



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de semilla, arilos, cáscara y carpelos en variedades de granada wonderful y mollar (*Punica Granatum L*).

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

AUTORES:

Bach. Echevarria Solis Luis Alberto Alonso.

Bach. Mio Chumacero Fiorella Lily.

ASESOR:

Mg. Ing. Robles Ruiz, Juan Francisco.

CÓDIGO ORCID: 0000-0002-3771-9014

Lambayeque – Perú

2026



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO
RUIZ GALLO**
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

TESIS

Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de semilla, arilos, cáscara y carpelos en variedades de granada wonderful y mollar (*Punica Granatum L*).

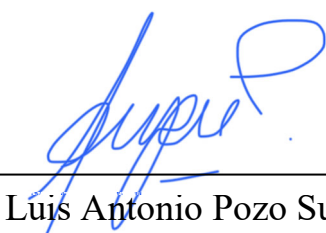
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

AUTORES:

Bach. Echevarria Solis Luis Alberto Alonso.

Bach. Mio Chumacero Fiorella Lily.

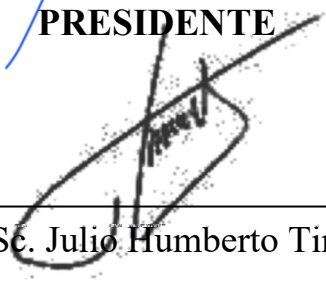
APROBADO POR:



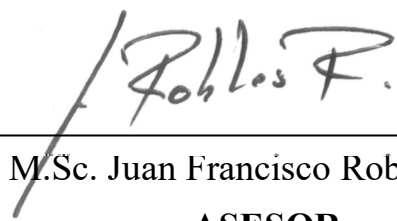
Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe
PRESIDENTE



M.Sc. Renzo Bruno Chung Cumpa
SECRETARIO



M.Sc. Julio Humberto Tirado Vásquez
VOCAL



M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz
ASESOR



ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2026

Siendo las 10:00 am del jueves 30 de abril del 2026, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador de la Tesis Titulada: **Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales de semilla, arilos, cáscara y carpelos en variedades de granada wonderful y mollar (*Punica granatum L*)**; designados con Res. N°383-2024-D-FIQIA de fecha 07 de agosto del 2024 y aprobada con Res. N°441-2024-D-FIQIA de fecha 23 de setiembre del 2024, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- **Presidente:** Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe
- **Secretario:** M.Sc. Renzo Bruno Chung Cumpa
- **Vocal:** M.Sc. Julio Humberto Tirado Vásquez

La tesis fue asesorada por el M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz, nombrado con Res. N°398-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 06 de diciembre del 2023. El acto de sustentación es autorizado con Res. N°140-2026-D-FIQIA de fecha 28 de abril del 2026.

La Tesis fue presentada y sustentada por los Bachilleres: **ECHEVARRÍA SOLIS LUIS ALBERTO ALONSO y MIO CHUMACERO FIORELLA LILY**; de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias y tuvo una duración de 60 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de 17 (DECIISIETE.....) en la escala vigesimal, mención BUENO.....

Por lo que queda APTO(A) para obtener el Título Profesional de **INGENIERO(A) DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS** de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11:00 se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

.....
Presidente
Dr. Luis Antonio Pozo Suclupe

.....
Vocal
M.Sc. Julio Humberto Tirado Vásquez

.....
Secretario
M.Sc. Renzo Bruno Chung Cumpa

.....
Asesor
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

YoJuan Francisco Robles Ruiz..... usuario revisor de Tesis ☒

Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐ Titulado:

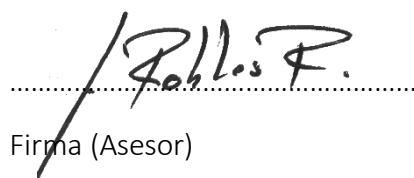
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DE SEMILLA, ARILOS, CÁSCARA Y CARPELOS EN VARIEDADES DE GRANADA WONDERFUL Y MOLLAR (*Punica Granatum L.*).

Cuyos autores son: **Mio Chumacero Fiorella Lily** con DNI N° 72313343, y **Echevarria Solis Luis Alberto Alonso**; con DNI N°72709146; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 11%, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 17 de febrero de 2026



Firma (Asesor)

Juan Francisco Robles Ruiz

DNI...18124083

Defina la modalidad con (X)

Adjunta:

Resumen de Reporte automatizado de similitudes

Recibo digital

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DE SEMILLA, ARILOS, CÁSCARA Y CARPELOS EN VARIEDADES DE GRANADA WONDERFUL Y MOLLAR (Punica Granatum L)

INFORME DE ORIGINALIDAD

Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

Robles Ruiz
ASESOR
DNI: 18124083

11 %
INDICE DE SIMILITUD

10 %
FUENTES DE INTERNET

3 %
PUBLICACIONES

4 %
TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 hdl.handle.net 1 %
Fuente de Internet

2 dspace.unitru.edu.pe:8080 1 %
Fuente de Internet

3 Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo 1 %
Trabajo del estudiante

4 www.researchgate.net 1 %
Fuente de Internet

5 repositorio.unac.edu.pe 1 %
Fuente de Internet

6 revistas.sqperu.org.pe 1 %
Fuente de Internet

7 Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru 1 %
Trabajo del estudiante

8

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

M.Sc. Juan Francisco
Robles Ruiz

ASESOR

DNI: 18124083

<1 %

9

repositorio.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

10

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

11

scholar.archive.org

Fuente de Internet

<1 %

12

[Submitted to espam](#)

Trabajo del estudiante

<1 %

13

repositorio.ug.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

14

[Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez](#)

Trabajo del estudiante

<1 %

15

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

16

cybertesis.unmsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

18

revistas.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

19 Jyoti Singh, Hamita Preet Kaur, Anjali Verma, Arshminder Singh Chahal et al. "Pomegranate Peel Phytochemistry, Pharmacological Properties, Methods of Extraction, and Its Application: A Comprehensive Review", ACS Omega, 2023

Publicación

<1 %

J. Robles R.
M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz
ASESOR
DNI: 18124083

20 repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

21 tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22 Magdalena Soledad Cifuentes Cabezas. "Recuperación de polifenoles de efluentes de almazara mediante procesos de membrana y tratamiento biológico de las corrientes de rechazo", Universitat Politecnica de Valencia, 2022

Publicación

<1 %

23 tesis.ipn.mx

Fuente de Internet

<1 %

24 Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion

Trabajo del estudiante

<1 %

25 mafiadoc.com

Fuente de Internet

<1 %

26

Submitted to
consultoriadeserviciosformativos

Trabajo del estudiante

<1 %

27

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %


M.Sc. Juan Francisco
Robles Ruiz
ASESOR
DNI: 18124083

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 15 words



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Fiorella Lily Mio Chumacero Y Luis Alberto Alonso Echevarria S...
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS TOTA...
Nombre del archivo: SCARA_Y_CARPELOS_EN_VARIEDADES_DE_GRANADA_WONDE...
Tamaño del archivo: 4.72M
Total páginas: 83
Total de palabras: 9,706
Total de caracteres: 59,906
Fecha de entrega: 17-feb-2026 01:21p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2881594965



UNIVERSIDAD NACIONAL
"PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS

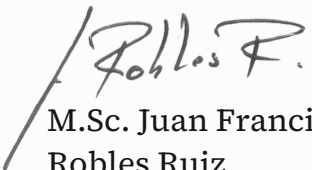
CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS FENÓLICOS TOTALES DE
SEMILLA, ARILOS, CÁSCARA Y CARPELOS EN VARIEDADES DE GRANADA
WONDERFUL Y MOLLAR (*Punica Granatum L.*)

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS

AUTORES:
Bach. Echevarria Solis Luis Alberto Alonso.
Bach. Mio Chumacero Fiorella Lily.

ASESOR:
Mg. Ing. Robles Ruiz, Juan Francisco.

Lambayeque – Perú
2026


M.Sc. Juan Francisco
Robles Ruiz
ASESOR

DNI: 18124083
Ing. M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz

DEDICATORIA

A mis padres Luis y Lourdes, porque han sido mi mayor apoyo, mi inspiración constante y los pilares inquebrantables a lo largo de este viaje académico. quienes me apoyan en cada paso de mi vida, les dedico el resultado de este trabajo por su apoyo incondicional.

Luis Echevarría Solís

A mis padres, por su inmenso amor y apoyo incondicional durante todo mi crecimiento profesional. Quienes me dieron las fuerzas y valor para siempre cumplir mis metas trazadas.

Fiorella Mio

AGRADECIMIENTO

*Nuestro principal agradecimiento es para **Dios**, quién ha sido nuestra guía en el transcurso de nuestra vida, y nos ha permitido llegar a donde estamos, cumpliendo siempre con nuestras metas trazadas.*

*A **nuestros padres**, por siempre confiar en nosotros y apoyar cada una de nuestras decisiones, gracias por ser las personas más importantes de nuestras vidas y por habernos impulsado siempre a seguir adelante a pesar de las adversidades.*

*A **nuestros amigos**, por su apoyo en los momentos más difíciles del desarrollo del trabajo, gracias por ser grandes amigos.*

*A **nuestros maestros** porque su orientación, enseñanzas y compromiso para compartir sus conocimientos han sido fundamentales en nuestra formación.*

*A **nuestro asesor M.Sc. Juan Francisco Robles Ruiz** deseamos manifestar nuestro más profundo agradecimiento por su constante acompañamiento, guía y entrega durante todo este proceso. Su experiencia, disposición y compromiso resultaron esenciales para la realización y finalización exitosa de esta tesis.*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE GENERAL.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	1
II. DISEÑO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes	3
2.2. Bases Teóricas	5
2.2.1. Compuestos fenólicos totales (CFT).....	5
2.2.2. Capacidad Antioxidante (CA).....	5
2.2.3. Punicalagina	5
2.2.4. Granada	6
2.2.5. Granada Wonderfull.....	7
2.2.6. Granada Mollar	7
2.2.7. DPPH (2,2-difenil 1-picrilhidrazilo).....	8
2.2.8. Folin Ciocalteu.....	9
2.2.9. Residuos de granada.....	10
2.3. Bases Conceptuales	10
III. DISEÑO METODOLOGICO	12
3.1. Diseño de contrastación de hipótesis	12
3.2. Métodos de análisis	12
3.2.1. Método espectrofotometria- Folin Ciocalteu.....	12
3.2.2. Método Dpph- Capacidad antioxidante	13
3.3. Población y Muestra	15
3.3.1. Población.....	15
3.3.2. Muestra	15
3.3.3. Técnicas, instrumentos, equipos, materiales.....	15
3.4. Método de Análisis	17
3.4.1. Propiedad funcional	17

3.4.2.	Análisis fisicoquímico.....	17
IV.	RESULTADOS.....	18
4.1.	Determinación de la capacidad antioxidante	18
4.1.1.	Determinación de CA en granada variedad Wonderfull.....	18
4.1.2.	Determinación de CA en granada variedad Mollar	19
4.2.	Determinación de compuestos fenólicos totales	22
4.2.1.	Determinación de compuestos fenólicos totales en granada variedad Wonderfull 22	
4.2.2.	Determinación de compuestos fenólicos totales en granada variedad Mollar .24	
4.2.3.	Determinación del porcentaje de semilla, arilo, cáscara y carpelo de la granada en variedad Wonderfull y Mollar.....	26
4.3.	Características fisicoquímicas de la granada	27
4.3.1.	Características fisicoquímicas de la granada variedad Wonderfull	27
4.3.2.	Características fisicoquímicas de la granada variedad Mollar.....	31
4.4.	Características biométricas de la granada	34
4.5.	Análisis mediante un diseño estadístico	35
4.5.1.	Resultados de análisis estadístico de la Capacidad antioxidante de granada Wonderfull y Mollar	35
4.5.2.	. Resultados de análisis estadístico de los compuestos fenólicos de granada Wonderfull y Mollar	36
V.	DISCUSIONES.....	38
VI.	CONCLUSIONES	41
VII.	RECOMENDACIONES	43
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	45
	ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición química de la granada</i>	8
Tabla 2. <i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	11
Tabla 3. <i>Propiedades funcionales</i>	17
Tabla 4. <i>Métodos que se emplearon para los análisis fisicoquímicos</i>	17
Tabla 5. <i>Absorbancia control y final en granada variedad Wonderfull</i>	18
Tabla 6. <i>Resultados del porcentaje de inhibición en granada variedad Wonderfull</i>	18
Tabla 7. <i>Absorbancia control y final en granada variedad Mollar</i>	19
Tabla 8. <i>Resultados del porcentaje de inhibición en granada variedad Mollar</i>	20
Tabla 9. <i>Absorbancia y concentración en granada variedad Wonderfull</i>	22
Tabla 10. <i>Absorbancia y concentración en granada variedad Mollar</i>	24
Tabla 11. <i>Porcentaje de parte de la granada Wonderfull</i>	26
Tabla 12. <i>Porcentaje de parte de la granada Mollar</i>	26
Tabla 13. <i>Obtención de datos para determinación de proteína en granada Wonderfull</i>	27
Tabla 14. <i>Determinación de proteína en granada Wonderfull</i>	28
Tabla 15. <i>Análisis de determinación de grasas en granada Wonderfull</i>	29
Tabla 16. <i>Análisis de determinación de fibra en granada Wonderfull</i>	30
Tabla 17. <i>Obtención de datos para determinación de proteína en granada Mollar</i>	31
Tabla 18. <i>Determinación de proteína en granada Mollar</i>	31
Tabla 19. <i>Análisis de determinación de grasas en granada Mollar</i>	32
Tabla 20. <i>Análisis de determinación de fibra en granada Mollar</i>	33
Tabla 21. <i>Características fisicoquímicas de la granada variedad Wonderfull</i>	34
Tabla 22. <i>Características fisicoquímica de la granada variedad Mollar</i>	34
Tabla 23. <i>Características Biometricas en granada variedad Wonderfull y Mollar</i>	34

Tabla 24: *Datos de análisis estadístico de % de inhibición de granada Wonderfull y Mollar*
35

Tabla 25. *Análisis descriptivo de porcentaje de inhibición DPPH* 35

Tabla 26. *Datos de análisis estadístico de compuestos fenólicos totales de granada Wonderfull y Mollar* 36

Tabla 27. *Análisis descriptivo de compuestos fenólicos totales* 36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Granada Wonderfull</i>	7
Figura 2 <i>Granada Mollar</i>	8
Figura 3 <i>Metodología descriptiva</i>	14
Figura 4 <i>Comparación de partes de granada en variedad Wonderfull</i>	19
Figura 5 <i>Comparación de partes de granada en variedad Mollar</i>	20
Figura 6 <i>Comparación de partes de granada en variedad Wonderfull y Mollar</i>	21
Figura 7 <i>Compuestos fenólicos totales granada Wonderfull</i>	23
Figura 8 <i>Compuestos fenólicos totales granada Mollar</i>	25

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la capacidad antioxidante (CA) y el contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) en diferentes partes del fruto (semilla, arilos, cáscara y carpelos) de dos variedades de granada: Wonderful y Mollar. El estudio fue de tipo cuantitativo, con diseño no experimental y alcance descriptivo-comparativo. Se recolectaron 50 kg de granada de cada variedad en Jayanca (Perú) y se realizaron análisis fisicoquímicos, de CA (método DPPH) y de CFT (método Folin-Ciocalteu). Los resultados mostraron que la variedad Mollar presentó mayor capacidad antioxidante, destacando la semilla con un 98,93% de inhibición, mientras que en la variedad Wonderful, el zumo alcanzó el mayor porcentaje con 92,25%. En cuanto a los CFT, los carpelos de la variedad Wonderful presentaron la mayor concentración (3793,8 ppm), superando a los de Mollar (1694,1 ppm). Asimismo, se observaron diferencias en la proporción de estructuras del fruto: Mollar tuvo mayor porcentaje de semilla (22,97%) y menor de carpelos (14,28%) frente a Wonderful. Se concluyó que todas las partes del fruto poseen propiedades funcionales destacadas, incluso aquellas considerados residuos, por lo que su aprovechamiento integral resulta viable desde una perspectiva nutricional, tecnológica y ambiental.

Palabras clave: granada, variedad Mollar, Variedad Wonderful, antioxidantes, compuestos fenólicos

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the antioxidant capacity (AC) and the content of total phenolic compounds (TPC) in different parts of the fruit (seed, arils, peel and carpels) of two varieties of pomegranate: Wonderful and Mollar. The study was quantitative, with a non-experimental design and descriptive-comparative scope. Fifty kg of pomegranate of each variety were collected in Jayanca (Peru) and physicochemical, CA (DPPH method) and CFT (Folin-Ciocalteu method) analyses were performed. The results showed that the Mollar variety presented greater antioxidant capacity, with the seed standing out with 98.93% inhibition, while in the Wonderful variety, the juice reached the highest percentage with 92.25%. In terms of CFT, the carpels of the Wonderful variety presented the highest concentration (3793.8 ppm), surpassing those of Mollar (1694.1 ppm). Differences were also observed in the proportion of fruit structures: Mollar had a higher percentage of seed (22.97%) and a lower percentage of carpels (14.28%) compared to Wonderful. It was concluded that all parts of the fruit have outstanding functional properties, even those considered waste, so that their integral utilization is viable from a nutritional, technological and environmental perspective.

Key words: pomegranate, Mollar variety, Wonderful variety, antioxidants, phenolic compound

I. INTRODUCCIÓN

El granado (*Punica granatum L.*) es un árbol frutal que se cultiva desde la antigüedad. Es una de las primeras frutas domesticadas que la humanidad ha cosechado. Su origen se remonta en Irán y los países vecinos (Salgado, 2021). En el Perú, el granado se cultiva tradicionalmente en los valles de Chilca y Huaral produciendo la variedad Mollar y Wonderful, sin embargo, su cultivo se viene extendiendo a otras regiones como Ica, La Libertad y Lambayeque (Midagri, 2019).

El fruto ha recibido alcance a nivel internacional debido a que presenta compuestos antioxidantes entre los que destacan el, ácido fólico, Vitamina C y minerales como Zinc y Potasio, estos antioxidantes se encargan de retrasar el proceso de envejecimiento de las células de estrés oxidativo y colaboran al buen manejo del sistema inmunológico y hormonal (Fernandez y Romero, 2021). Además, presentan compuestos fenólicos como taninos hidrolizables, flavonoides y antocianinas los cuales varían dependiendo a la parte del fruto que se estudie (Viña y Ringuelet, 2020).

La granada es un fruto importante, pero sólo es aprovechada en su parte comestible representada en un 30 %, ya que sus residuos como cáscara, carpelos y semillas son eliminados, generando mayor contaminación y a su vez desaprovechamiento de materia prima.

Según Fernandez y Romero (2021), nos mencionan que los CA y CFT se encuentran en toda la fruta. Por lo que mediante esta investigación se evaluará las partes de dos variedades de granada Mollar y Wonderfull (*Punica granatum*) cosechadas en el Perú para obtener y analizar cuál de estas variedades es que presenta mayor capacidad de antioxidantes y compuestos fenólicos totales.

La investigación plantea el siguiente problema: ¿En cuál de las variedades de granada Wonderfull y Mollar, su estructura presenta mayor capacidad antioxidante y compuestos

fenólicos totales de semilla, arilos, cáscara y carpelos? Por lo cual se presenta la hipótesis, la capacidad antioxidante (CA) y compuestos fenólicos totales (CFT) es más alta en la cáscara en variedad Wonderfull, en comparación con la variedad Mollar.

Es por ello que, se tiene como objetivos: Determinar la CA y CFT en semilla, arilos, cáscara y carpelos de la granada en la variedad Wonderfull y Mollar (*Punica granatum* L), Determinar el porcentaje de semilla, arilos, cáscara y carpelos de la granada en la variedad Wonderfull y Mollar; caracterizar fisicoquímicamente las variedades de granada Wonderful y Mollar (*Punica granatum* L.) y realizar un análisis mediante estadística descriptiva.

II. DISEÑO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Arellano (2024) realizó un estudio con la finalidad de analizar el efecto de la interacción proteína-fenol sobre la bioaccesibilidad y las propiedades funcionales de compuestos fenólicos durante la digestión *in vitro*. Se empleó un enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance explicativo; se aplicaron técnicas como análisis metabolómicos y pruebas antioxidantes (ABTS, DPPH) e inhibición enzimática, utilizando mezclas de jugo de granada con WPC a 27 y 54 mg/mL. Los resultados mostraron una mayor retención de polifenoles, aumento de antocianinas tras la digestión y una notable bioaccesibilidad del ácido gálico. El digerido con 54 mg/mL presentó la mejor actividad antioxidante (IC₅₀ de 136.83 y 1308.17 µg/mL) e inhibición de α -amilasa (IC₅₀ = 882.3 µg/mL). Se concluyó que estas interacciones mejoran significativamente la funcionalidad de los compuestos fenólicos.

Según Torres (2023) en su investigación realizó estudios a la granada y sus diferentes estructuras (corteza, membrana, arilo y semilla), analizó la CA y el CFT; utilizó los métodos de análisis DPPH y Folin-ciocalteu respectivamente. Concluyendo que la corteza presenta mayor carga de antioxidantes (1,21mg/ml), y mayor cantidad de fenoles totales (2,97 g GAE/100g).

Según Rubio y Zurita (2023) en su investigación realizaron estudios en la granada y sus distintos componentes las cuales fueron cultivadas en distintas zonas del Ecuador; desarrollaron ensayos en (FRAP y DPPH) para comparar el CFT y la actividad antioxidante de granada, los resultados demostraron que para este fruto el clima cálido de Santa Elena ofrece mayor concentración en la CA con (86,03) y CFT (9,28 mg GAE/g) que el clima subtropical de Manabí.

Mandić-Kovačević et al. (2023) presentaron un artículo científico cuyo objetivo fue evaluar el potencial antioxidante del extracto de cáscara de granada recolectado en

Herzegovina mediante ensayos *in vitro* e *in vivo*. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, con diseño experimental y alcance explicativo, utilizando espectrofotometría, cromatografía (LC-MS) y pruebas de radicales libres. Se trabajó con 11 ratas Wistar divididas en grupos control y experimental, este último recibiendo 100 mg/kg de PoPEX por 7 días. Se identificó una alta concentración de polifenoles (621.13 mg GAE/gDW) y una potente actividad antioxidante frente a $\text{OH}^\bullet$ ($\text{IC}_{50} = 49.92 \mu\text{g/mL}$). *In vivo*, PoPEX redujo significativamente los niveles de TBARS y NO_2^- e incrementó GSH ($p < 0.05$). Aunque otros parámetros como SOD, CAT, H_2O_2 y O_2^- mostraron tendencias favorables, no fueron significativos. En conclusión, PoPEX demostró una fuerte capacidad antioxidante atribuida a su riqueza en compuestos fenólicos.

En un estudio reciente, Fuentes (2023) examinó la CA y el contenido de CF y antocianinas en el jugo de granada de tres variedades diferentes: Mollar de Elche, Wonderfull y Mollar Valenciana. Se utilizó el método DPPH para medir la CA, revelando valores de inhibición de DPPH del $88,55 \pm 0,99 \%$, $93,10 \pm 0,13 \%$ y $52,82 \pm 0,10 \%$ para las variedades Mollar de Elche, Wonderfull y Mollar Valenciana, respectivamente. Para cuantificar los CF, se empleó el método de Folin-Ciocalteu, que arrojó valores de $762,01 \pm 10,18 \text{ mg AGE/100 ml}$, $828,32 \pm 16,43 \text{ mg AGE/100 ml}$ y $463,62 \pm 6,77 \text{ mg AGE/100 ml}$ para las variedades Mollar de Elche, Wonderfull y Mollar Valenciana, respectivamente. Por último, el contenido de antocianinas se evaluó mediante el método del pH diferencial, obteniendo valores de $8,14 \pm 0,36 \text{ mg cianidina 3-glucósido/100mL}$, $32,82 \pm 2,10 \text{ mg cianidina 3-glucósido/100mL}$ y $3,19 \pm 0,02 \text{ mg cianidina 3-glucósido/100mL}$ para las variedades Mollar de Elche, Wonderfull y Mollar Valenciana, respectivamente.

Campos et al. (2022) desarrollaron un artículo científico con el objetivo de evaluar la capacidad antioxidante, los compuestos fenólicos y flavonoides de extractos de cáscaras y semillas de granada de tres cultivares portugueses (Acco, Big Full y Wonderful), extraídos con mezclas etanol/agua. El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, diseño experimental y alcance

descriptivo-comparativo. Se emplearon pruebas espectrofotométricas (Folin-Ciocalteu, método de Kim y DPPH) y análisis estadísticos (ANOVA y PCA) sobre muestras secas obtenidas por extracción convencional. Los resultados mostraron que los extractos de cáscaras presentaron mayores contenidos de TPC (hasta 0.86 mg GAE/mg) y TF (hasta 0.059 mg CATE/mg), mientras que el IC₅₀ más bajo (mayor actividad antioxidante) fue de 0.021 mg/mL. Se concluyó que la combinación Big Full–cáscara con etanol al 50% fue la más eficaz, sugiriéndose su potencial industrial como fuente antioxidante natural.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Compuestos fenólicos totales (CFT)

Los CFT son componentes con propiedades antioxidantes que ayudan a prevenir el daño oxidativo, el cual está severamente relacionado con la aparición de varias enfermedades. Los CFT en su mayoría son biodisponibles y bioaccesibles a través de vías enzimáticas, mecánicas y químicas. Sin embargo, con el declive estos factores varían lo que va perjudicando la absorción de estos compuestos (Aragón et al., 2020).

2.2.2. Capacidad Antioxidante (CA)

La Capacidad Antioxidante (CA) se describe como la habilidad de una sustancia para prevenir o entorpecer la oxidación de un sustrato, incluso en concentraciones muy bajas (< 1%, generalmente entre 1-1,000 mg/L). Medir esta capacidad resulta valioso para evaluar la excelencia de un alimento, determinar la cantidad de antioxidantes presentes en un sistema o comprender la biodisponibilidad de compuestos antioxidantes en el organismo humano (Alcántar et al., 2020).

2.2.3. Punicalagina

La granada se caracteriza por presentar un elevado contenido de compuestos fenólicos, principalmente elagitaninos, entre los cuales resalta la punicalagina, considerada uno de los compuestos bioactivos más representativos de este fruto. Diferentes investigaciones han

señalado que este compuesto contribuye significativamente a la capacidad antioxidante de la granada, debido a su habilidad para captar radicales libres y disminuir el estrés oxidativo celular (Wang et al., 2023).

La mayor concentración de punicalagina se localiza en la cáscara de la granada; sin embargo, también puede encontrarse en el zumo y, en menores cantidades, en las semillas. Esta elevada presencia en la cáscara se atribuye a la función protectora que cumple frente a factores externos y agentes microbiológicos. Por ello, la cáscara suele mostrar mayores niveles de compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en comparación con otras partes del fruto (Siddiqui et al., 2024).

De igual manera, estudios recientes reportan que la punicalagina posee propiedades antioxidantes, antimicrobianas y antiinflamatorias, lo que ha generado interés en el aprovechamiento de los subproductos de granada, especialmente la cáscara, para su posible aplicación en la industria alimentaria y farmacéutica como fuente natural de compuestos bioactivos y conservantes (Azmat et al., 2024).

2.2.4. Granada

Es una fruta muy integral, ya que su consumo regula distintas funciones corporales, especialmente en los procesos digestivos. Debido al elevado contenido en agua es muy aconsejable para aquellas personas que quieren adelgazar. Su elevado contenido en calcio y vitamina C evita el envejecimiento de la dermis, la sequedad de las mucosas y el agotamiento. Su alto contenido en polifenoles y antioxidantes contribuyen a que se pueda lidiar con los efectos de los radicales libres, la llamada oxidación celular. De hecho, además la granada reduce el riesgo de enfermedades neurodegenerativas y cardiovasculares (Villareal, 2018).

Gran parte de su relevancia en términos de sabor y sus posibles privilegios para la salud se deben a la presencia de CF tales como los antocianos que son los que le proporcionan su

característico color rojo y los taninos contribuyen con su sabor astringente. Por otro lado, los ácidos orgánicos como el cítrico y el málico son causantes de su sabor acidulado. Además, los elagitaninos y en menor medida los antocianos le asignan propiedades antioxidantes (Yába et al., 2019).

2.2.5. Granada Wonderfull

Su origen se remonta en Florida y se extendió por primera vez hacia California en 1896, comercialmente esta variedad principal a nivel global y presenta una gran propagación en los territorios con alta exposición del cultivo. Sus características destacan por presentar un tamaño más grande de lo normal, sabor más agradable, de pulpa color rojo, jugosa con un sabor agudo. Esta variedad es de maduración tardía y comienza a dar frutos en septiembre (Medina, 2019).

Figura 1

Granada Wonderfull



Nota. Extraído de la revista agraria.pe

<https://agraria.pe/noticias/produccion-peruana-de-granadawonderful-caeria-entre-10-y-20-23662>

2.2.6. Granada Mollar

Originaria de Elche (Alicante), España.

Representa a la especie individual más cultivada en España (que contiene el 96% de la producción española). Actualmente cuenta con Denominación de Origen Protegida. Se caracteriza por presentar un color que varía de la crema al rojo oscuro, El interior es de color rosa oscuro a rojo (Medina, 2019).

Figura 2

Granada Mollar



Nota. Extraído del diario de gastronomía. <https://diariodegastronomia.com/la-granada-de-elche-obtienela-denominacion-de-origen-protegida/>

Tabla 1

Composición química de la granada

Componente	Cantidad %
Agua	80
Grasas	0,1
Carbohidratos	18,3
Cenizas	1,1
Proteína	0,5

Nota. Adaptado de Reyes et al. (2017)

La granada en su mayoría está compuesta por agua y azúcares, siendo menor su proporción en grasas y proteínas, lo que se expresa en su bajo valor calórico (aprox. 75 kcal/100 g). En menor proporción presenta fibra alimentaria, es rica en minerales como potasio y aporta cantidades considerables de calcio, magnesio, fósforo y hierro, y teniendo bajas cantidades de sodio. Contiene, además, vitaminas del grupo B, C y niacina (Villareal, 2018).

2.2.7. DPPH (2,2-difenil1-picrilhidrazilo)

El método para determinar la capacidad antioxidante de las diferentes partes de la granada fue realizado por medio del método de DPPH, el cual se realiza empleando el radical

estable 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo, realizando el esquema propuesto por Brand- Williams. Para preparar el radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), se disuelve 2 mg de DPPH, en 83,3 mL de metanol grado reactivo. asimismo, se prepara soluciones de trabajo hasta obtener una absorbancia de $0,7 \pm 0,02$ a una longitud de onda de 517 nm. Los resultados se determinan utilizando la ecuación del porcentaje de inhibición al elaborar la curva de calibración estándar. Los resultados se expresaron como μg equivalentes de Trolox por gramo (Contreras, 2022).

2.2.8. Folin Ciocalteu

La prueba de folin-ciocalteu se utiliza para medir el contenido CFT de productos vegetales. Se basa en que compuestos fenólicos reacciona con el reactivo folin ciocalteu a pH alcalino para que sea capaz de medir el desarrollo del color azul en espectrofotometría 765 nanómetros. Este reactivo contiene una mezcla de tungstato de sodio y molibdato de sodio en ácido fosfórico y reacciona con CF presentes en dicha muestra. El ácido fosfomolibdtungstico (consta de dos sales en el medio ácido) de color amarillo, el cual se forma por reducción con grupos fenólicos. Un complejo azul oscuro, cuya potencia utilizamos para estimar el contenido fenólico (Surco, 2020).

El mecanismo de reacción redox, por lo que también se puede expresar como método de medida para la actividad antioxidante. Todo se considera n método para medir la actividad antioxidante. Como resultado de la oxidación de los polifenoles presentes en la muestra, aparecen azul, con un pico de absorción a 765 nm y la cuantificación se realizó espectrofotométricamente basándose en estándares directos en ácido gálico. Este es un método preciso y sensible que puede verse afectado. Muchas variaciones, principalmente relacionados con el volumen utilizando. Tipo de producto para analizar, concentración e reactivo y tiempo de reacción (Surco, 2020).

2.2.9. Residuos de granada

Los estudios han argumentado que los residuos de granada como la cáscara de dicha fruta es un excelente sustrato para la producción de metabolitos secundarios de alto valor comercial, como el ácido elágico, resultante de la degradación del contenido de elagitaninos. acumulación de compuestos fenólicos. Además, los ingredientes principales son los elagitaninos y el ácido elágico. Estos compuestos confieren a los extractos de plantas poderosas propiedades antioxidantes. Además, utilizando tecnología como por ejemplo la fermentación permitirá aprovechar todo el potencial de los residuos y obtener productos nutritivos (Juárez et al., 2018).

2.3. Bases Conceptuales

- Estructura del fruto Granada en variedad Wonderfull y Mollar: Semilla, arilo, cáscara y carpelo.
- Compuestos fenólicos totales
- Capacidad antioxidante
- Caracterización fisicoquímica.

Tabla 2*Cuadro de operacionalización de variables*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Indice
Estructura del fruto Granada en variedad Wonderfull y Mollar	Semilla	%	5-23
	Arilo	%	38-65
	Cascara	%	35
	Carpelo.	%	17
Compuestos fenólicos totales			
	Folin-Ciocalteu	Mg GAE/100 g	0,30-3,05
Capacidad antioxidante		mg/ml lc50 GAE	
	DPPH	% inhibición	0,10-10,90
	Humedad		80,0
	Fibra	%	0,70-12,5
Caracterización	Proteínas	%	12,0-24,0
fisicoquímica y biométrica	Grasas	%	1,1
	Brix	%	14,68±0,26
	Acidez	°Bx	3,06±0,10
	Ph	% pH	3,60±0,08
	Biometría	Índice de forma	0.90 > 1.10 <

III. DISEÑO METODOLOGICO

3.1. Diseño de contrastación de hipótesis

La investigación presentó un diseño no experimental debido a que son “estudios realizados sin manipular deliberadamente variables, donde los fenómenos se fundamentan en observar y analizar tal y como se dan en su contexto natural para ser analizados posteriormente” (Arispe et al., 2020). Por lo que se empleó estadística descriptiva, los datos serán procesados por el programa IBM SPSS Statistics;.

3.2. Métodos de análisis

- Análisis proximal: humedad, proteínas, grasa, fibra.
- pH.
- Acidez titulable.
- Contenido de sólidos solubles.
- Capacidad antioxidante.
- Compuestos fenólicos totales.

3.2.1. Método espectrofotometria- Folin Ciocalteu

La metodología utilizada para la determinación de compuestos fenólicos totales utilizamos la metodología de Gutiérrez et al. (2008) con algunas modificaciones.

Primero se procedió a preparar una solución estándar madre de (5000 ppm) de ácido gálico, en una fiola de 25 ml, seguidamente se realizó los puntos de la curva los cuales servirían de base para la lectura en el espectrofotómetro y fueron (0, 500, 1000, 2000, 3000, 5000 ppm). Se trabajó a microescala agregando a cada matraz de Erlenmeyer, primero 100 ul a cada estándar, 7,9 ml de agua pura, 500 ul de folin ciocalteu al 1N, 1,5 ml de naoh (20%) y se deja reposar por 2 horas en refrigeración para hacer la lectura y así medir la absorbancia a 765nm.el cual representa su longitud de onda.

Finalmente se procedió a trabajar con las muestras en un tubo ependorf el cual se agrega 7 ml de etanol y 3ml de muestras liquidas, para muestras solidas se agregó 10ml de etanol en 1 gr de muestra, se procedió a colocar en el agitador por 5 minutos , se procedió a pasar por la centrifuga a 250 rpm por 10 minutos, una vez separado el sólido del líquido se filtró con ayuda de una jeringa un filtro de 0,22 ul y finalmente se repitió el paso anteriormente mencionado reemplazando los 100 ul de la muestra estándar por los 100 ul del líquido filtrado (semilla, arilo, cascara y carpelo) y se midió la absorbancia y concentración en un equipo espectrofotométrico .

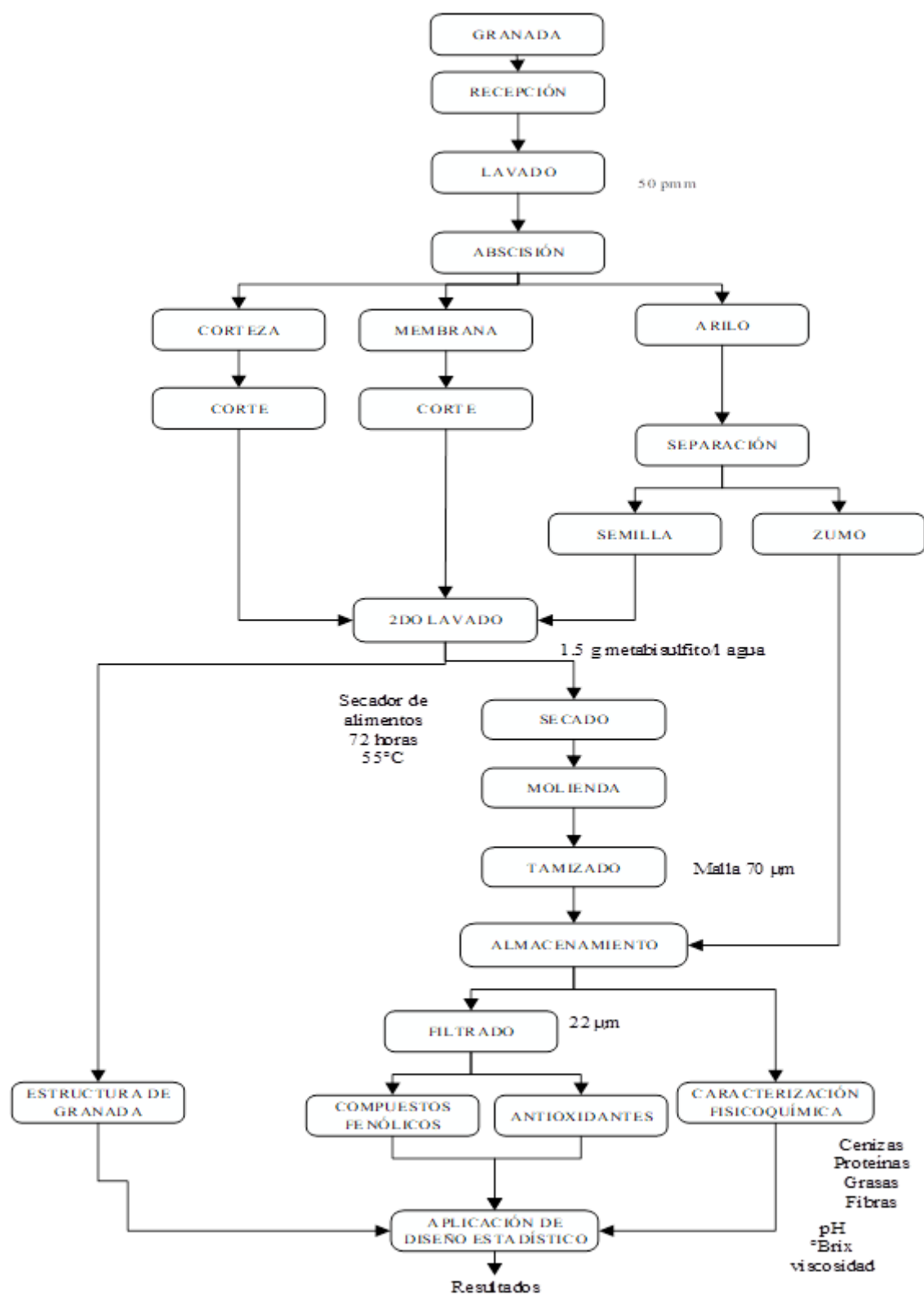
3.2.2. Método Dpph- Capacidad antioxidante

Para la determinación de CA con DPPH se utilizó la metodología de Blois (1958) con algunas modificaciones.

Primeramente se pesó 2mg de solución DPPH para 83,3 ml de metanol, los cuales fueron colocados en una fiola de 100ml, enrazados con agua pura y forrados con papel aluminio para evitar el contacto directo con la luz, Seguidamente se colocaron en tubos ependorf 100 ul del extracto de cada una de las partes de la granada más una muestra patrón , 100 ul de metanol y 3,9 ml de DPPH anteriormente preparado, se dejó reposar por 20 minutos para su posterior lectura , se leyó la absorbancia y se halló por formula el porcentaje de inhibición.

$$\% \text{ inhibicion} = \frac{\text{abs. final} - \text{abs. inicial}}{\text{abs. final}} * 100$$

Figura 3
Metodología descriptiva



3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

Para el trabajo de investigación se empleó 2 variedades de granada en variedad wonderfull y mollar adquirida en la ciudad de Jayanca. “Fundo Santa Lucia”

3.3.2. Muestra

- 50 kilos de granada Wonderfull
- 50 kilos de granada Mollar

3.3.3. Técnicas, instrumentos, equipos, materiales

3.3.3.1. Materiales

Materiales de laboratorio y/o	• Bureta 100ml
proceso:	• Cucharas
• Vasos de Precipitación 50	• Matraces aforados de 10ml
• Pipetas Graduadas 10ml y 100ml	• Papel filtro
• Tubos de ensayo	Material personal:
• Probetas 50 y 100ml	• Guardapolvo
• Cuchillos	• Cofia
• Cubeta Cuarzo	• Guantes
• Tazones de 5 y 10L	• Mascarilla

3.3.3.2. Equipos de laboratorio y/o proceso

- Espectrofotómetro (Genesys 30)
- Balanza Analítica (OHAUS)
- Tamizador
- Equipo Kjeldahl
- Deshidratador de Alimentos

- Muflas
- Extractor de metabolitos
- Matraz de quitasato
- Estufa
- Refrigeradora

3.3.3.3.Reactivos

- Solución de DPPH
- Alcohol Etílico
- Agua destilada
- Reactivo de Folin
- Etanol
- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Hipoclorito de sodio
- Metabisulfito

3.3.3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

- Para la recolección de datos: Experimentación y observación.
- Datos obtenidos como respuesta de las experiencias a nivel laboratorio

Instrumentos de recolección de datos:

- Libreta de notas
- Fotografías

3.4. Método de Análisis

3.4.1. Propiedad funcional

A continuación, en la Tabla 3 se detallan los métodos que permitieron determinar las propiedades funcionales de los componentes de la granada en sus dos variedades Wonderfull y Mollar. En el Anexo 1 se detalla el procedimiento de cada una de las propiedades funcionales por evaluar.

Tabla 3

Propiedades funcionales

Propiedad Funcional	Método a seguir
Capacidad Antioxidante	Blois (1958)
Compuestos Fenólicos Totales	Gutiérrez et al., (2008)

3.4.2. Análisis fisicoquímico

Tabla 4

Métodos que se emplearon para los análisis fisicoquímicos

Análisis fisicoquímico	Método
pH	Potenciométrico AOAC 981.12
Sólidos solubles	AOAC 932.12
Acidez titulable	Titulación AOAC 920.43
Grasa	Soxhlet AOAC 960.39
Proteína	Kjeldahl AOAC 960.52
Fibra	Fibra Cruda AOAC 973.18

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de la capacidad antioxidante

4.1.1. Determinación de CA en granada variedad Wonderfull

Tabla 5

Absorbancia control y final en granada variedad Wonderfull

Capacidad antioxidante					
	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs. final	Abs. control
Zumo	0,047	0,047	0,05	0,048	
Cáscara	0,073	0,074	0,072	0,073	
Semilla	0,083	0,084	0,088	0,085	0,620
Carpelo	0,095	0,098	0,095	0,096	

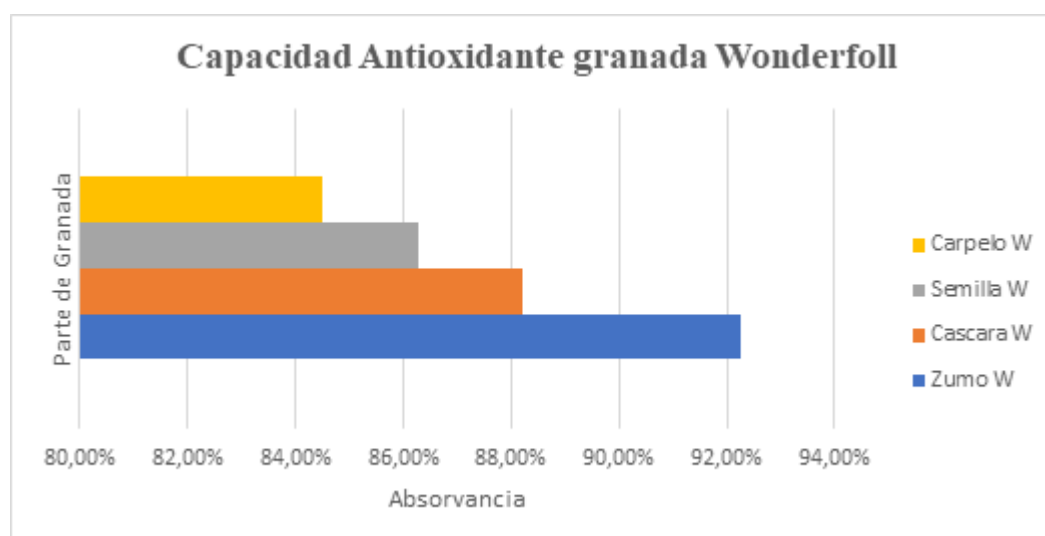
Tabla 6

Resultados del porcentaje de inhibición en granada variedad Wonderfull

Parte del fruto	%Inhibición
Zumo	92,25%
Cáscara	88,22%
Semilla	86,29%
Carpelo	84,51%

Figura 4

Comparación de partes de granada en variedad Wonderfull



Los resultados analizados en la gráfica se basaron en el porcentaje de inhibición de cada una de las partes de granada en variedad Wonderfull, donde se apreció que la parte con mayor capacidad antioxidante es el zumo (sombreado de color azul) con un 92,25% de porcentaje de inhibición, seguido de la cáscara con un 88,22%, semilla 86,29% y carpelo 84,51% respectivamente.

4.1.2. Determinación de CA en granada variedad Mollar

Tabla 7

Absorbancia control y final en granada variedad Mollar

Capacidad antioxidante				
	Abs 1	Abs 2	Abs 3	Abs. final
Zumo	0,012	0,008	0,013	0,011
Cáscara	0,005	0,003	0,007	0,005
Semilla	0,002	0,006	0,004	0,004
Carpelo	0,010	0,012	0,013	0,012

0,366

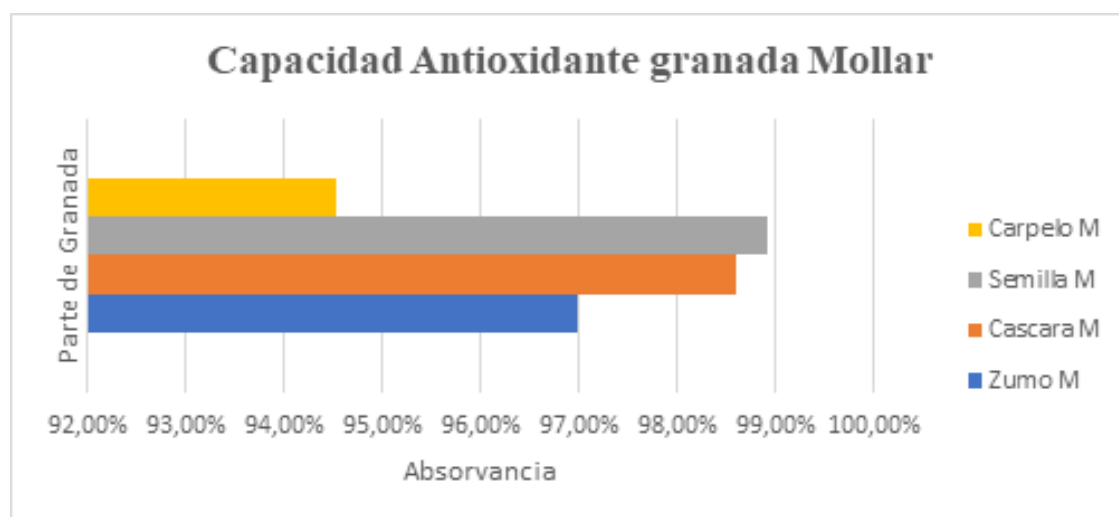
Tabla 8

Resultados del porcentaje de inhibición en granada variedad Mollar

Parte del fruto	Inhibición
Zumo	96,99%
Cascara	98,6%
Semilla	98,9%
Carpelo	94,53%

Figura 5

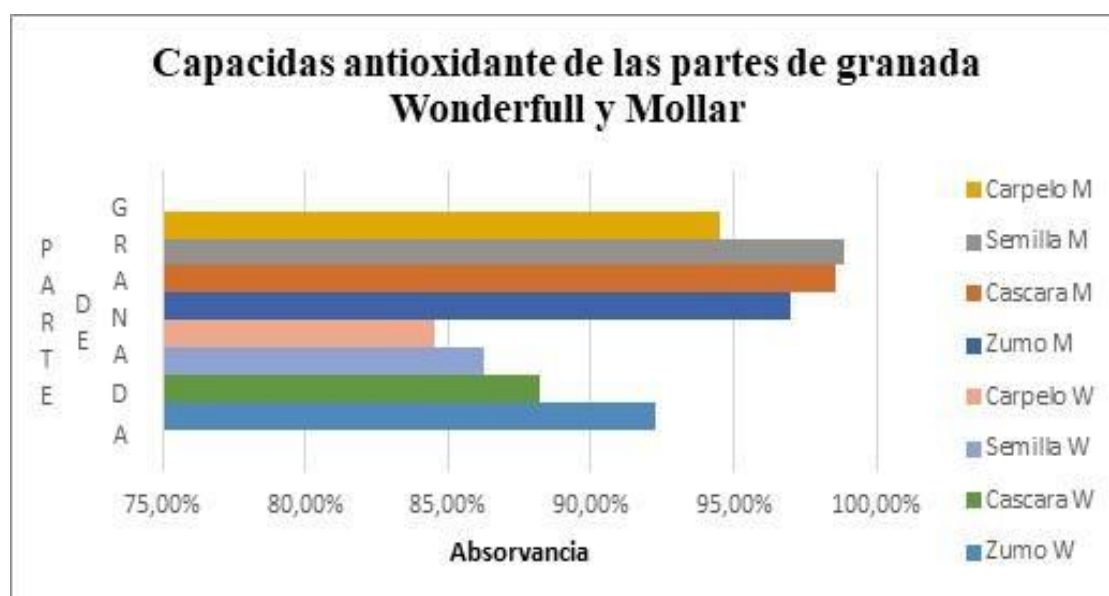
Comparación de partes de granada en variedad Mollar



Los resultados analizados en la gráfica se basaron en el porcentaje de inhibición de cada una de las partes de granada en variedad Mollar, donde se apreció que la parte con mayor capacidad antioxidante es la semilla (sombreado de color gris) con un 98,9% de porcentaje de inhibición, seguido de la cáscara con un 98,6%, zumo 96,99% y carpelo 94,53% respectivamente.

Figura 6

Comparación de partes de granada en variedad Wonderfull y Mollar



Estas diferencias indican que la distribución de compuestos fenólicos no es uniforme y depende tanto de la parte del fruto como de la variedad de granada analizada. Este hallazgo sugiere que todas las partes de la granada, incluyendo aquellas que comúnmente se descartan como residuos (como la cáscara y los carpelos), poseen un alto valor nutricional y funcional, particularmente por su capacidad de neutralizar radicales libres. La alta actividad antioxidante observada implica un potencial beneficio para la salud humana, dado que los antioxidantes naturales están estrechamente relacionados con la prevención de enfermedades crónicas, como las cardiovasculares, neurodegenerativas y algunos tipos de cáncer. En este sentido, la valorización integral del fruto resulta no solo viable, sino también deseable desde una perspectiva tecnológica, ambiental y de salud pública.

4.2. Determinación de compuestos fenólicos totales

4.2.1. Determinación de compuestos fenólicos totales en granada variedad Wonderfull

Tabla 9

Absorbancia y concentración en granada variedad Wonderfull

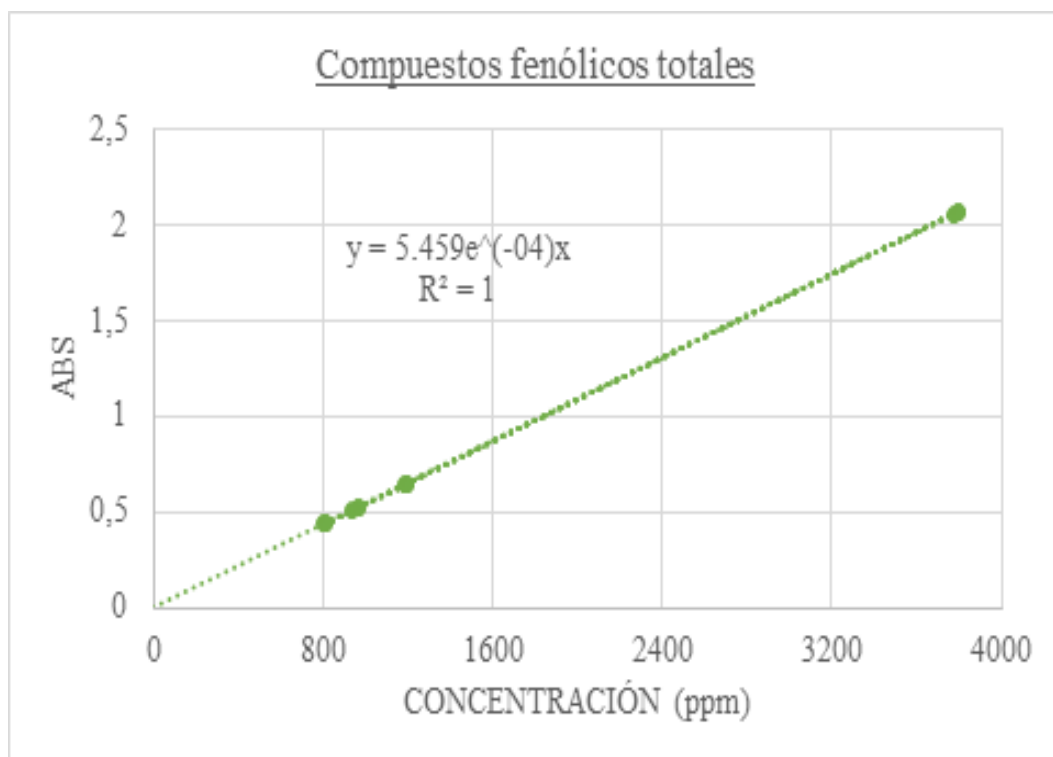
	Lecturas de absorbancia	Absorbancia	Lecturas de concentración (ppm)EAG	Concentración (ppm) EAG
	0,648		1187	
Zumo	0,652	0,651	1194	1193,00
	0,654		1198	
	0,438		802	
Cáscara	0,442	0,442	810	809,67
	0,446		817	
	0,526		963	
Semilla	0,510	0,522	934	956,67
	0,531		973	
	2,064		3780	
Carpelo	2,075	2,070	3799	3791,00
	2,072		3794	

Los resultados evidenciaron variaciones en el contenido de compuestos fenólicos totales entre las diferentes partes de la granada variedad Wonderful. El carpelo registró la mayor concentración, alcanzando 3791 ppm, mientras que el zumo y la semilla presentaron valores de 1193 ppm y 956 ppm, respectivamente. En contraste, la cáscara mostró la menor concentración de compuestos fenólicos, con un valor de 809.67 ppm EAG.

Estas diferencias podrían atribuirse a la distribución y acumulación natural de compuestos fenólicos en las distintas estructuras del fruto, debido a que ciertos tejidos presentan una mayor presencia de metabolitos secundarios asociados a funciones antioxidantes y de protección.

Figura 7

Compuestos fenólicos totales granada Wonderfull



Después de establecer con las muestras patrón de 0 ppm a 5000 ppm la ecuación de la recta se procedió a colocar las diluciones de cada parte de la granada Wonderfull, dando como resultado con tres repeticiones que la concentración de CF es más alta en los carpelos con un promedio de 3791 ppm EAG, seguido del zumo con 1193 ppm EAG, la semilla con 957 ppm EAG y la cáscara con 809,67 ppm EAG.

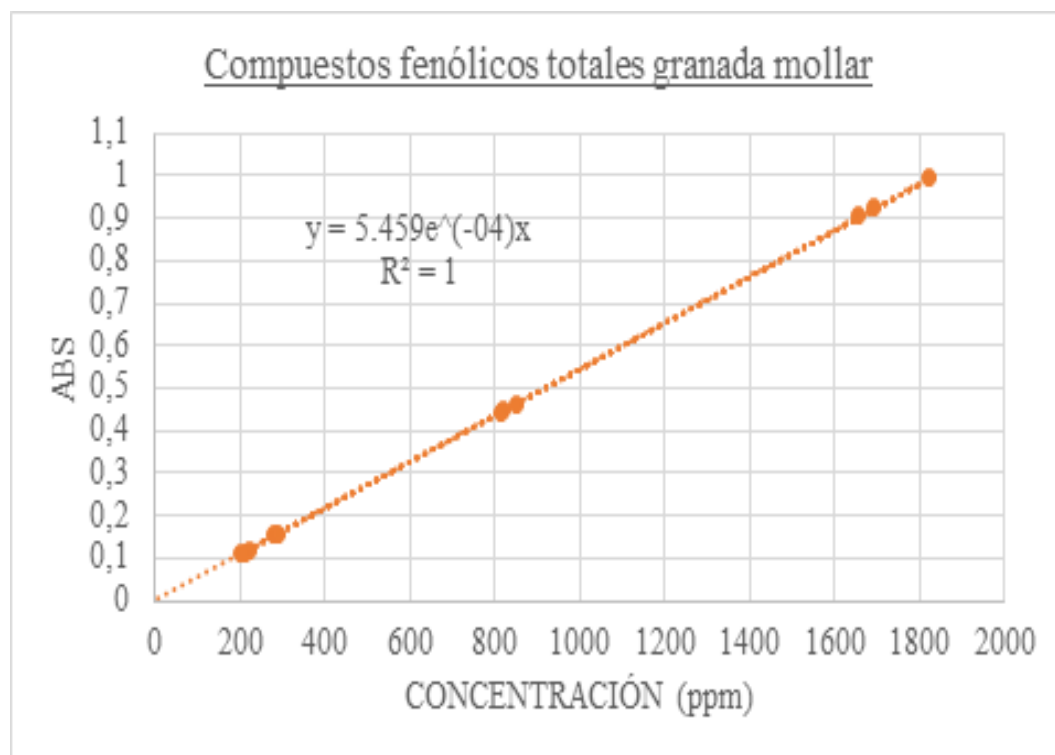
4.2.2. Determinación de compuestos fenólicos totales en granada variedad Mollar

Tabla 10

Absorbancia y concentración en granada variedad Mollar

	Lecturas de absorbancia	Absorbancia	Lecturas de concentración (ppm) EAG	Concentración (ppm) EAG
Zumoz	0,448	0,452	820,5	828,43
	0,465		851,6	
	0,444		813,2	
Cáscara	0,155	0,156	283,9	285,13
	0,158		289,4	
	0,154		282,1	
Semilla	0,121	0,115	221,6	211,23
	0,115		210,6	
	0,11		201,5	
Carpelo	0,925	0,942	1694,1	1724,77
	0,905		1657,5	
	0,995		1822,7	

Los resultados evidenciaron variaciones en el contenido de compuestos fenólicos totales entre las diferentes partes de la granada variedad Mollar. El carpelo registró la mayor concentración, alcanzando 1724,7 ppm, mientras que el zumo y la cáscara presentaron valores de 828,4 ppm y 285,1 ppm, respectivamente. En contraste, la semilla mostró la menor concentración de compuestos fenólicos, con un valor de 211,2 ppm.

Figura 8*Compuestos fenólicos totales granada Mollar*

Después de establecer con las muestras patrón de 0 ppm a 5000 ppm la ecuación de la recta se procedió a colocar las diluciones de cada parte de la granada Mollar, dando como resultado con tres repeticiones que la concentración de CF es más alta en los carpelos con un promedio de 1724,7 ppm, seguido del zumo con 828 ppm, la cáscara con 285 ppm y la semilla con 211 ppm.

4.2.3. Determinación del porcentaje de semilla, arilo, cáscara y carpelo de la granada en variedad Wonderfull y Mollar

Tabla 11

Porcentaje de parte de la granada Wonderfull

Partes de la granada	Peso (g)	Porcentaje (%)
Semilla	334	18,14
Zumo	628	34,18
Cáscara	578	31,47
Carpelo	298	16,21
Granada	1838g	100 %

Tabla 12

Porcentaje de parte de la granada Mollar

Partes de la granada	Peso (g)	Porcentaje (%)
Semilla	415	22,97
Zumo	575	31,81
Cáscara	559	30,94
Carpelo	258	14,28
Granada	1807g	100 %

El análisis de la distribución porcentual de las estructuras del fruto en las variedades de granada Wonderful y Mollar revela diferencias morfológicas importantes que responden a factores genéticos y agroecológicos. La variedad Mollar presenta una mayor proporción

de semilla 22,9% y una menor proporción de carpelos 14,2% en comparación con Wonderful, que contiene un 18,1% de semilla y 16,2% de carpelos. Esta diferencia estructural sugiere que Mollar, variedad originaria de climas mediterráneos, ha desarrollado adaptaciones que favorecen una estructura interna más robusta y orientada al desarrollo de semillas, mientras que Wonderful, de fruto más grande y pulpa jugosa, presenta un mayor porcentaje de zumo o arilos 34,1% frente a 31,8% con respecto a la variedad Mollar. Además, el porcentaje de cáscara fue prácticamente similar en ambas variedades, con valores cercanos al 31%, lo que indica que esta estructura se mantiene constante independientemente del origen varietal. Esta distribución tiene implicancias directas en el rendimiento del fruto para distintos usos industriales, ya que una mayor cantidad de zumo o semilla puede determinar el enfoque de aprovechamiento —por ejemplo, jugos, extractos antioxidantes o productos derivados de semilla como harinas o aceites.

4.3. Características fisicoquímicas de la granada

4.3.1. Características fisicoquímicas de la granada variedad Wonderfull

Tabla 13

Obtención de datos para determinación de proteína en granada Wonderfull

Análisis de proteínas					
Muestra	Tubos	Pesos(g)	H2SO4 (ml)	H2O destilada (ml)	H2O oxígeno (ml)
Zumo	1	1,10	15	50	10
Cáscara	2	0,32	15	50	10
Semilla	3	0,31	15	50	10
Carpelos	4	0,31	15	50	10

Tabla 14*Determinación de proteína en granada Wonderfull*

Nº de muestra	Gasto(ml) HCL 0,1 N	%Resultados
Zumo	0,6	1,6
Cáscara	2,8	6,6
Semilla	4,4	11,3
Carpelos	2,4	5,7

Los resultados obtenidos muestran variaciones en el contenido de proteína entre las diferentes partes de la granada variedad Wonderful. La semilla registró el mayor porcentaje de proteína, alcanzando un valor de 11.3 %, seguida de la cáscara y el carpelo, con valores de 6.6 % y 5.7 %, respectivamente. En contraste, el zumo presentó el menor contenido proteico, con un valor de 1.6 %.

Estas diferencias podrían estar relacionadas con la composición y función de cada estructura del fruto. Las semillas suelen concentrar mayores cantidades de nutrientes de reserva, necesarias para el proceso de germinación y desarrollo. Lo que se evidencia por el consumo de HCl durante la titulación; la muestra de la semilla indicaría una mayor cantidad de nitrógeno, lo cual se relaciona directamente con un mayor contenido proteico determinado mediante el método Kjeldahl.

Tabla 15*Análisis de determinación de grasas en granada Wonderfull*

Análisis de grasas				
Balón vacío	Balón después de estufa (g)	Peso de muestra (g)	Resultados (%)	%Grasa
Cáscara				
p1:179,73	182,05	5,0	11,6	11,70
p2:106,24	108,59	5,0	11,8	
Semilla				
p1:179,45	182,72	5,0	16,4	15,9
p2:101,01	104,20	5,0	15,9	
p3:186,53	189,64	5,0	15,6	
Carpelos				
p1:179,79	182,15	5,0	11,82	10,2
p2:100,07	101,95	5,0	9,40	
p3:186,61	188,50	5,0	9,45	
Zumozumo				
trazas	trazas	trazas	trazas	trazas

Se observaron diferencias en el contenido de grasa de las distintas partes de la granada variedad Wonderful. La semilla registró el mayor porcentaje de grasa 15,9 %, seguida de la cáscara 11,7 % y los carpelos 10,2 %, mientras que en el zumo únicamente se identificaron trazas. Estos resultados sugieren que la acumulación de lípidos se concentra principalmente en la semilla debido a su función de reserva energética, mientras que el zumo presenta una composición predominantemente acuosa y, por tanto, un contenido graso muy reducido.

Tabla 16*Análisis de determinación de fibra en granada Wonderfull*

Análisis de Fibra					
Muestras	Peso de la muestra(g)	Peso después de estufa(g)	Peso después de mufla(g)	Resultados (%)	%Fibra
Cáscara	2,01	63,17	63,57	20,20	20,05
	2,01	63,17	63,57	20,18	
	2,01	63,17	63,57	19,76	
Semilla	2,00	63,16	63,67	25,39	25,65
	2,00	63,19	63,69	25,08	
	2,01	61,44	61,97	26,48	
Carpelo	2,01	61,44	61,66	11,07	11,53
	2,01	53,64	53,90	12,84	
	2,01	61,44	61,65	10,68	

Se observó que el contenido de fibra no fue uniforme entre las distintas partes de la granada variedad Wonderful. La mayor concentración se encontró en la semilla 25,65 %, seguida por la cáscara 20,05 %, mientras que el carpelo presentó el menor porcentaje 11,53 %. Esta distribución podría estar relacionada con la naturaleza estructural de cada tejido, debido a que las semillas y la cáscara contienen mayores cantidades de polisacáridos estructurales presentes en la pared celular vegetal. Por ello, ambas fracciones destacan como fuentes relevantes de fibra dietaria y podrían representar una alternativa para la obtención de ingredientes con propiedades funcionales para la industria alimentaria.

4.3.2. Características fisicoquímicas de la granada variedad Mollar

Tabla 17

Obtención de datos para determinación de proteína en granada Mollar

Análisis de proteínas					
Muestra	Tubos	Pesos(g)	H2SO4 (ml)	H2O destilada (ml)	H2O oxígeno (ml)
Zumo	1	1,1012	15	50	10
Cáscara	2	0,3072	15	50	10
Semilla	3	0,3115	15	50	10
Carpelos	4	0,3012	15	50	10
Muestra blanca	5	0	15	50	10

Tabla 18

Determinación de proteína en granada Mollar

Nº de muestra	Gasto(ml) HCL 0,1 N	%Resultados
Zumo	0,5	0,80
Cáscara	3,0	7,41
Semilla	4,2	10,68
Carpelos	3,2	8,14
Muestra blanca	0,4	

Los resultados obtenidos muestran variaciones en el contenido de proteína entre las diferentes partes de la granada variedad Mollar. La semilla registró el mayor porcentaje de proteína, alcanzando un valor de 10,6 %, seguida del carpelo y la cáscara con valores de 8,14 % y 7,41 %, respectivamente. En contraste, el zumo presentó el menor contenido proteico, con un valor de 0,8 %.

Estas diferencias podrían estar relacionadas con la composición y función de cada estructura del fruto. Las semillas suelen concentrar mayores cantidades de nutrientes de reserva, necesarias para el proceso de germinación y desarrollo.

Tabla 19

Análisis de determinación de grasas en granada Mollar

Análisis de grasas				
Balón vacío	Balón después de estufa (g)	Peso de muestra (g)	Resultados (%)	%Grasa
Cáscara				
p1:179,54	182,01	5,08	12,57	
p2:108,18	110,73	5,00	12,76	12,50
p3:186,57	188,95	5,07	12,04	
Semilla				
p1:179,73	184,71	5,01	24,91	
p2:100,01	104,81	5,00	24,00	23,29
p3:186,63	190,82	5,00	20,96	
Carpelos				
P1:179,87	182,86	5,08	15,20	
p2:100,07	102,83	5,07	14,00	14,78
p3:186,70	189,69	5,06	15,13	
Zumo	trazas	trazas		

Se observaron diferencias en el contenido de grasa de las distintas partes de la granada variedad Mollar. La semilla registró el mayor porcentaje de grasa 23,29 %, seguida de los carpelos 14,78% y la cáscara 12,50%, mientras que en el zumo únicamente se identificaron trazas. Estos resultados sugieren que la acumulación de lípidos se concentra principalmente en la semilla debido a su función de reserva energética, mientras que el zumo presenta una composición predominantemente acuosa y, por tanto, un contenido graso muy reducido.

Tabla 20*Análisis de determinación de fibra en granada Mollar*

Análisis de Fibra					
Muestras	Peso de la muestra(g)	Peso después de estufa(g)	Peso después de mufla(g)	Resultados (%)	%Fibra
Cáscara	2,00	63,16	63,57	20,57	19,72
	2,00	63,16	63,55	19,41	
	2,01	63,16	63,55	19,18	
Semilla	2,00	631,65	636,42	23,81	22,88
	2,01	631,95	636,52	22,77	
	2,20	614,36	618,98	22,06	
Carpelo	2,02	61,43	61,65	10,98	11,50
	2,00	53,64	53,90	12,68	
	2,01	61,44	61,66	10,85	

Se observó que el contenido de fibra no fue uniforme entre las distintas partes de la granada variedad Mollar. La mayor concentración se encontró en la semilla 25,88 %, seguida por la cáscara 19,72 %, mientras que el carpelo presentó el menor porcentaje 11,5 %. Esta distribución podría estar relacionada con la naturaleza estructural de cada tejido, debido a que las semillas y la cáscara contienen mayores cantidades de polisacáridos estructurales presentes en la pared celular vegetal. Por e llo, ambas fracciones destacan como fuentes relevantes de fibra dietaria y podrían representar una alternativa para la obtención de ingredientes con propiedades funcionales para la industria alimentaria.

Tabla 21

Característica fisicoquímica de la granada variedad Wonderfull

Características	Parámetros
Acidez	0,135 ác.tartarico
Ph	2,74
Brix	15,19 °Bx
Viscosidad	3,50 cp

Tabla 22

Característica fisicoquímica de la granada variedad Mollar

Características	Parámetros
Acidez	0,172 ác. tartarico
Ph	2,97
Brix	13,13°Bx
Viscosidad	2,47 cp

El análisis fisicoquímico de las variedades de granada Wonderful y Mollar revela diferencias significativas que reflejan la influencia del componente genético, la madurez del fruto y las condiciones agroclimáticas en su composición. La variedad Wonderful se caracteriza por una mayor concentración de sólidos solubles (15,19 °Bx), lo que sugiere un sabor más dulce y atractivo para el consumidor. A su vez, presenta una acidez más baja (0,135% de ácido tartárico) y un pH más ácido (2,74), lo que indica un equilibrio organoléptico que podría favorecer su uso en bebidas o productos de alto valor sensorial.

4.4. Características biométricas de la granada

Tabla 23

Análisis biométrico de granada variedad Wonderful y Mollar

	Wonderful			Mollar		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
<i>Peso (g)</i>	475	510	428	274	308	291
<i>Diámetro Polar (mm)</i>	84	90	86	79	77	80
<i>Diámetro Ecuatorial (mm)</i>	92	89	89	85	88	86
<i>índice De Forma</i>	0,91	1,01	0,97	0,93	0,88	0,93
Interpretación	Ligeramente achatado	Esférico	Esférico	Ligeramente achatado	Ligeramente achatado	Ligeramente achatado

Los frutos de la variedad Wonderful presentaron índices de forma cercanos a la unidad, indicando una morfología predominantemente esférica, en contraste con la variedad Mollar, cuyos frutos exhibieron índices menores a 1, asociados a una forma ligeramente achatada.

4.5. Análisis mediante un diseño estadístico

4.5.1. Resultados de análisis estadístico de la Capacidad antioxidante de granada Wonderfull y Mollar

Tabla 24

Análisis estadístico de capacidad antioxidante en granada variedad Wonderfull y Mollar

	Mollar				Wonderfull			
	%inhib 1	%inhib 2	%inhib 3	Promed(%)	%inhib 1	%inhib 2	%inhib 3	Promed(%)
Zumo	96,7	97,8	96,4	96,9	92,4	92,4	91,9	92,3
Cáscara	98,6	99,2	98,1	98,6	88,2	88,1	88,4	88,2
Semilla	99,5	98,4	98,9	98,9	86,6	86,5	85,8	86,3
Carpelo	97,3	94,5	95,2	95,6	84,7	84,2	84,7	84,5

Tabla 25

Análisis de estadística descriptiva del porcentaje de inhibición DPPH

Estadísticos descriptivos							
	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. estándar	Varianza
VALOR	24	84,2	99,5	2224,5	92,688	5,4929	30,172
N válido (por lista)	24						

En esta tabla se presenta el análisis estadístico descriptivo del porcentaje de inhibición del radical DPPH. Se analizaron 24 datos válidos, con valores mínimos de 84,2 % y máximos de 99,5 %, y una media de 92,69 %, lo que evidencia una elevada actividad antioxidante en todas las muestras. La desviación estándar fue baja, indicando que los valores se encuentran poco dispersos y presentan un comportamiento homogéneo.

4.5.2. . Resultados de análisis estadístico de los compuestos fenólicos de granada

Wonderfull y Mollar

Tabla 26

Datos de análisis estadístico de compuestos fenólicos totales de granada Wonderfull y Mollar

Variedad	Parte de granada	Concentración(ppm)
Wonderfull	Zumó	1187
		1194
		1198
	Cáscara	802
		810
		817
	Semilla	963
		934
		973
	Carpelos	3780
		3799
		3794
Mollar	Zumó	821
		852
		813
	Cáscara	284
		289
		282
	Semilla	222
		211
		201
	Carpelos	1694
		1658
		1823

Tabla 27

Análisis de estadística descriptiva de compuestos fenólicos totales

Estadísticos descriptivos							
	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. estándar	Varianza
VALOR	24	201,0	3799,0	29401,0	1225,042	1092,6950	1193982,303
N válido (por lista)	24						

El análisis estadístico descriptivo de los compuestos fenólicos totales mostró un total de 24 observaciones válidas, con valores que oscilaron entre 201 y 3799, y una media de 1225,04. La desviación estándar elevada (1092,70) y la alta varianza evidencian una amplia dispersión de los datos, lo que indica una marcada heterogeneidad en el contenido fenólico de las muestras analizadas.

V. DISCUSIONES

De los resultados de la presente investigación se tienen que las tablas (6, 8) y (10,12) donde se aprecian los Resultados del porcentaje de inhibición de la granada de la variedad Wonderfull y Mollar en el zumo y los Resultados en Compuestos fenólicos totales de zumo de granada en variedad Wonderfull y Mollar respectivamente. En donde podemos resaltar que el porcentaje de inhibición en el zumo de granada es de un 92,25% en granada de variedad Wonderfull y 96,99% en granada de variedad Mollar y en cuanto a sus compuestos fenólicos la variedad Wonderfull presenta 1193 ppm EAG a diferencia de la variedad mollar que presento un promedio de 843 ppm EAG valores semejantes se encontraron a los presentados por Fuentes (2023) hallando un 88,55%; 93,10%; 52,82% expresados como porcentaje de inhibición de DPPH para las granadas de variedad mollar de elche, Wonderfull y valenciana respectivamente. Para la cuantificación de los compuestos fenólicos se encontraron valores de 762,01; 828,32; 463,62 mg AGE/100 ml, para las variedades mollar de elche, Wonderfull y valenciana respectivamente. Estos valores se asemejan en cuanto a los resultados de la capacidad antioxidante, mientras que para compuestos fenólicos son más distantes, eso se debe a factores como técnica empleada en el análisis, factores climatológicos de la fruta, así como maduración de la fruta.

Con respecto a los resultados del porcentaje de inhibición de la cascara de granada de la variedad Wonderfull y Mollar y los resultados en compuestos fenólicos totales de cascara de granada en variedad Wonderfull y Mollar respectivamente en donde obtuvimos que el porcentaje de inhibición de la cascara de granada es de 88,22% en granada de variedad Wonderfull y 96,6% en variedad Mollar, mientras que los compuestos fenólicos totales determinados para la variedad Wonderfull fue en promedio de 809,67 ppm EAG y para la variedad mollar un promedio de 285,13 ppm EAG, Así también Burló et al., (2018) evaluaron la actividad antioxidante y el contenido de polifenoles totales de 9 cultivares españolas de

aclareo los cuales estuvieron representados por los tres tipos de granada (ácida, agri dulce y dulce) emplearon frutas enteras previamente liofilizadas, La actividad antioxidante se evaluó con tres métodos ABTS, DPPH y FRAP, El contenido de polifenoles totales estuvo comprendido en un rango entre 190 y 288 mg GAE/100 (p.s), Aunque los valores reportados por estos autores son superiores a los obtenidos en la presente investigación, dichas diferencias pueden atribuirse a factores como la variedad del fruto, la fracción analizada, el estado de maduración, el método de extracción y el tratamiento previo de la muestra, como la liofilización, la cual favorece la concentración de compuestos fenólicos.

La actividad antioxidante estuvo comprendida entre 2923 y 4486 mmol Trolox kg⁻¹ (p.s.) (ABTS), 3153 y 4685 mmol Trolox kg⁻¹ (p.s.) (FRAP), y 2075 y 2934 mmol Trolox kg⁻¹ (p.s.) (DPPH). Aunque los valores no son directamente comparables debido a las diferencias en la forma de expresión de los resultados y en el tipo de muestra analizada, ambos estudios coinciden en señalar que la granada, especialmente sus fracciones no comestibles, presenta un alto potencial antioxidante, estrechamente relacionado con su contenido de compuestos fenólicos. En este caso las granadas provienen del aclareo, al ser frutas jóvenes tienen un elevado contenido de compuestos fenólicos y un importante potencial antioxidante.

De los resultados presentados en nuestra investigación en cuanto a la características fisicoquímicas de la granada variedad Wonderfull y mollar presentadas en las tablas 21 y 22 respectivamente. En donde podemos apreciar que la granada de variedad mollar de elche presenta un pH de 2,97 mayor que la variedad Wonderful la cual presenta 2,74, asimismo presenta 13,13°bx mientras que la granada Wonderful 15,19°bx y finalmente una acidez de 0,17 mientras que la variedad Wonderful 0,13. comparando nuestros resultados obtenidos con los de Fuentes (2023) los cuales presentaron a la granada valenciana con mayor valor pH de 3,53, seguido de Wonderful con 3,44 y en menor cuantía mollar de elche con 3,16. En cuanto al brix la variedad Wonderful presento mayor valor de brix de 17,43 seguido de valenciana con

15,80 y en menor cuantía mollar de elche con 15,13. La variedad de granada Wonderful presenta mayor valor de acidez titulable de 1,13g/100 ml de ácido cítrico, seguido de mollar de elche con 0,45g/100ml de ácido cítrico y en menor cantidad valenciana con 0,33g/100ml de ácido cítrico. Lo que nos demuestra que sus características biométricas en ambas variedades son semejantes tanto en brix como en acidez, pero en cuanto en pH la granada Wonderful presenta un mayor pH en comparación con la mollar de elche, esto se debe a que las variedades dulces tienden a tener mayor pH que las variedades ácidas.

En el estudio de Sabraoui et al. (2020) se analizaron granadas de tres regiones diferentes de Marruecos para determinar la actividad antioxidante y el contenido fenólico en la cáscara y las semillas tras la extracción metanólica. Los resultados mostraron que la cáscara de granada posee los contenidos fenólicos 224,39 mg GAE/g y flavonoides 62,64mg rutina/g dw. Como resultado con tres repeticiones en granada mollar que la concentración de CF es más alta en los carpelos con un promedio de 3791 ppm, seguido del zumo con 1193 ppm, la semilla con 957 ppm y la cáscara con 810 ppm, además en la granada Wonderful se tiene como resultado con tres repeticiones que la concentración de CF es más alta en los carpelos con un promedio de 1725 ppm, seg, mostrando diferencia entre resultados,, se tiene que resaltar que el estudio realizado por Sabraoui et al. (2020) se centró en la cáscara y semillas.

Los resultados observados en la semilla de granada, particularmente en cuanto al contenido de grasas, están respaldados por la revisión de Wang et al. (2024), quienes describen la riqueza de compuestos bioactivos, incluidos ácidos grasos y otros metabolitos lipofílicos en las semillas de *Punica granatum*, lo que refuerza la importancia de esta fracción del fruto en términos de composición química y funcionalidad.

VI. CONCLUSIONES

- Se obtuvo como resultado con respecto a la capacidad antioxidante en la variedad Wonderful, el zumo mostró el mayor porcentaje de inhibición (92,25%), seguido muy de cerca por la cáscara (88,22%), la semilla (86,29%) y los carpelos (84,51%). Por otro lado, en la variedad Mollar, se observó que la semilla presentó la mayor capacidad antioxidante con un porcentaje de inhibición del (98,9%), superando incluso a la cáscara (98,6%), el zumo (96,99%) y los carpelos (94,53%).
- Para los compuestos fenólicos totales se obtuvo como resultados con respecto a la variedad Wonderful: el carpelo 3791 ppm, Zumo 1193 ppm, semilla el valor de 956 ppm y la cáscara con 809 ppm; con respecto a la variedad Mollar el carpelo con 1724,7 ppm, el zumo 828,4 ppm, la cáscara con 285,13 ppm y por último la semilla con 211,2 ppm.
- El análisis de la distribución porcentual de las estructuras del fruto en las variedades de granada Mollar presenta una mayor proporción de semilla 22,97% y una menor proporción de carpelos 14,28%, cáscara 30,94% y zumo 31,8% en comparación con Wonderful, que contiene un 18,14% de semilla, 16,21% de carpelos, 34,18% de zumo y 31,4% de cáscara.
- Se determinaron las características fisicoquímicas de la variedad Wonderful donde tiene una acidez de 0,135 ac. Tartárico, brix de 15,19 °Bx, pH de 2,74 y viscosidad de 3,50 cp; con respecto a las proteínas la cáscara, carpelo, semilla, y zumo, obtuvieron: 6,6%, 5,7%, 11,3% y zumo 1,6% respectivamente; en el caso de la fibra la semilla 25,65 %, cáscara 20,05 %, el carpelo 11,53 %. Con respecto a contenido de grasas la semilla registró 15,9 %, seguida de la cáscara 11,7 % y los carpelos 10,2 %, mientras que en el zumo únicamente se identificaron trazas.

- Se determinaron las características físicoquímicas de la variedad Mollar donde tiene una acidez de 0,172 ác. tartárico, brix de 13,13 °Bx, pH de 2,97 y viscosidad de 2,47 cp; con respecto a las proteínas la semilla registró el mayor porcentaje de proteína, alcanzando un valor de 10,6 %, seguida del carpelo y la cáscara con valores de 8,14 % y 7,41 %, respectivamente, por último el zumo presentó 0,8 %; en el caso de la fibra se observó que la semilla obtuvo un 25,88 %, seguida por la cáscara 19,72 %, mientras que el carpelo presentó el menor porcentaje 11,5 %. Con respecto a contenido la semilla registró el mayor porcentaje de grasa 23,29 %, seguida de los carpelos 14,78% y la cáscara 12,50%.
- Se caracterizó biométricamente las variedades de granada Wonderful y Mollar (*Punica granatum* L.), evidenciándose que la variedad Wonderful presentó frutos de mayor tamaño que Mollar, mientras que ambas variedades mostraron formas similares, predominando la forma esférica en Wonderful y ligeramente achatada en Mollar.
- Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva donde se obtuvo en la capacidad antioxidante una desviación estándar fue baja (5,5), indicando que los valores se encuentran poco dispersos; y en los compuestos fenólicos totales una desviación estándar elevada (1092,7) lo que evidencian una amplia dispersión de los datos, lo que indica una marcada heterogeneidad.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda desarrollar tecnologías de aprovechamiento integral de la granada que valoricen todos sus componentes, incluyendo los residuos tradicionalmente desechados como cáscara y carpelos. Para tal fin, es fundamental establecer líneas de procesamiento diferenciadas que optimicen las características de cada variedad, permitiendo transformar los residuos en recursos de alto valor agregado, además de contribuir a la sostenibilidad ambiental, la reducción del desperdicio alimentario y el desarrollo de alimentos funcionales.
- Se recomienda aprovechar las diferencias morfológicas entre variedades para mejorar el rendimiento industrial en el desarrollo de productos con valor agregado. En ese sentido, la variedad Mollar, con su mayor proporción de semilla, debe orientarse hacia la producción de harinas proteicas, aceites funcionales y suplementos nutricionales mientras que la variedad Wonderful, con su superior contenido de zumo, debe procesarse prioritariamente para bebidas, concentrados y productos líquidos de alto valor sensorial.
- Se recomienda establecer especificaciones técnicas para cada variedad basadas en sus características fisicoquímicas distintivas con el fin de garantizar una palatabilidad óptima en productos de consumo directo, así como monitorear el contenido de proteínas, grasas y fibra en semillas, además de establecer parámetros tanto de pH como acidez específicos. En la misma línea, implementar sistemas de certificación que validen estas características, facilitando la comercialización de los productos desarrollados en los mercados internacionales y asegurando la consistencia de sus propiedades organolépticas y funcionales.
- Se recomienda desarrollar tecnologías de clasificación automática basadas en análisis de imagen y técnicas de visión artificial para determinar la distribución interna de

componentes sin procesamiento destructivo. Asimismo, establecer algoritmos predictivos que identifiquen frutos óptimos según su destino: alta proporción de zumo para bebidas, elevado contenido de semilla para extracción de aceites y mayor proporción de cáscara para productos antioxidantes, con el fin de optimizar la eficiencia productiva y reducir pérdidas por procesamiento inadecuado.

- Se recomienda monitorear continuamente la capacidad antioxidante y concentración de compuestos fenólicos totales a través de control estadístico en cada etapa del procesamiento. En ese sentido, se recomienda desarrollar sistemas de muestreo representativo que incluyan análisis de variabilidad inter e intra-lote, permitiendo detectar desviaciones significativas en las propiedades bioactivas así como implementar dashboards de monitoreo en tiempo real que faciliten la toma de decisiones basada en datos, garantizando el cumplimiento de especificaciones técnicas para diferentes mercados industriales y comerciales.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántar Rodríguez, V. E., Benitez Estrada, A., Gonzales Rosendo, G., Puga Diaz, R., Quiroz Gutierrez, A., & Villanueva Sanchez, J. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). Ciudad de México. doi: <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.244>
- Arcia, P., Cozzano, S., Curutchet, A., Lebed, M., & Torres, Á. (2020). *De residuo industrial a ingrediente funcional: el potencial de la cáscara de granada*. Uruguay: INNOTECH.
- Arellano Castillo, O. (2024). *Interacción entre las proteínas de suero de leche y compuestos fenólicos del jugo de granada y su efecto en la actividad antioxidante y antihiper glucémica* (Tesis de maestría). Universidad Veracruzana. Recuperado de <https://cdigital.uv.mx/server/api/core/bitstreams/13535291-506e-4ff6-b1ba-46ae40222921/content>
- Azmat, F., et al. (2024). *Phytochemical profile, nutritional composition and therapeutic potential of pomegranate peel*. Food Science & Nutrition. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.3777>
- Burló, F., Jauregui, N., Burgos, E., Bugos Hernandez, A., Cano Lamadrid, Calín Sanchez, Carbonell Barrachina. (2018). *Evaluacion de la actividad antioxiante y compuestos polifenolicos de fruta de granada (Puica granatum.l) recolectados durante el aclareo*. Alicante. Recuperado de <https://surl.li/xcvrae>
- Campos, L., Seixas, L., Henriques, M. H. F., Peres, A. M., & Veloso, A. C. A. (2022). Pomegranate Peels and Seeds as a Source of Phenolic Compounds: Effect of Cultivar, By-Product, and Extraction Solvent. *International Journal of Food Science*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/9189575>

- Contreras Lopez , E., Munoz Jauregui , A., Fernandez Jeri, Y., & Anaya Melendez , F. (2022). Actividad antioxidante, compuestos fenólicos y evaluación sensorial de formulaciones para infusión a base de cáscara de Sanky (*Corryocactus brevistylus*) y canela (*Cinnamomum verum*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 13-24.
- Coronado Reyes, J. (2019). *obtención de extractos polifenólicos a partir de cáscara de granada (Punica granatum) para evaluar su actividad bactericida y antioxidante*. Morelia.
- Fernandez, c., & Romero, G. (2021). “*ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES DE UNA BEBIDA FUNCIONAL A BASE DE ZUMO Y CÁSCARA DE Punica granatum*”. Chimbote.
- Fuentes Davila, R. (2023). *actividad antioxidante, contenido de fenoles totales y antiocianinas en jugo de tres variedades de granada (punica granatum L)*. Trujillo.
- Juarez , A., Robledo, A., & Cabrera, M. (2018). *iodegradación de residuos del granado para la obtención de un extracto rico en compuestos fenólicos*. saltillo.
- Mandić-Kovačević, N., Kukrić, Z., Latinović, S., Cvjetković, T., Šobot, T., Bajić, Z., Maličević, U., Marinković, S., Đukanović, Đ., Uletilović, S., & Suručić, R. (2023). Antioxidative Potential of Pomegranate Peel Extract: In Vitro and In Vivo Studies. *Scripta Medica (Banja Luka)*, 54(1), 9–18. <https://doi.org/10.5937/scriptamed54-43453>
- Medina, P. (2019). *INFORME POR SERVICIOS PROFESIONALES “MANEJO CULTURAL DEL CULTIVO DE GRANADO (Punica granatum) VAR. WONDERFUL PARA LA EXPORTACIÓN REALIZADO EN AGRÍCOLA PAMPA BAJA S.A.C.”*. Arequipa.
- Midagri. (12 de abril de 2019). *La granada: nueva estrella de las agroexportaciones peruanas*.
Obtenido de Gobierno del Perú:

<https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/27444-la-granada-nuevaestrella-de-las-agroexportaciones-peruanas>

- Reyes, M., Espinoza, C., & Sanchez, I. (2017). *TABLASPERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS*. Lima.
- Rubio Ramirez, E., & Zurita Venegas, S. (2023). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CONCENTRACIÓN FENOLICA TOTAL Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN LOS EXTRACTOS DE GRANADA (PUNICA GRANATUM) Y MORTIÑO (VACCINIUM MERIDIONALE) EN DOS ZONAS DE CULTIVO DEL ECUADOR*. Guayaquil.
- Sabraoui, T., Khider, T., Nasser, B., Eddoha, R., Moujahid, A., Benbachir, M., & Essamadi, A. (2020). Determination of punicalagins content, metal chelating, and antioxidant properties of edible pomegranate (punica granatum L) pells and seeds grown in morocco. *internacional journal of food science*, 1-8.
- Salgado, R. (2021). *Granada fresca*. Lima.
- Siddiqui, S. A., et al. (2024). *Bioactive compounds from pomegranate peels*. Trends in Food Science & Technology, 146, 104394.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464624001348>
- Surco Laos, F., Ayquipa Paucar, H., Quispe Gamboa, W., Quispe Gamboa, W., & Valle Campos, M. (2020). Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante de extracto de semillas de uvas residuos de la producción de Piscos. *Revista de la Sociedad Química del Perú*.
- Torres Alvarez, G. (2023). *ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y FENOLES TOTALES ENTRE LOS COMPONENTES DE LA FRUTA DEL AGRO ECUATORIANO GRANADA (PUNICA GRANATUM)*. Guayaquil.

- Villareal, J. (2018). *EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE LA GOMA DE TARA (Caesalpinia spinosa) Y DEL EDULCORANTE STEVIA EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE LA JALEA DE GRANADA (Punica granatum L.)*. Trujillo.
- Viña, S., & Ringuelet, J. (2020). *Productos Naturales Vegetales*. La Plata.
- Yába, E., Chirinos, R., & Campos, D. (2019). *Compuestos fenólicos y capacidad antioxidante en tres ecotipos de maca (Lepidium meyenii Walp.) durante la precosecha, cosecha y secado natural post-cosecha*. Trujillo.
- Wang, J., Sun, M., Yu, J., Wang, J., & Cui, Q. (2024). *Pomegranate seeds: a comprehensive review of traditional uses, chemical composition, and pharmacological properties*. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1401826. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1401826>
- Wang, Q., Yuan, T., Zhu, X., Song, G., Wang, D., Li, L., Huang, M., & Gong, J. (2023). *The phenolics, antioxidant activity and in vitro digestion of pomegranate (Punica granatum L.) peels: An investigation of steam explosion pre-treatment*. *Frontiers in Nutrition*, 10, 1161970.
<https://www.frontiersin.org/journals/nutrition/articles/10.3389/fnut.2023.1161970/full>

ANEXOS

Anexo 1. Evidencias fotográficas de la realización del proyecto

Figura 9: *Recepción y pesado de materia prima*



Figura 10: *Absición y separación de materia prima*



Figura11: *Pesado de cáscara*



Figura12: *2do lavado de cáscara*



Figura13: *Pesado de membrana*



Figura14: *2do lavado de membrana*



Figura15: *Pesado de pepa*

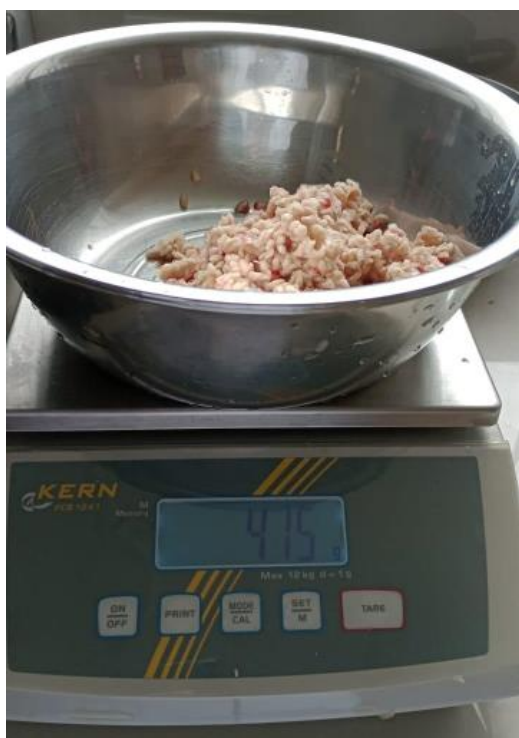


Figura16: *2do lavado de pepa*



Figura 17: *Pesado se zumo*

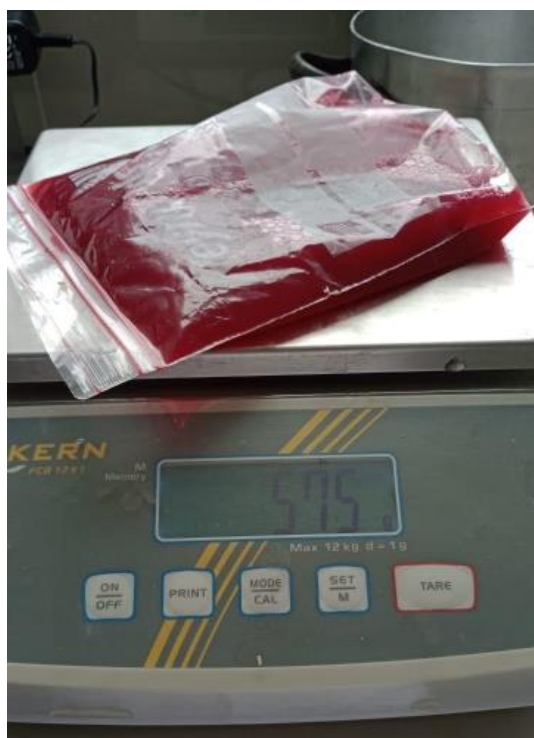


Figura 18: *Almacenamiento de Zumo*



Figura 19: *Medición de grados brix*



Figura 20: *Medición de viscosidad*



Figura 21: *Medición de pH del zumo*



Figura 22: *Medición de pH del Zumos*

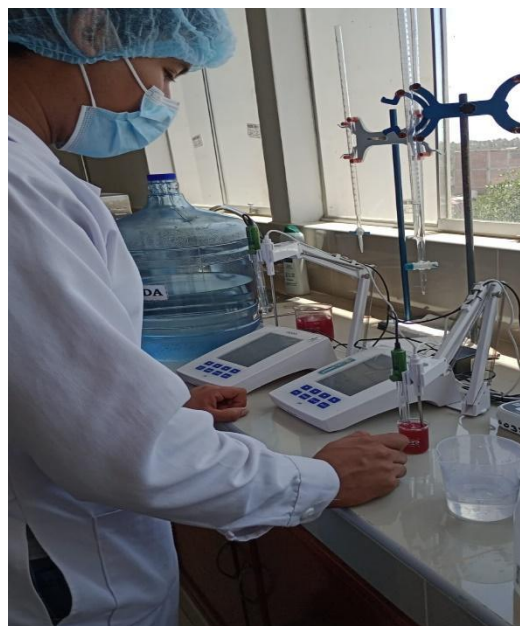


Figura 23: Almacenamiento**Figura 24: Acondicionado****Figura 25: Secado a 55°C**

Figura 26: *Membrana y cáscara en el secador*



Figura 27: *Semillas que ingresan al secador*



Figura 28: *Membrana y cáscara seca después de 72h*



Figura 29: *Peso de cáscara seca*



Figura 30: *Peso de membrana seca*



Figura 31: *Peso de semilla seca*

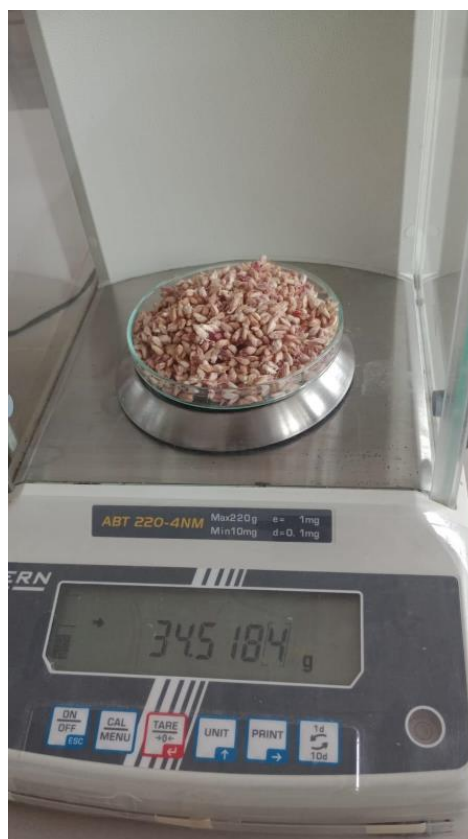


Figura 32: *Molido de cáscara*



Figura 33: *Molino*



Figura 34: *Molino con cáscara*



Figura 35: *Molienda de cáscara*



Figura 36: *Cáscara molida*



Figura 37: *Semilla molida*



Figura 38: *Membrana molida*



Figura 39: *Tamizador RX-29-16*



Figura 40: *Cáscara tamizada*



Figura 41: *Cáscara tamizada a 70 μ m*



Figura 42: *Peso de cáscara tamizada a 70 μ m*

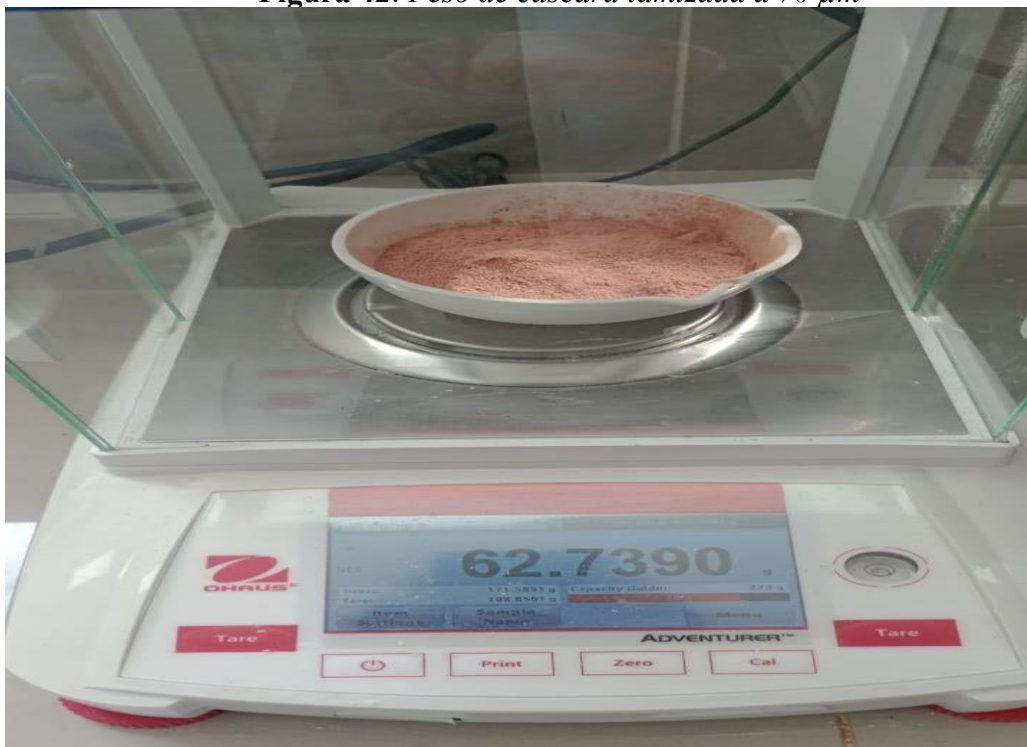


Figura 43: *Peso de semilla tamizada a 70 μ m*



Figura 44: *Peso de membrana tamizada a 70 μ m*



Figura 45: Almacenamiento de partes de granada tamizada a 70 μm

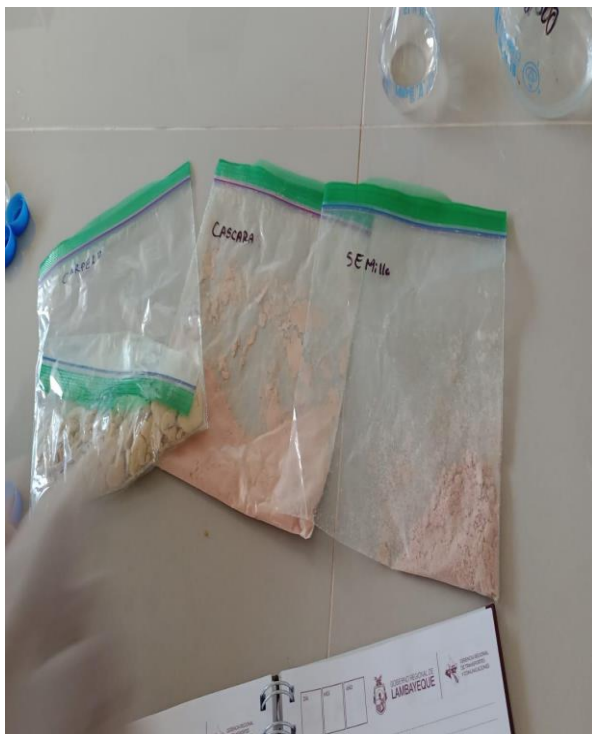


Figura 46: Pesado de membrana tamizada para determinación de compuestos fenólicos



Figura 47: Pesado de semilla tamizada para determinación de compuestos fenólicos



Figura 48: Pesado de cáscara tamizada para determinación de compuestos fenólicos



Figura 49: *Dosificación y pesado de muestras para determinación de compuestos fenólicos*



Figura 51: *Colocación de muestras en centrífuga a 250 rpm por 10 min*



Figura 50: *Agitación a 800 rpm*



Figura 52: *Separación en centrífuga a 250 rpm por 10 min*



Figura 53: *Filtración de muestras*



Figura 54: *Preparación de muestras*

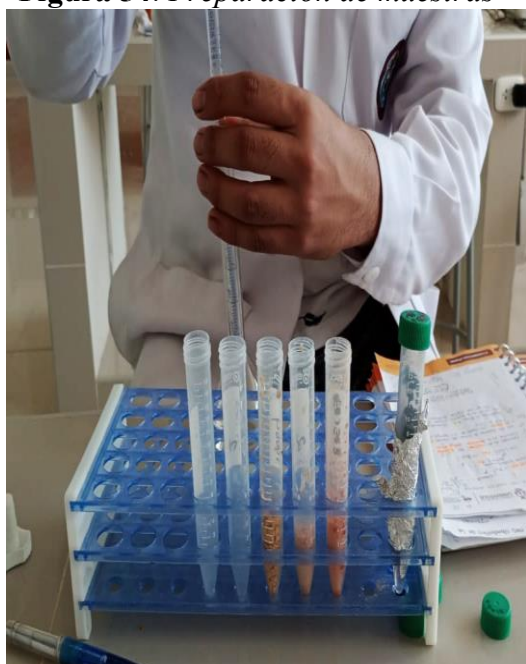


Figura 55: *Preparación de muestras*



Figura 56: *Toma de muestras*



Figura 57: *Colocación de agua pura*



Figura 58: *Colocación de metanol*

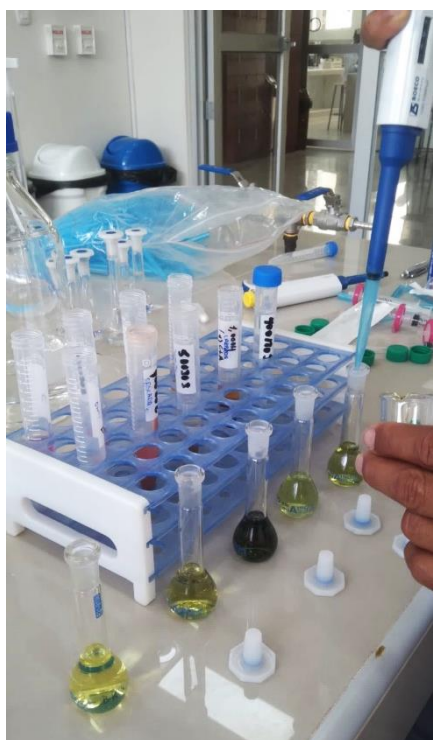


Figura 59: *Muestras listas*



Figura 60: *Reposo después de 2 horas*

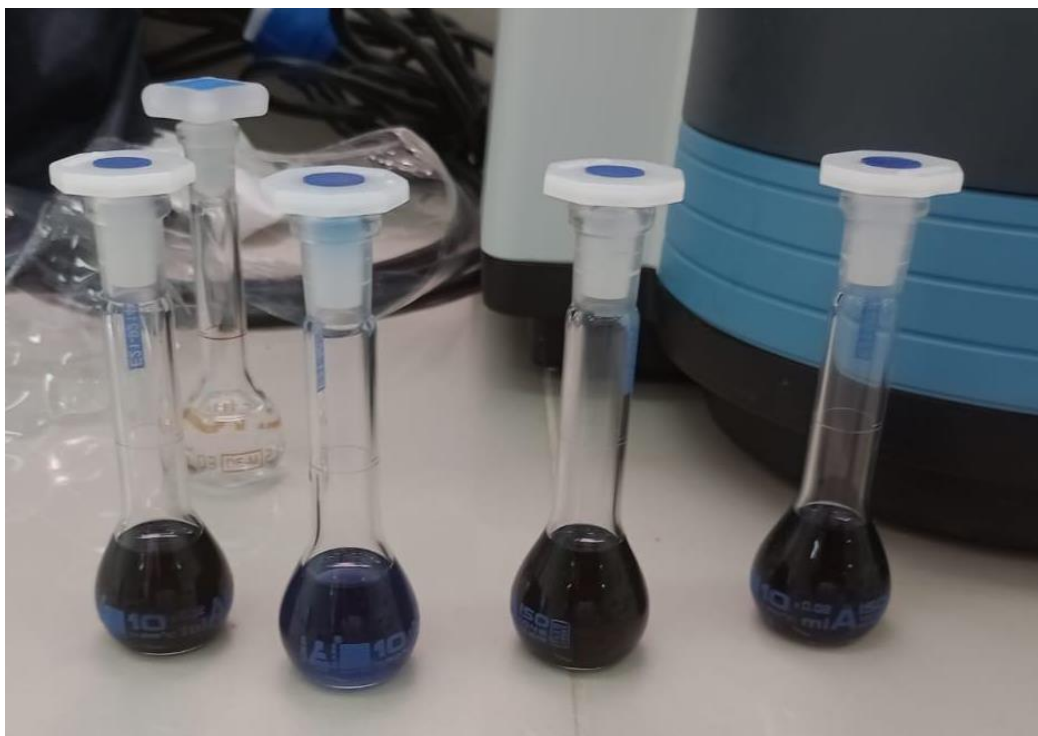


Figura 61: *Lectura en espectrofotómetro*



Figura 62: Recta de absorbancia

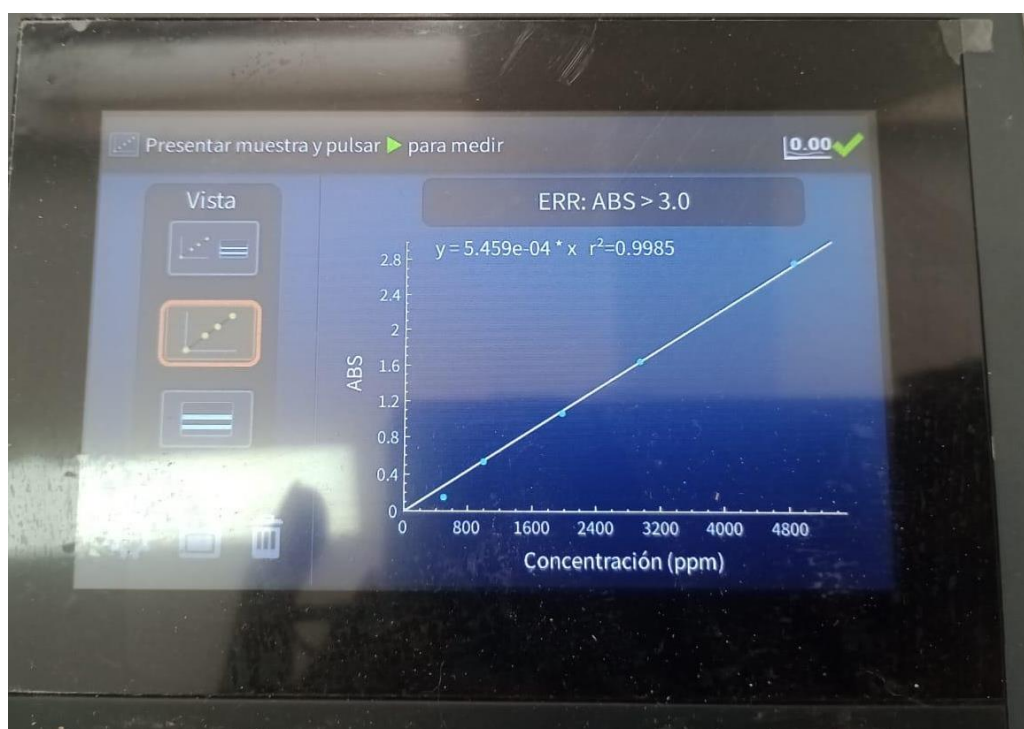


Figura 63: Resultados

Presentar muestra y pulsar para medir 0.00 ✓

Muestra	ABS	Conc. (ppm)
S1	1.488	2725.8
S2	> 3.0	ERROR
S3	0.724	1326.3
S4	> 3.0	ERROR
S5		
S6		
S7		
S8		
S9		
S10		

Figura 64: *Preparación de solución de DPPH*



Figura 65: *Mezcla con metanol*



Figura 66: Preparación de soluciones para determinación de capacidad antioxidante

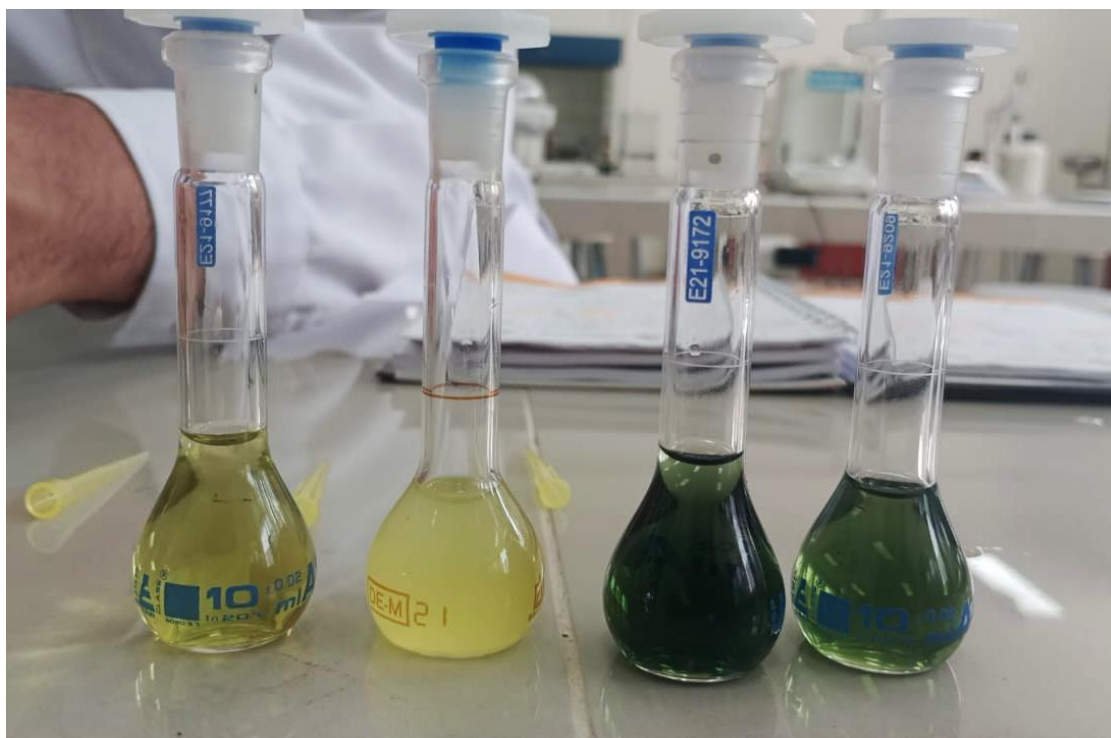


Figura 67: Reposo de soluciones



Figura 68: Resultados Absorbancia total





Figura 69: Determinación de grasas por método Soxhlet



Figura 70: *Determinación de grasas por método Soxhlet*

Figura 71: *Equipo para determinación de fibras*



Figura 72: *Pesado de muestras*



Figura 73: *Calentamiento de muestra*



Figura 74: *Filtración*



Figura 75: *Filtración*



Figura 76: *Parámetros para determinación de Cenizas*

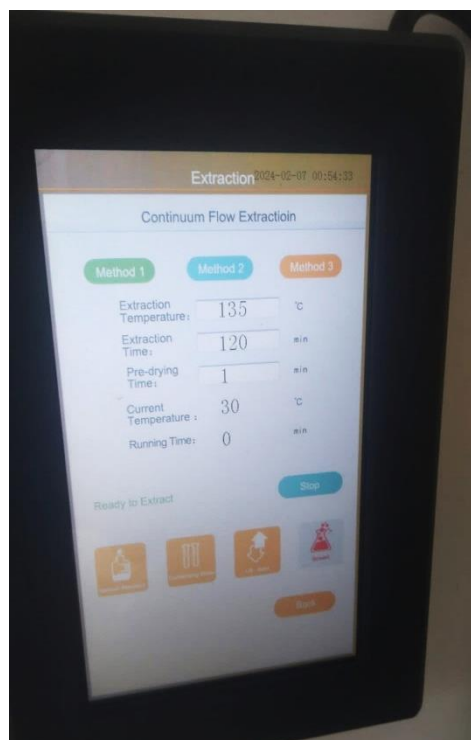


Figura 77: *Pesado de muestra*

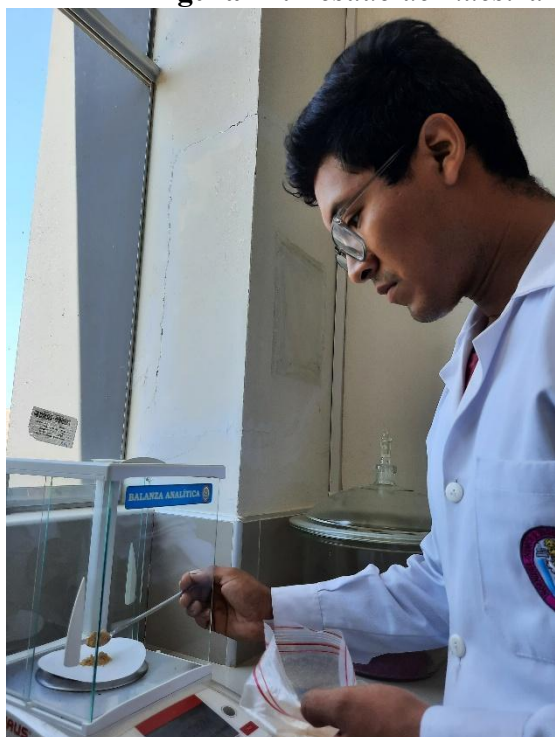


Figura 78: *Acondicionado de muestras*



Figura 79: *Determinación de proteínas*



Figura 80: *Muestras patrón y muestras preparadas para digestión*

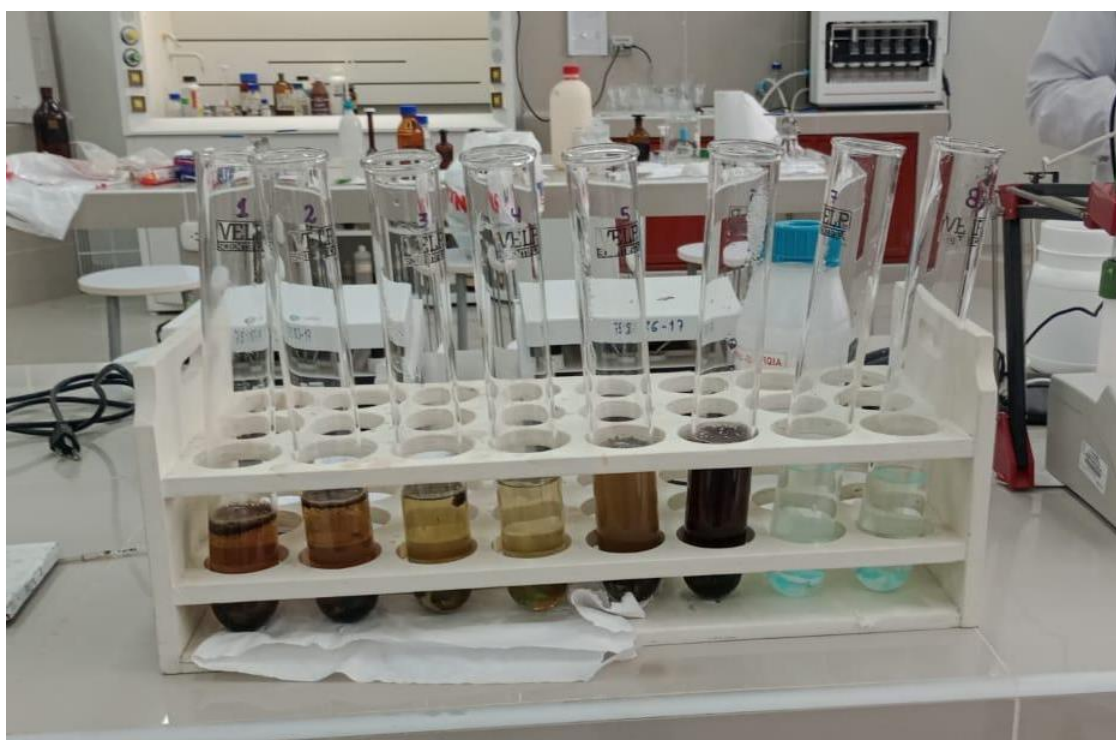


Figura 81: Muestras en equipo de KJELDAHL



Figura 82: Muestras después del proceso de digestión



Figura 83: Enfriado de muestras a temperatura ambiente.

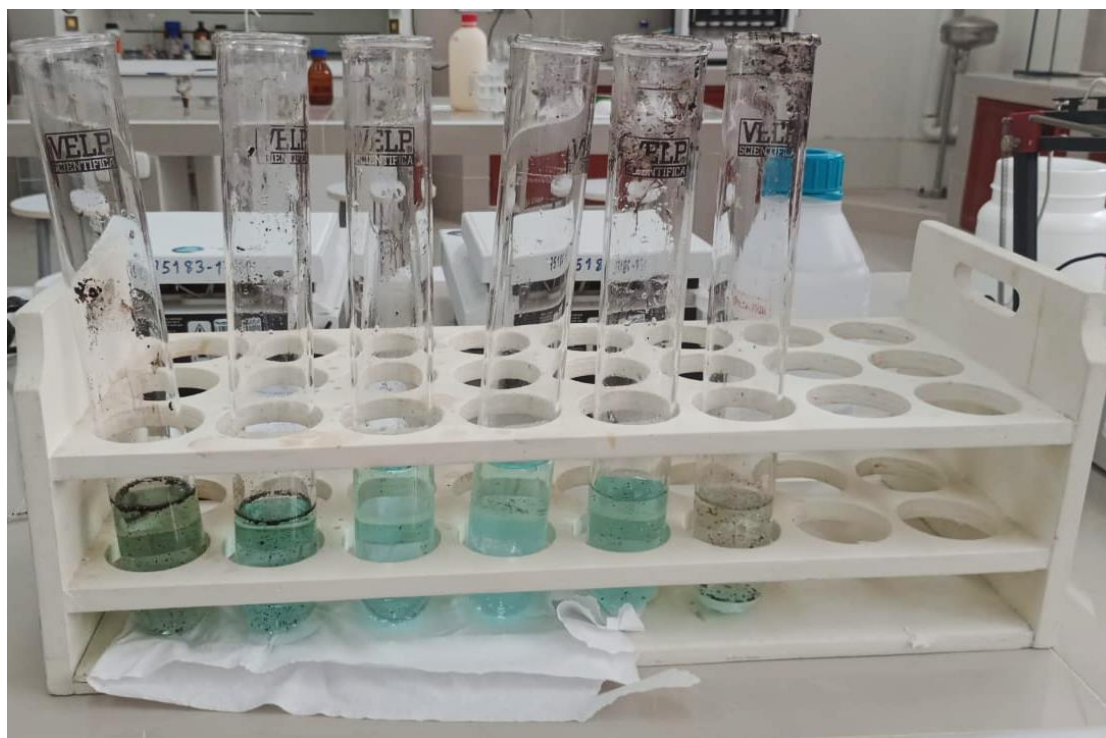


Figura 84: *Destilación de muestras*



Figura 85: *Valoración de muestras*



Figura 86: *Cambio de color de verde a violeta.*



Figura 87 *Determinación de características biométricas variedad Wonderful*



Figura 88: *Determinación de características biométricas variedad Mollar*

