

## Evaluación de la Composición Química y Valor Nutricional de cinco especies de Quelites de consumo recurrente en comunidades rarámuri de la Sierra Tarahumara, México

M. de G. González-Pedroza<sup>1</sup>, R.A. Bye-Boettler<sup>2</sup>, D. Castro-Lara<sup>2</sup>, S. Cristians Niizawa<sup>2</sup>, E. Linares-Mazari<sup>2</sup>, M. Mendoza-Cruz<sup>2</sup>, L.M. Mera-Ovando<sup>2</sup>, J. Rodríguez-Servin<sup>2</sup>, J.C. Ramírez-Orejuel<sup>3</sup>.

**1** Departamento de Alimentos y Biotecnología, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. **2** Instituto de Biología, Jardín Botánico, Universidad Nacional Autónoma de México. **3** Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. [jrorejel@unam.mx](mailto:jrorejel@unam.mx)

### RESUMEN

La Sierra Tarahumara que se encuentra ubicada al noroeste de México es considerada una de las zonas biodiversas de América del Norte. Los rarámuri constituyen el pueblo más numeroso y conocido de los que habitan la zona, considerados agricultores de subsistencia complementan su dieta mediante el consumo de vegetales de hoja conocidos como quelites. Los quelites aportan diversos aromas, colores y sabores a la gastronomía mexicana, y tradicionalmente se conocen los beneficios que aporta su consumo. Se tiene conocimiento que los Rarámuri consumen más de 120 especies de quelites, entre las que se encuentran *Amaranthus retroflexus*, *Arracacia edulis*, *Phacelia platycarpa*, *Amaranthus palmeri* y *Tauschia madrensis*, el objetivo de este estudio fue determinar la composición química y el valor nutricional de las especies de quelites antes mencionadas y consideradas de consumo recurrente, se realizó la caracterización fisicoquímica ( fibra cruda, extracto etéreo, proteína cruda, proteína verdadera, extracto libre de nitrógeno y cenizas), se determinó el perfil de aminoácidos presentes y se cuantificó la concentración de minerales (Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P y Zn). Los resultados indicaron que las cinco especies aportan un buen contenido de fibra cruda, proteína y minerales (Ca, P, Fe y Mn).

**Palabras clave:** consumo, quelites, rarámuri.

### ABSTRACT

The Sierra Tarahumara, which is located in the north of Mexico, is considered one of the biodiverse areas of North America. The rarámuri are the most numerous and well-known people that inhabit the area, considered subsistence farmers, supplementing their diet by consuming leafy vegetables known as quelites. Quelites provide several odors, colors and flavors to Mexican cuisine, and the benefits of their consumption are traditionally known. It is known that the Rarámuri consume more than 120 species of quelites, among which are *Amaranthus retroflexus*, *Arracacia edulis*, *Phacelia platycarpa*, *Amaranthus palmeri* and *Tauschia madrensis*, the objective of this study was to determine the chemical composition and nutritional value of the species of quelites mentioned above and considered of recurrent consumption, the physicochemical characterization was carried out (crude fiber, ether extract, crude protein, true protein, extract free of nitrogen and ash), the profile of amino acids present was determined and the concentration of minerals (Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P and Zn). The results indicated that the five species provide a good content of crude fiber, protein and minerals (Ca, P, Fe and Mn).

**Keywords:** consume, quelites, rarámuri.

**Área:** Nutrición y nutraceuticos.

### INTRODUCCIÓN

La Sierra Tarahumara se localiza en la Sierra Madre Occidental (la cordillera más larga de México) el área que abarca limita hacia el oeste con los estados de Sonora y Sinaloa, hacia el sur con el estado de Durango y hacia el este con los altiplanos centrales del estado de Chihuahua, y es considerada una de las zonas con mayor biodiversidad de América del Norte (ONU, 2019). Hasta el año 2019 se tiene el conocimiento de la presencia de 3,271 especies de plantas y cuatro pueblos originarios (WWF, 2014), siendo el pueblo rarámuri el más numeroso y conocido de ellos (Pintado Cortina, 2004). Los rarámuri son considerados agricultores de subsistencia que complementan una porción significativa de su dieta (basada principalmente en maíz, frijol, calabaza y chile) con plantas comestibles no cultivadas obtenidas mediante recolección (Bye R. , 1981), dichas plantas pertenecen al grupo conocido como quelites (en lengua rarámuri “kiribá”). El término quelite es una palabra prestada derivada del sustantivo náhuatl "quilitl", que hace referencia a verduras comestibles o vegetales de hoja en México, y los describe como plantas cuyas hojas, tallos tiernos y en ocasiones inflorescencias inmaduras, son consumidas como verdura (Bye R. L., 2011). Este grupo de plantas tiene un gran valor en la alimentación nacional debido a que aportan diversos aromas, colores y sabores (Castro, 2011) a la gastronomía tradicional mexicana, sin embargo en las estadísticas agrícolas nacionales, los quelites son especies de poco significado económico tanto por la reducida superficie cosechada como por el valor de la cosecha, por ello son consideradas plantas de uso local y tradicional que en su mayoría se cultivan o recolectan a escala de auto consumo y comercialización incipiente (Linares, 2015). En la actualidad se considera que los quelites son vegetales ricos en minerales, vitaminas y ácidos grasos (Mera, 2011), el creciente interés de la población por mantener una “dieta más natural” y balanceada hacen de los quelites una opción atractiva para los consumidores aumentando la demanda de estudios nutrimentales que corroboren su valor nutrimental. Según lo mencionado por Bye (1981) los rarámuri emplean más de 120 especies de quelites, de las cuales 10 son consumidas cotidianamente, entre ellas se encuentran *Amaranthus retroflexus*, *Arracacia edulis*, *Phacelia platycarpa*, *Amaranthus palmeri* y *Tauschia madrensis* (Linares, 2015). El objetivo de este estudio fue determinar la composición química y el valor nutrimental de estas cinco especies de quelites consideradas de consumo recurrente realizando la caracterización fisicoquímica ( fibra cruda, extracto etéreo, proteína cruda, proteína verdadera, extracto libre de nitrógeno y cenizas), la cuantificación de aminoácidos presentes (HPLC), y determinando la concentración de minerales (Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P y Zn). Los resultados indicaron que las cinco especies aportan un buen contenido de fibra cruda, proteína y minerales (Ca, P, Fe y Mn), lo que nos permite conocer el aporte nutrimental que ofrecen en la dieta Rarámuri.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras deshidratadas de las cinco especies de quelites (*Tauschia madrensis*, *Phacelia platycarpa*, *Arracacia edulis*, *Amaranthus palmeri* y *Amaranthus retroflexus*) en algunas comunidades de la Sierra Tarahumara, posteriormente las muestras se trasladaron al laboratorio en la Ciudad de México, donde se recibieron y se homogeneizaron para su análisis. La caracterización fisicoquímica de las muestras se realizó mediante la determinación de los parámetros de fibra cruda (AOAC962.09, 2015), extracto etéreo (AOAC920.39, 2015), proteína cruda (AOAC2001.11, 2015), cenizas (AOAC942.05, 2015) y en el caso de proteína verdadera se determinó de acuerdo con lo propuesto por Krishnamoorthy (1982), y el Extracto libre de nitrógeno se determinó por diferencia. Las muestras de las cinco especies de quelites previamente desengrasadas se sometieron a hidrólisis ácida para llevar a cabo la cuantificación de aminoácidos mediante cromatografía de líquidos para el caso de la cuantificación de triptófano se realizó hidrólisis alcalina y se cuantificó la concentración por cromatografía de líquidos (Waters AccQ Tag) La determinación de la concentración de minerales (Ca, Na, K, Mg, Mn, Fe y Zn)

se efectuó mediante espectroscopía de absorción atómica (AOAC985.35, 2015) en el caso de fósforo se utilizó espectroscopía UV-Vis (AOAC965.17, 2005) para la determinación de su concentración. Posteriormente los datos obtenidos de las diferentes determinaciones se sometieron a análisis estadístico mediante análisis de varianza (ANOVA de un factor) seguida de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados pertenecen al proyecto CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE ESPECIES COMESTIBLES PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA EN LA SIERRA TARAHUMARA: QUELITES, PAPIIT-IG200419.

Los resultados de la caracterización química de las cinco especies de quelites se muestran en la Tabla I los quelites analizados no aportan una cantidad importante de lípidos, sin embargo, aportan una cantidad importante de fibra cruda y cenizas (minerales), en cuanto al contenido de proteína, puede observarse que las especies *A. palmeri* y *A. retroflexus* son las que poseen un contenido más elevado de proteína cruda y verdadera, sin embargo en la literatura (Wesche-Ebeling, 1995) los valores reportados de proteína cruda para ambas especies son más bajos 22.8g y 18g respectivamente. La determinación de proteína verdadera se realizó con la finalidad de diferenciar el nitrógeno proteico del no proteico y posteriormente hacer una comparación con la sumatoria de aminoácidos.

<b>Tabla I.</b> Comparación de la caracterización fisicoquímica de las cinco especies de quelites analizadas (g/100g de muestra en base seca)					
Parámetro fisicoquímico	Quelite (Especie)				
	<i>Tauschia madrensis</i>	<i>Phacelia platycarpa</i>	<i>Arracacia edulis</i>	<i>Amaranthus palmeri</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Fibra cruda	17.48 <sup>d</sup>	12.7 <sup>c</sup>	12.96 <sup>c</sup>	8.94 <sup>b</sup>	7.32 <sup>a</sup>
Extracto etéreo	3.95 <sup>b</sup>	2.53 <sup>a</sup>	3.64 <sup>b c</sup>	3.99 <sup>b c</sup>	4.65 <sup>d</sup>
Proteína cruda	14.96 <sup>b</sup>	14.65 <sup>a</sup>	21.07 <sup>c</sup>	29.23 <sup>e</sup>	28.35 <sup>d</sup>
Proteína verdadera	12.68 <sup>a</sup>	12.66 <sup>a</sup>	16.83 <sup>b</sup>	23.93 <sup>d</sup>	22.37 <sup>c</sup>
Extracto libre de nitrógeno	52.62 <sup>d</sup>	54.52 <sup>e</sup>	50.36 <sup>c</sup>	36.74 <sup>a</sup>	40.19 <sup>b</sup>
Cenizas	10.99 <sup>a</sup>	15.61 <sup>c</sup>	11.98 <sup>b</sup>	21.1 <sup>e</sup>	19.49 <sup>d</sup>
Los resultados muestran el promedio de duplicado $\pm$ D.E., C.V. < 5 %.					
La concentración promedio de cada parámetro con literal diferente, es significativamente diferente según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )					

En la tabla II se muestran los resultados obtenidos en la cuantificación de aminoácidos en las cinco especies de quelites analizadas, los aminoácidos más abundantes fueron para la especie *T. madrensis* aspártico y glutámico, para *P.platycarpa* aspártico, glicina, alanina, leucina. *A.edulis* aspártico, glutámico, glicina y arginina, *A.palmeri* presentó la mayoría de los aminoácidos en buena cantidad excepto histidina, cisteína, metionina, el caso de *A. retroflexus* es similar a la especie anterior ya que se observaron bajas cantidades de aspártico, tirosina, lisina y arginina, en el caso del triptófano se observó en menor cantidad respecto al resto de los aminoácidos en *A.palmeri* y *A.retroflexus*, sin embargo se encuentra en mayor cantidad que en las tres especies de quelites restantes. Por otro lado se observa que el total de la suma de los aminoácidos es mayor en *A.palmeri* (16.37g), respecto a los otros quelites, mientras *A. edulis* y *A. retroflexus* presentaron un valor similar (12g aprox), las dos especies restantes

presentaron los valores más bajos (8.00 y 9.29g). Por otro lado observa que el total de la suma de los aminoácidos es mayor en *A. palmeri* (16.37g), respecto a los otros quelites, mientras *A. edulis* y *A. retroflexus* presentaron un valor similar (12g aprox.), las dos especies restantes presentaron los valores más bajos (8.00 y 9.29g)

**Tabla II.** Comparación del contenido de aminoácidos en las cinco especies de quelites (g de aminoácido / 100g de proteína)

Aminoácido	Quelite (Especie)				
	<i>Tauschia madrensis</i>	<i>Phacelia platycarpa</i>	<i>Arracacia edulis</i>	<i>Amaranthus palmeri</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Asparragina	1.343 <sup>b</sup>	1.365 <sup>b c</sup>	2.121 <sup>d</sup>	1.075 <sup>b c</sup>	0.030 <sup>a</sup>
Serina	0.577 <sup>a</sup>	0.644 <sup>a</sup>	0.778 <sup>b</sup>	0.841 <sup>c</sup>	1.674 <sup>c</sup>
Glutamina	0.928 <sup>b</sup>	0.137 <sup>a</sup>	1.518 <sup>c</sup>	2.039 <sup>c</sup>	0.855 <sup>b</sup>
Glicina	0.551 <sup>a</sup>	1.387 <sup>b</sup>	0.736 <sup>a c</sup>	0.945 <sup>a b c</sup>	2.103 <sup>d</sup>
Histidina	0.190 <sup>a</sup>	0.253 <sup>b</sup>	0.283 <sup>b c</sup>	0.274 <sup>b c</sup>	0.951 <sup>d</sup>
Arginina	0.360 <sup>a</sup>	0.488 <sup>a b</sup>	0.899 <sup>c</sup>	1.406 <sup>d</sup>	0.333 <sup>a b</sup>
Treonina	0.359 <sup>a</sup>	0.53 <sup>a c</sup>	0.607 <sup>a b d</sup>	0.895 <sup>b c d</sup>	0.465 <sup>a b</sup>
Alanina	0.552 <sup>a</sup>	0.703 <sup>a b</sup>	0.649 <sup>a b</sup>	1.171 <sup>c</sup>	0.751 <sup>a b</sup>
Prolina	0.478 <sup>a</sup>	0.486 <sup>a b</sup>	0.582 <sup>a b</sup>	1.027 <sup>c</sup>	1.073 <sup>c</sup>
Cisteína	0.039 <sup>b</sup>	0.014 <sup>a b</sup>	0.098 <sup>c</sup>	0.012 <sup>a b</sup>	0.760 <sup>d</sup>
Tirosina	0.366 <sup>b</sup>	0.408 <sup>b</sup>	0.508 <sup>b c</sup>	0.674 <sup>c</sup>	0.030 <sup>a</sup>
Valina	0.324 <sup>a</sup>	0.479 <sup>a b</sup>	0.353 <sup>a b c</sup>	0.999 <sup>d</sup>	0.627 <sup>a b c</sup>
Metionina	0.117 <sup>a</sup>	0.106 <sup>a</sup>	0.361 <sup>a</sup>	0.306 <sup>a</sup>	0.477 <sup>a</sup>
Lisina	0.453 <sup>b</sup>	0.500 <sup>b c</sup>	0.558 <sup>b c</sup>	1.017 <sup>d</sup>	0.061 <sup>a</sup>
Isoleucina	0.224 <sup>a</sup>	0.310 <sup>a b</sup>	0.421 <sup>b</sup>	0.772 <sup>c</sup>	0.817 <sup>c</sup>
leucina	0.555 <sup>a</sup>	0.751 <sup>a b</sup>	0.683 <sup>a b</sup>	1.557 <sup>c</sup>	0.407 <sup>a</sup>
fenilalanina	0.442 <sup>a</sup>	0.607 <sup>b</sup>	0.607 <sup>b</sup>	1.148 <sup>c</sup>	1.009 <sup>c</sup>
triptófano	0.143 <sup>b</sup>	0.118 <sup>a</sup>	0.196 <sup>c</sup>	0.217 <sup>d</sup>	0.290 <sup>e</sup>
Total	8.00 <sup>a</sup>	9.29 <sup>a</sup>	11.96 <sup>b</sup>	16.37 <sup>c</sup>	12.68 <sup>b</sup>

Los resultados muestran el promedio de duplicado ± D.E., C.V. < 5 %.  
La concentración de aminoácidos con literal diferente, es significativamente diferente según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Posteriormente se realizó la comparación entre el contenido de proteína (cruda y verdadera) y la suma de aminoácidos cuantificados (Ver Tabla III), se observó que el contenido de proteína verdadera y aminoácidos no presenta diferencia en el caso de *A. edulis*, sin embargo se encontraron diferencias en el caso de las cuatro especies de quelites restantes, presentando valores por debajo del valor de proteína verdadera, probablemente debido a la pérdida de aminoácidos durante la hidrólisis previa al análisis de la muestra. Sin embargo las especies con el valor más elevado de proteína verdadera (*A. palmeri* y *A. retroflexus*) presentaron también los valores más elevados de la suma de aminoácidos.

**Tabla III.** Comparación entre el contenido de proteína (cruda y verdadera) y aminoácidos

Quelite (Especie)	Proteína cruda (g/100g de muestra)	Proteína Verdadera (g/100g de muestra)	Aminoácidos (g/100g proteína)
<i>Tauschia madrensis</i>	14.96 <sup>b</sup>	12.68 <sup>b</sup>	8.00 <sup>a</sup>
<i>Phacelia platycarpa</i>	14.65 <sup>c</sup>	12.66 <sup>b</sup>	9.29 <sup>a</sup>
<i>Arracacia edulis</i>	21.07 <sup>c</sup>	16.83 <sup>b</sup>	11.96 <sup>b</sup>
<i>Amaranthus palmeri</i>	29.23 <sup>c</sup>	23.93 <sup>b</sup>	16.37 <sup>a</sup>
<i>Amaranthus retroflexus</i>	28.35 <sup>c</sup>	22.37 <sup>b</sup>	12.68 <sup>a</sup>

Los resultados muestran el promedio de duplicado  $\pm$  D.E., C.V. < 5 %.  
La concentración promedio de proteína y aminoácidos con literal diferente, es significativamente diferente según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Los resultados obtenidos de la caracterización fisicoquímica de las (cenizas) indicaron que las cinco especies de quelites probablemente poseen un buen aporte nutrimental en cuanto al contenido de minerales, por lo que se realizó la cuantificación de algunos macrominerales (Ca, P, Na, K y Mg) y micro minerales (Fe, Mn y Zn).

**Tabla IV.** Comparación de la concentración (ppm) de contenido de minerales de las cinco especies de quelites.

Mineral	<i>Tauschia madrensis</i>	<i>Phacelia platycarpa</i>	<i>Arracacia edulis</i>	<i>Amaranthus palmeri</i>	<i>Amaranthus retroflexus</i>
Calcio	1.47 <sup>a</sup>	2.77 <sup>b</sup>	1.53 <sup>a</sup>	3.08 <sup>c</sup>	4.71 <sup>d</sup>
Fósforo	0.08 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.11 <sup>b</sup>	1.07 <sup>c</sup>	1.04 <sup>c</sup>
Sodio	0.30 <sup>a</sup>	0.57 <sup>d</sup>	0.29 <sup>a c</sup>	0.28 <sup>a c b</sup>	0.36 <sup>a b</sup>
Potasio	0.84 <sup>d</sup>	0.55 <sup>b</sup>	0.72 <sup>c</sup>	0.71 <sup>c</sup>	0.47 <sup>a</sup>
Magnesio	0.46 <sup>d</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.40 <sup>c</sup>	0.48 <sup>e</sup>	0.28 <sup>b</sup>
Hierro	2.20 <sup>b</sup>	2.37 <sup>c</sup>	2.71 <sup>d</sup>	2.27 <sup>b c</sup>	0.59 <sup>a</sup>
Manganeso	0.67 <sup>a</sup>	1.75 <sup>c</sup>	2.12 <sup>d</sup>	2.62 <sup>e</sup>	1.01 <sup>b</sup>
Zinc	0.16 <sup>b</sup>	0.22 <sup>c</sup>	0.89 <sup>d</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.13 <sup>b</sup>

Los resultados muestran el promedio de triplicado  $\pm$  D.E., C.V. < 5 %.  
La concentración promedio de mineral con literal diferente, es significativamente diferente según la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ )

Se observa en la Tabla IV que el calcio es el mineral más abundante en las cinco especies de quelites, el segundo mineral más abundante el hierro, micromineral que se encuentra de manera natural en hortalizas de hoja verde (Latham, 2002) como los quelites, en las cinco especies se encontró en concentración considerable, e incluso en cantidades superiores al calcio en las especies *T. madrensis* y *A. edulis*. Otro mineral que se encontró en concentración considerable fue el Manganeso (excepto en *T. madrensis*). El caso del fósforo se encontró en concentración considerable en *A. palmeri* y *A. retroflexus* que fueron las especies que presentaron el mayor contenido de calcio.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC2001.11. (2015). *Official methods of analysis*. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC920.39. (2015). *Official methods of analysis*. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC942.05. (2015). *Official methods of analysis*. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC962.09. (2015). *Official methods of analysis*. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC965.17. (2005). *Official methods of analysis*. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC985.35. (2015). *Official methods of analysis*. Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Bye, R. (1981). Quelites, Ethnoecology of edible greens, past present and future. *Journal of ethnoecology*, 109-123.
- Bye, R. L. (2011). *Continuidad y aculturación de plantas alimenticias: los quelites especies subutilizadas de México*, Luz María Mera Ovando, Delia Castro Lara, & Robert Bye Boettler (compiladores), en *Especies Vegetales Poco Valoradas: una alternativa para la seguridad alim.* Distrito Federal, México: Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación, SNICS-SAGARPA.
- Castro, D. (2011). *Los quelites, tradición milenaria en México*. Chapingo, Texcoco, Estado de México,: Universidad Autónoma Chapingo.
- Krishnamoorthy, U. (1982). Nitrogen fractions . *Selected feed stuffs*, 217 – 225.
- Latham, M. (2002). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Roma: FAO. Obtenido de Nutrición humana en el mundo en desarrollo.
- Linares, E. (2015). Las especies subutilizadas de la milpa. *Revista digital universitaria*, 22.
- Mera, L. (2011). El cultivo de la verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), ejemplo en la promoción, producción y el comercio de alimentos sanos y de calidad”. En U. N. México, *Especies vegetales poco valoradas: una alternativa para la seguridad alimentaria*, México (pág. 137). Distrito Federal, México: UNAM.
- ONU. (28 de Junio de 2019). *ONU, Programa para el medio ambiente*. Obtenido de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/sierra-tarahumara-un-tesoro-de-la-biodiversidad-mexicana-que-urge>
- Pintado Cortina, A. P. (2004). Tarahumaras - Pueblos Indígenas del México Contemporáneo. *Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas*, 39.

- Waters AccQ Tag. (s.f.). Method for hydrolysate amino acid analysis. *Waters chromatography division*. Milford, Massachusetts, United States of America: Millipore Corporation.
- Wesche-Ebeling, P. (1995). Contributions to the botany and nutritional value of some wild *Amaranthus* Species (Amaranthaceae) of Nuevo Leon, Mexico. *Economic botany*, 423-430.
- WWF. (2014). *Tarahumara sustentable*. Obtenido de Tarahumara sustentable: <http://www.tarahumarasustentable.mx/que-es.html>