



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA DE QUÍMICA Y FARMACIA**



TRABAJO DE TITULACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARA OPTAR POR EL GRADO DE QUÍMICO Y FARMACÉUTICO

TEMA:

**“ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA
BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*)”**

AUTORES:

SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR
SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET

TUTOR/A:

Dra. Q.F. ZOILA BELLA LUNA ESTRELLA, MSc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

CICLO I 2019-2020



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)		
AUTOR (ES):	SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET		
DOCENTE TUTOR Y DOCENTE REVISOR:	DRA. Q.F. LUNA ESTRELLA ZOILA BELLA, MSc AB. Q.F. MARISCAL SANTI WALTER ENRIQUE, MSc		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	CIENCIAS QUÍMICAS		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	QUÍMICA Y FARMACIA		
GRADO OBTENIDO:	TERCER NIVEL – QUÍMICO Y FARMACÉUTICO		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	2019	No. DE PÁGINAS:	60
ÁREAS TEMÁTICAS:	INVESTIGACIÓN		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Polifenoles, antioxidantes, <i>Arracacia</i> , DPPH.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>Sabemos que el cuerpo humano normalmente desempeña la producción de antioxidantes endógenos para neutralizar los radicales libres. No obstante, conforme el cuerpo envejece los niveles de antioxidante disminuye. Por lo que, el cuerpo necesita de fuentes exógenas para obtener los antioxidantes que necesita, siendo estos encontrados comúnmente en los vegetales. El presente estudio tiene como objeto determinar el contenido de polifenoles totales y evaluar su actividad antioxidante, esto se realizó mediante el screening fitoquímico dando positivo para taninos del grupo pirocatecol y mediante el método de Folin-Ciocalteu, se determinó la concentración de polifenoles totales presentes en el extracto metanólico de las hojas de zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>) teniendo como resultado 133,689 mg AGE/100g, donde finalmente se evaluó la actividad antioxidante mediante el método de secuestro de radicales libres DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazilo) dando como resultado 301,86 mg/Kg, dando valores elevados para polifenoles total y valores elevados para actividad antioxidantes con respecto a valores presentes en la pulpa de la misma.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0983772932 0994351072		E-mail: jcsmksob0301@hotmail.com sjenniferpolet_18@hotmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS		
	Teléfono: (04) 2293680		
	E-mail: www.fcq.ug.edu.ec		



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA



UNIDAD DE TITULACIÓN

Guayaquil, 15 de agosto del 2019

SR. (SRA.)
VICEDECANO (A)
FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*) del (los) estudiante (s) SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR y SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET, indicando ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Dra. Q.F. Zoila Bella Luna Estrella, MSc
C.I. No: 0907681795



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA



UNIDAD DE TITULACIÓN

Guayaquil, 29 de agosto del 2019

SR. (SRA.)
VICEDECANO (A)
FACULTAD CIENCIAS QUÍMICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*) de los estudiantes SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR y SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

- El título tiene un máximo de 16 palabras.
- La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.
- El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.
- La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.
- Los soportes teóricos son de máximo 5 años.
- La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que los estudiantes SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR y SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET están aptos para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

Q.F. WALTER MARSICAL SANTI
DOCENTE TUTOR REVISOR
C.I. No.: 0907249080



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA

UNIDAD DE TITULACIÓN



CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrado Dra. Q.F Zoila Bella Luna Estrella, MSc, tutor del trabajo de titulación, certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR C.I. No: 0952190304 y SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET C.I. No: 0302809025, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químicos (as) y Farmacéuticos (as).

Se informa que el trabajo de titulación: **"ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*)"**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa anti plagio Urkund quedando el 3% de coincidencia.

URKUND

Documento: TESIS-SANMARTIN-SANCHEZ (05485407)

Presentado: 2019-09-16 10:03 (-05:00)

Presentado por: jenniferpolet_18@hotmail.com

Recibido: cansoverdemj.ug@analisis.urkund.com

Moneda: TESIS DE SANMARTIN-SANCHEZ [Mostrar el mensaje de correo](#)

3% de extra: 11 páginas, se componen de texto presente en 3 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	http://69.111.45.14/obtienelarchivo/205001181011997/TeMa_Aspicito20_Fuentes_PDF.pdf
	CASCARA DE PINA- ALBANI Y FUENTES.docx
	CASCARA SANJUAN-GONZALEZ Y LINIADO.docx
Fuentes alternativas	
Fuentes no usadas	

hasta un 33% en la sin cascara pasado los 20 min de cocción; el contenido de polifenoles totales en la Arracacia xanthorrhiza en crudo y en los diferentes tiempo de cocción con y sin cascara, siendo el valor más elevado la muestra de Arracacia xanthorrhiza en crudo y con cascara (33.3 ± 0.4 mg EAG/g) y el de menor valor la muestra de postcocción por periodo de 20 min de zanahoria blanca sin cascara (4.74 ± 0.2 mg EAG/g) (2. Zanahoria blanca o Arracacia xanthorrhiza).

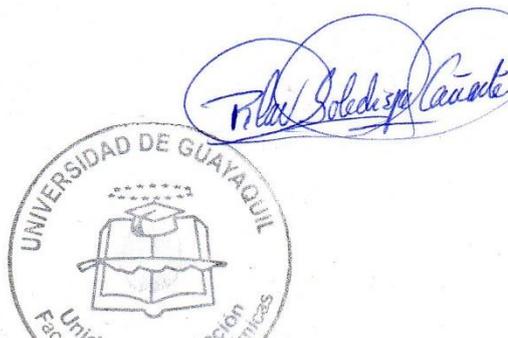
No hay indicio que facilite identificar el origen de la planta, no obstante, debido a las especies silvestres similares, se dice que pudo pertenecer a la zona septentrional de América del Sur, se ha ido realizando colecciones en muchos lugares de la zona andina debido a su mayor diversidad genética, preservando así variabilidad, por ejemplo, en la sierra norte de Perú se efectuó 110 accesiones manteniéndose en evaluación, sin embargo, para el año de 1967 hubo un germen único de arracacha con 50 introducciones de toda la zona andina, al distribuir este material a Colombia, Venezuela y Brasil para su preservación los resultados no fueron muy satisfactorios; para el año de 1984, en la estación de Santa Catalina en Ecuador presentaban cultivos in vitro de la zanahoria blanca, teniendo así buenos resultados CITATION Higúe (1) 3002 (Miguelo Muñoz, 2018)

Esta planta herbácea es conocida en quechua como taquichu, rekacha, huacamilla; la variabilidad de su nombre depende del país donde la cultivan; por eso, en Ecuador se la conoce como zanahoria blanca, en Venezuela y Colombia como arracacha, racacha y aplo crillo; en Perú como racacha virraza; en Brasil como cenoura amarela, batata branca, batata fusa CITATION Quisá (1) 3002 (Quilapanta, Davila, Vasquez, & Prutos, 2018)

En 1925, la clasificación botánica de la zanahoria blanca fue descrita por Bancroft:

<https://secure.arkund.com/view/53392874-505903-925806#q1bKLVayijbSMdYx0TGN1VEqzkzPy0zL TE7MS05VsJLQMzAytLQwNj U3MjQ2NDQwtjQzqQUA>


Dra. Q.F. Zoila Bella Luna Estrella, MSc
C.I. No.: 0907681795





FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS-SANMARTIN-SANCHEZ.docx (D54854827)
Submitted: 8/16/2019 5:03:00 PM
Submitted By: sjenniferpolet_18@hotmail.com
Significance: 3 %

Sources included in the report:

CASCARA DE PIÑA- ALBAN Y FUENTES.docx (D54748817)
CASCARA SANDIA- GONZABAY Y LINDAO.docx (D54748818)
[http://168.121.45.184/bitstream/handle/20.500.11818/4129/Tesis_Aquise%20Escudero.PDF?
sequence=3&isAllowed=y](http://168.121.45.184/bitstream/handle/20.500.11818/4129/Tesis_Aquise%20Escudero.PDF?sequence=3&isAllowed=y)

Instances where selected sources appear:

4





**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 15 de agosto del 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutora del Trabajo de Titulación, Certifico: Que he asesorado, guiado y revisado el trabajo de titulación en la modalidad de investigación, cuyo título es: **“ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*)”**, presentado por **SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR** con C.I. No. 0952190304, y **SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET** con C.I. No. 0302809025, previo a la obtención del título de Químicos (as) y Farmacéuticos (as).

Este trabajo ha sido aprobado en su totalidad y se adjunta el informe de Anti plagio del programa URKUND, quedando el 3% de coincidencia. Lo Certifico:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Zoila', written over a horizontal line.

Dra. Q.F. Zoila Bella Luna Estrella, MSc.

C.I. No: 0907681795



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 29 de agosto del 2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR REVISOR

Habiendo sido nombrado Q.F. WALTER MARISCAL SANTI, tutor revisor del trabajo de titulación: ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*) certifico que el presente trabajo de titulación, elaborado por SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR con C.I. No. 09521903014 y SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET con C.I. No. 0302809025, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Químicos (as) y Farmacéuticos (as), en la Carrera de Química y Farmacia de la Facultad de Ciencias Químicas, ha sido **REVISADO Y APROBADO** en todas sus partes, encontrándose apto para su sustentación.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and vertical strokes, positioned above a horizontal line.

Q.F. WALTER MARISCAL SANTI

DOCENTE TUTOR REVISOR

C.I. No.: 0907249080



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



CERTIFICADO DEL TRIBUNAL

El tribunal de Sustentación del Trabajo de Titulación de los Señores (Señoritas) SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR y SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET, después de ser examinados en su presentación, memoria científica y defensa oral, da por aprobado el Trabajo de Titulación.

**Ab. Q.F. WALTER MARISCAL SANTI, MSc
PRESIDENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Dr. Q.F. CARLOS SILVA HUILCAPI, MSc
DOCENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Q.F. SORAYA GARCÍA LARRETA, MSc
DOCENTE-MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Ab. FRANCISCO PALOMEQUE ROMERO
SECRETARIO GENERAL
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO
COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Nosotros, SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR con C.I. No: 0952190304 y SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET con C.I. No: 0302809025, certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es "ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*)" son de mi absoluta propiedad y responsabilidad Y SEGÚN EL Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo el uso de una licencia gratuita intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la presente obra con fines no académicos, en favor de la Universidad de Guayaquil, para que haga uso del mismo, como fuera pertinente.

SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR

C.I. No.: 0952190304

SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET

C.I. No.: 0302809025

*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN



Guayaquil, 15 de agosto del 2019

CARTA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**“ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE
EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia
xanthorrhiza*)”**

Yo, **SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR**, autor de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN, me corresponde a mí exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaro también es de mi autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además, ratifico que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en una Universidad nacional, ni una extranjera.

SÁNCHEZ MENDOZA JULIO CÉSAR

C.I. No.: 0952190304



**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA
UNIDAD DE TITULACIÓN**



Guayaquil, 15 de agosto del 2019

CARTA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

**“ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE
EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA BLANCA (*Arracacia
xanthorrhiza*)”**

Yo, **SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET**, autor de este trabajo declaro ante las autoridades de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil, que la responsabilidad del contenido de este TRABAJO DE TITULACIÓN, me corresponde a mí exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guayaquil.

Declaro también es de mi autoría, que todo el material escrito, salvo el que está debidamente referenciado en el texto. Además, ratifico que este trabajo no ha sido parcial ni totalmente presentado para la obtención de un título, ni en una Universidad nacional, ni una extranjera.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jennifer Polet".

SANMARTÍN RODRÍGUEZ JENNIFER POLET
C.I. No.: 0302809025

INDICE

RESUMEN	xix
ABSTRACT	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
PROBLEMA	2
I.1. Planteamiento del problema	2
I.2. Formulación del problema	3
I.3. Justificación e importancia.....	4
I.4. Hipótesis.....	5
I.5. Objetivos.....	6
I.5.1. Objetivo general.....	6
I.5.2. Objetivos específicos	6
I.6. Operacionalización de las variables	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
II.1. Antecedentes.....	8
II.2. Zanahoria blanca o <i>Arracacia xanthorrhiza</i>	9
II.2.1. Descripción de la planta.....	10
II.2.2. Cultivo	11
II.2.2.1. Requerimientos para el cultivo	11
II.2.3. Problemas fitosanitarios.....	12
II.2.4. Fitomejoramiento	12
II.2.5. Valor nutricional	13
II.2.6. Beneficios	14
II.3. Polifenoles totales	16
II.3.1. Composición química.....	16

II.3.2. Clasificación.....	16
II.3.3. Flavonoides.....	18
II.3.3.1. Tipos de flavonoides.....	18
II.3.4. Taninos	19
II.3.4.1. Clasificación	20
II.4. Actividad antioxidante.....	23
II.4.1. Radicales libres.....	24
II.4.2. Teoría del estrés oxidativo	25
II.5. Extractos.....	27
II.5.1. Tipos de extractos.....	27
II.5.1.1. Extractos líquidos	27
II.5.1.2. Extractos sólidos	28
II.6. METODOS	29
II.6.1. Método de tamizaje o screening fitoquímico	29
II.6.2. Método de Folin – Ciocalteu	29
II.6.3. Método de secuestro de radicales libres DDPH (1,1-difenil-2- picrilhidrazilo)	30
CAPÍTULO III	31
MATERIALES Y MÉTODOS	31
III.1. Tipo de investigación	31
III.2. Materiales	32
III.3. Muestra.....	33
III.4. Métodos.....	33
CAPÍTULO IV.....	38
RESULTADOS Y DISCUSIONES	38
IV.1. Resultados	38
IV.2. Discusión.....	42

CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES	47
BIBLIOGRAFÍA	48
GLOSARIO	53
ANEXOS	54

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables	7
Tabla 2: Taxonomía de Arracacia xanthorrhiza	10
Tabla 3: Valor nutricional en el tubérculo de la Arracacia xanthorrhiza	13
Tabla 4: Aminoácidos esenciales en el tubérculo de Arracacia xanthorrhiza	14
Tabla 5: Clasificación de los polifenoles y ejemplos de ellos	16
Tabla 6: Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes naturales	21
Tabla 7: Productos alimenticios con alto contenido de antioxidantes fenólicos	22
Tabla 8: Tipos de especies reactivas de oxígeno	26
Tabla 9: Formas Galénicas de los extractos vegetales	28
Tabla 10: Metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de las hojas de Arracacia xanthorrhiza	38
Tabla 11: Resultados de humedad y cenizas totales en hojas de Arracacia xanthorrhiza.....	39
Tabla 12: Contenido de polifenoles totales presentes en el extracto metanólico de las hojas de Arracacia xanthorrhiza	40
Tabla 13: Contenido de la Actividad Antioxidante presentes en el extracto metanólico de las hojas de Arracacia xanthorrhiza	41
Tabla 14: Comparación de resultados de diferentes autores para evaluación de actividad antioxidante	45

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estructura básica de los flavonoides y su clase.....	19
Ilustración 2: Componentes de un tanino hidrolizable.....	20
Ilustración 3: Componentes de un tanino no hidrolizables	21
Ilustración 4: Tipos de antioxidantes naturales	24
Ilustración 5: El antioxidante tiene el poder de unirse al radical libre	25
Ilustración 6: Porcentaje de Humedad	42
Ilustración 7: Porcentaje de Cenizas.....	43
Ilustración 8: Contenido de Polifenoles totales.....	44

INDICE DE ANEXOS

Anexo A: Siembra de la zanahoria blanca en la huerta de uno de los autores	54
Anexo B: Crecimiento de la Arracacia xanthorrhiza	54
Anexo C: Hojas de la zanahoria blanca en proceso de secado al ambiente	55
Anexo D: Proceso de molienda de las hojas de la Arracacia xanthorrhiza .	55
Anexo E: Pesando la pulverización de las hojas de Arracacia xanthorrhiza para realizar el método de extracción	56
Anexo F: Proceso de filtración del extracto metanólico de las hojas de Arracacia xanthorrhiza	56
Anexo G: Dos extractos metanólicos de las hojas de la Arracacia xanthorrhiza: al ambiente y frío	57
Anexo H: Informe de resultados para polifenoles totales	58
Anexo I: Informe de resultados para actividad antioxidante	59
Anexo J: Informe de resultados para los parámetros fisicoquímicos	60



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA



UNIDAD DE TITULACIÓN

“ESTUDIO DE POLIFENOLES TOTALES Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE EN EXTRACTO DE HOJAS DE ZANAHORIA
BLANCA (*Arracacia xanthorrhiza*)”

Autor (es): Sánchez Mendoza Julio César
Sanmartín Rodríguez Jennifer Polet

Tutor: Dra. Q.F. Zoila Bella Luna Estrella, MSc

RESUMEN

Sabemos que el cuerpo humano normalmente desempeña la producción de antioxidantes endógenos para neutralizar los radicales libres. No obstante, conforme el cuerpo envejece los niveles de antioxidante disminuye. Por lo que, el cuerpo necesita de fuentes exógenas para obtener los antioxidantes que necesita, siendo estos encontrados comúnmente en los vegetales. El presente estudio tiene como objeto determinar el contenido de polifenoles totales y evaluar su actividad antioxidante, esto se realizó mediante el screening fitoquímico dando positivo para taninos del grupo pirocatecol y mediante el método de Follin-Ciocalteu, se determinó la concentración de polifenoles totales presentes en el extracto metanólico de las hojas de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) teniendo como resultado 133,689 mg AGE/100g, donde finalmente se evaluó la actividad antioxidante mediante el método de secuestro de radicales libres DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazilo) dando como resultado 301,86 mg/Kg, dando valores elevados para polifenoles total y valores elevados para actividad antioxidantes con respecto a valores presentes en la pulpa de la misma.

Palabras claves: polifenoles, antioxidantes, *Arracacia*, DPPH.



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
CARRERA QUÍMICA Y FARMACIA



UNIDAD DE TITULACIÓN

“STUDY OF TOTAL POLYPHENOLS AND ANTIOXIDANT
ACTIVITY IN WHITE CARROT SHEET EXTRACT (*Arracacia
xanthorrhiza*)”

Author (s): Sánchez Mendoza Julio César

Sanmartín Rodríguez Jennifer Polet

Advisor: Dra. Q.F. Zoila Bella Luna Estrella, MSc

ABSTRACT

As we know, the human body plays the production of endogenous antioxidants to neutralize free radicals. However, as the body ages the antioxidant levels decrease. Therefore, the body needs exogenous sources to obtain the antioxidants that are commonly found in vegetables. The purpose of this study is to determine the content of total polyphenols and evaluate their antioxidant activity. This study was performed by phytochemical screening, giving positive results for tannins of the pyrocatechol group; and using the Folin–Ciocalteu method, we could determine the concentration of total polyphenols present in the methanolic extract of white carrot leaves (*Arracacia xanthorrhiza*) resulting in 133,689 mg AGE / 100g, where the antioxidant activity was finally evaluated by the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical sequestration method, resulting in 301,86 mg/kg, giving high values for total polyphenols and high values for antioxidant activity with respect to values present in the pulp itself.

Keywords: polyphenols, antioxidants, Arracacia, DPPH.

INTRODUCCIÓN

Zanahoria blanca, nombrada de tal manera dentro del país. Sembrada en la sierra ecuatoriana, siendo una de las más antiguas de América y distinguida por sus múltiples beneficios que brinda a la población. Dentro del Ecuador, podemos encontrar su siembra en los huertos de cada familia, para consumo propio. Esto se debe a que no existe un conocimiento amplio de la planta dentro de nuestro país. “La zanahoria blanca es uno de los alimentos más importante de los Andes, teniendo mayor impacto en Brasil, generando ingresos a miles de familias campesinas como cultivo principal, gracias a los programas brasileiros de mejoramiento de cultivos” (CIP, 2015).

La apariencia de las hojas es similar a la del apio y el tubérculo a la *Daucus carota*. El consumo de la raíz varía según el gusto del cliente puede servirse como acompañamiento, sopas y hasta postres. El tallo y hojas pueden consumirse en ensaladas, infusiones e incluso alimento para el ganado (Higuera Muñoz, 2018)

A través de una formación incontrolada de las especies reactivas de oxígeno por medio de fuentes endógenas o exógenas provocan el denominado estrés oxidativo, siendo una característica de las células cancerosas (Poprac, y otros, 2017). Por lo tanto, el estrés oxidativo, tiene relación con el proceso de envejecimiento y contribuye a una red de enfermedades humanas no transmisibles (Sies, 2018).

Siendo importante la determinación de la concentración de polifenoles totales y la actividad antioxidante para una mejoría en la salud humana. Para las determinaciones mencionadas se realizarán mediante los métodos de Folin-Ciocalteu y DPPH. Este trabajo presentará una breve descripción acerca de la *Arracacia xanthorrhiza*, dando a conocer su taxonomía, características generales, valor nutricional y beneficios.

CAPÍTULO I

PROBLEMA

I.1. Planteamiento del problema

El consumo contraproducente de alcohol, tabaco, dietas malsanas y la alimentación con mucha sal, están profundamente arraigados en las tradiciones culturales del país y, por tanto, conllevan a las enfermedades no transmisibles, siendo los más grandes problemas de la salud humana en la actualidad (OMS, 2015).

Las enfermedades no transmisibles relacionadas con la alimentación abarcan las enfermedades cardiovasculares (como el infarto de miocardio y los accidentes cerebrovasculares, a menudo asociados a la hipertensión arterial) algunos cánceres, y la diabetes. La mala alimentación y la mala nutrición se cuentan entre los principales factores de riesgo de esas enfermedades a escala mundial. (OMS, 2018)

Por otro lado, los problemas externos como la contaminación atmosférica, rayos solares, humo de cigarrillo, la exposición a contaminantes y compuestos químicos, da lugar a la producción de radicales libres; un exceso de radicales libres en nuestro cuerpo sobrelleva a enfermedades cardiovasculares, cáncer y otros padecimientos de la salud (Cabisco, 2014).

Los cambios climáticos representan un problema para el caso de la producción de alimentos, es el mayor desafío de nuestro tiempo; los cambios climáticos son de alcance mundial y si no se toman medidas drásticas desde hoy, será más difícil adaptarse a futuro (ONU, 2019)

La degradación de la tierra afecta directamente casi el 75% de la población pobre a nivel mundial. Se traduce en pérdida de hábitat de diferentes especies, al aumento en la erosión del suelo y al incremento de las emisiones de Carbono a la atmósfera, teniendo como pérdida un aproximado de 12 millones de Hectareas por año, siendo un estimado de 30 a 35 veces la tasa de pérdida (ODS, 2016).

I.2. Formulación del problema

¿De qué manera incide el contenido de polifenoles totales en la actividad antioxidante del extracto metanólico de la *Arracacia xanthorrhiza*?

I.3. Justificación e importancia

El cuerpo humano normalmente desempeña la producción de antioxidantes endógenos para neutralizar los radicales libres, no obstante, conforme el cuerpo envejece el nivel de antioxidantes disminuye, es decir, el cuerpo necesita de fuentes exógenas para obtener los antioxidantes que necesita, siendo estos encontrados comúnmente en los alimentos vegetales y son sintetizados por las diferentes partes de una planta como lo es el fruto, hojas, tallo y raíces (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015).

“Según evidencia científica de las últimas décadas, demuestran a los antioxidantes exógenos encontrados en alimentos con un importante potencial para disminuir las enfermedades crónicas no transmisibles como neurodegenerativas, cardiovasculares y tumorales, siendo estas enfermedades muy comunes en américa latina” (Poggio, 2012).

Existen estudios realizados anteriormente donde afirman que las plantas de la familia Apiaceae poseen altos contenidos de sus metabolitos y minerales, cabe mencionar betacaroteno, flavonoides, compuestos fenólicos, macromoléculas y vitaminas, también, demuestran el alto valor nutricional que posee el tubérculo de dicha planta sirviendo como ayuda para contrarrestar varios problemas de salud (Cachay Barboza, 2016)

El alto contenido de polifenoles y actividad antioxidante en la *Arracacia xanthorrhiza*, beneficia a aquellos consumidores e industrias farmacéuticas, ya que pueden obtener una fuente natural de antioxidante y, de la misma manera ayuda a trabajos futuros. El objeto de este estudio es evaluar y cuantificar la actividad antioxidante, con el fin de relacionar el contenido antes mencionado encontrado en el tubérculo y las hojas de la zanahoria blanca.

1.4. Hipótesis

El extracto de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza* presenta un alto contenido de polifenoles y actividad antioxidante siendo estas analizadas por separado.

I.5. Objetivos

I.5.1. Objetivo general

Determinar la concentración de polifenoles totales mediante el método de Folin–Ciocalteu que permita la evaluación de la actividad antioxidante por el método de DPPH presente en el extracto metanólico de las hojas de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*).

I.5.2. Objetivos específicos

- Realizar mediante un screening fitoquímico la determinación de taninos y compuestos fenólicos en general.
- Cuantificar la concentración de polifenoles totales aplicando el método de Folin–Ciocalteu.
- Evaluar la actividad antioxidante por el método de secuestro de radicales libres DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazilo).

I.6. Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de las variables

VARIABLES	MÉTODO	CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
Dependientes	Actividad antioxidante	Es la capacidad de inhibir la degradación oxidativa y la generación de radicales libres (Londoño , 2015).	DPPH (2.2 difenil-1-picrilhidrazilo)	AGE mg/kg
Independientes	Polifenoles totales	Son compuestos que presentan en su estructura la presencia de uno o varios anillos fenólicos (Quiñones, Miguel, & Aleixandre, 2012)	Método de Folin–Ciocalteu	

Fuente: Autores

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

II.1. Antecedentes

(Cachay Barboza, 2016) Investigó sobre las propiedades beneficiosas de frutas y vegetales asociadas con metabolitos secundarios llamados fitonutrientes, para este propósito se analizaron un grupo de frutas y vegetales, en donde se compararon su contenido de polifenoles totales utilizando el método de Folin – Ciocalteu en fracción hidrofílica y su capacidad antioxidante mediante el ensayo ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) en fracción hidrofílica y lipofílica; las muestras de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) pertenecientes al grupo de los vegetales de bajo potencial antioxidante (<1000 $\mu\text{mol TE}/100\text{g}$) y de bajo contenido de polifenoles totales (<100 mg/100g).

La investigación de (Zapata, Piedrahita, & Rojano, 2014) tuvo como objetivo determinar el efecto tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en *Arracacia xanthorrhiza* con o sin cascara, en el mismo se utilizó la pulpa de *Arracacia xanthorrhiza* con o sin cascara en diferente tiempo de cocción; los resultados indicaron que la *Arracacia xanthorrhiza* en crudo con cascara presento un 72% de porcentaje de reducción de DPPH, a diferencia de la en crudo sin cascara que presento un 63%, al iniciar la cocción por hervido se observó una pérdida de la capacidad antioxidante llegando hasta un 38% de porcentaje de reducción en la *Arracacia xanthorrhiza* con cascara y hasta un 33% en la sin cascara pasado los 20 min de cocción; el contenido de polifenoles totales en la *Arracacia xanthorrhiza* en crudo y en los diferentes tiempo de cocción con y sin cascara, siendo el valor más elevado la muestra de *Arracacia xanthorrhiza* en crudo y con cascara ($13,3 \pm 0,4$ mg EAG/g) y el de menor valor la muestra de postcocción por hervido de 20 min de zanahoria blanca sin cascara ($4,74 \pm 0,2$ mg EAG/g).

II.2. Zanahoria blanca o *Arracacia xanthorrhiza*

No hay indicio que facilite identificar el origen de la planta, no obstante, debido a las especies silvestres similares, se dice que pudo pertenecer a la zona septentrional de América del sur; se ha ido realizando colecciones en muchos lugares de la zona andina debido a su mayor diversidad genética, preservando su variabilidad, por ejemplo, en la sierra norte de Perú se efectuó 110 accesiones manteniéndose en evaluación, sin embargo, para el año de 1967 existía un germoplasma de arracacha con 50 introducciones de toda la zona andina, al distribuir este material a Colombia, Venezuela y Brasil para su preservación los resultados no fueron muy satisfactorios; para el año de 1984, en la estación de Santa Catalina en Ecuador preservaban cultivos in situ de la zanahoria blanca, teniéndose así buenos resultados (Higuera Muñoz, 2018).

Esta planta herbácea es conocida en quechua como laquchu, rakkacha, huíasampilla; la variabilidad de su nombre depende del país donde la cultivan, por eso, en Ecuador se la conoce como zanahoria blanca; en Venezuela y Colombia como arracacha, racacha y apio criollo; en Perú como racacha virraca; en Brasil como cenoura amarela, batata baroa, batata fiusa (Quilapanta, Dávila, Vásquez, & Frutos, 2018)

En 1825, la clasificación botánica de la zanahoria blanca fue descrita por Bancroft.

Tabla 2: Taxonomía de *Arracacia xanthorrhiza*

Reino	Vegetal
Clase	Angiospermae
subclase	Dicotyledone
Orden	Umbelliflorae
Familia	Apiaceae
Género	Arracacia
Especie	Xanthorrhiza bancroft

Fuente: (Quilapanta, Dávila, Vásquez, & Frutos , 2018)

II.2.1. Descripción de la planta

Planta herbácea de 0.5 m a 1 m de altura, de tronco cilíndrico entre 10 cm de alto y 10 cm de ancho con numerosos brotes, cada uno de estos presentan hojas de pecíolos largos, sus hojas son ampliamente ovaladas de 10 a 15 cm de largo y ancho divididas entre 3 y 7 folíolos muy recortados; el follaje es de color verde, del tallo se consigue dos tipos de raíces; largas y finas, siendo la primera raíz utilizable, se recolecta antes de concluir su ciclo vegetativo (Higuera Muñoz, 2018).

Tiene un parecido con el apio, sobre todo por sus hojas; el peso de la raíz y sus ramas llegan a 4 kg y su color es blanco o amarillo, rara vez púrpura (Higuera Muñoz, 2018). El cuerpo de la raíz es recto o encorvado, aplanado a menudo en su parte superior por la presión de otras raíces y terminado en un ápice delgado que emite fibras de escasa longitud; de superficie casi lisa, está cubierta por una delgada película que presenta cicatrices transversales, como las raíces de la zanahoria, aunque las raíces más jóvenes tienen una epidermis lisa, las raíces viejas desarrollan unas capas corchosas de color pardo, que dan a las raíces cosechadas una ligera apariencia de yucas (Guerra Ávila, González Melo, & Alvarado Gaona, 2012).

Según (Barrera, Tapia, & Monteros, 2004) las diferentes formas hortícolas se reconocen por el color del follaje y el color externo e interno de la raíz, así tenemos: Amarilla: Esta arracacha produce raíces amarillas de muy buen sabor y el follaje es verde; Blanca: Produce raíces blancas y presenta follaje verde; Morada: El follaje es de color carmín y las raíces son amarillas; En general, existen unas nueve diferentes formas hortícolas resultantes de la combinación de color de la raíz y del follaje.

II.2.2. Cultivo

Esta planta posee un sistema de propagación especial, produciéndose por medios vegetativos; consiste en cortar pedazos grandes del cuello que contengan yemas, los segmentos no deben ser más de una pulgada de ancho si se quiere obtener buenas raíces tuberosas, las hojas se podan cuando están crecidas, desde media hasta tres pulgadas de la base; Según (Higuera Muñoz, 2018), para un buen cultivo de la arracacha son los suelos orgánicos de la zona andina de América, la plantación consiste en colocar estos segmentos preparados y sin ramas en el borde de los surcos con una distancia de 60 – 80 cm entre plantas.

Una vez que la zanahoria blanca empieza a presentar un follaje amarillento, se puede decir que ha completado su periodo vegetativo, ocurriendo en unos 10 a 12 meses de haber realizado su siembra; en un informe publicado por (Higuera Muñoz, 2018) menciona cuáles son los requerimientos para el cultivo de la zanahoria blanca.

II.2.2.1. Requerimientos para el cultivo

Requerimientos de luz solar: Se cree que la zanahoria blanca necesita pocos días para lograr un crecimiento de sus raíces, pero el rango de variación de las especies es desconocido.

Precipitación: Es importante una distribución uniforme de las lluvias, debe alcanzar 1000 mm de precipitación fluvial y que nunca baje de 600 mm anuales.

Altitud: Su cultivo debe ser entre los 600 a 3200 m sobre el nivel del mar.

Bajas temperaturas: Se requiere temperaturas entre 14 y 21°C para un crecimiento correcto. En temperaturas menores la planta no llega a su maduración. No tolera las heladas.

Altas temperaturas: Se debe evitar temperaturas mayores de 25°C.

Tipo de suelo: Los suelos arenosos son los apropiados, deben ser profundos, drenados y mejorados con fertilizantes.

II.2.3. Problemas fitosanitarios

Evans citado por Montaldo (1972) indica que la zanahoria blanca es destruida por una plaga denominada *Papilio polyxenes*, también es atacado por *Agrostisipsylon* y pulgones. Y la producción de la raíz se da por *Sclerotium rolfsii*.

II.2.4. Fitomejoramiento

(Hernández Bermejo & León, 1992) Que este tipo de cultivo ofrece posibilidades para su mejoramiento. Puesto así que, la existencia de líneas que se logran cosechar en 280 días es un adelanto, la mayoría necesita todo un año.

El programa de mejoramiento elaborado por el INIAP, Ecuador, propone completar la colección y evaluación del germoplasma actual. Siendo aplicable a todos los países andinos. En Perú, Arbizu efectuó una recolección de material de zanahoria blanca en gran parte de la sierra.

II.2.5. Valor nutricional

Son muy pocos los trabajos desarrollados en el campo alimenticio sobre la arracacha, pues la mayoría de ellos han sido dirigidos a evaluar la composición química del fruto. Sin embargo, a lo largo de los años esta planta ha sido considerada como energético debido a su composición. En el cuadro se muestran los hallazgos obtenidos al respecto; aquí observamos que un bloque interesante lo constituyen los carbohidratos totales, conformados en su mayoría por los azúcares y almidones que el organismo utiliza de un modo completo, así como fisiológicamente menos aprovechables, pentosanas, aminoácidos, ácidos orgánicos, entre otros (Rodas, 1992)

Tabla 3: Valor nutricional en el tubérculo de la *Arracacia xanthorrhiza*

Para 100 gamos de producto comestible

Componente	Ecuador	Guatemala	A.Latina	Perú
Calorías	112.00	104.00	102.00	97.00
Humedad	71.00	73.00	74.40	75.10
Proteínas	1.00	0.08	0.08	0.70
Ext. Etéreo	0.10	0.02	0.02	0.02
Carb. Total	26.90	24.90	24.40	23.00
Fibra total	0.60	0.60	1.00	1.10
Cenizas	0.90	1.10	1.20	1.00
Calcio (mg)	19.00	29.00	26.00	28.00
Fósforo	55.00	58.00	52.00	52.00
Hierro	0.90	1.20	0.09	1.10
Caroteno	0.11	0.00	0.00	0.00
Tiamina	0.70	0.60	0.07	0.09
Riboflavina	0.02	0.04	0.06	0.08
Niacina	3.67	3.40	2.80	2.84
Ac. Ascórbico	31.00	28.00	23.00	27.10

Fuente: (Rodas, 1992)

Tabla 4: Aminoácidos esenciales en el tubérculo de *Arracacia xanthorrhiza*

AMINOÁCIDOS	mg de aminoácidos/g de nitrógeno	
	Arracacha	Proteína padrón de la FAO/OMS 1973
Isoleucina	83	250
Leucina	237	440
Lysina	203	340
Metionina + Lysina	179	220
Fenilalanina +	386	380
Tirosina	186	250
Treonina	144	60
Triptofano	191	310
Valina	33.2	100
Valor (E/T%)	22.6	36

Fuente: (Amino, 1970)

(Soto, 2004) realizó una evaluación del almidón presente en la *Arracacia xanthorrhiza*, obteniendo un resultado de amilosa de 19.17% y amilopectina de 80.83%; siendo esto de gran utilidad en la industria alimentaria, ya que el almidón es muy utilizado en para formar una textura adecuada en varios alimentos. Al igual que la dextrosa, derivado del almidón, presenta características de viscosidad aplicándose en varias áreas como: industria de alimentos, industria de adhesivos, industria textil, elaboración de tintes, imprentas y fabricación de papel (Pérez & Caypo, 2007).

II.2.6. Beneficios

La *Arracacia xanthorrhiza* nos brinda muchos beneficios para la salud por su valor nutricional, su cantidad de hierro puede prevenir anemia y ayuda a la producción de la hemoglobina y mioglobina; de igual forma, es muy efectivo en mujeres embarazadas para prevenir la deficiencia de hierro, posee vitamina B3, por ende, ayuda a mantener equilibrio en los niveles de colesterol y triglicéridos, reduce la aterosclerosis y la probabilidad de reincidir un ataque cardiaco; sus pequeños granos de almidón hacen que sea de fácil digestión y posee una proporción de nutrientes, entre estos están: Calcio, vitamina A y hierro (Paredes Ipiales & Utrera Velázquez, 2016).

“El consumo abundante de frutas y verduras puede prevenir el desarrollo de varios tipos de cáncer. Se han realizado estudios que demuestran que los antioxidantes, como la vitamina C, reduce el riesgo de cáncer bucal y en las cuerdas vocales, el cáncer de pulmón, de recto, garganta, colon, estómago y esófago” (Padayatty, y otros, 2006).

Un estudio publicado en la Revista Peruana de Medicina por (Quincho & Oré, 2015) afirma que las hojas de *Arracacia xanthorrhiza* poseen un gran contenido de polifenoles.

Los polifenoles presentes en la planta realizan varias funciones, tanto en una planta como en el cuerpo humano, se encarga de dar colores vibrantes a los vegetales y frutas, protege a la planta de la radiación ultravioleta, de las condiciones climáticas y el daño oxidativo; en el cuerpo humano, combate a los radicales libres y reduce el envejecimiento, protege el sistema cardiovascular, promueve la presión sanguínea normal y mantiene los niveles normales de azúcar en la sangre, los efectos beneficiosos obtenidos de dichos compuestos son gracias a sus propiedades antioxidantes; los antioxidantes son sintetizados por las diferentes partes de una planta como lo es el fruto, hojas, tallo, raíces, etc, relacionándose así el consumo de hierbas, frutas y verduras con las enfermedades causadas por los radicales libres debido a su contenido de antioxidante (Cachay Barboza, 2016)

Según el (Instituto Nacional del Cáncer, 2017) considera antioxidante cualquier molécula con capacidad de retardar o prevenir la oxidación.

II.3. Polifenoles totales

Dentro del grupo de los antioxidantes encontramos a los polifenoles, los compuestos fenólicos son las sustancias más encontradas dentro del reino vegetal, con más de 8000 estructuras fenólicas (Bravo, 2009). Interviniendo en el crecimiento, reproducción y varios procesos de las plantas, actualmente son considerados importantes debido a su ayuda con la buena salud, siendo recomendadas por varias organizaciones internacionales en el área nutricional para una debida ingesta de antioxidantes y prevenir enfermedades (García, Fernández, & Fuentes, 2015).

II.3.1. Composición química

“Los compuestos poli fenólicos tienen en su estructura química uno o más anillos de benceno y uno o más grupos hidroxilados con algún elemento común, (...). Son moléculas muy reactivas y pueden encontrarse distintas clasificaciones de polifenoles, dependiendo de su complejidad química” (García, Fernández, & Fuentes, 2015)

II.3.2. Clasificación

Tabla 5: Clasificación de los polifenoles y ejemplos de ellos

ESTRUCTURA QUÍMICA	TIPO	EJEMPLO DE POLIFENOL
C_6	Fenol simple	Eugenol
C_6-C_1	Ácido fenólico Ácido benzoico	Ácido gálico Ácido elágico
$(C_6-C_1)_n$	Taninos hidrolizables	
C_6-C_2	Ácido fenil acético	

C_6-C_3	Ácido hidroxicinámico Cumarinas	Ácido cafeico Ácido ferúlico
$(C_6-C_3)_2$	Ugnanos	
$C_6-C_1-C_6$	Benzofenonas Xantonas	
$C_6-C_2-C_6$	Estilbenos	Resveratrol
$C_6-C_3-C_6$	Flavonoides Chalconas	Anticinaninas Flavonoles Flavonas Flavanonas Isoflavonas Flavanoles
$(C_6-C_3-C_6)_n$	Proantocianinas (taninos $4 < n < 11$)	

Fuente: (García, Fernández, & Fuentes, 2015)

Estos compuestos polifenólicos mencionados en la tabla IV son encargados de algunas propiedades sensoriales en una planta, ejemplo, el pigmento rojo-azulado de varias frutas como fresas y uvas es gracias a las antocianinas, los flavonoles se encargan del color amarillo en frutas y vegetales, las flavononas brinda sabor amargo a los cítricos, el Eugenol brinda intenso olor y los taninos dan astringencia a varias frutas (García, Fernández, & Fuentes, 2015)

Para determinar actividad antioxidante comúnmente se aplica el método de DPPH que consiste en la técnica de atrapar radicales recalcando que dentro de

los compuestos fenólicos los más importante son los flavonoides y los taninos (Ordoñez & Noblecilla , 2019).

II.3.3. Flavonoides

Nombre derivado del latín “flavus” que significa “amarillo”, siendo el más abundante dentro del reino vegetal. Los flavonoides son compuestos con bajo peso molecular y su estructura es difenilpropano $C_6-C_3-C_6$ siendo este de dos anillos aromáticos unidos entre sí por tres carbonos que forman un heterociclo oxigenado (Gallego, 2016).

II.3.3.1. Tipos de flavonoides

Se pueden dividir a los flavonoides según la posición, grado de insaturación y oxidación del anillo C que se une con el anillo B, las isoflavonas presentan al anillo B asociado con la posición 3 del anillo C, cuando el anillo B está en la posición 4 del anillo C se denomina neoflavonoides, mientras tanto, cuando el anillo B está en la posición 2 se subdividen en algunos grupos dependiendo de las características estructurales del anillo C; entre este grupo encontramos: Flavonoles, flavonas, flavonoles, flavononas, catequinas, antocianinas y chalconas (Panche, Diwan, & Chandra, 2016)

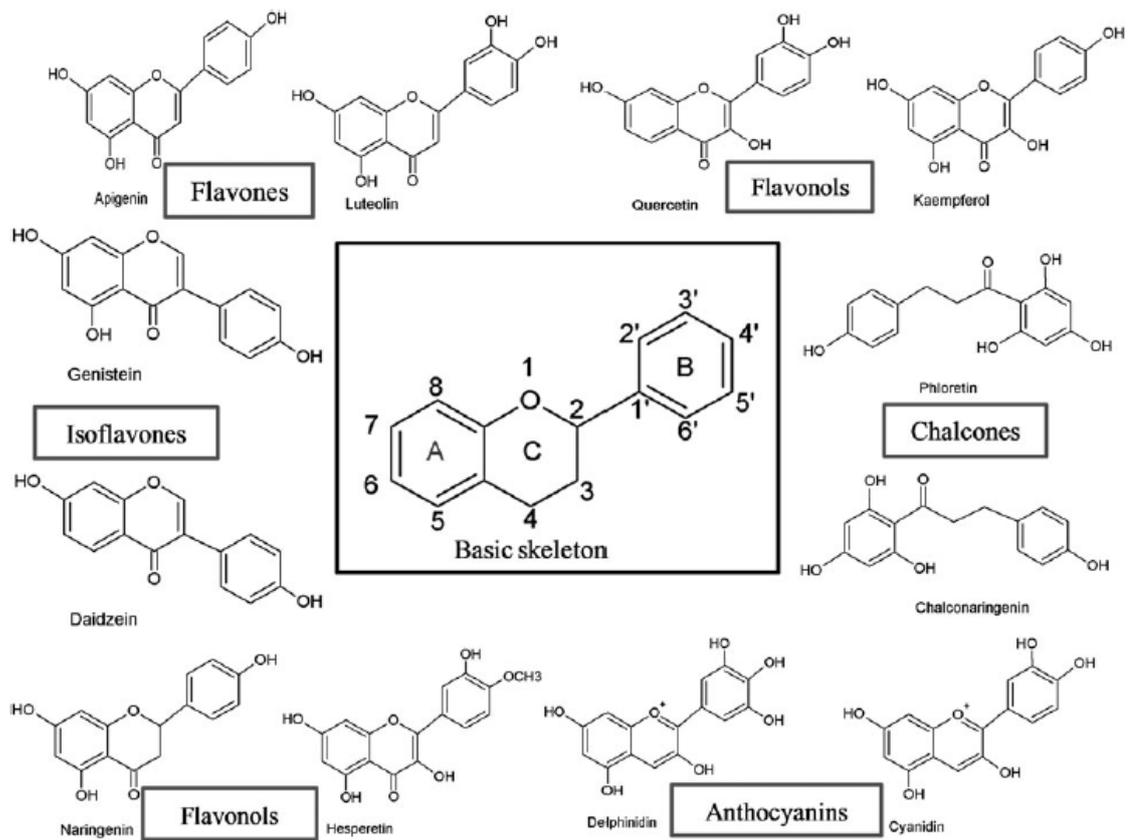


Ilustración 1: Estructura básica de los flavonoides y su clase

Fuente: (Panche, Diwan, & Chandra, 2016)

II.3.4. Taninos

Son compuestos más o menos complejos de origen vegetal, con un peso molecular elevado que poseen 3 o más subunidades fenólicas, conocidos por poseer propiedades astringentes, antioxidantes y antiinflamatorias, un exceso de consumo de taninos puede reducir la absorción de hierro; el vino, café, uvas, espinacas manzanas son una fuente primordial de taninos (Hartisch, Kolodziej, & Von Bruchhausen, 1997).

Son compuestos solubles en alcohol y acetona, insolubles en disolventes orgánicos apolares, dentro de los vegetales se encuentran en las vacuolas celulares, combinado con alcaloides, proteínas u osas; empleado desde siglos

atrás por su capacidad de curtir pieles, es decir, convertir la piel en cuero, esto se debe a propiedad de unirse a macromoléculas como hidratos de carbono y proteínas (Hartisch, Kolodziej, & Von Bruchhausen, 1997).

II.3.4.1. Clasificación

Actualmente se distinguen dos tipos de taninos:

Taninos hidrolizables también denominados gálicos o pirogálicos, se hidrolizan con facilidad y son de formación patológica, se encuentran en muchas Dicotiledóneas; a continuación, en la siguiente ilustración podemos observar algunos componentes de un tanino hidrolizable:

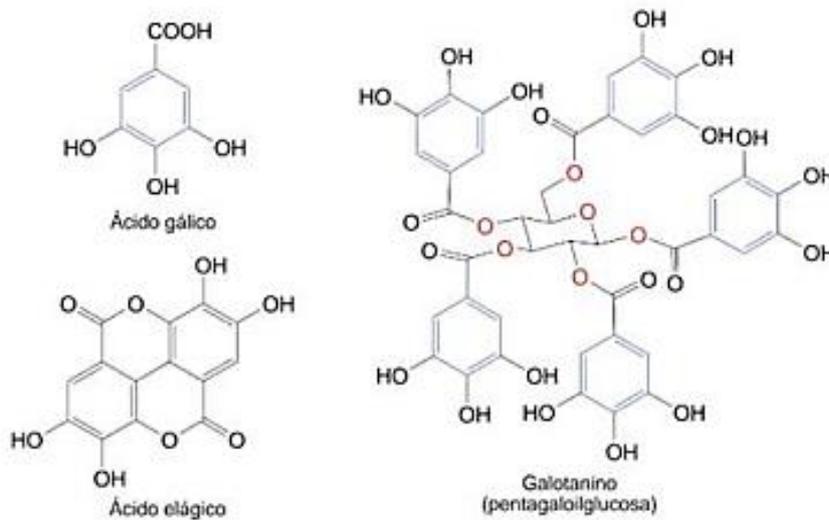


Ilustración 2: Componentes de un tanino hidrolizable

Fuente: (Claramunt et al, 2013)

Y también, los taninos condensados o proantocianidinas, estos no se hidrolizan con facilidad. Se producen en el metabolismo normal de los vegetales, considerándose así fisiológicos (Hartisch, Kolodziej, & Von Bruchhausen, 1997)

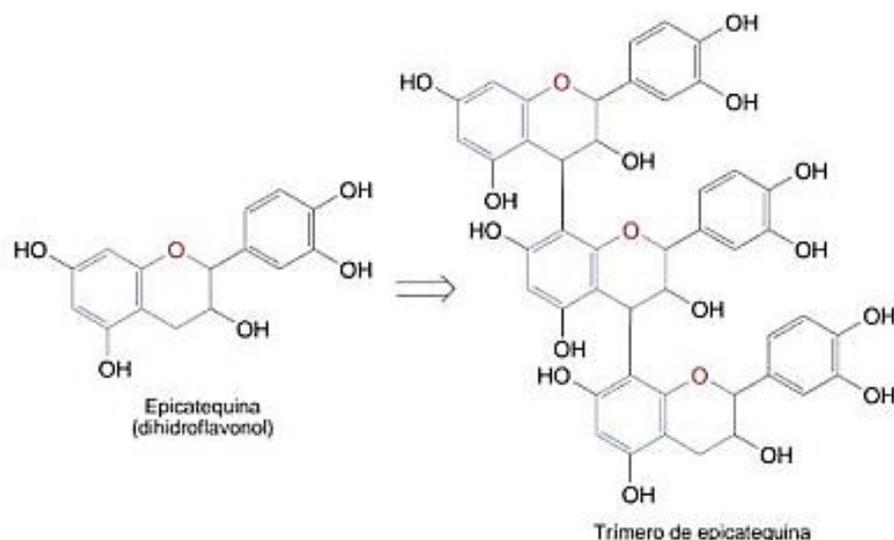


Ilustración 3: Componentes de un tanino no hidrolizables

Fuente: (Claramunt et al, 2013)

Los compuestos fenólicos son antioxidantes no nutrientes que ejercen una potente acción antioxidante que ayuda al funcionamiento de células vegetales, se encuentran en verduras, frutas, té, café y el vino tinto (Avello & Suwalsky, 2006).

Tabla 6: Vitaminas con actividad antioxidante y sus fuentes naturales

Vitamina	Fuente Alimentaria
Vitamina E	<p>Fuentes más importantes</p> <p>Aceites vegetales, aceites de semillas prensadas en frío, germen de trigo y maíz, almendras, avellanas, girasol, frijol de soya, nuez y maní.</p> <p>Otras fuentes significativas</p> <p>Papas frescas, palta, apio, repollo, frutas, pollo, pescado.</p>
Vitamina C	<p>Frutas</p> <p>Limón, lima, naranja, guayaba, mango, kiwi, fresa, papaya, mora, piña.</p>

	<p>Verduras</p> <p>Tomate, verduras de hojas verdes (espinacas, perejil, hojas de rábano), repollo, coliflor, brócoli, pimentón y lechuga.</p>
Carotenoides	<p>Betacaroteno</p> <p>Verduras y frutas amarillas y anaranjadas, verduras verdes oscuro.</p> <p>Alfacaroteno</p> <p>Zanahoria</p> <p>Licopeno</p> <p>Tomate</p> <p>Luteína y zeaxantina</p> <p>Verduras de hoja verde oscuro y brócoli.</p>

Fuente: (Avello & Suwalsky, 2006)

Tabla 7: Productos alimenticios con alto contenido de antioxidantes fenólicos

Producto	Antioxidante
Frijol de soya	Isoflavonas, ácidos fenólicos
Té verde, té negro	Polifenoles, catequinas
Café	Esteres fenólicos
Vino tinto	Ácidos fenólicos, polifenoles
Romero	Ácido carnósico, ácido rosmárico
Cítricos y otras frutas	Bioflavonoides, chalconas
Cebollas	Quercetina, camferol
Aceitunas	Polifenoles

Fuente: (Avello & Suwalsky, 2006)

II.4. Actividad antioxidante

Son numerosos los beneficios que nos proporciona llevar una dieta balanceada de frutas y verduras en la salud. Dicho beneficio es atribuido principalmente por el poder antioxidante que existe en distintos alimentos del reino vegetal, de los cuales destacan los compuestos fenólicos o fenoles (García, Salinas, & Salvador, 2012).

(Ramírez, y otros, 2012) Menciona que los antioxidantes son sustancias químicas muy reactivas que introducen oxígeno a las células siendo este muy reactivo, que al interactuar con los radicales libres de organismo produce la oxidación de sus diferentes partes y cambios que aceleran el envejecimiento del cuerpo. Siendo así su función principal la de inhibir la generación de radicales libres del organismo.

La capacidad antioxidante celular se da por mecanismos que anulan la reactividad y la generación de radicales libres. Estos mecanismos son adecuados a la vida media de los radicales libres y comprenden células exógenas y endógenas con capacidad antioxidante. Los antioxidantes exógenos son adquiridos a través de la dieta, en los cuales destacan la vitamina C, vitamina E y carotenoides (Ramírez, y otros, 2012)

La vitamina C el antioxidante de mayor abundancia en la sangre de carácter hidrofílico, la podemos encontrar en frutas y verduras, la vitamina E el antioxidante de mayor proporción de carácter lipofílico, la podemos encontrar en carnes, pollo, germen de trigo, aceites vegetales, pescados y algunas frutas y verduras y los carotenoides tenemos los betacarotenos, licopenos, alfacarotenos, luteínas, xantinas y betacriptoxantinas (Ramírez, y otros, 2012).



Ilustración 4: Tipos de antioxidantes naturales

Fuente: (Martínez, 2019)

II.4.1. Radicales libres

Los radicales libres son aquellos que poseen en su estructura uno o más electrones no apareados siendo altamente reactivos y capaces de formar otros radicales libres por reacciones químicas en cadena, los cuales forman parte de las especies reactivas del oxígeno (ERO); se liberan mediante el metabolismo humano, contaminantes ambientales, radiaciones entre otros (Coronado, Vega, Gutiérrez, Vázquez, & Radilla, 2015).

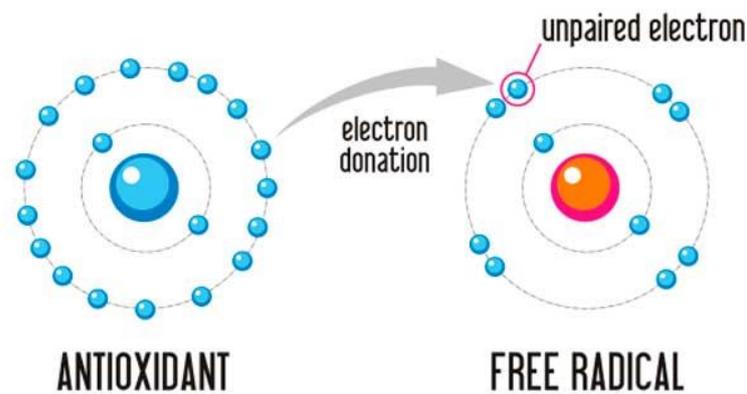


Ilustración 5: El antioxidante tiene el poder de unirse al radical libre

Fuente: (Castro, 2018)

II.4.2. Teoría del estrés oxidativo

La hipótesis acerca de la teoría del estrés oxidativo pretende dar una explicación de los cambios degenerativos y la pérdida neuronal durante la senescencia, la teoría radica en las células aeróbicas, al captar la molécula oxígeno imprescindible para la viabilidad celular como aceptor final de la cadena transportadora de electrones en la respiración mitocondrial, producen una reducción parcial de este oxígeno y además de originar agua como producto final, se generan radicales libres y especies reactivas de oxígeno (León, Cedeño, Rivero, García, & Bordón, 2018).

En el proceso de la respiración, solo el 20% del aire es oxígeno cumpliendo con el funcionamiento correcto de las células. La contrapartida del oxígeno es su capacidad de formar radicales libres por medio de las reacciones redox siendo normal en el organismo, sin embargo, una vez que han cumplido su función son eliminados mediante los antioxidantes (León, Cedeño, Rivero, García, & Bordón, 2018).

Estos radicales pueden provocar la apoptosis, disfunción tisular, enfermedades cardiovasculares, cáncer e incluso acelera el envejecimiento, no obstante, cuando el cuerpo no tiene suficientes antioxidantes, no es capaz de eliminar los radicales libres, produciéndose un aumento de este, es ahí cuando se denomina estrés oxidativo (IIM, 2017).

Las especies reactivas de oxígenos (ROS) incluyen a: radicales libres de oxígeno y a los derivados no radicales del oxígeno. Es decir, todos los radicales de oxígeno son ROS, pero no todos son radicales libres de oxígeno. Por ejemplo: el anión superóxido (O_2^-) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) son selectivos para reaccionar con moléculas biológicas, dejando varias de ellas sin daño, mientras que, el OH ataca a toda molécula que tenga a su lado (IIM, 2017).

Tabla 8: Tipos de especies reactivas de oxígeno

RADICALES	NO RADICALES
Superóxido (O_2^-)	Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)
Hidrorperoxilo (HO_2)	Peroxinitrito ($ONOO^-$)
Hidroxilo (HO)	Ácido peroxinitroso ($ONOOH$)
Peroxilo (RO_2)	Nitrosoperoxicarbonato ($ONOOCO_2^-$)
Alcoxilo (RO)	Ácido hipocloroso (HOCl)
Carbonato (CO_3^-)	Ácido hipo bromoso (HOBr)
Dióxido de carbono (CO_2^-)	Ozono (O_3)
Oxígeno singlete (O_2)	

Fuente: (IIM, 2017)

II.5. Extractos

“Son compuestos obtenidos a partir de la extracción de sustancias activas presentes en los tejidos de las plantas, el uso de un solvente adecuado (agua, alcohol u otro solvente selectivo)” (Santamaría, Martín González, & Astorga, 2015).

II.5.1. Tipos de extractos

Se clasifican dependiendo del tipo de proceso utilizado y del grado de concentración por lo que pueden ser líquidos, semisólidos o polvos, solidos (Amaguaña Rojas & Churuchumbi Rojas, 2018).

II.5.1.1. Extractos líquidos

Se preparaciones de drogas vegetales que contienen alcohol como disolvente, preparados de tal manera que cada mililitro contiene constituyentes extraídos de 1g de la droga vegetal (Amaguaña Rojas & Churuchumbi Rojas, 2018).

- **Tinturas.** - son soluciones alcohólicas o hidroalcohólicas de principios activos contenidos en los vegetales, se pueden preparar por maceración o percolación.
- **Extractos fluidos.** - son preparaciones liquidas de los principios activos contenidos en las drogas vegetales utilizando etanol como disolvente principal, dado que cada mililitro de extracto contiene 1 g de los principios activos presente en las plantas, son más concentrados que las tinturas.

- **Extractos blandos.** - son extractos que se obtienen de la evaporación del disolvente hasta obtener un producto de consistencia semisólida, contienen un máximo del 20% de agua (Badía Vila & García Miranda , 2014).

II.5.1.2. Extractos sólidos

Se obtienen de la evaporación de todo el solvente obteniendo un extracto viscoso extracto solido seco, esto va a depender del tipo de planta a utilizar, de la porción de la misma o del disolvente a emplear y del tipo de proceso de secado; son de fácil manipulación y puede diluirse con alcohol y agua para formar un extracto fluido o una tintura (Badía Vila & García Miranda , 2014).

Tabla 9: Formas Galénicas de los extractos vegetales

EXTRACTOS	DEFINICIÓN	EJEMPLO
Extractos hidroglicólicos	Se obtienen por maceración de las plantas en una mezcla a partes iguales de agua y propilenglicol o butilenglicol.	Extracto hidroglicólico de malva.
Extractos glicólicos	Se obtienen por maceración de las plantas siendo su disolvente el propilenglicol o el butilenglicol puro.	Extracto glicólico de abedul.
Extractos glicerínicos o glicerizados	Se obtienen de la maceración de plantas con glicerina no siendo este un buen disolvente sino un buen emoliente.	Extracto glicerizado de vainilla.
Extractos oleosos	Se obtienen por maceración de plantas en aceite de origen vegetal.	Extracto oleoso de caléndula.

Extractos hidroalcohólicos	Son a partir de una mezcla de agua y alcohol.	Extracto hidroalcohólico de romero.
Extractos multi-acción	Son extractos mixtos obtenidos por acción sucesiva de un disolvente polar y un disolvente apolar.	Extracto de algas.
Extractos secos	Son el resultado de la concentración y secado de los extractos hidroalcohólicos.	Extracto de ginseng

Fuente: (Badía Vila & García Miranda , 2014)

II.6. METODOS

II.6.1. Método de tamizaje o screening fitoquímico

Este método se basa en una reacción colorimétrica a partir de un extracto metanólico y cloruro férrico para su identificación, dando un cambio de coloración azul oscura (presencia de fenoles o taninos pirogálicos) o verde oscuro (presencia de fenoles o taninos tipo catecol (Hinojosa, y otros, 2013).

II.6.2. Método de Folin – Ciocalteu

Este método se basa en la reacción de wolframato sódico y el molibdato sódico en ácido fosfórico con compuestos fenólicos. Los polifenoles se oxidan en medio básico (Na_2CO_3), por lo que al reaccionar con el molibdato formando el óxido de molibdeno (MoO_3) dando una coloración azul determinada y cuantificada espectrofotométricamente a una absorbancia de 760 nm (García, Fernández, & Fuentes, 2015) (Aldana & Guayasamín, 2014).

II.6.3. Método de secuestro de radicales libres DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)

Se basa en la actividad de secuestro del radical DPPH, reaccionando con los compuestos fenólicos dando un cambio de coloración debido a la deslocalización de un electrón no apareado en la molécula determinado espectro fotométricamente a una absorbancia de 517 nm (Jetón, 2014)

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

III.1. Tipo de investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental de enfoque cualitativo – cuantitativo. El cual consta de dos etapas, estas se realizarán de la siguiente manera:

III. 1. 1. En la primera etapa se realizaron los siguientes análisis:

- Determinación de Humedad.
 - Método oficial de la AOAC 930.15 (gravimétrico).
- Determinación de cenizas totales.
 - Método oficial de la AOAC 942.05 (gravimétrico).
- Preparación de extracto metanólico.
- Determinación de metabolitos secundarios (polifenoles).
 - Método de tamizaje o screening fitoquímico.

III. 1. 2. La segunda etapa se realizó:

- Determinación de polifenoles totales.
 - Método de Folin – Ciocalteu
- Determinación de actividad antioxidante.
 - Método de secuestro de radicales libres DDPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)

III.2. Materiales

Matraz Erlenmeyer (Pyrex)

Papel filtro

Embudo

Hornilla

Pinzas

Espátulas

Vidrios reloj

Cápsulas de porcelana

Tubos de ensayo

Pipetas automáticas

Crisoles

III.2. 1. Equipos

Estufa (Linderg blue)

Espectrofotómetro (Beckman)

Mufla (A550)

Balanza analítica

Agitador magnético

III.3. Muestra

Las hojas de la zanahoria blanca para el presente trabajo se adquirirán en el Cantón Santa Rosa situado en Cuenca y en el mercado “Recinto ferial” situado en la ciudad de Azogues. Para un respaldo de muestra, las hojas de la zanahoria blanca fueron sembradas en el patio de uno de los integrantes de este trabajo en el Cantón La Troncal.

Se tomaron aproximadamente 500 g de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza*, que fueron recolectadas de los lugares antes mencionados. Donde fueron secadas a temperatura ambiente durante 7 días, luego, se pasó a triturarlas con la ayuda de un molino y posteriormente a tamizarlas, del cual se obtuvo un polvillo que fue utilizado para los extractos respectivos.

III.4. Métodos

III.4.1. Elaboración de extractos alcohólicos

Previamente obtenidas la muestra en estudio, se procedió a la elaboración de los extractos alcohólicos de los cuales se determinó la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales.

Procedimiento

- Secar las hojas a temperatura ambiente durante 7 días.
- Triturar y tamizar la muestra.
- Pesar 10 gramos de muestra.
- Agregar 100 ml de metanol (solvente).
- Llevarlos a baño María durante 5 min a 60°C.
- Filtrar la muestra y envasarla en frasco ámbar.

- Almacenar las muestras a una temperatura de 0°C.

III.4.2. Determinación de humedad

La humedad de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza* se determinó mediante el método oficial de la AOAC 930.15, el cual se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación, se requiere que la muestra sea térmicamente estable y no contenga una cantidad de compuestos volátiles (UNAM, 2008)

- Pesar de 2 a 3 g de la muestra en un pesa filtro con tapa.
- Dejar secar en la estufa un lapso de 24 h a una temperatura de 70°C y 100 mm Hg de presión
- Retirar de la estufa y deja enfriar en el desecador.
- Pesar al mantener un equilibrio con la temperatura ambiente.

III.4.3. Determinación de cenizas totales

Para la determinación de cenizas totales se rige bajo el método oficial de la AOAC 942.05. Este método se basa en la oxidación de toda la materia orgánica en ausencia de flama a una temperatura que oscila entre los 550 – 600°C, y el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza (UNAM, 2008)

- Se colocó a masa constante un crisol de porcelana, perfectamente limpio, introduciéndolo a la mufla a 550°C ± 25°C aproximadamente, durante una hora; se extrajo el crisol de la mufla luego se lo introdujo a una estufa a 125°C ± 5°C, durante al menos 15 min.
- Se colocó el crisol al desecador y dejarlo enfriar hasta temperatura ambiente.
- Se determinó la masa del crisol con la ayuda de la balanza analítica registrando el dato como A.

- Se tomó una muestra representativa de 2 g previamente secada y se determinó la masa del crisol con la muestra en la balanza analítica registrando el dato como B.
- Se incineró la muestra con la ayuda de un mechero hasta que no emita humo y las paredes del crisol estén blancas.
- Se introdujo el crisol, con la muestra calcinada, a la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ aproximadamente durante una hora; se extrajo el crisol de la mufla y luego se introdujo a una estufa a $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante al menos 15 min.
- Se pasó el crisol al desecador luego se dejó enfriar hasta temperatura ambiente.

Se determinó el peso del crisol y del espécimen calcinado en balanza analítica registrando el valor como dato C (QuimiNet, 2009).

$$\text{Cenizas } \% = \frac{C - A}{B - A} \times 100$$

Donde:

- A= masa del crisol vacío en gramos
- B= masa del crisol y la muestra seca en gramos
- C= masa del crisol y la muestra calcinada en gramos

III.4.4. Determinación de metabolitos secundarios (Polifenoles)

Método de tamizaje o screening fitoquímico

- Se colocó una alícuota de 1 ml del extracto metanólico en un tubo de ensayo.
- Se añadieron 3 gotas de una solución de cloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0,9% en agua).

Un ensayo positivo puede dar la siguiente información general:

- Desarrollo de una coloración rojo-vino, compuestos fenólicos en general.
- Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos (Miranda Martínez & Cuellar Cuellar, 2000)

III.4.5. Determinación de polifenoles totales

Método de Folin – Ciocalteu

Preparación de la muestra

- Se disolvieron 5 ml del extracto en 1 ml de agua destilada.
- Se enrasó a 10 ml con agua destilada.
- Se tomaron 100 μ l para después completar a 500 μ l con agua destilada.

Ensayo

- Se adicionaron 250 μ l del reactivo de Folin – Ciocalteu 1N a la muestra y a la solución estándar previamente preparadas.
- Posteriormente se adicionaron 1250 μ l de Na_2CO_3 al 20% y se dejó reposar durante 2 horas. La absorbancia fue medida a 760 nm.

(Echavarría, Franco, & Martínez, 2009)

III.4.6. Determinación de actividad antioxidante

Método de secuestro de radicales libres DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo)

Preparación de la muestra

- Se disolvió el extracto metanólico en etanol reactivo hasta obtener cinco concentraciones diferentes con valores de absorbancia superiores a 0,3.

Ensayo

- Se preparó una solución de DPPH estándar 0,2 mg/ml en etanol grado reactivo.
- Se adiciono a cada 1 ml de muestra 1 ml de solución DPPH preparada.
- Se midió la absorbancia a 517 nm con la ayuda de un espectrofotómetro ultravioleta visible, exactamente 30 min después de iniciada la reacción (Echavarría, Franco, & Martínez, 2009).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV.1. Resultados

IV.1.1. Determinación de metabolitos secundarios

En base a la metodología aplicada para la determinación de polifenoles se obtuvo un resultado POSITIVO en el cual se observó una coloración verde oscuro indicándonos la presencia de taninos del grupo pirocatecol.

Tabla 10: Metabolitos secundarios presentes en el extracto metanólico de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza*

METABOLITOS SECUNDARIOS	COLORACIÓN		
	Rojo - vino	Verde intenso	Azul
Taninos Tipo pirocatecólicos	-	X	-
Taninos Tipo pirogalotánicos	-	-	-
Compuestos fenólicos en general	-	-	-

Fuente: Autores

IV.1.2. Parámetros fisicoquímicos

IV. 1. 2. 1. Humedad y cenizas totales

Se realizó el análisis de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza* sin previo procesamiento siguiendo la metodología de los enunciados III.4.2 y III.4.3, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 11: Resultados de humedad y cenizas totales en hojas de *Arracacia xanthorrhiza*

MUESTRA	Hojas de zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)	
MÉTODOS	Humedad (AOAC 930.15)	Cenizas totales (AOAC 942.05)
1	87,49 %	1,91 %
2	87,52 %	1,93 %
3	87,53 %	1,97 %
PROMEDIO	87,51 %	1,94 %
DESVIACION ESTANDAR	0,0208	0,0306

Fuente: Autores

IV.1.3. Polifenoles totales

Se realizó el análisis de la muestra en extracto metanólico siguiendo la metodología antes mencionada en el enunciado III.4.5. Mostrando los resultados a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 12: Contenido de polifenoles totales presentes en el extracto metanólico de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza*

MUESTRA	Hojas de zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)
MÉTODOS	Folin – Ciocalteu (mg AGE/100g)
1	133,686
2	133,689
3	133,692
PROMEDIO	133,689
DESVIACION ESTANDAR	0,00300

Fuente: Autores

IV.1.4. Actividad antioxidante

Se realizó el análisis de la muestra en extracto metanólico siguiendo la metodología antes mencionada en el enunciado III.4.6. Mostrando los resultados a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 13: Contenido de la Actividad Antioxidante presentes en el extracto metanólico de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza*

MUESTRA	Hojas de zanahoria blanca (<i>Arracacia xanthorrhiza</i>)
MÉTODOS	Secuestro de radicales libres DDPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) (mg/Kg)
1	301,83
2	301,86
3	301,88
PROMEDIO	301,86
DESVIACION ESTANDAR	0,025

Fuente: Autores

IV.2. Discusión

IV.2.1. Humedad

Como podemos observar en la Ilustración 6, nos refleja un porcentaje de 87,51% dando un valor elevado a comparación de valores reportados por (Valdiviezo, 2016), (Amaya & Julca, 2006) los cuales fueron 74,10% y 74,00% respectivamente, empleados al tubérculo de la zanahoria blanca. Esto se debe a que las hojas absorben más agua que los frutos siendo su función principal la de eliminar agua en forma de vapor.

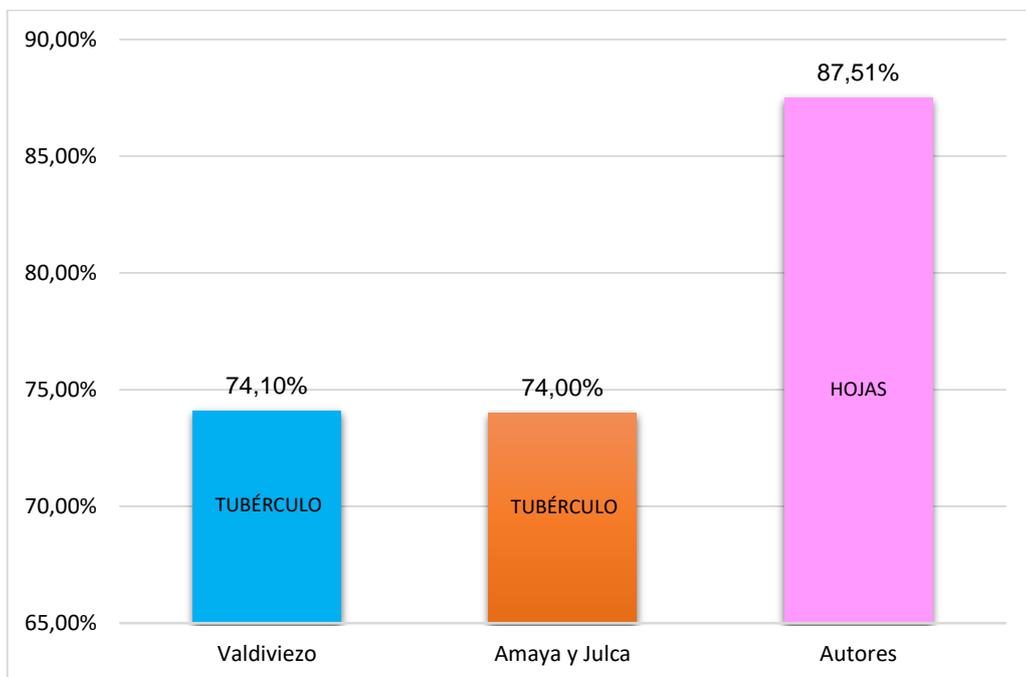


Ilustración 6: Porcentaje de Humedad

Fuente: Autores

IV.2.2. cenizas totales

El promedio de cenizas totales en las hojas de zanahoria blanca es de 1,94% a comparación con los estudios de (Valdiviezo, 2016), (Amaya & Julca, 2006), ambos realizados en el tubérculo es de 4,12% y 1,30% respectivamente, siendo el ultimo valor el más cercano a nuestros resultados.

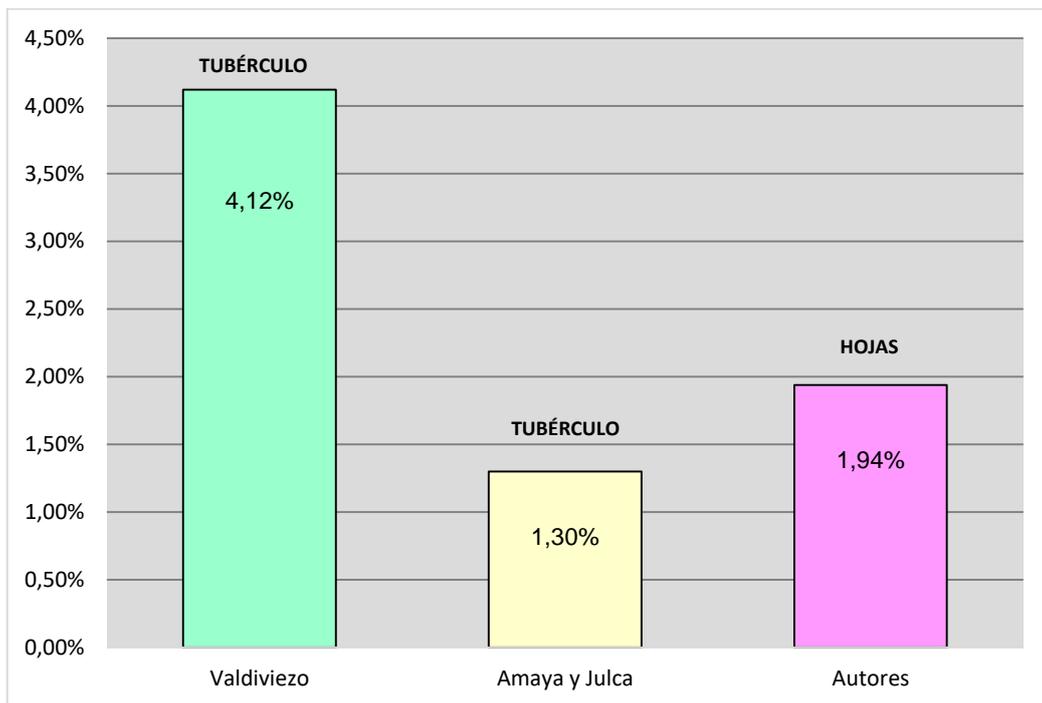


Ilustración 7: Porcentaje de Cenizas

Fuente: Autores

Para la comparación con otros estudios se realizó la siguiente conversión:

$$1336,89 \text{ mg/Kg} \times \frac{1 \text{ mg/g}}{10 \text{ mg/Kg}} = 133,689 \text{ mg/100g}$$

IV.2.3. Polifenoles totales

El valor obtenido en el análisis de polifenoles realizado por el método de Folin-Ciocalteu siendo expresados como Equivalentes del Ácido Gálico (mg AGE/100g), siendo nuestro valor de 133,689 mg AGE/100g, comparado con otros estudios zanahoria blanca (Zapata, Piedrahita, & Rojano, 2014) y (Cachay Barboza, 2016) cuyos valores fueron de 29,2 mg AGE/100g y 13,3 mg AGE/100g respectivamente.

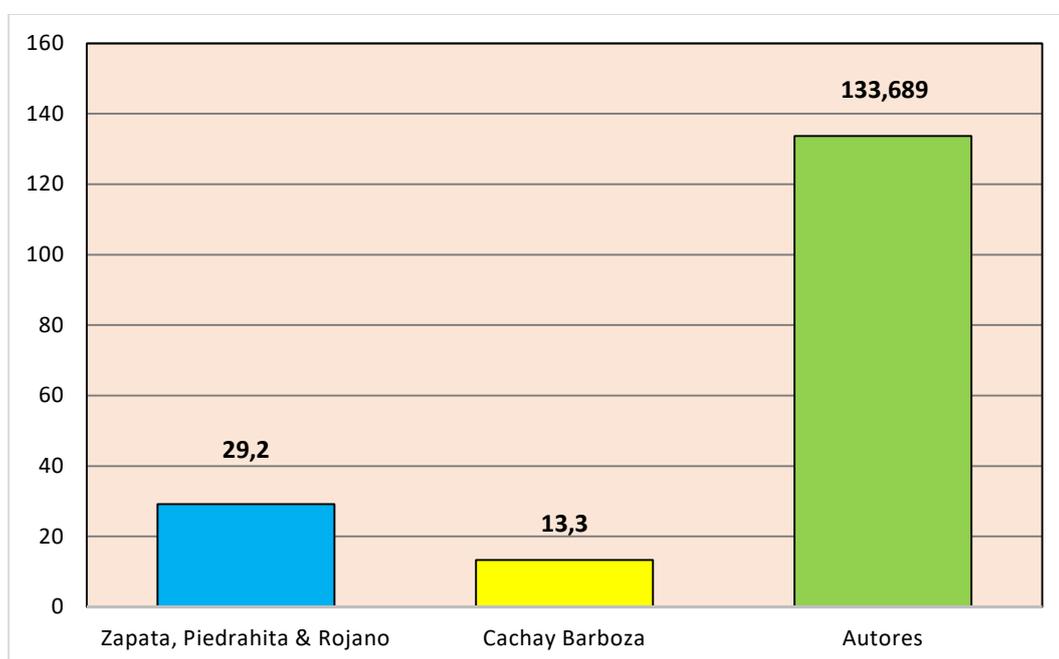


Ilustración 8: Contenido de Polifenoles totales

Fuente: Autores

IV.2.4. Actividad antioxidante

El valor obtenido en la determinación de la actividad antioxidante empleadas en las hojas de zanahoria blanca realizado por el método de secuestro de radicales libre DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazilo) expresados en mg/Kg, siendo nuestro valor IC 50 de 301,86 mg/Kg, teniendo en cuenta que a menor valor de IC 50 mayor será su capacidad antioxidante, ya que requiere menos cantidad de muestra, a comparación con otros estudios como el de (Cachay Barboza, 2016) aplicando el método de DPPH en la pulpa de *Arracacia xanthorrhiza* en crudo obteniendo un valor de 595,6 µg/ml y (Zapata, Piedrahita, & Rojano, 2014) aplicando el método ORAC (Oxigen Radical Absorbance Capacity) cuyo valor fue de 939,4 µmol TE/100g, donde la capacidad antioxidante mientras mayor sea el valor mayor será su capacidad antioxidante, siendo este de bajo potencial antioxidante (<1000 µmol TE/100g).

Tabla 14: Comparación de resultados de diferentes autores para evaluación de actividad antioxidante

NOMBRES	VALORES	MÉTODO	Potencial Antioxidante
Autores	301,86 mg/Kg	DPPH (IC 50)	Alto
Cachay Barboza	595,6 µg/ml	DPPH (IC 50)	Alto
Zapata, Piedrahita & Rojano	939,4 µmol TE/100g	Ensayo ORAC	Bajo

Fuente: Autores

CONCLUSIONES

Se logró determinar la presencia de polifenoles mediante métodos específicos como el screening fitoquímico dando como resultado positivo para taninos del grupo pirocatecol.

Cuantificamos el contenido de polifenoles totales en hojas de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) mediante el método de Follin-Ciocalteu, obteniendo un resultado de 133,689 mg AGE/100g siendo un valor elevado a comparación con estudios realizados en la pulpa.

Se evaluó la actividad antioxidante en hojas de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) dando como resultado un valor IC 50 de 301,86 mg /Kg siendo este de elevada capacidad antioxidante en relación a estudios aplicados en la pulpa.

RECOMENDACIONES

- Realizar más estudios acerca de esta planta ya que existe poca información en relación a su alto contenido de polifenoles y su capacidad antioxidante.
- Continuar realizando estudios farmacológicos a las hojas de *Arracacia xanthorrhiza* basándose en las vitaminas A, C y E para reforzar este estudio.
- Realizar un screening fitoquímico completo a un extracto metanólico de las hojas de *Arracacia xanthorrhiza* para un conocimiento más amplio acerca de la planta.
- Para reducir el tamaño de la muestra se puede emplear la ayuda de un molino, el cual nos facilitará el trabajo y nos reducirá el tiempo en la elaboración de los extractos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aldana, C., & Guayasamín, L. (2014). *Evaluación de la actividad antioxidante de los extractos alcohólico y acuoso de las hojas de Ficus citrifolia y caracterización química de los polifenoles*. Quito, Ecuador: Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana.
- Amaya, J., & Julca, J. (2006). *Biodiversidad y Conservación de los Recursos Fitogenéticos Andinos*. Trujillo, Perú: Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente.
- Avello, M., & Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea* 494, 161-172.
- Barrera, V., Tapia, C., & Monteros, A. (2004). Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador. Quito, Ecuador – Lima, Perú. *Instituto Nacional Autónomo de investigaciones agropecuarias*, 3-30.
- Bravo, L. (2009). Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, 317-333.
- Cabiscol, E. (2014). *Oxidación celular y envejecimiento. Radicales libres: doctor Jekyll y mister Hyde*. Madrid: Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular.
- Cachay Barboza, E. P. (2016). *Efecto del tiempo de cocción por hervido sobre capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales en Arracacia xanthorrhiza (arracacha) con y sin cáscara*. Lima, Perú.
- CIP. (2015). *Arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. Perú: International Potato Center.
- Coronado, M., Vega, S., Gutiérrez, L., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista chilena de nutrición*, 206-212.
- Diplock AT, C. J.-i. (1998). Functional food science and defence against reactive oxygen species. *British Journal of Nutrition*, 80.

- Gallego, M. G. (2016). *Estudio de la actividad antioxidante de diversas plantas aromáticas y/o comestibles*. Barcelona: Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya.
- García, E., Fernández, I., & Fuentes, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. *Universidad Politécnica de Valencia*.
- García, L., Salinas, Y., & Salvador, V. (2012). Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.). *Revista fitotecnica mexicana*, 1-5.
- Guerra Ávila, D., González Melo, F., & Alvarado Gaona, Á. (2012). Producción y residuos en dos materiales comerciales de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Banc) en Boyacá (Boyacá). *Ciencia y Agricultura*, 77-86.
- Hartisch, C., Kolodziej, H., & Von Bruchhausen, F. (1997). Dual inhibitory activities of tannins from *Hamamelis virginiana* and related polyphenols on 5-lipoxygenase and lyso-PAF: acetyl-CoA acetyltransferase. *Planta Medica*, 106-110.
- Hernández Bermejo, J., & León, J. (1992). *Cultivos marginados, otra perspectiva de 1942*. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.
- Higuera Muñoz, F. (2018). El cultivo de la arracacha en la sabana de Bogotá. *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*, 139-146.
- Hinojosa, J., Gutiérrez, M., Siller, F., Rodríguez, A., Morales, J., Guerrero, P., & Del Toro, C. (2013). Screening fitoquímico y capacidad antiinflamatoria de hojas de *Tithonia tubaeformis*. *Biotechnia*, 53-60.
- IIM. (2017). *¿Qué es el estrés oxidativo?* Instituto Internacional de la Melatonina.
- Instituto Nacional del Cáncer. (2017). *Antioxidantes y prevención del cáncer (2)*. INC.

- Jetón, J. (2014). *Desarrollo de bebidas con potencial antioxidante y antirradicalario a partir de frutos ecuatorianos*. Cuenca, Ecuador: Tesis pregrado. Universidad del Azuay.
- Julian Londoño. (2012). *Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad*. Caldas, Antioquia: Grupo de Investigación en Ingeniería de Alimentos - GRIAL.
- León, M. L., Cedeño, R., Rivero, R., García, D. L., & Bordón, L. (2018). La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular. *MediSur*, 699-710.
- Londoño, J. (2015). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. *La Sallista*, 129-162.
- ODS. (2016). Vida de ecosistemas terrestres: por qué es importante. *Objetivos de Desarrollo Sostenible*, 1-2.
- OMS. (2015). *La OMS ayuda a Bhután a luchar contra las enfermedades no transmisibles, como la diabetes y las cardiopatías*. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2018). Malnutrición. *Organización Mundial de la Salud*.
- ONU. (2019). *Cambio climático*. Organización de las Naciones Unidas.
- Ordoñez, J., & Noblecilla, C. (2019). *Estudio comparativo de polifenoles totales y capacidad antioxidante de kiwi (Actinidia deliciosa) Y SALAK (Salacca zalacca)*. Guayaquil, Ecuador: Tesis de pregrado. Universidad de Guayaquil.
- Padayatty, S. J., Riordan, H. D., Heitt, S. M., Katz, A., Hoffer, L. J., & Levine, M. (2006). Intravenously administered vitamin C as cancer therapy: three cases. *Canadian Medical Association Journal*, 937-942.
- Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: an overview. *Journal of Nutritional Science*, 1-15.
- Paredes Ipiales, F., & Utrera Velázquez, A. (2016). *ALTERNATIVAS EN EL USO Y APLICACIÓN DE LA ZANAHORIA BLANCA PARA LA*

GASTRONOMÍA EN EL CANTÓN AMBATO. Ambato, Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes.

- Pérez, F., & Caypo, C. (2007). *Raíz de arracacha (Arracacia xanthorrhiza) una buena fuente de carbohidratos*. Trujillo, Perú: Ciencia y Salud.
- Poggio, M. (Febrero de 2012). *Consumo de antioxidantes naturales en personas con dislipidemia*. Argentina.
- Poprac, P., Jomova, K., Simunkova, M., Kollar, V., Christopher, R., & Valko, M. (2017). Targeting free radicals in oxidative stress-related human diseases. *Trends in Pharmacological Sciences*, 592-607.
- Quilapanta, R., Dávila, M., Vásquez, C., & Frutos, V. (2018). Morfotipos de *Arracacia xanthorrhiza* Bancr. (Zanahoria blanca) de Ecuador, como fuente de variabilidad del germoplasma. *Scientia Agropecuaria*, 281-286.
- Quincho, E. R., & Oré, F. V. (2015). Efecto de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.) en un modelo experimental de poliquistosis ovárica. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 399-400.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 76-89.
- Ramírez, J. H., García, C. F., Vizcaíno, J. A., Cárdenas, J. M., Gutiérrez, F., Murga, H. M., & Rueda, S. V. (2012). ¿Qué son y para qué sirven los antioxidantes? *Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Veracruzana*.
- Ramos, F., Muñoz, A., Alvarado, C., & Yáñez, J. (2009). ANTOCIANINAS, POLIFENOLES, ACTIVIDAD ANTI-OXIDANTE SACHAPAPA MORADA (*Discorea trifida* L.) Y EVALUACION DE LIPOPEROXIDACION EN SUERO HUMANO. *Revista Sociedad Química*, 61-72.
- Ricco, R., Agudelo, I., & Marcelo, W. (2015). Métodos empleados en análisis de polifenoles. *Lilloa*, 161-174.
- Rodas, R. (1992). *Obtención y caracterización de la harina de arracacha amarilla obtenida por secado en túnel de aire caliente*. Lima, Perú: (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria.

- Sies, H. (2018). On the history of oxidative stress: Concept and some aspects of current development. En J. E. Manautou, & M. Van den Berg, *Oxidative toxicology: From molecules, to cells, to tissues* (págs. 122-126). United States: Current Opinion in Toxicology.
- Soto, K. (2004). *Característicos del Almidón de las Variedades Amarilla, Blanca y Morada de Arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. Perú: Tesis de pregrado. UPAO.
- UNAM. (2007). *Fundamentos y Técnicas de Análisis de Alimentos*. México : Universidad Nacional Autónomas de México.
- UNAM. (2008). *Fundamentos y Técnicas de Análisis de Alimentos*. Universidad Nacional Autónomas de México.
- Valdiviezo, V. (2016). *Elaboración y evaluación nutricional de bizcochuelo a base de harina de zanahoria blanca (Arracacia xanthorrhiza), fortificado con harina de hígado de pollo*. Ecuador: Tesis de pregrado. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Zapata, S., Piedrahita, A., & Rojano, B. (2014). Capacidad atrapadora de radicales oxígenos (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombi. *Perspectivas en nutrición humana*, 25-36.

GLOSARIO

1. **Accesiones.** – Identificador asignado por el curador a un banco de germoplasma.
2. **Apiaceae.** – Planta compuesta por varios arbustos comúnmente denominados Umbelíferas por su forma similar a una sombrilla.
3. **Banco de germoplasma.** – Sitio destinado a la conservación de la diversidad genética.
4. **Folíolos.** – Hoja o parte de una hoja.
5. **Follaje.** – Conjunto de hojas de árboles y plantas.
6. **Pecíolo.** – Tronco de una planta que une una lámina de hoja al tallo.
7. **Piro catecol.** – Compuesto cristalino de sabor dulce y amargo que se encuentra en la naturaleza en forma de trazas.
8. **Tubérculo.** – Raíz que se desarrolla y se engruesa.
9. **Yema.** – Pequeños brotes situados en el final del tallo que lo hace crecer en longitud donde crecen hojas o ramas.
10. **Surco.** – Hendidura longitudinal que se hace en la tierra con el arado antes de una siembra.

ANEXOS

Anexo A: Siembra de la zanahoria blanca en la huerta de uno de los autores



Fuente: Autores

Anexo B: Crecimiento de la Arracacia xanthorrhiza



Fuente: Autores

Anexo C: Hojas de la zanahoria blanca en proceso de secado al ambiente



Fuente: Autores

Anexo D: Proceso de molienda de las hojas de la Arracacia xanthorrhiza



Fuente: Autores

Anexo E: *Pesando la pulverización de las hojas de Arracacia xanthorrhiza para realizar el método de extracción*



Fuente: Autores

Anexo F: *Proceso de filtración del extracto metanólico de las hojas de Arracacia xanthorrhiza*



Fuente: Autores

Anexo G: *Dos extractos metanólicos de las hojas de la Arracacia xanthorrhiza: al ambiente y frío*



Fuente: Autores

Anexo H: Informe de resultados para polifenoles totales



INFORME DE RESULTADOS IDR 25062-2019

Fecha: 23 de Mayo del 2019

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	SANMARTIN RODRIGUEZ JENNIFER POLET					
Dirección	La Ironcal					
Teléfono	0994351072					
Contacto	Srta. Jennifer Sanmartin R.					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Extracto	Cantidad	Aprox. 30 mL			
No. de muestras	1 (n=2)	Lote	N.D			
Presentación	Frasco de vidrio	Fecha de recepción	20 de Mayo del 2019			
Colecta de muestra	Realizado por el Cliente	Fecha de colecta de muestra	N.A.			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.7	Humedad (%)	51.0			
Fecha de Inicio de Análisis	21 de Mayo del 2019					
Fecha de Finalización del análisis	22 de Mayo del 2019					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Limite de cuantificación (ppm)
Muestra / Extracto Fecha: 18-Mayo-2019	UBA-25062-1	Polifenoles Totales	Singleton and Rossi, 1965 Folin-Ciocalteu (Espectrofotométrico)	1336.89	mg/Kg	-
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica.						
4. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente.						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



Av. Carlos L. Plaza Dañín, Cda. La FAE Mz. 20 solar T2 (Frente al primer bloque de la Atarazana)
 Conmutador: 04 2288 578 / 04 6017 745 Celular: 09 9273 7500 / 09 8478 0671
 Email: nmonzoja@uba-lab.com
 Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com

Fuente: Autores

Anexo I: Informe de resultados para actividad antioxidante



INFORME DE RESULTADOS IDR 25063-2019

Fecha: 23 de Mayo del 2019

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	SANMARTIN RODRIGUEZ JENNIFER POLET					
Dirección	La Ironcal					
Teléfono	0994351072					
Contacto	Srta. Jennifer Sanmartin R.					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Extracto	Cantidad	Aprox. 30 mL			
No. de muestras	1 (n=2)	Lote	N.D			
Presentación	Frasco de vidrio	Fecha de recepción	20 de Mayo del 2019			
Colecta de muestra	Realizado por el Cliente	Fecha de colecta de muestra	N.A.			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.7	Humedad (%)	51.0			
Fecha de Inicio de Análisis	21 de Mayo del 2019					
Fecha de Finalización del análisis	22 de Mayo del 2019					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación (ppm)
Muestra / Extracto Fecha: 20-Mayo-2019	UBA-25063-1	Actividad Antioxidante DPPH (IC50)	(DPPH Method) (Espectrofotometria)	301.86	mg/Kg	-
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica.						
4. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente.						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



Av. Carlos L. Plaza Dañin, Cda. La FAE Mz 20 solar 12 (Frente al primer bloque de la Atarazana)
 Conmutador: 04 2288 578 / 04 6017 745 Celular: 09 9273 7500 / 09 8478 0671
 Email: nmontoya@uba-lab.com
 Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com

Fuente: Autores

Anexo J: Informe de resultados para los parámetros fisicoquímicos



INFORME DE RESULTADOS IDR 25064-2019

Fecha: 27 de Mayo del 2019

DATOS DEL CLIENTE						
Nombre	SANMARTIN RODRIGUEZ JENNIFER POLET					
Dirección	La troncal					
Teléfono	0994351072					
Contacto	Srta. Jennifer Sanmartin R.					
DATOS DE LA MUESTRA						
Tipo de muestra	Planta	Cantidad	Aprox. 300 g			
No. de muestras	1 (n=1)	Lote	N.D.			
Presentación	Funda plástica	Fecha de recepción	20 de Mayo del 2019			
Colecta de muestra	Realizado por el Cliente	Fecha de colecta de muestra	N.A.			
CONDICIONES DEL ANALISIS						
Temperatura (°C)	25.7	Humedad (%)	51.0			
Fecha de Inicio de Análisis	21 de Mayo del 2019					
Fecha de Finalización del análisis	21 de Mayo del 2019					
RESULTADOS						
CODIGO CLIENTE	CODIGO UBA	PARAMETROS	METODO	RESULTADOS	Unidad	Límite de cuantificación (ppm)
Planta	UBA-25064-1	Humedad	POE-UBA-02 Basado en: AOAC 930.15 (Gravimetría)	87.51	%	-
		Ceniza	POE-UBA-03 Basado en: AOAC 942.02 (Gravimetría)	1.94	%	-
Observaciones:						
1. Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) recibidas por el laboratorio. No siendo extensivo a cualquier lote.						
2. Este reporte no debe ser reproducido parcial o totalmente, excepto con la aprobación escrita por parte del laboratorio.						
3. Nomenclatura: N.D. = No Detectable; N.A. = No aplica.						
4. La información relacionada con la toma de muestra fue proporcionada por el cliente.						

FOR ADM. 04 R01

Página 1 de 1



Av. Carlos L. Plaza Dañin, Cdo. La FAE Mz. 20 solar 12 (frente al primer bloque de la Atarazana)
Commutador: 04 2288 578 / 04 6017 745 Celular: 09 9273 7500 / 09 8479 0671
Email: rmontoya@uba-lab.com
Guayaquil - Ecuador

www.uba-lab.com

Fuente: Autores