

Fitoquímica y actividad antioxidante del quelite (*Amaranthus hybridus*): un forraje con potencial biotecnológico

^aJosé Alejandro Ochoa Camarillo, ^{ab}Martha Reyes-Becerril

^aUniversidad Autónoma de Baja California Sur, Laboratorio de Salud Animal. ^cCentro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Grupo de Inmunología y Vacunología, mreyes04@cibnor.mx.

Biotecnología y Ciencias Agropecuarias

Abstract

In this work, the phytochemical concentration of polyphenols and flavonoids was evaluated, as well as the antioxidant potential of the forage plant commonly known as quelite (*Amaranthus hybridus*). It was observed that the methanolic extract of *A. hybridus* leaf contains polyphenols, flavonoids and saponins, the latter in higher concentration. *A. hybridus* leaf showed antioxidant potential in the hydroxyl radical scavenging capacity at 1 mg/ml of 60% versus 82% compared to butylhydroxytoluene (positive control), likewise, the total antioxidant activity showed that *A. hybridus* contains 81% versus 91% compared to ascorbic acid. Finally, goat peripheral blood leukocytes exposed for 24 hours with methanolic extracts of *A. hybridus* at 50 and 500 µg/mL remained above 96% viability, which tells us that the extract at these concentrations does not cause cytotoxicity. This work concludes that *A. hybridus* is a viable alternative with biotechnological potential for application in the livestock industry.

Keywords: *Amaranthus hybridus*; phytochemicals; antioxidant capacity; cytotoxicity; goats.

Resumen

Extractos metanólicos de hoja de lomboy blanco (*J. cinerea*) y lomboy rojo (*J. vernicosa*) (verano) fueron analizados en su actividad química y biológica. Los resultados muestran que la actividad fitoquímica y antioxidante fue significativamente mayor en lomboy rojo. Ambos extractos presentaron una mejor viabilidad al exponerse frente a leucocitos de sangre periférica de cabra a menores concentraciones (50 µg/ml). Finalmente, los extractos de hoja de lomboy rojo presentan un mejor efecto inmunoestimulante al incrementar la fagocitosis y explosión respiratoria comparados con la hoja de lomboy blanco. Con base a los resultados obtenidos el lomboy rojo a concentraciones de 50 µg/ml tiene potencial para uso biotecnológico y como aditivo inmunoestimulante en salud animal.

Palabras clave: *Amaranthus hybridus*; fitoquímicos; capacidad antioxidante; citotoxicidad; cabras.

Problemática

Ante el costo de los alimentos balanceados y forrajes convencionales, existen pocas alternativas de sustitución parcial o total ante la falta de alternativas forrajeras que sean viables y seguras para el ganado. La falta de información sobre las propiedades fitoquímicas, antioxidantes y de toxicidad, de las plantas alternativas, requiere ser evaluada, como una opción accesible y económica para los productores.

Usuarios

Productores, ingenieros en producción animal, comunidad científica, estudiantes e instituciones de sanidad vegetal y animal.

Introducción

El género *Amaranthus* pertenece a la subfamilia Amaranthioideae y posee cerca de 70 especies distribuidas en zonas tropicales y subtropicales del mundo. En América existen cerca de 40 especies agrupadas en los subgéneros *Acnida*, *Albersia* y *Amaranthus* (Carmona y Velazquez 2010). El quelite (*Amaranthus hybridus*) es una planta considerada como una maleza la cual se ha adaptado a suelos salinos y ambientes áridos debido a que tienen el mecanismo fotosintético C4; por lo tanto, tienen la capacidad de crecer con temperaturas elevadas, en

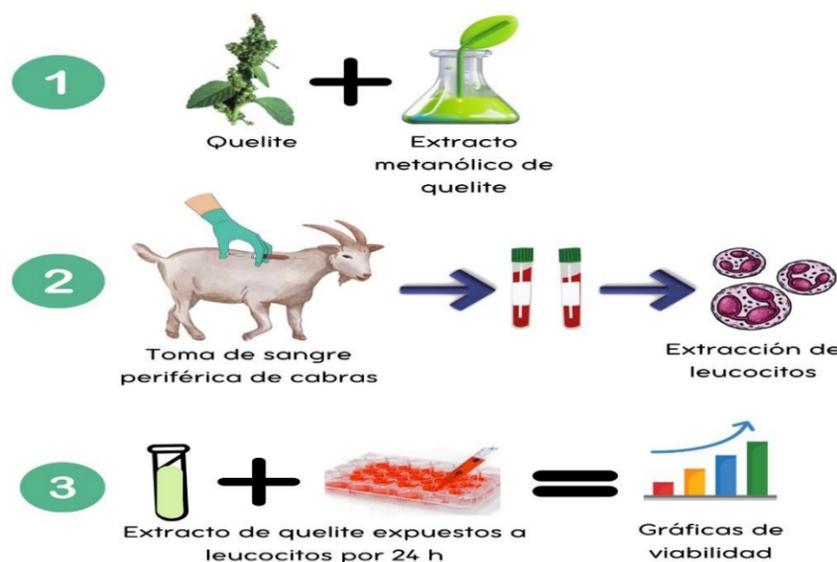


Figura 1.- Pasos para llevar a cabo análisis de viabilidad utilizando cultivos primarios (leucocitos) aislados de sangre periférica de sangre de cabras sanas. 1. Maceración metanólica; 2, toma de sangre periférica de cabras y extracción de leucocitos; 3, exposición de extractos de quelite a diferentes concentraciones en leucocitos por 24 horas para analizar viabilidad por alamar azul.

altos niveles de radiación y tolerancia a la sequía (Hernández-Herrera et al. 2020; Bayón 2022). Sin embargo, reportes estadísticos de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2015) hay una baja explotación económica de quelites debido a la reducida superficie y valor de la cosecha. El quelite (*Amaranthus hybridus*) es utilizado por algunos productores como forraje para animales por su contenido nutricional alto en proteína, hierro, calcio y vitaminas (Brenner et al. 2001). El quelite es usado en la medicina tradicional debido a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Slabbert y Krüger 2014). En el contexto de la búsqueda de forrajes de alta calidad a bajo costo para uso en el sector agropecuario, biotecnológico y farmacológico, el uso del quelite *A. hybridus* es una alternativa de fácil acceso, económica y viable para su uso en el sector agropecuario en Baja California Sur, un estado donde predomina la sequía y altas temperaturas.

Objetivos

El objetivo del presente trabajo fue analizar el contenido fitoquímico, potencial antioxidante y citotoxicidad de la hoja del quelite *A. hybridus* cosechado en verano en la ciudad de La Paz, B.C.S.

Materiales y Métodos

Extracto metanólico de hoja de quelite (*A. hybridus*): Las hojas del quelite fueron recolectadas dentro de zona urbana de la ciudad de La Paz en el mes de septiembre (estación de verano) del año 2024. Para la maceración metanólica se siguió la metodología descrita por Reyes-Becerril et al. (2020). Para los análisis fitoquímicos y antioxidantes, el extracto o pasta obtenida de la maceración metanólica se resuspendió en metanol (50, 500 y 1000 µg/ml), y para el análisis de citotoxicidad el extracto metanólico de quelite fue resuspendido en agua destilada estéril a estas mismas concentraciones. **Cuantificación de metabolitos secundarios (polifenoles, flavonoides y saponinas):** Para la cuantificación de polifenoles se utilizó el Método de Folin-Ciocalteu (Singleton et al. 1965), para analizar flavonoides se utilizó el método de tricloruro de aluminio (Zhang et al. 2015) y para determinar saponinas se utilizó el método de vainillina-ácido sulfúrico (Le et al. 2018). Ácido gálico, quercetina y diosgenina fueron usados como estándar respectivamente. **Evaluación de la capacidad antioxidante:** La actividad captadora del radical hidroxilo se midió con la técnica de 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) (Brand-Williams et al. 1995), mientras que la actividad antioxidante total (ATT) se midió siguiendo el método con molibdato de aluminio (Prieto et al. 1999). Butilhidroxitolueno (BHT) y ácido ascórbico fueron usados como estándar comercial. **Evaluación de viabilidad (citotoxicidad) de la hoja del quelite en leucocitos de cabra:** Leucocitos de sangre periférica fueron aislados de sangre de cabras sanas por punción de la vena yugular. Posteriormente, los leucocitos fueron estimulados con el extracto de quelite por 24 h para posteriormente agregar el reactivo alamar azul (incubación 4h). Finalmente, la citotoxicidad es

cuantificada con la ayuda de un lector de placas (espectrofotómetro) con fluorescencia (Figura 1). **Análisis estadístico:** Todos los análisis fueron realizados en quintuplicado (media ± desviación estándar). Para los análisis antioxidantes se corrió una T-student para comparar entre tratamiento y concentración. Para el análisis de viabilidad se llevó a cabo un ANOVA de 1 vía. Se usó el paquete estadístico SPSS, versión 21. Se consideró que existía una diferencia estadísticamente significativa cuando $P < 0.05$.

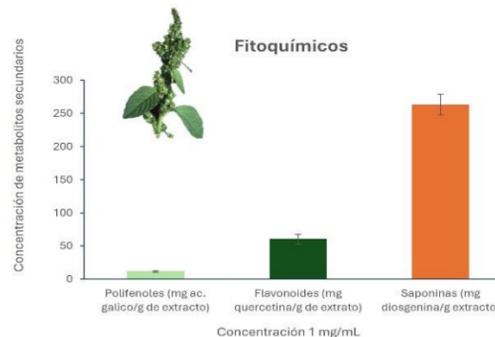


Figura 2.- Contenido total de polifenoles, flavonoides y saponinas en extractos metanólicos de hoja de quelite (*Amaranthus hybridus*) (1 mg/ml) muestreada en verano. Los datos representan la media ± desviación estándar (n=5).

Resultados y Discusión

El análisis fitoquímico muestra la presencia de polifenoles, flavonoides y saponinas en extracto metanólico de hojas de quelite donde se puede observar una mayor cantidad de saponinas (263.3 mg de diosgenina/g de extracto), seguido por flavonoides (60.78 mg de quercetina/g de extracto) y solo 12.06 mg de ácido gálico/g de extracto. Bang y col. (2021) evaluaron la presencia de fitoquímicos en 9 especies de *Amaranthus* incluyendo *A. hybridus* germinado en primavera (abril); interesantemente el quelite de B.C.S. cosechado en verano cuenta con una mayor cantidad de flavonoides y saponinas. Las saponinas (glucósidos triterpenoides y esteroides) tienen amplias aplicaciones en la industria biotecnológica y farmacológicas, debido a sus actividades biológicas como antimicrobianas, antiinflamatorias, y uso como adyuvantes (potenciadores de vacunas) (Kaur et al. 2024). Estos resultados están estrechamente relacionados a la alta capacidad antioxidante encontrada en esta especie (DPPH y AAT) comparadas con otras especies de *Amaranthus* (Sarker et al. 2020). Los polifenoles y flavonoides son compuestos bioactivos que actúan sobre los radicales libres como el anión superóxido, radical hidroxilo (especies de oxígeno reactivos) y peroxinitritos (especies de nitrógeno reactivos) convirtiéndolas en radicales más estables y menos reactivas contribuyendo a la actividad antioxidante previniendo el daño a biomoléculas (De Mello y Fasolo 2014). Los estudios de citotoxicidad nos ayudan a saber si una planta es segura para consumo

y si puede ser aplicada como medicamento no tóxico. El análisis citotóxico del extracto metanólico de quelite *A. hybridus* indicó que a concentraciones menores de 500 µg/ml no causa citotoxicidad en los leucocitos aislados de sangre periférica de cabras (viabilidad celular del 98%) a diferencia de concentraciones de 1000 µg/ml (viabilidad del 68%). Extractos de tallo de *A. blitum* mostraron una LC50 a esta misma concentración 1000 µg/ml, indicando que a estas concentraciones son moderadamente tóxicas y pueden ser usadas como drogas citotóxicas (Faruq et al. 2024).

Conclusiones

El extracto metanólico de hoja de quelite de verano muestra alto contenido de fitoquímicos y potencial antioxidante. El análisis de citotoxicidad del quelite en leucocitos de sangre periférica de cabras mostró un efecto seguro en las células a las concentraciones menores o iguales a 500 µg/ml. Estos hallazgos sugieren que las hojas de quelite *Amaranthus hybridus* puede tener aplicaciones biotecnológicas como aditivos antioxidantes para la salud animal, por lo que se propone continuar con el estudio en pruebas in vivo para determinar el porcentaje a utilizar en dietas para el ganado.

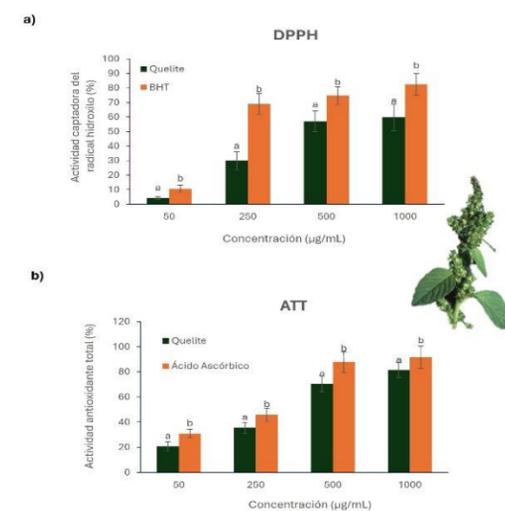


Figura 3.- (a) Actividad captadora del radical hidroxilo y (b) actividad antioxidante total (ATT) de hoja de quelite (*Amaranthus hybridus*) (1mg/ml) muestreada en verano. Los datos representan la media ± error estándar (n=5). Las letras denotan diferencias estadísticamente significativas entre ambas plantas ($P < 0.05$).

Impacto Socioeconómico

Es importante el estudio de las especies consideradas como malezas, debido a su alta resistencia a las condiciones climatológicas del estado del Baja California Sur que pueden ser aprovechadas para el sector agropecuario, biotecnológico y /o farmacológico por sus propiedades fitoquímicas y antioxidantes, además de ser una alternativa ecológica y de fácil acceso para el productor en beneficio de la ganadería local.

Agradecimientos: Al Dr. Emanuel Junco Carión por proveer amablemente las cabras de estudio.

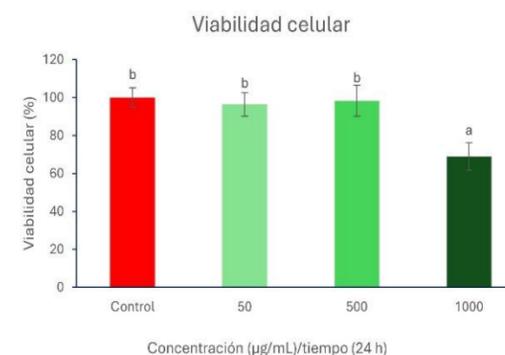


Figura 4.- (a) Viabilidad celular de hoja de quelite (*Amaranthus hybridus*) a diferentes concentraciones (50, 500 y 1000 µg/ml) muestreada en verano en leucocitos de sangre periférica de cabras. Los datos representan la media ± desviación estándar (n=5). Diferentes letras denotan diferencia estadística entre los grupos ($P < 0.05$).