

Fecha de recepción: 1-abril-2024

Fecha de aceptación: 20-septiembre-2024

COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DE HOJAS DE *Amaranthus* “QUINTONILES” DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, MÉXICO

Cristina Mapes Sánchez^{1*}, Josefina C. Morales Guerrero², Lorena Peralta Rodríguez¹,
Francisco A. Basurto Peña¹, Petra Elena Sánchez Vargas² y Leonel Bautista³

¹Instituto de Biología, Jardín Botánico, Universidad Nacional Autónoma de México

²Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán.

³Productor agrícola, Ecatlán, municipio de Jonotla, Puebla.

*Correo: cmapes@ib.unam.mx

RESUMEN

En diversas regiones de México se consumen como quelites diferentes especies de *Amaranthus* conocidas como “quintoniles”. Una de estas regiones es la Sierra Norte de Puebla (SNP), donde se encuentran *A. hypochondriacus*, *A. cruentus*, *A. hybridus* y *A. spinosus*, además de un complejo de híbridos entre las primeras tres especies. Durante varios años se ha realizado una extensa exploración etnobotánica de los “quintoniles” en la SNP, documentando su manejo, las diferentes formas de preparación y se ha efectuado la caracterización morfológica. La presente colaboración informa el estudio de la composición nutrimental de nueve colectas de tres especies de *Amaranthus* y una forma híbrida de *A. cruentus* x *A. hybridus* (análisis químico proximal, contenido de vitaminas y nutrimentos inorgánicos). Estas colectas se sembraron en Ecatlán, municipio de Jonotla, Puebla. De cada colecta se hicieron varias cosechas, hasta alcanzar un mínimo de 10 kg para cada una. El material cosechado se secó al sol durante una semana bajo condiciones climáticas de la región. A partir del material seco se realizaron los análisis correspondientes, de acuerdo con los métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists y la American Association Cereal Chemists y los indicados en las Normas Oficiales (NOM) y Normas Mexicanas (NMX). Los análisis se realizaron en el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. Los resultados promedio del análisis químico proximal (AQP) en g/100 g muestra son: humedad 8.90, cenizas 20.98, proteína 22.98, extracto etéreo 0.80, fibra cruda 10.26, hidratos de carbono 26.75. Se informa también el contenido de vitaminas y nutrimentos inorgánicos. Se observaron concentraciones de estos nutrimentos que contribuyen de manera importante para satisfacer las recomendaciones diarias de vitaminas del complejo B y de Calcio y Hierro. La ingestión de quelites proporciona también energía y proteínas.

PALABRAS CLAVE: análisis químico proximal, “quintoniles”, vitaminas y minerales.

NUTRIMENTAL COMPOSITION OF *Amaranthus* LEAVES “quintoniles” FROM THE SIERRA NORTE DE PUEBLA, MEXICO

ABSTRACT

The genus *Amaranthus* comprises a variety of plants generically termed as “quintoniles” that are widely consumed in several regions of Mexico, such as the Sierra Norte in the state of Puebla (SNP). Several ethnobotanical studies about “quintoniles” at the SNP during the past years, have documented their handling and preparation as well as their morphological analysis. In the present study, we report the nutrient composition of nine harvests of three *Amaranthus* spp, as well as of one hybrid of *A. cruentus* x *A. hybridus*, which also included vitamin and inorganic elements contents. These plants were grown in Ecatlan, a rural community in the municipality of Jonotla, Puebla. From each variety studied it was harvested at least 10 kg of product and sun-dried for one week. The dried material was analyzed according to the official methods of the Association of Official Analytic Chemists and the American Society of Cereal Chemists and the right ones of the Normas Oficiales Mexicanas (NOM) and Normas Mexicanas (NMX) at the department of Food Science and Technology of the Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) in Mexico City. The mean concentration of the chemical composition was (in grams /100 grams of sample): humidity 8.90, ashes 20.98, protein 22.89, ethereal extract (lipids) 0.80, crude fiber 10.26 and carbohydrates 26.7. These results show that “quintoniles” are a good source of energy and proteins, as well as of vitamins of the B complex, Calcium and Iron.

KEYWORDS: chemical composition, “quintoniles”, vitamins and minerals.

INTRODUCCIÓN

En México los amarantos *Amaranthus* spp. aprovechados como verdura reciben el nombre común de “quintoniles” y son una clase de quelites, concepto que incluye a las plantas herbáceas cuyas hojas jóvenes se consumen. En algunos casos también se usan como alimento las inflorescencias inmaduras y los tallos tiernos (Bye, 1981).

Las hojas de amaranto constituyen una buena fuente de betacaroteno (precursor de la vitamina A), y ácido ascórbico, así como de nutrimentos inorgánicos como el calcio y el hierro, por lo que representan una opción para personas que consumen dietas vegetarianas y para mejorar la dieta en las regiones donde se observa desnutrición por una inadecuada alimentación.

La palabra quelite deriva de la palabra náhuatl “*quilitl*”, término o concepto que comprende a las hierbas comestibles. Es interesante señalar que existen términos equivalentes en diferentes lenguas indígenas del país. Estas plantas generalmente se comen cocidas y en

raras ocasiones crudas. En la Sierra Norte de Puebla, se consumen recién recolectadas durante las distintas estaciones del año.

Una de las regiones más interesantes en cuanto al uso y aprovechamiento de los “quintoniles” es la Sierra Norte de Puebla. Son un alimento muy apreciado y existe gran demanda tanto por parte de mestizos como de indígenas. Se venden en los mercados semanales que se establecen en diferentes poblados de la región y su precio varía con la época del año y de la forma en que se comercializan: plántulas (plantas recién germinadas que aún conservan sus cotiledones, en general alcanza los 6 a 8 cm), plantas completas o retoños. Las semillas también se venden o intercambian entre las personas de los diferentes pueblos.

Los resultados que aquí se presentan forman parte de un proyecto más amplio de investigación etnobotánica llevado a cabo en la Sierra Norte de Puebla durante varios años (2009 a 2015) y que formó parte del plan de acción del Sistema Nacional de Recursos Genéticos

para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) en el área estratégica de conservación *in situ* y en las áreas específicas de inventario y promoción de especies subutilizadas. En particular este trabajo formó parte del Proyecto de la Red de Amarantho cuyo coordinador fue el Dr. Eduardo Espitia en el ejercicio fiscal de 2012 con el número BEI-AMA-12-3.

Para ello se documentó el conocimiento, uso y manejo de diferentes especies de amaranto que se consumen como verdura, se recolectó semilla de las especies encontradas y se realizó la caracterización morfológica de los diferentes materiales. En colaboración con el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) se determinó la composición nutrimental de nueve colectas de tres especies de *Amaranthus* y una forma híbrida de *A. cruentus* x *A. hybridus* (análisis químico proximal, contenido de vitaminas y nutrimentos inorgánicos).

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio. La región de la Sierra Norte de Puebla limita al norte y al este con el estado de Veracruz, al sur con los Llanos de San Juan, al oeste con el estado de Hidalgo y al suroeste con el estado de Tlaxcala (Figura 1). Fisiográficamente pertenece a la Sierra Madre Oriental, la Planicie Costera del Golfo y a la Faja Transvolcánica mexicana y se caracteriza por intensos plegamientos y fallas que conforman un paisaje extremadamente abrupto con una variación altitudinal entre 2400 y 200 msnm, con pendiente descendente de sur a norte. Se mezclan materiales geológicos de origen sedimentario e ígneo. La precipitación media anual varía entre 800 mm a 4000 mm y la temperatura media anual de 16 °C a 22 °C, lo que da como resultado que de la Altiplanicie Mexicana a la Llanura costera del Golfo se presenten climas que van de templados húmedos y subhúmedos a climas semicálidos y cálidos húmedos.

Estas dos grandes áreas climáticas son reconocidas por los pobladores y las denominan “Tierra Fría” y “Tierra Caliente”, con límites no muy precisos entre una y otra pero que se ubican entre los 800 y 1000 m de altitud. Los

agroecosistemas en la sierra pueden estar restringidos a una u otra de las zonas o pueden tener presencia en ambas, aunque cuando esto ocurre, los modos y tiempos de cultivo son diferentes para un mismo agroecosistema.

Para la recolecta de semillas se hicieron recorridos de campo en la región de estudio. La colecta se realizó con base en la propuesta de Martínez (2007) de zonas agroecológicas (ZA) del Norte de Puebla: 1) ZA baja occidental; 2) ZA baja oriental; 3) ZA zona intermedia; 4) ZA tierras altas tropicales 5) ZA sierra alta y 6) ZA de transición con el altiplano mexicano.

Se propusieron transectos siguiendo las principales vías de comunicación (Mapes *et al.*, 2013). Mediante observación participante y entrevistas abiertas realizadas en los campos de cultivo, en las casas y visitas periódicas a los principales mercados de la región se obtuvieron las especies y razas de *Amaranthus* que se utilizan como verdura en esta región. Se ubicaron los agroecosistemas donde se encuentra presente el amaranto y se obtuvo información sobre el manejo agrícola que recibe. Todas las colectas de semilla están asociadas a los ejemplares de herbario correspondientes, mismos que están depositados en el Herbario Nacional (MEXU) del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México; lo que permite tener ejemplares de herbario como respaldo de cada colecta y facilita la determinación botánica de las mismas. Una vez que se tuvo la recolecta de semillas, se seleccionaron nueve colectas para sembrarlas en la Sierra Norte de Puebla para producir el material vegetal (hojas y plántulas) necesario para los análisis con el objeto de estudiar la composición nutrimental. Para la determinación taxonómica de los materiales se obtuvo la valiosa ayuda de especialistas del Herbario Nacional de México (MEXU).

Obtención del material vegetal. Se estableció un cultivo en la comunidad de Ecatlán, municipio de Jonotla, Puebla, con el fin de obtener el material necesario para los análisis químicos. Todas las muestras se sembraron al mismo tiempo en un mismo terreno o jardín común. Se inició con la formación de bancos o camellones de unos 80 cm de ancho por unos 20 cm de alto y de 8 m de

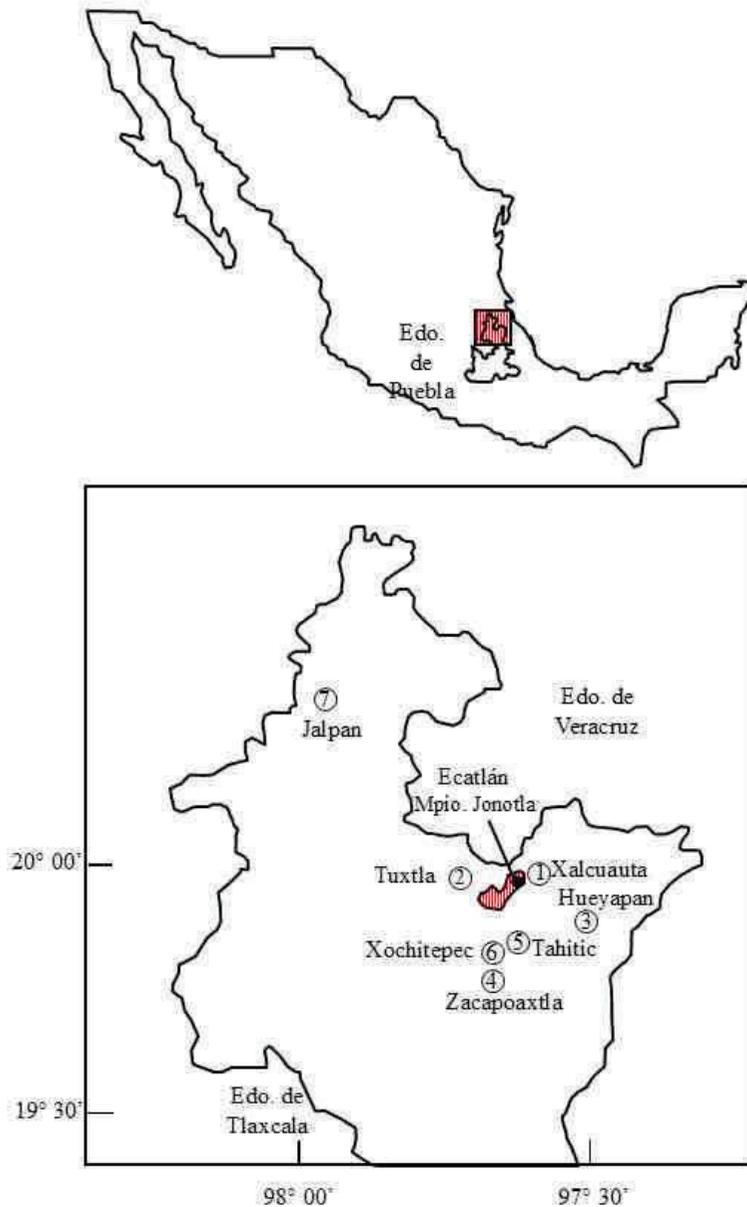


Figura 1. Localización del área de estudio

largo. El sustrato fue de tierra mezclada con composta de pulpa de café (y de otros restos agrícolas). Para la siembra, la semilla se mezcló con “abono” (composta de pulpa de café) y tierra seca y suelta para que se distribuyera mejor en el terreno y se evitaran puntos o sitios con muy alta densidad de semilla germinada (“no nazca tupido”). Para cada camellón se utilizó un puñado de semilla mezclada en aproximadamente un litro de “abono”. Esta mezcla se esparció al voleo en todo el camellón (Figura 2).

Después de la germinación y en las primeras semanas de desarrollo de las plántulas, se hicieron varios riegos a fin de evitar que el estrés hídrico pudiese favorecer el inicio de la floración. A los 15-20 días de la siembra se desyerbó manualmente y al mes se hizo la primera cosecha. En donde la germinación fue muy densa, se arrancaron plántulas de raíz para hacer un aclareo. En donde la densidad no era muy alta, la cosecha se realizó trozando las plantas unos centímetros arriba del suelo para permitir que retoñaran y crecieran más espaciadas. En cosechas posteriores los retoños se cortaron cada quince días. Es importante

mencionar que el procedimiento aplicado es la forma tradicional en la que se cosechan los “quintoniles” en la Sierra Norte de Puebla.

Se cosecharon en total aproximadamente 10 kilogramos de hojas y tallos tiernos frescos de cada muestra, los cuales

se secaron al sol durante una semana en condiciones ambientales del lugar. Se obtuvo al final una muestra de cerca de un kilogramo de materia seca para realizar los ensayos físicos, químicos, de vitaminas y de nutrimentos inorgánicos. También se entregó un kilogramo de muestra de hojas frescas de cada colecta para el ensayo de vitamina C.



Figura 2. Siembra de *Amaranthus* spp.

Recepción, preparación y análisis de las muestras. Los quelites cultivados y cosechados en la Sierra Norte de Puebla se entregaron en el INCMNSZ. Las muestras entregadas incluyeron nueve colectas de tres especies de *Amaranthus* (Tabla 1). Las muestras se recibieron en el laboratorio del Departamento Ciencia y Tecnología de los Alimentos, se colocaron en cajas identificándose con un número de registro y se almacenaron a temperatura ambiente de la Ciudad de México (CDMX).

Las muestras recibidas se cortaron en trozos más pequeños para homogeneizarlas. Cada lote se dividió en 4 porciones iguales. Tres porciones se utilizaron para un análisis diferente y una cuarta porción se guardó como muestra de retención. El análisis de muestras incluyó la determinación del Análisis Químico Proximal (AQP), Análisis de Vitaminas y Análisis de Nutrimientos Inorgánicos, con los métodos oficiales de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) y la American Association of Cereal Chemists (AACC) y de las Normas Oficiales (NOM) y Normas Mexicanas (NMX). Las muestras se pesaron por duplicado en la cantidad necesaria para cada determinación. Como criterio de aceptabilidad entre duplicados se seleccionó la repetibilidad y la diferencia entre duplicados no debía exceder 5% del valor promedio.

Análisis Químico Proximal. Humedad. Método por arena o gasa (NOM-116-SSA1, 1994). Se realizó por el método de secado en estufa, que se basa en añadir arena o gasa, con lo cual se incrementa la superficie de contacto y la circulación del aire en la muestra, favoreciendo así la evaporación del agua durante el tratamiento térmico y se cuantifica el agua libre del alimento.

Cenizas. Método en seco (NMX-F-607-NORMEX, 2013). Se basa en la descomposición de la materia orgánica tras carbonizar o incinerar y posteriormente calcinar la muestra a 500 a 600 °C, quedando solamente materia inorgánica en la muestra, correspondiente a las cenizas totales.

Proteína. Método de Kjeldahl (NMX-F-608-NORMEX, 2011). Determina el nitrógeno total tanto de origen proteínico como no proteínico. Consta de tres pasos: a) la descomposición u oxidación de la materia orgánica por calentamiento con ácido sulfúrico concentrado y una mezcla de catalizadores, tras este paso el nitrógeno orgánico se fija como sulfato de amonio; b) la destilación, en la cual la sal de amonio se hace reaccionar con una base fuerte para desprender amoniaco, que se destila y se recibe en un ácido débil y c) la titulación del amoniaco (retenido como borato de amonio), con un ácido fuerte de concentración conocida. Para calcular el porcentaje de proteína se multiplicó el contenido de nitrógeno por un factor de conversión establecido de acuerdo con el tipo de alimento analizado. En el caso particular de los alimentos analizados en este trabajo, se aplicó el factor de 6.25 para alimentos en general.

Extracto etéreo. Método de Soxhlet (NMX-F-615-NORMEX, 2004). Inicialmente se realiza una hidrólisis ácida a la muestra para provocar la ruptura de los enlaces entre hidratos de carbono y lípidos o entre proteínas y lípidos que pudieran interferir en la determinación. Posteriormente la grasa de la muestra se extrae utilizando un solvente el cual se remueve por destilación o evaporación y la cantidad de grasa extraída se determina por diferencia de peso.

Tabla 1. Colectas de *Amaranthus* spp. para análisis de nutrimentos.

COLECTA	LOCALIDAD, MUNICIPIO	ALTITUD	ESPECIE	RAZA
1417	Zacapoaxtla, Zacapoaxtla	1980 m	<i>A. hypochondriacus</i> L.	Azteca
1200	Xochitepec, Zacapoaxtla	1741 m	<i>A. hypochondriacus</i> L.	Mixteca
1418	Santiago Ecatlán, Jonotla	623 m	<i>A. cruentus</i> L.	Mexicana
1289	Tuxtla; Zapotitlán de Méndez	916 m	<i>A. cruentus</i> L.	Mexicana
1434	Santiago Ecatlán, Jonotla	623 m	<i>A. hypochondriacus</i> L.	Azteca
996	Hueyapan, Hueyapan	1450 m	<i>A. hypochondriacus</i> L.	Azteca
1193	San Juan Tahitic, Zacapoaxtla	1389 m	<i>A. cruentus</i> L. x <i>A. hybridus</i> L.	---
1235	Xalcuautla, Cuetzalan	435 m	<i>A. hybridus</i> L.	---
1381	El Naranjal, Jalpan	540 m	<i>A. hybridus</i> L.	---

Fibra bruta. Se siguió la técnica de digestión ácido-alcalina (AOAC, 1999; NMX-F-613-NORMEX, 2003). Se basa en la digestión ácida con ácido sulfúrico seguida de una digestión alcalina con hidróxido de sodio, lo que elimina grasa, proteínas y algunos hidratos de carbono por solubilización, resultando un residuo formado principalmente de celulosa y lignina (hidratos de carbono no digeribles) que en su conjunto se le denomina fibra bruta.

Hidratos de carbono. Se obtienen por diferencia, a un 100% se le restó la suma del contenido de proteína, cenizas, humedad, extracto etéreo y fibra bruta.

Vitaminas. Las vitaminas pertenecen a grupos químicos muy diversos y se clasifican según su solubilidad en agua (hidrosolubles) o en lípidos (liposolubles).

Tiamina (B1). Se determinó por el método del tiocromo, que implica un tratamiento con un agente fuertemente oxidante para lograr la formación de un tiocromo fluorescente (NOM-131-SSA1-2012).

Riboflavina (B2). Se determinó por fluorimetría, en la que se mide la típica fluorescencia verde – amarillenta (AOAC, 2005).

Niacina (B3). Se aplicó el método microbiológico. Este método aprovecha la dependencia metabólica de niacina por parte del *Lactobacillus plantarum*. Esta bacteria crece y produce ácido láctico cuando en el medio de cultivo hay niacina. Al añadir niacina a un medio de cultivo propicio para el crecimiento de la bacteria, pero libre de niacina, el crecimiento celular obtenido será proporcional a la concentración de niacina presente en el medio. Para preparar la muestra y la curva estándar se utiliza un medio libre de niacina, y el crecimiento celular se cuantifica por turbidimetría. Se interpola en la curva patrón y se determina la concentración de niacina por muestra (NOM-131-SSA1-1995).

Vitamina C (Acido ascórbico). Se determinó por titulación. El ácido ascórbico reduce el indicador de óxido reducción 2,6-dicloroindofenol, eliminando el color de

la solución. En el punto final el exceso de indicador no reducido es rosado en solución ácida. La vitamina se extrae y se titula en presencia de ácido meta fosfórico-ácido acético-EDTA o ácido meta fosfórico-ácido acético-ácido sulfúrico-EDTA, para mantener la acidez necesaria para la reacción y evitar la autooxidación del ácido ascórbico debido a un pH elevado. Se añade EDTA como agente quelante para eliminar las interferencias por fierro y cobre (Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994; Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994; AOAC, 2005).

Nutrientes inorgánicos. Esta determinación se realizó por Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) (NOM -086-SSA1-1994; INCMNSZ. Ciencia y tecnología de los alimentos, 2022) Se basa en que la mayoría de los elementos metálicos (Cobre, Cinc, Hierro, Calcio, Sodio Potasio, Magnesio y Fósforo) presentan una emisión atómica en longitudes de onda ultravioleta. Las mediciones de la radiación visible emitida se conocen como fotometría de flama. Sin embargo, un número mucho mayor de átomos gaseosos permanece energéticamente en su estado basal no excitado. Si se pasa a través de la flama una radiación que contenga sus longitudes de onda de resonancia características (excitación), los átomos absorberán selectivamente estas longitudes de onda. El haz de luz reducirá su intensidad en proporción al número de átomos en estado basal que se encuentre en la flama. La medición de esta absorción de luz constituye la base de la espectrofotometría de absorción atómica.

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con nueve colectas de tres especies de *Amaranthus*, con dos repeticiones para las variables de humedad, cenizas, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda e hidratos de carbono (AQP), vitaminas B1 y niacina, y seis repeticiones para la vitamina B2.

Los resultados se informan por 100 g de porción comestible. Para comparar la diferencia estadística entre las diferentes colectas, se utilizó la prueba paramétrica análisis de varianza (ANOVA) de una vía a un nivel de significancia del 5%. Finalmente, se realizó la comparación

múltiple entre las muestras con la prueba Games-Howell para varianzas desiguales ($p < 0.05$). Los datos fueron analizados en el paquete estadístico (IBM SPSS Statistics, 2017) versión 25.

EL AQP y el análisis de nutrimentos inorgánicos se realizó con nueve colectas de *Amaranthus*, el análisis de vitaminas se hizo para 10 colectas de “quintoniles”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta el contenido nutrimental (análisis químico proximal, nutrimentos inorgánicos, vitaminas) de nueve colectas de *Amaranthus* de la Sierra Norte de Puebla (Tabla 2).

En la Sierra Norte de Puebla los “quintoniles” se encuentran en diversos agroecosistemas, por ejemplo, milpas, huertos familiares, chilares, cafetales y cultivos de frijol. Los “quintoniles” en esta región del país corresponden a tres especies de *Amaranthus*: *A. cruentus* L., *A. hybridus* L. y *A. hypochondriacus* L., con presencia y uso de híbridos de estas mismas especies. Además, cada especie presenta diversidad infraespecífica, pudiendo incluso diferenciarse como razas (Espitia et al., 2020). Esta diversidad puede expresarse en el tamaño de las plantas, en el grado de ramificación de las plantas, en el tamaño de las hojas, en el color del follaje y de las inflorescencias (Figura 3).

Estas especies de *Amaranthus* muestran una gran plasticidad, adaptando su porte y arquitectura al agroecosistema en que se desarrolla. En las milpas de zonas altas y templadas, donde el maíz tiene un ciclo más largo y las cañas pueden alcanzar hasta cuatro o cinco metros, las plantas de “quintoniles” son también muy altas y poco ramificadas.

Las colectas analizadas corresponden a ejemplos de las siete zonas agroecológicas propuestas por Martínez (2007) y comprenden un amplio intervalo altitudinal y climático. A fin de reducir los efectos ambientales en los análisis, todas las muestras se sembraron en un “jardín común”.

Los resultados del AQP se presentan en la Tabla 2. Los valores se presentan como gramos/100 g de porción comestible. Las muestras desecadas tienen bajo porcentaje de humedad, con un promedio de 8.88 g/100g (Tabla 2).

Los valores promedio de cada una de las muestras se compararon *versus* las otras ocho colectas de tres especies de *Amaranthus*. En lo general se observa diferencia significativa entre las colectas, lo que era de esperarse en virtud de que el secado se realizó al sol en condiciones ambientales por lo que el control de las condiciones de secado no es posible controlarlo con precisión.

Estas diferencias pueden deberse también al manejo y selección de los distintos materiales por parte de la población serrana, considerando que se trata de tres especies además de un híbrido, que crecen bajo diferentes condiciones ambientales y distintos grados de manejo. Desde zonas bajas tropicales a zonas de Sierra alta y de transición con el Altiplano Mexicano. Además de la altitud el clima también varía, desde clima cálido húmedo con alta precipitación anual a climas templados húmedos.

Estos “quintoniles” crecen en diferentes agroecosistemas, lo que también puede ser un factor para explicar las diferencias observadas en el contenido nutrimental.

Un componente de interés para mejorar la dieta de la población al incluir los “quintoniles” se refiere a las proteínas. No obstante que es conocido que los alimentos del reino vegetal en particular las verduras y las hortalizas, como es el caso de los quelites, no son buena fuente de proteínas. Se observa una concentración interesante que varía de 19.62 g a 28.10 g y de la comparación de los contenidos de proteínas entre cada una de las muestras. Se concluye que sí hay diferencias significativas entre las diferentes muestras estudiadas así, por ejemplo, la muestra de cosecha *A. hypochondriacus* raza Azteca (colecta 1417) presenta una diferencia significativa con *A. hypochondriacus* raza Mixteca (colecta 1200) y con *A. hypochondriacus* raza Mixteca (colecta 996), siendo la colecta 1200 la de mayor contenido (28.10 g/100g).

Tabla 2. Análisis químico proximal de *Amaranthus* spp. de la Sierra Norte de Puebla. (g/100g de porción comestible).

COLECTAS /	1417	1200	1418	1289
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (mg/100g)	<i>A. hypochondriacus</i> Azteca	<i>A. hypochondriacus</i> Mixteca	<i>A. cruentus</i> Mexicana	<i>A. cruentus</i> Mexicana
Humedad	7.48a	7.60a	10.19b	9.00c
Cenizas	19.16a	20.50b	22.21c	21.76abc
Proteína Bruta (NX6.25)	25.97a	28.10b	26.00ab	26.59ad
Extracto etéreo	0.53ac	0.73a	0.31ac	0.63a
Fibra bruta	8.34a	9.73a	10.95a	9.71a
Carbohidratos (cálculo)	38.53a	33.35a	30.35b	32.33abc

COLECTAS /	1434	996	1193	1235	1381
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS (mg/100g)	<i>A. hypochondriacus</i> Azteca	<i>A. hypochondriacus</i> Azteca	<i>A. cruentus</i> X A. hybridus	<i>A. hybridus.</i> ---	<i>A. hybridus.</i> ---
Humedad	8.44agc	7.97ac	8.41dch	10.47eb	10.44fb
Cenizas	23.38dc	20.76abcefg	19.06abcef	19.74absf	22.44ecg
Proteína Bruta (NX6.25)	19.62abd	22.69bcde	23.43abde	23.85abde	23.71abde
Extracto etéreo	0.95ad	0.89ad	1.06abd	0.93ad	0.70acde
Fibra bruta	13.68ab	11.16ab	9.04acd	10.15abd	9.64ab
Carbohidratos (cálculo)	33.94ab	36.56ab	39.01abd	34.88abe	33.09abe

n= 2 repeticiones. Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0.05).

Si referimos estos contenidos a las Recomendaciones de Ingestión Diaria (IDR) (Bourges *et al.*, 2005-2009) para la población mexicana, los “quintoniles” aportarían aproximadamente un 32% a 45%, que no es despreciable dado el bajo contenido de proteína en la dieta de las poblaciones vulnerables de las comunidades socioeconómicamente más afectadas y aún para aquellos grupos en las que la tendencia actual lleva a los consumidores a seguir una dieta vegetariana o con base en plantas. En este sentido los “quintoniles” son una excelente alternativa.

Sin embargo, es importante señalar que los datos presentados se refieren a materia desecada, si se hace la conversión a materia en fresco con un alto contenido de humedad, que es como lo consume la población, estos valores disminuirán, pero aun así aportarían a la dieta una cantidad de proteína no despreciable.

En cuanto al extracto etéreo (grasa), varía entre las muestras de 0.31 g a 1.06. Estas cifras indican que prácticamente no aportan grasa por lo que es una ventaja

para incluir a los “quintoniles” en dietas para bajar de peso, aunado a su alto contenido de fibra (8.34 a 13.68 g /100 g) que será útil para la salud intestinal y para las personas que viven con diabetes a quienes se les recomiendan dietas con alto contenido de fibra.

Los hidratos de carbono son el componente más importante en este alimento y representan concentraciones mayores a 30g/100 g. Por su naturaleza son hidratos de carbono complejos que contribuyen a un aporte energético importante en la dieta y son apropiados para su consumo por toda la población.

En las Tablas 3 y 4 se presentan los contenidos de vitaminas y de nutrimentos inorgánicos respectivamente, que son los principales aportes de nutrimentos del grupo de los vegetales (verduras y frutas).

En cuanto a las vitaminas se observa que entre la B1 y B2 el mayor contenido se refiere a la vitamina B2 con una concentración que varía de 0.931 mg/100 g a 1.456 mg/100 g *versus* la IDR que indica 0.84 mg/día. Los



Figura 3. Diversidad de “quintoniles” en la Sierra Norte de Puebla, México

Tabla 3. Contenido de vitaminas de *Amaranthus* spp. (mg/100g de porción comestible).

COLECTAS / VITAMINAS (mg/100g)	1417	1200	1418	1289	1434
	<i>A. hypochondriacus</i> Azteca	<i>A. hypochondriacus</i> Mixteca	<i>A. cruentus</i> Mexicana	<i>A. cruentus</i> Mexicana	<i>A. hypochondriacus</i> Azteca
B ₁ Tiamina ¹	0.0057 ^a	0.0006 ^a	0.0042 ^{ab}	0.0024 ^{ab}	0.0094 ^{ab}
B ₂ Riboflavina ²	1.456 ^a	1.444 ^a	1.393 ^b	1.423 ^{abc}	0.931 ^c
Niacina ³	6.464	5.622	4.695	4.461	5.848 ^a
ácido Ascórbico ⁴	---	---	---	---	---

COLECTAS / VITAMINAS (mg/100g)	996	1193	1235	1381	
	<i>A. hypochondriacus</i> Mixteca	<i>A. cruentus</i> x <i>A. hybridus</i>	<i>A. hybridus</i> ---	<i>A. hybridus</i> ---	<i>A. hypochondriacus</i> ---
B ₁ Tiamina ¹	0.0008 ^{abc}	0.0039 ^{abc}	0.0008 ^{abc}	0.0005 ^{abc}	0.0009 ^{abc}
B ₂ Riboflavina ²	1.226 ^d	1.373 ^a	1.155 ^f	1.019 ^g	0.992 ^h
Niacina ³	4.174 ^a	5.543 ^a	4.880 ^{ba}	4.555 ^a	5.028 ^a
ácido Ascórbico ⁴	---	76.43	---	40.67	---

¹B₁ n= 2 repeticiones por muestra; ²B₂ n= 6 repeticiones por muestra; ³Niacina n= 2 repeticiones para las muestras 1434, 996, 1193, 1235, 1381 y "#10"; el resto de las muestras se tiene sólo una determinación; ⁴Vitamina C solamente se informa para dos muestras, en virtud del que el colorido de estas no permitió la lectura final.

“quintoniles” estudiados representan un buen aporte de esta vitamina. La niacina, otra de las vitaminas del complejo B, presenta concentraciones de 4.174 a 6.464 mg/100 g y la Ingestión diaria recomendada (IDR) indica un consumo por día de 11 mg, lo que significa que los “quintoniles” aportan por 100 g, casi el 50% de la IDR. De la Tabla 3 se destaca también el contenido de ácido ascórbico que, aunque por razones técnicas referidas al método de análisis utilizado, solamente fue posible determinarla en dos de las muestras estudiadas, se observa que tiene un alto contenido 40.67 mg/100 g para la muestra de *A. hybridus* (colecta 1381) a 76.43 mg /100 g para la muestra del híbrido *A. cruentus* x *A. hybridus* (colecta 1193), siendo que la IDR por día es de 60 mg.

En relación con los nutrimentos inorgánicos se destaca el contenido de tres de ellos por su importancia en la dieta: el hierro cuya concentración más alta (15.72 mg/100g), se encontró en la colecta 1434 *A. hypochondriacus* raza azteca y la más baja (2.89 mg/100 g) en la colecta 1235 *A. hybridus* (Tabla 4).

Las otras muestras presentan en promedio una concentración de 5.99 mg/100 g. La IDR para el hierro es de 17 mg /día. En el caso de las muestras vegetales es importante considerar la biodisponibilidad de este nutrimento, por lo que, no obstante que aportan una concentración de aproximadamente el 35% de la IDR, su aprovechamiento es bajo. A pesar de ello, es recomendable su consumo en virtud de que, en las dietas de las poblaciones de escasos recursos económicos, las fuentes de hierro aprovechable por el organismo son costosas y por lo tanto quedan fuera de su alcance. En esta situación los “quintoniles” son una opción interesante para cubrir en alguna medida la deficiencia de este nutrimento.

En cuanto al calcio los “quintoniles” presentaron una concentración muy por arriba de la IDR (900 mg/día), así mismo el fósforo representa el 100% de la IDR. Estos dos nutrimentos (Calcio y Fósforo) están íntimamente asociados, tanto en lo que se refiere a su aporte como a su homeostasis; además forman los cristales de hidro-

Tabla 4. Contenido de nutrimentos inorgánicos de *Amaranthus* spp. (mg/100 g de porción comestible).

COLECTAS / NUTRIMENTOS INORGÁNICOS (mg/100g)	1417 <i>A. hypochondriacus</i> Azteca	1200 <i>A. hypochondriacus</i> Mixteca	1418 <i>A. cruentus</i> Mexicana	1289 <i>A. cruentus</i> Mexicana
Cobre	0.43	0.51	0.43	0.49
Cinc	1.88	2.85	2.44	2.61
Hierro	5.30	6.05	6.83	6.78
Calcio	3 464.96	2 742.30	2 731.76	2 907.22
Sodio	41.96	28.46	26.75	24.67
Potasio	6 505.53	6 367.08	7 589.82	6 647.73
Magnesio	479.70	706.17	844.92	1,017.18
Fósforo	620.06	648.17	631.13	593.56

COLECTAS / NUTRIMENTOS INORGÁNICOS (mg/100g)	1434 <i>A.</i> <i>hypochondriacus.</i> Azteca	996 <i>A.</i> <i>hypochondriacus</i> Azteca	1193 <i>A. cruentus x</i> <i>A. hybridus</i>	1235 <i>A. hybridus</i> ---	1381 <i>A. hybridus</i> ---
Cobre	0.53	0.35	0.60	0.47	0.49
Cinc	2.57	2.71	3.29	1.99	2.30
Hierro	15.72	6.53	7.14	2.89	3.36
Calcio	2 205.25	2 093.24	2 591.70	2 087.04	2 172.94
Sodio	70.53	69.72	69.11	59.17	61.63
Potasio	6 951.93	6 883.33	5 835.53	5 921.96	8 692.84
Magnesio	960.83	844.46	903.14	804.61	704.39
Fósforo	867.01	565.68	613.73	843.63	748.59

xiapatita que confieren al hueso su fuerza mecánica y desempeñan papeles cruciales en el funcionamiento celular.

En el caso del magnesio las concentraciones son altas y superan en más del doble el 100% de la IDR (248 mg/día). Estos nutrimentos inorgánicos intervienen en un sin número de reacciones como son procesos metabólicos, génicos y estructurales. Las deficiencias, aunque en algunos casos como el magnesio es poco común, pueden presentar reacciones secundarias.

CONCLUSIONES

Con base en la composición nutrimental de los “quintoniles” es posible afirmar que son un alimento valioso que debe estar presente en la mesa de los mexicanos. Para ello es necesario se apoye la producción de estos en particular los “quintoniles” que se cultivan como verdura en la Sierra Norte de Puebla. En esta región, los “quintoniles” forman parte cotidiana de la dieta

y representan aportes significativos desde el punto de vista nutrimental, principalmente en vitaminas y nutrimentos inorgánicos.

Tienen alta diversidad tanto en especies como a nivel infraespecífico y varias de estas formas tienen características como verduras muy apreciadas como son sabor, palatabilidad, gran capacidad de rebrote, acelerado crecimiento vegetativo, excelente respuesta a cortes repetitivos, floración tardía, alta producción de follaje y presentan una relación hoja/tallo, alta.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a QFB Silvia Ruiz Jiménez, QFB Eva Vara Flores, QBP Alma Patricia Acosta Blanco, I.A. Adelina Baeza García y al QFB Héctor Ledezma Centeno del Laboratorio de Alimentos del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, así como al Centro de Control Total de Calidades CDMX, por su apoyo en la realización de las determinaciones analíticas.

A la Dra. María Hilda Flores Olvera del Instituto de Biología, a la Dra. Ivonne Sánchez del Pino del Centro de investigación Científica de Yucatán (CICY) y a la Dra. Silvia Sumaya Mendoza de la Facultad de Ciencias, UNAM por la identificación en diferentes ocasiones, de colectas de amaranto llevadas a cabo en la Sierra Norte de Puebla. Al Biólogo Jorge Saldívar por su apoyo en la elaboración de las tablas, figuras y edición final del texto. Al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI, proyecto BEI-AMA-12-3) y al Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM por su apoyo económico y las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación. A las y los editores de la Revista Etnobiología.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 2005. *Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemical International (AOAC) 18th Ed. 2005, Revision 3,967.21. Vitamina C.* USA.
- AOAC. 2005. *Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemical International (AOAC), 18th, 2005, Revision 3,970.65 Determinación de Riboflavina (Vitamina B₂) Method 970.65.* USA.
- AOAC. 1999. *Fibra Cruda: Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemical (AOAC) 16th Edition, 9 Revision. USA 1999 Método No. 962.09.* USA.
- Bourges, H., E. Casanueva y J. L. Rosado. 2005-2009. Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana : bases fisiológicas / México: Editorial Médica Panamericana : Instituto Danone (obra completa).
- Bye, R. 1981. Quelites. Ethnoecology of edible greens. Past, present and future. *J. Etnobiol.* 1(1): 109-123.
- Espitia, E., D. Escobedo López, C.A Núñez Colín, M.J. Aguilar Delgado, P. Rivas Valencia y L.F. Sesma Hernández. 2020. Confirmación de razas geográficas de amaranto (*Amaranthus* spp.) por análisis discriminante canónico. *Agrociencia* 54 (7): 927-937.
- IBM SPSS Statistics 2017. Versión 25.
- INCMNSZ. Ciencia y tecnología de los alimentos, 2022. *Método interno. MME-EI-02. Espectrofotometría de Absorción Atómica. Determinación de fósforo en alimentos.* México.
- Mapes C., F. Basurto y A. Díaz Ortega. 2013. *Diversidad de "quintoniles" (Amaranthus spp.) en la Sierra Norte de Puebla, México.* SAGARPA, SNICS, SINAREFI, Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Martínez, M.A. 2007. Los frutales de Norte de Puebla. En: Nieto, R. (Ed.). *Frutales nativos: un recurso fitogenético de México.* Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, México.
- NMX-F-607-NORMEX, 2013. *Alimentos - Determinación de cenizas en alimentos - Método de prueba.* México.
- NMX-F-608-NORMEX, 2011. *Alimentos - Determinación de proteínas en alimentos.* México.
- NMX-F-613-NORMEX, 2003. *Alimentos - Determinación de fibra cruda en alimentos.* México.
- NMX-F-615-NORMEX, 2004. *Alimentos determinación de extracto etéreo (método Soxhlet) en alimentos método de prueba.* México.
- NOM -086-SSA1-1994. *Método espectrofotométrico de Absorción Atómica basado en NOM -086-SSA1-1994. Apéndice C.5 Determinación de potasio, calcio y magnesio.* México.
- NOM-086-SSA1-1994. *Método espectrofotométrico de Absorción Atómica. Norma Oficial Mexicana NOM-086-SSA1-1994. Apéndice Normativo C.5. determinación de sodio.* México.
- NOM-116-SSA1, 1994. *Bienes y servicios. Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. Método por arena o grasa.* México.
- NOM-117-SSA1-1994. *Método espectrofotométrico de Absorción Atómica. Norma Oficial Mexicana NOM-117-SSA1-1994 Determinación de Cobre, cinc y hierro.* México.
- NOM-131-SSA1-1995. *Apéndice Normativo B. Inciso 4. Determinación de Niacina.* México.
- NOM-131-SSA1-2012. *Norma Oficial Mexicana NOM-131-SSA1-2012. Apéndice Normativo B, inciso B15. Determinación de niacina (vitamina B₃) (método microbiólogo).* México.