

Artículo Original/ Original Article

<http://dx.doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2022.020.03.97>

Valor nutricional de hojas y tallos de brócoli, apio y betarraga disponibles en un mercado mayorista de Santiago de Chile

*Ximena Rodríguez-Pallares¹ ; Fancy Rojas-González² 

¹Universidad Bernardo O'Higgins, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela de Nutrición y Dietética. Santiago, Chile

²Universidad Bernardo O'Higgins, Dirección de Transferencia, Innovación y Emprendimiento. Santiago, Chile

Cómo referenciar este artículo/
How to reference this article:

Rodríguez-Pallares X, Rojas-González F. et al. Valor nutricional de hojas y tallos de brócoli, apio y betarraga disponibles en un mercado mayorista de Santiago de Chile. 2020. Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud. 2022; 20(3): 97-107.

RESUMEN

La ingesta diaria de hortalizas se relaciona con menor riesgo de cáncer, diabetes, enfermedades coronarias y obesidad, pero partes de estos alimentos como cáscaras, tallos y hojas no son reutilizadas, aumentando los desperdicios e impactando negativamente al medio ambiente. El objetivo de este trabajo fue establecer el valor nutricional de hojas y tallos de apio, betarraga y brócoli del Mercado Mayorista Lo Valledor en Santiago de Chile. Un total de 6 muestras se recolectaron desde puntos de ventas del Mercado Mayorista, 3 de hojas de hortalizas (apio, betarraga y brócoli) y 3 de tallos (apio, betarraga y brócoli). La recolección, preparación y entrega de las mismas se realizaron de acuerdo a protocolos indicados por el laboratorio encargado de realizar los análisis nutricionales. Las hojas de betarraga presentaron mayor contenido de proteínas (2,6 g), fibra dietética total (4,5 g) y fibra dietética insoluble (3,3 g) que los tallos, pero estos aportan más carbohidratos (7 g). Las hojas de apio tienen más calorías (20,4 kcal), proteínas (2,4 g), fibra dietética total (7,4 g), fibra dietética soluble (1,3 g) y fibra dietética insoluble (5,3 g) aunque los tallos presentan un contenido superior de carbohidratos (4,1 g). Finalmente, las hojas de brócoli destacan por su contenido de carbohidratos (9,0 g), proteínas (2,5 g), fibra dietética total (10,4 g) y fibra dietética insoluble (7,9 g). De acuerdo al valor nutricional obtenido, estos excedentes son una opción de alimento en la dieta diaria de las personas y su valorización debe ser contemplada.

Palabras claves: Composición nutricional, apio, betarraga, brócoli.

Nutritional value of leaves and stems of broccoli, celery beetroot available in a wholesale market in Santiago, Chile

ABSTRACT

The daily intake of vegetables is related to a lower risk of cancer, diabetes, coronary diseases and obesity, but parts of them such as peels, stems and leaves are not reused, increasing waste and negatively impacting the environment. The objective of this work was to establish the nutritional value of celery, beetroot and broccoli leaves and stems from the Lo Valledor wholesale market in Santiago, Chile. A total of 6 samples were collected from sales points of the Lo Valledor wholesale

Fecha de recepción: setiembre 2022. Fecha de aceptación: octubre 2022

***Autor correspondiente: Ximena Rodríguez Pallares.** Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Bernardo O'Higgins. Santiago, Chile

Email: rximena@docente.ubo.cl



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons

market, 3 from vegetable leaves (celery, beetroot and broccoli) and 3 from stems (celery, beetroot and broccoli). The collection, preparation and delivery of them were carried out according to protocols indicated by the laboratory in charge of carrying out the nutritional analyzes. The beet leaves had higher protein content (2.6 g), total dietary fiber (4.5 g) and insoluble dietary fiber (3.3 g) than the stems, but they provide more carbohydrates (7 g). Celery leaves had more calories (20.4 kcal), protein (2.4 g), total dietary fiber (7.4 g), soluble dietary fiber (1.3 g), and insoluble dietary fiber (5.3 g) although the stems have a higher carbohydrate content (4.1 g). Finally, broccoli leaves stand out for their content of carbohydrates (9.0 g), proteins (2.5 g), total dietary fiber (10.4 g) and insoluble dietary fiber (7.9 g). According to the nutritional value obtained, these surpluses are a food option in the daily diet of people and their valorization should be contemplated.

Keywords: Nutritional composition, celery, beets, broccoli.

INTRODUCCIÓN

Los beneficios de una ingesta adecuada de verduras para promover la salud en las personas han sido ampliamente investigados a través de estudios epidemiológicos, evidenciando asociaciones inversas entre una ingesta elevada de verduras y el riesgo de enfermedades coronarias, accidentes cardiovasculares, ciertos tipos de cánceres y diabetes tipo 2⁽¹⁻³⁾. Este impacto favorable a la salud se debe a que las verduras son alimentos ricos en una variedad de nutrientes como fibra dietética, antioxidantes, flavonoides, carotenoides, así como diversas vitaminas y minerales que posiblemente actúen sinérgicamente a través de varios mecanismos biológicos para reducir el riesgo de enfermedades crónicas y muerte prematura^(4,5).

Existen determinadas verduras en las que, al momento de su preparación culinaria, ciertas partes de su estructura son eliminadas para el consumo como tallos y hojas del apio, betarraga y brócoli. *Apium graveolens* (Mill.) comúnmente conocido como apio, es una especie de planta que pertenece a la familia Apiaceae⁽⁶⁾, la cual se originó en el Mediterráneo y Oriente Medio y se ha cultivado en todo el mundo como verdura popular⁽⁷⁾. El apio crece hasta 1 m de altura y tiene hojas compuestas con pinnadas impares con folíolos dentados en un tallo central⁽⁸⁾. Las partes que se utilizan en esta planta incluyen semillas, hojas y aceites esenciales. Entre los compuestos fitoquímicos del apio, se pueden mencionar carbohidratos y fenoles como flavonoides, alcaloides y esteroides. La presencia de compuestos como limoneno, selineno, glucósidos de furocumarina, flavonoides y vitaminas A y C son la razón por la que el apio es la planta más utilizada en la medicina tradicional⁽⁹⁾, teniendo un papel fundamental en la disminución de la presión arterial y se ha demostrado su uso en el asma, bronquitis y afecciones inflamatorias⁽¹⁰⁾.

El brócoli, *Brassica oleracea* var. *italica* (cv. Cicco) es una planta de la familia de Brassicaceae, que crece de 60 a 90 cm de altura y forma un tallo verde grueso, erguido y ramificado, con densos racimos comestibles de botones florales⁽¹¹⁾. Las flores y los tallos superiores forman la cabeza del brócoli, que constituye el órgano comúnmente consumido. El brócoli es la principal fuente natural del sulforafano (SFN) conocido como 1-isotiocianato-4-(metilsulfinil)-butano, que es un isotiocianato alifático⁽¹²⁾. El SFN se sintetiza a partir su precursor biogénico glucorafanina a través de una reacción de hidrólisis que involucra a la enzima mirosinasa⁽¹³⁾. La evidencia sugiere que el sulforafano actúa como un potente inductor de las enzimas (ej. glutatión S-transferasas GST) a cargo de la detoxificación de sustancias potencialmente carcinogénicas en el organismo⁽¹⁴⁾. Además, este compuesto tiene efectos antioxidantes, antiinflamatorios e induce la apoptosis. Todas estas propiedades permiten la inhibición de múltiples pasos del proceso carcinogénico⁽¹⁵⁾.

La betarraga o remolacha, *Beta vulgaris* pertenece a la subfamilia Betoideae, dentro de la familia de Amaranthaceae. Aunque se originó en Europa y el norte de África, la betarraga está ahora naturalizada en varios países del mundo. Esta especie se desarrolla mejor en suelos ácidos y en temperaturas suaves (20°C) a

frías (10 °C)⁽¹⁶⁾. La betarraga es una raíz casi esférica de forma globular que se desarrolla casi en la superficie del suelo con un diámetro de entre 5 y 10 cm y un peso de entre 80 y 200 gramos. La raíz principal es de color rojo violáceo oscuro y su sabor es dulce, debido a que se acumula gran cantidad de azúcares principalmente la sacarosa⁽¹⁷⁾. Esta hortaliza de raíz comprende tres tipos: azucarera, forrajera y de consumo de mesa, esta última producida principalmente en América Latina⁽¹⁸⁾. Las betalaínas, pigmentos derivados del ácido betalámico, son un grupo importante de fitoquímicos bioactivos en la betarraga junto con los flavonoides y fenoles. La composición nutricional de esta hortaliza también incluye fibra dietética, vitamina A y C, calcio y nitrato dietético (NO₃⁻) que es una fuente importante de óxido nítrico (NO) formado a través de la vía nitrato-nitrito-NO⁽¹⁹⁾. Se ha descubierto que los fitoquímicos y compuestos presentes en la betarraga son beneficiosos para la salud humana, indicando la utilidad para controlar la presión arterial y la salud cardiovascular^(20,21).

A nivel mundial se estima que alrededor de 1.300 millones de toneladas de alimentos, incluidas verduras, frutas, carne, lácteos y productos de panadería, se desperdician en el transcurso de cada una de las etapas de la cadena de suministro de alimentos como son la industria agrícola y de procesamiento de alimentos así como el sector de la hostelería y los hogares. Además de la pérdida y desperdicios de alimentos, se desaprovechan recursos naturales como agua, uso de la tierra y energía, contribuyendo a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al acumular CO₂ en la atmósfera, sumado a la pérdida económica y nutricional de los alimentos producidos⁽²²⁾.

Cifras globales que reportan que las categorías de frutas y hortalizas son en conjunto responsables entre un 40% y 50% del desperdicio alimentario generado⁽²³⁾ y aproximadamente el 39% de desperdicio de estos dos alimentos ocurre en el hogar⁽²⁴⁾.

Las causas de pérdidas de frutas y hortalizas se relacionan principalmente por fallas en las características cosméticas como son manchas y defectos estéticos como son tamaño, forma y peso no cumplen con los criterios de calidad para su comercialización. Otras de las causas son la sobreproducción, plagas y condiciones climáticas poco favorables que impactan negativamente en las pérdidas de estos alimentos. No obstante existen partes de frutas y hortalizas como son las cáscaras, tallos, pomasas, semillas y hojas que no son consideradas para su consumo, siendo desechadas sin importar su valor nutricional, a partir de antioxidantes y fibra dietética⁽²⁵⁾. Este es el caso del tallo de apio y de alcachofa que han recibido importante atención por su potencial acción antioxidante y antiinflamatoria⁽²⁶⁾.

Existen datos respecto a la porción comestible de las hortalizas, señalando que en el caso del apio el porcentaje de porción comestible es del 65%; para el brócoli corresponde a un 61% y la betarraga es mayor alcanzando el 82%⁽²⁷⁾. De manera las porciones no comestibles como son los tallos y hojas de verduras muchas veces no son consumidas, principalmente por falta de conocimiento en su uso y por motivos culturales y de tradición del país⁽²⁸⁾. Considerando que estos excedentes de alimentos generan un mayor desecho alimentario tanto desde las cadenas de distribución como son los mercados y ferias libres así como en el hogar, nace la necesidad de buscar nuevas alternativas para darle un valor agregado a los subproductos de hortalizas⁽²⁹⁾.

Es por ello que para darle utilidad a los tallos y hojas de estas tres hortalizas y evitando así su desecho se hace necesario conocer su composición nutricional favoreciendo la economía circular y por otro lado complementando la ingesta insuficiente de verduras permitiendo abordar los posibles efectos sobre la salud de las personas, por lo que el objetivo de este estudio es establecer el valor nutricional de hojas y tallos de apio, betarraga y brócoli del Mercado Mayorista Lo Valledor en Santiago de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron tomadas el día viernes 12 de marzo de 2021 entre las 9:30 y 10:30 de la mañana desde los patios y locales del mercado mayorista Lo Valledor,

ubicado en la comuna de Pedro Aguirre Cerda, en la ciudad de Santiago, Chile. Se tomaron muestras de 3 hortalizas (apio, brócoli, y betarraga) desde los patios, específicamente desde los camiones de intermediarios y agricultores que ingresan diariamente al mercado a vender sus productos.

Posteriormente, se procedió a preparar las muestras de acuerdo con el protocolo de muestreo entregado por la Unidad de Análisis de Aguas y Alimentos del Laboratorio DICTUC. Fueron preparadas en mesón desinfectado con alcohol desnaturalizado 70% con 2 gramos de ftalato de etilo por litro y cubierto por papel absorbente estéril. Los utensilios utilizados para cortar también fueron desinfectados con el mismo alcohol. La manipulación se realizó con guantes quirúrgicos. Se prepararon las siguientes 6 muestras, cada una de al menos 600 gramos: (1) hoja de apio, para ello, fueron recortados el tercio superior de las matas de apio (figura 1), junto con las hojas se incluyeron tallos delgados de menos de 0,5 cm. de diámetro; (2) tallos de apio, absolutamente desprovistos de hojas, la muestra quedó formada por tallos de más de 0,5 cm de diámetro cortados desde el tercio superior de la mata de apio (ver Figura 1); (3) hojas de betarraga; (4) tallos de betarraga sin incluir el fruto comestible; (5) hojas de brócoli; (6) tallos de brócoli sin incluir la parte comestible (Figura 2).



Figura 1: Corte de la parte superior de la mata de apio, desde donde se extrae las muestras de hojas y tallos.



Figura 2: División de la mata de brócoli en la parte comestible, y los tallos con hojas desde donde se obtienen las muestras.

Cada muestra fue envuelta en papel absorbente estéril y almacenada en una bolsa Ziploc® debidamente rotulada, para su traslado. El traslado de 30 minutos fue realizado depositando las bolsas en un contenedor tipo cooler para mantener la temperatura ambiente a la cual fueron recolectadas las muestras.

Los análisis se realizaron según la metodología descrita en la Tabla 1, y se ajustan al marco regulatorio dictado por la autoridad sanitaria, el Reglamento Sanitario de los Alimentos.

Tabla 1: Metodología de análisis de cada característica nutricional.

Características nutricionales	Metodologías
Energía	Cálculo de Atwater
Carbohidratos disponibles	Cálculo por diferencia
Materia grasa	IE-E.148-IQA. Versión 12, Basado en AOAC 920.39, Edición 2012.
Proteínas	IE-E.54-IQA. Versión 18, Basado en AOAC 2001.11, AOAC 984.13, Edición 2012 e ISO 5983- 1:2005
Azúcares totales	IE-E.80-IQA. Versión 10 Basado en AOAC 945.29, AOAC 906.03, AOAC 940.39, Edición 2012
Sodio	Preparación y digestión Basado en AOAC 985.35 Ed. 2012. Lectura realizada en Unidad Aguas y Riles DICTUC, S. Método 3030 C,E y S. Método 3120 B Of 2005
Fibra dietaria total	Método interno basado en AOAC 991.43 Edición 21th del 2019.
Fibra dietaria soluble e insoluble	Método interno basado en AOAC 991.43 Edición 21th del 2019.
Humedad	NCh 841 Of.78
Cenizas	IE-E.29-IQA. Versión 11, Basado en AOAC 923.03, AOAC 900.02, AOAC 972.15 y AOAC 945.46, Edición 2012

RESULTADOS

Los valores nutricionales de las hojas y tallos de apio analizados se presentan en Tabla 2. Las hojas de esta verdura tienen un mayor aporte de energía (20,4 kcal), proteínas (2,4 g), sodio (89,94 mg), fibra dietética total (7,4 g), fibra dietética soluble (1,3 g), fibra dietética insoluble (5,3 g) y cenizas (4,3 g) a diferencia del tallo que se caracteriza por un aporte superior en carbohidratos (4,1 g) y humedad (88,8 g). Con relación al contenido de azúcares totales, ambas partes tienen valores similares.

Tabla 2: Composición nutricional de las hojas y tallos de apio de un mercado mayorista.

Características nutricionales	Apio	
	Hoja	Tallo
Energía (Kcal/100g)	20,4	18,7
Carbohidratos disponibles (g/100g)	2,3	4,1
Materia grasa (g/100g)	0,2	<0,1
Proteínas (g/100g)	2,4	0,5
Azúcares totales (g/100g)	1,6	1,9
Sodio (mg/100 g)	89,94	30,83
Fibra dietética total (g/100g)	7,4	4,7
Fibra dietética soluble (g/100g)	1,3	0,8
Fibra dietética insoluble (g/100g)	5,3	4,2
Humedad (g/100g)	83,5	88,8
Cenizas (g/100g)	4,3	1,9

En la Tabla 3 se expone la composición nutricional de hojas y tallos del brócoli. Acerca del aporte de energía (50,9 kcal), carbohidratos (9 g), proteínas (2,5 g), fibra dietética total (10,4 g), fibra dietética soluble (1,9 g) y fibra dietética insoluble (7,9 g), es mayor en las hojas de esta hortaliza, aunque el sodio (49,38 mg) y la humedad (82,5 g) predominan en el tallo. En ambas porciones del brócoli el contenido de materia grasa y azúcares totales son semejantes.

Tabla 3: Composición nutricional de las hojas y tallos de brócoli de un mercado mayorista.

Características nutricionales	Brócoli	
	Hoja	Tallo
Energía (Kcal/100g)	50,9	29,8
Carbohidratos disponibles (g/100g)	9,0	6,3
Materia grasa (g/100g)	0,5	0,1
Proteínas (g/100g)	2,5	1,0
Azúcares totales (g/100g)	1,2	1,2
Sodio (mg/100 g)	5,5	49,38
Fibra dietética total (g/100g)	10,4	8,3
Fibra dietética soluble (g/100g)	1,9	1,3
Fibra dietética insoluble (g/100g)	7,9	6,8
Humedad (g/100g)	76,3	82,5
Cenizas (g/100g)	1,3	1,8

En consideración a las características nutricionales de las hojas de betarraga, estas tienen un mayor contenido de proteína (2,6 g), sodio (217,53 mg), fibra dietética total (4,5 g), fibra dietética insoluble (3,3 g) y cenizas (3,1 g). Por otro lado, los tallos aportan mayor cantidad de carbohidratos (7,0 g). Los valores de energía, materia grasa, azúcares totales, fibra dietética soluble y humedad son semejantes entre las hojas y los tallos (Tabla 4).

Tabla 4: Composición nutricional de las hojas y tallos de betarraga de un mercado mayorista.

Características nutricionales	Betarraga	
	Hoja	Tallo
Energía (Kcal/100g)	31,0	31,1
Carbohidratos disponibles (g/100g)	3,9	7,0
Materia grasa (g/100g)	0,6	<0,1
Proteínas (g/100g)	2,6	0,7
Azúcares totales (g/100g)	6,5	6,7
Sodio (mg/100 g)	217,53	200,04
Fibra dietética total (g/100g)	4,5	3,4
Fibra dietética soluble (g/100g)	0,1	0,7
Fibra dietética insoluble (g/100g)	3,3	2,7
Humedad (g/100g)	85,3	86,5
Cenizas (g/100g)	3,1	2,4

DISCUSIÓN

El apio es rico en una variedad de nutrientes como vitaminas, minerales, compuestos aromáticos, flavonoides, antioxidantes además de tener un bajo contenido calórico⁽³⁰⁾. La literatura ha reportado que la humedad en las hojas de apio suele fluctuar entre 80,3 y 93,5% y la de los tallos a un 95% de humedad^(31,32), concordando con lo informado en este estudio para las hojas, pero discrepando en el caso de los tallos. En relación con la cantidad de proteínas por 100 gramos de hoja de apio corresponde hasta el 0,8% de su composición⁽³¹⁾ e incluso los autores Salehi *et al.* (2019) señalaron que este nutriente alcanza los 6 gramos por cada 100 gramos, número superior a lo encontrado en nuestros análisis (2,4 gramos/100gramos). En tallos se ha evidenciado que el contenido de proteína es de 0,9 gramos por 100 gramos de alimento aproximándose a lo comunicado por nuestro estudio⁽³³⁾. Acerca de los lípidos contenidos en las hojas y tallos de apio, publicaciones han informado que corresponde a 0,6 gramos y 0,1 gramos por 100 gramos de alimento respectivamente, coincidiendo a lo observado en este estudio. En relación con los análisis de carbohidratos en esta verdura se ha publicado que las hojas aportan 8,6 gramos de este nutriente por 100 gramos⁽³³⁾, valor superior a

lo examinado en este análisis; en los tallos se ha descrito un contenido de 1,2 gramos⁽³³⁾, por debajo a lo encontrado en este estudio. El aporte de fibra dietética total de la hoja de apio manifestado en otras investigaciones varía entre 1,4% y 1,2%⁽³¹⁾ estando por debajo a lo identificado en este estudio. Es importante destacar las sustancias medicinales presentes en hojas y tallos del apio como son los flavonoides principalmente apiin y apigenina y aceites esenciales destacando el limoneno y el selineno⁽³⁴⁾, presentes en raíces y hojas hasta en un 1%, mientras que su contenido en la semilla puede llegar hasta el 7%. Gracias a estos compuestos destacan las propiedades curativas del apio como es efecto antifúngico, antibacteriano y antioxidante⁽³⁵⁾.

En consideración a la humedad del brócoli, Campas-Baypoli *et al.* (2009)⁽³⁶⁾ reportaron un contenido de 91,4 gramos en 100 gramos de tallo y 88,3 gramos para las hojas, a diferencia de lo observado en nuestro hallazgo que fue menor para ambas porciones del vegetal. Los beneficios evidenciados del brócoli son una disminución de los desórdenes metabólicos relacionados a la obesidad, un menor riesgo de cáncer y enfermedades degenerativas que se podría establecer por su contenido de potasio, calcio, vitamina C, fibra soluble y sus compuestos bioactivos desatacando los ácidos fenólicos, isotiocianatos, flavonoides y glucosinolato^(37,38). No obstante, a la hora de preparar esta verdura se debe considerar que para convertir el glucosinolato en el compuesto bioactivo sulforafano se requiere de la enzima mirosinasa, la cual no es térmicamente estable y muestra un 90% de degradación cuando se mantiene a 60 °C durante 10 min. Esto afectaría el efecto del sulforafano que actúa como un potente inductor de las enzimas de desintoxicación de fase II en la prevención del cáncer⁽³⁹⁾.

Al revisar la literatura el contenido de nutrientes de la betarraga está considerada en el total y no por sus partes, donde la humedad representa un 65,7%, porcentaje menor a lo detectado en hojas y tallos de nuestro estudio⁽⁴⁰⁾. En las hojas analizadas de betarraga resalta su mayor contenido de fibra dietética y proteínas a diferencia de los tallos y aunque no se analizó el contenido de nitratos, este varía entre las diferentes porciones de la planta, siendo la hoja la que tiene un aporte superior de nitrato al compararlo con el tallo y la raíz⁽⁴¹⁾. Esto va en concordancia por lo planteado en el estudio de Casierra-Posada y Pinto-Correa (2011)⁽⁴²⁾ señalando que las hojas tienen gran valor nutritivo, mayor que el de las raíces, e incluso estos dos nutrientes (fibra y proteínas) son mayores que los informados en otro estudio⁽⁴³⁾.

El consumo de verduras ricas en compuestos bioactivos explica la asociación inversa entre un alto consumo de verduras y el riesgo de enfermedades coronarias y cardiovasculares⁽⁴⁴⁾, aunque el consumo de verduras está por debajo de la ingesta diaria mínima recomendada⁽⁴⁵⁾. Por tanto, la tendencia actual es la creación de productos derivados de hojas y tallos siendo una alternativa a la ingesta de compuestos con beneficios para la salud⁽⁴⁶⁾. En el caso de la revalorización de los tallos y hojas de verduras, son matrices alimentarias que contienen elevadas cantidades de compuestos bioactivos con valor nutricional principalmente pectina, proteínas, antioxidantes, compuestos fenólicos, polisacáridos complejos, fibra y vitaminas⁽⁴⁷⁾. Es por ello que la valoración de estos excedentes alimentarios son de gran interés para su reincorporación a las cadenas de comercialización y por lo tanto, puedan ser consumidas por la población contribuyendo de esta forma a la economía circular⁽⁴⁸⁾. Además, la valorización de los subproductos promoverá la creación de empleo y nuevas oportunidades de negocios beneficiarán directamente a las comunidades⁽⁴⁹⁾.

Los resultados encontrados en esta investigación son de gran valor, pero deben analizarse con prudencia, reconociendo las limitaciones de este estudio. Primero los tallos y hojas de las tres hortalizas analizadas fueron cultivadas en la zona centro del país por lo que su ciclo de producción agrícola podría diferir al de otros países y por lo tanto los resultados, no obstante, la metodología abordada es replicable para analizar el valor nutricional de otros excedentes alimentarios. Y la segunda limitación fue la falta de evidencia científica sobre el patrón de consumo de hojas y tallos de las tres hortalizas analizadas por la población chilena, demostrando la

necesidad de realizar investigaciones sobre las características de consumo de los subproductos alimentarios.

Finalmente, una alimentación saludable y balanceada debe incorporar verduras por su gran aporte en vitaminas, minerales, fibra dietética, antioxidantes y flavonoides disminuyendo el riesgo de cáncer, enfermedades cardiovasculares y degenerativas. Adicionalmente se hace necesario recuperar las porciones que son desperdiciadas al momento de su preparación con el fin de disminuir el impacto medioambiental y favorecer alternativas alimentarias dado el aumento de la población mundial que requerirá de una mayor producción de alimento sumado a la inseguridad alimentaria que se avecina.

Con lo expuesto anteriormente, es fundamental comprender las características nutricionales de los excedentes de alimentarios como son los tallos y hojas de brócoli, apio y betarraga con la finalidad de que los profesionales de la nutrición y la alimentación le proporcionen un valor agregado como nuevos alimentos ampliando así la matriz alimentaria de los consumidores.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Gobierno Regional Metropolitano de Chile por la financiación del estudio que corresponde al proyecto FIC 40026935-0 "Valorización de excedentes alimentarios para la formulación de alimentos solidarios y saludables en Mercados Mayoristas". También agradecen al Director Ejecutivo de la Fundación Banco de Alimentos Lo Valledor Hugo Espinosa Arratia por su apoyo en la logística de recolección de las verduras analizadas.

Financiamiento: Gobierno Regional Metropolitano de Chile por la financiación del estudio que corresponde al proyecto FIC 40026935-0 "Valorización de excedentes alimentarios para la formulación de alimentos solidarios y saludables en Mercados Mayoristas.

Conflicto de interés: Las autoras expresan que no existe conflicto de interés al redactar este manuscrito.

Contribución de autores: XR contribuyó en la concepción de esta investigación, planificación, implementación y redacción del manuscrito. FR y XR contribuyeron con la implementación, análisis de los datos y revisión del manuscrito. FR contribuyó con la revisión del manuscrito.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aune D, Giovannucci E, Boffetta P, Fadnes L, Keum N, Norat T, et al. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality-a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *Int J Epidemiol.* 2017; 46(3): 1029-56. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>
2. Wang X, Ouyang Y, Liu J, Zhu M, Zhao G, Bao W, et al. Fruit and vegetable consumption and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ.* 2014; 349, g4490. <https://doi.org/10.1136/bmj.g4490>
3. Li M, Fan Y, Zhang X, Hou W, Tang Z. Fruit and vegetable intake and risk of type 2 diabetes mellitus: meta-analysis of prospective cohort studies. *BMJ Open.* 2014; 4(11):e005497. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2014-005497>
4. Anderson JW, Baird P, Davis RH. Jr, Ferreri S, Knudtson M, Koraym A, et al. Health benefits of dietary fiber. *Nut Rev.* 2019; 67(4):188-205.
5. Bøhn S, Myhrstad M, Thoresen M, Holden M, Karlsen A, Tunheim S, et al. Blood cell gene expression associated with cellular stress defense is modulated by antioxidant-rich food in a randomised controlled clinical trial of male smokers. *BMC Medicine.* 2010; 8: 54-68. <https://doi.org/10.1186/1741-7015-8-54>.
6. Tabassum N, Ahmad F. Role of Natural Herbs in the Treatment of Hypertension. *Pharmacog Rev.* 2011; 5(9): 30-40. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.79097>

7. Li MY, Hou XL, Wang F, Tan GF, Xu ZS, Xiong AS. Advances in the research of celery, an important Apiaceae vegetable crop. *Crit Rev Biotechnol.* 2018; 38(2):172-83. doi: 10.1080/07388551.2017.1312275
8. Moghadam MH, Imenshahidi M, Mohajeri SA. Antihypertensive Effect of Celery Seed on Rat Blood Pressure in Chronic Administration. *J Med Food.* 2013; 16(6): 558-63. <https://doi.org/10.1089/jmf.2012.26.642013>
9. Kooti W, Daraei N. A Review of the Antioxidant Activity of Celery (*Apium graveolens* L). *J Evid Based Complementary Altern Med.* 2017; 22(4): 1029-34. <https://doi.org/10.1177/2156587217717415>
10. Houston MC. Nutraceuticals, vitamins, antioxidants, and minerals in the prevention and treatment of hypertension. *Prog Cardiovasc Dis.* 2005;47(6): 396-449.
11. Nooprom K, Santiprachha Q. Growth and yield of broccoli planted year round in Songkhla province, Thailand. *Res J Appl Sci Eng Tech.* 2014; 7(19): 4157-61. <https://doi.org/10.19026/rjaset.7.781>
12. İlahy R, Tlili I, Pék Z, Montefusco A, Wasim M, Homa F, et al. Pre- and Post-harvest Factors Affecting Glucosinolate Content in Broccoli. *Front. Nutr.* 2020; 7: 147. <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00147>
13. Van Eylen D, Bellostas N, Strobeli BW, Oey I, Kendrickx M, Van Loey A, et al. Influence of pressure/temperature treatments on glucosinolate conversion in broccoli (*Brassica oleracea* L. cv *Italica*) heads. *Food Chem.* 2009; 112(3): 646-53. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.06.025>
14. Zhang Y, Callaway E. High cellular accumulation of sulphoraphane, a dietary anticarcinogen, is followed by rapid transporter-mediated export as a glutathione conjugate. *Biochem J.* 2002; 364(Pt 1):301-7. <https://doi.org/10.1042/bj3640301>
15. Schepici G, Bramanti P, Mazzon E. Efficacy of Sulforaphane in Neurodegenerative Diseases. *Int J Mol Sci.* 2020; 21(22):8637-62. <https://doi.org/10.3390/ijms21228637>
16. Baião DDS, Da Silva DVT, Paschoalin VMF. Beetroot, a Remarkable Vegetable: Its Nitrate and Phytochemical Contents Can be Adjusted in Novel Formulations to Benefit Health and Support Cardiovascular Disease Therapies. *Antioxidants (Basel).* 2020; 9(10): 960-91. <https://doi.org/10.3390/antiox9100960>
17. Gómez MM, Duque-Cifuentes AL. Chemical Physical Characterization and Phenolic Content of Beet (*Beta vulgaris* L.) in Fresh and Subjected to Thermal Treatment. *Rev Ion.* 2018; 31(1):43-7. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018007>
18. Amaro J. Influencia de la betarraga (*Beta vulgaris* var. *cruenta*) en el aumento de leucocitos, en ratones. *An Fac Med.* 2014; 75(1): 9-12. <http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v75n1/a02v75n1.pdf>
19. Tan ML, Hamid SBS. Beetroot as a Potential Functional Food for Cancer Chemoprevention, a Narrative Review. *J Cancer Prev.* 2021; 26(1): 1-17. <https://doi.org/10.15430/JCP.2021.26.1.1>
20. Siervo M, Shannon O, Kandhari N, Prabhakar M, Fostier W, Köchl C, et al. Nitrate-Rich Beetroot Juice Reduces Blood Pressure in Tanzanian Adults with Elevated Blood Pressure: A Double-Blind Randomized Controlled Feasibility Trial. *J Nutr.* 2020; 150(9): 2460-8. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa170>
21. Jones T, Dunn EL, Macdonald JH, Kubis HP, McMahon N, Sando, A. The effects of beetroot juice on blood pressure, microvascular function and large-vessel endothelial function: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study in healthy older adults. *Nutrients.* 2019; 11(8): 1792-808. <https://doi.org/10.3390/nu11081792>
22. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Global food losses and food waste-extent, causes and prevention, 2011 [Internet]. Roma. [citado el 10 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/mb060e/mb060e00.htm>
23. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos, 2015 [Internet]. Roma. [citado el 10 de mayo de 2022].

- <https://www.fao.org/3/i4068s/i4068s.pdf>
24. HLPE (Grupo de alto nivel de expertos). Las pérdidas y el desperdicio de alimentos en el contexto de sistemas alimentarios sostenibles, 2014 [Internet]. Roma. [citado el 10 de mayo de 2022]. <https://www.fao.org/3/i3901s/i3901s.pdf>
 25. González CG. Frutas y verduras perdidas y desperdiciadas, una oportunidad para mejorar el consumo. Rev Chil Nutr. 2018; 45(3): 198-8. <http://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000400198>
 26. Brouwer-Brolsma E, Brandl B, Buso M, Skurk T, Manach C. Food intake biomarkers for green leafy vegetables, bulb vegetables, and stem vegetables: a review. Genes & Nutrition. 2020; 15: 7. <https://doi.org/10.1186/s12263-020-00667-z>
 27. FEN (Fundación Española de la Nutrición). Informe de estado de situación sobre "Frutas y hortalizas: Nutrición y salud en la España del S.XXI", 2018 [Internet]. España. [citado el 12 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.fesnad.org/resources/files/Noticias/frutasYHortalizas.pdf>
 28. Lataste C, Sandoval S, Maturana D, Delgado C, Gajardo S, Cáceres P. Indicadores de transformación de alimentos consumidos en Chile para su uso en planificación de minutas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 2020; 7(1): 8-1. <https://doi.org/10.37527/2020.70.1.002>
 29. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). Guía de buenas prácticas para la prevención de la pérdida de alimentos. Chile, 2019 [Internet]. Chile. [citado el 12 de octubre de 2022]. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/11/Guia-para-prevenir-y-reducir-la-perdida-de-frutas-y-hortalizas.pdf>
 30. Mezeyová I, Hegedúsová A, Mezey J. Evaluation of quantitative and qualitative characteristics of selected celery (*Apium graveolens* var. dulce) varieties in the context of juices production. Potr S J F Sci. 2018; 12(1): 173-179. doi: <https://dx.doi.org/10.5219/883>
 31. Zelenkov VN, Ivanova MI, Latushkin VV. Elemental composition of *Apium graveolens* L. seeds as an indicator of the nutritional value of competitive organic products. Earth Environ Sci. 2021; 650: 012055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/650/1/012055>
 32. Sufiyan S, Mansoor M, Singla RK, Khan S. Isolation of 3-n-Butyl Phthalide & Sedanenolide from *Apium graveolens* Linn. Indo Glob J Pharm Sci. 2012; 2(3):258-261. <http://iglobaljournal.com/wp-content/uploads/2012/11/6.-Fazal-SS-et-al-2012.pdf>
 33. Salehi B, Venditti A, Frezza C, Yücepete A, Altuntaş Ü, Uluata S, et al. *Apium* Plants: Beyond Simple Food and Phytopharmacological Applications. Appl Sci. 2019; 9(17): 3547-85. <https://doi.org/10.3390/app9173547>
 34. Popovic M, Kaurinovic B, Trivic S, Mimica-Dukic N, Bursac M. Effect of Celery (*Apium graveolens*) Extracts on Some Biochemical Parameters of Oxidative Stress in Mice Treated with Carbon Tetrachloride. Phytother Res. 2006; 20(7): 531-37. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ptr.1871>
 35. Dianat M, Veisi A, Ahangarpour A. The effect of hydro-alcoholic celery (*Apiumgraveolens*) leaf extract on cardiovascular parameters and lipid profile in animal model of hypertension induced by fructose. Avicenna J Phytomed. 2015; 5(3): 203-209. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4469955/>
 36. Campas-Baypoli ON, Bueno-Solano C, Martínez-Ibarra DM, Camacho-Gil F, Villa-Lerna AG, Rodríguez-Núñez JR, et al. Contenido de sulforafano (1-isotiocianato-4-(metilsulfenil)-butano) en vegetales crucíferos. ALAN. 2009; 59(1): 95-100. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222009000100015
 37. Nandini DB, Rao RS, Deepak BS, Reddy PS. Sulforaphane in broccoli: The green chemoprevention!! Role in cancer prevention and therapy. J Oral Maxillofac Pathol. 2020; 24(2): 405-412. <https://doi.org/10.4103/jomfp.JOMFP12619>
 38. Abellán A, Domínguez-Perles R, Moreno D, García-Viguera C. Sorting out the value of cruciferous sprouts as sources of bioactive compounds for

- nutrition and health. *Nutrients*. 2019; 11(2):429-451. <https://doi.org/10.3390/nu11020429>
39. Dosz EB, Jeffery EH. Commercially produced frozen broccoli lacks the ability to form sulforaphane. *J Funct Foods*. 2013; 5(2):987-990. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.01.033>
40. Janiszewska E, Włodarczyk J. Influence of spray drying conditions on beetroot pigments retention after microencapsulation process. *Acta Agroph*. 2013; 20(2): 343-356. Disponible en: <http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-73987ffd-8e37-449d-b53b-83dd98a773c3/c/Janiszewska-343-356.pdf>
41. Lidder S, Webb AJ. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *Br J Clin Pharmacol*. 2019; 75(3):677-696. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04420.x>
42. Casierra-Posada F, Pinto-Correa JR. Crecimiento de Plantas de Remolacha (*Beta vulgaris* L. var. Crosby Egipcia) Bajo Coberturas de Color. *Rev Fac Nal Agr Medellín*. 2011; 64(2):6081-6091. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/29368>
43. Mirmiran P, Houshialsadat Z, Gaeini Z, Bahadoran Z, Azizi F. Functional properties of beetroot (*Beta vulgaris*) in management of cardio-metabolic diseases. *Nutrition & Metabolism*. 2020; 17: 3. <https://doi.org/10.1186/s12986-019-0421-0>.
44. Zurbau A, Au-Yeung F, Blanco S, Khan T, Vuksan V, Jovanovski E, et al. Relation of Different Fruit and Vegetable Sources With Incident Cardiovascular Outcomes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Journal of the American Heart Association*. 2020; 9(19): e017728. <https://doi.org/10.1161/JAHA.120.017728>
45. Hall J, Moore S, Harper S, Lynch J. Global Variability in Fruit and Vegetable Consumption. *American Journal of Preventive Medicine*. 2009; 36(5): 402-409. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.01.029>
46. Sánchez M, Barrantes J. Hojas, flores y tallos comestibles no tradicionales en Costa Rica. *Revista de Ciencias Sociales*. 2008; 1(119): 137-152. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15312718009>
47. Gutiérrez I, López S, Magadán P, Fernández L, Pérez Á, Tuñón M, et al. Terpenoids and Polyphenols as Natural Antioxidant Agents in Food Preservation. *Antioxidants*. 2021; 10(8): 1264-1296. <https://doi.org/10.3390/antiox10081264>
48. Campos D, Gómez R, Vilas A, Madureira A, Pintado M. Management of Fruit Industrial By-Products-A Case Study on Circular Economy Approach. 2020; 25(2): 320-341. <https://doi.org/10.3390/molecules25020320>.
49. Halog A, Anieke S. A Review of Circular Economy Studies in Developed Countries and Its Potential Adoption in Developing Countries. *Circular Economy and Sustainability*. 2021; 1(1): 209-230. <https://doi.org/10.1007/s43615-021-00017-0>