical DPPH y Shah *et al.* (2021) determinaron la actividad antioxidante de *I. aquatica* frente a este mismo radical en 54%, además demostraron que el contenido de antioxidantes puede variar según el solvente en el que esté disuelto el extracto. De menezes *et al.* (2022) reportaron que los

extractos de hojas y flores de *I. carnea* presentaron actividad antioxidante de 13,26% frente al radical DPPH.

Matunog y Bajo (2013) afirman que existe una relación directa entre el contenido de fenoles y la actividad antioxidante, tal como se evidencia en el presente trabajo. Además, Selvam y Acharya (2015) indican que la actividad antioxidante puede cambiar dependiendo de factores genéticos y ambientales, al igual que la capacidad para inhibir radicales libres. Entre los factores con mayor influencia sobre esta variable se encuentran el tipo y concentración de la sustancia antioxidante, su peso molecular y el mecanismo de acción (Salgado *et al.*, 2020). Gálvez *et al.* (2013) reportan que los compuestos antioxidantes varían según el órgano o tejido, puesto a que existen diferencia en la capacidad de síntesis, acumulación y excreción de los mismos atendiendo a factores ambientales como la luminosidad y la evapotranspiración, entre otros.

CONCLUSIONES

El contenido de polifenoles totales de *I. pes-caprae* varía a lo largo del año en respuesta a las condiciones ambientales cambiantes propias de los periodos climáticos. Existe correlación moderada entre la temperatura promedio mensual y la concentración de fenoles totales. Contrario a otras especies de la misma familia, el contenido de polifenoles totales en *I. pes-caprae* no está influenciado por las precipitaciones. La fenología podría influir sobre el contenido de fenoles; sin embargo, esto no pudo ser evaluado, debido a que se muestrearon plantas adultas, las cuales permanecieron en estadio de floración durante todo el tiempo de muestreo. Los extractos foliares de *I. pes-caprae* presentaron alta actividad antioxidante

(83,79%) frente al radical DPPH, por lo que la presente investigación corrobora la posibilidad de utilizarla como fuente de fenoles con actividad antioxidante, pudiendo considerar su aprovechamiento bajo las condiciones ambientales de Riohacha (La Guajira-Colombia).

Conflicto de intereses

Los autores declaran que es un trabajo original y no existió conflicto de intereses de ningún tipo en la elaboración y publicación del manuscrito.

REFERENCIAS

- Ahmad, M., Attiq-ur-Rehman, S., Tareen, R., Khan, N. Baqi, A. y Manan, A. 2019** Qualitative and quantitative determination of phytochemicals in *Convolvulus leiocalycinus* and *Haloxylon griffithii*. *Pure and Applied Biology (PAB)* 8(1): 733-741.
- Akinniyi, G., Lee, J., Kim, H., Lee, J. y Yang, I. 2022.** A Medicinal Halophyte *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R. Br.: A Review of its Botany, Traditional Uses, Phytochemistry, and Bioactivity. *Marine Drugs* 20(5): 329.
- Atthamid, N., Yusuf, M., Indriati, S., Latief, M. y Rifai, A. 2020.** Kopigmentasi antosianin dan polifenol dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) menggunakan nakaseinat. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan* 5(2): 2760-2771.
- Bueno, M., Lendínez, M., Calero, J. y Del Pilar Cordovilla, M. 2020.** Salinity responses of three halophytes from inland saltmarshes of Jaén (Southern Spain). *Flora* 1(1): 2-12.
<https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151589>
- Cervantes, R., Barragán, M & Chaquilla, G. 2019.** Evaluación de antioxidantes en el té de hojas de camote morado (*Ipomoea batatas* L.). *Revista Tecnología en Marcha* 32(4): 51-59.
- Da Silva, B., Victório, C. y Arruda, R. 2021.** Anatomical and Micromorphological Traits in Leaf Blade of Halophytes from a Brazilian Sandy Coastal Plain. *Handbook of Halophytes: From Molecules to Ecosystems towards Biosaline Agriculture* 933-962.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-57635-6_30
- De menezes, A., Ventura, M., de Souza Castro, C., Taques, A. y Alves, I. 2022.** Phytochemistry and biological activities of the floral hydroethanolic extract of *Ipomoea carnea* Jacq. (Convolvulaceae). *Brazilian Journal of Science* 1(2): 1-5.
- Devall, M. 1992.** The biological flora of coastal dunes and wetlands. 2. *Ipomoea pes-caprae* (L.) Roth. *Journal of Coastal Research* 8(2): 442-456.
- Ehsen, S., Rizvi, R., Abideen, Z., Aziz, I., Gulzar, S., Gul, B., Khan, M. y Ansari, R. 2017.** Physiochemical responses of *Zaleya pentandra* (L.) Jeffrey to NaCl treatments. *Pak. J. Bot.* 49(3): 801-808.
- Esan, V. y Omilani, O. 2018.** Evaluación de cuatro variedades de camote (*Ipomoea batatas* L.) para determinar su adaptabilidad y productividad en Iwo, estado de Osun. *Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research* 1(1): 1-8.
- Franková, H., Šnirc, M., Jančo, I., Čeryová, N., Ňorbová, M., Lidiková, J. y Musilová, J. 2022.** Total polyphenols and antioxidant activity in sweet potatoes (*Ipomoea batatas* L.) after heat treatment. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences* 11(6): e5356-e5357.
- Fuentes, J., Gordo, D., Reyes, S. y González, O. 2017.** Efecto del estado de maduración sobre el contenido de polifenoles totales en frutos de *Solanum marginatum*. *Investigación, Innovación, Ingeniería* 3 (2): 86-97.
<https://doi.org/10.24267/23462329.220>

- Gálvez, J., Sánchez, R., Ruiz, Y., Molina, Y. y De la Torre, M. 2013.** Antioxidant potential of phenolic extracts of *Theobroma cacao* L.(cocoa). Revista Cubana de Planta Medicinales 18(2): 201-215.
- Gao, Lu, LI Xiangge, QI Hengnian, Zang Ying, JIA Liangquan, Zhao Guangwu, Tang Qizhe, Zheng Wen. 2022.** Advances in seed respiration detection and its application. Journal of Zhejiang A&F University.
- Guo, J., Li, Y., Han, G., Song, J. y Wang, B. 2018.** NaCl markedly improved the reproductive capacity of the euhalophyte *Suaeda salsa*. Funct. Plant Biol. 44: 350-361.
<https://doi.org/10.1071/FP17181>
- Hernández, S., Marino, L., Isern, D., Coria, I. y Irurzun, I. 2019.** Flavonoides: aplicaciones medicinales e industriales. Invenio 22: 11-27.
- Holguin, R. J., Medina, D., Ghasemi, M. y Rueda, E. O. 2021.** Salt tolerant plants as a valuable resource for sustainable food production in arid and saline coastal zones. Acta Biológica Colombiana 26(1): 116-126.
- Im, Y., Kim, I. y Lee, J. 2021.** Phenolic composition and antioxidant activity of purple sweet potato (*Ipomoea Batatas* (L.) Lam.): Varietal comparisons and physical distribution. Antioxidants 10(3): 462.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). 2019.** Tiempo y clima. www.ideam.gov.co/web/tiempo_y_clima.
- International Atomic Energy Agency (IAEA). 2000.** Quantification of tannins in tree foliage. FAO/IAEA working document, Viena (Austria), 26 p.
- International Conference on Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use (ICH). 2005.** ICH Harmonised Tripartite Guideline, validation of analytical procedures: text and methodology Q2(R1). Current Step 4 version, Parent Guideline dated 27 October 1994 (Complementary Guideline on Methodology dated 6 November 1996 incorporated in November 2005), Unión Europea, 17 p.
- Kim, M. Y., Lee, B. W., Lee, H. U., Lee, Y. Y., Kim, M. H., Lee, J., Kim, M, Lee J, Lee B, Woo, K. y Kim, H. J. 2019.** Phenolic compounds and antioxidant activity in sweet potato after heat treatment. Journal of the Science of Food and Agriculture 99(15): 6833-6840.
- Kobayashi, T., Kurata, R. y Kai, Y. 2019.** Seasonal Variation in the Yield and Polyphenol Content of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Foliage. The Horticulture Journal 88(2): 270-275.
- Liu, Y., Dai, X., Zhao, L., Huo, K., Jin, P., Zhao, D., Huo, K., Jin, P., Zhao, D., Zhou, Z., Tang., Xiao, S. y Cao, Q. 2020.** RNA-seq reveals the salt tolerance of *Ipomoea pes-caprae*, a wild relative of sweet potato Revista de Fisiología Vegetal, 255, 153-276.
<https://doi.org/10.1016/j.jpl-ph.2020.153276>
- Luján, C., Martínez, A., Ortega, J. y Castro, F. 2010.** Componentes químicos y su relación con las actividades biológicas de algunos extractos vegetales. Química Viva 9(2): 86-96.
- Makori, S. I., Mu, T. H. y Sun, H. N. 2020.** Total polyphenol content, antioxidant activity, and individual phenolic composition of different edible parts of 4 sweet potato cultivars. Natural Product Communications 15(7): 1-12.

- Malakar, C. y Choudhury, P. 2015.** Pharmacological potentiality and medicinal uses of *Ipomoea aquatica* Forsk: a review. *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 8(2): 60-63.
- Matunog, V. y Bajo, L. 2013.** Phytochemical screening and antioxidant potential of "Beach morning glory" *Ipomoea pes-caprae* (L.) roth leave extract. *Journal Multidisciplinary Studies* 1(1): 1-18.
- Messina, C., Renda, G., Laudicella, V., Trepos, R., Fauchon, M., Hellio, C. y Santulli, A. 2019.** From ecology to biotechnology, study of the defense strategies of algae and halophytes (from Trapani Saltworks, NW Sicily) with a focus on antioxidants and antimicrobial properties. *International journal of molecular sciences* 20(4): 2-18. <https://doi.org/10.3390/ijms20040881>
- Parra, V., Abdala, L., Téllez, P., Celaya, N., Salinas, L. y Alonso, C. 2017.** Fenología de floración y visitantes florales de especies herbáceas. *Ecología Funcional de la Reserva de la Biósfera de Ría Lagartos*, 6(1): 105-122.
- Pérez, Y., Amaro, D., Robledo, L., Martínez, M. y Rondón, A. 2021.** Caracterización fitoquímica y antibacteriana de cinco plantas arvenses presentes en la provincia de Matanzas, Cuba. *Centro Agrícola* 48(3): 32-42.
- Qasim, M., Abideen, Z., Adnan, M., Gulzar, S., Gul, B., Rasheed, M. y Khan, M. 2017.** Antioxidant properties, phenolic composition, bioactive compounds and nutritive value of medicinal halophytes commonly used as herbal teas. *South African Journal of Botany*, 110, 240-250.
- Qasim, M., Aziz, I., Rasheed, M., Gul, B. y Khan, M. 2016.** Effect of extraction solvents on polyphenols and antioxidant activity of medicinal halophytes. *Pak. J. Bot.* 48(2): 621-627.
- Roby, M., Sarhan, M., Selim, K. y Khalel, K. 2013.** Evaluation of antioxidant activity, total phenols and phenolic compounds in thyme (*Thymus vulgaris* L.), sage (*Salvia officinalis* L.), and marjoram (*Origanum majorana* L.) extracts. *Industrial Crops and Products* 43: 827-831. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.08.029>
- Romero, K. 2021.** Sobre las especies de *Ipomoea* (Convolvulaceae). *Centro* 13: 12-18.
- Rosado, J. 2009.** Farmacopea Guajira, Cosmovisión y usos de las plantas medicinales por los Wayuu. Editorial Gente nueva, Colombia. 460 p.
- Saikia, J., Sarmah, S., Bordoloi, P., Gogoi, C. y Goswamee, R. 2018.** Reductant free synthesis of silver-carbon nanocomposite using low temperature carbonized *Ipomoea carnea* stem carbon and study of its antibacterial property. *Journal of environmental chemical engineering* 6(4): 4226-4235.
- Salas, L., Borroel, V., Ramírez, M. y Moncayo, M. 2018.** Efecto de la adición de ácido ascórbico y té de composta en la producción y capacidad antioxidante de forraje hidropónico de maíz. *Nova Scientia* 10(1): 47-63.
- Salgado, J., Palacio, A. y Valero, N. 2020.** Actividad antioxidante e influencia del periodo climático sobre el contenido de polifenoles totales en *Merremia aegyptia*. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 18(2): 82-93.

- Salmerón, E., Garrido, J. y Manzano, F. 2020.** Worldwide Research Trends on Medicinal Plants. International Journal of Environmental Research and Public Health 17(10): 3376. [10.3390/ijerph17103376](https://doi.org/10.3390/ijerph17103376).
- Sasaki, Y. F., Kawaguchi, S., Kamaya, A., Ohshita, M., Kabasawa, K., Iwama, K. y Tsuda, S. 2002.** The comet assay with 8 mouse organs: results with 39 currently used food additives. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 519(1-2): 103–119. [10.1016/s1383-5718\(02\)00128-6](https://doi.org/10.1016/s1383-5718(02)00128-6)
- Selvam, N. y Acharya, M. 2015.** Review of *Ipomoea pes-tigridis* L.: traditional uses, botanical characteristics, chemistry and biological activities. Int. J. Pharm. Sci. Res 6: 1443-1448.
- Shah, P., Awasthi, H., Kunwar, K. y Kalauni, S. K. 2021.** Phytochemical analysis and antioxidant activity of *Ipomoea aquatica* from Ghodaghodi wet land area, Nepal. International Journal of Herbal Medicine 9(2): 23-27.
- Stanković, M., Jakovljević, D., Stojadinov, M. y Stevanović, Z.D. 2019.** Halophyte species as a source of secondary metabolites with antioxidant activity. En: Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Öztürk, M. (eds) Ecophysiology, Abiotic Stress Responses and Utilization of Halophytes. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3762-8_14
- Vidal, A.; Zaucedo, A. y de Lorena, M. 2018.** Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L.) y sus beneficios en la salud humana. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 19(2):132-146.
- Xi, L., Mu, T. y Sun, H. 2015.** Preparative purification of polyphenols from sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves by AB-8 macroporous resins. Food Chemistry 172: 166-174.
- Yakkala, G. y Rao, M. 2019.** Antibacterial activity of plant extracts and silver mediated nano particles of *Ipomoea pes caprae* and *Spinifex littoreus*. International Journal of BioPharma Research 8(3): 2514-2517.
- Yang, L., Wen, K., Ruan, X., Zhao, Y., Wei, F. y Wang, Q. 2018.** Response of plant secondary metabolites to environmental factors. *Molecules* 23(4): 762-764. <https://doi.org/10.3390/molecules23040762>.