Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 65 **DICIEMBRE 2015** **N°4**

Contenido

Páginas

PERSPECTIVA

Sodio y Enfermedad Cardiovascular: Contexto en Latinoamérica
Diego Gaitán, Rodrigo Chamorro, Gustavo Cediel, Gustavo Lozano, Fabio da Silva Gomes..... 206

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Consumo de Alimentos

Food environment and family support in relation to fruit and vegetable intake in pregnant women
Daniela CC Zuccolotto, Patrícia Barbieri, Daniela Saes Sartorelli..... 216

Ciencia de Alimentos

Laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y calcio
Humberto Emiro Barazarte Barazarte, Elba Sangronis, Ismar María Moreno Pérez, Carlos Alberto Garmendia Guedez, Yelitza José Mujica..... 225

Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*)
Sonia Rosario Calliope, Manuel Oscar Lobo, Norma Cristina Sammán..... 234

LatinFoods. Composición de Alimentos

Caracterización morfológica y composición química de chayotas (*Sechium edule*) cultivadas en las Islas Canarias (España)
Castro Rodríguez JM, Toledo Díaz AM, Rodríguez Galdón B, Perdomo Molina A, Rodríguez-Rodríguez EM, Díaz Romero C…..…….... 243

Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalys peruviana L.*) en tres estadios de su maduración
Corrales-Bernal, Andrea; Vergara, Ana Isabel; Rojano, Benjamín; Yahia, Elhadi; Maldonado, María Elena…….....…..... 254

Bioactive compounds and antioxidant activity of *Ximenia americana* coming from different collection sites
José Darcio Abrantes Sarmento, Patrícia Lígia Dantas de Morais, Francisco Irael de Souza, Lucas Ramos da Costa, Naama Jessica de Assis Melo…..... 263

INFORMACION PARA LOS AUTORES…..... 272

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 65, 2015…..... 273

INDICE DE AUTORES…..... 276

INDICE DE MATERIAS…..... 284

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the Latin American Society of Nutrition

VOL 65 **DECEMBER 2015** **N° 4**

Contents

Pages

PERSPECTIVE

Sodium Intake and Cardiovascular Disease in the Latin American Context
Diego Gaitán, Rodrigo Chamorro, Gustavo Cediel, Gustavo Lozano, Fabio da Silva Gomes..... 206

RESEARCH PAPERS

Food Intake

Food environment and family support in relation to fruit and vegetable intake in pregnant women
Daniela CC Zuccolotto, Patrícia Barbieri, Daniela Saes Sartorelli..... 216

Food Science

Guava (*Psidium guajava L.*) laminates enriched with inulin and calcium
Humberto Emiro Barazarte Barazarte, Elba Sangronis, Ismar María Moreno Pérez, Carlos Alberto Garmendia Guedez, Yelitza José Mujica..... 225

Process of elaboration of cooked quinoa flakes (*Chenopodium quinoa Willd*)
Sonia Rosario Calliope, Manuel Oscar Lobo, Norma Cristina Sammán..... 234

LatinFoods. Food Composition

Morphological and chemical composition characterization of chayotas (*Sechium edule*) grown in the Canary Islands (Spain)
Castro Rodríguez JM, Toledo Díaz AM, Rodríguez Galdón B, Perdomo Molina A, Rodríguez-Rodríguez EM, Díaz Romero C…..…….... 243

Nutritional and antioxidant characteristics of Colombian goldberry (*Physalys peruviana L.*) in three ripening stages
Corrales-Bernal, Andrea; Vergara, Ana Isabel; Rojano, Benjamín; Yahia, Elhadi; Maldonado, María Elena…….....…..... 254

Bioactive compounds and antioxidant activity of *Ximenia americana* coming from different collection sites
José Darcio Abrantes Sarmento, Patrícia Lígia Dantas de Morais, Francisco Irael de Souza, Lucas Ramos da Costa, Naama Jessica de Assis Melo…..... 263

INFORMATION FOR AUTHORS…..... 271

GENERAL INDEX OF VOLUME 65, 2015…..... 273

AUTHORS INDEX…..... 276

SUBJECT INDEX…..... 284

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN
Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Vol. 65 N° 4, 2015

Sodio y Enfermedad Cardiovascular: Contexto en Latinoamérica

Diego Gaitán, Rodrigo Chamorro, Gustavo Cediel, Gustavo Lozano, Fabio da Silva Gomes

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Facultad de Medicina, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA), Universidad de Chile, Santiago, Chile. Instituto Nacional de Cáncer de Brasil (INCA), Rio de Janeiro, Brasil.

RESUMEN: Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de morbi-mortalidad en Latinoamérica (LA). La ingesta excesiva de sodio constituye uno de los principales factores de riesgo para estas enfermedades. Se han demostrado efectos positivos de la disminución del consumo de sodio sobre los niveles de presión arterial, aparición de ECV, riesgo de infarto y mortalidad a nivel poblacional. En LA, los datos de ingesta de sal/sodio en la mayoría de los casos no son recientes y se han obtenido utilizando diversas metodologías. No obstante, los reportes indican que la ingesta en la región supera los valores y metas de reducción recomendadas por organismos internacionales. En Argentina, Brasil, Chile, Cuba, Colombia, Costa Rica, Uruguay, México, Venezuela y Paraguay se han implementado estrategias que promueven la reducción de la ingesta de sal/sodio. La Organización Panamericana de la Salud (OPS) ha recomendado la estrategia de disminución en la ingesta de sal/sodio a nivel poblacional. El objetivo del presente trabajo fue revisar la evidencia epidemiológica que sustenta dicha estrategia para la disminución de las ECV. De igual forma, se pretende revisar las principales acciones implementadas en LA con el fin de dar cumplimiento a esta meta de reducción del consumo de sal/sodio.
Palabras clave: Sal, sodio, enfermedad cardiovascular, Latinoamérica, reducción de sodio.

SUMMARY. Sodium Intake and Cardiovascular Disease in the Latin American Context. Cardiovascular diseases (CVD) are the main causes of morbidity and mortality in Latin America (LA). A high sodium intake is one of main risk factors for CVD. Strategies aiming to decrease sodium intake has been shown health benefits as reduction of blood pressure, and incidence of CVD at the population level. Data of salt/sodium intake in most LA countries is not up dated and it has been estimated by different methodologies. Nevertheless, it is highly possible that current salt/sodium intake in LA exceeds recommended goals from international organizations. Argentina, Brazil, Chile, Cuba, Colombia, Costa Rica, Uruguay, México Venezuela and Paraguay have implemented strategies to reduce salt/sodium intake at population level; as has been recommended by Pan American Health Organization (PAHO) recommend. The aim of this review was to identify epidemiologic evidence behind sodium reduction strategy to reduce and prevent CVD. Additionally, this review intended to describe main implemented actions in LA.
Key words: Salt, sodium, Cardiovascular Disease, Latin America, sodium reduction.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) representan la principal causa de muerte en varios países de Latinoamérica (LA) (1-3) y su control es una prioridad actual en materia de salud pública. La ingesta elevada de sodio dietario se considera como un factor de riesgo independiente para el desarrollo de ECV (4-6). Se ha estimado que reducir la ingesta de este mineral a nivel poblacional es la estrategia más costo-efectiva para el control de las ECV (7). Por este motivo, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) insta a sus países miembros a adherirse a la estrategia de "reducción de las ECV mediante la reducción en la ingesta de sal/sodio dietaria". Actualmente, la meta propuesta por la OPS es una ingesta máxima promedio de 5g de sal/d y el plazo para su cumplimiento es el año 2020 (8). Los gobiernos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Uruguay y Venezuela suscribieron a la Declaración Política de la OPS en este tema (9).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la evidencia epidemiológica que sustenta la estrategia para la disminución de las ECV mediante la reducción en la ingesta sal/sodio. Adicionalmente, se pretende describir las principales acciones que se han tomado en LA con el fin de dar cumplimiento a la misma.

Sodio en la salud: requerimientos nutricionales y fuentes dietarias.

El sodio es el catión extracelular más abundante en el organismo humano y ejerce un papel clave en la comunicación celular regulando el potencial eléctrico de las membranas plasmáticas y la presión osmótica (10). Además, determina el balance hídrico y electrolítico y mantiene el volumen sanguíneo (11); funciones que se relacionan con la regulación de la presión arterial (PA) (12, 13).

El Instituto de Medicina de los Estados Unidos estableció los siguientes valores de referencia para la ingesta de sodio (14). La ingesta adecuada (AI, del inglés adequate intake) fue estimada entre 1-1,5 g/d para individuos mayores de un año; basada en el contenido de sodio de la dieta y en las pérdidas por sudor. El nivel superior de ingesta tolerable (UL, del inglés upper level) se calculó con base en la relación entre la ingesta de sodio y cambios en las cifras de PA: 1,5 g/d (niños 1-3 años), 1,9 g/d (niños 4-8 años), 2,2 g/d (niños 9-13 años) y 2,3 g/d (mayores de 14 años). Recientemente, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó una ingesta de sodio menor a 2 g/d (5 g de sal/d) en adultos, con el fin de disminuir las cifras de PA y el riesgo cardiovascular asociado. En niños, la OMS recomienda ajustar la cifra anterior a la ingesta energética total, con el fin de reducir las cifras de PA (15).

En la actualidad, la ingesta de sodio a nivel mundial excede notablemente las recomendaciones anteriores (15-17). Las principales fuentes de sodio en la dieta son: el adicionado a los alimentos durante su procesamiento o cocción (~77,0%) y el contenido nativo de este mineral en los alimentos naturales (~11,6%) (18). Independientemente de su origen, se estima que 90% del sodio dietario ingerido se encuentra como cloruro de sodio (conocido como sal común) (18, 19). Este hecho y la consideración de que para la población general es más claro hablar en términos de sal, hacen que las metas de reducción de su consumo sean referidas usualmente en gramos de sal (1 g de sal aporta aproximadamente 0,392 g de sodio). Considerando lo anterior, en el presente trabajo se usa la expresión sal/sodio, cuando sea posible hablar indistintamente de los dos componentes.

Relación entre ingesta de sal/sodio y efectos adversos para la salud: evidencia para la toma de decisión.

¿Cuál es la relación entre ingesta de sal/sodio y las cifras de presión arterial?

El efecto de una ingesta elevada de sal sobre la salud de la población ha sido analizado a partir de variados estudios epidemiológicos. El estudio colaborativo Intersalt evaluó la relación entre la excreción urinaria de sodio en 24 horas (prueba de oro para determinar la ingesta del mineral) y las cifras de PA en más de 10000 personas de 52 centros en 32 países (20). Los resultados de este estudio evidenciaron una relación positiva entre excreción urinaria de sodio y las cifras de presión arterial sistólica (PAS) y de presión arterial diastólica (PAD). Adicionalmente, se evidenció la existencia de un incremento de las cifras de PA asociado con la edad, sin embargo, en las poblaciones en las cuales la ingesta promedio de sodio fue entre 0,46-1,18 g/d no se observó este incremento. Con base en los datos del estudio Intersalt se estimó que ante un aumento en la ingesta de sodio de 2,3 g/d se podría esperar un aumento de 4,5 y 2,3 mmHg en las cifras de PAS y PAD, respectivamente (datos ajustados por índice de masa corporal e ingesta de alcohol). El efecto anterior sería mayor en la población de 40-59 años (7,0 mmHg en PAS y 4,0 mmHgPAD) que en la población de 20-39 años (1,9 mmHg en PAS y 0,4 mmHgPAD) (21).

Las estimaciones anteriores son relevantes para la salud pública debido a que en el caso de la población de 40-59 años dicho incremento podría aumentar la prevalencia de hipertensión arterial (HTA) y, secundario a esto, el riesgo para mortalidad por ECV (22). En el caso de la población de 20-39 años, estos datos sustentan el rol del sodio en la elevación de las cifras de PA aún en personas jóvenes, grupo en el cual no es esperable una alta prevalencia de HTA ni patologías relacionadas.

¿Si se disminuye la ingesta de sal/sodio se reducen las cifras de PA?

A raíz de las estimaciones basadas en los datos del estudio Intersalt, se generaron una serie de trabajos

cuyo objetivo fue corroborar que efectivamente una reducción en la ingesta de sal/sodio ocasionaba descenso en las cifras de PA. De particular importancia resulta el estudio DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension) (23), el cual evaluó el efecto de varios niveles de sodio en la dieta de voluntarios con HTA en estadio 1; cifras de PAS entre 120-150 mmHg y PAD de 80-95 mmHg. Inicialmente, los voluntarios fueron aleatoriamente asignados a uno de dos grupos: dieta control (n = 198) y dieta DASH (n = 192). Posteriormente, cada grupo recibió la dieta asignada con tres niveles de sodio distinto: 3,4 g/d (alto), 2,3 g/d (medio) y 1,2 g/d (bajo) y cada nivel de sodio fue ingerido por 30 días. En la dieta control, la diferencia observada en la cifra de PAS entre la ingesta alta de sodio y la media fue de-2,1 mmHg (IC95%: -3,4 a 0,8) y entre la ingesta media y la baja -4,6 mmHg (IC95%: -5,9 a - 3,2). En el caso de la dieta DASH estas diferencias fueron: -5,0 (IC95%: -7,6 a -2,5) y -2,2 mmHg (IC95%: -4,4 a -0,1), respectivamente; resultados similares se obtuvieron al analizar las cifras de PAD. Estos datos evidencian que independientemente de la dieta ingerida, la reducción del contenido de sodio se asoció a una reducción en las cifras de PA. Asimismo, un meta-análisis reciente de 36 estudios con 6763 participantes, mostró que la disminución de la ingesta de sodio se asoció a disminuciones de en promedio 3,4 mmHg (IC95%: 4,3 a 2,5) y 1,54 mmHg (IC95%: 2,1 a 0,98) en las cifras de PAS y PAD, respectivamente (6).

¿Cuál es la relación entre ingesta de sal/sodio y morbi-mortalidad por ECV?

El primer reporte relacionado con esta pregunta, proviene del análisis de los datos obtenidos mediante recordatorio de 24 horas (R24h) en la NHANES I (National Health and Nutrition Examination Survey) de Estados Unidos (1971-1975) y el seguimiento de la mortalidad por varias enfermedades cardiovasculares de los participantes hasta el año 1992. Se obtuvieron datos de ingesta de sodio en 6797 sujetos no obesos y 2688 obesos entre 25 y 74 años de edad. En los individuos no obesos la ingesta de sodio por encima de los 2,3 g/d no aumentó significativamente el riesgo de mortalidad por enfermedad cerebro vascular, enfermedad coronaria y ECV (análisis ajustado por edad, raza y sexo). Sin embargo, en los individuos obesos, el mismo nivel de ingesta de sodio fue asociado con aumento del riesgo de mortalidad por todas las causas antes mencionadas (24).

De otro lado, tomando como base los resultados de ingesta de sodio estimados mediante la aplicación de un cuestionario de frecuencia de consumo de 35 alimentos, obtenidos en el "Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risks" (1988-1990) y el seguimiento de los sujetos por un lapso de 12,7 años, se estimó que la ingesta de sodio en la población japonesa se correlacionó positivamente con el riesgo de mortalidad cardiovascular, enfermedad cerebro-vascular y enfermedad coronaria (datos ajustados por factores de riesgo cardiovascular e ingesta de potasio). Los riesgos relativos (RR) de mortalidad para el quintil más alto de ingesta de sodio respecto al más bajo fueron: 1,55 (IC95%:1,2-2,0) para enfermedad cerebro-vascular, 2,04 (IC95%: 1,4-2,9) para enfermedad isquémica del corazón y 1,04 (IC95%: 1,2-1,7) para enfermedad cerebro-vascular (25). Adicionalmente, se han publicado al menos dos meta-análisis en relación a este punto, el primero de ellos incluyó 13 estudios prospectivos con un total de 177025 individuos, seguidos por al menos 3 años (3,5-19 años) y evidenció que las altas ingestas de sal aumentan significativamente el riesgo de complicaciones asociadas a enfermedad cerebro-vascular; RR=1,23 (IC95%: 1,06-1,43), pero no el de complicaciones asociadas a todo el grupo de las ECV; RR=1,14 (IC95%: 0,99-1,31) (5). El segundo, al analizar los datos de 10 estudios que abarcaron 72878 sujetos evidenció que una ingesta elevada de sodio aumenta el riesgo de presentar todos los eventos de enfermedad cerebro-vascular; RR=1,24 (IC95%: 1,08-1,43). Al analizar por separado los 3 estudios enfocados en los eventos fatales (48645 participantes) también se evidenció este aumento en el riesgo; RR=1,63 (IC95%: 1,27-2,10). Así mismo, el análisis de los estudios enfocados en mortalidad por enfermedad coronaria (3 estudios; 30670 sujetos) arrojo un RR=1,32 (IC95%: 1,13-1,53) (6). En conclusión, existe evidencia de alta calidad que permite afirmar que una ingesta elevada de sodio se asocia a un aumento de la morbi-mortalidad por varios tipos de ECV.

¿Si se disminuye la ingesta de sal/sodio se reducen las ECV?

Existe evidencia de una menor incidencia de ECV en individuos hipertensos que son sometidos a intervenciones efectivas para la reducción de la ingesta de sodio en comparación a hipertensos en los cuales no se disminuyó la ingesta del mineral (26). No obstante, es importante tener en cuenta que la reducción en la ingesta de sodio también tiene efectos sobre población general sana. En este sentido, análisis secundario de los datos del estudio Intersalt (27) y de la NHANES I (24) sugieren que mediante una reducción de 2,3 g/d de sodio se podría reducir entre 15-32% la incidencia de eventos cerebro-vasculares en la población general. Recientemente se publicó un meta-análisis cuyo objetivo fue determinar el efecto de la reducción en la ingesta de sodio sobre todas las causa de mortalidad cardiovascular. Esta revisión incluyó cinco estudios realizados en adultos con un seguimiento entre 0,5-12,7 años. Los resultados evidenciaron una disminución, que no fue estadísticamente significativa, del riesgo de mortalidad en los individuos que disminuyeron la ingesta de sal respecto al control. El mismo meta-análisis evaluó el efecto de la reducción del consumo de sodio sobre la mortalidad por ECV, analizando dos estudios, los hallazgos también muestran un riesgo menor, pero no estadísticamente significativo del grupo que redujo la ingesta de sal en comparación al control (28). A la luz de estos datos, se podría pensar que es necesaria la realización de más estudios para esclarecer completamente el efecto de una reducción de sodio sobre morbi-mortalidad por distintas causas. Sin embargo, desde el punto de vista epidemiológico resolver esta pregunta con el más alto grado de evidencia requiere la realización de estudios de cohorte con seguimientos de varias décadas en individuos expuestos y no expuestos. Lo cual, ante la evidencia existente del efecto del sodio sobre la salud, tiene limitaciones éticas; ya que involucra la exposición a un factor de riesgo desde etapas tempranas de la vida cuyo efecto nocivo se apreciará después de la quinta o sexta década. En razón a lo anterior, es importante tomar decisiones de política pública para prevenir las ECV basadas en la mejor evidencia disponible a la fecha.

Ingesta de sal/sodio en LA

Se estima que el consumo de sal promedio en países occidentalizados está entre 9-12 g/día (≈3,5-4,7 g sodio/d), mientras que en países de Europa oriental y del continente Asiático la ingesta diaria promedio llega hasta los 16 g/día (≈6,3 g sodio/d) (7). En los países de LA existen reportes de ingesta de sal/sodio basados en estudios realizados en las últimas tres décadas. Para la búsqueda de estos reportes, en esta publicación se utilizaron bases de datos científicas, páginas web gubernamentales y consultas a expertos; siguiendo el algoritmo de la Figura 1. En la búsqueda se incluyeron 18 países de la región, excluyendo a Puerto Rico y Guyana debido a su dependencia con otros países. Se obtuvo información de nueve países contenida en once reportes; en el caso de Brasil y Argentina se identificaron dos fuentes de información para cada uno (29-32). Siete de las publicaciones reportan la metodología empleada para la determinación de la ingesta de sal/sodio (Argentina, Brasil, Costa Rica, México, Honduras, Chile y Colombia) (29, 31, 33-37). Seis de las referencias corresponden a reportes obtenidos de las páginas web de entes gubernamentales (Argentina, Brasil, México, Honduras, Chile, Venezuela) (30, 32, 34-36, 38), tres a publicaciones científicas (Argentina, Brasil, Costa Rica) (29, 31, 39), una a un documento técnico obtenido mediante la consulta a expertos (Colombia) (37) y una a un reporte de prensa (Bolivia) (40).

Aunque se reconoce que la prueba de oro para la ingesta de sodio es la excreción urinaria del mineral en 24 horas (21), la dificultad de su realización hace que las estimaciones realizadas en LA se hayan basado en otras metodologías. Los métodos utilizados incluyen: análisis en una muestra de orina ocasional (36), evaluación de la ingesta dietaria (encuestas de recordatorio de 24 horas –R24h- y registros dietarios) (31), consumo aparente de sal (cociente de la sumatoria de la producción y las importaciones menos las exportaciones, sobre el número de habitantes del país) (33-35) o combinación de algunas de estas (37). La mayoría de las fuentes omiten detalles respecto a las metodologías y datos reportados, lo cual limita el análisis. No obstante, estas determinaciones permiten dar una aproximación al estado de la ingesta de sal/sodio en la región.

Los nueve países para los cuales se encontró información reportan ingesta de sal, adicionalmente, en el caso de Argentina (29) y Brasil (31) se encontraron reportes de la ingesta de sodio. En los nueve países la ingesta de sal/sodio supera claramente los niveles de ingesta o las metas poblacionales propuestas. En la

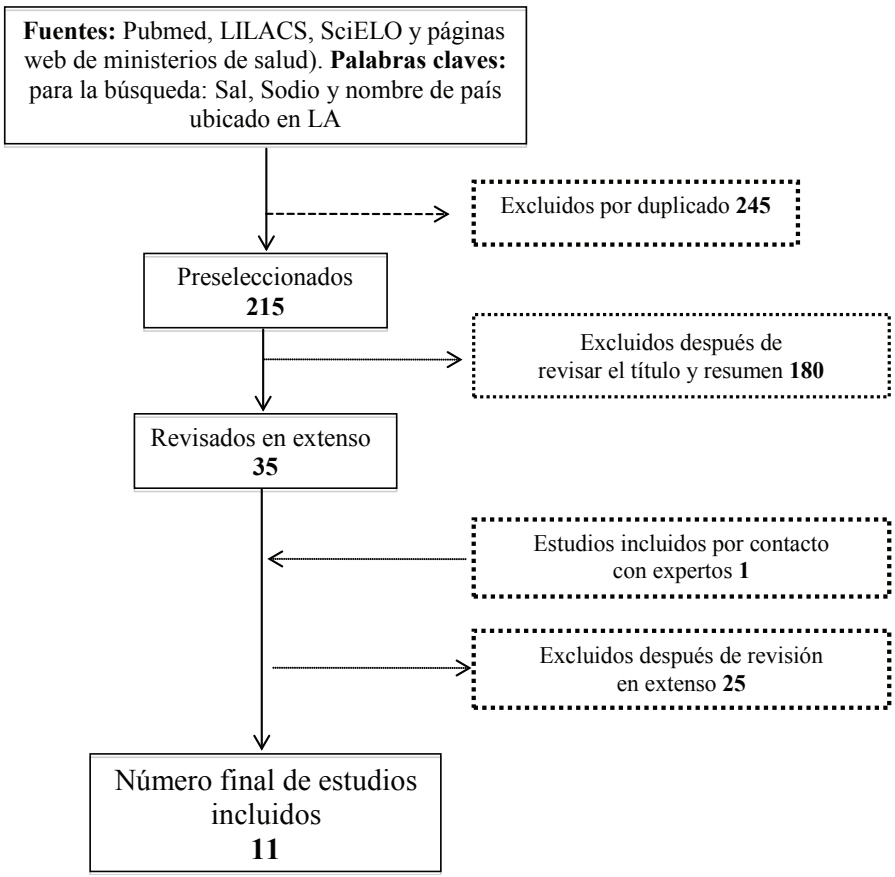


FIGURA 1: Algoritmo resumen de búsqueda de estudios de ingesta de sal/sodio en países de la región de Latinoamérica (LA).

Tabla 1 se resumen los datos de ingesta de sal/sodio de la región. El análisis de la información descrita en la Tabla 1 refleja la necesidad de obtener datos actualizados, preferiblemente a partir de medición en orina de 24 horas, con el fin de tener una línea base de ingesta de sal/sodio que permita la evaluación en el futuro de las estrategias implementadas.

De otro lado, mediante encuestas de consumo dietario o análisis derivados del etiquetado nutricional, es posible obtener los alimentos fuente del mineral, con el fin de focalizar las estrategias a aquellos que se conviertan en una fuente importante en cada país (41, 42). A nivel internacional existen varios reportes de alimentos fuentes de sodio basados en estudios con representatividad de la población general provenientes principalmente de países desarrollados. En LA solamente existe dos reportes provenientes de Brasil, uno correspondiente a los años 2002 – 2003 (43) y el segundo a los años 2008-2009 (31); en ambos casos las estimaciones son representativas de los hogares a nivel nacional. En el primer reporte el análisis se realizó a partir registros de adquisición de alimentos en los hogares, encontrándose que los alimentos con mayor aporte de sodio fueron: sal y condimentos a base de sal (76,2%), alimentos procesados con adición de sal (15,8%), alimentos procesados o no sin adición de sal (6,6%) y comidas listas para consumir (1,4%). El reporte de los años 2008-2009 se realizó mediante registro dietario de un día, los resultados muestran que los tres grupos alimentos con mayor aporte de sodio a la dieta fueron: arroz (19,0-22,0%), fríjoles y legumbres (12,3-15,6%) y pan (10,3-11,4%); el rango se explica a que el reporte fue dado por sexo y grupo de edad. Las diferencias entre los dos estudios realizados en la misma población se deben a la metodología utilizada. Además de los reportes anteriores en Costa Rica se evaluaron los alimentos fuentes de sodio en una muestra no aleatoria de 383 mujeres, mediante la utilización del método de "consumo usual de alimentos" (44). Los cereales y derivados así como las carnes

TABLA 1. Datos de ingesta de sal/sodio según país y región de Latinoamérica (LA).

País	Referencia	Técnica	Sujetos	Promedio de la ingesta de sal (g/d)	Promedio de la ingesta de sodio (g/d)	Ingesta elevada (%)
NORTE						
México	Secretaría de Economía. México. 2013 (31)	Consumo aparente basado en ventas de sal a la industria y hogares	---	10	---	100+
CENTRO						
Costa Rica	Blanco-Metzler, A. y colaboradores. 2012 (30)	Consumo aparente en el hogar	NE	7,1	---	42+
Honduras	Ministerio de Salud. Honduras. 1996 (32)	Consumo aparente	NE	10	---	100+
SUR						
Argentina	Ministerio de Salud. Argentina. 2013 (27)	NE	NE	12 a 13	---	140-160+
Argentina	Ferrante y colaboradores. 2011 (26)	Excreción urinaria en 24 horas	58	---	3,7	61++
Bolivia	La Razón (Diario Local). 2013 (37)	NE	NE	7	---	40+
Brasil	Sarno y colaboradores et al. 2013 (28)	Disponibilidad de sodio en el hogar	55970 hogares	---	4,7 gr por cada 2000 calorías	+++
Brasil	Ministério da Saúde (Portal Brasil). Brasil. 2011 (29)	NE	NE	12	---	140+
Chile	Ministerio de Salud. Chile. 2011 (36)	Muestra de orina ocasional	3200, muestra nacional	9,8	---	96+
Colombia	Ruiz H, Jiménez G. 1999 (34)	Excreción urinaria en 24 horas y R24h	2013	8	---	60+
Venezuela	Ministerio del Poder Popular de Planificación. Venezuela 2011 (38)	NE	NE	12,5	---	150+

+Valor de referencia: consumo máximo de sal sugerido por OMS (5 g/día). ++ Valor de referencia: UL para sodio sugerido por IOM (2,3 g/día).+++No se calculó el dato, debido a que se reporta en relación a ingesta de calorías. R24h: Recordatorio dietario de 24 horas. NE: no especificado.

y embutidos fueron los alimentos con mayor aporte de sodio 48 % y 10%, respectivamente. Los embutidos fueron los alimentos con mayor aporte en el grupo cárnico (49%), seguidos por el pescado (24%), la carne de res (14%) y el pollo (12%). Dentro de los cereales sobresalen alimentos como el arroz (35%), las leguminosas (30%), el pan (14%) y las galletas (12%), en menor proporción se ubican los cereales del desayuno (7 %) y la repostería (2 %).

Estrategias implementadas en LA para la reducción de la ingesta de sal/sodio poblacional

La OPS promueve la implementación de una estrategia regional para la reducción de las ECV mediante la disminución en la ingesta de sal/sodio. Las directrices de esta contemplan: la reformulación de productos, las campañas de sensibilización y educación al consumidor, y los cambios del entorno que hagan fáciles y asequibles las decisiones saludables en todas las personas (45).

Una revisión del año 2013 identificó 21 países a nivel mundial que han iniciado acciones para reducir la ingesta excesiva de sal/sodio (46). En LA las páginas oficiales de los entes gubernamentales o algunas publicaciones científicas han reportado estrategias para: Argentina (30), Brasil (32), Cuba (45), Chile (36), Uruguay (45, 47), México (48), Costa Rica (39), Venezuela (49) y Paraguay (50). Adicionalmente, un reporte de prensa revela iniciativas del gobierno de Colombia junto con la industria y la academia para reducir el contenido de sodio en alimentos procesados (51).

En LA, el trabajo se ha centrado principalmente en la generación de acuerdos de reducción voluntaria del contenido de sodio en alimentos procesados por parte de la industria, seguido de campañas de educación. Adicionalmente, en el marco de otras estrategias que buscan promover una alimentación saludable, se ha normado el rotulado nutricional de alimentos procesados (que en muchos casos ordena la declaración y/o alerta de contenido de sodio), implementado guías alimentarias que promueven la disminución del consumo de sal y diseñado campañas para retirar el salero de los restaurantes (30, 32, 47, 48).

En relación a los acuerdos realizados con la industria: 1) Argentina, bajo la campaña "Menos Sal, Más Vida" se proponen metas de reducción de sodio a dos años en productos farináceos (25% de reducción en pan artesanal), derivados cárnicos (reducciones del 5-15% dependiendo del producto), lácteos (5% de reducción en algunos quesos en dos años y un 10% en cuatro años) y sopas y aderezos (reducción mínima del 5%) (30); 2) Chile, reconociendo que el pan es un alimento de consumo masivo en el país, se trazó como plan piloto la meta de disminuir el contenido de sal en este alimento de forma gradual hasta alcanzar al año 2014 los 400 mg de sodio por 100 g de pan (52); 3) Brasil, generó acuerdos voluntarios de reducción con metas bienales en diversos grupos de alimentos y, como meta final para el año 2020, se espera alcanzar niveles reducidos de sodio en los productos empleando como referencia valores iguales o menores a los propuestos por países como el Reino Unido y Canadá (53). Sin embargo, se ha observado que las metas propuestas han sido muy débiles y en algunos casos definidas en cantidades iguales a las que ya se encuentran en los productos, siendo por tanto ineficientes (54); 4) Costa Rica, en 2012 se instauró el plan nacional para la reducción en el consumo de sal/sodio cuyo primer objetivo se ha centrado en conocer el contenido de sal o sodio en los alimentos de mayor consumo, con el fin de implementar las estrategias pertinentes a futuro (39); 5)México, se propone el desarrollo de acciones tendientes a la disminución del contenido de sodio en el pan (48); 6) Uruguay, implementó un plan voluntario de reducción del contenido de sodio en panificados, inicialmente de un 10% (47). En contraste a los anteriores, en Paraguay la reducción se está llevando a cabo vía resolución gubernamental, la cual propone "reducir el contenido de sal (cloruro de sodio) agregado a los productos de panificación de consumo masivo en un 25 %; de 800 a 600 mg de sodio/100 g de producto (50).

Estos acuerdos voluntarios por definición son limitados en lo que se refiere al alcance de resultados y velocidad de impacto. Tanto las metas como los plazos son definidos de forma poco rigurosa, lo que resulta en baja efectividad. Estudios han revelado que medidas regulatorias para una reducción del sodio en productos procesados son bastante más efectivas que los acuerdos voluntarios (20 veces más) (55). Además, considerando la esencia de dichos acuerdo, cualquier avance puede ser eventualmente revertido (56). Por lo tanto, estas experiencias sugieren que el diseño de las estrategias debe ser riguroso, con metas bien definidas, basadas en un diagnóstico claro de

contenido de sodio en los productos seleccionados, con evaluaciones programadas y con la posibilidad de realizar ajustes según las evaluaciones obtenidas. Finalmente, es importante tener en cuenta que además de las acciones destinadas a disminuir el contenido de sodio de alimentos procesados, es necesario implementar medidas estructurales para que la población preserve y fortalezca las prácticas alimentarias y culinarias saludables (57).

CONCLUSIÓN

La ingesta excesiva de sodio dietario constituye uno de los principales factores de riesgo para las ECV. La AI de sodio fue estimada entre 1-1,5 g/d para individuos mayores de un año y el UL entre 1,5-2,3 g/d; según la edad. Por lo anterior, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó recientemente una ingesta de sodio menor a 2 g/d (5 g de sal/d) en adultos. Nueve países de LA reportan datos de ingesta de sal/sodio, sin embargo, no todos son representativos a nivel nacional. Nueve países de la región han implementado alguna estrategia de las propuestas por OPS/OMS para la reducción de la ingesta de sal/sodio en la población.

Con base en la evidencia revisada en este artículo se hace necesario implementar estrategias sustentables de reducción del consumo de sal/sodio, debido al impacto que podrían tener en términos de salud pública. En la región de LA se ha trabajado, fundamentalmente, en la disminución del contenido de sodio de alimentos procesados. Sin embargo, es fundamental incentivar y concretar acciones estructurales para que la población preserve y fortalezca las prácticas alimentarias y culinarias saludables que incluya una reducción constante de la ingesta de sodio dietario.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a: Dra Eva Hertrampf por su ayuda en la elaboración inicial del manuscrito. Biólogo Juan Manuel Marroquín por su apoyo en la edición final del documento. Nutricionistas Katherine Curi y Laura González por la información suministrada sobre Perú y Paraguay, respectivamente. Gustavo Cediel como estudiante de doctorado es Beneficiario de los programas Colfuturo (Colombia) y Enlaza Mundos (Alcaldia de Medellín, Colombia).

REFERENCIAS

1. Chile. Departamento de Estadísticas e Información en Salud. Diez primeras causas de defunción en ambos sexos, Chile 2000-2010. 2012 [citado: 3/4/2015]. Disponible en: http://www.deis.cl/wp-content/uploads/2012/10/10-primeras-causas-de-muerte-Chile-2000-2010.xlsx.
2. Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas. Defunciones por grupos de edad y sexo, según departamentos de residencia y grupos de causas de defunción (Lista Colombia 105 para la tabulación de mortalidad). 2012 [citado: 2/12/2012]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1807&Itemid=119.
3. World Health Organization. World Health Statistics 2009. France: 2009; 149p. Available from: http://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/EN_WHS09_Full.pdf.
4. He FJ, MacGregor GA. Effect of modest salt reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized trials. Implications for public health. J Hum Hypertens. 2002 Nov;16(11):761-70.
5. Strazzullo P, D'Elia L, Kandala NB, Cappuccio FP. Salt intake, stroke, and cardiovascular disease: meta-analysis of prospective studies. BMJ. 2009;339:b4567.
6. Aburto NJ, Ziolkovska A, Hooper L, Elliott P, Cappuccio FP, Meerpohl JJ. Effect of lower sodium intake on health: systematic review and meta-analyses. BMJ. 2013;346:f1326.
7. Brown IJ TI, Candeias V, Elliott P. Salt intakes around the world: implications for public health. Int J Epidemiol. 2009; 38(3): 791-813.
8. Legetic B, Campbell N. Reducing salt intake in the Americas: Pan American Health Organization actions. J Health Commun. 2011 Aug;16 Suppl 2:37-48.
9. Organización Panamericana de Salud OPS. Declaración política: prevensión de las enfermedades cardiovasculares en las Américas mediante la reducción de la ingesta de sal alimentaria de toda la población. 2010; 8 pág. [citado 6/10/2015]. Disponible en: http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2010/red-sal-declaracion-politica.pdf.
10. Strazzullo P, Leclercq C. Sodium. Adv Nutr. 2014 March; 5:188–190.
11. Preuss H. Sodio, Cloruro y Potasio. En: Bowman B, Russell R. Conocimientos actuales sobre nutrición. Serie Publicación Científica y Técnica No 592. 8 ed. Washington, D.C.: OPS e Instituto Nacional de Ciencias de la Vida; 2003. p. 330-339.
12. Friedman PA. Mechanisms of renal calcium transport. Exp Nephrol. 2000 Nov-Dec;8(6):343-50.
13. World Health Organization. Reducing salt intake in populations: report of a WHO forum and technical meeting, 5-7 october 2006 Paris, France. 2007 [citado: 3/4/2015]. Available from: http://www.who.int/dietphysicalactivity/Salt_Report_VC_april07.pdf.
14. United States. Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for water,

potassium, sodium, chloride, and sulfate. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2014.

15. Elliott P, Brown I. Sodium intakes around the world. Forum and Technical meeting on Reducing Salt Intake in Populations Paris, France: World Health Organization (WHO). 2007:1-85. Available from: http://www.who.int/dietphysicalactivity/Elliot-brown-2007.pdf.
16. Powles J, Fahimi S, Micha R, Khatibzadeh S, Shi P, Ezzati M, et al. Global, regional and national sodium intakes in 1990 and 2010: a systematic analysis of 24 h urinary sodium excretion and dietary surveys worldwide. BMJ open.3(12):e003733.
17. Clifford RW. High salt intake, its origins, its economic impact, and its effect on blood pressure. Am J Cardiol. 2001 Dic; 88(1):1338-1346.
18. Mattes RD, Donnelly D. Relative contributions of dietary sodium sources. J Am Coll Nutr. 1991 Aug;10(4):383-93.
19. United States. Institute of Medicine of the National Academies. Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. Washington, D.C.: The National Academies Press; 2005. p. 638. [Cited: 3/4/2015] Avalaible from: http://www.nal.usda.gov/fnic/DRI/DRI_Water/water_full_report.pdf.
20. Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. BMJ. 1988;297:319-238.
21. Elliott P, Stamler J, Nichols R, Dyer AR, Stamler R, Kesteloot H, et al. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. Intersalt Cooperative Research Group. 1996 May; 312:1249-1253.
22. Miura K, Daviglus ML, Dyer AR, Liu K, Garside DB, Stamler J, et al. Relationship of blood pressure to 25-year mortality due to coronary heart disease, cardiovascular diseases, and all causes in young adult men: the Chicago Heart Association Detection Project in Industry. Arch Intern Med. 2001 Jun;161(12):1501-1508.
23. Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, Appel LJ, Bray GA, Harsha D, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. N Engl J Med. 2001 Jan;344(1):3-10.
24. He J, Ogden LG, Vupputuri S, Bazzano LA, Loria C, Whelton PK. Dietary sodium intake and subsequent risk of cardiovascular disease in overweight adults. JAMA. 1999 Dec;282(21):2027-2034.
25. Umesawa M, Iso H, Date C, Yamamoto A, Toyoshima H, Watanabe Y, et al. Relations between dietary sodium and potassium intakes and mortality from cardiovascular disease: the Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risks. Am J Clin Nutr. 2008 Jul;88(1):195-202.
26. Appel LJ, Espeland MA, Easter L, Wilson AC, Folmar S, Lacy CR. Effects of reduced sodium intake on hypertension control in older individuals: results from the Trial of Nonpharmacologic Interventions in the Elderly (TONE). Arch Intern Med. 2001 Mar; 161(5):685-693.
27. Cook NR, Cohen J, Hebert PR, Taylor JO, Hennekens CH. Implications of small reductions in diastolic blood pressure for primary prevention. Arch Intern Med. 1995 Apr; 155(7):701-709.
28. Taylor RS, Ashton KE, Moxham T, Hooper L, Ebrahim S. Reduced dietary salt for the prevention of cardiovascular disease: a meta-analysis of randomized controlled trials (Cochrane review). Am J Hypertens. 2011 Aug; 24(8):843-853.
29. Ferrante D, Apro N, Ferreira V, Virgolini M, Aguilar V, Sosa M, et al. Feasibility of salt reduction in processed foods in Argentina. Rev Panam Salud Pública. 2011 Feb; 29(2):69-75.
30. Argentina. Ministerio de Salud. Iniciativa "Menos SAL, Más VIDA". 2013. [citado: 8/8/2014]. Disponible en: http://www.msal.gov.ar/ent/images/stories/ciudadanos/pdf/2013-09_presentacion-acerca-reduccion-sodio.pdf.
31. Sarno F, Claro R, Levy R, Bandoni D, Ferreira S, Monteiro C. Estimated sodium intake for the Brazilian population, 2008-2009. Rev Saúde Pública. 2013;47(3):1-7.
32. Portal Brasil. Começa nesta terça campanha para controlar consumo excessivo de sal no País. 2011 [citado: 7/27/2014]. Disponível em: http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/07/26/comeca-nesta-terca-campanha-para-controlar-consumo-excessivo-de-sal-no-pais.
33. Costa Rica. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Encuesta de hogares de propósitos múltiples, 2001. 2001 [citado: 3/4/2015]. Disponible en: http://www.inec.go.cr/anda4/index.php/catalog/104.
34. México. Secretaría de Economía. Perfil de mercado de la sal. 2013 [citado: 9/3/2014]. Disponible en: http://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/minero/pm_sal_1013.pdf.
35. Honduras. Ministerio de Salud. Análisis institucional para el desarollo de un programa nacional de fluoración de la sal en Honduras. Organización Panamericana de Salud. 1996 [citado: 8/20/2014]. Disponible en: http://new.paho.org/hq/dmdocuments/2009/OH_HON_AnalInstProgFluorsal1996.pdf.

36. Chile. Ministerio de Salud/Pontificia Unversidad Católica de Chile/Universidad Alberto Hurtado. Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. 2011 [citado:6/12/2012]. Disponible en: http://epi.minsal.cl/wp-content/uploads/2012/07/InformeENS_2009-2010_CAP3.pdf.
37. Ruiz H, Jimenez G. Prevalencia de los desordenes por deficiencia de yodo e ingestión promedio de sal Colombia, 1994-1998. Instituto Nacional de Salud. Bogotá, D.C.; 1999. p. 161.
38. Venezuela. Ministerio del Poder Popular de Planificación/Instituto Nacional de Estadistica. Encuesta de seguimiento de consumo de alimentos (ESCA) 2010. 2011 [citado: 28/8/2014]. Disponible en: http://www.ine.gov.ve/index.php?option=com_content&view=category&id=114&Itemid=38.
39. Blanco-Metzler A, Montero-Campos M, Núñez-Rivas H, Gamboa-Cerda C, Sánchez G. Avances en la reducción del consumo de sal y sodio en Costa Rica. Rev Panam Salud Pública. 2012; 32(4):316–320.
40. La Razón. Bolivia supera el consumo de sal recomendado para evitar riesgos. 2013 [citado: 1/20/2014]. Disponible en: http://www.la-razon.com/index.php?_url=/sociedad/Bolivia-consumo-recomendado-evitar-riesgos_0_1802219762.html.
41. Subar AF, Krebs-Smith SM, Cook A, Kahle LL. Dietary sources of nutrients among US adults, 1989 to 1991. J Am Diet Assoc. 1998 May; 98(5):537-547.
42. Carmona I, Gómez B, Gaitán D. Sodium content in processed foods from Colombia evaluated by nutritional labeling. Perspect Nut Hum. 2014 Jan/June; 16(1):61-82.
43. Sarno F, Claro R, Levy R, Bandoni D, Ferreira S, Monteiro C. Estimativa de consumo de sódio pela população brasileira, 2002-2003. Rev Saúde Pública. 2009; 43(2): 219-225.
44. Carballo M, Morales G. Fuentes Alimentarias de sal: sodio en mujeres, Costa Rica. Rev. costarric. Salud Pública. 2011; 20(2): 90-96.
45. Pan American Health Organization (PAHO). Salt-Smart Americas: A Guide for Country-Level Action. Washington, D.C.; 2013. p. 162. Available from: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=21554&Itemid.
46. Valverde GM, Picado PJ. Estrategias mundiales en la reducción de sal/sodio en el pan. Rev costarric salud pública. 2013;22(1):61-67.
47. Uruguay. Ministerio de Salud Pública. Campaña Nacional: Menos Sal, Más Salud. Estrategia para la Prevención de las Enfermedades Cardiovasculares. Disponible en: http://www.msp.gub.uy/publicaci%C3%B3n/campa%C3%B1a-nacional-menos-sal-m%C3%A1s-salud-estrategia-para-la-prevenci%C3%B3n-de-las-enfermedades.
48. México. Secretaría de Gobierno. ACUERDO: por el que se recomienda la disminución del uso de sal común o cloruro de sodio en la elaboración de pan como una medida de prevención de enfermedades cardiovasculares, y otras crónico-degenerativas. 2012 [citado: 29/8/2014]. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5256201&fecha=22/06/2012.
49. Red de Sociedades Científicas Médicas Venezolanas. Venezolanos consumen el doble de la sal sugerida: exceso de este condimento produce hipertensión y problemas renales. Nota Breve No. 49. 2012. [citado: 6/10/2015]. Disponible en: http://www.rscmv.org.ve/pdf/nota_breve47.pdf.
50. Paraguay. Ministerio de Salud Pública. Resolución S.G. No. 248: contenido de sal (cloruro de sodio) en productos panificados de consumo masivo. 2013. [citado: 6/10/2015]. Disponible en: http://www.inan.gov.py/newweb/documentos/legislacion/resoluciones/resolucion2482013.pdf.
51. Jaimes PK. MinSalud, academia e industria hacen alianza para reducir consumo de sodio. Su Vida. 2012 [citado: 3/4/2015]. Disponible en: http://www.su-vida.com/node/1724.
52. Chile. Ministerio de Salud. Programa Piloto de Reducción de Sal/Sodio en el Pan. 2012 [citado 21/5/2014]. Disponible en: http://web.minsal.cl/estr_reduccion_sal.
53. Nilson EAF, Jaime PC, Resende DO. Iniciativas desenvolvidas no Brasil para a redução do teor de sódio em alimentos processados. Rev Panam Salud Pública. 2012;32(4):287–292.
54. Instituto Brasileiro de Defensa do Consumidor (IDEC). Muito sal ainda. Revista do IDEC. 2014 Abril; 186: 20-23. Disponível em: http://www.idec.org.br/uploads/revistas_materias/pdfs/186-pesquisa-sodio1.pdf
55. Cobiac LJ, Vos T, Veerman JL. Cost-effectiveness of interventions to reduce dietary salt intake. Heart. 2010;96:1920–1925.
56. Gomes SF, Lobstein T. Food and beverage transnational corporations and nutrition policy. SCN News. 2011;(39):57-65.
57. Organización Mundial de la Salud/Organización Panamericana de la Salud. Consumo de alimentos y bebidas ultra-procesados en América Latina : Tendencias , impacto en obesidad e implicaciones de política pública en América Latina. 2013 [citado 3/4/2015]. Disponible en: http://www.paho.org/nutricionydesarrollo/wp-content/uploads/2014/10/Consumo-de-alimentos-y-bebidas-ultra-procesados-en-America-Latina.pdf.

Recibido: 03-05-2015
Aceptado: 08-10-2015

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN
Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Vol. 65 Nº 4, 2015

Food environment and family support in relation to fruit and vegetable intake in pregnant women

Daniela CC Zuccolotto, Patrícia Barbieri, Daniela Saes Sartorelli.

Graduate Program in Community Health, Department of Social Medicine, Ribeirao Preto, Medical School, University of Sao Paulo, Brasil.

SUMMARY. The aim of the study was to investigate predictor factors related to self-perceived food environment, food practices, and family support and fruit and vegetable intake during pregnancy. A cross-sectional study was conducted among 282 pregnant women at the second trimester of pregnancy living in the city of Ribeirão Preto, Brazil. A food frequency questionnaire, and two 24-hour dietary recalls were obtained, and the Multiple Source Method was used to estimate the usual intake. Self-perceived food environment, food practice and family support were assessed by structured questionnaires. Logistic regression models adjusted for education, age, socioeconomic class, and BMI by gestational age were used to evaluate the relationship between self-perceived food environment, food practice and family support and fruit and vegetable intake. No association between self-perceived food environment and fruit and vegetable intake was found. However, the women who reported a greater number of meals per day [OR 1.95 (95% CI = 1.06; 3.56), p = 0.03], those who believed they consumed enough fruit and vegetable [3.71 (2.23; 6.20), p < 0.001], and who reported to have family support for a healthy diet [3.16 (1.78; 5.60), p < 0.001], were more likely to consume greater amounts of these foods. Our data suggests that the family support and a higher number of meals per day might be relevant to achieve a higher fruit and vegetable intake among pregnant women.

Key words: Food environment; pregnancy; fruit and vegetable intake; self-perceived environment.

RESUMO. A relação entre o ambiente alimentar e o suporte familiar e o consumo de frutas, verduras e legumes em gestantes. O objetivo do presente estudo foi investigar fatores preditores relacionados à percepção do ambiente alimentar, práticas alimentares e suporte familiar e o consumo de frutas, verduras e legumes durante a gestação. Trata-se de um estudo transversal, conduzido entre 282 gestantes residentes em Ribeirão Preto, SP, Brasil, durante o segundo trimestre gestacional. O consumo alimentar foi avaliado por meio de um questionário de frequência alimentar e dois recordatórios de 24 horas. Para estimar o consumo usual de alimentos foi utilizado o Multiple Source Method. A percepção do ambiente alimentar, práticas alimentares e suporte familiar foram avaliados por meio de um questionário estruturado. Modelos de regressão logística ajustados por escolaridade, idade, classe social e IMC por idade gestacional foram utilizados para avaliar a relação entre a percepção do ambiente alimentar, práticas alimentares e suporte familiar com o consumo de frutas, verduras e legumes. Nenhuma relação foi encontrada entre a percepção do ambiente alimentar e o consumo de frutas, verduras e legumes. Por outro lado, as gestantes que relataram um maior número de refeições ao dia [OR 1,95 (95%IC = 1,06; 3,56), p = 0,03], aquelas que consideravam que consumiam uma quantidade suficiente de frutas, verduras e legumes [3,71 (2,23; 6,20), p < 0,001], e aquelas que relataram suporte familiar para ter uma alimentação saudável [3,16 (1,78; 5,60), p < 0,001], apresentaram maior chance de consumir uma maior quantidade destes alimentos. Os resultados sugerem que o suporte familiar e um maior número de refeições sejam relevantes para o alcance do maior consumo de frutas, verduras e legumes entre gestantes.

Palavras-chave: ambiente alimentar, gestação, consumo de frutas verduras e legumes, percepção do ambiente.

INTRODUCTION

The adequate intake of fruits and vegetables (FV) during pregnancy (≥ 400 g/day) (1) has a positive impact on women's and babies' health. FV intake during pregnancy is inversely associated with neural tube defect (2), and allergies (3) in children, and also prevents excessive gestational weight gain in women (4).

The main determinants of eating behavior include individual (5), social, cultural, physiological, and environmental factors (6). Currently, environmental factors have received significant attention in public health studies because of their association with the

behavior and choices of individuals, directly affecting their health (6). Previous studies suggested that the neighborhood in which the individual resides is associated with food access, availability, price, and characteristics, as well as the quality of the diet and well-being. For instance, a neighborhood considered safe, with places to practice physical activity and several food stores may lead to increased physical activity and a better food selection, contributing positively to the health of adults living in these areas (7).

A cohort study conducted with American pregnant women found that living at a distance greater than four kilometers from a supermarket correlated negatively with scores of the Healthy Eating Index during pregnancy (8), suggesting that the easy access to unhealthy food might influence the lifestyle during pregnancy.

Most studies assessing the food environment were based on objective measures such as the Geographic Information System (GIS), which maps the distance between the residences of participants and stores of interest, and/or store audits to objectively measure dimensions of the food environment (9). Conversely, perception-based measures are subjective ways to evaluate the local food environment characteristics using self-report questionnaires by the residents to detect the access, availability and quality of healthy foods (9, 10). It should be noted that the interaction between individuals and the environment is much more complex and dynamic than objective measures alone are able to measure (9).

Flint et al (11), on secondary analysis of the data from the Philadelphia Neighbourhood Food Environment Study, investigated the perception of neighborhood food environment and the FV intake by adults living in two low-income Philadelphia neighborhoods. Perception of food environment was measured using five related dimensions pertaining to quality, choice and expense of local food outlets and locally available FV. Multivariate regression analyses suggested that measured dimensions of neighborhood food environment did not predict FV consumption.

Feeding practices during pregnancy are influenced by beliefs, proscriptions, and prescriptions (12), it is essential to determine whether these factors affect the influence of the environment on food choices and the intake of these foods by pregnant women. Thus, from the public health standpoint, our findings might be relevant to help create tools for developing community actions to facilitate the access and choices of pregnant women towards a healthier lifestyle, which has a great potential for the promotion of maternal and fetal health in the short and long term (13)

This study aimed to evaluate the relationship between self-perceived food environment, food practices, and family support and the consumption of FV among pregnant women. The present study is the first study to investigate the relationship between food environment perception and FV intake in pregnant women, and the first such study conducted in a developing country.

MATERIALS AND METHODS

Study design and population

This is a cross-sectional study conducted among adult singleton pregnant women at the 24th gestational week onwards attended by the Brazilian National Health Service in Ribeirão Preto, São Paulo state, Brazil. This study is part of an investigation about the relationship between food intake during pregnancy and gestational diabetes mellitus. The inclusion criteria were: age ≥ 20 years, pre-pregnancy body mass index (BMI) ≥ 20 kg/m2, absence of type 1 and type 2 diabetes, no reported use of medications that alter blood glucose, and no report of diseases that alter usual food consumption such as chronic renal failure, AIDS, and cancer. Recruitment of the women, and data collection occurred in five county laboratories, where there is greater demand for pregnant women to carry out the oral glucose tolerance test (OGTT), which are located in areas with a higher proportion of pregnant women in the city. Nutritionists were available at these sites five days a week. All pregnant women who went to these laboratories between May and November 2012 were invited to participate in the study. In total, 509 women were contacted. Of these, seven declined to participate, 219 did not meet inclusion criteria, and one woman had missing data, leaving a total of 282 pregnant women in our sample. Sample size calculations were based on a prevalence of 13% of adequate intake of FV by the Brazilian population (14), and an estimated 10% rate of non-response, resulting in a minimal sample of 190 pregnant women.

All participants signed an informed consent form. The study was approved by the Research Ethics Committee of the Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo and authorized by the Municipal Health Department of Ribeirão Preto, São Paulo. All the procedures were in accordance with the Helsinki Declaration.

Self-perceived food environment, food practices, and family support

The perception of pregnant women about the food environment, food practices and family support for a healthy diet was assessed through a structured multiple choices questionnaire. The questionnaire was developed based on an international study that evaluated the relationship between the food environment and health outcomes (10).

The questions to assess the food environment included distance (less or more than 10 minutes of walking) between residence and places where food are purchased (supermarket, farmers market, street vendors, coffee shop, grocery stores, bakery, convenience store sor restaurants); walking time to the nearest food store (near or far), perception about quality and variety of FV where they were acquired (good or bad), and presence of market garden at home (yes or no).

The questionnaire to assess food practices was based on eight questions: number of meals per day (up to three, four or more); places where subjects usually have meals outside the home (at work, friend's or relative's houses, restaurants, fast food outlets, self-service restaurants, coffee shops); transport used for shopping (car, motorcycle, bus, bicycle, none); places where subjects usually buy food (supermarket, farmers market, street vendors, convinience stores); frequency of shopping FV (one or more times a week, less then once a week); whether they would buy more FV if those were less expensive (yes or no); whether subjects get FV from other people (yes or no) and self-perception about consuming enough FV (yes or no). To assess the family support to have a healthy diet the women were asked to report if they have a family support to buy and cook healthy foods (yes or no).

The reproducibility of the questionnaire was previously evaluated in a sample of 48 adult pregnant women with BMI < 30 kg/m2 attended at a Public Health Care Unit of Ribeirão Preto, São Paulo state, Brazil. Most questions had near perfect or strong agreement (Kappa = 0.79–1.0), as described elsewhere (15). Briefly, those with poor agreement were reformulated before the questionnaire administration in the present study; the question "Would you eat FV more often if they were less expensive?" were originally "Do you consider that the price of FV is very expensive, expensive, or cheap?; and the questions "Do you usually buy food at supermarkets?" , and "Do you usually buy food at farmers market?" were previously condensed into a single question with unique answers, which made it difficult to interpret by the women. However, no validation studies were conducted to evaluate the accuracy of the questionnaire.

Assessment of fruit and vegetable intake

In the present study, only fresh FV intake was considered. A food frequency questionnaire (FFQ) and two 24-hour dietary recalls (24hRs), on non-consecutive days, were obtained at the second trimester of pregnancy to estimate FV intake. The FFQ was previously developed and validated for pregnant women of Ribeirão Preto (16), which includes 10 options of vegetables, and 12 options of fruits, and the time reference is the establishment of the pregnancy (as estimated by the physician). The 24hRs were collected by previously trained nutritionists using the multiple-pass method on week and weekend days, indistinctly. The Multiple Source Method (MSM), a software developed by the Department of Epidemiology of the German Institute of Human Nutrition Potsdam-Rehbrücke (17), was used to estimate the usual intake of FV, in which the frequency of intake was included as covariate for the model. This method estimates the usual intake of foods in three steps: 1. logistic regression models are used to estimate the probability of intake, 2. linear regression models are employed to estimate the usual intake, corrected for variability, and 3. the probability of ingestion on a random day (step 1) is multiplied by the usual intake on a day of consumption (step 2) to produce the usual intake. The MSM software is available at http://msm.dife.de.

Anthropometry and gestational age

Weight (kg) and height (m) were obtained using a digital scale (Tanita model HS 301) and a portable stadiometer (Sanny model ES 2040), respectively. The assessment of adequacy of BMI by gestational age was based on Atalah criteria (18). Gestational age was based on ultrasound data, or derived from the last menstruation period recorded on the prenatal card.

Socio-demographic data

Socio-demographic data were obtained using structured questionnaires. For social class classification, the Brazilian Criteria for Economic Classification was used, which categorizes socioeconomic classes from class A (highest level) to class E (lowest level) (19).

Data analysis

The frequency distributions of socioeconomic variables and the median and percentiles (P25; P75) of FV intake were calculated. For descriptive analysis, Chi-square test was used to verify differences across categories of intake, and the Kuskal-Wallis test was used to test for differences in median intake according the characteristics of women.

The median intake of fresh FV (178 g) was employed as a cutoff point for a higher intake of FV and was used as the outcome of interest, as a binary variable, because only a small proportion of the women reached the recommended intake for these foods (≥ 400 g/day) (1).

Logistic regression models with higher intake of FV as the dependent variable (> 178g, yes/ no) adjusted for education (years of study), age (continuous), socioeconomic class (A1-B2/C1-D/E), and adequacy of BMI by gestational age (adequate/ excessive) were used to evaluate the relationship between food environment perception variables and FV intake. The forward selection process was employed for the definition of adjustment variables. Significance level was set at $P< 0.05$. The analyses were performed using SPSS Software version 17.0 (SPSS Inc. Woking, Surrey, UK).

RESULTS

Among the 282 pregnant women investigated most were between 20 and 29 years old, married or cohabiting, with eight to 11 years of education, self-reported Caucasians, and belonging to socioeconomic class C. The estimated median (P25, P75) intake of FV was 41 (32, 109) g among women classified with lower intakes of FV (< 178 g/day), and 190 (170, 232) g for women with higher intakes of these foods (≥178 g/day). The proportion of women who reached the ≥ 400 g/day recommended by the World Health Organization (1) was 10%. Women with higher intake of FV was older [28 (5) years], when compared with those with lower intakes [27 (4) years], $p <0.05$. No differences in the marital status, educational level, socioeconomic class, and adequacy of BMI by maternal age across categories of FV intake were found (Chi-square test). However, a higher median intake of FV was verified among separated or widowed women, when compared with the single and married (Kruskal-Wallis test) (Table 1).

In logistic regression models adjusted for age, education, socioeconomic class, and adequacy of BMI by gestational age, no associations were found between self-perceived food environment and FV intake (Table 2). Moreover, no associations between a longer distance from home (> 10 minutes of walk) and grocery stores [OR 0.87 (IC 95% 0.46, 1.61)], coffee shops [0.80 (0.49, 1.32)], bakery [0.76 (0.46, 1.26)], convenience stores [0.87 (0.46, 1.62)] or restaurants [1.38 (0.74, 2.57], and FV intake were found.

Table 3 describes the relation between food practices, family support, and FV intake in pregnant women. In logistic regression models adjusted for age, education, socioeconomic class, and adequacy of BMI by gestational age, it was observed a positive association between having four or more meals per day and a higher intake of FV. The median (P25, P75) intake of FV of women who reported having up to 3 meals a day was 153g (92, 248), and among those with more than 4 meals a day was 187g (108, 295). Similarly, a positive association between the belief of an adequate intake of FV and a higher intake of these foods was found. The median intake of FV by pregnant women who believed that they consume enough FV was 231g (127, 321), and among those who did not was 139g (96, 214). Moreover, women who reported family support to have a healthy diet were more likely to consume greater amounts of FV, after multiple adjustments. The median intake of women with family support was 200g (113, 300), and those who did not was 130g (91, 214).

In adjusted models, no association between the places that the women usually have meals, as at work [1.11 (0.66, 1.87)], at friend´s or relative´s houses [0.92 (0.56, 1.15)], self-service restaurants [1.67 (0.91, 3.06)] or coffee shops [1.32 (0.77, 2.26)] and FV intake was found. Moreover, no association between the place that women usually buy foods, like supermarkets, farmers markets, grocery store [1.01 (0.56, 1.81)], coffee shops [1.19 (0.57, 2.51)], bakeries [1.18 (0.67, 2.09)] or convenience stores [0.90 (0.31, 2.65)] and FV intake was observed.

TABLE 1. Socio-demographic characteristics of pregnant women according to fruit and vegetable (FV) intake. Ribeirão Preto, São Paulo state, Brazil, n= 282, 2012.

Characteristics	Median (P25, P75) of FV intake	< 178 g of FV intake n (%) = 139 (49.3)	≥ 178 g of FV intake n (%) = 143 (50.7)	p-value*
Marital status, n (%)				
Married/Cohabiting	177 (103, 260)	115 (82.7)	113 (79.0)	0.17
Single	169 (103, 289)	22 (15.8)	22 (15.4)	
Separated/Widowed	383 (185, 396)	2 (1.4)	8 (5.6)	
p-value †	0.04			
Educational level, n (%)				
0–3	169 (112, 289)	3 (2.2)	2 (1.4)	0.30
4–7	150 (88, 257)	25 (18)	17 (11.9)	
≥ 8	187 (110, 268)	111 (79.9)	124 (86.7)	
p-value †	0.28			
Self-reported skin color, n (%)				
Caucasian	183 (106, 264)	65 (48.5)	72 (50.7)	0.79
Multiracial	189 (99, 265)	37 (27.6)	43 (30.3)	
Afro-American	159 (95, 322)	22 (16.4)	18 (12.7)	
Other	169 (117, 309)	10 (7.5)	9 (6.3)	
p-value †	0.34			
Socioeconomic class, n (%)‡				
A and B	220 (120, 321)	22 (15.8)	34 (23.8)	0.11
C	178 (109, 257)	95 (68.3)	95 (66.4)	
D and E	138 (96, 297)	22 (15.8)	14 (9.8)	
p-value †	0.10			
BMI by gestational age n (%) §				
Underweight	192 (92, 289)	4 (2.9)	6 (4.2)	0.22
Adequate	197 (112, 310)	47 (33.8)	63 (44.1)	
Overweight	173 (99, 258)	46 (33.1)	43 (30.1)	
Obesity	169 (102, 235)	42 (30.2)	31 (21.7)	
p-value †	0.33			

* Chi-Square test for differences across categories. † Kruskal-Wallis for differences according to the characteristics. ‡ According to the Brazilian Criteria for Economic Classification (25). § According to Atalah criteria (26).

TABLE 2. The relation between food environment perception, and fruit, and vegetable intake among 282 pregnant women in Ribeirão Preto, São Paulo state, Brazil in 2012.

Questions	Bivariate model OR (95% CI)*	Adjusted model OR (95% CI) †
Distance between residence and supermarket		
Under 10 min	1.00	1.00
Over 10 min	0.93 (0.54; 1.61)	0.92 (0.53; 1.62)
Distance between residence and farmers market		
Under 10 min	1.00	1.00
Over 10 min	1.02 (0.64; 1.64)	0.92 (0.56; 1.49)
How far from your residencies the place where you buy fruits and vegetables?		
Near	1.00	1.00
Far	0.79 (0.49; 1.27)	1.17 (0.72; 1.89)
Do you consider the variety of fruits and vegetables at these places as:		
Good	1.00	1.00
Bad	0.67 (0.38; 1.17)	0.70 (0.39; 1.26)
And how about the quality of the fruits and vegetables at these places?		
Good	1.00	1.00
Bad	0.82 (0.46; 1.44)	0.92 (0.52; 1.64)
Do you have a market garden at home?		
No	1.00	1.00
Yes	1.74 (0.41; 7.43)	1.75 (0.39; 7.72)

*Bivariate logistic regression models. OR: odds ratio. CI: confidence intervals. †Logistic regression models adjusted for age, education, socioeconomic class, and BMI by gestational age.

TABLE 3. The relation between food practices, family support for a healthy diet and fruit and vegetable intake among 282 pregnant women in Ribeirão Preto, São Paulo state, Brazil in 2012.

Questions	Bivariate model OR (95% CI)*	Adjusted model OR (95% CI) †
Number of meals per day		
Up to 3	1.00	1.00
4 or more	1.82 (1.01; 3.28) ‡	1.95 (1.06; 3.56) ‡
What is the mode of transportation you use to go shopping?		
Car or motorcycle	1.00	1.00
Bus, bicycle or none	0.92 (0.72; 1.17)	0.94 (0.54; 1.65)
Do you usually buy food at supermarkets?		
No	1.00	1.00
Yes	0.61 (0.14; 2.60)	0.65 (0.15; 2.88)
Do you usually buy food at farmers markets?		
No	1.00	1.00
Yes	1.36 (0.85; 2.18)	1.24 (0.76; 2.01)
Do you buy fruits and vegetables to consume at home?		
No	1.00	1.00
Yes	0.89 (0.32; 2.54)	0.96 (0.33; 2.78)
How often do you usually buy fruits and vegetables?		
1 or more times a week	1.00	1.00
Less than one time a week	0.52 (0.28; 0.94) ‡	0.66 (0.38; 1.16)
Would you eat fruits and vegetables more often if they were less expensive?		
No	1.00	1.00
Yes	1.39 (0.86; 2.25)	1.45 (0.88; 2.40)
Do you consider you consume enough fruits and vegetables?		
No	1.00	1.00
Yes	3.38 (2.07; 5.51)‡	3.71 (2.23; 6.20) §
Do you usually get fruits and vegetables from relatives, friends, or neighbors?		
No	1.00	1.00
Yes	0.98 (0.75; 1.28)	0.96 (0.73; 1.27)
Family support for a healthy diet		
No	1.00	1.00
Yes	2.65 (1.54; 4.55) §	3.16 (1.78; 5.60) §

*Bivariate logistic regression models. OR: odds ratio. CI: confidence intervals. †Logistic regression models adjusted for age, education, socioeconomic class, and BMI by gestational age. ‡ $p < 0.05$, § $p < 0.001$.

DISCUSSION

The results of this study suggest that factors related to the self-perceived food environment were not associated with consumption of FV among the pregnant women studied. Nevertheless, women who reported having four or more meals per day, those who believed they consumed enough FV, and who reported to have family support for a healthy diet were more likely to consume greater amounts of FV after multiple adjustments.

Increasing evidence suggest that the prevention of chronic diseases in adult life should involve strategies throughout the life-cycle, starting in the antenatal period (13). Thus, investigations of the predictors of

a healthy lifestyle in pregnant women are of utmost relevance. To our knowledge, no previous studies have investigated the relationship between self-perceived food environment and consumption of FV in pregnant women. In the present study, our results might be partly explained by the fact that, food practices of women during pregnancy are usually permeated by beliefs about which food should be eaten, values, tastes, desires, proscriptions, and prescriptions, enabling them to overcome the barriers inherent to the food environment. A systematic review have examined the association between food environment and diet in adult population, and found a moderate evidence of the causal effect of the neighborhood food environments on dietary intake (9).

The perception about questions such as proximity to stores for FV in the neighborhood and quality and variety of these foods showed no direct association with higher FV intake among pregnant women in our study. Nevertheless, previous findings regarding the relationship between food environment and diet are inconsistent, regardless of the methodological approach (9). For instance, in a study conducted in New Zealand, the distance of the residences to the nearest supermarkets or convenience stores were not associated with FV intake (20). On the other hand, on a study conducted among Australian children, an inverse association between vegetable intake and the distance between the residence and fast food outlets and supermarkets was found (21). We found no association between the self-perceived quality and variety of FV at the food stores and higher consumption of these foods. A similar result was reported in a study conducted in Americans, in which no association between individual satisfaction regarding the variety, quality, and cost/accessibility of FV and higher consumption of these foods was found (22).

In the present study, our data showed a positive relationship between women who reported having four or more meals per day and a higher probability of consuming adequate amounts of FV. This result is consistent with findings of a study with Japanese-Brazilians that showed that those who reported to have more meals per day had a higher probability of reaching the recommended daily intake of FV of 400g (23). A possible explanation for this fact is that women who have more meals per day may opt to include fruits in those meals, thus increasing the daily intake of this food group. Additionally, the fact that our population differs from the Japanese-Brazilians suggests that the association between a more meals per day and eating adequate amounts of FV is not population-specific.

A study conducted among 5,130 adults in Austria found that the fact of individuals considering they consumed adequate amounts of FV prevented them from increasing their intake, even when it was lower than the recommended (24). In the present study, the results also showed a positive association between pregnant women who considered they consumed adequate amounts of FV and a higher intake of these foods. However, even though perception of adequate intake is directly associated with higher FV intake, actual intake in this study was much lower than recommended. The estimated mean FV intake among pregnant women in this study was 207 g, and only 10% of the women evaluated in this study reached the recommended intake of 400 g/day of FV.

A randomized clinical trial conducted among overweight adults in England, evaluated the impact of strategies to promote a healthy lifestyle and found that the social support was relevant for adopting a healthy diet (25). Our results showed that women who reported family support to have a healthy diet were more likely to consume greater amounts of FV, suggesting that the social support contribute to improve the quality of dietary intake.

The main limitation of this study is its cross-sectional design, in which causal inferences cannot be made, due to the nature of the study design. Therefore, randomized clinical trials are necessary to confirm such hypothesis. Moreover, the seasonal variation of FV intake was not evaluated, which could influence the results, and the questionnaire used to assess the self-perceived food environment and food practices was not previously validated. Nevertheless, the strengths is that this is the first one to investigate predictor factors related to self-perceived food environment, food practices and family support for a healthy diet and FV intake during pregnancy, and the first such study conducted in a developing country. Because most pregnant women are willing to improve their lifestyle during this phase of life to protect their baby, novel strategies aimed at improving the intake of FV are in great need. Knowing which factors, in a given population, are associated with an adequate intake of these foods is essential to design nutritional intervention programs.

CONCLUSIONS

Our data suggests that to achieve optimal FV intake among pregnant women strategies promoting four or more meals per day, and family support might be relevant.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the FAPESP (scholarship to DCCZ 2011/03558-7), and grant from FAEPA, and CNPq (472221/2010-8).

REFERENCES

1. World Health Organization. Joint WHO/FAO Expert Consultation on diet, nutrition and the prevention of chronic disease. WHO Technical Report Series. Nutrition for Health and Development. Geneva: WHO
2. Yin Z, et al. A population-based case–control study of risk factors for neural tube defects in Shenyang, China. Childs Nerv Syst 2010; 27:149-54.
3. Nwaru BI, et al. Maternal diet during pregnancy and allergic sensitization in the offspring by 5 yrs of age: a prospective cohort study. Pediatr Allergy Immunol 2010; 21(1 Pt 1): 29-37.
4. Olson CM, Strawderman MS. Modifiable behavioral factors in a biopsychosocial model predict inadequate and excessive gestational weight gain. J Am Diet Assoc 2003;103:48–54.
5. Kamphuis CBM, Giskes K, de Bruijn GJ, Wendel-Vos W, Brug J, van Lenthe FJ. Environmental determinants of fruit and vegetable consumption among adults: a systematic review. Br J Nutr 2006; 96: 620-35.
6. Casey AA, Elliott M, Glanz K. Impact of the food environment and physical activity environment on behaviors and weight status in rural U.S. communities. Prev Med 2008; 47:600-04.
7. Casagrande SS, Whitt- Glover MC, Lancaster KJ, Odoms-Young AM, Gary TF. Built environment and health behaviors among African Americans: a systematic review. Am J Prev Med 2009; 36 (2): 174-81
8. Laraia BA, Siega-Riz AM, Kaufman JS, Jones SJ. Proximity of supermarkets is positively associated with diet quality index for pregnancy. Prev Med 2004;39: 869-75.
9. Caspi CE, Sorensen G, Subramanian SV, Kawachi I. The local food environment and diet: A systematic review. Health Place 2012; 18 (5):1172-87.
10. Echeverria SE, Diez- Roux AV, Link BG. Reliability of self- reported neighborhood characteristics. J Urb Health 2004; 81(4): 682-01.
11. Flint E, Cummins S, Matthews S. Do perceptions of the neighborhood food environment predict fruit and vegetable intake in low income neighborhoods? Health Place 2013; 24: 11-15.
12. Canesqui AM, Garcia RWD. Antropologia e Nutrição: um diálogo possível. Rio de Janeiro: Fiocruz; 2005: 24-25.
13. Robinson S. Introduction to early life and later disease. In: British Nutrition Foundation (Org). Nutrition and Development: short and long-term consequences for health. United Kingdom: Wiley-Blackwell; 2013. p. 1-13.
14. Jaime PC, Monteiro CA. Fruit and vegetable intake by Brazilian adults, 2003. Cad Saude Publica 2005; 21 (Supl):19-24.
15. Zuccolotto DCC, Bertola MR, Isobe MT, Sartorelli DS. Reprodutibilidade de questões do ambiente alimentar e acerca do consumo de frutas e hortaliças entre gestantes. Rev Nutr 2013; 26(6): 727-35.
16. Barbieri P, Nishimura RY, Crivellenti LC, Sartorelli DS. Relative validation of a quantitative food frequency questionnaire for use in Brazilian pregnant women. Public Health Nutr 2013;16 (8): 1419-26.
17. Harttig U, Haubrock J, Knuppel S, H Boeing. The MSM program: web-based statistics package for estimating usual dietary intake using the Multiple Source Method. Eur J Clin Nutr 2011; 65 (Suppl 1): 87-91.
18. Atalah SE, Castillo CL, Castro RS. Propuesta de um nuevo estandar de evaluacion nutricional em embarazadas. Rev Med Chile 1997; 125: 1429-36.
19. Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP). Dados com base no Levantamento Sócio Econômico 2010 – IBOPE. 2012. Available in: <www.abep.org>.
20. Pearce J,Hiscock R,Blakely T, Witten K.The contextual effects of neighborhood access to supermarkets and convenience stores on individual fruit and vegetable consumption. J Epidemiol Community Health 2008; 62 (3):198-01.
21. Timperio A, Ball K, Roberts R, Campbell K, Andrianopoulos N, Crawford D. Children's fruit and vegetable intake: associations with the neighbourhood food environment. Prev Med 2008; 46: 331-35.
22. Zenk SN, Lachance LL, Shulz AJ, Mentz G, Kannan S, Ridella W. Neighborhood Retail Food Environment and Fruit and Vegetable Intake in a Multiethnic Urban Population. Am J Health Promot 2009; 23 (4): 255-64.
23. Palma RFM, Barbieri P, Damião R, Poletto J, Chaim R, Gimeno SG. Fatores associados ao consumo de frutas, verduras e legumes em nipo-brasileiros. Rev Bras Epidemiol 2009; 12: 436-45.

24. Schatzer M, Petra R, Elmadfa I. Fruit and vegetable intake in Austria adults: intake frequency, serving sizes, reason for and barriers to consumption, and potential for increasing consumption. Public Health Nutr 2009; 13 (4): 480-87.

25. Gillison F, Stathi A, Reddy Prasuna, Perry R, Taylor G, Bennett P et al. Process of behavior change and weight loss intervention program: a test of the process model for lifestyle behavior change. Int J of Behav Nutr Phys Act 2015; 12 (1):2.

Recibido: 13-04-2015
Aceptado: 03-07-2015

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN
Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Vol. 65 Nº 4, 2015

Laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y calcio

Humberto Emiro Barazarte Barazarte, Elba Sangronis, Ismar María Moreno Pérez, Carlos Alberto Garmendia Guedez, Yelitza José Mujica

Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Edo. Lara, Venezuela.

RESUMEN: La guayaba (*Psidium guajava L.*) es una fruta de gran aceptación que puede ser utilizada como vehículo de nutrientes y componentes bioactivos, cualidades atractivas para elaborar alimentos con beneficios a la salud. Por tal motivo, se desarrollaron laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio. Para elaborar los laminados se preparó un puré con pulpa de guayaba, sacarosa y fructosa en proporción 85:10:5, se adicionó inulina, lactato de calcio, solución de ácido cítrico (30%) y se deshidrató en un secador de bandejas a 60 ºC. Se desarrollaron cuatro formulaciones variando las proporciones de inulina y lactato de calcio. Se evaluó la aceptabilidad global de los laminados con una escala hedónica no estructurada de 10 cm (cero representó "me disgusta mucho", cinco "indiferente" y diez "me gusta mucho") y la aceptabilidad de los atributos sensoriales dulzor, acidez, color y dureza al morder con una escala JAR (*just-about-right)* de 3 puntos. Se evaluaron las características físicas, químicas y nutricionales de los laminados elaborados bajo la formulación seleccionada sensorialmente. La aceptabilidad varió entre 6,6 y 7,2, donde los laminados elaborados con 1,0 g de inulina y 1,0 g de lactato de calcio/100g de pulpa representaron la mejor opción. El producto presentó bajo dulzor, alta acidez y alta dureza al morder, sin embargo, ninguno de los atributos causó desagrado. Los laminados de guayaba aportan calcio y fibra dietaria a la ingesta diaria y representan una opción innovadora con potencial de alimento funcional, útil para diversificar y motivar el consumo de frutas y derivados.
Palabras clave: Frutas tropicales, laminado de fruta, guayaba, fibra dietaria, escala JAR, *just-about-right.*

SUMMARY. Guava (*Psidium guajava L.*) laminates enriched with inulin and calcium. Guava (*Psidium guajava L.*) is a fruit of great acceptance that can be used as vehicle of nutrients and bioactive components, attractive qualities for making products with health benefits. Therefore, guava laminates enriched with inulin and calcium were developed. To elaborate the laminates a puree was prepared with guava pulp, sucrose and fructose in proportion 85:10:5, inulin, calcium lactate and citric acid solution (30%) was added and it was subjected to drying in a tray dehydrator at 60 °C. Four formulations were developed varying the proportions of inulin and calcium lactate. The overall acceptability of laminates was evaluated wih a 10-cm unstructured hedonic scale (zero represented "I dislike much" five "indifferent" and ten "I like") and the acceptability of the sensory attributes sweetness, acidity, color and hardness to bite with a 3-point JAR *(just-about-right)* scale. Physical, chemical and nutritional characteristics of the laminates produced under the selected treatment were evaluated. Acceptability varied between 6.6 and 7.2, where laminates made with 1.0 g inulin and 1.0 g calcium lactate/ 100g pulp represented the best choice. The product presented low sweetness, high acidity and high hardness to bite, however, none of the attributes caused displeasure. Guava laminates provide calcium and dietary fiber daily intake and represent an innovative option with potential functional food, useful to diversify and encourage consumption of fruits and derivatives.
Key words: Tropical fruits, fruit laminated, guava, dietary fiber, JAR scale.

INTRODUCCIÓN

El término de alimentos funcionales incluye aquellos que además de aportar los nutrientes básicos mejoran las funciones fisiológicas del organismo humano, originando aumento del bienestar físico y mental del individuo y disminución del riesgo de enfermedad (1). Estos alimentos logran su objetivo gracias a la presencia de componentes bioactivos, entre los que se destacan la fibra dietaria, ácidos grasos poliinsaturados, bacterias ácido lácticas y compuestos fenólicos (2). El desarrollo de alimentos funcionales permite proveer nutrientes que son escasos en la dieta del consumidor, tales como el calcio, hierro, vitamina C y ácido fólico, entre otros (1).

En el caso particular de la fibra dietaria, su consumo se ha relacionado con la prevención del cáncer gastrointestinal, además se han comprobado sus efectos hipocolesterolémicos, hipoglucémicos y prebióticos (3). La inulina es un carbohidrato considerado fibra dietaria soluble, con propiedades en el organismo de aumento de la masa fecal, disminución de los niveles de lípidos y glucosa en la sangre, control del estreñimiento y aumento de la absorción del calcio (4). La inulina también se utiliza como sustituto de grasa para elaborar alimentos con calorías reducidas (5).

Por su parte, la deficiencia de calcio dietario se ha relacionado con osteoporosis, enfermedades cardiovasculares, diabetes, obesidad y cáncer de colon (6). La osteoporosis se considera un problema de salud pública con consecuencias de invalidez en ancianos (7). El consumo de alimentos ricos en calcio constituye la mejor alternativa para combatir su deficiencia, garantizar una masa ósea adecuada y evitar la formación defectuosa de huesos, sin embargo, actualmente no existe criterio único sobre requerimientos para este mineral debido a numerosos factores que intervienen en su biodisponibilidad y a la variable interrelación con otros nutrientes que potencian su absorción, retención y aprovechamiento (6, 7).

La guayaba (*Psidium guajava L.*) es una fruta aromática rica en fibra dietaria, vitaminas y antioxidantes, que se ha propuesto para prevenir el estrés oxidativo, hiperlipidemias y reducir la presión arterial (8), representando una materia prima atractiva para la elaboración de alimentos funcionales (5) en los cuales se aprovechan los compuestos bioactivos de la fruta fresca. El potencial industrial de la guayaba se refleja en una amplia variedad de productos procesados: mermeladas, jaleas, jugos, concentrados, jarabes y productos enlatados y deshidratados, entre otros (8).

La guayaba ha sido utilizada para la elaboración de laminados de frutas con cualidades sensoriales agradables. Este producto se obtiene mediante el secado en bandejas de la pulpa de fruta hasta lograr una lámina delgada con humedad aproximada de 15% (9). Los laminados representan una alternativa de conservación de la guayaba para disminuir las pérdidas postcosecha causadas por su alta perecibilidad, además son una opción para diversificar su consumo y aprovechar los beneficios de la fruta. Existen pocos trabajos científicos sobre la calidad nutricional y sensorial de los laminados de frutas, por lo que se crea la necesidad de desarrollar estudios relacionados con estos tópicos que involucren su utilidad como vehículos de enriquecimiento.

El presente trabajo tiene como objetivo el desarrollo de laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio, a fin de obtener un producto aceptado por consumidores y con potencialidad de alimento funcional.

MATERIALES Y MÉTODOS

Frutos de guayaba (*Psidium guajava L.*) tipo criolla fueron adquiridos en un mercado local de la ciudad de Caracas, Venezuela y se seleccionaron en base al estado de madurez fisiológica, tamaño y apariencia regular y mínimos daños mecánicos y fúngicos. Los frutos se lavaron con agua para eliminar suciedad e impurezas y se trataron con una solución de hipoclorito de sodio (200 ppm). Se les eliminó el epicarpio, se cortaron en trozos, se desecharon las partes dañadas y se introdujeron en una despulpadora Sterling modelo Speed Trol (Power Systems, INC, Rennie St. Hamilton, Canadá) con tamiz de 0,020 pulgadas para eliminar las semillas. La pulpa se calentó en una marmita Groen modelo TDC/2-20 (ELK Grove Village, Illinois) hasta 85 ºC por 1 min, se enfrió a temperatura ambiente, se empacó en bolsas de polietileno (1,0 kg de pulpa por bolsa) y se almacenó a temperatura de -20 ºC.

Formulación de laminados

Se desarrollaron 4 formulaciones variando las proporciones de inulina (RAFTILOSE®, Cencozzotti, S.A. Caracas, Venezuela) y lactato de calcio (pentahidratado, Laboratorios Calier de Venezuela, Aragua, Venezuela), tal como se presenta en la Tabla 1. Se cumplió el requisito exigido por COVENIN 2952-1-97 (10) en alimentos enriquecidos, un mínimo de 5% de los requerimientos de ingesta diaria (RID) para la población venezolana; en el caso del calcio (RID = 1000 mg/día) corresponde un valor de 50 mg/ración (6).

Para elaborar los laminados, en una batidora de uso doméstico se mezcló pulpa de guayaba, sacarosa (Montalban, Central El Palmar, S.A., Venezuela) y fructosa (Now. Now Food, Bioomigdale, I.L., USA)

TABLA 1: Formulaciones aplicadas para evaluar el efecto de los niveles de inulina y lactato de calcio sobre la aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*)

Formulación	Inulina (g/100g pulpa)	Lactato de calcio (g/100g pulpa)
1	0,5	0,8
2	0,5	1,0
3	1,0	0,8
4	1,0	1,0

en una proporción pulpa:sacarosa:fructosa de 85:10:5 y solución de ácido cítrico al 30% (5,0 mL/500g de mezcla). La mezcla se calentó en baño termostático (Jouan, Virginia, USA) a 75 ºC por 1 min, se enfrió a temperatura ambiente y se sometió a deshidratación a 60 ºC a un espesor de 6 mm, utilizando bandejas de aluminio con recubrimiento de teflón y un secador de bandejas de convección forzada NATIONAL, Modelo TYZ-448644 (The National Drying Machinery, Pennsylvania, USA) hasta obtener una humedad de 13,0% aproximadamente. Los laminados se colocaron en papel celofán, se empacaron en bolsas de polietileno y se almacenaron a temperatura de -20 ºC.

Cinética de secado de los laminados enriquecidos

Se estudió la pérdida de humedad en el tiempo de los laminados de guayaba durante la deshidratación en el secador de bandejas. La muestra fue colocada en bandeja de aluminio con recubrimiento de teflón a un espesor de 6 mm y se sometió al proceso de deshidratación a temperatura de 60 °C. La bandeja con la muestra fue retirada del secador a diferentes tiempos de trabajo y se tomó el peso con el uso de una balanza digital OHAUS modelo Adventurer Pro (OHAUS Corp., USA) con capacidad de 3100 g. El tiempo de pesaje duró 8 seg. El estudio de la cinética de secado se realizó por duplicado. El contenido de humedad del producto fue determinado según las ecuaciones:

$$W_t = \frac{(m_t - m_s)}{m_t} 100 \qquad (1)$$

$$m_s = m_o - m_o(W_o/100) \qquad (2)$$

Donde:

Wt = Contenido de humedad del producto a un tiempo t.

mt = Peso del producto a un tiempo t.

ms = Peso seco del producto.

mo = Peso inicial del producto.

Wo = Humedad inicial del producto.

Aceptabilidad

La evaluación sensorial se realizó ante 100 consumidores potenciales con edades entre 18 y 60 años, 36% masculinos y 64% femeninos y seleccionados del ambiente universitario según su interés de participar en el estudio. A cada consumidor se le pidió que opinara sobre la aceptabilidad global de los laminados elaborados bajo las cuatro formulaciones desarrolladas usando una escala hedónica no estructurada de 10 cm, donde cero (0) representó "me disgusta mucho", cinco (5) "indiferente" y diez (10) "me gusta mucho". Luego evaluó la aceptabilidad de los atributos dulzor, acidez, color y dureza al morder con una escala JAR (siglas en inglés de just-about-right) de 3 puntos. Las muestras fueron presentadas en trozos de 2 x 2 cm, bajo series monádicas y un orden completamente aleatorizado.

Caracterización de los laminados

A los laminados elaborados bajo la formulación seleccionada se les aplicó la metodología propuesta por la AOAC (11) para determinar pH (método 945.27), acidez titulable (método 942.15), actividad de agua (aw) (método 978.18), humedad (método 920.151), proteínas (método 920.152), grasas (método 920.39), cenizas (método 940.26), carbohidratos por diferencia y ácido ascórbico (método 967.21). El contenido de proteína se estimó considerando un factor de conversión de 6,25, mientras que la acidez titulable se expresó como ácido cítrico. También se midió el espesor de los laminados usando un vernier de 120 ± 0,05 mm (Mitutoyo, Brasil).

Debido a que la presencia de inulina afecta la determinación experimental, la fibra dietaria de los laminados se calculó por balance de materia en base al contenido de la pulpa de guayaba determinado según AOAC (11), método 985.29 y el adicionado durante el proceso de elaboración. Adicionalmente, se cuantificó hierro y calcio por espectroscopía de emisión atómica con plasma acoplado inducido utilizando el equipo Spectroflame XL ICP (GBC, Australia), previa

acidificación y dilución de las cenizas según AOAC (11), método 968.08.

A los laminados se les determinó la dureza utilizando un texturómetro TA – XT2i (Stable Micro Systems, Haslemere, Surrey, UK), para ello se cortaron muestras de laminados de 2 x 2 cm. Las condiciones preestablecidas del texturómetro fueron: modo de medida fuerza de compresión, opción retorno al inicio, velocidad de preensayo 2,0 mm/seg y velocidad de post–ensayo 10,0 mm/s. Se registró la fuerza de compresión necesaria para que la aguja recorriera una distancia de 1,0 mm del producto a una velocidad de 1,0 mm/s, lo cual representó la dureza del laminado.

Para el análisis de color se utilizó un colorímetro ColorFlex 45/0 (HunterLab, Reston, VA., U.S.A.) con la escala de color CIELAB (sigla en inglés de "Comisión Internationale de l'Eclairage de Francia") L*, a* y b*. A partir de los valores a* y b* se calcularon el tono ("hue") (h^o = arc tan [b*/a*]) y la cromaticidad [cr = (a2 +b2) ½].

Contenido de polifenoles

A 1,0 g de muestra se le agregaron 40 mL de solución de HCl 2N (Merck, Darmstadt, Alemania) al 0,8% en metanol (Merck, Alemania)/agua (50:50 v/v), se agitó durante 1h y se centrifugó a 2500g por 10 min. Se separó el sobrenadante y se repitió la extracción con 40 mL de acetona (Merck, Alemania)/ agua (70:30 v/v). Los sobrenadantes se combinaron y se llevaron a 100 mL con las soluciones extractoras (50:50 v/v) (12).

En un tubo de ensayo se colocaron 100 µL del extracto y 5 mL de reactivo Folin Ciocalteu al 10,0% (Merck, Darmstadt, Alemania), se agitó y se dejó reposar por 8 min, se agregó 3,5 mL de solución de carbonato de sodio (Riedel de Haen, Alemania) a 57,5 g/500 mL, se agitó y se incubó en baño termostático (Jouan, Virginia, USA) a 40ºC por 1 h. Se enfrió a temperatura ambiente y se determinó la absorbancia en un espectrofotómetro Spectronic 21D (Milton Roy, USA) a 765 nm. Los polifenoles totales se determinaron con una curva patrón de ácido gálico (Sigma-Aldrich, Steinheim, Alemania) con concentración de 0,05 a 0,30 mg /mL (13).

Actividad antioxidante

Se utilizó el método del 1,1-difenil-2-picril hidrazilo hidratado (DPPH) (14). Se mezcló 0,1 mL del extracto de polifenoles:metanol diluido en metanol (1:0, 1:2, 1:4 y 1:6) con 3,9 mL de DPPH (Sigma, Alemania) a 0,025 g/L preparado en metanol y se determinó la absorbancia cada 5 min en un espectrofotómetro Spectronic 21D (Milton Roy, USA) a 515 nm hasta que se alcanzó el equilibrio. La concentración de DPPH (g/L) en el medio de reacción fue calculada por la ecuación:

$$\text{Absorbancia} = 2935{,}68\,[\text{DPPH}] - 2{,}18 \times 10^{-3} \quad (3)$$

El remanente de DPPH fue estimado por la ecuación:

$$\text{DPPH}_{\text{Remanente}}\ (\%) = [\text{DPPH}]T/[\text{DPPH}]T{=}0 \quad (4)$$

Donde:

$\text{DPPH}_{\text{Remanente}}$ = Remanente de DPPH en %.

[DPPH]T=Concentración de DPPH en g/L a un tiempo determinado.

[DPPH]T=0=Concentración inicial de DPPH en g/L

Los resultados se expresaron como la cantidad de muestra necesaria para disminuir en 50% la concentración inicial de DPPH (CE50), el tiempo necesario para alcanzar el estado de equilibrio a la concentración correspondiente a CE50 (TCE50) y la eficiencia antirradical (EA) que se estimó con la ecuación:

$$EA = 1/EC50\ TCE50 \quad (5)$$

Análisis estadístico

En la caracterización de los laminados se aplicó estadística descriptiva, mientras que la proporción adecuada de inulina y lactato de calcio en los laminados se seleccionó empleando ANOVA de bloques aleatorizados. Se usó el paquete estadístico STATGRAPHICS Plus Versión 5.1. El efecto de los atributos sensoriales evaluados sobre el promedio de aceptabilidad se determinó mediante un análisis de penalidades, usando el programa estadístico XLSTAT 2014.

RESULTADOS

En la Figura 1 se presenta la curva de velocidad de secado de los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio en función del contenido de humedad, realizada a temperatura de 60 ºC y flujo de aire constante. El proceso de secado ocurre en dos etapas a velocidad decreciente bajo un comportamiento lineal. Las ecuaciones obtenidas presentaron coeficiente de determinación (R2) de 0,9894 y 0,9982, para la primera y segunda etapa, respectivamente, confirmando el efecto de la humedad del laminado sobre su tasa de

secado. De la ecuación 2 se estimó una humedad de equilibrio de 0,029 g agua/g sólido seco. La curva del contenido de humedad en función del tiempo de secado de los laminados se presenta en la Figura 2. Se observó un comportamiento exponencial, con disminución del contenido de humedad a medida que aumenta el tiempo de secado; el R2 fue de 0,9895.

En la Tabla 2 se muestran los promedios de aceptabilidad global dado por los consumidores potenciales a los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio. Se observan valores entre 6,6 y 7,2, lo que indica que el producto fue agradable a los consumidores, ya que en todos los casos se superó el valor de 5, que separa la zona de aceptación y rechazo. No se obtuvo diferencia estadística significativa entre la aceptabilidad promedio de los laminados elaborados bajo las 4 formulaciones (p = 0,08), lo que indica que los niveles de calcio e inulina utilizados no generaron diferencias en el nivel de agrado del producto.

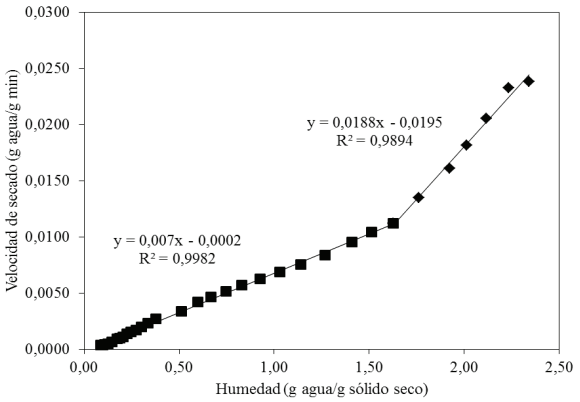


FIGURA 1: Velocidad de secado de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*)

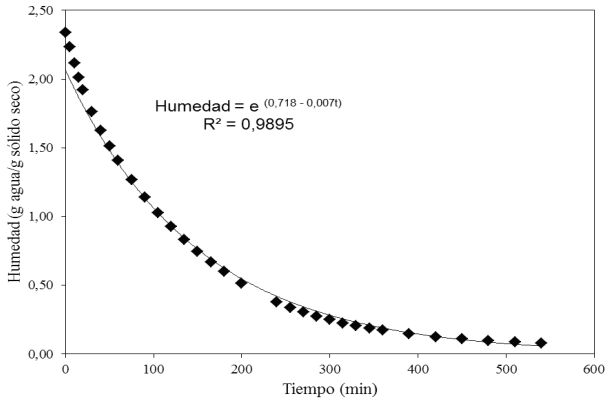


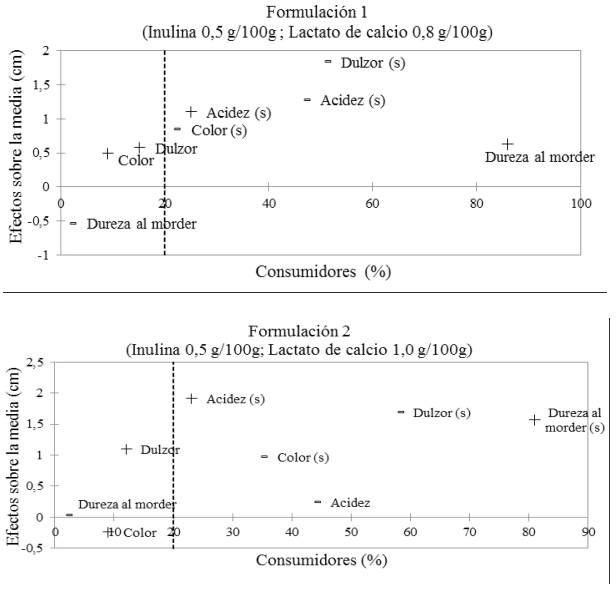
FIGURA 2: Humedad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) vs tiempo de secado.

TABLA 2: Aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y lactato de calcio bajo 4 formulaciones diferentes.

	Formulación			
	1	2	3	4
Aceptabilidad*	7,2ª	6,6ª	6,9ª	7,2ª

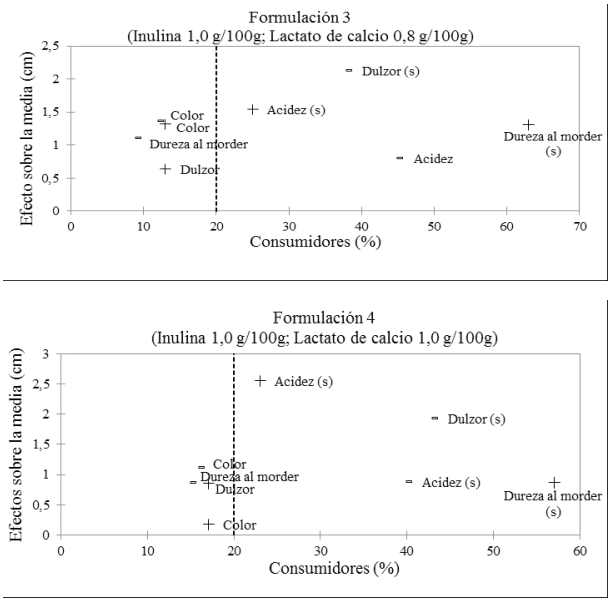
Resultados expresados como el promedio de aceptabilidad de 100 réplicas. Letras iguales indican no diferencia estadística significativa a un α de 0,05.

El análisis de penalidades representa una relación entre el efecto sobre la media de aceptabilidad de los niveles fuera del óptimo de cada descriptor de la escala JAR y el número de consumidores que seleccionan el nivel. Además de describir el producto, el análisis de penalidades permite estudiar si el nivel fuera del óptimo afecta significativamente el promedio de aceptabilidad, lo que representa la "penalidad". En las Figuras 3 y 4 se presenta el efecto de los atributos dulzor, acidez, color y dureza al morder sobre la aceptabilidad de los laminados, medido con una



+: Demasiado; - : Demasiado poco; s: Efecto significativo sobre la aceptabilidad.

FIGURA 3: Efecto de los atributos sensoriales sobre la aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*), medido con escala JAR (*just-about-right*) y evaluado con un análisis de penalidades. Formulaciones 1 y 2.



+: Demasiado; - : Demasiado poco; s: Efecto significativo sobre la aceptabilidad.

FIGURA 4: Efecto de los atributos sensoriales sobre la aceptabilidad de los laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*), medido con escala JAR (*just-about-right)* y evaluado con un análisis de penalidades. Formulaciones 3 y 4.

escala JAR y evaluado con un análisis de penalidades. En todas las formulaciones, el producto fue descrito (≥ 20 consumidores) con bajo dulzor, alta acidez y alta dureza al morder. En el producto elaborado con las formulaciones 1 y 4 se detectó un efecto significativo de baja acidez. El color fue el atributo con menos incidencia en la aceptabilidad de los laminados de guayaba, con efecto significativo sólo en las formulaciones 1 y 2 y la calificación de "muy claro", lo que refleja que los consumidores esperan una similitud entre el color de la fruta fresca y el laminado.

Las Tablas 3 y 4 contienen las características evaluadas, análisis químico y capacidad antioxidante de los laminados de guayaba elaborados con la formulación 4 (formulación seleccionada por su mayor aporte en inulina y lactato de calcio). Se observa un alto contenido de carbohidratos totales y se explica por la adición de azúcar (sacarosa y fructosa) y fibra dietaria. También se muestra alto contenido de cenizas, fibra dietaria y calcio causado por el enriquecimiento con lactato de calcio y fibra soluble (inulina). La humedad del producto (13,87 g/100g) se

TABLA 3: Características de los laminados de guayaba *(Psidium guajava L.)* enriquecidos con de inulina y calcio.

Característica	Valor
aw	0,56 ± 0,01
pH	4,09 ± 0,04
Acidez titulable (g ácido cítrico/100g)	2,21 ± 0,08
Espesor (mm)	1,85 ± 0,17
Dureza (Kg F)	21,34 ± 2,27
Color	
L*	46,09 ± 0,24
a*	26,61 ± 0,23
b*	27,20 ± 0,36
Tono	45,95 ± 0,48
Croma	38,77 ± 0,22

Resultados expresados como la media y desviación estándar de 6 réplicas

TABLA 4: Análisis químico y capacidad antioxidante de los laminados de guayaba *(Psidium guajava L.)* enriquecidos con inulina y calcio. (g/100 g)

Característica	Contenido
Proteínas	1,44 ± 0,08
Grasa	0,52 ± 0,08
Cenizas	2,44 ± 0,23
Humedad	13,87 ± 0,31
Carbohidratos totales	81,73
Carbohidratos digeribles	68,97
Fibra dietaria*	
Total	12,76
Soluble	5,43
Insoluble	7,33
Calcio (mg/100g)	415,76 ± 13,81
Hierro (mg/100g)	0,66 ± 0,08
Polifenoles	
(g de ácido gálico/100g)	0,452 ± 0,06
Ácido ascórbico (mg/100g)	10,97 ± 1,02
Capacidad antioxidante	
EC50 (g ms Kg-1 DPPH)	2600,61 ± 168,3
TEC50 (min)	353,30 ± 25,00
EA (Kg DPPH/g ms x min)	1,10E-06 ± 1,28E-07

Resultados expresados como la media y desviación estándar de 6 réplicas. Carbohidratos totales: 100 – (proteína + grasa + ceniza + humedad); carbohidratos digeribles: carbohidratos totales – fibra dietaria. *Promedio de dos réplicas. DPPH: 1,1-difenil-2-picril hidrazilo hidratado. EC50: concentración de muestra que disminuye en 50% la concentración inicial de DPPH; TEC50: tiempo necesario para alcanzar el equilibrio a la concentración de CE50; EA: eficiencia antirradical

ubicó cerca del valor teórico esperado (13,0 g/100g). En relación a la capacidad antioxidante, los laminados de guayaba presentaron una EA baja (≤ 1 x 10-3) y una cinética lenta (TEC50 > 30 min) de acuerdo a la clasificación de estándares propuesta por Sánchez-Moreno y col. (14).

DISCUSIÓN

Cinética de secado de los laminados de guayaba

La pérdida de humedad durante el secado de los laminados de guayaba presentó un comportamiento típico de los productos agrícolas, caracterizado por dos zonas de secado a velocidad decreciente. Procesos de secado sin períodos de velocidad constante se observaron en la deshidratación de láminas de manzana (17). La ecuación de la curva contenido de humedad vs. tiempo de secado representa una herramienta útil para obtener el producto a la humedad deseada. De la ecuación se deduce un tiempo de secado de 6,2 horas para alcanzar una humedad promedio de 13,0% (15,1 g/100g sólido seco), que es el valor esperado en los laminados.

Evaluación sensorial de los laminados de guayaba

Los resultados de la prueba de aceptabilidad global demuestran la viabilidad de ofrecer laminados de guayaba enriquecidos, que además de ser un producto natural y contener fibra y calcio, presentan cualidades sensoriales agradables. En laminados de guayaba se ha reportado una aceptabilidad de 6,4 con escala hedónica estructurada de 9 puntos y 10 panelistas (15).

La aceptabilidad global comprende la combinación de diferentes atributos sensoriales, como el dulzor, la acidez, el color y la dureza al morder en el caso de los laminados. La aceptabilidad global promedio del producto elaborado bajo las 4 formulaciones se mantuvo por encima de la mitad de la escala (5), lo que indica que ninguno de los atributos evaluados originó desagrado del producto, sin embargo, el nivel de agrado podría aumentarse si se mejora el dulzor y la acidez. La calificación de alta dureza al morder procede de una característica propia de los laminados, que el consumidor desconoce por ser un producto poco común para el público venezolano. En laminados de pera se observó un efecto negativo de la dureza sobre el nivel de agrado y un incremento de la aceptabilidad del producto con el aumento del dulzor (16). En base a los resultados, el producto elaborado con la formulación 4 (1,0 g de inulina y 1,0 g de lactato de calcio/100g de pulpa) representa la mejor opción para elaborar los laminados, ya que ofrece el mayor nivel de enriquecimiento.

Características de los laminados de guayaba

Los valores de pH y acidez difieren a los reportados en la literatura, Ahmad y col. (18) elaboraron laminados de tomate y lechosa con pH de 4,30 a 4,60 y acidez de 0,77 a 0,86 g/100g; Jain y Nema (19) indican acidez de 1,49 a 1,85 g/100g en laminados de guayaba. La divergencia se atribuye a las particularidades de cada ensayo, donde la acidez debe adecuarse a las exigencias de los consumidores y a las características de la fruta, mientras que el pH debe garantizar la formación del gel azúcar-ácido-pectina. El valor de aw es similar al 0,57 reportado en láminas de guayaba (9). El espesor establecido (1,85 ± 0,17 mm) y la dureza (21,34 ± 2,27 Kg F) confieren las características de láminas al producto y garantizan su flexibilidad. Los laminados de guayaba (Tabla 4) presentaron valores a* y b* positivos (a*:26,61; b*:27,20) indicando coloración roja y amarilla producto de la presencia de licopeno y betacaroteno en la fruta; altas concentraciones de betacaroteno y licopeno en guayaba han sido reportadas (20). El color rojo puede promocionar el consumo de los laminados porque los relaciona con la fruta fresca y a su vez genera la idea de un producto natural con las cualidades nutricionales y organolépticas de la guayaba. El valor L* (46,09) refleja oscurecimiento del producto, debido principalmente a reacciones de Maillard (16).

En láminas de guayaba se ha reportado humedad de 16,40 g/100g, proteína de 2,67 g/100g, grasa 1,37 g/100g, carbohidratos 74,50 g/100g, cenizas de 2,87 g/100g (15) y ácido ascórbico de 237 mg/100g (15) y de 113,83 a 167,44 mg/100g (19), la divergencia con los resultados actuales puede proceder del enriquecimiento desarrollado, tratamiento térmico aplicado, proceso de secado, variedad de fruta utilizada, entre otros.

En base a una dieta diaria de 2300 Kcal (7) y un tamaño de ración de 17 g (según presentaciones comerciales de productos similares), los laminados de guayaba aportan un aproximado de 6 y 10% de calcio y fibra dietaria, respectivamente, que los convierte en una innovación en el país y una alternativa con potencial para proveer estos nutrientes. El contenido de fibra en los laminados permite el calificativo en el empaque de "Buena fuente de fibra" (10), ya que el aporte a las recomendaciones diarias se encuentra entre 10 y 19%.

Los laminados de guayaba presentaron propiedades antioxidantes menores a los reportados en guayaba (8), EC50: 370 g ms/Kg DPPH, TEC50: 30,75 min AE: 9,0E-05 Kg DPPH/g ms*min, atribuible al tratamiento térmico aplicado durante el proceso de elaboración y a la dilución ocasionada por la presencia de ingredientes diferentes a la pulpa en la formulación del producto, sin embargo, el producto desarrollado posee propiedades antioxidantes en niveles que podrían ser beneficiosos a la salud.

CONCLUSIÓN

Los laminados de guayaba enriquecidos con inulina y calcio son una innovación de alimentos que aportan energía a través de carbohidratos y contribuyen a cubrir las necesidades de ingesta diaria de calcio de la población. El producto representa un alimento potencialmente funcional con alto nivel de aceptabilidad y se considera una opción para diversificar y aumentar el consumo de frutas y derivados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Decanato de Postgrado de la Universidad Simón Bolívar y al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad Lisandro Alvarado por el financiamiento concedido.

REFERENCIAS

1. Siró I, Kapolna E, Kapolna B, Lugasi. A. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance-A review. Appetite 2008; 51(3):456-467.
2. Quintero VD, Giraldo GA, Cortes M. Desarrollo de pulpa de mango común tratada enzimáticamente y adicionada con calcio, oligofructosa y vitamina C. Temas Agrarios. 2011; 16 (1): 52 - 63.
3. Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. Food Chem. 2011; 124: 411–421.
4. Madrigal L, Sangronis E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. Arch Latinoamer Nutr. 2007; 57 (4): 387-396.
5. Ramírez AO, Ruiz JA. Elaboración de yogurt firme bajo en calorías con inulina y harina de guayaba (*Psidium guajava L.*) como saborizante. Rev Fac Agron (LUZ). 2014; 31: 233-252.
6. Macías-Tomei C, Palacios C, Mariño M, Carías D, Noguera D, Chávez J. Valores de referencia de calcio, vitamin D, fósforo, magnesio y flúor para la población venezolana. Arch Latinoamer Nutr. 2013; 63 (4): 362-378.
7. INN. Instituto Nacional de Nutrición. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Venezuela: Serie Cuadernos Azules. 2000.
8. Jiménez-Escrig A, Rincón M, Pulido R, Saura-Calixto F. Guava fruit (*Psidium guajava L.*) as a new source of antioxidant dietary fiber. J Agric Food Chem. 2001; 49: 5489-5493.
9. Vijayanand P, Yadav AR, Balasubramanyam N, Narasimham P. Storage stability of guava fruit bar prepared using a new process. Lebensm Wiss Technol. 2000; 33: 132-137.
10. COVENIN. 2952-1-97. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Directrices para la declaración de propiedades nutricionales y de salud en el rotulado de los alimentos envasados. FONDONORMA. Venezuela.
11. AOAC. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
12. Sánchez-Alonso I, Jiménez-Escrig A, Saura-Calixto F, Borderías AJ. Effect of grape antioxidant dietary fibre on the prevention of lipid oxidation in miced fish: evaluation by different methodologies. Food Chem. 2007; 101:372-378.
13. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosohotungstic acid reagents. Am J Enol Vitic. 1965; 16: 144 – 158.
14. Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the anti-radical efficiency of polyphenols. J Sci Food Agric. 1998; 78: 270 - 276.
15. Ashaye OA, Babalola SO, Babalola AO, Aina JO, Fasoyiro SB. Chemical and organoleptic characterization of pawpaw and guava leathers. World J Agric Sci. 2005; 1(1): 50-51.
16. Huang X, Hsieh F-H. Physical properties, sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. J Food Sci. 2005; 70 (3): E177-E186.
17. Leiva E, Giannuzzi L, Giner S. Apple pectic gel produced by dehydration. Food Bioprocess Technol. 2007. Disponible en: http://www.springerlink.com/

content/60175530329qh664/fulltext.pdf. Acceso: 20 may 2012.

18. Ahmad S, Vashney AK, Srivasta PK. Quality attributes of fruit bar made from papaya and tomato by incorporating hydrocolloids. Int J Food Prop. 2005; 8: 89–99.
19. Jain PK, Nema PK. Processing of pulp of various cultivars of guava (*Psidium guajava L.*) for leather production. Agric Eng Intl: the CIGRE J. 2007; 9: 1-9.
20. González IA. Caracterización química del color de diferentes variedades de guayaba (*Psidium guajava L.*) colombiana. Tesis presentada para optar al título de Magister en Ciencias – Química. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 2010.

Recibido: 11-07-2015
Aceptado: 02-10-2015

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN
Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Vol. 65 N° 4, 2015

Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*)

Sonia Rosario Calliope, Manuel Oscar Lobo, Norma Cristina Sammán

Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue revalorizar el cultivo de la quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*) y promover su difusión entre los productores de la zona andina del noroeste argentino. Se utilizó un método sencillo para la obtención de hojuelas cocidas de quínoa variedad Real Rosada, aplicable a las condiciones climáticas de la región. El proceso incluye desaponificación del grano utilizando el escarificado y lavado en forma combinada. Se logró disminuir el contenido de saponinas hasta 0,1%, nivel aceptable para consumo humano.

Se adaptó un método para cuantificar las saponinas, el cual aportó una alternativa para su extracción y purificación para otros usos. Se determinó la cinética de secado del grano cocido para ajustar la humedad para el laminado. El coeficiente efectivo de difusión determinado para el secado del grano fue 4,49x10-05 m^2/s. Las hojuelas obtenidas se secaron hasta humedad de equilibrio. El producto final presentó la siguiente composición: proteínas 11,7%, lípidos 2,1%, hidratos de carbono totales 71,7%, cenizas 2,5% y agua 12,0%. Las hojuelas presentaron características nutricionales de Digestibilidad 89,89% y Valor Biológico 85,07%. Debido a todas las características mencionadas este producto es apto para consumo directo o para incluirlo en alimentos formulados y representa un aporte al agregado de valor de la cadena productiva de cultivos andinos.

Palabras clave: Quínoa, hojuelas cocidas, proceso de elaboración.

SUMMARY. Process of elaboration of cooked quinoa flakes. The purpose of this work was to revalue the quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) cultivation and promote their diffusion among producers in the Andean region of northwestern Argentina. Quinoa Real Rosada grains, variety reintroduced in the region was used. It was used a simple process to obtain cooked quinoa flakes, applicable to the climatic conditions of the region. The process includes grain desaponification using the scarifying and washing combined. It was possible to reduce the content of saponins to 0.1%, acceptable level for human consumption. A method for quantifying the saponins was adapted, which provided an alternative for its extraction and purification for other uses. The kinetics of drying of cooked grain was determined in order to adjust moisture to the laminate. The effective diffusion coefficient determined for grain drying was 4,49x10-05 m^2/s. Obtained flakes was dried to equilibrium moisture. The final product had protein content 11.7%, fat 2.1%, total carbohydrates 71.7%, ash 2.5% and 12.0% water. The flakes showed Digestibility 89.89% and Biological value 85.07% Because of all the characteristics mentioned this product is suitable for direct consumption or for inclusion in formulated foods and represents a contribution to add value to the productive chain of Andean crops.

Key words: Quinoa, cooked flakes, elaboration process.

INTRODUCCIÓN

La quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*) es un producto originario de los Andes y su consumo es ancestral en las poblaciones campesinas. Fue cultivada desde tiempos preincaicos, su cultivo y desarrollo era comparable al del maíz antes de la llegada de los españoles. Con la introducción del trigo, fue desplazada hacia tierras más altas y disminuyó su producción en toda la región andina (1). En el noroeste argentino éste y otros cultivos ancestrales, prácticamente se perdieron o fueron sustituidos por otros alimentos, agravando una situación alimentario-nutricional de por si precaria (2). En esta región las oportunidades laborales son escasas. Factores como la sequía y la rigurosidad

climática no permiten que las actividades productivas tengan continuidad. La explotación agro ganadera se practica en muy pequeña escala, lo que implica una forma de subsistencia precaria y empobrecida que en muchos casos llega a la indigencia (3). Dentro de las actividades agropecuarias, están los cultivos andinos, hortalizas, cría de ovinos, caprinos y llamas. Por iniciativa de cooperativas de productores, conjuntamente con Gobiernos Provinciales, algunas comunidades han comenzado a recuperar y readaptar variedades de quínoa en superficies reducidas, como una alternativa para el autoconsumo, con la posibilidad de mejorar así los niveles nutricionales e incursionar en nuevos mercados con la producción de excedentes. Todo esto a su vez contribuye a elevar la autoestima de los agricultores mejorando los niveles de ingreso familiar (4). Las distintas variedades de quínoa contienen cantidades variables de saponinas, las cuales son tóxicas para animales de sangre fría. Hay cierta controversia en lo que se refiere al ser humano; algunos autores opinan que no son absorbidas en intestino (5). Otros informan síntomas por su ingestión como dolor estomacal, nauseas, ligera diarrea y problemas en la digestión (6). Las saponinas tienen diversos usos, en algunos países se emplean como aditivos alimentarios. Por su característica espumante se emplean en la fabricación de cerveza, en la preparación de compuestos para extinguidores de incendios, en la industria fotográfica, cosmética y en la industria farmacéutica para la elaboración sintética de hormonas (7). Sin embargo, en otros países su empleo está prohibido. Estudios destinados a resaltar las características nutricionales de la quínoa y a utilizarla como materia prima para el desarrollo de productos, ayudan a revalorizarla y demuestran que existe una alternativa valiosa para su explotación. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa para ser utilizadas para consumo directo o incluirlas en otros alimentos industrializados y en preparaciones caseras. Incluye la eliminación de saponinas y lograr que el proceso no afecte el valor nutricional original de la quínoa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con Quínoa Real Rosada natural y escarificada, procedente de la Cooperativa de Productores de Quínoa de la localidad de Cusi Cusi, ubicada a 3800 m.s.n.m, departamento de Santa Catalina, Provincia de Jujuy - Argentina.

Desaponificado

Los granos de quinua natural fueron desaponificados utilizando dos métodos diferentes. 1) Tradicional, lavado a mano sumergiéndolos en agua destilada con agitación. 2) Escarificado previo realizado con una maquina escarificadora con capacidad de hasta 30 Kg y lavado a mano. El escarificado permitió obtener saponinas de la quínoa como un subproducto con posibles aplicaciones industriales.

Cuantificación de la saponina

Se adaptó un método para la cuantificación de saponinas basado en su extracción del grano y posterior separación con solventes y secado (8). También se ajustó el test de la espuma como método rápido para evaluar contenido de saponina, similar al propuesto por Latinreco (9). Se construyó una curva de correlación entre las saponinas extraídas del grano de quínoa luego de los sucesivos lavados y la altura de espuma obtenida. Para determinar el contenido de saponinas mínimo detectable por los consumidores se realizaron pruebas sensoriales.

Lavado

Para el lavado de la quínoa natural y escarificada se mezclaron 40g de granos con agua destilada en proporción 1:20 (p/v); se agitó manualmente 1 min y se desechó el agua; la operación se repitió 30 veces. El excedente de agua en los granos se secó con papel absorbente y se pesaron. Luego se secaron en estufa a 105 °C (Oven Memmert Type ULM 500) hasta peso constante. Se tomaron muestras de granos de los lavados 1, 5, 10, 15, 20, 25 y 30, para determinar el contenido de saponinas.

Obtención del extracto crudo de saponinas

Incluye los glucósidos de interés más pigmentos, taninos y otras impurezas contenidos en el grano y es lo que se busca eliminar con los sucesivos lavados. Para obtener el extracto crudo, se tomaron los granos secos luego de cada etapa de lavado y se homogenizaron en molinillo a hélice durante 1 min. Se pesó 15 g de muestra, se agregó 90 mL de etanol 80% y se calentó a reflujo por 1 h, se dejó enfriar y se filtró. El sobrenadante se llevó a sequedad a 50-60 °C, en estufa de flujo forzado. Posteriormente se redisolvió en etanol al 50% v/v (25 ml/g de extracto bruto). Se añadió 90 mL de benceno para extraer componentes lipídicos y pigmentos vegetales, se agitó

vigorosamente y se centrifugó a 4000 rpm durante 5 min. Se desechó la fase bencénica. El proceso se repitió 2 veces y luego se evaporó a sequedad para obtener el extracto crudo (8).

Obtención de saponinas del extracto crudo

Se utilizó el método de Sharapin (10), con algunas modificaciones. Se pesó 4 g del extracto crudo de saponinas en balanza analítica, y se extrajo con solución de ácido acético al 5% y etanol al 80%, en relación (1:10). Se filtró y desechó la fase sólida. En el sobrenadante se adicionó hidróxido de sodio hasta pH12 con el fin de precipitar los glicoalcaloides. Se centrifugó a 4000 rpm por 15 minutos y se descartó el sobrenadante. Se resuspendió el sólido en etanol al 80% y se hidrolizó con ácido clorhídrico al 7% a 60 °C durante 4h. Al extracto hidrolizado se le adicionó ácido acético en proporción 1:10 y se filtró y se desechó el sólido. Se adicionó hidróxido de sodio hasta pH 9-10. Se centrifugó a 4000 rpm y se descartó el sobrenadante. Se resuspendió el precipitado en ácido acético en la misma proporción y se repitió el proceso de purificación 2 veces más. El precipitado final (aglicona - sapogenina alcaloidal) se redisolvió en etanol al 80% y se filtró. El líquido obtenido contenía la sapogenina de interés. Se secó en estufa a 60 °C y se pesó.

Análisis sensorial

Se evaluó el nivel de aceptabilidad de los granos lavados (crudos), según el grado de percepción del gusto amargo, utilizando una escala hedónica de siete puntos. Se trabajó con un grupo de 50 panelistas no entrenados, compuesto por adultos de edades entre 26 a 64 años. Las muestras se presentaron en forma monádica secuencial en una cantidad comprendida entre 5 a 10 g aproximadamente.

Análisis Proximal

En granos y hojuelas se determinó la composición proximal empleando técnicas AOAC (11), humedad (AOAC 925.23), proteínas (AOAC 991.20), cenizas (AOAC 945.46), lípidos (Met 992.23) y el contenido de carbohidratos totales por diferencia. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Cocción

Los granos de quínoa lavada se cocinaron en agua hirviendo en proporción 1/3 (p/v). La cocción se siguió por microscopía óptica (Olympus CX41, aumento 40x) con luz polarizada para evaluar el grado de gelatinización del grano. El grado de gelatinización se asimiló al porcentaje de la zona clara (cocida) en el exterior del grano que a mayor tiempo se expandía hacia el centro; se tomaron muestras a intervalos de un minuto durante todo el período de cocción. Las muestras extraídas se analizaron por cuadruplicado.

Secado

Los granos cocidos se escurrieron por 1 min, se secaron y se determinó la curva de desorción registrando el peso de cada muestra en diferentes tiempos. La determinación se realizó por triplicado. Se ensayaron temperaturas de 40 y 50ºC para el aire de secado por ser las temperaturas normales de operación de secaderos solares de la región y también porque no afectan las propiedades organolépticas y nutricionales de los alimentos. La velocidad del aire de secado y su humedad relativa se mantuvieron constantes en 2,5 m/s y 17% respectivamente. Se determinó el coeficiente de difusión mediante la ecuación de Fick para geometría esférica (Ecuación 1).

El mecanismo controlante de la velocidad de secado de sólidos es generalmente la difusión del agua en sólidos de estructura fina, en capilares, poros y pequeños huecos llenos con vapor. El vapor difunde hasta que alcanza la superficie donde pasa a la corriente global del aire. El valor del coeficiente de difusión efectiva se evalúa mediante la solución analítica de la ley de Fick. Dependiendo del tipo de geometría considerado, la solución de la ecuación de Fick toma diferentes formas; en este caso para la quínoa la ecuación para geometría esférica (con n=1) es:

$$W = W_e + (W_0 - W_e)\frac{6}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n^2}\exp\left(\frac{-n^2 D_{eff} t}{r^2}\right) \quad (1)$$

En la que:

r: radio de la esfera (grano de quínoa).

Wt: contenido de humedad en base seca del grano de quínoa en el tiempo t.

W0: contenido de humedad en base seca inicial del grano de quínoa.

We: contenido de humedad de equilibrio en base seca del grano de quínoa.

Deff: coeficiente efectivo de difusión de humedad (m2/s)

t: tiempo

El Deff para cada temperatura se calculó a partir de la pendiente de la línea recta obtenida al graficar el Ln (W-We/Wo-We) en función del tiempo de secado en minutos.

Evaluación de las hojuelas

Para determinar el diámetro del laminado se tomó una muestra al azar de 10 hojuelas, se midió el diámetro con calibre digital electrónico de 0 – 150 mm (12). La composición proximal de las hojuelas se comparó con la establecida por las normas técnicas peruanas.

Evaluación nutricional

Para evaluar el efecto de los distintos tratamientos (escarificado, lavado, cocción, laminado) sobre la calidad biológica de las proteínas se determinó en quínoa natural lavada, en quínoa escarificada y en hojuelas, la Utilización Proteica Neta (UPN) con la técnica simplificada de Miller y Bender (13). Se emplearon ratas cepa Wistar de 60+4 g de peso inicial, 3 lotes de 4 animales cada uno por muestra analizada. Los animales fueron provenientes del propio bioterio del Instituto Superior de Investigaciones Biológicas, Concejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas- Universidad Nacional de Tucumán. Fueron tratados de acuerdo con los criterios establecidos en la Guía para el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (14). Se emplearon dietas formuladas, completas, con todos los componentes constantes en cantidad y calidad, salvo la calidad de las proteínas que fue la variable estudiada. Las distintas proteínas se incluyeron a nivel de 10%. Durante 10 días se registró diariamente el peso de los animales y el alimento consumido. El nitrógeno tanto de las dietas como de heces fue determinado por el método de Kjeldhal y la proteína cruda calculada como N × 6,25. Se determinó Digestibilidad verdadera (Dv), tomando los días 2 a 8 del período de alimentación, para recolección de heces, con la siguiente fórmula:

Dv = Ningerido – (N fecal – Nfecal metabólico) / N ingerido (2)

Se calculó el Valor Biológico (VB) como el cociente entre el UPN y la Dv.

Análisis estadístico

Se efectuó un análisis de varianza ANOVA de una vía. Se utilizó el test de Tukey para comparar las medias. Se tomó como significación estadística $p<0,05$, empleando el software STATISTICA versión 10.0, StatSoft.

RESULTADOS

En la Tabla 1 a) y b), se detallan los contenidos de saponina y la altura de espuma obtenida de quínoa natural y escarificada, luego de los diferentes lavados. Los resultados obtenidos, muestran que la altura de la espuma para la quínoa Real sin lavar superó 1 cm, valor límite establecido para clasificarla como amarga (8). Se observa que la concentración de saponinas en quínoa escarificada y con un lavado es menor a la concentración en la quínoa natural con 30 lavados. Mientras que el contenido de saponinas en la quínoa escarificada sin lavar, fue 0,108 mg de saponinas/100g, inferior al límite establecido para consumo humano (0,120 mg/100 g), (15).

Con los valores de concentración de saponinas obtenidos de granos de quínoa natural Real rosada luego de los diferentes lavados y la altura de la espuma correspondiente se determinó la ecuación Altura espuma = 116,83 x Csaponina - 13,38; con un coeficiente R2=0,9916, lo cual muestra una excelente correlación. En el caso de la quínoa escarificada, no se determinó la ecuación de correlación porque con un

TABLA 1: Relación del contenido de saponinas y altura de espuma para Quínoa. a) Natural; b) Escarificada.

Lavados	a) Quínoa Natural		b) Quínoa Escarificada	
	Saponinas (mg/100g)	Altura Espuma (cm)	Saponinas (mg/100 g)	Altura Espuma (cm)
0	0,184	8,30	0,108	1,64
1	0,150	3,95	0,101	0,15
5	0,134	2,10	0,100	0,01
10	0,129	1,53	0,100	0,00
15	0,127	1,49	0,097	-
20	0,127	1,38	0,096	-
25	0,123	0,09	0,092	-
30	0,117	0,77	0,081	-

solo lavado se eliminó casi la totalidad de la saponina remanente del proceso de escarificación.

Análisis sensorial

En la Figura 1, se muestra la aceptación sensorial por jueces no entrenados de la quínoa con diferentes tratamientos. Se observó que el gusto amargo disminuye al aumentar el número de lavados. Además se obtuvo la evaluación muy amarga para la quínoa escarificada. Para el caso de aplicarle un solo lavado a la quínoa escarificada, solo 16% de los evaluadores la clasificaron como con leve sabor amargo. Finalmente con 5 lavados la aceptación sensorial fue del 100%. La percepción de sabor amargo con un número alto de lavados puede ser debido a que se solubilizan y liberan saponinas presentes en el interior del grano (16).

Análisis proximal

En la Tabla 2 se presentan los valores promedio de composición de la quínoa variedad Real rosada con distintos tratamientos independientes entre si.

Cocción

Se determinó el tiempo de cocción en 15 min, tiempo en el cual se logró la gelatinización completa del almidón del grano.

Secado

Los granos cocidos fueron secados previo al laminado. Al no encontrar información para quínoa, se determinó experimentalmente la humedad necesaria para el laminado. En la Figura 2 se muestra la curva de secado de los granos de quínoa cocida. Confirmada la cinética de secado, se determinó el Deff correspondiente para estimar el tiempo de secado a 40 y 50°C. Para el cálculo de los Deff se utilizó la ecuación 1 (Ver materiales y métodos), suponiendo un período de secado de velocidad decreciente. Los parámetros utilizados y el cálculo de Deff se muestran en Tabla 3.

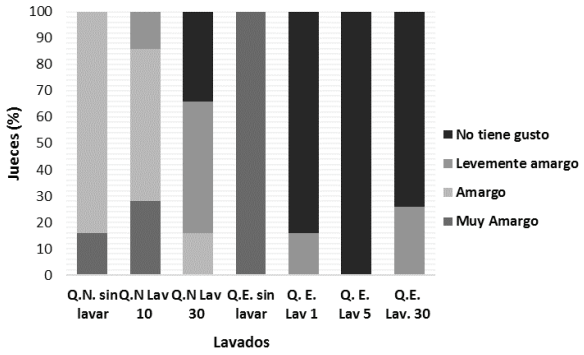


FIGURA 1: Análisis sensorial en granos de quínoa naturales y escarificados.

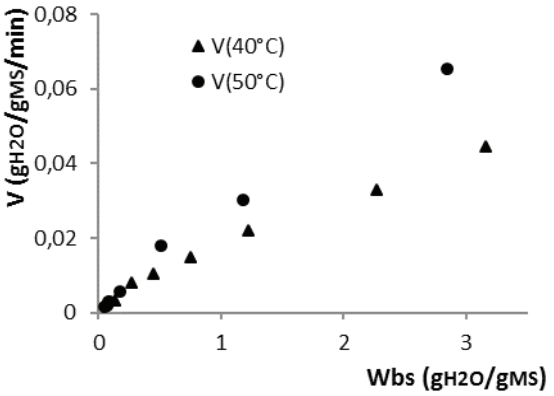


FIGURA 2: Velocidad de secado en función de la humedad de grano de quínoa cocido.

TABLA 2: Composición química de grano de quínoa Real rosada natural, con distintos procesos y hojuelas

COMPONENTE (g /100 g)	QUINOA natural	QUINOA escarificada	QUINOA lavada (30) y secada	HOJUELAS
Humedad*	9,96c ± 0,08	8,30a ± 0,04	8,63b ± 0,06	12,04d ± 0,05
Proteínas*	13,46c ± 0,06	13,34c ± 0,16	12,76b ±0,05	11,69a ± 0,09
Grasa*	6,17d ± 0,01	5,61c ± 0,09	4,09b ± 0,08	2,12a ± 0,04
Cenizas*	3,50d ± 0,03	3,10c ± 0,15	2,72b ± 0,02	2,46a ± 0,03
H. de C.**	66,91	69,65	71,8	71,69

(*) n = 3; (**) Obtenidos por diferencia; letras distintas en la misma fila indican diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$)

Características de las hojuelas de quínoa

La composición nutricional de las hojuelas cocidas de quínoa obtenidas por este estudio se muestra en Tabla 2. El diámetro promedio de las hojuelas fue de 3,83±0,47 mm (n=20).

Evaluación nutricional

La Tabla 4, muestra los valores de Utilización Proteica Neta (UPN), Digestibilidad Verdadera (Dv) y Valor Biológico (VB), para los distintos productos de quínoa evaluados. El lavado y la cocción de los granos producen un incremento estadísticamente significativo de la digestibilidad y el valor biológico.

TABLA 3: Coeficiente efectivo de difusividad para el secado de quínoa cocida

T (°C)	We (g agua/g MS)	Wo	R (cm)	Deff (cm^2/min)
50	0,054	3,150	0,22	4,59x10-05
40	0,073	3,150	0,29	4,49x10-05

TABLA 4: Valor nutricional de proteínas de quínoa procesada y de hojuelas de quínoa.

MUESTRA	UPN	Dv	VB
Caseína	70,00b ± 5,6	97,67c ± 1,2	71,70
Quínoa escarificada	53,12a ± 3,7	81,43a ± 3,6	65,23
Quínoa lavada	73,09b ± 4,6	88,52b ± 1,5	83,48
Hojuelas	76,47b ± 6,4	89,89b ± 1,3	85,07

UPN: Utilización Proteica Neta; Dv: Digestibilidad verdadera; VB: Valor Biológico. Letras distintas en la misma columna indican diferencias estadísticas ($p<0,05$)

DISCUSION

El proceso de escarificado disminuye eficazmente el contenido de saponinas. Sin embargo la altura en el test de la espuma para la quínoa escarificada fue mayor a lo esperado, probablemente debido a la presencia de cascarilla suelta en la superficie del grano, ya que no tuvo un proceso de separación por venteado. Esta observación concuerda con lo expuesto en Nieto y Valdivia (5) quiénes informaron que luego de la escarificación es necesario aplicar una corriente de aire para que la eficiencia de la separación sea 95% y el contenido de saponinas en el producto final oscile entre 0,04 y 0,25%, dependiendo de la variedad utilizada como materia prima. De los resultados obtenidos para los lavados en quínoa natural se puede concluir que necesariamente este proceso debe acompañarse previamente de algún método casero o industrial de escarificado para que el desaponificado sea más eficiente. Bacigalupo y Tapia (17) señalan que los equipos diseñados para escarificación de quínoa no han permitido obtener niveles de separación de saponinas lo suficientemente elevados como para lograr productos para consumo humano directo. En este estudio se obtuvo una eficiencia de 59% con la máquina escarificadora empleada. Cuando los granos escarificados fueron lavados la concentración de saponinas obtenido disminuyó a concentraciones aceptables informadas por Zabaleta (16). Por lo tanto el proceso escarificado-lavado resultó ser el método de desaponificado más eficiente.

La curva de correlación obtenida permite concluir que el método de la altura de espuma de este estudio es confiable, hasta un límite de 8 cm. Este intervalo es superior al determinado en el método original, en el cual el límite fue 3 cm de alturas de espuma; ya que probablemente el método original utilizó un tipo de extracción diferente y quínoa con un contenido inferior de saponinas (9,17). Este nuevo rango permite estimar las concentraciones iniciales de saponinas presentes en granos de quínoa sin tratamiento.

El gusto amargo perduró en la quínoa natural hasta el lavado 30 según el analisis sensorial, esto se debe a que la cascarilla sigue presente en el grano liberando los remanentes de saponinas.

Mientras que en la quinoa escarificada el gusto muy amargo probablemente es debido al polvillo adherido a la superficie del grano ya que no ha sido lavado ni venteado luego del proceso de escarificación.

La evaluación sensorial permitió determinar que el proceso de escarificado con 5 lavados fue el tratamiento mas eficaz para disminuir el gusto amargo en la quinoa, la cual queda con una concentración final de saponinas de 0,1%, menor al maximo establecido para consumo humano.

Los valores encontrados para la composición nutricional se encuentran dentro del rango informado por otro autor (18) para distintas variedades de quínoa y a los citados en la tabla de composición de alimentos peruanos (19). La humedad de la quínoa escarificada y lavada es similar a la que trae el grano del campo y coincide con los valores normales de comercialización (5). En general, cuando se aplican los distintos

tratamientos se observa una disminución significativa en el contenido de nutrientes, particularmente de cenizas y grasas, posiblemente por lixiviado de minerales y vitaminas presentes, y de proteínas por la pérdida de germen en el proceso.

En la cocción a los 15 minutos la gelatinización fue completa. Si el calentamiento continúa el grano revienta debido a la cantidad de agua absorbida y el germen comienza a desprenderse, lo que representa una importante pérdida de nutrientes (1). Por esta razón el tiempo de cocción para la elaboración de las hojuelas de quínoa cocida se estableció en 15 min.

En el secado el grano conservó la forma de la hojuela y no se produjo roturas ni empastado con una humedad de 0,89 g H_2O/gMS.

Se observa que aun con alta humedad inicial del grano cocido (3,10 a 3,15 g H_2O/gMS) no se encuentra zonas de velocidad constante de secado a ninguna de las dos temperaturas ensayadas; esto, probablemente sea debido a que la mayor parte del agua se utiliza para la gelatinización del almidón.

Los coeficientes de difusividad aumentaron con el incremento de la temperatura del aire de secado, lo que muestra una disminución de las resistencias internas del sólido. Este comportamiento ha sido observado en un estudio realizado por Montes y col. (20) en el secado de diferentes alimentos. Los tiempos requeridos para el secado de los granos de quínoa a 50 °C y 40 °C fueron 180 y 200 min respectivamente. Si bien el secado es más rápido a 50°C, para evitar la formación de costras en la superficie del grano de quínoa y lograr un laminado homogéneo se seleccionó 40 °C para el secado.

Las hojuelas obtenidas se secaron hasta humedad de 12%, comprendida en el intervalo aceptado para la comercializacion (hasta un 13,5%), definido por la Resolución 451/2006 del Ministerio de Salud del Perú (21). De acuerdo a los resultados obtenidos se propone el proceso esquematizado en la Figura 3 para producción de hojuelas de quínoa cocida.

En general las hojuelas cumplen con todos los requisitos de composición establecidos en la Resolución del Ministerio de Salud N° 451/2006/ MINSA de Perú (21) "Norma sanitaria para la fabricación de alimentos a base de granos y otros, destinados a programas sociales de alimentación". Por lo cual están dentro de los estándares nutricionales establecidos y desarrollados en Perú y pueden ser

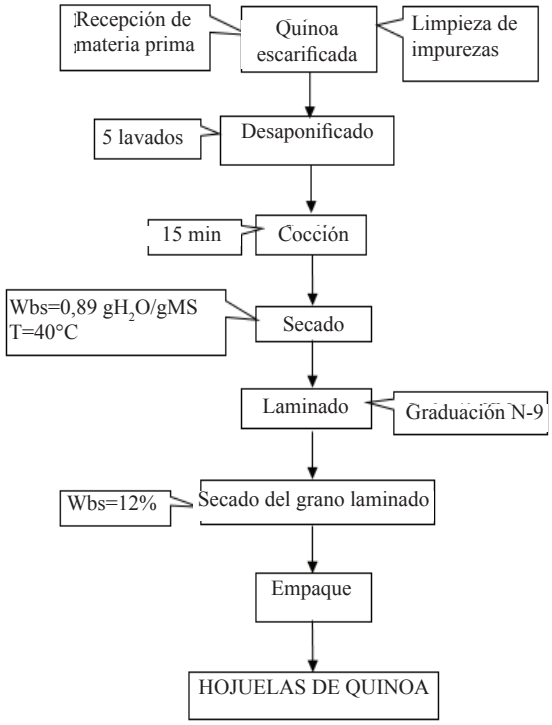


FIGURA 3: Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa.

objeto de producción y de inclusión en nuestra dieta. El diámetro es un valor que se encuentra dentro de lo informado para hojuelas crudas por Marca Flores (22), para distintas variedades de quínoa (intervalo entre 5,4 y 3,00 mm). El tamaño es medio y no representará problemas para deglutir.

En la evaluación nutricional el lote alimentado con dieta en base a quínoa escarificada, presentó una ganancia de peso corporal significativamente menor, debido a un menor consumo de dieta, probablemente por el gusto amargo de las saponinas que otorgan una menor palatabilidad. Los lotes alimentados con dieta con quínoa lavada, sin cocción, tuvieron una ganancia de peso similar al que consumió dieta control con caseína. El proceso de lavado y la cocción provocó el incremento de la Dv y VB además de la mejora en la aceptabilidad sensorial de las hojuelas. Esto se debe a la posible destrucción de los factores antinutricionales de la quínoa por el tratamiento hidrotérmico, especialmente por la eliminación de saponinas lo que ocasiona la mayor aceptabilidad de las hojuelas. El Valor Biológico de la quínoa lavada se encuentra en el intervalo informado en otros estudios, Romo (23) informa un VB=80,79 para quínoa

lavada, mientras que Tapia y col. (24) determinaron VB=80,00 para diferentes granos andinos. Canahua y col. (25) reportaron valores inferiores para digestibilidad de quínoa cruda y cocida (57,7% y 63,83% respectivamente) a los encontrados en este trabajo. El VB de la quínoa es mayor al de otros alimentos consumidos habitualmente como arroz, maíz, centeno, trigo y torta de soja, entre otros.

CONCLUSIÓN

La correlación desarrollada entre la concentración de saponinas en el grano y la altura de la espuma, permitirá a los productores rurales contar con un método sencillo para estimar la eficiencia de los procesos de desaponificación que se utilizan en la región.

Es posible elaborar hojuelas a partir de los granos cocidos de quinua, para transformarlo en un "cereal listo para el consumo" que además puede utilizarse como materia prima para desarrollar barras energéticas, granolas, mezclas con frutos secos, sopas deshidratadas, etc.

Las hojuelas producidas presentan un valor nutritivo elevado. El proceso desarrollado contribuye al realce de las características propias de la quínoa; no necesitan cocción previa para su consumo directo ni para ser incluida en formulaciones de alimentos.

Todos los procesos de elaboración fueron desarrollados teniendo en cuenta la factibilidad de aplicación utilizando las condiciones climáticas de la región de Quebrada y Puna de la provincia de Jujuy. La obtención de hojuelas cocidas de quínoa representa un aporte al agregado de valor de la cadena productiva de cultivos andinos.

REFERENCIAS

1. Tapia, M., Fries, A. (2007). Guía de Campo de los Cultivos Andinos. FAO y ANPE. Lima – Perú. p. 145-149.
2. Romaguera, D.; Sammán, N.; Farfán, N.; Lobo, M.; Pons, A.; Tur, J. (2008). Nutritional status of the Andean population of Puna and Quebrada of Humahuaca Jujuy Argentina. Public Health Nutrition 11 (6): 606 – 615.
3. Golovanevsky, L. (2008) Vulnerabilidad y transmisión intergeneracional de la pobreza. Un abordaje cuantitativo para Argentina en el siglo XXI. Facultad de Ciencias Económicas – UBA. Secretaría de Investigación y Doctorado. Colección de Tesis Doctorales. Año II, Número 1.
4. Ros, C.; Schneider, S. (2008). Estrategias campesinas de reproducción social. El caso de las tierras altas jujeñas, Argentina. Revista Internacional de Sociología (RIS). Vol. LXXVI, N° 50, pp. 163-185. ISSN: 0034-9712.
5. Nieto, C. y Valdivia, R. (2004). Postcosecha, Transformación y Agroindustria. Disponible en Mujica y col. Quínoa (*Chenopodium quínoa Willd*) Cultivo Ancestral Alimento del Presente y el Futuro. FAO, Universidad Nacional del Altiplano y CIP. Puno – Perú. p. 254-282.
6. Fontúrbel, F., (2003). Problemática de la producción y comercialización de *Chenopodium quinoa W.* (Chenopodiaceae), debida a la presencia de las saponinas. Revista Digital Ciencia Abierta 21(1), p. 1–10.
7. Meyhuay, M. (2009). Factores Antinutricionales de la Quínoa. Instituto de Desarrollo Agroindustrial (INDDA) y FAO. En: http://www.fao.org/inpho/; consulta: Junio 2009.
8. Royero, R. (1997). Obtención de crudos de saponinas hipocolesterolemizantes del *Chenopodium quinoa Willd*. Revista Cubana. Instituto Superior de Medicina Militar "Dr. Luis Díaz Soto" La Habana- Cuba. p 55-62.
9. Koziol, M. (1990). Afrosimetric estimation of threshold saponin concentration for bitterness in quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*). J. Agr. Food Sci. 54:211-2
10. Sharapin, N. (2000). Sapogeninas esteroidales: Materia prima para la fabricación de hormonas esteroidales. En Fundamentos de tecnologías de productos Fitoterapéuticos. Editorial Roberto Pinzón, CYTED. Bogotá – Colombia. p. 83-98.
11. AOAC (1995). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 16 th Edn., AOAC Internacional, Washington, USA.
12. Mujica, A; Ortiz, R.; Bonifacio, A.; Saravia, R.; Corredor, G.; Romero, A.; Jacobsen, S. (2006). Agroindustria de la quínoa (*Chenopodium quínoa Willd*) en los países andinos. Proyecto quinoa: cultivo multipropósito para los países andinos INT/01/K01 Perú- Bolivia- Colombia, PNUD, CONCYTEC, Universidad Nacional del Altiplano, PROINPA, Universidad Nacional de Colombia.
13. Miller, D. y Bender, A. (1955). The determination of the net utilization of proteins by a shortened method. Brit. J. Nutr., 9:382.
14. Institute of Laboratory Animal Resources & National Research Council. (1999).Guide for the care and use of laboratory animals. USA: National Research Council.

15. Zabaleta, R. (1993). Evaluación de procesos industriales para la desaponificacion de la quínoa. Grupo de política tecnológica. Lima. Perú. p.25.

16. Kuljanabhagavad, T.; Thongphasuk, P.; Chamulitrat, W.; Wink, M. (2008). Triterpene saponins from *Chenopodium quinoa Willd*. Phytochemistry doi:10.1016/j.phytochem.2008.03.00.

17. Bacigalupo, A.; M. Tapia. (2009). Agroindustria. Agroindustria de la Quínoa. Factor saponina. En: http://www.rlc.fao.org; Consulta: Marzo 2009.

18. Bhargava, A.; Shukla, S; Ohri, D. (2006). Chenopodium quinoa—An Indian perspectiva. Industrial Crops and Products 23. Division of Genetics and Plant Breeding, National Botanical Research Institute. Elsevier. Lucknow - India. p 73–87.

19. Collazos, C. (1996). Tablas peruanas de composición de alimentos. Séptima edición. Ministerio de Salud y Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima-Perú.

20. Montes Montes, E., Torres Gallo, R., Andrade Pizarro, R., Pérez Sierra O., Marimon Escobar, J., Meza Herazo, I. (2008). Modelling the kinetics of thin-layer yam (*Dioscorea rotundata*) drying. Revista Ingeniería e Investigación. Vol. 28 N° 2. Colombia. p. 45-52.

21. Resolución Ministerial N° 451-2006/Ministerio de Salud (MINSA). 2006. Norma Sanitaria para la Fabricación de Alimentos a base de granos y otros, destinados a Programas Sociales de Alimentos. Perú.

22. Marca Flores, M. (2015), del documento: Informe final sobre procesos e investigaciones agroindustriales en quinua (*Chenopodium quinoa Willd*). Disponible en: http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca / bitstream/123456789/738/1/BVCI0000079.pdf

23. Romo, S., Rosero, A., Forero, C., Cerón, E. (2006). Potencial Nutricional de Quínoa (*Chenopodium quínoa W.*) Variedad Piartal en los Andes Colombianos Primera Parte. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Vol 4 No.1. Colombia.

24. Tapia, M., Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, A. (1979). La quínoa y la kañiwa: Cultivos Andinos. CIID. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Bogotá- Colombia. p. 177- 182.

25. Canahua Murillo, A.; Valdivia Fernández, R.; Mujica Sánchez, A.; Allasi Ancori, M. (2003). Beneficios nutritivos y formas de consumo de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) y de la kañihua (*Chenopodium pallidicaule Aellen*). CARE PERU Oficina Regional Puno, UNA/II Universidad Nacional del Altiplano- Instituto de investigación, CIRNMA Centro de Investigación de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Perú. p. 14-23.

Recibido: 08-04-2015
Aceptado: 04-08-2015

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN
Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Vol. 65 N° 4, 2015

Caracterización morfológica y composición química de chayotas (*Sechium edule*) cultivadas en las Islas Canarias (España)

Castro Rodríguez JM, Toledo Díaz AM, Rodríguez Galdón B, Perdomo Molina A, Rodríguez-Rodríguez EM, Díaz Romero C

Área de Nutrición y Bromatología; Departamento de Ingeniería Química y Tecnología Farmacéutica. Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. España. Área de Producción Vegetal; Departamento de Ciencias de la Navegación, La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. España.

RESUMEN. Se analizaron características morfológicas relacionadas con el fruto, espinas, endocarpio y semilla, así como parámetros fisicoquímicos y nutricionales (humedad, proteínas, ºBrix, fibra alimentaria, cenizas, pH, acidez, ácido ascórbico, compuestos fenólicos totales, minerales: Na, K, Ca y Mg y elementos traza: Fe, Cu, Zn y Mn), en muestras de chayota (*Sechium edule*) pertenecientes a 7 entradas cultivadas en las islas de Tenerife y La Palma (España) y cosechadas durante el período comprendido entre junio y noviembre de 2005. Se observaron diferencias importantes en la composición química y características morfológicas entre las diferentes entradas de chayota estudiadas. La entrada 4 destacó por su alto contenido en minerales y sólidos solubles totales (ºBrix) y bajo contenido en agua, mientras que la entrada 1 presentó altos contenidos en Na, cenizas y ácido ascórbico. El contenido de humedad y de ácido ascórbico varió en función de la parte del fruto analizada, sin embargo, los contenidos de compuestos fenólicos y de cenizas no fueron dependientes de las partes. La fecha de muestreo mostró una gran influencia sobre la composición química, observándose las mayores diferencias en las muestras cosechadas en el mes otoñal de noviembre respecto a las restantes cosechadas en meses estivales. El análisis discriminante permitió diferenciar las muestras de chayota en función de la entrada y fecha de muestreo, por lo que es una herramienta muy útil para la caracterización de muestras.

Palabras clave: Chayota, morfología, composición química, valor nutritivo, fecha de muestreo.

SUMMARY. Morphological and chemical composition characterization of chayotas (*Sechium edule*) grown in the Canary Islands (Spain). Morphological characteristics related to the fruit, thorns, endocarp and seed, as well as physicochemical and nutritional parameters (moisture, protein, ºBrix, fiber, ash, pH, acidity, ascorbic acid, total phenolics, minerals: Na, K, Ca and Mg, and trace elements: Fe, Cu, Zn and Mn) were analyzed in samples of chayote (*Sechium edule*) belonging to 7 accessions grown on the islands of Tenerife and La Palma (Spain) and harvested during the period between June and November 2005. Significant differences in chemical composition and morphology between the chayote accessions studied were observed. The accession 4 features a high mineral content and soluble solids (Brix degree) and low water content, while the accession 1 had high contents of Na, ash and ascorbic acid. The moisture content and ascorbic acid varied depending on the portion of the fruit analyzed, however, the contents of phenolic compounds and ash were not affected. The sampling date showed a great influence on the chemical composition, the greatest differences observed in the samples harvested in the month of November autumn, with respect to the remaining summer months. Discriminant analysis allowed differentiate samples chayota according to the accession and sampling date, so it is a very useful tool for the characterization of these samples.

Key words: Chayote, morphological, nutrition value, chemical composition, sampling date.

INTRODUCCIÓN

La chayota o chayote (*Sechium edule* (Jacq.) Sw. Cucurbitaceae) es una especie domesticada por las culturas precolombinas de América central, e introducida en diferentes países por los españoles debido a su adaptabilidad (1). Su importancia a nivel económico es muy variable, ya que su cultivo para alimentación es prácticamente inexistente en los países europeos y, por el contrario, su cultivo y consumo están muy arraigados en Centroamérica, Caribe, China e India (2).

No existen fuentes que indiquen con exactitud cómo y cuándo se introdujo el cultivo de la chayota en las Islas Canarias. Su cultivo en las Islas se reduce a pequeñas explotaciones cultivándose en los márgenes de las parcelas agrícolas y destinándose al mercado local, aunque se tiene constancia de una partida de 100 kg exportada en 1898 a Londres desde Tenerife (3).

Pocas especies cultivadas despliegan tan amplia diversidad de formas, tamaños, ornamentación y colores como la que se encuentra en los frutos de la chayota. Es por esto que se habla más de tipos o grupos varietales que de variedades o cultivares. La gran variación intraespecífica parece tener su origen en la coevolución con los seres humanos mediante la mejora adaptativa realizada por domesticación para permitir su cultivo en condiciones diferentes a las de su origen (4). Esta planta produce frutos de diferentes tamaños y formas, tallos verdes, hojas tiernas y tubérculos, todos ellos comestibles. Botánicamente, la chayota es un fruto ovoide, o en forma de pera y con un número variable de depresiones longitudinales. El color de la epidermis abarca desde el blanco, pasando por el verde claro hasta el verde oscuro y brillante; además pueden ser lisas, o cubiertas de pelos cortos finos, o con un número variable de espinas (5). La pulpa es de verde pálida a blanquecina, amarga en las plantas silvestres y dulce en las variedades cultivadas; la semilla tiene forma ovoide con testa lisa y suave (2).

Actualmente, su consumo está adquiriendo mayor importancia gracias a las cualidades saludables que presenta su fruto; especialmente por su bajo aporte calórico, debido, análogamente a otras hortalizas, a la práctica ausencia de lípidos y alto contenido en agua. Asimismo, es una fuente importante de vitaminas como el ácido ascórbico, cuya concentración oscila entre 11 y 20 mg/100 g en fruta madura (6), además de aportar minerales y gran variedad de carbohidratos (6). Además de sus interesantes cualidades nutricionales, en diversos estudios (6-7) se le ha atribuido propiedades diuréticas, antihipertensivas, cardiovasculares y antiinflamatorias.

En este trabajo se pretende caracterizar morfológica y nutricionalmente una serie de muestras de chayota cultivadas en las islas de Tenerife y La Palma. Asimismo, se estudia la influencia de la fecha de cosecha sobre la composición química. Se aplican técnicas de análisis multivariado sobre los datos de composición química y características morfológicas con objeto de diferenciar las muestras en función de la entrada y fechas de muestreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se analizaron 7 entradas de chayota (*Sechium edule (Jacq.)* Sw.), las cuales fueron recolectadas durante el período comprendido entre junio y noviembre de 2005. Seis de las entradas fueron suministradas por agricultores vinculados a Mercatenerife (Tenerife, España), y se trataba de frutos de diferentes tipos y procedencias, recolectados de plantas obtenidas a partir de cruces sexuales, por lo que no se corresponden con ninguna variedad comercial. La séptima entrada es la conocida como Dava-Dava, y se recolectó en tres zonas de una finca de El Paso en la isla de La Palma (España), durante los meses de junio, julio, agosto y noviembre de 2005, con objeto de estudiar la influencia de la fecha de recolección sobre la composición química. Los tipos a los que pertenecen las chayotas analizadas se corresponden con 2 de los 10 grupos definidos por el Grupo Interdisciplinar de Investigación en *Sechium edule* en México (GISeM) con base en los trabajos Cadena-Iñiguez y col. (4); en concreto la entrada número 6 con el grupo 'nigrum xalapensis' y el resto con 'virens levis'.

Se procuró recolectar los ejemplares en estado de madurez comercial, aproximadamente entre los 30 y 35 días después de la fecundación, estando exentos de daños mecánicos y limpios de enfermedades y plagas. Se recolectaron 4 frutos de cada una de las primeras 6 entradas, y en el caso de la entrada Dava-Dava, se recolectaron 18 chayotas en cada uno de los 4 períodos de tiempo, excepto en el de noviembre que fueron 8 chayotas. Adicionalmente, se tomaron 6 unidades de chayotas de Dava-Dava para llevar a cabo un análisis de algunos componentes relevantes (humedad, cenizas, ácido ascórbico y compuestos fenólicos) en tres partes diferentes con objeto de conocer su distribución. Las partes se definen de la siguiente forma (Figura 1): 1) exterior: situada en la parte más externa del fruto (1-2 cm hacia el interior); 2) media: que corresponde con la parte más interna del mesocarpio; 3) interior: la propia semilla y el endocarpio. Todas las muestras de chayotas fueron analizadas con piel (exocarpio).

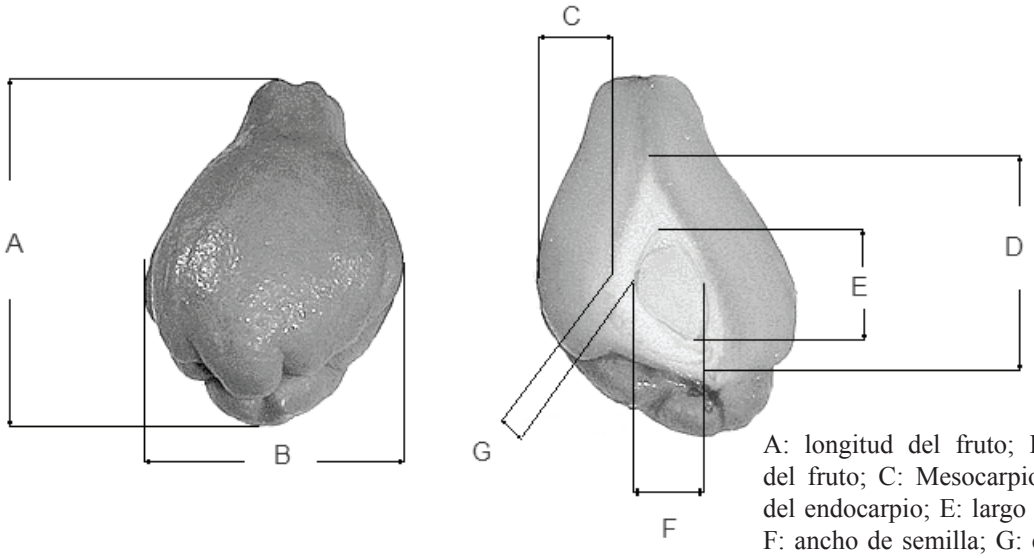
Una vez en el laboratorio los frutos

correspondientes a cada una de las entradas fueron pesados en una balanza (precisión de ±0,01 g) (Sartorius Weighing Technology GmbH, Goettingen, Alemania) y se determinaron las características morfológicas. A continuación, fueron lavados y secados, y luego homogeneizados utilizando una batidora (Osterizer blender Classic, Boca Ratón, EE.UU). Sobre este homogeneizado se realizaron los siguientes análisis: humedad, cenizas, ºBrix, ácido ascórbico, compuestos fenólicos totales, pH y acidez. Una parte del homogeneizado de cada chayota se secó a 100ºC, se volvió a homogeneizar y se almacenó en tubos de polietileno hasta su análisis. En esta fracción se analizaron los contenidos en proteínas, fibra alimentaria, minerales y elementos traza.

Determinación de parámetros morfológicos

Los criterios para la caracterización del fruto fueron los indicados por diferentes investigadores (4,8). Adicionalmente a dichos criterios sedeterminaron dos nuevos parámetros morfológicos definidos por el grupo de trabajo por considerarlos de interés para el comercio, tales como: densidad de espina y dimensión del endocarpio. En la Figura 1 se muestran algunos de los descriptores utilizados en la caracterización morfológica de las muestras.

Se determinaron los siguientes parámetros morfológicos: 1) Forma del fruto: mediante la observación del fruto de forma global, variando sus formas entre: piriforme, subpiriforme, ovoide, redondo y achatado; 2) Longitud del fruto (cm): distancia desde la base, o punto de invaginación de la corteza de la chayota, al extremo opuesto del fruto, lugar donde se inserta el pedúnculo (Figura 1); 3) Anchura del fruto (cm): se determina en la parte más ancha del fruto (Figura 1); 4) Espesor o grosor del fruto (cm): se calcula en la parte más ancha del fruto; 5) Longitud del fruto desde la base a la parte más ancha (cm); 6) Color de la epidermis del fruto (exocarpio): se usaron cuatro tonos tales como verde claro, verde amarillento, verde, y verde oscuro; 7) Peso del fruto: se informa el peso promedio (g) de los frutos incluidos en cada entrada; 8) Densidad de espinas: se determina en la zona el diámetro mayor del fruto; se contó el número de espinas en 4 cm^2; 9) Profundidad de los surcos longitudinales (cm): se mide dicha profundidad (cm) en dos zonas, la primera zona se sitúa determinó en la base (profundidad de la invaginación de la corteza) y en el centro del fruto; 10) Reticulación: magnitud subjetiva; escala: ausente, escasa, bastante o muy intensa; 11) Rugosidad: análogamente al parámetro anterior; escala: ausente, escasa, bastante o muy intensa; 12) Volumen: el procedimiento empleado es el de volumen (ml) desplazado de agua; 13) Largo de semilla: Distancia (cm) en línea recta desde la base de la semilla al extremo opuesto (Figura 1); 14) Ancho de semilla (cm): distancia en la zona más ancha de la semilla



A: longitud del fruto; B: anchura del fruto; C: Mesocarpio; D: largo del endocarpio; E: largo de semilla; F: ancho de semilla; G: espesor del endocarpio.

FIGURA 1. Magnitudes para la caracterización morfológica de frutos de chayota.

(Figura 1); 15) Largo del endocarpio (cm): longitud desde su inicio en la base, hasta su finalización en el extremo opuesto; 16) Espesor del endocarpio (cm): grosor del tegumento que envuelve a la semilla (Figura 1); 17) Mesocarpio (cm): desde el final del endocarpio hasta el exocarpio, en la zona central del fruto (Figura 1); 18) Grueso de la piel: espesor (cm) del exocarpio, determinado en la zona central del fruto; 19) Dureza del fruto: se determina con un penetrómetro (Fruit Pressure Tester mod. FT 327, Wagner, EE.UU) la fuerza en kg que se debe ejercer sobre una superficie de 1 cm^2 para poder penetrar la corteza del fruto.

Métodos de análisis físico-químicos

Todas las determinaciones fueron realizadas por duplicado sobre muestra fresca homogeneizada, excepto proteínas, fibra alimentaria, minerales y elementos traza que se determinaron en muestra desecada. Los resultados están expresados para todos los parámetros analizados en peso fresco.

La humedad se determinó por desecación en estufa de aire a 100ºC (9) (934.06) y el porcentaje de cenizas por calcinación en horno de mufla a 550ºC hasta peso constante (9) (923.03). El contenido de fibra alimentaria total se calculó empleando un método enzimático-gravimétrico (9) (985.29). Las proteínas se determinaron por el método Kjeldahl, tomando como factor de conversión el valor de 6,25 (9) (920.152). El ácido ascórbico se determinó volumétricamente utilizando 2,6-diclorofenolindofenol como agente valorante (9) (967.21). Los compuestos fenólicos totales se determinaron por el método descrito por Kujala y col. (10) que usa el reactivo de Folin-Ciocalteu, expresando los resultados en mg de ácido gálico por 100 g de muestra fresca. La medida del pH se realizó usando un pH-metro digital (981.12) y la acidez se determinó por valoración volumétrica con NaOH 0,1 N hasta un pH de 8,1, expresando el resultado en mg de ácido cítrico por 100 g de muestra (9) (942.15). Los grados brix (°Brix) se determinaron por refractometría usando un refractómetro digital (WYA-1S, Huixia Supply, China) (9) (932.12).

Para la determinación de los minerales y elementos traza se siguió el procedimiento descrito por Hernández Suárez y col. (11). La determinación de Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn se llevó a cabo mediante espectofotometría de absorción atómica (Varian Iberica S. L., Madrid, Spain). El P se determinó mediante el método colorimétrico empleando el reactivo vanadato-molibdato (12).

Análisis estadístico

Se han realizado utilizando el programa SPSS 17.0 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows (SPSS Inc., Chicago, EE.UU). Se aplicó el Test de Kolmogorov-Smirnov para evaluar si las variables tenían una distribución normal y la prueba de Levene para determinar la igualdad de varianza. A continuación, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) a todas las variables cuantitativas estudiadas para comparar los valores medios obtenidos, considerando que existen diferencias significativas entre los valores medios cuando la comparación estadística daba valores de $p < 0,05$. Se realizó un estudio de correlaciones bivariado entre las variables cuantitativas estudiadas. Asimismo, se realizó un análisis discriminante sobre el sistema generado por las variables cuantitativas con objeto de diferenciar y clasificar las muestras en función de la entrada, y fecha de muestreo, en el caso de las muestras de Dava-Dava.

RESULTADOS

Estudio morfológico

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en los criterios de caracterización morfológica de las 7 entradas de chayotas analizadas. Se puede observar una gran variación entre los parámetros morfológicos del fruto de chayota. La entrada 6 presentó los valores máximos para anchura y espesor, y Dava-Dava (entrada 7) mostró la mayor longitud. El peso medio de las chayotas fue de 341 g (211-478 g). El volumen medio para los frutos de chayota fue de 330 cm^3 (214-472 cm^3). Las chayotas analizadas en este estudio presentaron variaciones en el color que van desde verde claro en las entradas 2, 4, y 5 hasta verde oscuro en la 6, lo que se corresponde con su tipo ‘nigrum xalapensis’.

Todas las chayotas analizadas en este estudio presentaron surcos, siendo más pronunciados en la entrada 6, y menos, en la entrada 4. No se observó rugosidad en las entadas 7 y 6, estando sin embargo presente en el resto, si bien sólo en las entradas 1 y 5, la rugosidad fue considerable. Las semillas presentaron variaciones significativas del ancho y de la longitud.

TABLA 1. Caracterización morfológica de las variedades de *Sechium edule.*

Entrada	1(n=4)	2(n=4)	3(n=4)	4(n=4)	5(n=4)	6(n=4)	7 (Dava-Dava) (n=62)	Media (n=86)
Forma	ovoide	piriforme	piriforme	piriforme	ovoide	redondo	piriforme	
Longitud (cm)	9,52	9,20	12,1	10,7	12,5	11,2	13,1	11,2
Anchura (cm)	7,65	7,63	7,37	7,84	8,06	9,02	8,88	8,06
Espesor (cm)	6,65	6,37	5,89	6,14	6,89	9,42	7,37	6,96
Long. fruto desde base a parte más ancha (cm)	3,26	4,23	4,18	3,89	4,24	3,79	4,39	4,00
Color del fruto	verde	verde claro	verde amarillento	verde claro	verde claro	verde oscuro	verde	
Peso del fruto (g)	211	237	370	328	315	478	449	341
Densidad espinas	23	0	4	0	22	15	0	9
Profundidad de los surcos	0,48*	0,47	0,40	0,37	0,69	1,15	0,39	0,56
	0,27**	0,19	0,13	0,28	0,37	0,08	0,11	0,20
Reticulación	ausente	ausente	escasa	ausente	ausente	ausente	ausente	
Rugosidad	bastante	escasa	escasa	escasa	bastante	ausente	ausente	
Volumen (cm^3)	246	214	272	266	414	423	472	330
Largo de semilla (cm)	2,82	3,41	4,05	3,55	2,875	3,76	2,73	3,31
Ancho de semilla (cm)	2,19	2,07	1,91	2,03	1,61	3,32	2,08	2,17
Largo del endocarpio (cm)	5,91	6,65	6,03	5,27	6,78	5,22	5,86	5,96
Espesor del endocarpio (cm)	0,22	0,18	0,12	0,26	0,18	0,28	0,28	0,22
Mesocarpio (cm)	1,97	2,08	2,22	2,11	3,06	2,25	2,64	2,33
Grueso de piel (cm)	0,28	0,27	0,16	0,12	0,11	0,23	0,27	0,21
Dureza (kg/cm^2)	7,6*	12,1	10,0	8,2	12,7	11,2	9,5	10,2
	6,1**	11,5	9,2	7,1	10,3	10,8	8,7	9,10

* Máximo; ** Mínimo.

Estudio de la composición química

Los datos relativos a los parámetros fisicoquímicos se exponen en la Tabla 2. Se observaron diferencias significativas entre las 7 entradas analizadas en la mayoría de los parámetros: humedad, fibra alimentaria, ºBrix, ácido ascórbico, pH, acidez, P, Na, K, Mg, Cu y Mn.

La chayota es una hortaliza rica en agua, situándose los valores medios determinados en este trabajo entre 92,3% y 94,9%. La entrada 4 presentó el menor valor de humedad, siendo este significativamente inferior ($p < 0,05$) al resto, con excepción de las entradas 5 y 7. La humedad se correlacionó de forma inversa con la mayor parte de los componentes de la chayota, lo cual es probablemente una consecuencia del efecto de dilución producido por el contenido de agua. Destacan por sus altos grados de significación ($p < 0,005$), las correlaciones observadas con ºBrix ($r = -0,644$), y con muchos minerales y elementos traza, tales como K ($r = -0,692$), Mg ($r = 0,831$), Fe ($r = -0,717$) y Zn ($r = -0,731$).

TABLA 2. Contenidos (media ± DE, expresados en peso fresco) de los parámetros fisicoquímicos en las muestras de chayota.

Entrada	1 (n=4)	2 (n=4)	3 (n=4)	4 (n=4)	5 (n=4)	6 (n=4)	7 (Dava-Dava) (n=62)
Humedad *	94,3±2,0 b	94,9±0,5 b	94,4±0,5 b	92,3±0,9 a	93,4±3,0 ab	94,3±0,35 b	93,5±1,3 ab
Cenizas *	0,61±0,14	0,50±0,05	0,42±0,05	0,59±0,08	0,59±0,16	0,58±0,04	0,52±0,14
Fibra *	0,94±0,29 a	1,00±0,15 a	1,07±0,27 a	1,37±0,34 ab	2,45±0,15 b	2,36±0,42 b	1,98±0,44 bc
°Brix	2,50±0,40 b	1,58±0,17 a	1,71±0,26 ab	3,45±1,13 c	2,15±0,44 ab	2,50±0,40 b	2,30±0,66 ab
Proteínas *	1,04±0,47	0,99±0,13	0,98±0,01	1,26±0,15	1,29±0,49	1,29±0,16	1,43±0,56
AA **	2,62±0,38 c	0,96±0,11 a	1,79±0,23 bc	2,33±0,39 c	1,81±0,31 bc	2,43±0,53 c	1,28±0,72 ab
Fenoles **	33,3±1,0	33,1±1,6	38,6±5,1	34,4±3,7	34,0±0,7	32,1±0,8	36,2±6,9
Acidez **	31±5 ab	27±6 a	30±4 ab	40±10bc	24±1 a	34±5 ab	43±10 c
pH	6,83±0,16 b	7,10±0,09 c	6,94±0,09 bc	6,83±0,14 b	6,96±0,18 bc	6,77±0,09 b	6,25±0,17 a
P **	22,6±6,6 b	22,2±4,4 b	12,4±2,1 [a]	23,5±2,7 b	17,5±7,7 ab	24,8±1,1 b	22,1±7,8 b
Na **	7,17±2,0 b	4,13±1,6 a	2,48±1,1 a	3,70±1,0 a	3,86±1,7 a	5,10±3,9 ab	3,76±2,0 a
K **	148±44 ab	114±18 ab	106±11 a	166±20 b	153±72 ab	153±12 ab	155±46 ab
Ca **	9,34±3,6	10,5±2,0	13,3±1,4	8,46±1,3	7,82±3,9	12,9±3,7	12,4±4,7
Mg **	12,7±4,5 ab	12,0±2,2 ab	10,9±2,0 a	17,3±1,9 c	15,3±5,3 bc	13,1±2,4 ab	15,1±3,3 ab
Fe **	0,34±0,12	0,40±0,12	0,38±0,06	0,51±0,08	0,41±0,16	0,44±0,04	0,50±0,16
Cu **	0,057±0,02 b	0,046±0,02 b	0,027±0,01 a	0,043±0,01 b	0,047±0,02 b	0,053±0,02 b	0,044±0,01 b
Zn **	0,10±0,03	0,092±0,02	0,096±0,02	0,13±0,02	0,11±0,04	0,11±0,01	0,10±0,03
Mn **	0,038±0,02 a	0,067±0,02 c	0,032±0,01 a	0,063±0,01 bc	0,044±0,02 ab	0,024±0,01 a	0,061±0,02 bc

Letras diferentes en las filas indican que existen diferencias significativas ($p < 0,05$). AA = ácido ascórbico. * g/100 g; ** mg/100 g.

Las chayotas presentaron una concentración de fibra alimentaria muy variable (0,94-2,45%). Así, las entradas 1, 2, y 3 mostraron niveles significativamente inferiores ($p < 0,05$) que las 5 y 6. Con respecto a los °Brix, la entrada 2 de chayota presentó un valor medio de 0,94%, el cual fue significativamente inferior al determinado en las entradas 1 y 6, y éstas presentaron a su vez, valores interiores que la 4, que con un valor de 3,45% fue la que mostró el mayor valor de sólidos solubles totales. El contenido de proteínas osciló entre 1,0-1,4%.

La concentración de ácido ascórbico en las muestras de chayotas analizadas en este estudio fue relativamente baja (1,0-2,6 mg/100 g de peso fresco), siendo las chayotas 1, 4 y 6 las que presentaron mayores contenidos de esta vitamina con diferencias significativas con respecto a las chayotas 2 y 7. La concentración de compuestos fenólicos fue bastante constante entre las entradas estudiadas (33-39 mg/100 g de peso fresco) no encontrándose diferencias significativas entre sus valores medios. Las chayotas de la entrada 3 fueron las más ricas en estos compuestos antioxidantes, y por el contrario, las entradas 1, 2 y 6 presentaron niveles más bajos.

La acidez total presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las 7 entradas de chayotas analizadas, presentando la chayota Dava-Dava (entrada 7) el valor más alto, el cual es significativamente superior al resto de las entradas, excepto la 4. La acidez se correlacionó inversamente con el pH ($r = -0,670$; $p < 0,005$). Los valores medios de pH también fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$), mostrando en este caso la chayota Dava-Dava el valor más bajo ($p < 0,05$) con respecto al resto de las analizadas. Por otro lado, la entrada 2 fue la que presentó el valor más alto de pH.

La concentración de cenizas no presentó diferencias significativas entre las entradas analizadas. El K presentó el mayor contenido, seguido de P, Mg y Ca, y con respecto a los elementos traza, las chayotas analizadas fueron ricas en Fe, siendo Mn y Cu, los que mostraron concentraciones más bajas. Las entradas 3 y 4 mostraron el menor y mayor valor medio de K, respectivamente, siendo las diferencias significativas entre ellos. Con respecto

al P, la entrada 3 tenía el valor medio menor, siendo significativamente inferior que el detectado en el resto (con excepción de la 5). Las entradas 1, 2 y 3 presentaron concentraciones de Mg significativamente inferiores a la observada en la entrada 4, que mostró el valor medio mayor de este mineral. Las concentraciones de Ca no variaron significativamente ($p > 0,05$) entre las entradas. La entrada 1 mostró concentraciones de Na significativamente superiores ($p < 0,05$) al resto, con excepción de la entrada 6. Asimismo, se pueden destacar las correlaciones significativamente ($p < 0,005$) positivas entre las cenizas, K y P con coeficientes de correlación bastante elevados (cenizas-K, r = 0,735; cenizas-P, r = 0,750; P-K, r = 0,653). Con respecto a los elementos traza, las chayotas presentaron un valor medio de Fe de 4,7 mg/kg de peso fresco. La concentración media de Cu en la entrada 3 fue significativamente menor ($p < 0,05$) que las concentraciones medias obtenidas en el resto. Las concentraciones de Mn obtenidas en las entradas 2, 4 y 7 fueron significativamente ($p < 0,05$) superiores que las determinadas en las entradas 1, 3 y 6. Dentro de los elementos traza, la única correlación débilmente significativa ($p = 0,024$) observada fue entre Fe-Zn ($r = 0,561$). No obstante ambos elementos muestran correlaciones con mayor grado de significación ($p < 0,005$) con K y Mg (Fe-K, r = 0,618; Fe-Mg, r = 0,755; Zn-K, r = 0,747; y Zn-Mg, r = 0,727). Estas correlaciones ponen de manifiesto la existencia de relaciones metabólicas y bioquímicas entre los minerales y elementos traza analizados.

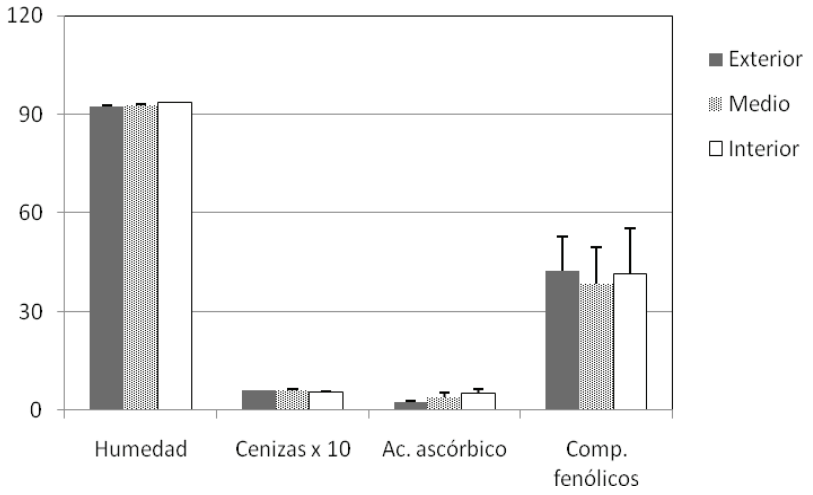


FIGURA 2. Magnitudes para la caracterización morfológica de frutos de chayota.

En la Figura 2 se presentan los resultados de algunos componentes relevantes (humedad, cenizas, ácido ascórbico y compuestos fenólicos) correspondiente a tres partes (exterior, media e interior) de 6 frutos de la chayota Dava-Dava, analizada de forma independientemente. Los contenidos de cenizas y compuestos fenólicos totales no mostraron diferencias significativas entre los valores medios obtenidos en las tres partes consideradas, sin embargo, la parte interior del fruto tenía más contenido de agua que las otras dos; mientras que en contenido de ácido ascórbico (AA) se incrementó, de forma significativa, a medida que se avanza hacia el interior del fruto.

Se realizó un estudio de la composición bromatológica en función de la fecha de muestreo para la chayota Dava-Dava. La fecha de muestreo influyó considerablemente sobre la composición química de las chayotas (Tabla 3), observándose diferencias significativas entre los valores medios de la mayor parte de los parámetros analizados (cenizas, fibra, °Brix, AA, pH, acidez, fenoles, P, Na, K, Ca, Cu y Zn). Las muestras cosechadas en el mes otoñal (noviembre) tenían diferencias acusadas con respecto al resto de las muestras de los meses estivales, con los menores valores medios de cenizas ácido ascórbico, acidez, pH, P y Na; y los mayores de agua Cu y Zn. Por otra parte, las muestras obtenidas en julio se caracterizaron por ser ricas en cenizas, K, P y acidez con contenidos bajos de gua. Las muestras de agosto fueron pobres en muchos minerales como K, Ca, Fe, Cu y Zn; mientras que las de junio eran ricas en Na, Ca y Cu además de ºBrix.

Se aplicó un análisis discriminante lineal (ADL) paso a paso (stepwise) sobre todos los parámetros fisicoquímicos analizados con objeto de diferenciar las muestras de chayota en función de la entrada. Se observó que todas las muestras fueron correctamente clasificadas dentro de su entrada (100%; 82,1% después de validación cruzada), previa selección de las siguientes variables: fibra alimentaria, ácido ascórbico, pH, Ca y Mn. Posteriormente, se aplicó un nuevo ADL a las muestras de la chayota Dava-Dava para diferenciarlas en base a la fecha de muestreo. También, en este caso todas las muestras analizadas fueron correctamente clasificadas en función de su fecha de recolección (100%; 91,7% después de

TABLA 3. Contenidos (media±DE, expresados en peso fresco) de los parámetros fisicoquímicos en la variedad Dava-Dava en función de la fecha de muestreo.

Fecha de muestreo	Junio 2005 (n=18)	Julio 2005 (n=18)	Agosto 2005 (n=18)	Noviembre 2005 (n=8)
Humedad *	93,5±1,56	92,9±1,38	93,6±0,90	94,3±0,37
Cenizas *	0,46±0,11 a	0,65±0,08 b	0,50±0,13 a	0,43±0,11 a
Fibra *	2,06±0,45 b	2,10±0,38 b	1,59±0,36 a	2,27±0,23 b
°Brix	2,67±0,17 b	2,36±0,61 b	2,28±0,74 b	1,34±0,37 a
Proteínas *	1,27±0,65	1,54±0,57	1,67±0,49	1,11±0,34
AA **	1,03±0,19 b	0,79±0,15 ab	2,26±0,58 b	0,74±0,72 a
Fenoles **	31,6±0,86 a	39,2±6,37 b	32,8±1,57 a	46,3±6,30 c
Acidez **	42±10 b	50±6 c	38±8 ab	35±7 a
pH	6,19±0,16 ab	6,32±0,20 c	6,29±0,12 bc	6,14±0,11 a
P **	19,9±7,0 a	28,8±9,1 b	19,9±3,9 a	17,2±2,6 a
Na **	5,67±2,4 b	3,36±1,1 a	2,91±1,0 a	2,29±0,28 a
K **	144±52 a	188±46 b	129±19 a	160±30 ab
Ca **	15,1±4,9 b	12,8±4,5 b	9,16±2,9 a	12,5±4,4 b
Mg **	14,1±3,3	16,7±3,8	14,6±2,5	14,8±3,3
Fe **	0,49±0,16	0,56±0,18	0,45±0,14	0,47±0,12
Cu **	0,049±0,01 b	0,044±0,01 ab	0,038±0,01 a	0,049±0,01 b
Zn **	0,099±0,03 ab	0,12±0,04 b	0,083±0,02 a	0,12±0,03 b
Mn **	0,060±0,02	0,064±0,02	0,055±0,02	0,067±0,02

Letras diferentes en las filas indican que existen diferencias significativas ($p < 0,05$). AA = ácido ascórbico. * g/100 g; ** mg/100 g.

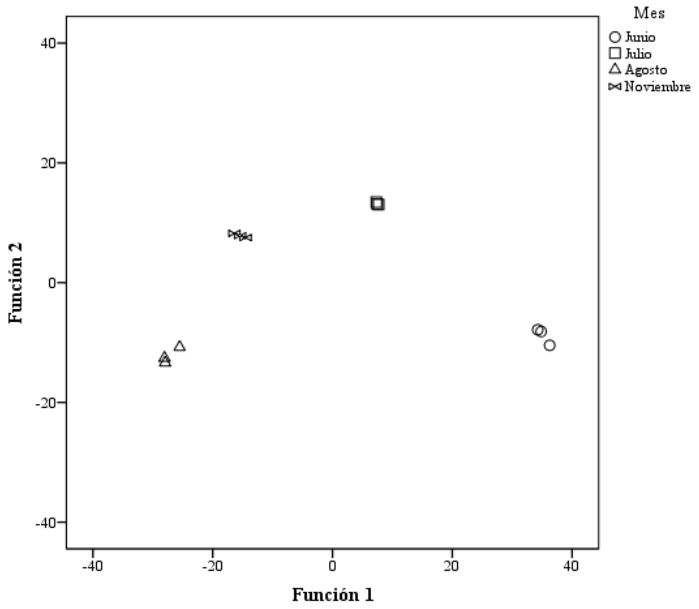


FIGURA 3. Representación de las dos primeras funciones discriminantes canónicas diferenciando por el mes de muestreo para Dava-Dava.

validación cruzada). Las variables seleccionadas fueron: humedad, cenizas, ácido ascórbico, compuestos fenólicos, Na y Ca. Cuando se representan gráficamente las dos primeras funciones discriminantes (Figura 3), se observa una clara diferenciación de las muestras en función de la fecha de muestreo.

DISCUSIÓN

Estudio morfológico

Los valores de longitud, anchura y espesor obtenidos en este trabajo fueron muy parecidos a los obtenidos por Morán Centeno (13) en chayotas de Nicaragua, que fueron de 12 cm en longitud, 9 cm para anchura y 6,5 cm para el espesor y del fruto. Lira (14) y Cruz y Querol (15) encontraron resultados con mayor variación, presentando un rango de longitud de 5-29 cm, una anchura de 3-13 cm y un rango de espesor de 4-10 cm para el fruto de chayota. En la bibliografía se describen pesos medios para chayota de Nicaragua de 359 g, el cual es similar al obtenido en este trabajo, si bien el rango oscilaba entre 100-800 g (13). Los datos del volumen fueron menos variables que los aportados por Morán Centeno (13) que encontró un rango de variación para el volumen de la chayota de 105-804 cm^3.

Los caracteres cualitativos tales como la presencia/ausencia de espinas, color y forma del fruto fueron usados

en la caracterización por ser fácilmente observables y transmitidos de generación en generación. Azurdia (16) indica que son parámetros válidos para clasificar una población en diferentes condiciones ambientales. Los resultados obtenidos en el color concuerdan con los publicados por otros autores tanto en muestras procedentes de México (8) como en muestras del germoplasma de Nicaragua (13). En ambos casos se describen chayotas de color verde claro, oscuro y también amarillento. La misma concordancia existe en cuanto a la forma de las chayotas entre este estudio y la bibliografía, en la cual se describen formas redondeadas, ovoides y piriformes o alargadas. En cuanto a la presencia de espinas, existe una gran diversidad entre las chayotas analizadas en este estudio, lo que se corresponde con los datos de la bibliografía (13,17). Posiblemente esta variación sea el resultado del cruzamiento en el pasado y en su lugar de origen de chayotas silvestres con plantas domesticadas, ya que en las Islas Canarias (España) no existen plantas silvestres (17). Si bien la presencia de espinas ofrece mayor resistencia al daño por almacenamiento y transporte, se trata de una característica no deseada, ya que las chayotas con espinas son más difíciles de comercializar (13). En cuanto a la presencia de surcos en la chayota, los resultados obtenidos concuerdan con los datos aportados por Morán Centeno (13), el cual encontró chayotas con surcos con mayor frecuencia (<77 %) que chayotas lisas. Newstrom (1) indicó que esta característica puede ser causa de la variación en aquellas chayotas relacionadas con sus parientes silvestres. La prevalencia de escasa o nula rugosidad de este estudio concuerda con los datos aportados por Newstrom (1) para chayotas mexicanas, el cual indicó que esta característica brinda cierta resistencia al fruto, ya que puede soportar daños físicos durante la manipulación en las labores de cosecha y comercialización. Sin embargo no es muy aceptado por parte de los consumidores, debido a una mayor dificultad en la preparación de los mismos (13). Morán Centeno (13) obtuvo resultados de longitud y anchura de la semilla similares a los obtenidos en este estudio, con valores medios de 2±5 cm para la longitud y 1±5 cm para el ancho de la semilla.

Estudio de la composición química

Los valores de humedad obtenidos fueron superiores a algunos datos mostrados en la bibliografía (19-20), aunque coinciden con los publicados por otros autores (21-22). Los valores de fibra alimentaria encontrados en este estudio fueron similares a los mostrados por INCAP (20) y superiores a los indicados por Modgil y col. (23), aunque estos investigadores analizaron el contenido de fibra cruda en chayotas con piel. La contribución a la ingesta de fibra por el consumo de una ración de 200 g es elevada, situándose entre el 8-13% de la ingesta adecuada (25 g/día en mujeres y 38 g/día en varones) (24). Con respecto a los °Brix y considerando las mismas unidades (referidas a 100 g de peso fresco), los datos encontrados en este trabajo fueron superiores a los mostrados por Modgil y col. (23), con valores de 6,09% y 6,69% sobre peso seco (10 veces inferiores cuando se refieren a peso fresco) de azúcares totales en chayotas con y sin piel respectivamente, e inferiores a los descritos por Cadena-Iñiguez y col. (8) en 7 chayotas domesticadas y 1 silvestre procedentes de México, los cuales muestran valores entre 4,93-10,92% referidos a peso fresco. Los datos publicados de concentración de proteínas en diferentes Tablas de composición de alimentos (19-21) y por Morilla-Ruiz y Delgado-Alarcón (22) en chayotas muestran valores próximos al 1%, lo que concuerda con las concentraciones de proteínas obtenidas en este estudio.

Los valores de ácido ascórbico mostrados en la bibliografía fueron superiores a los determinados en este estudio (8,19-21). Estas diferencias se pueden explicar debido a que en nuestro caso se ha determinado el contenido de ácido ascórbico sólo, sin incluir el otro vitámero de la vitamina C, el ácido dehidroascórbico. Esto puede explicar que la contribución a la ingesta de la vitamina sea relativamente baja, representando <10% de la ingesta recomendada para adultos, que es de 80 mg/día (24). En la bibliografía se observan contenidos de compuestos fenólicos superiores a los obtenidos en este estudio, como los descritos por Morrilla-Ruiz y Delgado-Alarcón (22) que encuentran un contenido de fenoles en torno a 50 mg/100 g. No hay ingestas dietéticas recomendadas para compuestos fenólicos, aunque la Sociedad Americana de Cáncer (25) ha establecido 100 mg/día de flavonoides como una cantidad adecuada para prevenir el cáncer y enfermedades degenerativas. El consumo de una ración de chayota de 200 g supone una contribución considerable (64-76%, dependiendo de la variedad de chayota) de la cantidad anteriormente indicada. Los

valores de acidez fueron similares a los mostrados por Cadena-Iñiguez y col. (8). Los valores de pH de las muestras de chayota analizadas fueron muy similares (6,7 a 6,8), próximos a la neutralidad, excepto el valor (7,2) correspondiente a la entrada 2, lo cual puede ser una consecuencia de suelos de cultivo alcalinos, un agua de riego de pH básico (frecuente en el agua de riego en Canarias), o la genética de la planta.

Los valores de cenizas se encuentran dentro del rango descrito en la literatura (19-20). El valor medio de K detectado en todas las muestras fue inferior al mostrado por Ortega Anta y col. (21) y por Modgil y col. (23) y similar a los indicados por INCAP (20) y FAO/LATINFOODS (19). Con respecto al P, los valores determinados en este trabajo fueron similares a los obtenidos por Modgil y col. (23) e inferiores al resto de datos obtenidos de la literatura (19-21). La concentración media de Mg fue mayor que las reportadas por Ortega Anta y col. (21) y Modgil y col. (23). La concentración de Ca fue similar alos datospublicados por INCAP (20) y FAO/LATINFOODS (19) y menor que los indicados por Ortega Anta y col. (21) y Modgil y col. (23). Los valores de Na fueron superiores que los obtenidos por Modgil y col. (23) e INCAP (20) y similares a los mostrados por Ortega Anta y col. (21) y FAO/LATINFOODS (19). Las correlaciones significativas y positivas entre cenizas, K y P se puede explicar por el hecho de que se trata de los dos minerales mayoritarios, representando una parte importante del total de cenizas. La contribución a la ingesta de minerales por el consumo de 200 g de chayota fue baja (siempre menor al 10% de las ingestas recomendadas o adecuadas), lo cual se debe a que se trata de un alimento muy hidratado con poca materia seca. Se puede destacar el aporte relativamente elevado de Mg con respecto a las ingestas recomendadas (420 y 320 mg para hombres y mujeres adultas, respectivamente) (24); así como la contribución de K en relación a la de Na, lo cual es interesante desde el punto de vista de enfermedades cardiovasculares.

Con respecto a los elementos traza, la concentración media de Fe fue próxima o ligeramente menor a los valores indicados en la bibliografía (20-21,23) e inferior al mostrado en las Tablas de composición de alimentos de América Latina (19). Las concentraciones medias de Cu y Mn fueron superiores a las mostradas por Modgil y col. (23). En cuanto a la concentración de Zn, esta fue inferior a las mostradas en la bibliografía (20-21,23). Análogamente a los macrominerales, el aporte de elementos traza por el consumo de 200 g de chayota está por debajo del 10% de las ingestas recomendadas o adecuadas (24).

La aplicación del ADL sobre la composición química de la chayota pone de manifiesto la utilidad de esta herramienta estadística para la clasificación de las entradas de chayota así como la importancia de las condiciones climáticas y ambientales sobre dicha composición química.

CONCLUSIONES

Se observaron diferencias en la composición química entre las entradas estudiadas. La entrada 4 destaca por su alto contenido en minerales en general y de sólidos solubles totales (ºBrix) y bajo contenido en agua, mientras que la entrada 3 mostró niveles bajos de minerales y proteínas. La entrada 1 tiene altos contenidos en Na, cenizas y ácido ascórbico; las entradas 5 y 6 destacan por sus elevados contenidos en fibra, mientras que la 7 mostró una elevada acidez y contenido proteico. El contenido de humedad y de ácido ascórbico varía en función de la parte del fruto analizada, sin embargo los contenidos de compuestos fenólicos y de cenizas no estaban afectados. La fecha de muestreo mostró una gran influencia, observándose las mayores diferencias en las muestras cosechadas en el mes de otoñal de Noviembre, con respecto a las del resto de meses estivales. El análisis discriminante es una herramienta muy útil para diferenciar las muestras de chayota en función de la entrada y fecha de muestreo.

AGRADECIMIENTO

A D. Martín Climent y D. Miguel Ángel Pérez el suministro de las muestras de chayota analizadas en este estudio.

REFERENCIAS

1. Newstrom LE. Evidence for the origin of chayote, *Sechium edule* (Curcurbitaceae). Econ Bot. 1991;45:410-428.
2. COVECA. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. Monografía del chayote. Gobierno del Estado de Veracruz. 2010.
3. Diario de Tenerife. Sección Comercial, manifiestos de salida. N 2429. Santa Cruz de Tenerife. 17 de diciembre, p. 1. 1898.

4. Cadena-Iñiguez J, Avendaño-Arrazate CH, Soto-Hernández M, Ruiz-Posadas LM, Aguirre-Medina JF, Arévalo-Galarza L. Infraspecific variation of *Sechium edule* (Jacq.) Sw. in the state of Veracruz, Mexico. Genet Resour Crop Evol.2008;55:835-847.
5. Lira SR. Chayote. *Sechium edule* (Jacq) Sw. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 8. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, pp. 58. 1996.
6. Flores E. El chayote, *Sechium edule Swart*. (Cucurbitaceae). Rev Biol Trop, 37, supl. 1989;1:1-54.
7. Ribeiro R, deBarros F, FiuzadeMelo MMR, MinicC, Chiela S, Wanderley G. Acute diuretic effects in conscious rats, produced by some medical plants used in the state of Sao Paulo, Brasil. J Ethnopharmacol.1988;24:9–29.
8. Cadena-Iñiguez J, Soto-Hernández M, Arévalo-Galarza ML, Avendaño-Arrazate CH, Aguirre-Medina JF, Ruiz-Posadas LM. Caracterización bioquímica de variedades domesticadas de chayote *Sechium edule* (Jacq.) Sw. comparadas con parientes silvestres. Rev Chapingo Ser Hort. 2011;XVII:45-55.
9. AOAC. Association Official of Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC: Food composition; additives; natural contaminants. Helrich K (editor). Vol. II. AOAC, Arlington. 1990.
10. Kujala TS, Loponen JM, Klika KD, Pihlaja K. Phenolic and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: Distribution and effect of cold storage on the content of total phenolic and three individual compounds. J Agric Food Chem. 2000;48:5338-5342.
11. Hernández Suárez M, Rodríguez Rodríguez EM, Díaz Romero C. Mineral and trace element concentrations in cultivars of tomatoes. Food Chem. 2007;104:489-499.
12. BOE. RD 2257/1994, de 25 de noviembre, por el que se aprueba los métodos oficiales de análisis de piensos o alimentos para animales y sus primeras materias. Nº 52 de 2 de marzo de 1995, pp 7161–7235. 1995.
13. Morán Centeno JC. Caracterización in situ de germoplasma de chayote (*Sechium edule* (Jacq) Swartz) en la comunidad El Castillito, Las Sabanas, Madriz. Trabajo de Graduación. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua. 2009.
14. Lira SR. Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitaceae Latinoamericanas de importancia económica. Instituto de Biología de UNAM, México, IPGRI, p. 281. 1995a.
15. Cruz LA, Querol DL. Catálogo de recursos genéticos de chayote (*Sechium edule Sw.*) en el centro regional universitario oriente de la Universidad Autónoma de Chapingo, México DF, p. 235. 1985.
16. Azurdia C. Conservación in situ de los parientes silvestres de las plantas cultivadas. Lecturas en Recursos Fitogenéticos. Subprograma de Recursos Genéticos Vegetales (REGEVE), Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, USAC, pp. 47-48. 1996.
17. Cruz-León A. ¿Chayote o cruzas intergenéricas? Hallazgo y características. Rev Geogr Agric. 1985-1986;9-10:100-106.
18. Cruz A. Guía de la exposición espinas y pulpa. El Chayote, planta mesoamericana. Universidad Autónoma Chapingo, Museo Nacional de Agricultura, México DF, pp. 21. 1992.
19. FAO/LATINFOODS. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Tabla de composición de alimentos de América Latina. Disponible en: http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/que-hace-fao/estadisticas/composicion-alimentos. 2009.
20. INCAP. Instituto de nutrición de Centro América y Panamá. Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Menchú MT, Méndez H (editores). 3º edición, INCAP/OPS, Guatemala, pp. 128. 2012.
21. Ortega Anta RM, López-Sobaler AM, Requejo AM, Andrés P. La composición de los alimentos: herramienta básica para la valoración nutricional. Ed. Complutense, Madrid. 2004.
22. Morilla-Ruiz JM, Delgado-Alarcón JM. Nutritional analysis of vegetable food with different origins: Evaluation of antioxidant capacity and phenolic total compounds. Nutr Clin Diet Hosp.2012; 2:8-20.
23. Modgil R, Modgil M, Kumar R. Carbohydrate and mineral content of chayote (*Sechium edule*) and bottle gourd (*Lagenaria siceraria*). J Human Ecol. 2004;15:157-159.
24. Institute of Medicine of the National Academies. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Otten JJ, Hellwig JP, Meyers LD (editores). The National Academies Press, Washington, D.C. 2006.
25. Krebs-Smith SM, Cook A, Subar AF, Cleveland L, Friday J. Assessing fruit and vegetable intakes: toward the year 2000. Am J Public Health. 1995; 85:1623-1629.

Recibido: 27-04-2015
Aceptado: 24-06-2015

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN
Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Vol. 65 N° 4, 2015

Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalys peruviana L.*) en tres estadios de su maduración

Andrea Corrales-Bernal; Ana Isabel Vergara; Benjamín Rojano; Elhadi Yahia, María Elena Maldonado

Escuela de Nutrtición y Dietética, Universidad de Antioquia, Colombia. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro, México.

RESUMEN: La uchuva se ha descrito nutricionalmente en estado amarillo (intermedio) y naranja (maduro). El objetivo fue describir la composición nutricional, contenido de compuestos fenólicos y carotenoides totales, y capacidad antioxidante (DPPH y FRAP) de uchuva cosechada en tres estados de madurez basados en el color de la epidermis, estado 1 (verde claro), estado 3 (fruto anaranjado con visos verdes hacia la zona del cáliz), estado 5 (anaranjado), para su aplicación en prácticas adecuadas de post-cosecha y conocimiento del potencial nutracéutico. Se encontró 79 a 80% de humedad en los tres estados. El contenido de carbohidratos fue mayor en estado 1 (16,7%) y 5 (16,2%) respecto al estado 3 (15,9%), con aporte calórico de 76,2; 73,6 y 71,5 Kcal/100g respectivamente. El porcentaje de grasas y proteínas fue menor a 3 para todos los estados. El contenido de fenoles varió de 66,5 a 59,2 mg EAG/100g peso seco, siendo mayor en uchuva verde. Los flavonoides totales disminuyeron con la maduración (131,9 - 65,9 mg Catequina/100 peso seco) sin diferencias estadísticamente significativas. El contenido de carotenoides presentó diferencia significativa entre los tres estados de maduración, siendo mayor estado 3 (3961,6 microgramos β-caroteno/100g pulpa). El valor DPPH aumentó con la maduración, fue significativamente mayor (284,3 micromoles equivalentes Trolox/100g peso seco) en estado 5 (maduro). El valor FRAP fue similar en los tres estados de maduración. Se concluye que durante la maduración se conserva humedad alta, disminuyen los carbohidratos, se reduce el contenido de compuestos fenólicos aumentado carotenoides totales y capacidad antioxidante.
Palabras clave: *Physalis peruviana*, capacidad antioxidante, flavonoides, carotenoides, fenoles.

SUMMARY: Nutritional and antioxidant characteristics of Colombian goldberry (*Physalys peruviana L.*) in three ripening stages. The fruit Cape Gooseberry has described at yellow (intermediate) and orange (mature) stages. The objective was to describe content of nutrients, total phenols and carotenoids content and antioxidan capacity (DPPH and FRAP) from fruit Cape gooseberry harvested in three stages of ripeness based on epidermis color, stae 1 (light green), stage 3 (orange fruit with green overtones to the area of the cup), stage 5 (orange), usefull for post-harvest practices and knowledge of the nutraceutical potential. This fruit showed 79-80% humidity in the three stages. The carbohydrate content was higher in stage 1 (16.7%) and 5 (16.2%) than stage 3 (15.9%). Caloric content was 76.2, 73.6 and 71.5 Kcal/100g respectively. The percentage of lipids and protein was less than 3% for all stages. The phenol content ranged from 66.5 to 59.2 mg GAE/100g dry weight (dw), being higher in green gooseberry. The total flavonoids content decreased with maturation (131.9 to 65.9 mg Catechin/ 100g dw) without statistically significant difference. The total carotenoid content was significantly different among the three stages of maturity, being higher in pintona fruit (3961.6 µg β-caroteno /100g pulp). DPPH value increased with fruit ripening (284.3 µmol Trolox equivalents/100g dw) and was significantly higher in stage 5 (ripe). FRAP value was similar in the three stages. In conclusion, during ripening of Cape gooseberry a high moisture was maintained, carbohydrates, caloric and phenolic compounds were reduced, but total carotenoids and antioxidant capacity increased.
Key words: *Physalis peruviana*, antioxidant capacity, flavonoids, carotenoids, phenols.

INTRODUCCIÓN

Physalis peruviana Linnaeus, conocida comúnmente como uchuva en Colombia, es una baya jugosa que se consume en fresco (ensaladas y cocteles de fruta), sometida a cocción para la preparación de mermeladas, salsas, pies, pudines y helados; o procesadas para enlatarlas, deshidratarlas o cubiertas de chocolate (1).

En la composición química de la baya se reconoce

principalmente el contenido de minerales, vitamina C (46 mg / 100 g), y vitaminas del complejo B; whitanólidos (esteroide unido a una lactona), flavonoides, polifenoles, carotenoides y ácidos grasos esenciales (2,3). La uchuva contiene 15% de sólidos solubles (principalmente azúcares), un alto nivel de fructosa (29 g / 100 g), sacarosa (35 g / 100 g), aporte de fósforo considerablemente importante para una fruta (55,3 mg / 100 g) y de fibra, principalmente por la pectina, que es reconocida como un regulador intestinal y por su propiedad gelificante, ampliamente utilizada en la industria alimentaria para la producción de jaleas y mermeladas (3).

Entre los compuestos fenólicos se ha encontrado quercetina, miricetina y kaempferol. En un extracto acuoso tal como se reporta en la literatura (4), encontraron 487,1 mg catequina / 100 g peso seco flavonoides totales y un bajo contenido de carotenoides (0,92 mg β-caroteno / 100 g peso seco). De otra parte, aceite extraído de la fruta, contiene los ácidos grasos linoleico (70,5%), oleico (13%), palmítico, γ-linolénico (GLA), los fitosteroles (ST) avenasterol Δ5- y campesterol, γ- , α-tocoferoles y β-caroteno (2,3). La cantidad de Beta-caroteno y vitamina k es mayor en el aceite de la pulpa con cáscara, seguido de la baya entera y por último de las semillas (Carotenos: 0,32%, 0,22% y 0,13% respectivamente). Estos compuestos tienen una gran importancia biológica, estudios epidemiológicos han asociado el consumo de frutas ricas en carotenoides con un menor riesgo de desarrollar enfermedades crónico-degenerativas, además la industria de alimentos los utiliza como fuente de pigmentos para dar color a ciertos productos como sustituyentes de colorantes sintéticos. Por otro lado el aporte de vitamina K, especialmente de filoquinona puede tener un efecto protector frente a enfermedad cardiovascular, actividad anticancerígena, en la salud de la piel y propiedad antioxidante (3).

Con relación a la actividad antioxidante se ha descrito para el jugo mediante el ensayo del radical DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) su capacidad de inhibir el 78% de la formación de DPPH, actividad antioxidante que alcanzó 82% luego de un tratamiento enzimático del jugo se aumentó el contenido de compuestos fenólicos en el jugo (3). A partir de un extracto acuoso de pulpa de uchuva se reportó su valor ORAC (6795,1 µg / mL Trolox / 100 g peso seco), capacidad atrapadora de especies reactivas de oxígeno (ERO) y nitrógeno (ERN) (4229,71 µg / ml Trolox / 100 g peso seco) y capacidad atrapadora de grupos hidroxilo (40803,9 µg/ml DMSO / 100g) (4). Recientemente, Valdenegro et al (5) midieron la actividad antioxidante como equivalentes de trolox (TEAC) en la fruta en estado de madurez intermedia (amarilla) y madura (naranja), donde se observó que en el proceso de maduración así como en el contenido de ácido ascórbico y fenoles totales. Sin embargo, después de cosechada la fruta madura, su valor TEAC se redujo durante el período de vida útil a 20°C a medida que aumenta la producción de etileno, efecto que se revierte cuando se empleó el inhibidor de la producción de etileno (1-metilciclopropano).

Paralelo con el estudio de las propiedades nutracéuticas de la fruta, se ha incrementado su importancia económica para Colombia, el mayor productor y exportador de uchuva en el mundo (1). Para el año 2005, el 97% de las exportaciones de uchuva se dirigían a 29 países de Europa y el resto para Estados Unidos, aunque se espera aumente para éste último gracias a la aprobación en 2014 de la importación de uchuva Colombiana sin tratamiento de frío, situación que implica ahorro de recursos y tiempo (6). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue describir los cambios en la composición nutricional, contenido de fenoles, flavonoides y carotenoides totales, actividad antioxidante por DPPH y FRAP, en tres estados de la maduración de uchuva. Estos resultados serán de utilidad para un adecuado almacenamiento y preservación de la calidad de la fruta; y para conocer su potencial nutracéutico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizaron frutos de uchuva enteros cosechados en el municipio del Retiro (Antioquia, Colombia), vereda La Amapola (16°C, altitud 2.175 msnm). Se seleccionaron frutos sanos y se clasificaron por inspección visual en los estado 1 (verde claro), estado 3 (fruto anaranjado con visos verdes hacia la zona del cáliz), estado 5 (anaranjado) según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 4580 (7). Estos fueron lavados, desinfectados (hipoclorito 100 ppm), se elaboró pulpa con toda la fruta de cada estadio, se almacenó

en bolsas plásticas herméticas que se mantuvieron a -20°C, y posteriormente deshidratas por liofilización en un Labconco Freezome (Fisher Scientific, 2-5 Plus System, Pittsburg). Se evaluó su calidad microbiológica mediante conteo total de bacterias Mesofílicas aerobias, hongos y levaduras, cuenta de Coliformes totales y fecales, *Escherichia coli* según NTC 4458 de 1998 (8); y *Salmonella* sp, para evaluar *Salmonella* según NTC 4574 (9); y no se obtuvo crecimiento microbiano en el producto final. Luego se prepararon extractos hidrofílicos y lipofílicos a partir del liofilizado de la fruta para cada estadio de maduración. Para el extracto hidrofílico se empleó el método de Palafox et al (2012) con modificaciones (10). Brevemente, se adicionó 0,5 g de cada muestra en 10 mL del solvente de extracción (metanol, 80%: ácido fórmico, 1%: agua, 19%), se homogenizaron (1 min), sonicaron (5 min) y centrifugaron (10500 rpm, 15 min, 5 ºC). Posteriormente se transfirió el sobrenadante, y se hizo re-extracción del sedimento de la misma manera. Para obtener los extractos lipofílicos se prepararon según Corral-Aguayo et al (2008) (11) y Rivera-Pastrana et al (2010) (12). El solvente de extracción utilizado fue la mezcla hexano / acetona / tolueno / etanol (10:7:7:6), se adicionó 10 mL a 0,5 g de cada muestra, se homogenizó y centrifugó (10500 rpm, 15 min, 5 ºC). Se re-extrajo el sedimento de la misma manera. Posteriormente se saponificó con KOH metanólico por 1 h a 50 ºC en agitación (100 rpm).

Composición de análisis proximal

Se realizó a partir de la pulpa de uchuva entera para cada estado de maduración, cuantificación de humedad (pérdida por secado) según método 1,14 agua (humedad), cenizas o minerales totales por método AOAC 923,03, grasa total mediante procedimiento GTC 6,1 grasa bruta (extracto etéreo), proteína total (N x 6,25) según método microkjeldhal y finalmente cálculo de carbohidratos y calorías totales a partir de componentes (13).

Determinación de fenoles totales

Se usó el método colorimétrico de Prior et al (2005), utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteau (14), el cual mide la reducción de este reactivo, inducida por el poder reductor de los compuestos fenólicos, con la consecuente formación de un complejo azul que se lee a 630 nm en un espectrofotómetro (Thermo Scientific, Genesys 20, USA). A una muestra del liofilizado de uchuva en cada estadio de maduración (1 g) se le adicionó agua destilada (2 mL), 150 µL reactivo de Folin-Ciocalteu y 120 µL de una solución de bicarbonato de sodio (NaCO3) 7,1%, se incubaron por 2 h a temperatura ambiente en oscuridad. Se construyó una curva patrón usando como estándar ácido gálico. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico / 100 g de pulpa seca.

Determinación de flavonoides

Se midieron por colorimetría con cloruro de aluminio y nitrato de aluminio. La absorbancia se leyó a 510 nm (15). A 1 g de liofilizado de uchuva de cada estadio de maduración se le adicionó agua destilada, solución de nitrato de sodio al 5% (v/v). La mezcla se incubó por 5 min, posteriormente, se incorporó solución de cloruro de aluminio 10% (v/v) a la mezcla anterior. El contenido de flavonoides se expresó como mg catequina / 100 g pulpa seca.

Determinación de carotenoides totales

Las extracciones de carotenos y carotenoides totales se realizaron utilizando el método 970.64 (13) con algunas modificaciones (16). Las muestras de 0,5 g de liofilizado se mezclaron con 10 mL de hexano /acetona /tolueno /etanol (10: 7: 7: 6, v / v / v / v), se agitó a 56 ° C durante 20 min, se enfrío con agua corriente, y se añadió 10 mL de 10% Na2SO4, se agitó y se incubó en oscuridad hasta la separación de fases (aproximadamente 10 min). La fase superior se separó y se utilizó para la cuantificación de los carotenoides totales en espectrofotómetro a 450 nm (Beckman Coulter, DU-650, California). La concentración de carotenoides se determinó por curva de calibración utilizando β-Caroteno como sustancia patrón. Los resultados se expresaron como mg β-Caroteno / 100 g pulpa seca.

Ensayo DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)

Mide la capacidad de la muestra para neutralizar el radical DPPH por transferencia de hidrógeno (17). Brevemente, se tomaron 280 µL de solución metanólica de DPPH más 20 µL del extracto hidrofílico de la fruta para cada estadio, la mezcla se incubó por 30 min a temperatura ambiente en oscuridad y se leyó la absorbancia a 490 nm en un lector de microplacas (Dynex Technology, MRX microplate reader,

Chantilly). Los resultados se reportaron como valores µmol equivalentes de Trolox / 100 g pulpa seca (dw).

Ensayo FRAP (2,2-diphenylpicrylhydrazyl)

Mide capacidad reductora de una muestra mediante el aumento de la absorbancia por la formación del complejo 2,4,6-tri(2-piridil)-s-triazina (TPTZ) a su forma ferrosa (Fe+2). (18) Para ello se tomó 280 µL del reactivo de trabajo (buffer acetato / TPTZ / cloruro férrico, proporción 5:0,5:0,5) más 20 µL del extracto hidrofílico de uchuva de cada estadio de maduración. La mezcla se incubó por 30 min a temperatura ambiente en oscuridad y se leyó la absorbancia a 630 nm en un lector de microplacas (Dynex Technology, MRX microplate reader, Chantilly). Los resultados se reportaron como equivalentes Trolox (TE) en µmol / 100 g dw.

Identificación de compuestos de los extractos de uchuva

Se emplearon los extractos hidrofílicos y lipofílicos de cada estadio de maduración. Del volumen final de cada extracto se tomó aproximadamente 1mL para ser filtrado con membrana de nylon de 0,22 µm para los extractos hidrofílicos y de PTFE 0,22 µm para los extractos lipofílicos. Las muestras filtradas fueron inyectadas automáticamente en un cromatógrafo, sistema HPLC (Hewlett–Packard, HP 1100, Palo Alto) equipado con un detector de arreglo de diodos (DAD). Para los compuestos hidrofílicos, el sistema HPLC fue equipado con una columna de fase reversa Xterra RP18 (4,6 mm; 250mm) con un tamaño de partícula de 5 µm. La fase móvil estaba compuesta de 1% de ácido fórmico (A) y acetonitrilo (B), y el gradiente de elución fue 2-100% (B) en 70 min. El flujo fue de 0,25 mL/ min. Los espectros de absorción de los principales picos fueron registrados a 280 y 320 nm. Para los compuestos lipofílicos, se empleó la columna de fase reversa C30 (4,6 mm; 150 mm, 3 µm) (YMC Inc., Milford, MA), la fase móvil estaba compuesta por metanol (A) y tert-butyl-methyl éter (MTBE) (B), y el gradiente de elución fue 2 a 100% (B) en 55 min. El volumen inyectado fue 100 µL, el espectro de absorción fue registrado a 450nm.

Análisis estadístico

Los resultados se analizaron con el programa Graph Pad Prism versión 6, los datos se expresaron como promedio ± error estándar de la media (ESM). Las diferencias estadísticas se evaluaron analizaron con ANOVA de una vía y post-test de comparaciones múltiples Tukey con base a un nivel de significancia de $p < 0,05\%$. Para la correlación de la actividad antioxidante pro DPPH y FRAP con el contenido de fenoles y flavonoides totales en el extracto hidrofílicos se usó el coeficiente de correlación de Pearson.

RESULTADOS

Análisis de composición proximal

La Tabla 1 corresponde al contenido de humedad, cenizas, macronutrientes y energía para la uchuva estado 1 (verde claro), estado 3 (fruto anaranjado con visos verdes hacia la zona del cáliz), estado 5 (anaranjado), cuyos valores muestran que es una fruta con alto porcentaje de humedad en los tres estados. El contenido de carbohidratos fue similar en los tres estados de maduración, siendo mayor en la uchuva verde y madura respecto al fruto en estado 3, siendo esto coherente con el aporte calórico. El porcentaje de grasas y proteínas fue menor a 3 para todos los estados, y en relación al contenido de cenizas, fue más mayor en uchuva pintona.

TABLA 1. Análisis de composición proximal de la uchuva en tres estadios de maduración (g / 100 g).

Parámetros	Uchuva verde	Uchuva pintona	Uchuva madura
Humedad	79,96±0,32a	79,87±0,94 a	80,27±0,34a
Cenizas	1,21±0,28 a	2,43±0,21 a	1,50±0,38 a
Grasa	1,21±0,97 a	2,43±0,77 a	1,50±0,95 a
Proteína	1,98±0,87 a	1,70±0,50 a	1,85±0,26 a
Carbohidratos	16,67±0,87 a	15,87±0,62 a	16,24±0,56 a
Calorías (Kcal / 100 g)	76,24±0,93 a	71,46±0,13 a	73,64±0,65 a

Promedio + error estándar de la media, n=3. Los valores dentro de cada tipo de variable que comparten la misma letra no son significativamente diferentes, P<0,05.

Contenido de fenoles totales, flavonoides y carotenoides

En la Tabla 2 se presenta el contenido de metabolitos secundarios, el cual varió para cada

TABLA 2. Contenido de fenoles, flavonoides y carotenoides totales de la uchuva en tres estadios de maduración.

Estadio de maduración	Fenoles totales (mg de ác. gálico /100 g pulpa seca)	Flavonoides totales (mg catequina/ 100 g pulpa seca)	Carotenoides totales (µg bcaroteno/ 100 g pulpa seca)
Uchuva verde	66,5 ± 2,3a	131,9 ± 4,4	2665,7 ± 119,3a
Uchuva pintona	52,6 ± 1,6b	78,7 ± 2,9	3961,6 ± 205,4b
Uchuva madura	59,2 ± 1,3c	65,9 ± 1,7	3372,8 ± 38,7c

Promedio + error estándar de la media, (n=9). Los valores dentro de cada tipo de prueba antioxidante que no comparten la misma letra, son diferentes: a≠b, P<0,05.

estado de maduración analizado. Para fenoles totales la cantidad promedio fue diferente significativamente entre los tres estados de maduración, siendo mayor en la uchuva verde. Mientras que el contenido de los flavonoides disminuyó con el progreso maduración pero no hubo diferencias estadísticamente significativas. El contenido de carotenoides totales fue diferente significativamente entre los tres estados de maduración, siendo mayor en la uchuva en estado de maduración 3.

Capacidad antioxidante de la uchuva verde, pintona y madura

En la Tabla 3 se muestra los resultados de la capacidad antioxidante determinada por el método DPPH y el método FRAP en los tres estados de maduración evaluados. Se encontró que la actividad antioxidante DPPH aumentó con el progreso de la maduración del fruto, siendo significativamente mayor en el estado maduro con respecto a la uchuva estado 1 (verde) y estado 3 (anaranjada con visos verdes hacia el cáliz). Por otra parte, la capacidad reductora FRAP no presentó diferencia significativa (p<0,05).

Los resultados de la correlación para cada método de acuerdo al contenido de fenoles y flavonoides se encuentran expresados en la Tabla 4. La correlación entre el contenido de fenoles totales y los parámetros de actividad antioxidante DPPH (0,44) y FRAP (0,25) fue directamente proporcional; sin embargo hubo diferencia estadísticamente significativa entre la correlación de fenoles totales con el valor DPPH (R2 = 0, 19, p < 0,05). Mientras que la correlación del contenido de flavonoides totales fue inversamente proporcional para los parámetros antioxidantes evaluados, siendo significativa la correlación entre flavonoides totales con el parámetro FRAP (R2 = 0,17, p < 0,05).

Identificación de metabolitos de la uchuva verde, pintona y madura

A partir de 25 picos presentes en los cromatogramas obtenidos a partir de los extractos hidrofílicos de uchuva en cada estado de maduración aquí evaluados, se identificaron seis picos como miricetina (pico 3), ácido shikímico (pico 4), ácido clorogénico (pico 5), ácido gálico (pico 12) y catequina (pico 13) cuando fueron comparados con estándares, la coincidencia fue mayor a 95% (Figuras 1 y 2). Mientras que en el extracto lipofílico de uchuva madura solo se logró identificar luteína (pico 14) con un espectro que coincidió

TABLA 3. Capacidad antioxidante por los métodos DPPH y FRAP de la pulpa de uchuva en tres estadios de maduración.

Estadio de maduración	DPPH (µmol TE / 100 g pulpa seca)	FRAP (µmol TE 100 g pulpa seca)
Uchuva verde	243,6 + 9,6a	336,0 +7,2a
Uchuva pintona	226,3 + 11,7a	325,7+3,6a
Uchuva madura	284,3 + 10,8b	345,2+5,6a

Promedio + error estándar de la media, (n=9). Los valores dentro de cada tipo de prueba antioxidante que no comparten la misma letra, son diferentes: a≠b, P<0,05.

en 99,57% con el estándar. Los picos identificados y tiempos de retención se resumen en la Tabla 5.

TABLA 4. Correlación de Pearson para los métodos DPPH y FRAP con relación al contenido de fenoles y flavonoides totales.

Método	Fenoles totales (r)	Flavonoides totales (r)
DPPH	0,44*	-0,17
FRAP	0,25	-0,41*

*Estadísticamente significativo P < 0.05, n= 27.

TABLA 5. Compuestos identificados en extracto hidrofílico y lipofílico de uchuva verde, pintona y madura.

Tipo de muestra	N°. Pico	Tiempo de retención (min)	Compuesto identificado
Extracto hidrofílico			
Uchuva verde	3	12,1	Miricetina
	4	12,9	Ácido Shikimico
	5	16,1	Ácido clorogénico
	12	22,5	Ácido gálico
Uchuva pintona	3	12,1	Miricetina
	4	12,9	Ácido Shikimico
	5	15,9	Ácido clorogénico
	13	22,8	Catequina
Uchuva madura	3	12,1	Miricetina
	4	12,9	Ácido Shikimico
	5	15,9	Ácido clorogénico
	12	22,5	Ácido gálico
Extracto lipofílico			
Uchuva madura	15	14,8	Luteína

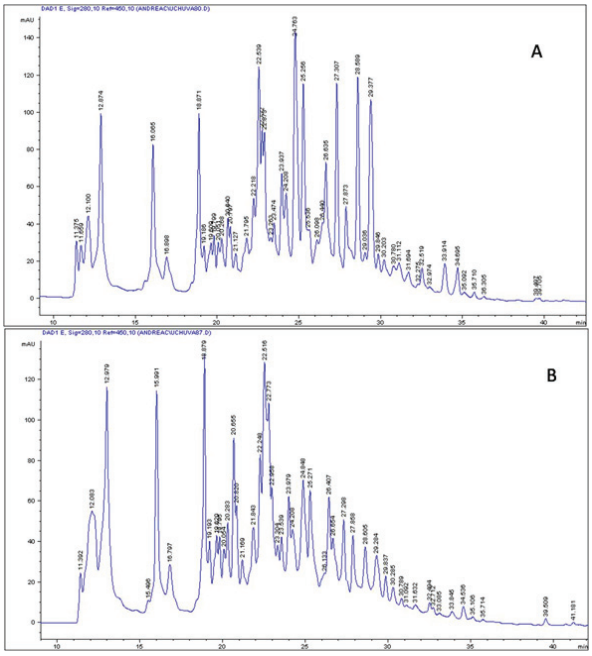


FIGURA 1. Cromatogramas HPLC de extracto hidrofílico de uchuva estado 1 (verde claro) (A) y estado 3 (fruto anaranjado con visos verdes hacia el cáliz) (B).

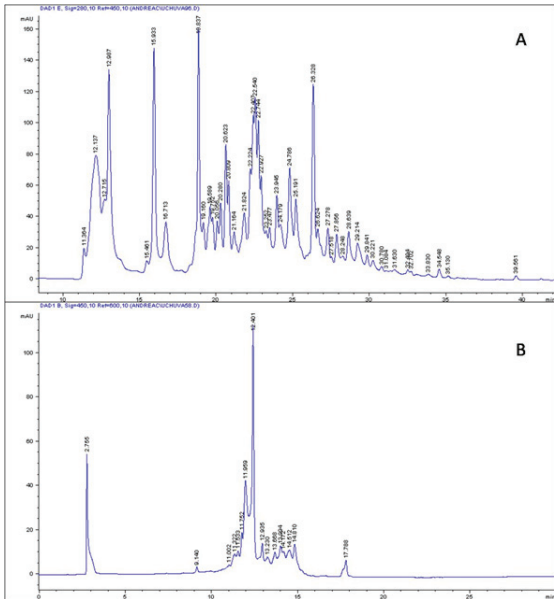


FIGURA 2. Cromatogramas HPLC del extracto hidrofílico (A) y lipofílico (B) de uchuva estado 6 (anaranjada madura).

DISCUSIÓN

En el presente estudio se reporta por primera vez el contenido de macronutrientes, la capacidad antioxidante, el contenido de flavonoides y carotenoides totales de la uchuva en tres estados de maduración diferentes, verde, anaranjada con visos verdes hacia el cáliz (fruta que no ha alcanzado la madurez) y madura. Dentro de los compuestos bioactivos de la uchuva se ha reportado el contenido de fenoles y carotenoides, metabolitos que epidemiológicamente se han asociado con propiedades antioxidantes y con la prevención de varias enfermedades crónico-degenerativas (3).

En este estudio las cantidades de fenoles reportados para los tres estados de maduración fueron mayores a las referidas para uchuva madura por Restrepo (40,45 mg ácido gálico/100 g fruta) (19) y Botero (39,15 mg de ácido gálico / 100 g fruta) (20). Aunque el contenido de los compuestos fenólicos de la uchuva analizada aquí disminuyó con el progreso de la maduración, tendencia también reportada por Valdenegro et al (5) con la misma fruta en dos estados de maduración (amarillo y naranja) pero almacenadas a 20°C, mismo estudio en el que se atribuyó la disminución del contenido de compuestos fenólicos a la acción del etileno, cuya reacción podía ser inhibida por el MCP-1 (1-metilciclopropeno).

En cuanto a los flavonoides, aunque no hubo diferencias estadísticamente significativas para el contenido en los tres estados de maduración, los valores si mostraron una tendencia a la disminución con la progresión de la maduración de la baya, comportamiento posiblemente asociado a cambios propios del metabolismo de estos, los cuales pueden desencadenarse a partir de múltiples reacciones enzimáticas a las que son altamente susceptibles los compuestos fenólicos y que pueden dar paso a ciertas características sensoriales relacionadas con el color, olor, amargor y astringencia de la fruta (21).

Respecto a los carotenoides se encontraron cambios significativamente diferentes entre los tres estados de maduración de la uchuva, con un aumento en la uchuva en estado 3 de maduración, el cual podría ser atribuido al aumento en pigmentos carotenoides de la clase de las Xantófilas (21) como la luteína, pigmento amarillo encontrado aquí en el extracto lipofílico de la fruta. Por otra parte, en el estado maduro el tipo de carotenoide que puede estar presente es el Beta-caroteno que confiere el color naranja característico del estado maduro de la baya, como lo indicó De Rosso y Mercadante (22), quienes reportaron que en uchuva madura el principal carotenoide fue todo-trans-beta-caroteno, correspondiente al 76,8% de los carotenoides totales, seguido de 9-cis-β-caroteno y todo-trans-α-criptoxantina, contribuyendo alrededor de 3,6 y 3,4%. Debido a que en nuestro estudio, la baya madura utilizada corresponde a la clasificación cinco de acuerdo a la NTC-4580 (7), definida como baya madura de color anaranjado, mientras que la clasificación seis corresponde al fruto de color anaranjado intenso, donde podría encontrarse el mayor contenido de β-caroteno.

De otra parte, considerando que la uchuva es una fruta no climáterica, es decir, una vez cosechada no continua su proceso de maduración, si se quisiera obtener una fruta con alto contenido en compuestos fenólicos y flavonoides se debería recolectar fruta verde (estado 1). Sin embargo, al momento de la cosecha debe tenerse en cuenta los requerimientos del cliente (mercado o consumidor), siendo la fruta en estado maduro 5 (anaranjado) ó 6 (anaranjado intenso) más agradable para el consumidor, pero con menor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, aunque con un alto contenido de compuestos carotenoides y mayor actividad antioxidante con respecto a los estados 1 y 3. Los carotenoides protegen contra la peroxidación de lípidos neutralizando radicales libres, sobre todo el oxígeno atómico.

Los compuestos fenólicos y la actividad antioxidante de la uchuva han tomado importancia, puesto que estos influencian en gran medida las propiedades nutracéuticas que se le atribuyen a la fruta. Algunos autores como Restrepo (19) y Botero (20) han reportado valores de la capacidad antioxidante de los frutos de P. peruviana L. en función del método DPPH (210,82 y 192,51 µmol Trolox/100 g fruta respectivamente), la concentración de fenoles totales y el ensayo FRAP (56,53 y 54,98 mg de ácido ascórbico / 100 g de fruta). Para nuestro estudio, particularmente la capacidad antioxidante medida por DPPH y FRAP mostró un comportamiento similar al observado por Valdenegro et al (5), quienes también reportaron un aumento de la capacidad antioxidante contra el radical anión 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) conforme progresó la maduración de la uchuva.

Con respecto al contenido de fenoles totales y el método DPPH, estos mostraron una correlación positiva y significativa. A partir de su coeficiente de co-

rrelación (R2) se puede inferir que la capacidad de la uchuva para neutralizar el radical DPPH por transferencia de hidrógeno se debe en un 19% al contenido de compuestos fenólicos de la fruta. De otra parte, la correlación entre el contenido de flavonoides totales de la uchuva y la capacidad para reducir el hierro férrico (Fe+3) hasta la forma ferrosa (Fe+2), fue inversamente significativa, lo que sugiere que esta propiedad antioxidante de la uchuva se atribuye a otros compuestos presentes en la fruta distintos a los flavonoides, como lo es ácido ascórbico, cuyo niveles parecen aumentar con la maduración de la baya y también pueden verse afectados en condiciones de almacenamiento a 20° C (5).

El aumento significativo en la capacidad antioxidante determinada por DPPH entre las frutas verde con respecto a la madura puede indicar que se potencia el sistema antioxidante de la células de la fruta madura para atrapar radicales libres. Se ha encontrado que las especies reactivas de oxígeno (ERO) parecen ser una característica intrínseca de las etapas de senescencia y de maduración de las frutas, lo cual podría promover el deterioro oxidativo, que a su vez contribuye a un deterioro general del metabolismo celular, en donde pueden actuar los sistemas antioxidantes propios de las células para prevenir el estrés oxidativo en las células de la fruta (23). En otras palabras, se mejora el mecanismo de defensa antioxidante de la baya cuando madura.

El estudio de la composición mediante HPLC de los extractos hidrofílicos de la fruta en tres estadios de su maduración, permitió identificar dos flavonoides (miricetina y catequinas), dos compuestos fenólicos (ácido gálico y ácido clorogénico) y su molécula precursora, el ácido shikímico cuya transformación es dependiente de la fotosíntesis y ocurre en los plastos. Esos compuestos suelen acumularse en las capas más superficiales de los vegetales y captan hasta el 90% de las radiaciones UV, impidiendo los efectos nocivos de estas radiaciones en los tejidos internos de la fruta. También, confieren aromas y coloraciones atrayentes de insectos, con lo que se favorece el proceso de polinización y hacen apetecible el fruto para los herbívoros, con lo que se favorece la dispersión de semillas con las heces (2,3).

Finalmente, el aporte del presente estudio pretende respaldar científica y tecnológicamente a la cadena productiva de esta fruta que posee un importante y creciente mercado internacional. No ha sido suficiente con la entrega de un producto con base a su aspecto, tamaño, peso, color y sabor. Por tanto, el conocimiento sobre su composición nutricional y compuestos bioactivos, debe ser tomado en cuenta para un adecuado manejo de la fruta durante su etapa postcosecha, de manera que no solo se incremente la vida útil de la misma, sino también se aproveche el contenido nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la fruta, se transfiera mayor valor agregado y se ofrezca un producto de excelente calidad, que le permita un mayor mercado internacional.

CONCLUSIONES

Los hallazgos aquí presentados sobre la uchuva nos muestran que durante el proceso de maduración se conserva un alto porcentaje de humedad, carbohidratos y aporte calórico en los tres estados de maduración, contrario al contenido de grasas y proteínas; se afectan negativamente el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides, aumenta el contenido de carotenoides totales así como la capacidad antioxidante entre el estado verde y el maduro; información que será de gran utilidad para lograr un adecuado almacenamiento y preservación la calidad de la fruta; así como aporte para conocer el potencial nutracéutico de la uchuva.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por la Estrategia de Sostenibilidad 2014-2015 de la Universidad de Antioquia. Agradecemos a COLCIENCIAS por la beca otorgada a la estudiante de doctorado.

REFERENCIAS

1. Fisher G. Crecimiento y desarrollo. En: Producción, poscosecha y exportación de la uchuva (*Physalis peruviana L.*). Flórez RV, Fisher G, Sora RA, Editores. 2000, Universidad Nacional de Colombia: Colombia. p. 9-26.
2. Zhang YJ, Deng FG, Xu RX, Wu S, Li S, Li HB. Chemical Components and Bioactivities of Cape Gooseberry (*Physalis peruviana*). IJFNS 2013, 3: 15-24.
3. Ramadan MF. Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. Food Res Int 2011: 44, 1830–1836.
4. Areiza-Mazo N, Maldonado ME, Rojano B. Extracto acuoso de uchuva (*Physalis peruviana*): actividades antiproliferativa, apoptótica y antioxidante. Perspect Nutr Humana 2013, 15: 41-55.

5. Valdenegro M, Fuentes L, Herrera R, Moya M. Changes in antioxidant capacity during development and ripening of goldenberry (*Physalis peruviana L.*) fruit and in response to 1-methylcyclopropene treatment. Postharvest Biol Tec 2012, 67: 110-117.
6. Procolombia. Estados Unidos aprobó la importación de uchuva colombiana sin tratamiento de frío. [Cited 2015 Enero 25]. Available from: http://www.procolombia.co/noticias/estados-unidos-aprobo-la-importacion-de-uchuva-colombiana-sin-tratamiento-de-frio.
7. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 4580: Frutas frescas Uchuva Especificaciones. 1999, Incontec: Colombia. p. 14.
8. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Norma técnica Colombiana 4458. Microbiología de alimentos y de alimentos para animales. Método horizontal para el recuento de coliformes o Escherichia coli o ambos. Técnica de recuento de colonias utilizando medios fluorogénicos o cromogénico. 2007. Icontec: Colombia. p.15.
9. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. Norma técnica Colombiana 4574 Microbiología de alimentos y alimentos para animales método horizontal para la detección de Salmonella spp. 2007. Icontec: Colombia. p.27.
10. Palafox-Carlos P, Yahia EM, González-Aguilar G. Identification and quantification of major phenolic compounds from mango (*Mangifera indica, cv. Ataulfo*) fruit by HPLC–DAD–MS/MS-ESI and their individual contribution to the antioxidant activity during ripening. Food Chem 2012, 135: 105–111.
11. Corral-Aguayo RD, Yahia EM, Carrillo-Lopez A., González-Aguilar G. Correlation between Some Nutritional Components and the Total Antioxidant Capacity Measured with Six Different Assays in Eight Horticultural Crops. J Agric Food Chem 2008, 56: 22: 10498-10504.
12. Rivera-Pastrana DM., Yahia EM., González-Aguilar GA. Phenolic and carotenoid profiles of papaya fruit (*Carica papaya L.*) and their contents under low temperature storage. J Sci Food Agric 2010; 90: 2358–2365.
13. Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC. 12th ed. 1975. The Association: Washington D.C.
14. Prior RL, Wu XL, Schaich K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. J Agric Food Chem 2005, 53: 4290–4302.
15. Debnath T, Park P-J, Debnath NC, Samad NB, Park HW, Lim BO. Antioxidant activity of *Gardenia jasminoides Ellis* fruit extracts. Food Chem 2011, 128: 697-703.
16. Soto-Zamora G, Yahia EM, Brecht JK, Gardea A. Effects of postharvest hot air treatments on the quality and antioxidant levels in tomato fruit. Lebensm-Wiss Technol 2005, 38: 657–663.
17. Rojano B, Gaviria C, Gil M, Saez J, Schinella G, Tournier H. Actividad antioxidante del isoespintanol en diferentes medios. Vitae 2008, 15: 173-181.
18. Rojano BA, Zapata-Acosta K, Cortés-Correa FB. Capacidad atrapadora de radicales libres de *Passiflora mollissima* (Kunth) *L. H. Bailey* (curuba). Rev Cub Plantas Med 2012, 17: 408-419.
19. Restrepo A. Nuevas perspectivas de consumo de frutas: Uchuva (*Physalis peruviana L.*) y Fresa (*Fragaria vesca L.*) mínimamente procesadas fortificadas con vitamina E. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Tesis de Maestría en Ciencia y tecnología de alimentos, 2008. Universidad Nacional de Colombia: Medellín. p.107.
20. Botero A. Aplicación de la Ingeniería de Matrices en el desarrollo da la uchuva mínimamente procesada fortificada con calcio y vitaminas C y E. Facultad de química farmacéutica. Tesis de Maestría en Ciencias Farmacéuticas énfasis en alimentos, 2008. Universidad de Antioquía: Medellín. p.185.
21. Rinaldo D, Mbéguié-A-Mbéguié D, Fils-Lycaon B. Advances on polyphenols and their metabolism in sub-tropical and tropical fruits. Trends Food Sci Tech 2010, 21: 599-606.
22. De Rosso V, Mercadante AZ. Identification and quantification of carotenoids by HPLC-PDA-MS/MS from Amazonian fruits. J Agric Food Chem 2007, 55: 5062-5072.
23. Huang R, Xia R, Hu L, Wang M. Antioxidant activity and oxygen-scavenging system in orange pulp during fruit ripening and maturation. Sci Hort 2007, 113: 166-172.

Recibido: 02-07-2015
Aceptado: 08-10-2015

ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN
Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición
Vol. 65 N° 4, 2015

Bioactive compounds and antioxidant activity of *Ximenia americana* coming from different collection sites

José Darcio Abrantes Sarmento, Patrícia Lígia Dantas de Morais, Francisco Irael de Souza, Lucas Ramos da Costa, Naama Jessica de Assis Melo

Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil.

SUMMARY. The study aimed to evaluate the bioactive compounds and antioxidant activity of edible fraction (pulp and peel) in green and ripe ripening stages of the fruit and the seed of wild plum (*Ximenia americana L.*) from different production sites of occurrence in the semiarid region of Brazil. To characterize the edible fraction, the experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial 3 x 2, where the first factor was the collection sites and the second factor the maturation stages, with 4 repetitions with 25 fruits each. As for seeds the experiment was conducted in a completely randomized design with 4 repetitions, totaling 25 seeds per experimental plot. The fruits were collected in the communities of Mulunguzinho, Pau Branco and Mata do Meio in the county of Mossoró, RN, Brazil. The edible fraction of the fruit *Ximenia americana* contains high levels of vitamin C (160,26 mg/100 g), yellow flavonoids (43,12 mg/100 g), total extractable polyphenols (3066,48 mg/100 g) and antioxidant activity (365,55 g fruit/g DPPH e 251,70 µmol Trolox/g) and the seeds contain content of polyphenols (2067,56 mg/100 g) and antioxidant (373,80 g fruit/g DPPH e 279,96 251,70 µmol Trolox/g). The edible part of the green fruit contains higher content of total extractable polyphenols, total carotenoids, yellow flavonoids and total anthocyanins. The edible portion of the fruits and the seeds from the community of Pau Branco contains the lowest content of total extractable polyphenols and antioxidant activity.

Key words: Vitamin C, flavonoids, anthocyanins, polyphenols, ABTS, DPPH.

RESUMO: Compostos bioativos e atividade antioxidante de *Ximenia americana* oriunda de diferentes locais de coleta. O trabalho teve como objetivo avaliar os compostos bioativos e a atividade antioxidante da fração comestível (polpa e casca) nos estádios de maturação verde e maduro do fruto e da semente da ameixa silvestre (*Ximenia americana* L.) proveniente de diferentes locais de ocorrência de produção na região semiárida do Brasil. Para caracterização da fração comestível o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, sendo o primeiro fator os locais de coleta e o segundo fator os estádios de maturação, com 4 repetições com 25 frutos cada. Já para as sementes o experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições, totalizando 25 sementes por parcela experimental. Os frutos foram coletados nas comunidades de Mulunguzinho, Pau Branco e Mata do Meio, no município de Mossoró, RN, Brasil. A fração comestível do fruto da *Ximenia americana* contém elevados teores de vitamina C (160,26 mg/100 g), flavonoides amarelos (43,12 mg/100 g), polifenóis extraíveis totais (3066,48 mg/100 g) e atividade antioxidante (365,55 g fruit/g DPPH e 251,70 µmol Trolox/g) e as sementes elevados teores de polifenóis (2067,56 mg/100 g) e atividade antioxidante (373,80 g fruit/g DPPH e 279,96 251,70 µmol Trolox/g). A fração comestível do fruto verde contém maior conteúdo de polifenóis extraíveis totais, carotenoides totais, flavonoides amarelos e antocianina totais. A fração comestível e as sementes dos frutos provenientes da comunidade de Pau Branco contém menor conteúdo de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante.

Palavras chave: Vitamina C, flavonóides, antocianina, polifenóis, ABTS, DPPH.

INTRODUCTION

The consumption of tropical fruits has increased in domestic and foreign markets due to the growing enlightenment of their nutritional and therapeutic value of fruits (1). In a market avid for novelty and consumers more aware of the benefits of eating healthy foods, fruits provide more variety to the diet, providing nutritious foods rich in functional compounds that could act as natural antioxidants.

Brazilian non-traditional fruit display in vitro great antioxidant capacity and significant amounts of flavonoids, vitamin C and phenolic compounds with unique sensory characteristics and high concentrations

of nutrients (2, 1), especially when it comes to wild or native species. These are outstanding sources of antioxidant compounds, which are associated with anti-aging and health promoting properties due to their potential to lower or inhibit oxidative stress (3). These antioxidants differ in nature as minerals, dietary fibers, phytochemicals as phenolics and vitamin C and pigments as carotenoids and chlorophyll, which overall are more abundant in immature fruit.

By presenting a rich and diverse flora, the semiarid region of Brazilian northeast has plant species with high potential for commercial exploitation, hitherto underutilized, among numerous plant species present in the area of the caatinga, there is the wild plum (*Ximenia americana L.*). It is a cosmopolitan tropical plant commonly found in Africa, India, New Zealand, Central America and South America. In Brazil, its occurrence is mainly in the semiarid region and coastal plains of the northeast of Brazil (4).

Wild plum is used in traditional medicine for various purposes in many countries of the African continent (5). In Brazil, in the Northeast region, the wild plum is used in traditional medicine, constituting a medicinal plant of Caatinga.

The fruit of the wild plum is rich in vitamin C (6) and phenolic compounds (7, 8), which are a natural antioxidant important in the human diet. The seeds, considered purgative and very tasty are used as seasoning, have increased their importance not only for nutritional value, but also for use in the cosmetics industry, and is considered a promising source of raw materials for use in production of herbal medicines (9).

Recent research executed by our research group (10) demonstrate great potential of wild plum coming from the Brazilian semiarid region, especially when compared with other fruit species traditionally consumed. The authors report that the pulp of the wild plum fruit contains high levels of carboidratros, functional compounds and antioxidant activity. They do mention that the seeds of wild plum have present high levels of lipid, protein, starch, extractable polyphenols and total antioxidant activity and both the pulp and the seeds have a considerable content of N, P, K, Cu and Mn.

In contrast, for the utilization and conservation of germplasm of particular species, it is essential to the best cognition of the existing materials in the region, for the wild plum is dispersed in Caatinga and may have genetic variability among the plants of the different regions and the composition nutritional fruits. Research cited above accomplished by our research group has done a characterization of wild plum fruit, but this study featuring the fruits of the plants found in different regions has not been done yet, making it necessary for the selection of plants with fruits of good nutritional quality. Thus, this study aimed to evaluate the bioactive compounds and antioxidant activity of wild plum coming from different regions of the Caatinga.

MATERIAL AND METHODS

Sample preparation

The wild plum fruits used were derived from plants that are spontaneously and dispersed in three areas with occurrence of production in the county of Mossoró, RN, Brazil. The collection areas were: Community of Mulunguzinho (5° 16' 52" S and 37° 11' 46" W), Community of Pau Branco (04º 54' 9.4" S and 37º 21' 59.9" W) and Community of Mato do Meio (Malvinas Neighborhood - 5° 14' 28" S and 37° 17' 29" W), designated as collection sites 1, 2 and 3, respectively. Fruits originating from the collection site 2, unlike the collection sites 1 and 3, were obtained from plants located in a commercial production farm of melon, which is made use of all the technological package for adduction.

The climate, according to Köppen classification, is "BSwh", that is, dry and very hot, with two seasons: a drought that usually goes from June to January and a rainy season from February to May. The soil of the collection site 1 is classified as Podzolic Red Yellow Eutrophic Equivalent, collection site 2 as Oxisol and collection site 3 as Rendzina.

Climatic data of collection sites were obtained in the period from October to December of 2011 and January to February of 2012, period corresponding to the production and harvest of the fruits of wild plum. The collection sites 1 and 3, for being closest to weather station at the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), the data of the institution were obtained, with average values of relative humidity with 62.82%, average temperature of 27.87 °C and accumulated precipitation of 114.05 mm. As for the data of collection site 2 (Community of Pau Branco) were provided by the Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), obtained from a station on-

site collection, in which, the average values were: relative humidity of 65.1%, temperature average of 27.94 °C and 65.4 mm accumulated precipitation.

The fruits were harvested directly from the plant canopy at two ripening stages: immature (green colored peel) and mature (yellow colored peel), in plant populations that were found spontaneously and scattered in the woods of caatinga of three communities in the county of Mossoró, RN, Brazil. After that, they were washed in running water, being discarded those who had cuts or grooves and those attacked by insects or animals and selected for uniformity of maturation and no damage marks. Pulp (composed of both mesocarp and exocarp or peel) was removed from the seeds by hand with the aid of stainless steel knives. Only mature seeds were evaluated. Pulp tissue was homogenized in Ultra-Turrax® (IKA, Germany) homogenizer, meanwhile seeds were crushed in a Wiley® stainless-steel (Thomas Sci., USA) mill and both samples were stored in a domestic freezer (-20 °C) until the analysis were performed.

Two separate experiments were conducted in which, for the edible fraction (pulp + peel) the experiment was conducted in a completely randomized design in a factorial 3 x 2, where the first factor was the three collection sites (Community of Mulunguzinho, Pau Branco and Mato do Meio) and the second was the maturation stages (green and ripe), with 4 repetitions, totaling 25 fruits per experimental plot. For seeds the experiment was conducted in a completely randomized design with four replications, totaling 25 seeds per experimental plot.

Bioactive compounds content

The total vitamin C was determined by titration with 0.02% 2,6-dichloro-indophenol (DFI) (Vetec, Brazil) as proposed by Strohecker and Henning (11). One gram of pulp was diluted to 100 mL of 0.5% oxalic acid and homogenized. Then, 5 mL of this solution was diluted to 50 mL with distilled water and titrated and results were expressed as mg/100g FW (fresh weight).

Anthocyanins and yellow flavonoids were extracted and determined as described by Francis (12). One gram of pulp was extracted with a 95% ethanol/1.5 N HCl (85:15) solution, supplied by Vetec, vortexed for 2 min and then, brought to 50 mL with the extracting solution. Protected from the light, the mixture was refrigerated at 4 oC for 12 hours, then filtered on Whatman N.1 paper and the filtrate was collected. The absorbance of the filtrate was measured at 535 nm for the total anthocyanin content using an absorption coefficient of 98.2 mol/cm and at 374 nm for the total yellow flavonoid content using an absorption coefficient of 76.6 mol/cm. Both results were expressed as mg/100g FW. Absorbances were monitored with UV-VIS spectrophotometer (model UV-1600 by Pró-Análise®, Brazil).

Total carotenoids were measured as described by Higby´s (13). Five grams of pulp were homogenized with 15 mL alcohol and 5 mL hexane and then (Vetec), let to stand for 90 min. The mixture was filtered into a 25 mL flask, then 2.5 mL acetone was added and volume completed with hexane. Absorbance was monitored at 450 nm and results were expressed as mg/100g FW.

Obtaining extracts for total extractable polyphenols and antioxidant capacity

The procedure developed by Larrauri et al. (14) was used and is described as follows: 1 g of sample were weighed into centrifuge tubes and extracted sequentially with 20 ml of methanol/water (50:50, v/v) at room temperature for 1 h. The tubes were centrifuged at 10,000 rpm for 20 min and the supernatant recovered. Then was added 20 ml of acetone/water (70:30, v/v) to the residue at room temperature, extracted for 1 h and centrifuged. Extracts of methanol and acetone were mixed, checking to 50 ml with distilled water, and extract used to determine the content of total extractable polyphenols and antioxidant capacity.

The total phenol content was measured by a colorimetric assay using Folin–Ciocalteu reagent as described by Obanda and Owuor (15). Before the colorimetric assay, the samples were subjected to extraction in 50% methanol and 70% acetone as described by Larrauri et al. (14). The determination was executed using aliquots from 4 µL to 100 µL of the extracts and they were mixed with 1 ml of the Folin–Ciocalteu reagent, 2 ml of the 20% sodium carbonate solution and 2 ml of distilled water. Following that the samples were agitated and left at rest for at least 30 min in the dark. The readings were made in spectrophotometer at 700 nm, using the standard curve of gallic acid 98% (0 - 50 µg). Results were expressed as gallic acid equivalents (GAE) mg/100 g FW.

Total antioxidant activity - ABTS•+ assay

The total antioxidant activity (TAA) was determined using 2,2-azinobis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid radical cation (ABTS*+, Sigma) method as described by Miller et al. (16). Before the colorimetric assay, the samples were subjected to a procedure of extraction in 50% methanol and 70% acetone. The cation ABTS•+ radical was generated through the reaction of the ABTS stock solution 7 mM with 140 mM of potassium persulfate leaving it in the dark at room temperature for 16 h before use. The ABTS•+ radical was diluted in ethanol for an absorbance of 0.70 ± 0.05 at 734 nm. The spectrophotometric reading was made after exactly 6 min from the mixture of 30 µL of the extract with 3 ml of the radical.

It was used the synthetic antioxidant Trolox at a concentration of 100 - 2000 µM in ethanol to prepare a calibration curve. The results were expressed in µmol of Trolox/g FW.

Total antioxidant activity - DPPH• assay

The free radical-scavenging by DPPH assay is based on the sequestering of DPPH radical (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl, Sigma) by antioxidants, decreasing absorbance at 515 nm and was proposed by Brand-Williams et al. (17) and modified by Sánchez-Moreno et al. (18). A methanol solution containing 0.06 mM DPPH was prepared and aliquots of 100 µL were added and absorbance monitored at 515 nm, until stabilization (110 min for immature fruit pulp, 85 min for mature and 30 min for seed). The antioxidant activity was expressed as the concentration of antioxidant able to reduce the free radicals by 50% (EC50) and expressed in g/g DPPH.

Statistical analysis

The results were interpreted by analysis of variance using the program Sisvar version 5.1 Build 72 program and the averages submitted to Tukey test at 5% probability.

RESULTS

Results for bioactive compounds of edible fraction of wild plum fruit are presented in Tables 1 and 2. According to the analysis of variance, there was a significant effect of collection site factor for vitamin C (Vit. C), total carotenoids (TC) and yellow flavonoids (YF). As for the maturation stage factor was no significant effect for TC and YF and the interaction (collection sites x maturation stages) was significant for total anthocyanins (TAN) and total extractable polyphenols (TEP). For seeds there was no significant effect for vitamin C (Vit. C), total carotenoids (TC) and total anthocyanins (TAN), however, significant effect to the yellow flavonoids and total extractable polyphenols (TEP).

Vitamin C content presented on average 160.26 mg vitamin C/100 g of edible portion. The fruits from the collection sites 1 and 3 stood out presenting more content of vitamin C (Table 1). The seeds showed an average content of 70 mg vitamin C/100g (Table 2).

The content of total carotenoids and yellow flavonoids were higher in fruit on the green maturity stage (Table 1). For total carotenoids, fruit from the collection site 1 showed edible fraction with higher content (1.02 mg/100 g), while for the seeds there was no difference between collection sites which presented on average content of 0.61 (Table 2).

For yellow flavonoids, the fruits of the collection site 2 stood out with higher content in the edible fraction, however, did not differ from region 1 (Table 1), which on average showed content of 43.12 mg/100 g. The seeds showed no difference between the collection sites, on average showed content of 15.83 mg/100 g of seed (Table 2).

To total anthocyanins, ripe fruit of the collection site 3 had lower content (Table 1), and no differences were observed for this content in the seed between the different collection sites (Table 2).

With respect to total extractable polyphenols (TEP), fruits in green maturity stage showed higher content except for the collection site 1, where there was no difference between the maturity stages; the ripe fruit of the collection site 2 showed less content. Already the seeds originating from the collection site 1 stood out with the highest content, followed by regions 3 and 2, respectively (Table 2).

For total antioxidant activity (TAA), there was significant interaction in both methods used. By DPPH method, the fruits from the collection site 1 had higher antioxidant potential (less g fruit/g DPPH) in both maturity stages (green and ripe) when compared to the fruits (green and ripe) from collection sites 2 e 3, behavior similar to that obtained by the ABTS method (Table 3). Fruits collected at site 1 showed no difference in antioxidant activity among the

TABLE 1. Bioactive compounds from edible fraction (pulp and peel) of the fruit of wild plum green and ripe coming from different places in the semi-arid region of Brazilian northeast.

Maturation Stage	Vitamin C (mg/100 g)	Total carotenoids (mg/100 g)	Yellow flavonoids (mg/100 g)
Green	156,70 a	0,97 a	46,53 a
Ripe	164,26 a	0,89 b	39,72 b
Places			
1	179,02 a	1,02 a	44,97 ab
2	123,16 b	0,92 b	45,39 a
3	179,26 a	0,85 b	39,01 b
General Mean	160,26	0,93	43,12
CV (%)	10,89	8,06	10,84

	Total anthocyanins (mg/100 g)		Total extractable polyphenols (mg/100 g)	
Places	Green	Ripe	Green	Ripe
1	3,31 bA	2,95 aA	3765,51 aA	3364,57 aA
2	4,20 aA	2,82 aB	2915,04 aA	1427,97 bB
3	5,40 aA	2,71 aB	4286,20 aA	2639,60 aB
General Mean	3,59		3066,48	
CV (%)	18,77		16,39	

Means followed by the same capital letter in the line and lower case in the column do not differ, according to the Tukey test at 5% probability.

TABLE 2. Ascorbic acid (Vit. C), carotenoids (CT), yellow flavonoids (YF), anthocyanins (ANT), total extractable polyphenols (TEP) and total antioxidant activity (TAA) by DPPH and ABTS method in seeds of wild plum coming from different places in the semi-arid region of Brazilian northeast.

Places	Vit. C	CT	YF	ANT	TEP	TAA – DPPH	TAA - ABTS
	----------mg/100 g----------					(g /g DPPH)	(µmol Trolox/g)
1	76,61 a	0,60 a	17,00 a	1,82 a	2453,1 a	330,00 b	312,21 a
2	65,63 a	0,65 a	16,99 a	2,20 a	1711,3 c	451,40 a	230,92 a
3	67,63 a	0,58 a	13,51 a	1,76 a	2038,3 b	340,01 b	296,76 a
General Mean	70,03	0,61	15,83	1,92	2067,56	373,80	279,96
CV (%)	9,55	16,36	12,63	23,91	8,63	8,98	15,33

Means followed by the same lower case letter in the column do not differ, according to the Tukey test at 5% probability.

TABLE 3. Total antioxidant activity (TAA) by DPPH and ABTS method of edible fraction (pulp and peel) of the fruit of wild plum green and ripe coming from different collection sites of the semi-arid region of Brazilian northeast.

Places	TAA (g fruit/g DPPH)		TAA (µmol Trolox/g) (ABTS)	
	Green	Ripe	Green	Ripe
1	257,93 bA	307,03 bA	285,31 aA	308,16 aA
2	358,60 aB	595,19 aA	229,09 bA	117,63 cB
3	329,85 aA	344,68 aA	348,96 aA	221,05 bB
General Mean	365,55		251,70	
CV (%)	14,86		18,46	

maturation stages. Ripe fruit of the collection site 2 showed lower TAA when compared to the TAA of the fruits from collection sites 1 and 3 (Table 3). For seeds it was observed significant effect only for the DPPH method, not observing a difference by ABTS method. Seeds from the collection sites 1 and 3 showed higher antioxidant potential (less g fruit/g DPPH) when compared to the seeds from collection site 2 (Table 2).

DISCUSSION

The vitamin C content present in the pulp (green and ripe) and in the seed of wild plum is expressive, making it an alternative and cheaper source of vitamin C for underserved populations of the Brazilian semiarid. The vitamin C content present in 100 g of wild plum pulp is four times greater than the daily intake recommended for children and adults, in which settles the consumption of vitamin C 45 mg/day. However, it should be caution to the intake of the pulp and/or seed, especially for children, because it is a fruit rich in lipids and carbohydrates (10). Silva et al. (6) obteined average content of 251.21 mg of vitamin C/100 g in the pulp of wild plum fruit, values higher than those found in this study, which corroborates be a fruit rich in vitamin C. This is even more expressive when compared to guava (99.2 mg/100 g, *Psidium guajava L.*), orange (73.3 mg/100 g, *Citrus sinensis*), tangerine (112 mg/100 g, *Citrus reticulata*) and açai (84 mg/100 g, *Euterpe oleracea*) (1, 19). However, much lower than the content present in camu-camu (1882 mg/100 g, *Myrciaria dubia*) and acerola (1357 mg/100 g, *Malpighia emarginata*) (1), known as the fruits with the highest content of vitamin C.

Carotenoids are antioxidants as well as precursors of important vitamin A and wild plum pulp presented higher contents than cashew apple (0.4 mg/100 g, *Anacardium occidentale*), 'camu camu' (0.4 mg/100 g, *Myrciaria dubia*), carnaúba (0.6 mg/100 mg, *Copernicia prunifera*), jaboticaba (0.32 mg/100 g, *Myrciaria cauliflora*), jambolan (0.51 mg/100 g, *Syzygium cumini*), mangaba (0.3 mg/100 g, *Hancornia speciosa*) and myrtle (0.5 mg/100 g, *Blepharocalyx salicifolius*) (1). The content found for ameixa silvestre seeds, 0.59 mg/100 g, was higher than found for 'pequi' almond (0.295 mg/100 g, *Caryocar brasiliense*) (20).

Flavonoid content of edible fraction of this work was higher than that observed by Lamien-Meda et al. (7) for fruits (pulp and peel) of wild plum from Burkina Faso, Africa, noting averages values nether than 31 mg/100 g. Results of researchs have shown a wide variation in the content of flavonoids (0.03 mg/100 g to 2700 mg/100 g) (21). In the wild plum, flavonoid content is nether than the present in nuts (18.02 mg/100 g), pistachio (6.06 mg/100 g), hazelnut (6.71 mg/100 g) and kernels (2.46 mg/100 g) (21). Such compounds play an important role in promoting health, protect the organism from damage produced by oxidizing agents, considered excellent antioxidants, sequestering and inactivating free radicals.

According to Vasco et al. (22) wild plum may be classified as a good source of phenolics as their contents were greater than 500 mg GAE/100g. The TEP content of this study was higher than that obtained by Mora et al. (8) who found variation between 970 to 2960 mg/100 g for fruit of wild plum from Mexico, and Lamien-Meda et al. (7) who obtained content ranging from 2230.0 to 2086.67 mg GAE/100 g in 70% MeOH extract and 70% acetone, respectively, for wild plum from Africa. Rufino et al. (1) evaluated eighteen non-traditional Brazilian fruit species, and found that the richest fruit in TEP were

camu-camu (1176 mg GAE/100 g), acerola (1063 mg GAE/100g, *Malpighia emarginata*) and puçá-preto (868 mg GAE/100 g, *Mouriri pusa*), these values are lower than those found in wild plum. Also presents higher content of TEP when compared to different commercial açaí pulp (*Euterpe oleracea*) (23) which makes the wild plum a major source of TEP.

The literature contains variations of total polyphenols between 206 to 1602 mg/100 g in pinions and nut, respectively (21) lower than the seed of this study. The TEP content is high, which suggests that the seed of wild plum is an excellent source of the bioactive compound. Seeds are an important natural source of antioxidants, which was observed for other species - like ethanol extract of cagaita seed (*Eugenia dysenterica*) and ethanol extract of araticum seed (*Annona crassiflora*) (cerrado species) - have high content of phenolic compounds (2).

Lamien-Meda et al. (7) report that fruits of wild plum from Burkina Faso, Africa, exhibit high antioxidant capacity. Rufino et al. (1), when analyzing the total antioxidant activity by DPPH and ABTS method of eighteen non-traditional tropical fruits, TAA observed was lower than in the wild plum. Wild plum fruits have high antioxidant potential and may, therefore, be recommended for both fresh consumption and for use in pharmaceutical, cosmetic and nutritional because of the benefits they can provide to consumer health, sequestering free radicals, helping to reduce the incidence of chronic and degenerative diseases.

It was observed that the antioxidant activity and the content of TEP and vitamin C were lower in fruits originating from the collection site 2, derived from plants occurring nearby the melon production areas that makes use of fertilizer and irrigation, which possibly makes the soil of the site referred more fertile collection, providing greater availability of plant nutrients and an environment with less stress. Agreeing with the literature that reports that the bioactive compounds responsible for antioxidant potential of the fruit, they are synthesized in greater amounts when the plant is subjected to stress (24). Seeds are an important natural source of antioxidants (2); oftentimes presenting greater antioxidant activity than the edible portion of the fruit itself, as reported by Soong and Barlow (25) for whom avocado seeds, mango, jackfruit and tamarind exhibit antioxidant activity and total content of phenols greater than the edible portion of the respective fruit.

CONCLUSIONS

The edible fraction (pulp + peel) of *Ximenia americana* fruit contains high levels of vitamin C, yellow flavonoids, total extractable polyphenols and antioxidant activity and the seeds polyphenols and antioxidant activity. The edible part of the green fruit contains higher content of total extractable polyphenols, total carotenoids, yellow flavonoids and total anthocyanins. The edible portion and the seeds of the fruits from the community of Pau Branco (collection site 2) contains the lowest content of total extractable polyphenols and antioxidant activity.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnologico (CNPq), Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brazil and Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) for the scholarships and financial support.

REFERENCES

1. Rufino MSM, Alves RE, Brito ES, Pérez-Jiménez J, Saura-Calixto F, Mancini-Filho J. Bioactive campounds and antioxidant capacities of 18 non-tradicional tropical fruits from Brazil. Food Chem 2010, 121(4): 996-1002.
2. Roesler R, Malta LG, Carrasco LC, Holanda RB, Sousa CAS, Pastore GM. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. Ciênc Tecnol Aliment 2007, 27(1): 53-60.
3. Hassimoto NMA, Genovese MI, Lajolo FM. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. J Agric Food Chem 2005, 53(8): 2928-2935.
4. Souza VC. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fenerógamas nativas e exóticas no Brasil baseado em APG II. 2 ed. Nova Odessa. SP: Instituto Plantarum, 2008. 703p.
5. Le NHT, Malteruda KE, Diallob D, Paulsena BS, Nergårda CS, Wangensteen H. Bioactive polyphenols in *Ximenia americana* and the traditional use among Malian healers. J Ethnopharmacol 2012, 139(3): 858-862.
6. Silva GG, Souza PA, Morais PLD, Santos EC, Moura RD, Menezes JB. Caracterização do fruto de ameixa silvestre (*Ximenia americana L.*). Rev Bras Frutic 2008, 30(2): 311-314.
7. Lamien-Meda A, Lamien CE, Compaoré MMY, Meda RNT, Kiendrebeogo M, Zeba B, et al. Polyphenol

content and antioxidant activity of fourteen wild edible fruits from Burkina Faso. Molecules 2008, 13(3): 581-594.
8. Mora VHF, Franco-Mora O, López-Sandoval JA, Pérez-López DJ, Balbuena-Melgarejo A. Characterization of wild plum (*Ximenia americana L. var. americana; Olacaceae*) fruit growing at Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico. Genet Resour Crop Evol 2009, 56: 719-727.
9. Brasileiro MT, Egito AA, Lima JR, Randau GCP, Rolim Neto PJ. *Ximênia americana L*: Baotânica, química e farmacologia no interesse da tecnologia farmacêutica. Rev Bras Farm 2008, 89(2): 164-167.
10. Sarmento JDA, Morais PLD, Souza FI, Miranda MRA. Physical-chemical characteristics and antioxidant potential of seed and pulp of *Ximenia americana L*. from the semiarid region of Brazil. Afr J Biotechnol 2015, 14(20): 1743-1752.
11. Strohecker R, Henining HM. Análisis de vitaminas: métodos comprobrados. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 42p.
12. Francis FJ. Analysis of Anthocyanins. In: Markakis P. Anthocyanins as food colors. London, UK: Academic Press, 1982. 263p.
13. Higby WK. A simplified method for determination of some the carotenoids distribution in natural and carotene-fortified orange juice. J Food Sci 1962, 27(1): 42-49.
14. Larrauri JA, Rupérez P, Saura-Calixto F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. J Agric Food Chem 1997, 45(4): 1390-1393.
15. Obanda M, Owuor PO. Flavonol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. J Sci Food Agric 1997, 74(2): 209-215.
16. Miller NJ, Diplock AT, Rice-Evans C, Davies MJ, Gopinathan V, Milner A. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. Clin Sci 1993, 84(4): 407-412.
17. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Sci Technol 1995, 28(1): 25-30.
18. Sanchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto FA. Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. J Sci Food Agric 1998, 76(2): 270-276.
19. Taco. Tabela brasileira de composição de alimentos/ NEPA-UNICAMP. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2011. 161p.
20. Lima A, Silva AMO, Trindade RA, Torres RP, Mancini-Filho J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense Camb*.). Rev Bras Frutic 2007, 29(3): 695-698.
21. Bolling BW, Chen C-YO, Mckay DL, Blumberg JB. Tree nut phytochemicals: composition, antioxidant capacity, bioactivity, impact factors. A systematic review of almonds, Brazils, cashews, hazelnuts, macadamias, pecans, pine nuts, pistachios and walnuts. Nutr. Res. Rev 2011, 24(2): 244-275.
22. Vasco C, Ruales J, Kamal-Eldin A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. Food Chem 2008, 111(4): 816-823.
23. Santos GM, Maia GA, Sousa PHM, Costa JMC, Figueiredo RW, Prado GM. Correlação entre atividade antioxidante e compostos bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea Mart*). ALAN 2008, 58(2): 187-192.
24. Taiz L, Zeiger E. Fisiologia vegetal. Artmed, Porto Alegre, Brasil. 2008. 820p.
25. Soong Y, Barlow PJ. Antioxidant activity and phenolic content of selected fruit seeds. Food Chem 2004, 88: 411 – 417.

Recibido: 15-06-2015
Aceptado: 26-09-2015

INFORMACION PARA LOS AUTORES

En 1950 el Instituto Nacional de Nutrición de Venezuela edita su revista Archivos Venezolanos de Nutrición la cual en 1966 es donada a la recién creada Sociedad Latinoamericana de Nutrición, SLAN, para convertirse en su órgano oficial de divulgación Archivos Latinoamericanos de Nutrición, ALAN.

ALAN acoge en sus páginas trabajos de investigación originales sobre temas relacionados con alimentación y nutrición, entre ellos, nutrición humana y animal, bioquímica nutricional aplicada, nutrición clínica y comunitaria, educación en nutrición, ciencia y tecnología de alimentos, microbiología de alimentos, revisiones científicas críticas, Editoriales y Cartas al Editor.

Todos los artículos que se publican pasan por un proceso de arbitraje externo. El Comité Editorial no se hace responsable de los conceptos emitidos en los artículos aceptados. No se mantendrá correspondencia sobre aquellos que no sean publicados.

REQUISITOS PARA LA PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS VÍA ELECTRÓNICA

Resumen de requisitos:

- Todas las partes del manuscrito estarán presentadas en versión Word a doble espacio, con letra Times New Roman (tamaño 12) en páginas tamaño carta. El trabajo debe tener una extensión no mayor de 23 páginas, incluyendo las Tablas, Figuras e ilustraciones si la hubiere, las cuales deben estar incorporadas al final del texto. Todas las páginas deben estar numeradas.
- Revise la secuencia general: Título del manuscrito y autores, Resumen y palabras clave, Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, Conclusiones, Agradecimientos, Referencias, Tablas y Figuras.
- Adjunte carta de presentación y aceptación de autoría firmada por los investigadores involucrados. Los autores podrán sugerir los nombres de tres posibles árbitros con sus respectivas direcciones electrónicas.
- Envíe el manuscrito junto con la carta de presentación, a la siguiente dirección electrónica: info@alanrevista.org

PORTADA

Debe contener: Título del manuscrito. Nombres, apellidos y la afiliación institucional de los autores. Nombre, dirección postal, número de teléfono y dirección de correo electrónico del autor encargado de la correspondencia.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Escrito en forma corrida y no en secciones, que no sobre pasará las 250 palabras de extensión. Agréguense de 3 a 6 palabras clave que ayuden a los indizadores a clasificar el artículo. ALAN exige que si el trabajo original es en español o en inglés, deberá acompañarse de un resumen en inglés o en español o alternativamente en portugués con sus palabras clave.

INTRODUCCIÓN

Enuncie la finalidad o el objetivo de investigación específico del estudio u observaciones, o bien la hipótesis que se ha puesto a prueba. Cite las referencias estrictamente pertinentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Identifique los métodos, los aparatos y equipos (nombre y dirección del fabricante) y los procedimientos realizados. Identifique los reactivos y productos químicos utilizados.

Describa los métodos estadísticos con detalles e indique el método y modelo estadístico.

RESULTADOS

Limite las Tablas y las Figuras al número necesario para explicar el argumento y resultados de la investigación y evaluar los datos en que se apoya.

Se sugiere un máximo de 5 Tablas y 3 Figuras.

DISCUSIÓN

Breve y concisa, contrastada con observaciones realizadas en otros estudios. Proponga nuevas hipótesis cuando haya justificación para ello, pero identificándolas claramente como tales.

CONCLUSIONES

Refiérase a las más relevantes y oriente sobre posibles vías para continuar la investigación o el estudio emprendido.

No cite referencias bibliográficas en esta sección.

AGRADECIMIENTOS

Mencione la procedencia del apoyo recibido en forma de subvenciones (equipos, reactivos, medicamentos) y a las instituciones financiadoras del estudio, dependencia e instituciones que apoyaron su ejecución, así como a personas y colaboradores.

TABLAS Y FIGURAS

Numérelas consecutivamente en arábigos siguiendo el orden en que se citan por primera vez en el texto. Cerciórese de que cada Tabla y Figura aparezca citada en el manuscrito.

REFERENCIAS

En el texto numere las referencias consecutivamente siguiendo el orden en que se mencionan por primera vez y se identificarán mediante números arábigos entre paréntesis.

Las Referencias serán listadas al final del manuscrito en orden numérico, no en orden alfabético. La veracidad de la información contenida en ésta sección es responsabilidad del autor (de los autores).

COSTO POR PÁGINA

Debido a los altos costos de impresión y publicación, ALAN ha estipulado dentro de su política editorial el costo de US $ 20 por concepto de página publicada, suma que deberá ser agenciada por los autores a través de sus subvenciones de investigación o ante las instituciones donde prestan sus servicios. Se hace notar sin embargo, que este costo por página no condicionará de manera alguna la aceptación y publicación del trabajo, lo cual estará dado por los méritos del mismo.

Debido a que no existe al presente una traducción oficial al español, se transcribe por razones de espacio, solo el título del documento que sigue: **RECOMMENDATIONS FOR THE CONDUCT, REPORTING, EDITING, AND PUBLICATION OF SCHOLARLY WORK IN MEDICAL JOURNALS** Updated AUGUST 2013. Para una lectura completa de esta versión, los autores deben acudir al siguiente sitio: http://www.icmje.org

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 65, 2015.

EDITORIAL..... 141

ARTÍCULOS GENERALES

Consideraciones sobre la elaboración de las directrices de nutrición de la Organización Mundial de la Salud y su implementación
Gerardo Zamora, Daniela Meneses, Luz Maria De-Regil, LynnetteNeufeld, Juan Pablo Peña-Rosas, Odalis Teresa Sinisterra..... 1
Lactancia materna y enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta
Mónica Mazariegos, Manuel Ramírez Zea..... 143

PERSPECTIVA

Herramienta de cribado nutricional versus valoración nutricional antropométrica de niños hospitalizados: ¿Cuál método se asocia mejor con la evolución clínica?
María Verónica Márquez Costa, Carla Alberici Pastore..... 231
Sodio y enfermedad cardiovascular: Contexto en Latinoamérica
Diego Gaitán, Rodrigo Chamorro, Gustavo Cediel, Gustavo Lozano, Fabio da Silva Gomes..... 206

TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

Nutrición y Salud Pública
Consumo de frutas, verduras y presión arterial: Un estudio poblacional
Lucía Pienovi, Macarena Lara, Patricia Bustos, Hugo Amigo..... 21
Folic acid intake by pregnant women from Vale do Jequitinhonha, Brazil, and the contribution of fortified foods
Humberto Gabriel Rodrigues, Muriel Bauermann Gubert, Leonor Maria Pacheco Santos..... 27
Sodio en panes y snacks de mayor consumo en Costa Rica. Contenido basal y verificación del etiquetado nutricional
María de los Ángeles Moreno-Campos, Adriana Blanco-Metzler, Victoria Chan Chan..... 36
Phenolic compounds content and antioxidant capacity of meals provided to elementary public schools in Chile during 2011
Mariane Lutz, Romina Barraza, Carolina Henríquez..... 71
Medición del índice glucémico de 2 variedades de pastas y 2 variedades de arroz
Edgardo Ridner, Antonio Di Sibio..... 79
Capacidad predictiva de los índices antropométricos en la detección de Síndrome Metabólico en adultos chilenos
Gislaine Granfeld Molina, Jaqueline Ibarra Pezo, Constanza Mosso Corral, Sara Muñoz Reyes, Katia Sáez Carrillo, Damaris Zapata Fuentes..... 152
Predictores maternos del índice de masa corporal del hijo pré-escolar y escolar
Rosario E. Ortiz-Félix, Yolanda Flores-Peña, Velia M. Cárdenas-Villareal, José Moral de la Rubia, María D. Ruvalcaba Rodriguez, Roandy G. Hernández-Carranco..... 158

Educación Nutricional
Diseño y validación de una escala para valorar la autorregulación de hábitos alimentarios en estudiantes universitarios mexicanos
Yolanda Campos-Uscanga, Roberto Lagunes Córdoba, Jaime Morales-Romero, Tania Romo-González..... 44

Tecnología de Alimentos
Evaluación de la aceptación por consumidores de un bocadillo de pejibaye (*Bactris gasipaes*) y estudio de su potencial como alimento funcional
Rebeca López-Calvo, Ana M. Pérez, Carmen Ivankovich Guillén, Sandra Calderán Villaplana, María Lourdes Pineda Castro..... 51

Bioquímica Nutricional
Association between maternal diet factors and hemoglobin levels, glucose tolerance, blood pressure and gestational age in a Hispanic population
Roxana Soto, Natacha Guilloty, Liza Anzolota, Zaira Rosario, José F. Cordero, Cristina Palacios..... 86

Conducta Alimentaria
Estudio sobre características de la alimentación de los adolescentes uruguayos
Alfonsina Ortiz, Isabel Pereyra..... 97

Nutrición y Tercera Edad
Avaliação e acompanhamento nutricional em idosos de uma instituição de longa permanência
Karina Pfrimer, Mariana Marques Messias, Eduardo Ferriolli, Márcia Saladini Vieira Salles, Luiz Carlos Roma Junior, Arlindo Saran Netto, Marcus Antônio Zanetti, Helio Vannucchi..... 104

Ciencia de Alimentos
Cambios microestructurales en los granos de *Phaseolus vulgaris* endurecidos
María Virginia Mujica, Marisela Granito, Naudy Soto..... 110
Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacites and bioactive compounds in tropical fruit juices
Ana Carolina da Silva Pereira, Nedio Jair Wurlitzer, Ana Paula Dionísio, Marcia Valéria Lacerda Soares, Maria do Socorro Rocha Bastos, Ricardo Elesbão Alves, Isabella Montenegro Brasil..... 119
Laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y cálcio
Humberto Emiro Barazarte Barazarte, Elba Sangronis, Ismar María Moreno Pérez, Carlos Alberto Garmendia Guedez, Yelitza José Mujica..... 225
Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*)
Sonia Rosario Calliope, Manuel Oscar Lobo, Norma Cristina Sammán..... 234

Latin Foods. Composición de Alimentos
Características físicas y antioxidantes de semillas y productos de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*)
Beatriz Mejia-Garibay, José Ángel Guerrero-Beltrán, Enrique Palou, Aurelio López-Malo..... 128
Tabela brasileira de composição de alimentos-USP: compilação de dados a serviço do bem público
Tássia do Vale Cardoso Lopes, Denise Cavallini Cyrillo, Eliana Bistriche Giuntini, Franco Maria Lajolo, Elizabeth Wenzel de Menezes..... 186

Sheep milk: physical-chemical characteristic and microbiological quality
Ivandré Antonio Merlin Junior, Joice Sifuentes dos Santos, Lígia Grecco Costa, Renan Grecco Costa, Agostinho Ludovico, Fabiola Cristine de Almeida Rego, Elsa Helena Walter de Santana..... 193
Caracterización morfológica y composición química de chayotas *(Sechium edule)* cultivadas em las Islas Canarias (España)
Castro Rodriguez JM, Toledo Díaz AM, Rodríguez Galdón B, Perdomo Molina A, Rodríguez-Rodriguez EM, Díaz Romero C..... 243
Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana *(Physalys peruviana L.)* en tres estadios de su maduración
Corrales-Bernal Andrea, Vergara Ana Isabel, Rojano Benjamín, Yahia Elhadi, Maldonado María Elena.. 254
Bioactive compounds and antioxidant activity of *Ximenia americana* coming from different collection sites
José Darcio Abrantes Sarmento, Patrícia Lígia Dantes de Morais, Francisco Irael de Souza, Lucas Ramos da Costa, Naama Jessica de Assis Melo..... 263

Nutrición y Embarazo
Percentile distribution of anthropometric variables in pregnant women
Ingrid Rached-Sosa, Gladys Henríquez-Pérez……..……... 166
Percentile distribution for anthropometric variables used to estímate body composition in pregnant women
Ingrid Rached-Sosa, Gladys Henríquez-Pérez…….....…….. 173

Microbiología de Alimentos
Aflatoxin M1 in pasteurized, UHT milk and milk powder commercialized in Londrina, Brazil and estimation of exposure
Joice Sifuentes dos Santos, Vanessa R França, Shiguedy Katto, Elsa H W Santana..……..... 181

Cartas al Editor
La ortorexia: Un nuevo reto para los profesionales de la salud
Vanessa Cavero, Cynthia Lodwig, Gabriela Lulli, Romina Tejada..…….....…… 199

Consumo de Alimentos
Food environment and family support in relation to fruit and vegetable intake in pregnant women
Daniela CC Zuccolotto, Patrícia Barbieri, Daniela Saes Sartorelli..…….....…….. 216

NOTAS……..... 59

NOTAS NECROLOGICAS……...……..... 61, 136

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES…...……..... 65, 139, 200, 271

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 65, 2015……..…..... 273

INDICE DE AUTORES……..... 276

INDICE DE MATERIAS……..... 284

ÍNDICE DE AUTORES DEL VOLUMEN 65-2015

Vol / Pág / Año

A

Abrantes Sarmento, José Darcio
Bioactive compounds and antioxidant activity of *Ximenia americana* coming from different collection sites ..... 65(4): 263-270; 2015
Almeida Rego, Fabiola Cristine de
Véase Merlin Junior, Ivandré Antonio ..... 65(3): 193-198; 2015
Amigo, Hugo
Véase Pienovi, Lucía ..... 65(1): 21-26; 2015
Anzalota, Liza
Véase Soto, Roxana ..... 65(2): 86-96; 2015
Assis Melo, Noama Jessica de
Véase Abrantes Sarmiento, José Darcio ..... 65(4): 263-270; 2015

B

Barazarte Barazarte, Humberto Emiro
Laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y calcio ..... 65(4): 225-233; 2015
Barbieri, Patrícia
Véase Zuccolotte, Daniela CC ..... 65(4): 216-224; 2015
Barroza, Romina
Véase Lutz, Mariane ..... 65(2): 71-78; 2015
Bauermann Gubert, Muriel
Véase Rodrigues, Humberto Gabriel ..... 65(1): 27-35; 2015
Bistriche Giuntini, Eliana
Véase Cardoso Lopes, Tássia do Vale ..... 65(3): 186-192; 2015
Blanco-Metzler, Adriana
Véase Montero-Campos, María de los Ángeles ..... 65(1): 36-43; 2015
Bustos, Patricia
Véase Pienovi, Lucía 65(1): 21-26; 2015

C

Calderón Villaplana, Sandra
Véase López-Calvo, Rebeca ..... 65(1): 51-58; 2015
Calliope, Sonia Rosario
Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*) ..... 65(4): 234-242; 2015
Campos-Uscanga, Yolanda
Diseño y validación de una escala para valorar la autorregulación de hábitos alimentarios en estudiantes universitarios mexicanos ..... 65(1): 44-50; 2015

Cárdenas-Villarial, Velia M.
Véase Ortíz-Félix, Rosario E..... 65(3): 158-165; 2015
Cardoso Lopes, Tássia do Vale
Tabela brasileira de composição de alimentos-USP: compilação de dados a serviço do bem público .....65(3): 186-192; 2015
Castro Rodríguez, JM
Caracterización morfológica y composición química de chayotas (*Sechium edule*) cultivadas en las Islas Canarias (España)..... 65(4): 243-253; 2015
Cavallini Cyrillo, Denise
Véase Cardoso Lopes, Tássia do Vale ..... 65(3): 186-192; 2015
Cavero, Vanessa
Carta al editor: La ortorexia: Un nuevo reto para los profesionales de la salud ..... 65(3): 199; 2015
Cediel, Gustavo
Véase Gaitán, Diego..... 65(4): 206-215; 2015
Chamorro Rodrigo
Véase Gaitán, Diego ..... 65(4): 206-215; 2015
Chan Chan, Victoria
Véase Montero-Campos, María de los Ángeles ..... 65(1): 36-43; 2015
Chavéz Pérez, José Félix
Editorial: Del revisor de artículos científicos ..... 65(3): 141-142; 2015
Cordero, José F.
Véase Soto, Roxana ..... 65(2): 86-96; 2015
Corrales-Bernal, Andrea
Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalys peruviana L.)* en tres estadios de su maduración ..... 65(4): 254-262; 2015

D

Dantas de Morais, Patrícia Ligia
Véase Abrantes Sarmento, José Darcio ..... 65(4): 263-270; 2015
Da Silva Gomes, Fabio
Véase Gaitán, Diego ..... 65(4): 206-215; 2015
Da Silva Pereira, Ana Carolina
Synergistic, additive and antagonistic effects of fruit mixtures on total antioxidant capacites and bioactive compounds in tropical fruit juices ..... 65(2): 119-127; 2015
De-Regil, Luz María
Véase Zamora, Gerardo ..... 65(1): 1-11; 2015
De Souza, Francisco Irael
Véase Abrantes Sarmento, José Darcio ..... 65(4): 263-270; 2015
Díaz Romero, C.
Véase Castro Rodríguez , JM ..... 65(4): 243-253; 2015
Dionísio, Ana Paula
Véase da Silva Pereira, Ana Carolina ..... 65(2):119-127; 2015

Di Sibio, Antonio
Véase Ridner, Edgardo ..... 65(2): 79-85; 2015

E

Elesbão Alves, Ricardo
Véase da Silva Pereira, Ana Carolina ..... 65(2): 119-127; 2015

F

Ferriolli, Eduardo
Véase Pfrimer, Karina ..... 65(2): 104-109; 2015
Flores-Peña, Yolanda
Véase Ortiz-Félix, Rosario E..... 65(3): 158-165; 2015
França, Vanessa R.
Véase Sifuentes dos Santos, Joice ..... 65(3): 181-185; 2015

G

Gaitan, Diego
Sodio y enfermedad cardiovascular: contexto en Latinoamérica ..... 65(4): 206-215; 2015
Garmendia Guedez, Carlos Alberto
Véase Barazarte Barazarte, Humberto Emiro ..... 65(4): 225-235; 2015
Granfeldt Molina, Gislaine
Capacidad predictiva de los índices antropométricos en la detección de Síndrome Metabólico en adultos chilenos ..... 65(3): 152-157; 2015
Granito, Marisela
Véase Mujica, María Virginia ..... 65(2): 110-118; 2015
Grecco Costa, Lígia
Véase Merlin Junior, Ivandré Antonio ..... 65(3): 193-198; 2015
Grecco Costa, Renan
Véase Merlin Junior, Ivandré Antonio ..... 65(3): 193-198; 2015
Guerrero-Beltrán José Ángel
Véase Mejías-Garibay, Beatriz ..... 65(2): 128-135; 2015
Guilloty, Natacha
Véase Soto, Roxana ..... 65(2): 86-96; 2015

H

Henríquez, Carolina
Véase Lutz, Mariane ..... 65(2): 71-78; 2015
Henríquez-Pérez, Gladys
Véase Rached-Sosa, Ingrid ..... 65(3): 166-172; 2015
Véase Rached-Sosa, Ingrid ..... 65(3): 173-180; 2015
Hernández-Carranco, Roandy G.
Véase Ortiz-Félix, Rosario E..... 65(3): 158-165; 2015

I

Ibarra Pezo, Jaqueline
Véase Granfeldt Molina, Gislaine 65(3): 152-157; 2015

Ivankovich Guillén, Carmen
Véase López-Calvo, Rebeca ..... 65(1): 51-58; 2015

J

Jair Wurlitzer, Nedio
Véase da Silva Pereira, Ana Carolina ..... 65(2): 119-127; 2015

K

Katto, Shiguedy
Véase Sifuente dos Santos, Joice ..... 65(3): 181-185; 2015

L

Lacerda Soares, Marcia Valéria
Véase da Silva Pereira, Ana Carolina ..... 65(2): 119-127; 2015
Lagunes Córdoba, Roberto
Véase Campos-Uscanga, Yolanda ..... 65(1): 44-50; 2015
Lajolo, Franco María
Véase Cardoso Lopes, Tássia do Vale ..... 65(3): 186-192; 2015
Lara, Macarena
Véase Pienovi, Lucia ..... 65(1): 21-26; 2015
Lobo, Manuel Oscar
Véase Calliope, Sonia Rosario ..... 65(4): 234-242;2015
Lodwig, Cynthia
Véase Cavero, Vanessa ..... 65(3): 199; 2015
López-Calvo, Rebeca
Evaluación de la aceptación por consumidores de un bocadillo de pejibaye *(Bactris gasipaes*) y estudio de su potencial como alimento funcional ..... 65(1): 51-58; 2015
López-Malo, Aurelio
Véase Mejía-Garibay, Beatriz ..... 65(2): 128-135; 2015
Lozano, Gustavo
Véase Gaitán, Diego ..... 65(4): 206-215; 2015
Ludovico, Agostinho
Véase Merlin Junior, Ivandré Antonio ..... 65(3): 193-198; 2015
Lulli, Gabriela
Véase Cavero, Vanessa ..... 65(3): 199; 2015
Lutz, Mariane
Phenolic compounds content and antioxidant capacity of meals provided to elementary public schools in Chile during 2011 ..... 65(2): 71-78; 2015

M

Maldonado, María Elena
Véase Corrales-Bernal, Andrea ..... 65(4): 252-259; 2015
Marquez Messias, Mariana
Véase Pfrimer, Karina ..... 65(2): 104-109; 2015

Márquez Costa, María Verónica
Herramienta de cribado nutricional versus valoración nutricional antropométrica de niños hospitalizados: ¿Cuál método se asocia mejor con la evolución clínica? ... 65(1): 12-20; 2015
Mazariegos, Mónica
Lactancia materna y enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta ... 65(3): 143-151; 2015
Mejía-Garibay, Beatriz
Características físicas y antioxidantes de semillas y productos de mostaza negra (*Brassica nigra*) y amarilla (*Brassica alba*) ... 65(2): 128-135; 2015
Meneses, Daniela
Véase Zamora, Gerardo ... 65(1): 1-11; 2015
Merlin Junior, Ivandré Antonio
Sheep milk: physical-chemical characteristic and microbiological quality ... 65(3): 193-198; 2015
Montenegro Brasil, Isabella
Véase da Silva Pereira, Ana Carolina ... 65(2): 119-127; 2015
Montero-Campos, María de los Ángeles
Sodio en panes y snacks de mayor consumo en Costa Rica. Contenido basal y verificación del etiquetado nutricional ... 65(1): 36-43; 2015
Moral de la Rubia, José
Véase Ortiz-Félix, Rosario E. ... 65(3): 158-165; 2015
Morales-Romero, Jaime
Véase Campos-Uscanga, Yolanda ... 65(1): 44-50; 2015
Moreno Pérez, Ismar María
Véase Barazarte Barazarte, Humberto Emiro ... 65(4): 225-233; 2015
Moza, Corral, Constanza
Véase Granfeldt Molina, Gislaine... 65(3): 152-157; 2015
Mujica, María Virginia
Cambios microestructurales en los granos de *Phaseolus vulgaris* endurecidos ... 65(2): 110-118; 2015
Mujica, Yelitza José
Véase Barazarte Barazarte, Humberto Emiro ... 65(4): 225-233; 2015
Muñoz Reyes, Sara
Véase Granfeldt Molina, Gislaine ... 65(3): 152-157; 2015

N

Neufeld, Lynnette
Véase Zamora, Gerardo ... 65(1): 1-11; 2015

O

Ortiz, Alfonsina
Estudio sobre características de la alimentación de los adolescentes uruguayos ... 65(2): 97-103; 2015
Ortiz-Félix, Rosario E.
Predictores maternos del índice de masa corporal del hijo pré-escolar y escolar ... 65(3): 158-165; 2015

P

Pacheco Santos, Leonar Maria
Véase Rodriguez, Humberto Gabriel ..... 65(1): 27-35; 2015
Palacios, Cristina
Véase Soto, Roxana ..... 65(2): 86-96; 2015
Palou, Enrique
Véase Mejía-Garibay, Beatriz ..... 65(2): 128-135; 2015
Pastore, Carla Alberici
Véase Márquez Costa, María Verónica ..... 65(1): 12-20; 2015
Peña-Rosas, Juan Pablo
Véase Zamora, Gerardo ..... 65(1): 1-11; 2015
Perdomo Molina, A
Véase Castro Rodríguez, JM. ..... 65(4): 243-253; 2015
Pereyra, Isabel
Véase Ortiz, Alfonsina ..... 65(2): 97-103; 2015
Pérez, Ana M.
Véase López-Calvo, Rebeca ..... 65(1): 51-58; 2015
Pfrimer, Karina
Avaliação e acompanhamento nutricional em idosos de uma instituição de longa permanência ..... 65(2): 104-109; 2015
Pienovi, Lucia
Consumo de frutas, verduras y presión arterial: Un estudio poblacional ..... 65(1): 21-26; 2015
Pineda Castro, María Lourdes
Véase López-Calvo, Rebeca ..... 65(1): 51-58; 2015

R

Rached-Sosa, Ingrid
Percentile distribution of anthropometric variables in pregnant women ..... 65(3): 166-172; 2015
Percentile distribution for anthropometric variables used to estimate body composition in pregnant women ..... 65(3): 173-180; 2015
Ramirez Zea, Manuel
Véase Mazariegos, Mónica ..... 65(3): 143-151; 2015
Ramos da Costa, Lucas
Véase Abrantes Sarmento, José Dario ..... 65(4): 263-270; 2015
Ridner, Edgardo
Medición del índice glucémico de 2 variedades de pastas y 2 variedades de arroz ..... 65(2): 79-85; 2015
Rocha Bastos, María do Socorro
Véase da Silva Pereira, Ana Carolina ..... 65(2): 119-127; 2015
Rodrigues, Humberto Gabriel
Folic acid intake by pregnant women from Vale do Jequitinhonha, Brazil, and the contribution of fortified foods ..... 65(1): 27-35; 2015
Rodríguez Galdón, B.
Véase Castro Rodríguez, JM. ..... 65(4): 243-253; 2015

Rodríguez-Rodríguez, EM.
Véase Castro Rodríguez, JM. ..... 65(4): 243-253; 2015
Rojano, Benjamín
Véase Corrales-Bernal, Andrea ..... 65(4): 254-262; 2015
Roma Junior, Luiz Carlos
Véase Pfrimer, Karina ..... 65(2): 104-109; 2015
Romo-González, Tania
Véase Campos-Uzcanga, Yolanda ..... 65(1): 44-50; 2015
Rosario, Zaira
Véase Soto, Roxana ..... 65(2): 86-96; 2015
Ruvalcaba Rodríguez, María D.
Véase Ortiz-Félix, Rosario E..... 65(3): 158-165; 2015

S

Saes Sartorelli, Daniela
Véase Zuccolotte, Daniela CC. ..... 65(4): 216-224; 2015
Sáez Carrillo, Katia
Véase Granfeldt Molina, Gislaine ..... 65(3): 152-157; 2015
Saladini Vieira Salles, Márcia
Véase Pfrimer, Karina ..... 65(2): 104-109; 2015
Sammán, Norma Cristina
Véase Calliope, Sonia Rosario ..... 65(4): 234-242; 2015
Sangronis, Elba
Véase Barazarte Barazarte, Humberto Emiro ..... 65(4): 225-233; 2015
Santana, Elsa HW.
Véase Sifuentes dos Santos, Joice ..... 65(3): 181-185; 2015
Saran Netto, Arlindo
Véase Pfrimer, Karina ..... 65(2): 104-109; 2015
Sifuentes dos Santos, Joice
Aflatoxin M1 in pasteurized, UHT milk and milk powder commercialized in Londrina, Brazil and estimation of exposure ..... 65(3): 181-185; 2015
Véase Merlin Junior, Ivandré Antonio ..... 65(3): 193-198; 2015
Sinisterra, Odalis Teresa
Véase Zamora, Gerardo ..... 65(1): 1-11; 2015
Soto, Naudy
Véase Mujica, María Virginia ..... 65(2): 110-118; 2015
Soto, Roxana
Association between maternal diet factors and hemoglobin levels, glucose tolerance, blood pressure and gestational age in a Hispanic population ..... 65(2): 86-96; 2015

T

Tejada, Romina
Véase Cavero, Vanessa ..... 65(3): 199; 2015
Toledo Díaz, AM.
Véase Castro Rodríguez, JM. ..... 65(4): 243-253; 2015

V

Vannuchi, Helio
Véase Pfrimer, Karina ..... 65(2): 104-109; 2015

Vergara, Ana Isabel
Véase Corrales-Bernal, Andrea ..... 65(4): 254-262; 2015

W

Walter de Santana, Elsa Helena
Véase Merlin Junior, Ivandré Antonio ..... 65(3): 193-198; 2015
Wenzel de Menezes, Elizabeth
Véase Cardoso Lopes, Tássia do Vale ..... 65(3): 186-192; 2015

Y

Yahia, Elhadi
Véase Corrales-Bernal, Andrea ..... 65(4): 254-262; 2015

Z

Zamora, Gerardo
Consideraciones sobre la elaboración de las directrices de nutrición
de la Organización Mundial de la Salud y su implementación ..... 65(1): 1-11; 2015

Zanetti, Marcus Antônio
Véase Pfrimer, Karina ..... 65(2): 104-109; 2015

Zapata Fuentes, Damaris
Véase Granfeldt Molina, Gislaine ..... 65(3): 153-157; 2015

Zuccolotto, Daniel CC.
Food environment and family support in relation to fruit and
vegetable intake in pregnant women ..... 65(4): 216-224; 2015

ÍNDICE DE MATERIAS DEL VOLUMEN 65-2015

A

Ácido ascórbico……119
Ácido fólico……27
Adolescencia…. 97
Adulto…..143
Aflatoxina M1 (AFM1)…. 181
Alimentación…… 97
Alimentación escolar…….71
Alimento……186
Alimento funcional…….51, 119
Almuerzo……71
Ambiente Alimentario……216
Antioxidante……71
Antocianina…… 263
Antropometría…… 166, 173
Arroz…… 79
Autorregulación…… 44

B

Bactris gasipaes..…… 51
Bases de datos…… 186
Bioimpedancia…… 104
Bocadillos…… 51
Brasil…… 27

C

Cambios microscópicos..……110
Capacidad antioxidante…… 128, 254
Capacidad antioxidante total…… 119
Cardiometabólico…… 152
Carotenoides……254
Chayota……243
Circunferencia cintura…… 152
Composición……193
Composición corporal...…… 173
Composición de alimentos…… 186
Composición química…… 243
Conducta alimentaria....…… 97
Confiabilidad…… 44
Consumidores…… 51
Consumo de frutas, verduras y legumbres…… 216
Cotiledones……110

Crianza del niño…….158
Cribado nutricional…….12

D

Defecto del tubo neural…….27
Descansar en casa…….104
Desayuno...…….71
Desnutrición…….12
Directrices, OMS..…….1
Distribución percentilar…….166, 173
DPPH……..…….128, 263

E

ELISA……..…….181
Embarazo…….86, 166, 173
Endurecimiento de granos…….110
Enfermedades cardiovasculares…..…….206
Enfermedades crónicas no trasmisibles……..……..…….143
Equidad…..…….1
Escala……..……..……. 44
Escala JAR (just-about-right)..……. 225
Estudiantes universitarios..……. 44
Etiquetado nutricional……. 36
Evaluación nutricional……. 104, 166, 173
Exposición diaria estimada……. 181

F

Fecha de muestreo..……..……243
Fenoles…….…….254
Fibra dietaría...……. 225
Flavonoides……..……. 254, 263
Frutas……...……21
Frutas tropicales…….119, 225

G

Gestación…….…….216
Guayaba……...…...…….225

H

Hábitos alimentarios……..…….44, 86
Higiene…….…….. 193
Hipertensión arterial……. 36
Hojuela cocidas…….…….. 234
Hospitalización pediátrica……. 12

I

Índice antropométrico……. 152
Índice cintura estatura……. 152
Índice Glucémico……. 79
Índice de Masa Corporal……. 152, 158

L

Lactancia materna……... 143
Laminados de frutas……. 225
Latinoamérica……. 206
Leche de oveja……. 193
Leche materna……. 143

M

Masa de grasa……. 104
Masa de grasa corporal……. 104
Mastitis……. 193
Medidas relacionadas al embarazo..……. 86
Micotoxinas……. 181
Morfología……. 243
Mostaza amarilla (*Brassica alba*)……. 128
Mostaza negra (*Brassica nigra*)……. 128

N

Nutrición……. 1
Nutrientes……. 186

P

Pan……. 36
Pasta……. 79
Peso corporal……. 104, 158
Pejibaye……. 51
Phaseolus vulgaris……. 110
Physalis peruviana……. 254
Polifenoles……. 71, 263
Polifenoles totales…..……. 119
Presión arterial……. 21
Proceso de elaboración……. 234
Productos lácteos……. 181
Programa alimentario……. 71
Programas……. 1

Q

Quinoa……. 234

R

Relaciones madre-hijo……158

S

Sal……36, 206
Síndrome metabólico……152
Snacks……36
Sodio, reducción de……36, 206

T

Tabla de Composición de Alimentos, TCA……186
Testa……110
Tiempo de estancia……12
Trigo candeal……79
Trigo común……79
Tubo neural, defecto de……27

U

Uruguay……97

V

Valor nutritivo……243
Verduras……21
Vitamina C……260

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Volumen 65. N° 4, Diciembre 2015

Contenido

PERSPECTIVA

Sodio y Enfermedad Cardiovascular: Contexto en Latinoamérica
Diego Gaitán, Rodrigo Chamorro, Gustavo Cediel, Gustavo Lozano, Fabio da Silva Gomes..... 206

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Consumo de Alimentos

Food environment and family support in relation to fruit and vegetable intake in pregnant women
Daniela CC Zuccolotto, Patrícia Barbieri, Daniela Saes Sartorelli..... 216

Ciencia de Alimentos

Laminados de guayaba (*Psidium guajava L.*) enriquecidos con inulina y calcio
Humberto Emiro Barazarte Barazarte, Elba Sangronis, Ismar María Moreno Pérez, Carlos Alberto Garmendia Guedez, Yelitza José Mujica..... 225

Proceso de elaboración de hojuelas cocidas de quínoa (*Chenopodium quinoa Willd*)
Sonia Rosario Calliope, Manuel Oscar Lobo, Norma Cristina Sammán..... 234

LatinFoods. Composición de Alimentos

Caracterización morfológica y composición química de chayotas (*Sechium edule*) cultivadas en las Islas Canarias (España)
Castro Rodríguez JM, Toledo Díaz AM, Rodríguez Galdón B, Perdomo Molina A, Rodríguez-Rodríguez EM, Díaz Romero C..... 243

Características nutricionales y antioxidantes de la uchuva colombiana (*Physalys peruviana L.*) en tres estadios de su maduración
Corrales-Bernal, Andrea; Vergara, Ana Isabel; Rojano, Benjamín; Yahia, Elhadi Maldonado, Maria Elena..... 254

Bioactive compounds and antioxidant activity of *Ximenia americana* coming from different collection sites
José Darcio Abrantes Sarmento, Patrícia Lígia Dantas de Morais, Francisco Irael de Souza, Lucas Ramos da Costa, Naama Jessica de Assis Melo..... 260

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 268

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 65, 2015..... 273

INDICE DE AUTORES..... 276

INDICE DE MATERIAS..... 284