

Efecto de la cocción en la disminución de antinutrientes de hojas de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y camote (*Ipomoea batatas*)

Effect of cooking on the reduction of anti-nutrients in white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*) and sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaves

<https://doi.org/10.5281/zenodo.12667612>

AUTORES: Edith Viviana Yungán Acalo^{1*}

Zoila Eliana Zambrano Ochoa²

Clara Elena Villacrés Poveda³

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: edithy-leo1994@hotmail.com

Fecha de recepción: 10 / 03 / 2024

Fecha de aceptación: 05 / 06 / 2024

RESUMEN:

Las hojas de zanahoria y camote son una fuente de alimento multinutricional, ricos en compuestos bioactivos naturales, reconocidos por sus efectos nutracéuticos y beneficios para la salud. Por ello, el presente objetivo fue evaluar el efecto de la cocción en la disminución de antinutrientes de hojas de zanahoria blanca (*A. xanthorrhiza*) y camote (*I. batatas*). Para el cual, se utilizó un Diseño Completamente al Azar con 8 tratamientos, donde se evaluaron cuatro hojas de diferentes genotipos de material vegetal y dos estados (fresca y cocida). Determinando que, la cocción, permite reducir los niveles de antinutrientes de las hojas de zanahoria blanca y camote, de esta forma, se demuestra que, disminuye significativamente

^{1*} Universidad Técnica de Cotopaxi, edithy-leo1994@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7279-5088>

² Universidad Técnica de Cotopaxi, zoila.zambrano@utc.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-5869-8438>

³ Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, elenavillacres9@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9660-5845>

el contenido de alcaloides (5.21 – 0.93 mg/100g) y (4.52 mg/100g – 0.80 mg/100g); saponinas (3.03 mg/100g – 1.72 mg/100g) y (3.56 mg/100g – 0.80 mg/100g); oxalatos (11.33 mg/100g – 3.96 mg/100g) y (12.64 mg/100g – 7.88 mg/100g); taninos (2.80 g/100g – 0.18 g/100g) y (4.83 g/100g – 0.61 g/100g); nitratos (14.63 mg/100g – 7.13 mg/100g) y (19.16 mg/100g – 8.79 mg/100g) y glucosinolatos (932.80 - mg/100g) y (690.80 – 336.13 mg/100g). Así como también, se ve influenciado el contenido de carotenoides (932.80 mg/100g) y (314.26 – 214.82 µg/g) antioxidantes (33.26 – 2.21 g/100g), mientras que, los fenoles no presentaron incidencia en ninguno de los materiales vegetales. De esta manera se concluye que los tratamientos térmicos reducen significativamente el contenido de antri nutrientes presentes en las hojas

Palabras clave: *cocción; compuestos funcionales; reducción; Arracacia xanthorrhiza; Ipomoea batatas*

ABSTRACT

Carrot and sweet potato leaves are a multi-nutritional food source, rich in natural bioactive compounds, recognised for their nutraceutical effects and health benefits. Objective: to evaluate the effect of cooking on the anti-nutrient depletion of white carrot (*A. xanthorrhiza*) and sweet potato (*I. batatas*) leaves. A completely randomised design with 8 treatments was used, where four leaves of different genotypes of plant material and two states (fresh and cooked) were evaluated. It was determined that cooking reduces the levels of antinutrients in the leaves of white carrot and sweet potato, thus, it is demonstrated that it significantly reduces the content of alkaloids (5.21 - 0.93 mg/100g) and (4.52 mg/100g - 0.80 mg/100g); saponins (3.03 mg/100g - 1.72 mg/100g) and (3. 56 mg/100g - 0. 80 mg/100g); oxalates (11.33 mg/100g - 3.96 mg/100g) and (12.64 mg/100g - 7.88 mg/100g); tannins (2.80 g/100g - 0.18 g/100g) and (4.83 g/100g - 0.61 g/100g); nitrates (14.63 mg/100g – 7.13 mg/100g) and (19.16 mg/100g – 8.79 mg/100g) and glucosinolates (932.80 - mg/100g) and (690.80 – 336.13 mg/100g). The content of carotenoids (932.80 mg/100g) and antioxidants (314.26 - 214.82 µg/g) (33.26 - 2.21 g/100g) was also influential, while phenols had no effect on any

of the plant materials. In this way, it is concluded that heat treatments significantly reduce the content of antrinuents present in the leaves.

Keywords: *cooking; functional compounds; reduction; Arracacia xanthorrhiza; Ipomoea batatas*

INTRODUCCIÓN

Los alimentos de origen vegetal, a más de contener micro y macronutrientes, contienen concentraciones significativas de compuestos vegetales bioactivos (Thu-Phan et al., 2018). Es por eso que la ingesta de alimento de origen vegetal se asocia con la disminución de contraer enfermedades crónicas por el estilo de vida. Si bien las recomendaciones promueven el consumo de frutas y verduras, la mayoría de las personas no alcanzan sus objetivos de ingesta diaria (Petroski & Minich, 2020).

La zanahoria (*A. xanthorrhiza*) es una de las hortalizas con mayor cultivo y consumo a nivel global, debido a su sabor agradable, valor nutricional y beneficios relacionado con propiedades antioxidantes y anticancerígenas, es considerada unas de las verduras más saludable (Cruz-Tobar et al., 2018). Así mismo, es rica en fibra, nutrientes, minerales y compuestos bioactivos como ácido ascórbico, carotenos y fenólicos (Vera et al., 2022). Su consumo puede darse tanto procesada como en comidas, jugos y raíces fresca (Hellstrom, et al., 2020). Varios estudios demuestran que las hojas de la zanahoria contienen sustancias bioactivas y ácidos graso poliinsaturado α -linolénico (Kim et al., 2023).

El camote (*I. batata L*) es una hortaliza dicotiledónea, es el séptimo cultivo producido en el mundo, cuenta con macronutrientes tales como almidón, fibra dietética y proteínas, además de poseer micronutrientes que incluyen minerales, vitaminas (B, C y E), antocianinas, flavonoides, las batatas de pulpa amarilla y naranja tienen alto contenido en ácidos fenólicos, mientras que, las de color morado tienen antocianinas (Laveriano-Santos et al., 2022).

El camote es considerado un alimento saludable en los últimos años ha atraído la atención de la comunidad científica, debido que cuenta con metabolitos activos que aportan beneficios al tracto intestinal, no solo como producto saludable sino también como alimento funcional (Parveen et al., 2021). Algunos autores han demostrado que las hojas de camote pueden proteger el cuerpo humano, por su funcionalidad asociada a la salud (Chao-Chen et al., 2021).

Por otra parte, las hojas de este tubérculo contienen minerales, niacina, vitaminas, ácido pantoténico, β -caroteno y biotina (Hoang-Chinh *et al.*, 2021).

Por lo antes mencionado, el objetivo de la presente investigación consistió en evaluar el efecto de la cocción en la disminución de antinutrientes de hojas de zanahoria blanca (*A. xanthorrhiza*) y camote (*I. batatas*).

METODOLOGÍA

Material vegetal

Las hojas de zanahoria y camote se obtuvieron de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, ubicada a 13 km. al sur de Quito, Ecuador con una Latitud: 0°22'S, Longitud: 78°33'0 y a una altura de 3050 m.s.n.m.

Diseño del estudio

Para el análisis de la materia prima hojas frescas y procesado (cocción), se utilizó dos Diseños Completamente al Azar (D.C.A) para cada tipo de material vegetal estudiado, donde se evaluó dos 4 variedades de camote (Pedrito, Buena vista, Guayaco M y Toquicita) en diferentes estados (fresca y cocidas). Para el segundo diseño se utilizó 4 variedades de zanahoria blanca (ECU-18969, ECU-18949, ECU-1206 y ECU-18932) así mismo en dos estados (fresca y cocidas) con 8 tratamientos. Para determinar diferencias entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($p < 0.05$).

Tabla 1. Combinación de los tratamientos empleados en el estudio en relación al camote

Tratamientos	Descripción
T1	Genotipo de camote (Pedrito) + hojas frescas
T2	Genotipo de camote (Pedrito) + hojas cocidas
T3	Genotipo de camote (Buena Vista) + hojas frescas
T4	Genotipo de camote (Buena Vista) + hojas cocidas
T5	Genotipo de camote (Guayaco M) + hojas frescas
T6	Genotipo de camote (Guayaco M) + hojas cocidas
T7	Genotipo de camote (Toquicita) + hojas frescas
T8	Genotipo de camote (Toquicita) + hojas cocidas

Tabla 2. Combinación de los tratamientos empleados en el estudio en relación al genotipo de zanahoria blanca

Tratamientos	Descripción
T1	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-18969) + hojas frescas
T2	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-18969) + hojas cocidas
T3	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-18949) + hojas frescas
T4	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-18949) + hojas cocidas
T5	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-1206) + hojas frescas
T6	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-1206) + hojas cocidas
T7	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-18932) + hojas frescas
T8	Genotipo de zanahoria blanca (ECU-18932) + hojas cocidas

PREPARACIÓN DE MATERIA PRIMA.

Para el caso de la materia prima fueron recolectadas en estado natural (hojas frescas), las cuales fueron secadas a una temperatura de 65° C, posterior al secado se realizó el proceso de molienda. Donde se realizó los diferentes análisis en estado seco. Respecto a la cocción se pesaron 20 g de hojas secas que fueron llevadas a cocción por 10 minutos, posterior al proceso de cocción fueron filtradas y secadas en estufa mediante aire forzado hasta la eliminación de sobrante de agua, finalmente se determinó los antinutrientes en estado cocido.

Determinación de los antinutrientes

DETERMINACIÓN DE ALCALOIDES

En relación de los antinutrientes se emplearon métodos específicos para cada analito, cada uno por triplicado. Para la determinación de alcaloides se obtuvo por extracto metanolicos en presencia de metanol (MeOH) en remojo de clorofilas y separación de compuestos fenólicos, mediante el uso de un espectrofotómetro se procedió a realizar la cuantificación a 420 nm. En cuanto la curva de calibración se empleó esparteína para la obtención de total expresada en mg en relación a 100 g (Oropeza-Guerrero, 2012).

CONTENIDO TOTAL DE SAPONINAS Y OXALATOS

El contenido total de saponina se empleó un espectrofotométricamente, se mezclaron muestras con o, 50 ml del extracto de muestra libre de clorofila a 1 ml de ácido acético glacial/ácido sulfúrico 1:1, v/v. posteriormente se calentaron en baño de agua a 60°C durante 30 minutos, una vez frío se obtuvo la absorbancia de las muestras mediante espectrofotómetro a una longitud de onda de 527 nm. Se expresa como g/100 g de equivalentes de ácido oleanólico (Medina-Meza *et al.*, 2016). En relación del contenido de oxalatos se utilizó hojas secas, empleando HCl al 0,25 N como solución de extracción y permanganato de potasio (KMnO₄) como indicador (Naik *et al.*, 2014).

CONTENIDO DE TANINOS Y NITRATOS

La determinación de taninos se obtuvo según el método de referencia (A.O.A.C. 952.03) (A.O.A.C, 1964), empleando extractos acuosos que al entrar en contacto con el reactivo Follin-Denis, reaccionan en un medio alcalino. Así mismo se empleó ácido tánico como estándar y las lecturas se tomaron a 680 nm mediante el uso de un espectrofotómetro. En cuanto al análisis de nitratos se utilizó colorimetría utilizando ácido salicílico, donde consistió en realizar la extracción acuosa en la muestra empleando solución sulfato de potasio (K_2SO_4 , 0.34M) por agitación, posteriormente con la ayuda del ácido salicílico generar un complejo coloreado que se medirá a una longitud de onda de 410 nm en el espectrofotómetro (Cataldo *et al.*,2008).

DETERMINACIÓN DE GLUCOSINOLATOS

Para la extracción de los glucosinolatos se estableció en la norma ISO 9167-1992, la muestra es expuesta a ebullición en metanol al 70%, para su extracción. Se cuantificaron en presencia de hidróxido de sodio (NaOH) y cloruro de hidrógeno (HCl) mediante el uso de un espectrofotómetro Thermo Scientific Evolution 201 se obtuvo la absorbancia de la solución a 420 nm. Mientras que, para la curva de calibración se utilizó el patrón de sinigrina 5.60×10^{-3} M (ISO 9167, 2019).

ANÁLISIS DE CAROTENOIDES TOTALES

En la determinación de los carotenoides se utilizó un espectrofotómetro, donde se mezclaron 0.125 g de muestra en vaso Erlenmeyer de 50 ml, posteriormente se colocaron por el lapso de dos días en total oscuridad con 15 ml de acetona al 100 %, luego de la extracción las muestras se zonificaron por 15 minutos, para ser filtrados en papel filtro (Watman #1), del filtrado se transfirió cuantitativamente en un matraz de 25 ml y el volumen se aforó a 25 ml con acetona. La absorbancia del extracto de acetona se midió a 662 nm, 645 nm y 470 nm, los resultados se expresan en $\mu\text{g/ml}$ de extracto vegetal (Lachman, Hejtmánková, & Kotíková, 2013).

CONTENIDO DE FENOLES TOTALES Y ANTIOXIDANTES

La obtención de fenoles totales se determinó mediante el método Folin-Ciocalteu, empleando un reactivo extractante de metanol (CH_3OH) al 70 %. Se empleó un espectrofotómetro, así mismo la absorbancia se midió a 765 nm. Mientras que, la concentración de los compuestos fenólicos totales en relación a la curva estándar se expresó en mg de ácido gálico/ 100g (Waterhouse, 2003). Respecto a la determinación de antioxidantes se empleó una solución de metanol, donde la reacción se basa en la reducción de radicales estables preformados (llamados ABTS), por acción de compuestos antioxidante (Trolox). Las lecturas se tomaron mediante una solución stock de Trolox a una concentración de 2000 μm de Trolox/L, mediante el uso de a 734 nm (Re *et al.*, 1999).

RESULTADOS

En la **Tabla 3** se presentan los resultados obtenidos en las características de antinutrientes (alcaloides, saponinas, oxalatos, taninos, nitratos y glucosinolatos) de diferentes genotipos de hojas de zanahoria blanca en estado natural vs cocción.

En cuanto al contenido de alcaloides total se observó que la cocción disminuyó significativamente ($p < 0.05$) su contenido en todos los genotipos estudiados, demostrando que, el mayor valor se situó en el T1 (5.21 mg/100g) mientras que los menores valores se obtuvieron en T5 (1.06 mg/100g), T6(0.93 mg/100g), T7(1.27 mg/100g) y T8 (0.94 mg/100g).

El contenido de saponinas (mg/100g) también disminuyó el contenido al cocinar las hojas, determinando que los tratamientos 3 y 4 con 2.99 y 3.03 difirió significativamente ($p < 0.05$) del T6 con 1.72 que situó el menor contenido. Para el compuesto oxalato se observó que los mayores contenidos se situaron en las muestras sin cocer con rangos entre 11.33 mg/100g y 6.28 mg/100g a diferencia de los resultados obtenidos después de la cocción que presentaron valores inferiores con rangos entre 6.74 mg/100g – 3.96 mg/100g.

Los taninos presentes en las hojas de zanahoria blanca disminuyeron significativamente ($p < 0.05$) durante el proceso de cocción, indicando que, el mayor contenido se presentó en el

T3 con 2.80 g/100g en comparación a los diferentes tipos de genotipos que se cocieron, mismo que obtuvieron un contenido menor (0.39 g/100g – 0.18 g/100g).

El contenido de nitrato de las hojas de zanahoria blanca en estado natural se redujo considerablemente al ser sometidos al proceso de cocción, obteniendo valores de 7.13 mg/100g a 14.63 mg/100g. Respecto a los glucosinolatos mg/100g se muestra la disminución del contenido, indicando que, los tratamientos en estado natural situaron mayor contenido con valores que oscilaron entre 932.80 mg/100g – 880.13 mg/100g mientras que las muestras de hojas de los diferentes genotipos presentaron menor incidencia con valores 204.80 mg/100g – 354.80 mg/100g

Tabla 3. Antinutrientes presentes en los genotipos de hojas de zanahoria blanca en diferentes estados (natural vs cocción)

Tratamientos	Alcaloides totales mg/100g	Saponinas mg/100g	Oxalatos mg/100g	Taninos g/100g	Nitratos mg/100g	Glucosinolatos mg/100g
T1	5.21± 0.15 ^D	2.78± 0.18 ^{BC}	8.01± 0.12 ^E	1.82± 0.07 ^B	28.28± 0.80 ^D	880.13± 0.11 ^D
T2	1.15± 0.15 ^A	2.22± 0.18 ^{AB}	9.61± 0.12 ^F	2.23± 0.07 ^C	33.80± 0.80 ^E	932.80± 0.11 ^G
T3	1.88± 0.11 ^B	2.99± 0.18 ^C	6.28± 0.12 ^D	2.80± 0.07 ^D	42.37± 0.80 ^G	917.47± 0.11 ^F
T4	4.63± 0.14 ^C	3.03± 0.15 ^C	11.33± 0.12 ^G	2.51± 0.07 ^{CD}	37.81± 0.80 ^F	902.80± 0.11 ^E
T5	1.06± 0.13 ^A	2.54± 0.16 ^{BC}	3.96± 0.12 ^A	0.39± 0.07 ^A	7.13± 0.62 ^A	204.80± 0.11 ^A
T6	0.93± 0.19 ^A	1.72± 0.11 ^A	6.74± 0.13 ^D	0.34± 0.07 ^A	18.20± 0.80 ^C	209.47± 0.11 ^A
T7	1.27± 0.11 ^A	2.27± 0.17 ^{AB}	4.80± 0.12 ^B	0.25± 0.07 ^A	7.33± 0.80 ^A	354.80± 0.11 ^C
T8	0.94± 0.12 ^A	2.88± 0.18 ^{BC}	5.65± 0.12 ^C	0.18± 0.07 ^A	14.63± 0.80 ^B	221.47± 0.11 ^B
<i>p-valor</i>	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Diferentes letras en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (p<0.05), según la prueba de Tukey

En la **Tabla 4** se indican los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos, determinando que, existió diferencia significativa ($p < 0.05$) en cuanto a las variables estudiadas en los compuestos anti nutricionales de los diferentes genotipos de hojas de camote en estado fresco vs cocidas.

Para el contenido de alcaloides totales en las hojas de camote se determinó que la cocción disminuye significativamente ($p < 0.05$) el contenido en los genotipos estudiados, estableciendo el mayor valor en el T1 (4.52 mg/100g) mientras que el menor valor se obtuvo en el T7 (0.80 mg/100g). En cuanto a las saponinas la mayor incidencia se obtuvo en las hojas en estado natural con valores de 3.56 mg/100g y 1.09 mg/100g en comparación al T7 que presentó la menor incidencia en su contenido con 0.80 mg/100g.

En el contenido de oxalato se observó que los mayores contenidos se situaron en las muestras en estado natural con rangos entre 12.64 mg/100g y 9.40 mg/100g a diferencia de las muestras sometidas a cocción que presentaron valores inferiores con rangos que oscilaron entre 11.50 mg/100g – 7.88 mg/100g.

El contenido de taninos presentes en las hojas de camote disminuye significativamente ($p < 0.05$) durante el proceso de cocción, demostrando que, el mayor contenido presentó el T3 con 4.83 g/100g en comparación a los diferentes tipos de genotipos que se sometieron a cocción, los cuales obtuvieron un contenido menor (0.68 g/100g – 0.61 g/100g). El contenido de nitrato de las hojas de camote en estado natural (19.16 mg/100g – 11.56 mg/100g) se redujo considerablemente al ser sometidos al proceso de cocción (8.79 mg/100g – 14.53 mg/100g).

En relación al contenido de glucosinolatos (mg/100g) se indica que, la cocción influyó significativamente ($p < 0.05$) en los tratamientos presentando una disminución considerable (336.13 mg/100g – 98.12 mg/100g), mientras que los tratamientos en estado natural situaron un contenido mayor (690.80 mg/100g – 183.47 mg/100g).

Tabla 4. Antinutrientes presentes en los genotipos de hojas de camote en diferentes estados (natural vs cocción)

Tratamientos	Alcaloides totales mg/100g	Saponinas mg/100g	Oxalatos mg/100g	Taninos g/100g	Nitratos mg/100g	Glucosinolatos mg/100g
T1	4.52±0.04 F	3.56±0.08 D	12.64±0.11 E	4.42±0.16 E	11.56±0.22 ^{AB}	205.47±0.15 ^C
T2	4.21±0.04 E	1.09±0.08 A	12.60±0.11 E	3.29±0.16 C	15.15±0.22 BC	690.80±0.014 ^F
T3	4.94±0.04 G	3.24±0.08 D	9.40±0.11 ^B	4.83±0.16 F	19.16±0.22 ^C	662.80±0.14 ^E
T4	4.94±0.04 G	1.63±0.08 AB	12.56±0.11 E	3.49±0.16 D	15.36±0.22 BC	183.47±0.14 ^B
T5	2.69±0.04 D	2.83±0.08 CD	10.32±0.11 C	0.65±0.16 B	10.11±0.22 ^A	109.47±0.14 ^A
T6	1.19±0.04 B	1.06±0.08 A	11.50±0.11 D	0.31±0.16 A	14.53±0.22 ^B	336.13±0.14 ^D
T7	0.8±0.04 ^A	2.11±0.08 BC	7.88±0.1 ^A	0.31±0.16 A	8.79±0.22 ^A	208.80±0.14 ^C
T8	1.95±0.04 C	1.35±0.08 AB	8.93±0.11 B	0.68±0.16 B	11.42±0.22 AB	98.13±0.14 ^A
p-valor	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001

Diferentes letras en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas (p=0.05), según la prueba de Tukey.

Los resultados obtenidos de los compuestos antinutricionales de las hojas de zanahoria blanca se muestran en la **Tabla 5**.

En cuanto al contenido de carotenoides totales se denotó que el proceso de cocción disminuyó significativamente ($p < 0.05$) demostrando que el mayor contenido se determinó en las muestras en estado natural con valores de $314.26 \mu\text{g/g}$ y $217.13 \mu\text{g/g}$ en comparación a las muestras sometidas a cocción donde se disminuyó el contenido de carotenoides obteniendo valores que oscilaron entre $214.82 \mu\text{g/g}$ a $186.17 \mu\text{g/g}$.

El proceso de cocción influyó sobre la cantidad de antioxidantes ($\text{g}/100\text{g}$) presentes en los diferentes genotipos de hojas de zanahoria blanca estableciendo el mayor contenido en los tratamientos 1 y 2 con $33.26 \text{ g}/100\text{g}$ y $31.06 \text{ g}/100\text{g}$ consecutivamente. Mientras que, el menor contenido se determinó en el T8 con $2.21 \text{ g}/100\text{g}$.

El tipo de genotipo estudiado en estado natural y sometido a proceso de cocción no difieren significativamente ($p > 0.05$) en el contenido de fenoles, es decir, presentaron valores similares.

Tabla 5. Resultados obtenidos en los compuestos funcionales en hojas de camote de en estado natural vs cocción

Tratamientos	Carotenoides totales ($\mu\text{g/g}$)	Antioxidantes $\text{g}/100\text{g}$	Fenoles $\text{g}/100\text{g}$
T1	$314.26 \pm 0.99^{\text{D}}$	$33.26 \pm 0.94^{\text{E}}$	$0.68 \pm 0.06^{\text{A}}$
T2	$242.18 \pm 0.99^{\text{B}}$	$31.05 \pm 0.94^{\text{E}}$	$0.78 \pm 0.06^{\text{A}}$
T3	$217.13 \pm 0.99^{\text{AB}}$	$11.69 \pm 0.94^{\text{C}}$	$0.98 \pm 0.06^{\text{A}}$
T4	$303.90 \pm 0.99^{\text{C}}$	$23.09 \pm 0.94^{\text{D}}$	$0.78 \pm 0.06^{\text{A}}$
T5	$186.17 \pm 0.99^{\text{A}}$	$7.00 \pm 0.94^{\text{B}}$	$0.26 \pm 0.06^{\text{A}}$
T6	$187.42 \pm 0.99^{\text{A}}$	$7.06 \pm 0.94^{\text{B}}$	$0.53 \pm 0.06^{\text{A}}$
T7	$189.52 \pm 0.99^{\text{A}}$	$6.83 \pm 0.94^{\text{B}}$	$0.78 \pm 0.06^{\text{A}}$
T8	$214.82 \pm 0.99^{\text{AB}}$	$2.21 \pm 0.94^{\text{A}}$	$0.48 \pm 0.06^{\text{A}}$
p-valor	< 0.0001	< 0.0001	> 0.0001

Diferentes letras en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$), según la prueba de Tukey.

En la **Tabla 6** se describen los resultados obtenidos de los compuestos funcionales de las hojas de camote.

El estado (natural y cocido) y los diferentes genotipos de hojas de camote incidieron significativamente ($p < 0.05$) en el contenido de carotenoides totales, demostrando una disminución considerable al ser cocinadas, de esta forma, se observó que el mayor contenido se obtuvo de las muestras que estaban en estado natural con valores entre ($211.66 \mu\text{g/g} - 130.36 \mu\text{g/g}$) por el contrario las muestras cocidas situaron un contenido inferior ($7.13 \mu\text{g/g} - 4.03 \mu\text{g/g}$).

La disminución del contenido de antioxidantes ($\text{g}/100\text{g}$) estuvo influenciado por el proceso de cocción, esto permitió obtener la menor cantidad en los T5 y T6 con valores de 4.03 y 4.49 respectivamente, a diferencia de las hojas de los diferentes genotipos en estado natural que mostró la mayor cantidad de antioxidantes, siendo el T2 con $14.76 \text{ g}/100\text{g}$.

El proceso de cocción de las hojas de los diferentes genotipos no presentó variabilidad ($p > 0.05$) en la disminución del contenido de fenoles totales, presentado valores similares que fluctuaron entre $0.73 \text{ g}/100\text{g} - 1.36 \text{ g}/100\text{g}$.

Tabla 6. Resultados obtenidos en los compuestos funcionales en hojas de camote en estado natural vs cocción.

Tratamientos	Carotenoides totales ($\mu\text{g/g}$)	Antioxidantes $\text{g}/100\text{g}$	Fenoles $\text{g}/100\text{g}$
T1	$211.66 \pm 6.69^{\text{F}}$	$11.76 \pm 0.48^{\text{CD}}$	$1.13 \pm 0.04^{\text{A}}$
T2	$289.34 \pm 6.69^{\text{C}}$	$14.76 \pm 0.48^{\text{D}}$	$0.93 \pm 0.04^{\text{A}}$
T3	$130.36 \pm 6.69^{\text{D}}$	$10.88 \pm 0.48^{\text{C}}$	$1.36 \pm 0.04^{\text{A}}$
T4	$172.79 \pm 6.69^{\text{E}}$	$11.57 \pm 0.48^{\text{CD}}$	$1.32 \pm 0.04^{\text{A}}$
T5	$40.63 \pm 6.69^{\text{A}}$	$4.03 \pm 0.48^{\text{A}}$	$0.95 \pm 0.04^{\text{A}}$
T6	$60.03 \pm 6.69^{\text{B}}$	$4.59 \pm 0.48^{\text{A}}$	$0.73 \pm 0.04^{\text{A}}$
T7	$62.87 \pm 6.69^{\text{BC}}$	$7.13 \pm 0.48^{\text{B}}$	$0.98 \pm 0.04^{\text{A}}$
T8	$83.12 \pm 6.69^{\text{C}}$	$5.47 \pm 0.48^{\text{AB}}$	$0.88 \pm 0.04^{\text{A}}$
<i>p-valor</i>	< 0.0001	< 0.0001	> 0.0001

Diferentes letras en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas

($p < 0.05$), según la prueba de Tukey.

DISCUSIÓN

características anti nutricionales de hojas de zanahoria blanca

En el contenido de alcaloides totales en hojas de cuatro genotipos de zanahoria blanca existe disminución en su concentración por efecto de la cocción. Investigaciones realizadas en hojas de boldo donde aplicaron una temperatura de secado de 65 °C determinaron una disminución del 30 % (Donoso-Calderón, 2022). Por otro lado, Arturo-Perdomo, (2017), reportó en contenido de alcaloides en hojas de yerbamora (*Solanum nigrum L.*) obtuvieron 0.24 – 0.54 mg/g en diferentes métodos.

Para el contenido de saponinas en hojas de cuatro genotipos de zanahoria blanca presentaron una leve disminución entre los valores en estado fresco y cocido. Diversas investigaciones han reportado un contenido superior en cáscara de zanahoria con un valor de 279.9 mg EE/g obtenido en agua y 229.5 mg EE/g en metanol (Pujol-Garcia *et al.*, 2023). Por otro lado, se hace énfasis que las hojas de chancapiedra (*Phyllanthus amarus*) contiene 2.05 mg/g, cabe mencionar que, las saponinas pueden soportar temperaturas superiores a 150 °C e inferiores a 400 °C (Abdulrasheed-Hadiza *et al.*, 2020).

El efecto de la cocción en el contenido de oxalatos en hojas de cuatro genotipos de zanahoria blanca presenta diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) es decir, se evidencia reducción del contenido de Oxalatos en porcentajes de 24 % a 51 % en todas las variedades de estudio después de la aplicación del proceso de cocción. Investigaciones de reducción de antinutrientes en alimentos con algunos procesos mostraron que cuando las muestras de taro (papa china) se hirvieron en agua durante 40 minutos, el contenido de oxalato disminuyó al menos un 47 %, (Savage & Martensson, 2010).

La disminución del contenido de taninos en las hojas de los diferentes genotipos se vio influenciada por el proceso de cocción. Autores como Cáceres *et al.*, (2019), reportaron en hojas comestibles nativas de Mesoamérica una concentración de tanino de 0.54 mg/g (*Solanum nigrecens*) y 0.50 mg/g (*Cnidocolus aconitifolius*) Los taninos son indicadores de actividad anti nutricional, debido a que, son quelantes de minerales, forman complejos insolubles que impiden la absorción.

El proceso de cocción redujo el contenido de nitrato de las verduras frescas, autores como Shahbazzadegan *et al.*, (2010), indican que la disminución va desde el 4.094 % al 13.407 %. Por otro lado, mencionan que el proceso de fritura presenta un aumento en el contenido de nitrato (12.46 % al 29.93 %). Además, Salehzadeh *et al.*, (2022). mencionan que los niveles de nitrato están influenciados por la temporada de cosecha, tipo de hortalizas, fertilizantes.

Los procesos térmicos como la ebullición y la cocción a alta presión, así como también, la cocción al vapor y microondas pueden reducir el contenido de glucosinolato tres veces (Francisco *et al.*, 2010). Por otra parte, Montaner *et al.*, (2022), en su investigación en materiales vegetales de brócoli secado y liofilizado demostraron que la concentración de glucosinolato disminuyó en un 30 % en comparación al material vegetal en estado fresco, esto guarda relación con la presente investigación, donde los tratamientos tuvieron una reducción promedio del 23 % en su contenido.

CARACTERÍSTICAS ANTI NUTRICIONALES DE HOJAS DE CAMOTE

En el efecto de la cocción en el contenido de alcaloides totales en hojas de cuatro genotipos de camote mostraron una disminución (41 % - 84 %) en relación a fresco-cocido, es necesario resaltar un cambio notable en la variedad Guayaco M en estado fresco (T3) que obtuvo 4.94 mg/100g y al ser sometido a cocción se redujo a 0.8 mg/100g (T7). En otras investigaciones han demostrado que, las hojas de camote contienen metabolitos secundarios con potenciales actividades biológicas, entre ellos, se encuentra el contenido de alcaloides que varía entre 3.45 – 6.20 mg (Pochapski *et al.*, 2012).

Para el contenido de saponinas después de la cocción en las hojas de las cuatro variedades de camote presentaron una disminución en su concentración. Por lo tanto, Mbaeyi-Nwaoha & Emejulu, (2013), en su estudio en hojas de camote reportaron un contenido de saponinas de 0.41 mg/g en polvo de hojas de camote. Por otro lado, en hojas de berenjena (*Solanum melongena*) liofilizadas se obtuvo una menor concentración de saponinas con un valor de 8.40 mg/100g (Scorsatto *et al.*, 2017).

La cocción de hojas de camote influyó significativamente en el contenido de oxalatos, demostrando una disminución, esto se debe por el tratamiento térmico al que fueron sometidas. de acuerdo con estudios se comprueba que el tiempo de cocción en harina de papa china (*Colocasia esculenta*) presenta reducción de oxalatos con un contenido de 20.48 mg/100 g (Carbajal-Basillo, 2019). Por su parte, Chotimah y Fajarini (2013), informan que el escaldado a 80 °C por 30 minutos reduce el oxalato en un 60 %. Así como también, el calentamiento y fermentación son métodos eficaces para disminuir el contenido de oxalato (Kasaye *et al.*,2013).

El contenido de taninos en hojas de camote es 40 veces mayor que en las raíces. De tal manera que, autores como Ooko-Abong *et al.*,(2020), en su investigación en hojas de batata han demostrado que la concentración oscila entre 0.87 y 5.05 g/100 g en hojas frescas mientras que, en hojas deshidratadas disminuye a 0.003 y 0.132 g/100 g. De igual manera, Endrias *et al.*,(2016), presentaron una reducción en hojas de camote con 2.28 a 4.46 g/100 g mediante tratamientos térmicos.

El tratamiento térmico tuvo efecto sobre el contenido de nitratos; la mayor reducción se produjo después de la ebullición (69 %) mientras que, en la cocción se reduce aproximadamente en un 27 % (Franková *et al.*,2022). Cabe mencionar que, los altos niveles de nitratos dependen de la variedad, parte de la planta, condiciones edafoclimáticas, además, se enfatiza que, altas concentraciones de nitrato pueden ocasionar daños para la salud del consumidor (Valdés, 2015).

El efecto de la cocción sobre el contenido de glucosinolatos incide significativamente en la disminución frente al material vegetal fresco. Según estudios realizados en vegetales de la familia Brassica, obtuvieron 0.337 en coliflor verde fresca mientras que, al ser cocinadas se redujo a 0.143. Por otro lado, la coliflor morada fresca sitúo 1.915 y cocinada obtuvo 0.909 (Kapusta-Duch *et al.*,2016). Los autores, Bashir *et al.*, 2022), señalan que las hojas de los tubérculos tienen mayor concentración de glucosinolatos en comparación a hortalizas y forrajes de semillas oleaginosas.

COMPUESTOS FUNCIONALES DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA

El contenido de carotenoides de las hojas de zanahoria se redujo mínimamente al ser cocinadas, se ha mencionado que, para los carotenoides, la cocción húmeda/seca provoca pérdidas mayores de α y β -caroteno, es por ello que se debe considerar el método de tratamiento térmico, tiempo y temperatura (Feng *et al.*,2019). En zanahorias frescas el contenido de carotenoides totales varió de 64.94 a 97.53 mg/kg (Koka-Bozalan *et al.*, 2011). Por otro lado, Sonobe & Hirono, (2023), señalan que la variabilidad del contenido de carotenoides en los materiales vegetales depende de factores como genotipo, suelo, condiciones climáticas, labores culturales y condiciones de almacenamiento.

La capacidad antioxidante de las hojas de zanahoria blanca se redujo considerablemente al ser sometidos al proceso de cocción, por cual se hace énfasis que las hojas de zanahoria presentan mayor cantidad de antioxidante con valores de 56.18 a 82.59 (Goneim *et al.*, 2011). Mientras que, la actividad antioxidante de la corteza de zanahoria varía 25.90 y 50.60 g/100g (Feng *et al.*,2019).

Las hojas de zanahoria tienen abundantes compuestos fenólicos, cuyo contenido es diez veces mayor que el de la zanahoria fresca (Song *et al.*,2018). Autores como Paul *et al.*, (2017), menciona que el contenido total de fenol en zanahoria fresca promedia entre 0.95 mg/g a 1.20 mg/g. Los compuestos fenólicos se ven influenciados por múltiples factores, tales como: uso de fertilizantes, condiciones y temperatura de almacenamiento (Ahmad *et al.*,2019).

Compuestos funcionales de hojas de camote

La concentración de carotenoides en hojas de cuatro genotipos de zanahoria blanca presenta diferencias estadísticamente diferentes entre variedades en estado fresco en comparación con datos después de la cocción. Por su parte, Zhou *et al.*, (2023), menciona que, los carotenoides a altas temperaturas se descomponen perdiendo su color y valor nutricional. Las hojas de camote son una fuente de carotenoides que se encuentra oscilando entre 34 y 68 mg/100 g (Ooko-Abong *et al.*,2020).

Los procesos térmicos disminuyen el contenido de antioxidantes, estudios realizados en hojas de camote secadas a una temperatura de 100 °C se obtuvo un contenido de 1.02 g/100g; mientras que, mediante secado en frío se determinó 0,62 g/100g (Long-Jeng *et al.*,2015). En hojas blanqueadas de camote presentan una capacidad antioxidante entre 2.89 – 5.08 g/100g (Jang & Koh, 2019).

En cuanto al contenido de fenoles presentó una disminución muy poco notoria entre los tratamientos, es decir no existió variabilidad en sus resultados. Existen estudios donde el procesamiento térmico provoca un aumento del contenido de polifenoles en batatas. Los valores de fenoles totales en camote tratado térmicamente oscilaron entre 0.218 mg GAE g⁻¹ (hervido) y 6.37 mg GAE g⁻¹ (cocido al vapor) (Franková *et al.*,2022).

CONCLUSIONES

Los procesos térmicos como la cocción, permite la disminución de los niveles de antinutrientes de las hojas de zanahoria blanca y camote. De esta forma, se demuestra que este proceso disminuye significativamente el contenido de alcaloides, saponinas, oxalatos, taninos, nitratos y glucosinolatos. Así como también, la cocción provocó una reducción sustancial en las características funcionales como: carotenoides y antioxidantes, mientras que, los fenoles no presentaron incidencia en ninguno de los materiales vegetales. Por otro lado, los primeros compuestos se redujeron a límites seguros para el consumo, pero se detectó una pérdida importante de los compuestos funcionales, siendo necesario realizar estudios adicionales para encontrar un balance entre los factores mencionados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association of Analytical Communities [A.O.A.C] (1964). *Association of official Analytical Chemist, 952.03,1964. Métodos. Peer Verifed Methods. Manual on Polices and Procedures*. Arlington, Estados Unidos.
- Abdulrasheed-Hadiza, H., Akilu, M., & Mohammed, M. (2020). Phytochemical Analysis of *Daucus Carota* and *Zingiber officinale* Samples Collected from Gwarimpa Abuja Nigeria. *Journal of Diseases and Medicinal Plants*, 4(2). doi:<https://pdfs.semanticscholar.org/1045/97fee0069602514abd93b7ca2b71ecbf3db9.pdf>
- Ahmad, T., Cawood, M., Iqbal, Q., Ariño, A., Batool, A., Sabir-Tariq, R. M., Akhtar, S. (2019). Phytochemicals in *Daucus carota* and Their Health Benefits—Review Article. *Foods*, 8(9).
- Arturo-Perdomo, L. F. (2017). *Estudio químico de los alcaloides presentes en las hojas de yerbamora (Solanum nigrum L.), originaria de los municipios de pasto y chachagüí [Tesis de pregrado]*. Nariño: Universidad de Nariño. Repositorio Institucional: <https://sired.udenar.edu.co/3795/1/Trabajo%20de%20grado%20Luis%20Felipe%20Arturo.pdf>
- Bashir, R., Tabassum, S., Rashid, A., Rehman, S., Adnan, A., & Ghaffar, R. (2022). *Componentes bioactivos de los tubérculos*. Avances en la investigación de hortalizas de raíz. doi: 10.5772/intechopen.105961
- Cáceres, A., Martínez-Arévalo, V., Mérida-Reyes, M. S., Sacbajá, A., López, A., & Cruz, S. M. (2019). Contenido de oligoelementos y factores antinutricionales de hojas comestibles nativas de Mesoamérica. *Ciencia, Tecnología y Salud*, 6(2). Obtenido de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/jcestrada,+Art.+5.pdf
- Carbajal-Basillo, D. (2019). *Efecto del tiempo de cocción en la reducción de oxalatos en harina de dos variedades de pituca (Colocasia esculenta) [Tesis de pregrado]*. Universidad Nacional Daniel Acidez Carrión.

- Cataldo, D. A., Maroon, M., Schrader, L. E., & Youngs, V. L. (2008). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 71-80.
- Chao-Chen, T., Asif, A., Bo-Ping, F., Ming-Huan, L., Jing-Yi, C., Le-Fei, H., & Zhang-Ying, W. (Marzo de 2021). Nutritional composition and health benefits of leaf-vegetable sweet potato in South China. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103714>
- Chotimah, S., & Fajarini, D. (2013). Reduksi kalsium oksalat dengan perebusan menggunakan larutan nacl dan penepungan untuk meningkatkan kualitas sente (*Alocasia macrorrhiza*) sebagai bahan pangan. 2(2). doi:<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtki/article/view/2611>
- Cruz-Tobar, E., Vega-Chariguamán, J., Guitiérrez-Albán, A., Gonzalez-Rivera, M., Saltos-Espín, R., & Gonzalez-Rivera, V. (2018). Aplicación de abonos organicos en la producción de zanahoria (*Daucus carota* L). *Revista de Investigación Talentos*, 2. doi:<https://doi.org/10.33789/talentos.5.81>
- Donoso-Calderón, S. (2022). *Evaluación de la producción de biomasa aérea y del rendimiento en aceite esencial y boldina, de Boldo (Peumus boldus Mol.) en la Comuna de Papudo, V Región [Tesis de pregrado]*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. doi:<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/105130>
- Endrias, D., Negussie, R., & Gulelat, D. (2016). Comparison of three sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) varieties on nutritional and anti-nutritional factors. *Global Journal of Science Frontier Research*, 16(4). doi:https://globaljournals.org/GJSFR_Volume16/5-Comparison-of-Three-Sweet.pdf
- Feng, Q., Xi-Lin, H., Guang-Long, W. Z.-S., Guo-Fei, T. T., Ya-Hui, W., Ahmed, K., & Ai-Sheng, X. (2019). Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. *Horticulture Research*(69).
- Franková, H., Musilová, J., Árvay, J., Šnirc, M., Jančo, I., Lidiková, J., & Vollmannová, A. (2022). Changes in Antioxidant Properties and Phenolics in Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* L.) Due to Heat Treatments. *Molecules*, 27(6). doi:<https://doi.org/10.3390/molecules27061884>

- Goneim, G. A., Ibrahim, F. Y., & El-Shehawy, M. (2011). Carrot leaves: antioxidative and nutritive values. *J. Food and Dairy Sci*, 2(4).
- Hellstrom, J., Granato, D., & Mattila, P. H. (Octubre de 2020). Accumulation of Phenolic Acids during Storage over Differently Handled Fresh Carrots. 9(10). doi:10.3390/foods9101515
- Hoang-Chinh, N., Chang-Chang, C., Kuan-Hung, L., Pi-Yu, C., Hsin-Hung, L., & Men-Yuan, H. (Abril de 2021). Bioactive Compounds, Antioxidants, and Health Benefits of Sweet Potato Leaves. *Molecules*, 26(7). doi: 10.3390/molecules26071820
- Internacional Organization for Standardization [ISO] 9167. (2019). *Determination of glucosinolates content. 1-9*.
- Jang, Y., & Koh, E. (2019). Antioxidant content and activity in leaves and petioles of six sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) and antioxidant properties of blanched leaves. *Food Science and Biotechnology* , 28. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-018-0481-3>
- Kapusta-Duch, J., Kusznierevicz, B., Leszczyńska, T., & Borczak, B. (2016). Effect of cooking on the contents of glucosinolates and their degradation products in selected Brassica vegetables. *Journal of Functional Foods*, 23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.03.006>
- Kasaye, T., Melese, A., Amare, G., & Hailaye, G. (2013). Effect of Fermentation and Boiling on Functional and Physico Chemical Properties of Yam and Cassava Flours. *Journal of Agricultural Science and Food Research*. doi:<https://www.longdom.org/open-access/effect-of-fermentation-and-boiling-on-functional-and-physico-chemical-properties-of-yam-and-cassava-flours-17961.html#:~:text=Processing%20methods%20have%20an%20impact,the%20pH%20value%20of%203.37>.
- Kim, J. S., Lim, J. H., & Cho, S. K. (Junio de 2023). Effect of antioxidant and anti-inflammatory on bioactive components of carrot (*Daucus carota* L.) leaves from Jeju Island. *Applied Biological Chemistry*, 66(34). doi:<https://doi.org/10.1186/s13765-023-00786-2>

- Koka-Bozalan, Nuray, & Karadanys, F. (2011). Carotenoid Profile, Total Phenolic Content, and Antioxidant Activity of Carrots. *International Journal of Food Properties*, 14.
- Lachman, J., Hejtmánková, K., & Kotíková, Z. (Marzo de 2013). Tocols and carotenoids of einkorn, emmer and spring wheat varieties: Selection for breeding and production. *Journal of Cereal Science*, 57(2). doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.05.011>
- Laveriano-Santos, E. P., López-Yerena, A., Jaime-Rodríguez, C., González-Coria, J., Lamuela-Raventós, R. M., Vallverdú-Queralt, A., . . . Pérez, M. (Septiembre de 2022). Sweet Potato Is Not Simply an Abundant Food Crop: A Comprehensive Review of Its Phytochemical Constituents, Biological Activities, and the Effects of Processing. *Antioxidants*, 11(9). doi: 10.3390/antiox11091648
- Mbaeyi-Nwaoha, I., & Emejulu, V. (2013). Evaluation of Phytochemical Composition and Antimicrobial Activity of Sweet Potato (*Ipomoea batatas*) Leaf. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12. Obtenido de [10.3923/pjn.2013.575.586](https://doi.org/10.3923/pjn.2013.575.586)
- Medina-Meza, I. G., Aluwi, N. A., Saunders, S. R., & Ganjyal, G. M. (Noviembre de 2016). GC-MS Profiling of Triterpenoid Saponins from 28 Quinoa Varieties (*Chenopodium quinoa* Willd.) Grown in Washington State. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 64(45). doi:10.1021/acs.jafc.6b02156
- Montaner, C., Mallor, Cristina, Laguna, S., & Zufiaurre, R. (2022). Bioactive compounds, antioxidant activity, and mineral content of bróquil: A traditional crop of Brassica oleracea var. italica. *Front Nutr.*, 9(1006012). doi:<https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1006012>
- Ooko-Abong, G., Muzhingi, T., Wandayi-Okoth, M., Ng'ang, F., Ochieng, P. E., Mahuga-Mbogo, D., Ghimire, S. (2020). Phytochemicals in Leaves and Roots of Selected Kenyan Orange Fleshed Sweet potato (OFSP) Varieties. *International Journal of Food Science*(3567972). Obtenido de <https://doi.org/10.1155/2020/3567972>
- Oropeza-Guerrero, M. (2012). Alcaloides totales y actividad antioxidante de extractos metanólicos de hojas *Ipomoea murucoides*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Tecnológica de la mixteca.
- Parveen, A., Choi, S., Kang, J.-H., Hyun-Oh, S., & Yeou-Kim, K. (Enero de 2021). Trifostigmanoside I, an Active Compound from Sweet Potato, Restores the Activity

- of MUC2 and Protects the Tight Junctions through PKC α/β to Maintain Intestinal Barrier Function. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(1). doi:10.3390/ijms22010291
- Paul, R., Gayathri, R., & Priy, V. (2017). Preliminary Phytochemical Analysis and Estimation of Total Phenol Content. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 45(1).
- Petroski, W., & Minich, D. M. (Octubre de 2020). Is There Such a Thing as “Anti-Nutrients”? A Narrative Review of Perceived Problematic Plant Compounds. *Nutrients*, 12(10). doi:10.3390/nu12102929
- Pochapski, M. T., Fosquiera, E. C., Esmerino, L. A., Brasil-Dos Santos, E., Farago, P. V., Santos, F. A., & Groppo, F. C. (2012). Phytochemical screening, antioxidant, and antimicrobial activities of the crude leaves' extract from *Ipomoea batatas* (L.) Lam. *Pharmacogn Mag*, 7(26). doi:10.4103/0973-1296.80682
- Pujol-Garcia, A., Tamargo, B., Salas, E., Calzadilla, C., Acevedo, R., & Sierra, G. (2023). Tamizaje fitoquímico de extractos obtenidos de la planta *Sapindus saponaria* L que crece en Cuba. *Bionatura*, 5(3). doi:http://dx.doi.org/10.21931/RB/20120.05.03.7
- Salehzadeh, H., Maleki, A., Rezaee, R., Shahmoradi, B., & Ponnet, K. (2022). The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. *PLoS One*, 15(1). doi:https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227551
- Savage, G. P., & Martensson, L. (2010). Comparison of the estimates of the oxalate content of taro leaves and corms and a selection of Indian vegetables following hot water, hot acid and in vitro extraction methods. *Food Composition and Analysis*, 113.
- Scorsatto, M., Pimentel, A., Ribeiro-Da Silva, A. J., Sabally, K., Rosa, G., & Moraes - De Oliveira, G. M. (2017). Assessment of Bioactive Compounds, Physicochemical Composition, and In Vitro Antioxidant Activity of Eggplant Flour. *Int. J. Cardiovascular Science*, 30(3). doi:https://doi.org/10.5935/2359-4802.20170046
- Shahbazzadegan, S., Hashemimajd, K., & Shahbazi, B. (2010). Determination of nitrate concentration of consumed vegetables and fruits in Ardabil. *Journal of Ardabil University of Medical Sciences*, 10(1). doi:https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6952105/

- Song, R., Ismail, M., Baroutian, S., & Farid, M. (11 de 2018). Effect of Subcritical Water on the Extraction of Bioactive Compounds from Carrot Leaves. *Food and Bioprocess Technology* .
- Sonobe, R., & Hirono, Y. (2023). Carotenoid Content Estimation in Tea Leaves Using Noisy Reflectance Data. *Remote Sens*, 15(17).
- Thu-Phan, M. A., Paterson, J., Bucknall, M., & Arcot, J. (Julio de 2018). Interactions between phytochemicals from fruits and vegetables: Effects on bioactivities and bioavailability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58. doi:10.1080/10408398.2016.1254595
- Valdés, A. (2015). *Contenido de nitratos en lechuga (Lactuca sativa L.) cultivada en la 3ª Zona de Riego del Río Mendoza [Tesis de pregrado]*. Mendoza: Universidad Nacional del Cuyo. Obtenido de https://ddhh.bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6681/tesis-brom.-anala-valds.pdf
- Vera, S., Koudela, M., Chmelorova, H., Hajslova, J., & Novotny, C. (2022). Assessment of Carrot Production System Using Biologically Active Compounds and Metabolomic Fingerprints. *Agronomy*, 12(8). Obtenido de <https://doi.org/10.3390/agronomy12081770>
- Waterhouse, A. L. (Febrero de 2003). Current Protocols in Food Analytical Chemistry. doi:<https://doi.org/10.1002/0471142913.fai0101s06>
- Zhou, Y., Tian, Y., & Yang, B. (2023). Root vegetable side streams as sources of functional ingredients for food, nutraceutical and pharmaceutical applications: The current status and future prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 133. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.05.006>