



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA, QUÍMICO-PROXIMAL Y MINERALES DE GUALUMBOS (FLOR DE AGAVE SALMIANA) Y SU POTENCIAL ALIMENTARIO

**PHYTOCHEMICAL, PROXIMATE, MINERAL,
AND PH CHARACTERIZATION OF GUALUMBOS
(AGAVE SALMIANA FLOWERS) AND THEIR POTENTIAL
FOR FOOD USE**

Quetzal Fernanda Basilio-Trejo

Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo, México

Aurora Quintero-Lira

Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo, México

Javier Piloni Martini

Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo, México

César Uriel López Palestina

Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo, México

Caracterización Fitoquímica, Químico-Proximal y Minerales de Gualumbos (Flor de Agave Salmiana) y su Potencial Alimentario

Quetzal Fernanda Basilio-Trejo¹

ba366033@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0009-0001-5258-6678>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av.
Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo
Santiago Tulantepec, México

Aurora Quintero-Lira

aurora_quintero1489@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4638-6028>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av.
Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo
Santiago Tulantepec, México

Javier Piloni Martini

javier_piloni7632@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1367-5010>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av.
Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo
Santiago Tulantepec, México

César Uriel López Palestina

cesar_lopez@uaeh.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9338-6509>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Instituto de Ciencias Agropecuarias. Av.
Universidad No. 133. Col. San Miguel Huatengo
Santiago Tulantepec, México

RESUMEN

La flor de Agave salmiana, *conocida como gualumbo*, constituye un recurso vegetal de consumo tradicional en México con potencial nutricional, aunque su estudio científico ha sido escaso. Ante el creciente interés por identificar materias primas alternativas con valor agregado, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar la flor completa (MC), flor sin pistilo (MF) y pistilo (MP) mediante análisis fitoquímicos, químico-proximales y minerales, con el fin de aportar evidencia científica sobre su aprovechamiento alimentario. Los resultados mostraron la presencia de flavonoides, cumarinas, insaturaciones y saponinas, mientras que no se detectaron alcaloides, esteroides ni taninos. El pH obtenido fue de: MC (4.13); MF (3.52); MP (4.25), y el contenido de ácido ascórbico varió entre 3.29 y 7.54 mg/100 g. La composición químico-proximal mostró valores altos de humedad (85.09-90.19%), cenizas entre 0.61-1.20 %; la grasa cruda de 0.70-2.41%, fibra cruda de 1.55-3.38% y proteína cruda de 0.62-0.96%. El análisis de minerales reveló una predominancia de calcio (hasta 426.820 mg/kg), seguido de potasio y magnesio, con bajo contenido de sodio (2.95–50 mg/kg). En conjunto, estos resultados respaldan el potencial del gualumbo como fuente alternativa de alimento nutritivo.

Palabras clave: agave salmiana; gualumbos; análisis químico-proximal; compuestos fitoquímicos; minerales.

¹ Autor principal

Correspondencia: ba366033@uaeh.edu.mx

Phytochemical, Proximate, Mineral, and pH Characterization of Gualumbos (Agave Salmiana Flowers) and Their Potential for Food Use

ABSTRACT

The Agave salmiana flower, known as gualumbo, is a plant resource of traditional consumption in Mexico with nutritional potential, although its scientific study has been scarce. Given the growing interest in identifying alternative raw materials with added value, this work aimed to characterize the complete flower (MC), flower without pistil (MF) and pistil (MP) through phytochemical, chemical-proximal and mineral analyses, in order to provide scientific evidence on its food use. The results showed the presence of flavonoids, coumarins, unsaturations and saponins, while no alkaloids, sterols or tannins were detected. The pH obtained was: MC (4.13); MF (3.52); MP (4.25), and the ascorbic acid content varied between 3.29 and 7.54 mg/100 g. The chemical-proximal composition showed high humidity values (85.09-90.19%), ashes between 0.61-1.20%; raw fat of 0.70-2.41%, crude fiber of 1.55-3.38% and crude protein of 0.62-0.96%. The mineral analysis revealed a predominance of calcium (up to 426,820 mg/kg), followed by potassium and magnesium, with low sodium content (2.95-50 mg/kg). Overall, these results support the potential of the gualumbo as a source alternative of nutritious food.

Keywords: agave salmiana; gualumbos; chemical-proximal analysis; phytochemical compounds; minerals.

*Artículo recibido 02 abril 2026
Aceptado para publicación: 30 abril 2026*



INTRODUCCIÓN

El género *Agave*, conocido comúnmente como maguey, pertenece a la familia Agavaceae (subfamilia Agavoideae) y comprende más de doscientas especies que se desarrollan principalmente en zonas áridas y semiáridas de México, el cual es considerado el principal centro de diversidad y domesticación, lo que ha permitido su aprovechamiento durante miles de años con fines alimentarios, medicinales, industriales y rituales (García-Mendoza, 2002; Hernández & Acevedo, 2021). Además de su importancia cultural, el *Agave* representa un recurso clave para la economía rural, ya que proporciona materias primas para distintos sectores productivos. Entre las especies de mayor relevancia destacan *Agave fourcroydes*, utilizada para la producción de fibra de henequén; *Agave tequilana* Weber, empleada en la elaboración de tequila; *Agave angustifolia* Haw, para la producción de mezcal y la bacanora; y *Agave salmiana*, especie fundamental en la obtención de pulque, mixiote y otros alimentos tradicionales (Castañeda-Ovando et al., 2023). Esta última se cultiva principalmente en el altiplano central mexicano y forma parte esencial de los sistemas agroecológicos tradicionales, donde contribuye tanto al sustento alimentario como al equilibrio ambiental. Una característica distintiva del maguey es la formación del qurote, un tallo floral grueso que emerge del centro de la planta al alcanzar su madurez fisiológica, proceso que puede tardar entre siete y quince años (SIAP et al., 2018). Diversas investigaciones han reportado que las especies de *Agave* contienen compuestos bioactivos como fructanos (agavinas), saponinas, flavonoides, fenoles, vitamina C y minerales, los cuales poseen propiedades antioxidantes y prebióticas (García Mateos et al., 2023). Sin embargo, la mayoría de los estudios se han centrado en la savia (aguamiel), las hojas y las piñas, por lo que la composición nutrimental de los gualumbos sigue siendo poco conocida. El gualumbo representa un alimento de origen vegetal con potencial para diversificar la dieta local y fortalecer la seguridad alimentaria en comunidades rurales. Además, su estudio permite rescatar el conocimiento tradicional asociado a su aprovechamiento y fomentar su uso sostenible. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la flor de *Agave salmiana* (flor completa, con y sin pistilo) mediante análisis fitoquímicos, químico-proximales y minerales, con el fin de generar evidencia científica que sustente su potencial aprovechamiento como recurso alimentario alternativo.



METODOLOGÍA

Obtención de la materia prima

Se seleccionaron flores frescas e íntegras, sin evidencia de daño mecánico ni contaminación visible. Se utilizaron aproximadamente 2 kg de gualumbos, adquiridos en la central de abastos de Ixmiquilpan, Hidalgo, México, durante la temporada alta de floración (marzo-abril). Las muestras fueron lavadas y desinfectadas en tres grupos: flor completa (MC), flor sin pistilo (MF) y pistilo (MP) (Figura 1). Todas las muestras fueron colocadas en frascos estériles debidamente rotulados conforme a su categoría de selección.

Figura 1 Selección de gualumbos



Tamizaje fitoquímico

El tamizaje fitoquímico se realizó mediante pruebas cualitativas basadas en reacciones colorimétricas para la identificación preliminar de metabolitos secundarios, siguiendo los protocolos descritos por Ramman (2006). Para la obtención de los extractos acuosos, se trituraron 5 g de cada muestra (MC, MF y MP) en 50 mL de agua destilada utilizando un mortero, el ensayo se realizó por triplicado. Se evaluó la presencia de alcaloides, insaturaciones, oxhidrilos fenólicos, sesquiterpenlactonas, flavonoides, saponinas, cumarinas, esteroides y taninos, considerando positivas las reacciones características descritas para cada prueba, como se detalla a continuación:

Alcaloides: Se colocó 1 mL de solución en tres tubos de ensayo y se añadieron 3 gotas de reactivo de Mayer. La presencia de alcaloides se confirma con la formación de un precipitado blanco cremoso.

Insaturaciones: Se añadió 1 mL de solución en los tubos de ensayo seguido de 3 gotas de permanganato de potasio (KMnO_4) al 2%. La prueba fue positiva si se observó decoloración o precipitado café por la formación de dióxido de manganeso.

Oxhidrilos fenólicos: Se colocó 1 mL de cada solución en tubos de ensayo y se agregaron 3 gotas de cloruro de hierro (FeCl_3) al 5%. La aparición de precipitado rojo, azul, violeta o verde indica resultado positivo.

Sesquiterpenlactonas: Se mezclaron volúmenes iguales de ácido pícrico en etanol al 1% y de hidróxido de sodio al 10%, y luego se agregaron 4 gotas de esta mezcla a 1 mL de cada extracto. La prueba fue positiva si se observó color naranja o rojo oscuro.

Flavonoides: Se añadieron 1 mL de ácido sulfúrico concentrado a 1 mL de extracto. La presencia de flavonas y flavonoles se indica por coloraciones amarillas; naranja o guinda para flavonas; rojo-azuloso para chalconas; y rojo-púrpura para quinonas.

Saponinas, esta determinación se realizó usando dos metodologías diferentes:

- Prueba de Salkowski: Se agregaron 1 mL de extracto, 1 mL de cloroformo y 1 mL de ácido sulfúrico; se consideró positiva con coloración amarilla o café rojizo.
- Prueba de Shinoda: Se añadieron limaduras de magnesio a 1 mL de extracto, seguido de 3 gotas de ácido clorhídrico concentrado; la prueba positiva se observó con colores naranja, rojo, rosa-azul o violeta.

Cumarinas: Se mezcló 1 mL de extracto con 1 mL de hidróxido de sodio al 10%; la prueba fue positiva si apareció un color amarillo, que desaparece al añadir 1 mL de ácido clorhídrico.

Esteroles: Se disolvió 1 mL de extracto con 1 mL de cloroformo, se añadió 1 mL de anhídrido acético y 1 mL de ácido sulfúrico concentrado. La formación de un anillo azul-verde indica prueba positiva.

Taninos: Se colocó 1 mL de extracto con 2 mL de agua destilada y gotas de cloruro de hierro al 0.1%. La coloración verde-azulado indica presencia de catequinas, y azul-negro, taninos gálicos.



Análisis Fisicoquímicos

pH

La determinación del pH se realizó siguiendo el método oficial de la AOAC (2016) Método 981.12. Para la medición a cada muestra se les adicionó 50 mL de agua destilada y se colocaron en vasos de precipitado de 100 mL. Antes de efectuar las mediciones, el potenciómetro (Biomedical-Lab, modelo PHS-3C) fue calibrado utilizando soluciones buffer estándar de pH 4 y 7. Una vez calibrado, se introdujo el electrodo en cada muestra para obtener las lecturas correspondientes de pH.

Ácido ascórbico

La cuantificación de ácido ascórbico (vitamina C) se realizó homogenizando 1 g de muestra con 10 mL de ácido meta-fosfórico y se agitó durante 45 min a 4 °C. Posteriormente, la mezcla se centrifugó a $5000 \times g$ y se tomó 1 mL del sobrenadante, el cual reaccionó con 2,6-diclorofenol-indofenol. La absorbancia se determinó a 515 nm, y los resultados se expresaron como miligramos equivalentes de ácido ascórbico por gramo de peso seco (mg EAA g⁻¹ PS) (Klein & Perry, 1982).

Análisis químico-proximal

Las metodologías aplicadas fueron de acuerdo a las técnicas de Official methods of analysis of AOAC (2023). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Determinación de porcentaje de humedad:

El contenido de humedad se determinó por secado en estufa, siguiendo el procedimiento oficial AOAC 934.01 (AOAC International, 2023). Se utilizaron aproximadamente 10 g de muestra, las cuales fueron colocadas en charolas de aluminio previamente puestas a peso constante. Se colocaron en una estufa marca TERLAB a 105 °C durante 4 h, hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente las muestras se enfriaron en un desecador hasta llegar a temperatura ambiente y se repitió el procedimiento de secado en la estufa hasta obtener el peso constante.

Determinación de cenizas

El contenido de cenizas, indicador de la cantidad de minerales totales, se determinó mediante la técnica de calcinación, siguiendo el método oficial AOAC 942.05 (AOAC International, 2023). Para ello, aproximadamente 5 g de muestra se colocaron en crisoles previamente tarados y llevados a peso constante. Inicialmente, las muestras se sometieron a calcinación a fuego directo hasta que dejaron de

emitir humo. Posteriormente, los crisoles se introdujeron en una mufla (marca TERLAB) a una temperatura de 550 °C durante un periodo de 4 a 5 h, con la finalidad de completar la incineración. Al finalizar el proceso, los crisoles se enfriaron a temperatura ambiente y se pesaron para determinar el contenido de cenizas.

Determinación de grasa

La determinación de grasa cruda se realizó mediante extracción Soxhlet, conforme al método AOAC 920.39 (AOAC International, 2023). Se colocaron 3 g de muestra (libre de humedad) y se colocaron en cartuchos de celulosa, estos se introdujeron en vasos Büchi previamente tarados. Los vasos se llenaron con éter de petróleo hasta la marca indicada y se sometieron a extracción en un equipo Soxhlet modelo BUCHI E-816 durante 4 h. Posteriormente, los vasos se enfriaron y pesaron para la determinación del contenido de grasa cruda.

Determinación de fibra

El contenido de fibra cruda se determinó mediante digestión ácida y alcalina, conforme al método AOAC 978.10 (AOAC International, 2023). Para ello, el residuo de la muestra previamente desengrasada se colocó en vasos Berzelius y se sometió a digestión con 200 mL de ácido sulfúrico 0.255 N caliente, hirviendo durante 30 minutos en un determinador de fibra (marca LABCONCO), con rotación periódica para evitar la adhesión de sólidos. Posteriormente, el residuo se filtró y se lavó con agua destilada caliente hasta pH neutro, y se sometió a una segunda digestión con 200 mL de hidróxido de sodio 0.313 N caliente, bajo las mismas condiciones de ebullición por 30 min. Finalizada la digestión, el residuo se filtró nuevamente y se trató con 25 mL de ácido sulfúrico 0.255 N caliente, 150 mL de agua destilada caliente y 25 mL de alcohol. Finalmente, el residuo se transfirió a un crisol, se secó a 130 °C durante 2 h y se calcinó en mufla (marca TERLAB) a 550 °C por 30 min; tras el enfriamiento, se pesó para la determinación del contenido de fibra cruda.

Determinación de proteína

El contenido de proteína total se determinó mediante el método Kjeldahl, siguiendo el procedimiento oficial AOAC 984.13 (AOAC International, 2023). Para ello, se utilizaron 0.5 g de muestra (MC, MF y MP). Para la digestión, cada muestra se colocó en tubos Kjeldahl junto con una pastilla digestora y 20 mL de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄).



Posteriormente se sometieron a calentamiento en un digestor (Buchi SpeedDigester K-436) durante aproximadamente 4 h, hasta la obtención de una solución de color verde celeste. Las muestras digeridas se enfriaron y se diluyeron con 20 mL de agua destilada, para luego ser colocadas en el destilador del equipo Kjeldahl (Buchi K-350), recolectando el destilado en un matraz con 50 mL de ácido bórico (H_3BO_3) al 2 % y rojo de metilo como indicador. El destilado se tituló con ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.1 N hasta el cambio de color de amarillo a rosa. El factor de corrección utilizado para convertir el nitrógeno en proteína fue de 6.25.

Evaluación de minerales

La determinación de potasio (K), calcio (Ca), sodio (Na) y magnesio (Mg) se realizó mediante espectroscopía de absorción atómica por flama, conforme al método oficial AOAC 968.08 (AOAC International, 2023). Se prepararon soluciones patrón a partir de cloruros analíticos de K, Ca, Na y Mg disueltos en ácido nítrico al 3 %, a partir de las cuales se construyeron curvas de calibración individuales para cada elemento. Para potasio (K) y calcio (Ca), se prepararon cinco estándares en matraces aforados de 50 mL con concentraciones de 1000, 2000, 3000, 4000 y 5000 ppm. En el caso de sodio (Na) y magnesio (Mg), se elaboraron estándares con concentraciones de 100, 200, 300, 400 y 500 ppm. En todos los casos, el volumen final se ajustó con ácido nítrico (HNO_3) al 3 %, el cual se utilizó como blanco. Para el análisis de las muestras, se tomaron alícuotas de 1.0 mL y 0.1 mL de cada extracto (MC, MF y MP), las cuales se aforaron a 100 mL con ácido nítrico (HNO_3) al 3 %. Las soluciones se analizaron en un espectrofotómetro de absorción atómica por flama, operado a una temperatura aproximada de 2000 °C, utilizando el software Spectra AA. Las lecturas se realizaron ajustando las longitudes de onda específicas para cada elemento: Ca (239.9 nm), Na (330.3 nm), Mg (202.6 nm) y K (404.4 nm). Las concentraciones se obtuvieron a partir de las curvas de calibración correspondientes, realizando las determinaciones por triplicado.

Análisis estadísticos

Los resultados obtenidos se expresaron como media $\pm$ desviación estándar de tres determinaciones independientes. Para evaluar diferencias entre las distintas muestras, los datos se analizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Cuando se detectaron diferencias significativas, se aplicó

la prueba de comparación múltiple de Tukey para la separación de medias, considerando un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. El análisis estadístico se realizó utilizando el software RStudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Compuestos fitoquímicos presentes en gualumbos

El tamizaje fitoquímico muestra una diferencia de metabolitos secundarios entre las distintas muestras del gualumbo (MC, MF y MP) (Tabla 1). La ausencia de alcaloides, sesquiterpenlactonas, esteroides y taninos sugiere que las estructuras florales evaluadas no concentran compuestos potencialmente tóxicos, lo cual resulta favorable desde el punto de vista alimentario. En contraste, la presencia generalizada de insaturaciones, oxhidrilos fenólicos y flavonoides indica una alta actividad metabólica y un posible efecto antioxidante, particularmente de los gualumbos. La detección de flavonoides concuerda con lo reportado en flores del género *Agave*, donde estos compuestos representan uno de los principales metabolitos secundarios asociados a propiedades bioactivas (González-Galván et al., 2023; Monroy-García et al., 2025). Asimismo, la presencia de saponinas y cumarinas refuerza el potencial funcional del gualumbo, ya que estos metabolitos se han relacionado con mecanismos de defensa vegetal y posibles beneficios fisiológicos. En conjunto, el perfil fitoquímico observado respalda el valor nutracéutico del gualumbo y justifica su caracterización como recurso vegetal de interés.

Tabla 1. Resultados del tamizaje fitoquímico en gualumbos

Compuestos fitoquímicos	Muestras y resultados		
	MC	MF	MP
Alcaloides	-	-	-
Insaturaciones	+	+	++
Oxhidrilos fenólicos	++	++	+
Sesquiterpenlactonas	-	-	-
Flavonoides	++	++	++
Saponinas	++	+	+
(Prueba de Salkowski)			
Saponinas	-	-	-
(Prueba de Shinoda)			
Cumarinas	+	+	-
Esteroides	-	-	-
Taninos	-	-	-

Flor completa (MC), flor (MF) y pistilo (MP). (-) Negativo; (+) Positivo tenue; (++) Positivo intenso

Análisis fisicoquímico

En la tabla 2, se muestra el pH y el contenido de ácido ascórbico en los gualumbos, permitió identificar características que reflejan su potencial como alimento. Los valores de pH se encontraron entre 3.53 y 4.25, mostrando diferencias significativas entre las muestras ($p < 0.05$). La muestra MF presentó el valor más bajo (3.53), lo que indica una mayor acidez. Esta condición podría deberse a una mayor presencia de compuestos fenólicos, responsables de su sabor ligeramente agrio y de su acción antioxidante. González-Galván et al. (2023) y Monroy-García et al. (2025), encontraron valores de pH entre 3.8 y 4.4 en flores de *Agave salmiana*. Respecto al ácido ascórbico (vitamina C), los valores obtenidos en los gualumbos estuvieron entre 3.29 y 7.55 mg/100 g, con diferencias significativas ($p < 0.05$). Aunque los valores obtenidos fueron ligeramente menores a los reportados por González-Galván et al. (2023) y Monroy-García et al. (2025), quienes reportaron concentraciones entre 9 y 12 mg/100 g, estos se mantienen dentro del rango observado en otras flores comestibles mexicanas. Esto indica que el material evaluado presenta una función antioxidante y contribuye al fortalecimiento del sistema inmunológico, además de favorecer la absorción de hierro de origen vegetal.

Tabla 2. Resultados de análisis fisicoquímicos en gualumbos

Muestras	pH	Ácido ascórbico (mg AA/100 g)
Flor completa (MC)	4.135±0.1626 ^b	3.29±2.1810 ^b
Flor (MF)	3.525±0.1060 ^a	7.54±1.4571 ^a
Pistilo (MP)	4.25±0.1838 ^{ab}	5.54±2.4645 ^c

Diferentes superíndices dentro de la misma columna indica que las medias difieren significativamente ($P < 0.05$)

Análisis químico-proximal

En la tabla 3, el análisis químico-proximal indicó un alto contenido de humedad en los gualumbos (85-90%), característica distintiva de las flores comestibles y directamente relacionada con su frescura, textura y aceptabilidad sensorial, aunque también implica una menor vida de anaquel. Estos resultados coinciden con lo reportado en especies de *Cucúrbita*, (calabazas, zapallos y calabacines), donde la humedad supera el 85% y se asocia con una rápida perecibilidad (Stryjecka et al., 2026). Este elevado contenido de agua favorece su consumo en fresco, pero también plantea la necesidad de estrategias de conservación postcosecha, como secado o deshidratación, para extender su vida útil (Ramírez-Gamboa, 2025).



El contenido de cenizas muestra valores de 0.61-1.20%, el pistilo presentó la mayor concentración, lo que indica una predominancia de minerales en esta fracción. Estudios recientes en flores comestibles mexicanas han demostrado que las fracciones florales pueden diferir significativamente en su aporte mineral, siendo fuentes relevantes de calcio y potasio (Marcos-Gómez et al., 2025). De manera similar, investigaciones sobre subproductos de *Agave salmiana* han resaltado su potencial como fuente de compuestos minerales y funcionales (Huezcas-Garrido et al., 2022). La mayor proporción de grasa cruda fue observada en la muestra MP (Pistilo). Este comportamiento es consistente con lo observado en flores de ajo y puerro silvestre, donde los lípidos representan una fracción mínima del valor nutricional, pero aportan compuestos bioactivos con potencial antioxidante (Zambrano et al., 2023). Respecto a la fibra al igual que la grasa las muestras con valores más altos fueron los pistilos (MP), lo que sugiere que esta fracción podría contribuir de manera significativa al aporte de fibra dietética. Investigaciones recientes en flores silvestres de Oaxaca han destacado la importancia de la fibra soluble e insoluble como componente funcional con efectos prebióticos y beneficios para la salud intestinal (Pascual-Mendoza et al., 2025). Finalmente, el contenido de proteína cruda mostró valores de 0.62 a 0.96% en las diferentes muestras analizadas, existiendo diferencias significativas en las muestras de pistilo (MP) con MC y MF. Estos resultados son bajos en comparación con otras flores comestibles como de calabaza, que pueden alcanzar hasta 2-3 % (Stryjecka et al., 2026). Sin embargo, este valor es similar al reportado en subproductos de *Agave salmiana*. Donde la proteína no constituye el principal nutriente, pero si aporta aminoácidos esenciales en pequeñas cantidades (Hernández-Ramos et al., 2025). En conjunto, el análisis químico-proximal de los gualumbos permitió obtener una visión integral de su composición nutricional y evaluar su potencial como alimento de consumo humano.

Tabla 3. Resultados de análisis químico-proximal en gualumbos

Muestras	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Proteína (%)
Flor completa (MC)	90.19±2.25 ^a	0.69±0.04 ^a	1.05±0.18 ^a	2.24±0.56 ^a	0.62±0.00 ^a
Flor (MF)	90.03±0.73 ^a	0.61±0.03 ^b	0.70±0.24 ^b	1.55±0.35 ^b	0.62±0.01 ^a
Pistilo (MP)	85.09±2.53 ^b	1.20±0.01 ^c	2.41±0.21 ^c	3.38±0.71 ^c	0.96±0.04 ^b

Diferentes superíndices dentro de la misma columna indica que las medias difieren significativamente (P<0.05)

Evaluación de minerales

El análisis mineral de los gualumbos se muestra en la tabla 4. Se puede observar que existen diferencias significativas entre las fracciones florales evaluadas. El contenido de magnesio (Mg) osciló entre 526 y 661 mg/kg, siendo mayor en la flor completa y en la flor sin pistilo. Este rango es comparable con lo reportado en flores comestibles mexicanas como *Cucúrbita pepo* (calabacín), donde el Mg se ha identificado como un componente relevante para la dieta tradicional (Marco-Gómez et al., 2025). El magnesio cumple funciones esenciales en la regulación enzimática y en la salud ósea, lo que refuerza la importancia de estas flores como fuente complementaria de minerales. En cuanto al calcio (Ca) el pistilo mostró un contenido significativamente mayor (792 mg/Kg) en comparación con la flor (426 mg/Kg) y la flor completa (151 mg/Kg).

El calcio cumple funciones estructurales en la pared celular y en la señalización intracelular, lo que explica su acumulación en el pistilo, órgano clave en la fecundación. Investigaciones en especies afines de *Agave* confirman que los tejidos reproductivos concentran calcio para garantizar la integridad celular y la viabilidad del polen (Martínez et al., 2021). Los resultados obtenidos del potasio muestran diferencias significativas en todas las muestras analizadas. Este mineral mostró el mayor contenido en el pistilo con 4,928 mg/Kg, mientras que la flor sin pistilo presentó el menor valor con 1,879 mg/Kg. Este hallazgo coincide con lo reportado en flores de ajo y puerro, donde el potasio es el mineral predominante y se asocia con beneficios cardiovasculares y regulación de la presión arterial (Zambrano et al., 2023). La alta concentración de K en el pistilo refuerza su valor nutricional y su potencial como alimento funcional.

Con respecto al sodio (Na). La flor mostró contenido notablemente alto (504 mg/kg), mientras que el pistilo apenas alcanzó 2.95 mg/Kg. Este contraste sugiere diferencias de absorción y almacenamiento de sodio, posiblemente vinculadas a la regulación hídrica y a la adaptación de los tejidos florales a condiciones de estrés ambiental. Investigaciones recientes señalan que el sodio, aunque no esencial en grandes cantidades, puede contribuir a la regulación osmótica en flores de agave (Ortiz y Ramírez et al., 2025).



Tabla 4. Resultados de la evaluación de minerales en gualumbos

Muestras	Mg (mg/kg MS)	Ca (mg/kg MS)	K (mg/kg MS)	Na (mg/kg MS)
Flor completa (MC)	659.38±7.53 ^a	151.30±70 ^a	2,656.30±201.01 ^a	37.43±9.80 ^a
Flor (MF)	660.76±31.85 ^a	426.82±67 ^b	1,879.74±77.6 ^b	50±4.14 ^b
Pistilo (MP)	526.17±25.13 ^b	792.06±3.10 ^c	4,928.95±84.7 ^c	2.95±0.18 ^c

Diferentes superíndices dentro de la misma columna indica que las medias difieren significativamente (P<0.05)

CONCLUSIONES

El presente estudio mostró que los gualumbos poseen un perfil fitoquímico y nutricional diferenciado según la estructura floral analizada. Se confirmó la ausencia de alcaloides, sesquiterpenlactonas, esteroides y taninos, mientras que los flavonoides y oxhidrilos fenólicos se detectaron de manera consistente, posicionándose como los principales metabolitos secundarios con potencial antioxidante. Asimismo, se observaron diferencias significativas en la intensidad de insaturaciones y saponinas, más marcadas en los pistilos, y la presencia exclusiva de cumarinas en flores y flor-pistilo. En cuanto a parámetros fisicoquímicos, la flor presentó el pH más bajo y la mayor concentración de ácido ascórbico, lo que la convierte en la principal fuente antioxidante, mientras que el pistilo mostró mayor estabilidad en acidez y un contenido intermedio de vitamina C. El análisis químico-proximal reveló que el pistilo concentra los mayores niveles de cenizas, grasa, fibra y proteína, reflejando una concentración más elevada de nutrientes esenciales, mientras que la flor y la combinación flor-pistilo destacaron por su elevado contenido de humedad. Finalmente, el estudio mineral demostró diferencias significativas, el pistilo sobresalió por su alto contenido de potasio y calcio, mientras que la flor presentó mayores niveles de sodio y magnesio. En conjunto, estos hallazgos confirman que cada estructura floral de los gualumbos aporta un perfil nutricional específico, respaldando su potencial como alimento funcional y recurso agroindustrial sostenible, con aplicaciones tanto en la nutrición humana como en la valorización de la biodiversidad agavea.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC International. (2016). Official Methods of Analysis (20th ed., Method 981.12). AOAC International
- AOAC International. (2023). Official methods of analysis of AOAC International (22nd ed.). AOAC International.
- Castañeda-Ovando, A., Moreno-Vilet, L., Jaimez-Ordaz, J., Ramírez-Godínez, J., Pérez-Escalante, E., Cruz-Guerrero, A. E., Contreras-López, E., Alatorre-Santamaría, S. A., Guzmán-Rodríguez, F. J., & González-Olivares, L. G. (2023). Aguamiel syrup as a technological diversification product: Composition, bioactivity and present panorama. *Future Foods*, 8, 100249. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2023.100249>
- Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SIAP]. (2018). El quiote y sus flores, las delicias del maguey. Gobierno de México.
- García Mateos, M. del R., Hernández Ramos, L., & Ybarra Moncada, M. C. (2023). Componentes antioxidantes y calidad nutricional de aguamiel de diversos cultivares de *Agave salmiana* y *A. mapisaga*. *Polibotánica*, 59, 1–12. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.59.18>
- García-Mendoza, A. J. (2002). Distribution of *Agave* (Agavaceae) in Mexico, with notes on its ecology, ethnobotany and evolution. *Cactus and Succulent Journal*, 74(4), 177–187.
- González-Galván, L. L., Pérez-Rodríguez, A., & Martínez-Sánchez, S. (2023). Análisis proximal y contenido mineral de la flor de *Agave salmiana* L. como alimento tradicional mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 14(2), 445–458.
- Hernández, C., & Acevedo, M. J. (2021). El maguey en la historia y cultura mexicana. *Revista Mexicana de Etnobotánica*, 12(3), 45–59
- Hernández-Ramos, L., García-Mateos, M. R., & Ybarra-Moncada, M. C. (2025). Componentes antioxidantes y calidad nutricional de aguamiel de diversos cultivares de agave pulquero (*Agave salmiana* y *A. mapisaga*). *Polibotánica*, 59, 183–198. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.59.18>



- Huezcas-Garrido, L., Alanís-García, E., Ariza-Ortega, J. A., & Zafra-Rojas, Q. Y. (2022). Subproductos de interés nutricional y funcional de Agave salmiana. *Revista Chilena de Nutrición*, 49(2), 250–263. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182022000200250>
- Klein, B. P., & Perry, A. K. (1982). Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *Journal of Food Science*, 47(3), 941–945. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb12750.x>
- Martínez, R., Sánchez, P., & Torres, L. (2021). Calcium distribution in reproductive tissues of agave species: Implications for plant physiology. *Plant Physiology Reports*, 26(4), 312–320
- Monroy-García, I., González-Cruz, L., & Gutiérrez-Sánchez, G. (2025). In vitro gastrointestinal bioaccessibility of phenolic compounds and antioxidant capacity from Agave flowers. *Food Chemistry Advances*, 12, 100562. <https://doi.org/10.1016/j.fca.2024.100562>
- Marcos-Gómez, R., Vera-Guzmán, A. M., Pérez-Ochoa, M. L., Martínez-Martínez, L., Hernández-Delgado, S., Martínez-Sánchez, D., & Chávez-Servia, J. L. (2025). Mineral content of four Mexican edible flowers growing in natural conditions and backyards from indigenous communities. *Applied Sciences*, 15(7), 3432. <https://doi.org/10.3390/app15073432>
- Ortiz, B., & Ramírez, C. (2025). Sodium and potassium dynamics in edible flowers of agave. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16(1), 55–67.
- Pascual-Mendoza, S., Pérez-Herrera, A., Sánchez-Medina, M. A., & Santiago-Martínez, A. (2025). Traditional knowledge, nutritional composition and bioactive compounds of edible flowers consumed by indigenous communities in Oaxaca, Mexico. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 98, 45–56.
- Ramman, N. (2006). *Phytochemical technique*. New India Publishing.
- Ramírez-Gamboa, D. (2025). Exploring the nutrients, antioxidants, and bioactive compounds in edible flowers. In *Edible Flowers: Source of Phytonutrients, Valorization and Technological Advancements* (pp. 51–73). Springer Nature.
- Stryjecka, M., Jaroszuk-Sierocińska, M., Kiełtyka-Dadasiewicz, A., Krochmal-Marczak, B., & Cebulak, T. (2026). Nutritional properties of edible flowers from five pumpkin (*Cucurbita* sp.)



species. *Foods*, 15(2), 219. <https://doi.org/10.3390/foods15020219> (publicado en 2026, basado en datos de 2025)

Zambrano Núñez, T. M., Morales Noriega, A. M., García-Martínez, M. D., & Raigón Jiménez, M. D. (2023). Aromatic and nutritional composition of edible flowers of garden garlic and wild leek. *Horticulturae*, 11(3), 323. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11030323>

