

Artículo original

Análisis nutricional, estudio fitoquímico y actividad biológica de los extractos de las hojas de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Amaranthaceae).

Nutritional analysis, phytochemical study and biological activity of extracts from the leaves of *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. (Amaranthaceae).

Vielma Rosa Alba^{1*}, Morillo Marielba¹, Visbal Tomas¹, Pereira Dennise¹.

¹Departamento de Ciencia de los Alimentos, Grupo Ecología y Nutrición, Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, Mérida, 5101, Venezuela

Recibido: 20 de noviembre de 2025 – Aceptado: 20 de enero de 2026

RESUMEN

Amaranthus dubius Mart. ex Thell. (Amaranthaceae), conocido como bleo o amaranto, es considerado un cultivo funcional por poseer un potencial para uso alimenticio. El objetivo de esta investigación fue estudiar la composición nutricional y fitoquímica de la harina de las hojas, la actividad antioxidante y toxicidad sobre *Artemia salina* de los extractos de las hojas de esta especie, recolectada en Socopó estado Barinas, Venezuela. El estudio nutricional realizado en base seca reveló que la harina de *A. dubius* tiene un contenido de proteína (28,55 %), cenizas (15,72 %) carbohidratos (55 %) y lípidos (0,54 %). El análisis fitoquímico preliminar mostró la presencia de esteroides en el extracto hexanoico; esteroides, polifenoles, saponinas en el diclorometanoico y alcaloides, esteroides, terpenos, polifenoles, saponinas, y taninos en el etanólico. Con respecto a la toxicidad sobre *A. salina*, la DL₅₀ del extracto etanólico de las hojas de *A. dubius* fue de 2741,82 µg/mL considerado relativamente inocuo según el CYTED. La actividad antioxidante fue determinada empleando el método de DPPH a 517 nm, mostrando un IC₅₀ de 2,23 mg/mL, con un porcentaje de inhibición (% I) de 37 % a la concentración de 1,0 mg/mL, comparado con 96,4 % del ácido ascórbico a 0,176 mg/mL.

PALABRAS CLAVE

Amaranthus dubius, Amaranthaceae, composición nutricional y fitoquímica, actividad antioxidante, ecotoxicidad.

ABSTRACT

Amaranthus dubius Mart. ex Thell. (Amaranthaceae), known as pigweed or amaranth. It is considered a functional

crop because it has potential for food use. The objective of this research was to study the nutritional and chemical composition of leaf flour, the antioxidant activity, and the toxicity against *Artemia salina* of leaf extracts from this species, collected in Socopó, Barinas State, Venezuela. The nutritional study, conducted on a dry weight basis, revealed that *A. dubius* flour has a protein content (28.55%), ash content (15.72%), carbohydrate content (55%) and lipid content (0.54%). The preliminary phytochemical analysis showed the presence of sterols in the hexanoic extract; sterols, polyphenols, and saponins in the dichlorometanoic extract; and alkaloids, sterols, terpenes, polyphenols, saponins, and tannins in the ethanolic extract. Regarding toxicity to *A. salina*, the LD₅₀ of the ethanolic extract of *A. dubius* leaves was 2741.82 µg/mL, considered relatively harmless according to CYTED. Antioxidant activity was determined using the DPPH method at 517 nm, showing an IC₅₀ of 2.23 mg/mL, with a percentage of inhibition (% I) of 37% at a concentration of 1.0 mg/mL, compared to 96.4% for ascorbic acid at 0.176 mg/mL.

KEY WORDS

Amaranthus dubius, Amaranthaceae, nutritional composition and phytochemistry, antioxidant activity, ecotoxicity.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han estudiado las propiedades de las plantas en busca de alternativas de componentes nutricionales que puedan ser consumidos tanto por los animales como por el humano; una especie muy investigada ha sido el *Amaranthus dubius*, que debido a sus cualidades y características agronómicas ha despertado un gran interés para ser empleada en la industria agroalimentaria; una de las razones es su excelente perfil de nutrientes, comparable con

los cereales [1, 2]. Esta planta pertenece a la familia Amaranthaceae, con más de 60 especies distribuidas en regiones tropicales y subtropicales. Existen especies del género *Amaranthus*, de las cuales 40 son nativas de América y 12 están presentes en Venezuela; una de ellas es el *A. dubius*, que se encuentra en ambientes secundarios y está altamente diseminada [2-4], considerándose un arvense de cultivos de subsistencia, como el maíz, sorgo y leguminosas. Debido a su adaptación a diferentes temperaturas y suelos secos, se ha vuelto relevante en el consumo humano y animal [5] por su alto contenido de nutrientes en hojas y semillas [2]. Estudios realizados indican que tiene un excelente índice en macronutrientes (12-22 % de proteínas y 6-13 % de lípidos), (9-14 % de fibra dietética), vitaminas, minerales y algunos compuestos fitoquímicos (polifenoles y fitoesteroles) [6-8], en comparación con otras fuentes vegetales. Además, tiene un alto contenido de lisina y metionina, aminoácidos que son considerados como limitantes en muchas proteínas vegetales [9].

La importancia del *A. dubius* se apoya en los beneficios que puede ofrecer esta planta, demostrando exceder valores nutricionales de alimentos convencionales con respecto a su grano, mientras que las hojas de la planta superan el porcentaje en proteínas, calcio, fósforo, hierro y ácido ascórbico en comparación con otras plantas. Por lo tanto, el uso del *A. dubius* radica en el consumo de sus dos formas típicas: como alimento en su forma de harina y la planta entera como alimento para el ganado [10]. Asimismo, en la alimentación humana se consumen sus semillas como cereal y sus hojas y tallos como verdura; se emplea también como planta forrajera en la alimentación de cerdos, ovinos, caprinos, vacunos, entre otros [2]. Dados los beneficios de esta especie, es importante realizar el estudio de los componentes de alto valor biológico, los cuales, a través de la extracción de compuestos bioactivos a partir del material vegetal, dependen en gran medida del tipo de disolvente utilizado en el procedimiento de extracción. En este contexto, para realizar la extracción de las hojas de *A. dubius*, se pueden utilizar solventes como etanol (polar), diclorometano (medianamente polar) y hexano (apolar), obteniendo metabolitos secundarios que son los compuestos responsables de las propiedades medicinales y farmacológicas de las plantas y pueden ser aprovechados en diferentes industrias [6,7].

Las especies *Amaranthus spp* están generando creciente interés para la nutrición humana y animal, aunque su uso es limitado debido al contenido de sustancias tóxicas y antinutricionales (oxalatos, fitatos, fenoles totales, taninos condensados, taninos hidrolizables y cianuro) [4]. En tal sentido, es importante la investigación de nuevas especies

vegetales para la contribución en la búsqueda de nuevos compuestos, pero algunas veces estos compuestos pueden causar efectos secundarios graves, convirtiéndose en ocasiones más nocivos que la enfermedad, por ello es necesario evaluar si los compuestos presentes en una especie vegetal son perjudiciales para la salud. Por tanto, la *Artemia salina* es una prueba estándar de toxicidad aguda a corto plazo, reproducible y repetible, por lo que este bioensayo es una herramienta valiosa como prueba de evaluación para categorizar la toxicidad de sustancias químicas o naturales [7]. El *A. dubius*, ha sido redescubierto como una planta multipropósito rica en nutrientes. La semilla se ha explorado como potenciadora de nutrientes en alimentos básicos; sin embargo, las hojas están subutilizadas [11]. Por tal razón, es indispensable el estudio de la harina obtenida de sus hojas, para identificar aspectos fundamentales como lo es el valor nutricional y a partir de los extractos de las hojas realizar el estudio fitoquímico y de su actividad biológica, con el fin de dar provecho total a la planta, siendo el caso de esta investigación.

Trabajos previos han reportado que diferentes partes de esta planta son ricas en fitonutrientes que participan en la inhibición de radicales libres [12,13]. Se han evaluado diversas especies de este género por sus propiedades antioxidantes, entre las que se incluyen *A. viridis* [14], *A. spinosus* [15,16], *A. hybridus* y *A. graecizans*. El análisis fitoquímico de estos vegetales, a partir de diversos hallazgos, reveló la presencia de metabolitos como flavonoides, alcaloides, taninos, compuestos fenólicos, saponinas y glucósidos [17], implicados en la actividad de eliminación de radicales libres, lo que hace que esta especie tenga interés nutricional y farmacéutico. Dutta y cols. (2025) [18], reportaron la importancia del amaranto en el manejo del estrés oxidativo, la inflamación, el cáncer, los trastornos hepáticos, la salud gastrointestinal y la diabetes. Los hallazgos indican el potencial de esta especie como agente nutracéutico y terapéutico gracias a su rico perfil nutricional y abundancia en carotenoides, minerales y antioxidantes.

Considerando lo antes expuesto, se estableció como objetivo confirmar la composición nutricional de la harina de las hojas de *A. dubius*, determinar sus principales componentes químicos presentes en los extractos de la hoja, la actividad antioxidante y la posible actividad ecotóxica de su extracto etanólico sobre los nauplios de *A. salina*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de la muestra: las hojas verdes, frescas y sin signos de deterioro de *A. dubius*, fueron recolectadas en la Parroquia Ticoporo del municipio Antonio José de Sucre, Sector Las Alcantarillas, a una altitud de 294 m.s.n.m., Socopó estado Barinas, Venezuela.

Determinación taxonómica: la identificación botánica la realizó el Dr. Pablo Meléndez, adscrito al Departamento de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos, de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes. Una muestra bajo el voucher N° 01 de fecha 31 de octubre de 2022, quedó depositada en el Herbario MERF Dr. José L. Ruiz Terán, de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis, de la Universidad de Los Andes.

Preparación de la muestra: el material vegetal recolectado (2000 g hojas), se sometió a un proceso de selección y luego secado en una estufa por convección (Felisa®, FE-292AD, Zapopan, México) a 45 °C durante 48 horas. Posteriormente, las muestras se pulverizaron en un molino de cuchillas (Oster®).

Valoración nutricional de *Amaranthus dubius* (bledo)

El análisis proximal de la muestra, se realizó según las metodologías oficiales de la AOAC (2023) [19]. La humedad se determinó en estufa por convección (Felisa®, FE-292AD, Zapopan, México) hasta peso constante según el método 925.10. La determinación de cenizas se hizo mediante la carbonización-incineración de las muestras en mufla a 550 °C según el método 923.03. Para la determinación de proteína cruda y grasa cruda se aplicó el método de micro-Kjeldahl (960.52) (digestor Labconco, 60011, USA) y el método de Soxhlet (920.39) (Velp® Scientifica, modelo SER 148-Solvent Extractor, Usmate (MB), Italia, respectivamente). El valor de los carbohidratos totales se obtuvo por diferencia según el método AOAC.

Preparación de los extractos vegetales.

Tres extractos de las hojas de *Amaranthus dubius* fueron obtenidos; extracto hexanoico (EHH), diclorometanoico (EDH) y etanólico (EEH) a partir de 38,85 g de muestra que se colocó en un balón de 250 mL con 150 mL de hexano (para extraer los componentes del material vegetal a través de maceración a temperatura ambiente por 72 horas), se filtró y se evaporó usando el rotaevaporador IKA RV 10 digital a 45 °C. Este procedimiento se realizó de igual manera utilizando la misma cantidad de muestra para los extractos con diclorometano y etanol, los cuales fueron almacenados en frascos herméticamente cerrados, previamente rotulados y tarados.

Estudio Fitoquímico de los extractos de las hojas de *Amaranthus dubius*.

Para la caracterización química de los metabolitos secundarios presentes en los extractos hexanoico, diclorometanoico y etanólico de las hojas de *Amaranthus dubius*, se efectuó una serie de pruebas químicas cualitativas siguiendo la metodología descrita por Marcano y Hasegawa (2002) [20].

Toxicidad del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *Amaranthus dubius*, sobre los nauplios (larvas) de *Artemia salina*.

La evaluación de toxicidad sobre *A. salina* es un método estándar que se basa en la determinación de la dosis letal 50 (DL₅₀), es decir, concentración que causa la muerte al 50 % de una población de nauplios, en 24 h [21].

Reactivos:

Los reactivos utilizados para evaluar la toxicidad del EEH frente a *A. salina*, de marca Sigma-Aldrich y Merck fueron: cloruro de sodio (NaCl), sulfato de magnesio hexahidratado (MgSO₄·6H₂O), cloruro de magnesio hexahidratado (MgCl₂·6H₂O), cloruro de potasio (KCl), bicarbonato de sodio (NaHCO₃), carbonato de sodio (Na₂CO₃), cloruro de calcio (CaCl₂) y dodecil sulfato de sodio (DDSS), levadura comercial y quistes del crustáceo *A. salina* (Brine Shrimp Egg. Artemia cysts O.S.I. Pro 100. Ocean Star International. INC. Snowville. UT 84336. EE.UU.).

Preparación de la solución marina.

En el desarrollo del bioensayo, primero se preparó una solución marina de aproximadamente 1000 mL (agua de mar artificial), que proporcionó las condiciones necesarias para el desarrollo de los nauplios de *A. salina*. Esta solución se mantuvo en aireación constante (burbujeo) 72 h previas al bioensayo, con la finalidad de oxigenar la misma [22, 23].

Eclosis de los quistes: al finalizar el tiempo de aireación de la solución marina (72 h), ésta se dividió en dos fioles con 500 mL en cada una. En una de las fioles se añadió alrededor de 200 mg de quistes, manteniendo una temperatura constante de 28 ± 2 °C por 48 h. En la otra fiola se colocó solución marina libre de nauplios, la cual se utilizó como disolvente para preparar las diferentes diluciones del extracto etanólico y llenado de las placas [24, 25].

Desarrollo de la prueba: en cada pozo de una placa de microtitulación, primero se colocaron 130 µL de solución salina (aireada), posteriormente se agregaron a cada pozo 10 µL de solución que contenían entre 10 y 15 nauplios de *Artemia salina*, luego se le adicionó 10 µL de una solución de levadura comercial (5 mg/mL) a cada pozo y se incubaron las placas en un área con iluminación permanente por 24 h para estimular su actividad metabólica. Finalmente, se colocó 50 µL del extracto etanólico, a distintas concentraciones (5, 25, 150, 500, 750, 1250 y 2500 ppm). El extracto se diluyó en solución salina: DMSO (9:1). Además, un grupo control negativo (con todos los elementos del ensayo, excepto la muestra a ensayar) y un grupo control positivo (DDSS 10 %) con seis réplicas para cada grupo fue incluido. El número de nauplios presentes inicialmente en cada pozo (NV) fueron registrados y al cabo de 24 h de

contacto con los extractos se realizó el conteo del número de nauplios muertos (NM). El porcentaje de letalidad se calculó mediante la siguiente ecuación [22, 24].

$$\% \text{ letalidad} = NM/NV * 100$$

La dosis letal 50 (DL₅₀) se determinó con un intervalo de confianza del 95 %, se usó el método de análisis Probit y el programa estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science) versión, 21.0 para Windows. La DL₅₀ del extracto evaluado según la toxicidad se clasificó, tomando como referencia las recomendaciones del Programa Iberoamericano de Ciencias y Tecnología para el desarrollo (CYTED) [22, 24, 25].

Actividad antioxidante método DPPH•

Todos los reactivos químicos utilizados, incluyendo los disolventes fueron de grado analítico. El reactivo DPPH• (2,2- difenil-1-picrilhidrazilo) es de Sigma-Aldrich, el ácido ascórbico y etanol marca Merck. Un espectrofotómetro UV-Visible Spectronic GeneSys 10 Bio fue utilizado, para evaluar el comportamiento de los extractos (EHH, EDH y EEH), como agentes antioxidantes. Para tal fin se siguió el procedimiento que se describe a continuación:

a) Tamizaje inicial

La evaluación de la capacidad antioxidante de los tres extractos de las hojas de *A. dubius*, se realizó siguiendo el ensayo del test de actividad secuestrante de radicales libres del 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•), según la metodología descrita [26-30].

Esta técnica consistió en preparar una solución madre de cada extracto, tomando 4 mg y disolviéndolo en 1 mL de etanol. El ensayo se realizó por triplicado, para tal fin, se prepararon tres tubos para cada extracto, que contenían 700 µL de DPPH• (6×10^{-2} mM) y 300 µL de la solución del extracto, se dejó en reposo en la oscuridad por 30 min. Posteriormente, se procedió a medir la absorbancia en el espectrofotómetro a 517 nm, y se determinó el porcentaje de inhibición (% I) del radical DPPH• para cada uno de los extractos.

b) Determinación del IC₅₀

Con los extractos que mostraron inhibición superior a 50 % a una concentración de 4 mg/mL, se preparó una solución madre a concentración de 1 mg/mL y a partir de la misma se prepararon varias diluciones (0,50; 0,25; 0,1; 0,05; 0,025 mg/mL) y se procedió a determinar la actividad antioxidante. La curva patrón con ácido ascórbico fue realizada, partiendo de una solución madre con una concentración de 1 mM (17,6 mg en 100 mL de etanol). El porcentaje de inhibición (% I) de radicales libres de DPPH•, se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\%I = \frac{(A_{DPPH} - A_{Extracto})}{A_{DPPH}} \times 100$$

En función de la concentración del analito, se calculó por regresión lineal para cada muestra la concentración inhibitoria 50 (IC₅₀). Por razones de claridad, los resultados fueron expresados en términos de 1/IC₅₀ o poder antiradicalario (ARP), es decir, a mayor valor de ARP, mayor será la eficiencia del extracto como antioxidante [26-30].

Estudio estadístico

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa IBM SPSS Statistic editor de datos, versión 21 para Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE.UU.). Para determinar diferencias estadísticas en cada uno de los analitos evaluados con la actividad antioxidante por el método de DPPH•, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) de una sola vía, como valores de media (n=3) y desviación estándar (SD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Valor nutricional:

Amaranthus dubius (bledo), es reconocida como una planta de alto valor nutricional [31]. El contenido de proteínas es uno de los indicadores más relevantes para determinar el potencial nutricional de un alimento [32], es por ello que la FAO lo ha posicionado como un superalimento, por ser una fuente crucial de proteínas, vitaminas y minerales, que, mediante su consumo, puede contribuir al fortalecimiento de la seguridad alimentaria y generar nuevas oportunidades económicas para las comunidades agrícolas [33].

En tal sentido, los resultados obtenidos en el análisis proximal en base seca de la harina de *A. dubius*, revelaron un 28,55 % de proteína, 55 % de carbohidratos, 15,72 % de cenizas, 0,54 % de lípidos (Tabla 1). Con respecto al contenido de proteínas, resultó mayor a la reportada por Montero y col. (2011) [2], Arellano y col. (2004) [34] y Acevedo y col. (2007) [3], que fue de 26,34 %, 22,12 % y 24,82 % respectivamente, mientras que fue menor a la conseguida por Olusanya y col. (2023) [35] de 31,56 %. Así mismo, la cantidad de carbohidratos fue elevada al compararla con la reportada por Olusanya y col., (2023) 41,6 % [35] y Arellano y col. (2004) [34] de 53,18 %. En cuanto al contenido de cenizas es bajo si se compara con los valores obtenidos por Olusanya y col. (2023) (17,97 %) [35], Montero y col. (2011) (20,18 %) [2], Arellano y col. (2004) (19,32 %) [34] y Acevedo y col. (2007) (25,85 %) [3]. En relación a los lípidos, el valor obtenido fue menor al compararlo con el de Olusanya y col. (2023) 4,47 % [35], Montero y col. (2011) 1,04 % [2], Arellano y col. (2004) 1,28 % [34] y Acevedo y col. (2007) 1,32 % [3].

TABLA 1
Composición nutricional de la harina de *Amaranthus dubius*

Muestra	Proteína (%)	Lípidos (%)	Carbohidratos (%)	Cenizas (%)
Harina de <i>Amaranthus dubius</i>	28,55 ± 0,30	0,54 ± 0,06	55,00 ± 0,14	15,72 ± 0,07

Los datos son expresados como el promedio de las observaciones ± su desviación estándar con n=3.

Estudio fitoquímico:

Los extractos hexanoico (EHH), diclorometanoico (EDH) y etanólico (EEH) obtenidos de las hojas de *A. dubius* fueron sometidos a evaluación química cualitativa, donde se identificaron ciertos metabolitos secundarios (Tabla 2). El análisis fitoquímico preliminar reveló la

presencia de esteroides en todos los extractos. En EDH y EEH se observó la presencia de polifenoles y saponinas, el EEH mostró además la presencia de alcaloides, terpenos y taninos. Por otra parte, los ensayos correspondientes demostraron la ausencia de quinonas y flavonoides.

TABLA 2
Estudio fitoquímico de los extractos de las hojas de *A. dubius*

Metabolitos Secundarios	Ensayos	Extractos		
		EHH	EDH	EEH
Alcaloides	Wagner	-	-	+
Esteroides	Liebermann-Burchard	+	++	+
Terpenos	Liebermann-Burchard	-	-	+
Polifenoles	FeCl ₃	-	+	+
Flavonoides	Shinoda	-	-	-
Saponinas	Prueba de la Espuma	-	+	+
Taninos	Prueba de la Gelatina	-	-	+
Quinonas	Prueba de NH ₄ OH	-	-	-

Extractos hexanoico de las hojas (EHH), Extracto diclorometanoico de las hojas (EDH) y extracto etanólico de las hojas (EEH) +++ Muy abundante, ++ abundante, + presente en poca concentración, - ausente no detectado.

Estos resultados coinciden parcialmente con los reportes de Montero y col. (2011) [2], Molina y col. (2016) [4], Escobar y col. (2023) [36] y Hyoung y col. (2021) [37] quienes realizaron estudios fitoquímicos a través de extractos en las hojas de *A. dubius* y determinaron cualitativamente la presencia de alcaloides, quinonas, flavonoides, ácidos grasos, azúcares reductores, compuestos grasos, polifenoles, taninos y terpenos. El estudio de la presencia de estos metabolitos en el *A. dubius* desde el punto de vista nutricional, ha despertado un creciente interés científico e industrial por ser considerado un alimento funcional (pseudocereal con una doble función: alimento y producto beneficioso para la salud) por su rica composición fitoquímica [38].

Los esteroides son compuestos de provecho en la salud humana por estar asociados a la disminución de colesterol sanguíneo [32], los polifenoles poseen propiedades antioxidantes que pueden mitigar el estrés oxidativo, eliminar los radicales libres y reducir el estrés oxidativo que afecta el rendimiento reproductivo en rumiantes como las vacas.

Las saponinas regulan el metabolismo del colesterol y la producción de hormonas esteroides [39] y los terpenos favorecen al sistema inmunológico reduciendo el riesgo de enfermedades cardiovasculares [40]. Es importante resaltar, que la discrepancia en los resultados de estos investigadores tanto del valor nutricional como del estudio fitoquímico comparados con los de este trabajo, se podrían atribuir a las variadas condiciones agroclimáticas de cada región, a los procesos de obtención de la harina de las hojas de *A. dubius* y los tipos de solventes utilizados para la elaboración de los extractos [4, 31, 36, 41].

Toxicidad del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *A. dubius* frente a *A. salina*.

La actividad ecotóxica fue evaluada mediante el porcentaje de letalidad que presentaron los nauplios de *A. salina*, frente a diferentes concentraciones del extracto etanólico de las hojas de *A. dubius* donde se logró determinar la DL₅₀ del extracto etanólico (Tabla 3).

TABLA 3

Cuantificación de la DL₅₀ del EEH de *A. dubius* y los controles sobre *A. salina*

Analito	DL ₅₀ (ppm)	Límite de confianza (95%) ppm		Categoría según el CYTED
		Límite inferior	Límite superior	
EEH	2741,82	1872,67	8636,11	Relativamente inocuo
DMSO	-	-	-	Inocuo
DDSS	23,37	13,51	28,03	Altamente tóxico

EE: Extracto etanólico. DL₅₀: dosis letal 50; (-): valores muy altos; DMSO: dimetilsulfóxido; DDSS: dodecilsulfato de sodio

De acuerdo con la clasificación de toxicidad según el CYTED [22, 24, 25] y los intervalos de confianza allí establecidos, el EEH de *A. dubius* se categoriza como relativamente inocuo, ya que la concentración a la cual murieron el 50 % de nauplios de *A. salina*, fue de 2741,82 µg/mL. Este valor indica una toxicidad significativamente menor (mayor DL₅₀) en comparación con lo reportado por Ortiz-Encalada (2015) [42], quien trabajó con el extracto lipídico de *Amaranthus caudatus* L variedad Alegría y Perucho con DL₅₀ 1000 µg/mL (prácticamente no tóxico) [42]. En este contexto, algunos investigadores han determinado que la presencia de alcaloides, polifenoles, taninos, saponinas en distintas especies vegetales están relacionadas con el efecto tóxico sobre el crustáceo *A. salina*, observando que, a mayor concentración de alcaloides en los extractos estudiados, mayor toxicidad, por lo que la letalidad sobre *A. salina* no solo depende de la concentración de los metabolitos secundarios antes mencionados sino también a la posible interacción entre los mismos [13]. En contraste, Jaramillo y col. (2016) [43], afirmaron que los alcaloides favorecen de manera significativa a la toxicidad aguda contra *A. salina*, mientras que a mayor contenido de polifenoles dicha toxicidad disminuye significativamente el nivel de toxicidad de las plantas. Por otra parte, Zhao y col (1999) [44], indicaron que las saponinas pueden ser letales para la *A. salina* incluso a bajas concentraciones.

Cabe destacar, que son muy pocos los trabajos que se han publicado sobre la toxicidad del *A. dubius* con respecto a los compuestos tóxicos presentes en las hojas de la planta, pero no se han encontrado investigaciones relacionadas con la categorización de toxicidad de la planta. Por lo tanto, este estudio representa un avance en la investigación de la toxicidad de esta especie, ya que los ensayos con *A. salina* son utilizados como vía inicial de tamizaje ecotóxico *in vivo* de extractos, fracciones y compuestos depurados, con el fin de discriminar aquellas muestras de elevada toxicidad, debido a que presenta buena correlación con la ecotoxicidad *in vitro*. Además, los resultados obtenidos en este trabajo representan un nuevo aporte para el campo agroalimentario, debido a que esta planta posee bajas concentraciones de sustancias tóxicas y puede convertirse en una materia prima alternativa para la formulación de alimentos en países tropicales y subtropicales donde esta planta está ampliamente distribuida [45].

Actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell.

Los resultados de la evaluación de la actividad antioxidante realizada con el método de la capacidad secuestrante de radicales libres sobre el reactivo 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH•) de las diferentes concentraciones del extracto etanólico, obtenidos de las hojas de la especie

Amaranthus dubius Mart. ex Thell. revelaron un porcentaje de inhibición de estos radicales de 73 % a la concentración de 4 mg/mL (Figura 1).

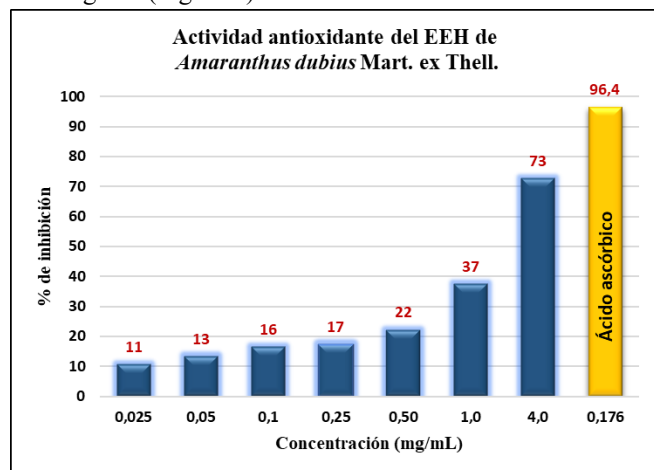


Fig. 1. Porcentaje de inhibición del radical DPPH• del EEH de *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell

En la Tabla 4 se muestra la actividad antioxidante del EEH de *A. dubius*, que mostró 37 % de inhibición del radical DPPH•, con un IC₅₀ de 2,23 mg/mL y ARP 0,45 mL/mg a la concentración (1,0 mg/mL) en comparación de 96,4 % (0,176 mg/mL) del ácido ascórbico utilizado como control positivo.

TABLA 4

Actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas (EEH) de *Amaranthus dubius*

Analito	% I	IC ₅₀ (mg/mL)	ARP (1/IC ₅₀) mL/mg
EEH de <i>A. dubius</i> (1,0 mg/mL)	37,0	2,23	0,45
Ácido Ascórbico (0,176 mg/mL)	96,4	0,047	21,27

Existen diferencias estadísticamente significativas entre datos ($p < 0,05$) con un nivel de confianza de 95,0 %.

Los compuestos con actividad antioxidante desempeñan un papel esencial en alimentos y productos farmacéuticos, debido a su función defensiva contra las especies reactivas de oxígeno producidas durante las reacciones metabólicas en todos los organismos vivos. Estas especies químicas se han identificado como la causa de enfermedades crónicas mediadas por estrés oxidativo [46].

En este estudio (Tabla 4) el extracto etanólico de hojas (EEH) de *A. dubius* mostró un % I de 37,0 % a la concentración de 1,0 mg/mL y un IC₅₀ de 2,23 mg/mL. Al comparar estos resultados con la literatura, el valor de IC₅₀ obtenido es superior (indicando menor potencia) al reportado por House y col. (2020) [46] quienes obtuvieron un IC₅₀ de 0,1015 mg/mL frente a DPPH para el extracto metanólico de

las partes aéreas de *A. dubius*. Asimismo, el % I encontrado es inferior al obtenido por Ochoa-Camarillo y Reyes-Becerril (2025) [47] para el extracto metanólico de *A. hybridus* (60 % a 1 mg/mL).

Por otro lado, Bang y col (2021) [48] reportaron una actividad antioxidante de 64,4 mg AAE/g (mg equivalentes de ácido ascórbico/g) para el liofilizado de las hojas de *A. dubius*. En esta investigación el EEH de la especie estudiada mostró una actividad moderada en comparación con el estándar de ácido ascórbico IC₅₀ 0,047 mg/mL, los hallazgos coinciden con observaciones previas en variedades de *Amaranthus* que mostraban la presencia de sustancias captadoras de radicales libres (Oboh, 2005) [49].

A pesar de que en el presente estudio se evidenció la ausencia de flavonoides en el EEH, se detectó la presencia de polifenoles y taninos. Estos compuestos potencian la actividad antioxidante gracias a sus propiedades redox, actuando como agentes reductores, donantes de hidrógeno [50]. Varios investigadores atribuyen la capacidad de secuestrar radicales libres de los extractos a estos componentes fenólicos donde cada uno contribuye en diferente proporción [51, 52].

Finalmente, diversos estudios señalan que la familia Amaranthaceae posee un alto valor medicinal debido a su composición fitoquímica [53]. El *Amaranthus sp.*, a menudo es subutilizada a pesar de su valor nutricional y ofrecer una fuente de antioxidantes naturales en comparación con otras especies de cereales [54].

CONCLUSIONES

El análisis proximal realizado a la harina de las hojas de *A. dubius* reveló un alto valor nutricional, demostrando ser un alimento que podría contribuir a un mayor contenido y variedad de nutrientes para la aplicación en diversas formulaciones alimenticias. Asimismo, la presencia de metabolitos secundarios confiere a esta planta propiedades biológicas beneficiosas para la salud. Además, el ensayo de letalidad en *A. salina* evidencia que el extracto etanólico de las hojas de *A. dubius* es relativamente inocuo sobre los nauplios de este crustáceo, lo cual refleja que esta planta contiene bajas concentraciones de sustancias tóxicas, mostrando también actividad antioxidante. Por estas razones, los resultados de este estudio constituyen al ser una base o incentivo para profundizar en la investigación científica en este campo y promover el desarrollo de tecnologías innovadoras en la industria alimentaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen y agradecen al Laboratorio de Análisis Físicoquímico y Nutricional de Alimentos y Bebidas del Departamento Ciencia de Los Alimentos

Facultad de Farmacia y Bioanálisis, ULA, por haber aportado los recursos para realizar esta investigación y al Dr. Pablo Meléndez, adscrito al Departamento de Farmacognosia y Medicamentos Orgánicos, de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes por haber realizado la determinación taxonómica de la especie en estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Olivares E, Peña E. Bioconcentración de elementos minerales en *Amaranthus dubius* (bledo, pira), creciendo silvestre en cultivos del Estado Miranda, Venezuela, y utilizado en alimentación. INCI. 2009; 34(9): 604-611. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33913149002>
- [2] Montero-Quintero R, Moreno-Rojas R, Molina E, Sánchez-Urdaneta A. Composición química del *Amaranthus dubius*: una alternativa para la alimentación humana y animal. Rev Fac Agron. 2011; 28 (1): 619-627.
- [3] Acevedo I, García O, Acevedo I, Perdomo C. Valor nutritivo del bledo (*Amaranthus spp*) identificado en el municipio Morán, estado Lara: Rev Agrollania. 2007; 4: 77-93.
- [4] Molina E, González-Redondo P, Moreno-Rojas R, Montero-Quintero K, Ferrer R, Sánchez-Urdaneta A. Toxic and antinutritional substances content of *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. Effect of plant part and harvesting season: Rev Fac Agron. (LUZ). 2016; 33: 19-38.
- [5] Molina E, González-Redondo P, Moreno-Rojas R, Montero-Quintero K, Sánchez-Urdaneta A. Effect of the inclusion of *Amaranthus dubius* in diets on carcass characteristics and meat quality of fattening rabbits. J Appl Anim Res. 2018; 46 (1): 218-223. <https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1287078>
- [6] Vargas-Madriz AF, Chávez-Servín JL, Kuri-García A. Procedimiento para la obtención de compuestos fenólicos de quelites mexicanos. Ciencia ergo-sum. 2024; 31(1):1-12. <http://doi.org/10.30878/ces.v31n1a8>
- [7] Ochoa L, Sarmiento A. Estudio fitoquímico de la especie vegetal *Bucquetia glutinosa* (L.f.) DC. (Melastomataceae) y evaluación de su actividad biológica. [Tesis de Químico Farmacéutico]. Bogotá. Vicerrectoría de Investigaciones Facultad de Ciencias-Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; 2018.
- [8] Venskutonis P, Kraujalis P. Nutritional Components of Amaranth Seeds and Vegetables: A Review on Composition, Properties, and Uses. Compr Rev Food Sci Food. Saf. 2013; 12 (4): 381-412. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12021>.
- [9] Jackson A, Capper B, Matty A. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the tilapia *Sarotherodon mossambicus*. Aquac. 1982; 27 (2): 97-109. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(82\)90129-6](https://doi.org/10.1016/0044-8486(82)90129-6)
- [10] Lara R, Veliz G. Valor nutritivo de una galleta formulada a base de harina de amaranto, y su aceptabilidad en niños y niñas de 7 a 10 años de edad, que asisten a la escuela Fiscal Mixta José Mendoza Cucalón de la Ciudad de Guayaquil. [Tesis de licenciatura en Nutrición, Dietética y Estética]. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2017.
- [11] Aderibigbe OR, Ezekiel OO, Owolade SO, Korese JK, Sturm B, Hensel O. Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus* spp.) along the value chain for food and nutrition security: A review. Crit Rev Food Sci Nutr. 2022; 62(3): 656-669. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2020.1825323>
- [12] Nsimba RY, Kikuzaki H, Konishi Y. Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* species seed. Food Chem. 2008; 106(2): 760-766. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.004>
- [13] Dlamini NR, Moroka T, Mlotshwa L, Reddy J, Botha G. Indigenous edible plants as sources of nutrients and health benefitting components (nutraceuticals) CSIR Biosciences. 2010; 1-11.
- [14] Adetutu A, Ezekiel AA. The nutrient content and antioxidant property of five traditional West African dark green leafy vegetables a preliminary study. Int. J. Recent Sci Res. 2013; 4, 143-147.
- [15] Ashkor-Kumar BS, Lakshman K, Jayaveera KN, Shekar DS, Arun Kumar A, Manoj B. Antioxidant and antipyretic properties of methanolic extract of *Amaranthus spinosus* leaves. Asian Pac. J Trop Med. 2010; 3(9): 702-706. [https://doi.org/10.1016/s1995-7645\(10\)60169-1](https://doi.org/10.1016/s1995-7645(10)60169-1)
- [16] Barku VYA, Opoku-Boahen Y, Owusu-Ansah E, Mensah EF. Antioxidant activity and the estimation of total phenolic and flavonoid contents of the root extract of *Amaranthus spinosus*. Asian J Plant Sci. Res. 2013; 3(1): 69-74.
- [17] Campos-González N, Sosa-Morales M, López-Martínez L. Efecto de tratamientos domésticos de cocción sobre la capacidad antioxidante de quintonil (*Amaranthus hybridus*), un cultivo poco valorado. IDCYTA, 2023; 8(1), 326-330. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.44>
- [18] Dutta S, Sarkar R, Saha N, Suthar MK, Gawdiya S, Choudhury MR, Garai S, Paul D, Das S. Beyond nutrition: a two-decade systematic review of the ethnopharmacological potential and therapeutic promise of *Amaranthus sp.* Phytochem Rev. 2025; 1-33, <https://doi.org/10.1007/s11101-025-10131-8>.
- [19] Association of Official Agricultural Chemist. Official Methods of Analysis of the AOAC. 22nd ed. Washington, D.C., The Association, 2023. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.002.001>
- [20] Marcano D, Hasegawa M. Fitoquímica orgánica. 2da Edición. Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico: Caracas, Venezuela, 2002.
- [21] Espinoza C, Rojas J, Buitrago-Díaz A, Morillo M, Visbal T. Análisis químico cualitativo y actividad ecotóxica de la especie *Tristerix longibracteatus* (Desr.) Barlow & Wiens (Loranthaceae) colectada en Chimborazo, Ecuador. Rev Fac Farm. 2022; 64(1): 29-

36.

- [22] Castellano G. Estudio fitoquímico y actividad biológica de los extractos de las partes aéreas de *Cnidioscolus aconitifolius* (Mill.). [Tesis de Licenciada en Bioanálisis]. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes; 2021.
- [23] Pérez O, Lazo F. Ensayo de *Artemia*: Útil herramienta de trabajo para ecotoxicólogos y químicos de productos naturales. Rev Protección Veg. 2010; 25(1): 34-43.
- [24] Contreras C, Morillo M, Visbal T. Estudio fitoquímico preliminar, evaluación de las actividades antioxidante y ecotóxica de los extractos metanólicos de las partes aéreas de *Physalis peruviana* L (Solanaceae). Rev Fac Farm. 2022; 64(2): 27-37 <https://doi.org/10.53766/REFA/2022.64.02.03>
- [25] Malave MJ, Mendoza Z, Morillo M, Visbal T, Rondón M E, Carmona J. Composición química y actividad biológica de los extractos de las partes aéreas de *Leonurus japonicus* (Houtt.). Rev Fac Farm. 2019; 61 (Número Especial): 25-35.
- [26] Contreras-Moreno B, Díaz L, Celis MT, Rojas J, Méndez L, Rosenzweig LP, Ontiveros J. Actividad antioxidante del aceite esencial de las hojas de *Pimenta racemosa* var. *Racemosa* (Mill.) J.W. Moore (Myrtaceae) de Táchira-Venezuela. Cienc Ing. 2017; 38(3):223-230. <https://www.redalyc.org/journal/5075/507555085003/html/>
- [27] Plaza CM, Díaz de Torres L, Lücking RK, Vizcaya M, Medina GE. Antioxidant activity, total phenols and flavonoids of lichens from Venezuelan Andes. J Pharm Pharmacogn Res. 2014; 2(5): 138-147. <https://www.redalyc.org/pdf/4960/496050270004.pdf>
- [28] Díaz L, De Monjito S, Medina A, Meléndez P, Laurence V, Marti-Mestres G. Activity of ethanolic extracts leaves of *Machaerium floribundum* against acné inducing bacteria, and their cytoprotective and antioxidant effects on fibroblast, Rev Per Biol. 2011; 18(2),153-158. <https://www.redalyc.org/pdf/1950/195022433004.pdf>
- [29] Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH•) for estimating antioxidant activity, J Sci Technol. 2004; 26(2): 211-219. <https://www.thaiscience.info/journals/article/song/10462423.pdf>
- [30] Goupy P, Hugues M, Boivin P, Amiot M. Antioxidant composition and activity of barley (*Hordeum vulgare*) and malt extracts of isolated phenolic compounds, J Sci Food Agric. 1999; 79(12): 1625-1634. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199909\)79](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199909)79)
- [31] Solís E. Determinación de la cantidad de proteína, fibra cruda y hierro en hojas de bleo *Amaranthus hybridus* antes y después de dos tratamientos térmicos (escaldado y cocción por vapor). [Tesis de Ingeniería de Alimentos]. Centro Universitario del Suroccidente. Universidad de San Carlos de Guatemala, Mazatenango-Suchitupéquez: 2019.
- [32] Vivas O, Vielma R, Matheus D, Rocco V. Valor nutricional y propiedades tecnofuncionales de la harina del fruto completo del chachafruto (*Erythrina edulis*). Rev Fac Farm. 2023; 55(1): 18-25.
- [33] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Promoviendo la transformación de los sistemas agroalimentarios en México: el rol del amaranto. [Página Web]. 2020 [acceso: 23 de agosto 2025]. Disponible en: <https://www.fao.org/mexico/noticias/detailevents/en/c/1681339/>
- [34] Arellano M, Albarracín G, Fernández S, Arce S, Aguilar E, Mucciarelli S. Estudio comparativo agronómico y nutricional de dos especies de amaranto (con 3 tablas). Phytón (B. Aires). 2004; 73: 199-203.
- [35] Olusanya R, Kolanisi U, Ngobese N. Mineral Composition and Consumer Acceptability of *Amaranthus* Leaf Powder Supplemented Ujeqe for Improved Nutrition Security. Foods. 2023; 12(11): 2182. <https://doi.org/10.3390/foods12112182>
- [36] Escobar R, Solís L, Soledispa P. Estudio farmacológico y valor nutricional de las hojas *Amaranthus dubius* Mart (Bledo). HLQL. 2023; 2: 228. doi: 10.56294/hl2023228.
- [37] Jun-Hyoung B, Kyung L, Won J, Seahee H, Ick-Hyun J, Seong Ho Ch, Hyunwoo Ch, Tae H, Jeehye S, Junsoo L, Yoon-Sup S, Jong-Wook Ch. Antioxidant Activity and Phytochemical Content of Nine *Amaranthus* Species. Agronomy. 2021; 11(6), 1032; <https://doi.org/10.3390/agronomy11061032>
- [38] Baraniak J, Dobrowolska M K. The Dual Nature of Amaranth-Functional Food and Potential Medicine. Review Foods. 2022; 11(4), 618; <https://doi.org/10.3390/foods11040618>
- [39] BenSouf I, Saidani M, Maazoun A, Bejaoui B, Larbi MB, M'Hamdi N, Aggad H, Joly N, Rojas J, Morillo M, Martin P. Use of Natural Biomolecules in Animal Feed to Enhance Livestock Reproduction. Int J Mol Sci. 2025; 26(5): 2328. <https://doi.org/10.3390/ijms26052328>
- [40] Vélez-Terranova M, Campos R, Sánchez-Guerrero H. Uso de metabolitos secundarios de las plantas para reducir la metanogénesis ruminal. Trop Subtrop Agroecosyst. 2014; 17(3). <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.2061>
- [41] Jimoh MO, Afolayan AJ, Lewu FB. Antioxidant and phytochemical activities of *Amaranthus caudatus* L. harvested from different soils at various growth stages. Sci Rep. 2019; 9(1): 12965. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-49276-w>.
- [42] Ortiz-Encalada D I. Análisis de los efectos de extracto lipídico del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) sobre los niveles de perfil lipídico y glucemia en ratones de experimentación en condiciones normales y con obesidad inducida. [Tesis de Ingeniería Industrial]. Universidad Nacional de Chimborazo, 2015
- [43] Jaramillo C, D'Amas H, Troccoli L, Rojas L, Jaramillo A. Concentraciones de alcaloides, glucósidos cianogénicos, polifenoles y saponinas en plantas medicinales seleccionadas en Ecuador y su relación con la toxicidad aguda contra *Artemia salina*. Rev biol trop [online]. 2016; 64(3): 1171-1184. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v64i3.19537>.
- [44] Zhao WM, Qin GW, Lou LG. Evaluation of toxicity of some saponins on brine shrimp. J Asian Nat Prod Res. 1999;1(4):307-11. <http://dx.doi.org/10.1080/10286029908039879>.
- [45] Molina E, González-Redondo P, Moreno-Rojas R, Montero-Quintero K, Chirinos-Quintero N, Sánchez-Urdaneta A. Evaluation of haematological, serum

- biochemical and histopathological parameters of growing rabbits fed *Amaranthus dubius*. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. 2018; 102(2): e525-e533. <http://dx.10.1111/jpn.12791>.
- [46] House NC, Puthenparampil D, Malayil D, Narayanankutty A (2020). Variation in the polyphenol composition, antioxidant, and anticancer activity among different *Amaranthus* species. *S. African J Bot*. 2020; 135: 408-412. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.026>
- [47] Ochoa-Camarillo JA, Reyes-Becerril M. Fitoquímica y actividad antioxidante del quelite (*Amaranthus hybridus*): un forraje con potencial biotecnológico. *Cienc. Tecnol. e Innov. para el desarro. de Méx*. 2025. <https://pcti.mx/wp-content/uploads/2025/03/PCTI-244-SC-Propiedades-Quelite-Forrajero.pdf>
- [48] Bang JH, Lee KJ, Jeong WT, Han S, Jo IH, Choi SH, Cho H, Hyun TK, Sung J, Lee J, So YS, Chung JW. Antioxidant Activity and Phytochemical Content of Nine *Amaranthus* Species. *Agron*. 2021; 11: 103. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061032>
- [49] Oboh G. Effect of blanching on the antioxidant properties of some tropical green leafy vegetables. *J Food Sci Tech*. 2005; 38: 513-517.
- [50] Rice-Evans CA, Miller NJ, Pagana G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biol Med*. 1996; 20: 933-956.
- [51] Kuskoski EM, Asuero AG, Troncoso A, Mancini-Filho J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos, *Food Sci. Technol*. 2005; 25(4): 726-732.
- [52] Paladino SC. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L). [Tesis de Maestría]. Universidades Nacionales de Cuyo, La Rioja; 2008.
- [53] Adegbola P, Adetutu A, Olaniyi T. Antioxidant activity of *Amaranthus* species from the Amaranthaceae family - A review. *South Afr J Bot*. 2020; 133: 111-117. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.07.003>
- [54] Park SJ, Sharma A, Lee HJ. A Review of Recent Studies on the Antioxidant Activities of a Third-Millennium Food: *Amaranthus spp*. *Antioxidants*. 2020; 9(12): 1236. <https://doi.org/10.3390/antiox9121236>

Vielma Rosa Alba: Farmacéutico. Dra. en Ciencias Aplicadas. MSc en Química de Medicamentos. Investigador activo del grupo de investigación “Ecología y Nutrición”. Profesora Titular, adscrita al Departamento Ciencia de Los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: rosalbavielma16@gmail.com. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-5139-2804>

Morillo Marielba: Farmacéutico. Dra. en Ciencias Médicas Fundamentales. MSc en Química de Medicamentos. Investigador activo del grupo de investigación “Ecología y Nutrición”. Profesora Asociado, adscrita al Departamento Ciencia de Los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: marielba@ula.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-6048-0590>

Visbal Tomas: Farmacéutico. Dr. en Química de Medicamentos. MSc en Química de Medicamentos. Investigador activo del grupo de investigación “Ecología y Nutrición”. Profesor Asociado, adscrito al Departamento Ciencia de Los Alimentos de la Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: tomas.visbal@ula.ve. Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-1644-2228>.

Pereira Dennise: Licenciada en Bioanálisis. Facultad de Farmacia y Bioanálisis. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Correo electrónico: dennispereira95@gmail.com. Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-0106-8962>.