Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

AT_2025-FFBB-059

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título de **Informe final de tesis** es:

Caracterización fitoquímica, Cuantificación de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycopersicum*

Presentado por:

CONDE GALVEZ LIZBEL YESENIA

Bachiller del nivel **PREGRADO** de la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA.** El resultado obtenido es 9% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.

Con Código de Matricula: 20163838

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 03 de julio de 2025

.....
Dr. PEÑA GALINDO JULIO JOSE
DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

PGJJ/hadp

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

Facultad de Farmacia y Bioquímica

Título

Caracterización fitoquímica, Cuantificación de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycopersicum*

Línea de Investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Autor:

Bachiller Lizbel Yesenia Conde Galvez

Ica – Perú

2024

DEDICATORIA

En memoria de mi querido padre, aunque ya no estés físicamente conmigo, tu espíritu y amor continúan guiándome en cada paso que doy quiero expresarte mi gratitud por haberme enseñado cuán importante es la educación y el valor del trabajo, hubiese deseado compartir este momento contigo, aunque no pudiste presenciar mi culminación de tesis, estoy segura de que desde donde te encuentres estas sonriendo y celebrando este logro junto a mí. Te añoro mucho y te honro en cada página de esta tesis.

A mi madre, la persona que con cada palabra de aliento me ha dado la fuerza y confianza para superar los desafíos y alcanzar mis metas.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a dios por guiarme en este camino académico y brindarme la sabiduría necesaria para alcanzar esta meta.

A mis docentes de la facultad de farmacia y bioquímica, por su invalorable apoyo académico y contribuir en el desarrollo de mi persona, con cada enseñanza

A mi asesor de tesis Dr. Omar Paolo Navarro Muñante por sus enseñanzas, orientaciones su paciencia y motivación han sido fundamentales para la culminación de esta tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada i

Dedicatoria ii

Agradecimiento iii

Índice iv

Índice de Contenidos v

Índice de Tablas vi

Índice de Gráficos vii

Resumen viii

Abstract ix

I. Introducción 10

II. Estrategia metodológica 13

2.1. Enfoque de Investigación 13

2.2. Aspectos metodológicos 13

2.2.1 Diseño de la investigación 13

2.2.2. Nivel de investigación 13

2.2.3. Tipo de investigación 13

2.2.4. Población y muestra 13

2.2.5. Técnicas y procedimientos de recolección de la información 14

2.2.5.1. obtención del material objeto de estudio 14

2.2.5.2. procesos para la obtención de hojas secas y molidas de *solanum lycopersicum* 14

2.2.5.3. obtención del extracto etanólico 16

2.2.5.4. fraccionamiento del extracto etanólico en fracciones A, B, C, D y E 16

2.2.5.5. Determinación de las características organolépticas del extracto etanólico 17

2.2.5.6. Análisis cualitativo de compuestos de naturaleza fenólica 17

2.2.5.7. Análisis cuantitativo de compuestos fenólicos totales 20

2.2.5.8. Determinación del contenido de flavonoides 23

2.2.5.9. Determinación de la actividad antioxidante 26

III. Resultados 30

3.1. De la obtención de material seco y molido 30

3.2. De la obtención de extracto etanólico 30

3.3. De la determinación de las características organolépticas de las fracciones

obtenidas
3.4. De la obtención de las fracciones del extracto etanólico 30
3.5. Del análisis cualitativo de metabolitos secundarios 30
3.6. De la determinación del contenido de fenoles totales 30
3.7. De la determinación del contenido de flavonoides en los extractos analizados 31
3.8. De la determinación de la actividad antioxidante 34
IV. Discusión 39
V. Conclusiones 41
VI. Recomendaciones 42
VII. Referencias bibliográficas 43
VIII. Anexos 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Esquema de trabajo para la curva de la reacción entre soluciones de ácido gálico y el reactivo de Folin Cicalteu 21

Tabla 2: Esquema de trabajo para determinar el contenido de fenoles totales en la fracción A y D del extracto etanólico de hojas de Solanum lycopersicum. 22

Tabla 3: Esquema de trabajo para preparar soluciones estándares de quercetina 24

Tabla 4: Esquema de trabajo para la determinación de la curva de la reacción entre las disoluciones estándares de quercetina y el ion aluminio. 24

Tabla 5: Esquema de trabajo para determinar de absorbancias de las reacciones de flavonoides en las muestras analizadas frente al tricloruro de aluminio. 25

Tabla 6: Esquema de trabajo para determinar el % de actividad antioxidante de las fracciones A y D del extracto etanólico de hojas de tomates. 27

Tabla 7: Esquema para obtener la curva de la reacción entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el DPPH. 28

Tabla 8: Resultados del análisis Organoléptico del extracto etanólico y sus fracciones 30

Tabla 9: Resultados del tamizaje fitoquímico al extracto etanólico de hojas de Solanum. lycopersicum 31

Tabla 10: Absorbancias de las soluciones patrón de ácido gálico frente al reactivo de Folin-Ciocalteu 32

Tabla 11: Resultado (Promedio de 3 determinaciones) de las absorbancias de los extractos A y D frente al reactivo de Folin Ciocalteu y expresados como equivalentes a mg de ácido gálico/100 ml. 33

Tabla 12: Resultados de las absorbancias de las reacciones entre soluciones estándares de quercetina frente el reactivo de tricloruro de aluminio. 34

Tabla 13: Determinación del contenido de flavonoides en la fracción A y D del extracto etanólico de hojas de Solanum. lycopersicum 35

Tabla 14: Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el DPPH 36

Tabla 15: Resultados de la determinación de la actividad antioxidante frente al radical libre DPPH de las fracciones A y D analizadas. 37

ÍNDICE DE GRAFICOS

Figura 1: Procesos al material vegetal para la obtención de hojas secas y molidas. 15

Figura 2: Curva de calibración para la reacción soluciones estándares de ácido gálico frente al reactivo de Folin Ciocalteu 33

Figura 3: Curva de valoración entre soluciones estándares de quercetina versus el tricloruro de aluminio. 35

Figura 4: Curva de calibración de las soluciones estándares de ácido gálico frente al reactivo radical libre DPPH 37

RESUMEN

Objetivo

Evaluar y caracterizar el contenido de fenoles totales, flavonoides y la actividad antioxidante presentes en el extracto etanólico de hojas de ***Solanum lycopersicum***

Metodología

Estudio de tipo básico, con nivel descriptivo y diseño experimental. Se obtiene y caracteriza el extracto etanólico de hojas de ***Solanum lycopersicum*** y desde aquí sus fracciones. Se realiza un tamizaje fotoquímico mediante reacciones de coloración y/o precipitación, Se evalúa el contenido de fenoles totales y flavonoides totales expresándolos como equivalentes a soluciones de ácido gálico y quercetina, respectivamente. Y de determina la actividad antioxidante usando como radical libre el DPPH

Resultados

En la fracción A y D se determinó: un contenido de fenoles totales equivalentes a disoluciones de 161.94 y 90.66 mg de ácido gálico/100 mL respectivamente, un contenido de flavonoides equivalentes a disoluciones de quercetina de 88.25 y 96.49 µg (EQ)/100mL y una actividad antioxidante para atrapar DPPH de 51.38 % y 69.54 % que son equivalentes a disoluciones 10.48 y 6.76 mg de ácido gálico/100mL.

Conclusión

Se concluye que las hojas secas de tomate en cosecha presentan un notable porcentaje de capacidad antioxidante, sugiriendo la necesidad de realizar estudios adicionales sobre las propiedades de esta planta.

Palabras clave: tomate, antioxidante, fenoles, extracto

ABSTRACT

Objective

To evaluate and characterize the content of total phenols, flavonoids and antioxidant activity present in the ethanolic extract of *Solanum lycopersicum* leaves

Methodology

Basic study, with descriptive level and experimental design. The ethanolic extract of *Solanum lycopersicum* leaves is obtained and characterized, as well as its fractions. A phytochemical screening is performed using coloration and/or precipitation reactions. The content of total phenols and total flavonoids is evaluated, expressing them as equivalents to gallic acid and quercetin solutions, respectively. And the antioxidant activity was determined using DPPH as a free radical

Results

In fraction A and D, the following were determined: a total phenol content equivalent to solutions of 161.94 and 90.66 mg of gallic acid/100 mL respectively, a flavonoid content equivalent to quercetin solutions of 88.25 and 96.49 µg (EQ)/100 mL and an antioxidant activity to trap DPPH of 51.38 % and 69.54 % which are equivalent to solutions of 10.48 and 6.76 mg of gallic acid/100 mL.

Conclusion

It is concluded that dry tomato leaves at harvest present a notable percentage of antioxidant capacity, suggesting the need to carry out additional studies on the properties of this plant.

***Keywords: Solanum lycopersicum*, antioxidant activity, total phenols**

I. INTRODUCCIÓN

Los tomates llegaron a Europa desde Tenochtitlan, la capital del Imperio Azteca, después de la conquista española. En ese contexto, se les llamaba *citomatl*, que significa "fruto del ombligo." Aunque se han propuesto tanto a Perú como a México como los posibles centros de origen del cultivo del tomate, la evidencia no ha sido concluyente en favor de ninguno de los dos lugares como origen definitivo. En Perú, el cultivo del tomate se concentra en regiones como Lima, Ica, Arequipa, Loreto, Áncash y La Libertad[1,2] En Ica por su excelente clima crecen diferentes cultivos con fines industriales uno de los cuales es el tomate. Esta actividad genera grandes volúmenes de residuos agrarios como las hojas que finalmente terminan siendo quemadas en el propio campo de cultivo, no existen o son muy pocos los estudios para el aprovechamiento de residuos agrarios.

Para el año 2018 la producción de tomates en Ica alcanzo 2,500 hectáreas y si consideramos que la densidad de siembra de plantas es de 16,000 plantas de tomates por hectárea se deduce la gran cantidad de hojas que terminan desperdiciándose. *Solanum lycopersicum* es una especie vegetal de la familia de las Solanáceas para quienes se reporta variedad de actividades biológicas lo cual ha repercutido en el estudio de las hojas de varias especies de Solanáceas y dentro de ellas la especie *Solanum lycopersicum*[3,4]; algunas de estas investigaciones han sido desarrolladas por:

Medano J. (2013)[5] señala que las especies del género Solanácea han sido utilizadas en la medicina tradicional en diversas partes del mundo y se reconocen como una fuente rica de metabolitos secundarios, principalmente flavonoides. En años recientes, se han identificado y caracterizado varios flavonoides en especies de *Solanácea*. Esta revisión examina las propiedades de dichos flavonoides, incluyendo sus fuentes, identificación, actividades biológicas y su relevancia en la quimio taxonomía.

Figueiredo M[6] (2016) Señala que las especies de *Solanum Lycopersicum* son especies importantes alrededor del mundo y sus sub productos son enormes como el caso de las hojas las que tienen importantes metabolitos secundarios y desarrolla un trabajo para caracterizar los extractos de hojas de tomate para establecer su huella fitoquímica y su capacidad para inhibir enzimas claves implicadas en la enfermedad del Alzheimer. Determinó altas concentraciones de compuestos de naturaleza fenólica, alcaloides. El extracto hidroalcohólico tiene actividad para inhibir la acetilcolinesterasa, butirilcolinesterasa y lipooxigenasa. Concluye que estos extractos son promisorios para tratar la enfermedad de Alzheimer y diabetes mellitus.

Bouslamti M[7] (2022) señala que Solanum elaeagnifolium es una planta invasora en Marruecos y tiene componentes químicos con actividad molusquicida, inhibidores del cáncer, antiinflamatorios,

analgésicos y antibacterianos. Y presenta un estudio para evaluar las propiedades antibacterianas, antioxidantes, polifenoles, flavonoides del extracto hidroalcohólico. Reporta 2.54 mg de fenoles totales EAG/g; 0.012 mg de fenoles EQ/g y una actividad antioxidante expresada como CI_{50} 0.081 mg/mL. Equivalente a la actividad antioxidante de una solución de ácido gálico 8.95 mg/g.

Abduhalli M[8] (2022) desarrolla una investigación para determinar los componentes fitoquímicos presentes en las hojas de *Solanum lycopersicum* sanas e infectadas con el virus del rizado de las hojas. Usó extracto hidro metanolico 70:30 al 20 % de las hojas secas y molidas Los resultados revelan la presencia de: alcaloides, flavonoides, taninos, glucósidos cardíacos, fenoles y saponinas en hojas sanas e infectadas.

Ferreira de Costa G[9] (2015) Desarrollo un trabajo para determinar la composición fenólica, potencial antioxidante y antibacteriano del extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycoperssicum* determinando la presencia de apigenina y kaemferol como flavonoides principales. Determinó actividad antiinflamatoria a la dosis de 75 y 150 mg/Kg de peso y actividad antioxidante para el extracto. Concluye que estas actividades presentes en las hojas de *S. lycocarpu*m pueden atribuirse, al menos en parte, a la presencia de componentes fenólicos como los flavonoides.

Fernández A. (2014)[10] evaluó la actividad acaricida de 31 extractos provenientes de 7 especies de 5 géneros de la familia *Solanaceae* contra *Plasmodium berghei*. Se prepararon los extractos hidroalcoólicos (90% y 30% de etanol) de diferentes partes de plantas como *Brunfelsia undulata*, *Datura stramonium* var. *tatula*, *Physalis angulata*, *Solandra longiflora*, *Solanum myriacanthum*, *Solanum seaforthianum*, y *Solanum umbellatum*. Se evaluó in vitro la actividad del extracto contra *Plasmodium berghei* y su citotoxicidad en fibroblastos humanos MRC-5. Los resultados mostraron que los extractos de *B. undulata* y *S. seaforthianum* tenían una actividad antiplasmodial significativa, con el extracto del tallo de *S. seaforthianum* presentando la actividad más potente.

Serna T. (2005)[11] evaluó la actividad repelente de fagos en extractos de hojas de tomate (*Solanum lycopersicum*). Se probaron cinco extractos en una colonia de laboratorio de la hormiga cortadora de hojas *Atta cephalotes*. Los extractos de ácido caproico y diclorometano mostraron una actividad significativa incluso a concentraciones bajas cercanas a 50 ppm, mientras que los extractos con acetato de etilo tuvieron una actividad menor pero aún relevante.

Guano G. (2014)[12] investigó el efecto terapéutico del extracto de hoja de tomate (*Solanum lycopersicum*) en lesiones inducidas en ratones (*Mus musculus*). En este estudio, se utilizaron extractos de plantas en 24 ratones, distribuidos en 6 grupos experimentales. Se cuantificaron los metabolitos secundarios,

revelando que el contenido total de flavonoides era comparable al de la quercetina, con un contenido fenólico total correspondiente al ácido gálico. Tras aplicar el tratamiento tópico cada 12 horas durante 15 días, se observó que el grupo tratado con un 75% de extracto presentó la cicatrización más rápida, completándose en 7 días, y sin efectos secundarios en la piel. Se sugiere la formulación de Fito medicamentos basados en este extracto.

Teniendo en cuenta estos antecedentes para desarrollar el tema propuesto el problema general lo planteé bajo la interrogante siguiente: ¿Cuáles son las características y el contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante en el extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycopersicum*? Con el fin de evaluar y caracterizar el contenido de fenoles totales, flavonoides y la actividad antioxidante presente en el extracto etanólico de hojas de *Solanum lycopersicum*; así mismo para desarrollar la pregunta formulada y alcanzar el objetivo trazado fue necesario plantearme preguntas específicas y objetivos específicos que a continuación detallo: Caracterizar el extracto etanólico obtenido de las hojas de *Solanum lycopersicum*, Cuantificar la cantidad de fenoles totales presente en el extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycopersicum* , Cuantificar el contenido de flavonoides en el extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycopersicum* y evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycopersicum.* A término del trabajo el informe final lo presento en los capítulos siguientes:

- Capítulo I: En este apartado se puede evidenciar la realidad problemática, incluyendo los antecedentes encontrados, el planteamiento del problema y el objetivo que se determinó.
- Capítulo II: Estrategia Metodológica, en este capítulo se detalló el método utilizado y el instrumento que formo parte de la recolección de datos.
- Capítulo III: Resultados, se puede evidenciar los cuadros con las respuestas a las preguntas que se realizaron en la ficha de recolección de datos.
- Capítulo IV: Discusión, donde se detallan los resultados obtenidos y se comparan con los resultados de los antecesores analizados y su relación.
- Capítulo V: Conclusiones, se explica de forma concreta las conclusiones obtenidas al realizar el estudio.

  - Capítulo VI: Recomendaciones, donde se brindó las sugerencias para la mejora del problema teniendo en cuenta los resultados y conclusiones.

  Espero que los resultados y conclusiones de mi tesis sirvan de información básica para futuras investigaciones que pretendan dar un uso racional a las hojas de *Solanum lycopersicum*

La autora.

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. Enfoque de Investigación

Las especies vegetales del género *Solanum* se caracterizan por contener metabolitos secundarios bio activos, en nuestra provincia el cultivo de tomate "*Solanum lycopersicum"* ha alcanzado niveles de cultivo industrial ya que existe una planta procesadora de tomates Ica-Tom adquiriendo los tomates y procesarlos para exportar pasta de tomates; y desde aquí otras industrias lo utilizan para la producción de diferentes productos que contienen pasta de tomate. Los volúmenes de hojas que se generan de este cultivo son cuantiosos y generalmente terminan siendo quemados en la misma chacra. Correlacionando la información sobre hojas de especies vegetales de la familia solanáceas me propuse desarrollar la hipótesis de que si las hojas de *Solanum lycopersicum* que crecen en Ica podrían utilizarse en otra faceta de la vida y para ello fue necesario caracterizar Fito químicamente el extracto etanólico de estas hojas y cuantificar su contenido de fenoles totales, flavonoides y determinar la actividad antioxidante del mencionado extracto.

2.2. Aspectos metodológicos

2.2.1 Diseño de la investigación

El trabajo desarrollado es de diseño experimental ya que haciendo uso de la información existente (reacciones para la caracterización fitoquímica, cuantificar fenoles, flavonoides y determinara la actividad antioxidante de extractos) las utilice para obtener la información desconocida de las hojas de tomate que crecen en nuestra provincia.

2.2.2 Nivel de investigación

Culminada mi labor, el informe final del trabajo aportará conocimientos básicos que podrán ser utilizados en el planteamiento de proyectos para dar uso a las hojas de tomates. Motivo por lo cual el presente trabajo es de nivel básico.

2.2.3 Tipo de Investigación

Es un trabajo que inicialmente es cualitativo por cuanto el objetivo fue solo identificar grupos químicos presentes en el extracto etanólico, pero además es un trabajo cuantitativo ya que determinada la presencia de fenoles estos se cuantificaron y se determinó su potencial antioxidante comparando este frente al de un polifenol de referencia como es el ácido gálico

2.2.4 Población y muestra

Población

La población estuvo conformada por la totalidad de las hojas de plantas de tomate en periodo

de fructificación.

Muestra

Se cogió entre 5 – 8 hojas de cada planta hasta obtener un promedio de 3.0 kg de muestras de hojas.

Criterios de inclusión

Muestras de hojas frescas de color verde uniforme

Muestras de hojas frescas sin signos de deterioro físico

Criterios de exclusión

Muestras de hojas de color diferente al verde

Muestras de hojas con signos de deterioro físico o por insecto

2.2.5 Técnicas y procedimientos de recolección de la información

2.2.5.1 Obtención del material objeto de estudio

Para el desarrollo del trabajo las muestras de hojas de tomate se obtuvieron del fundo de la familia Muñante del distrito de Santiago de la provincia de Ica.

2.2.5.2 Procesos para la obtención de hojas secas y molidas de *Solanum lycopersicum*

1° Limpieza de las hojas. Desprendidas las hojas seleccionadas organolépticamente se limpiaron las hojas con un trapo de color blanco humedecido con agua de uso doméstico.

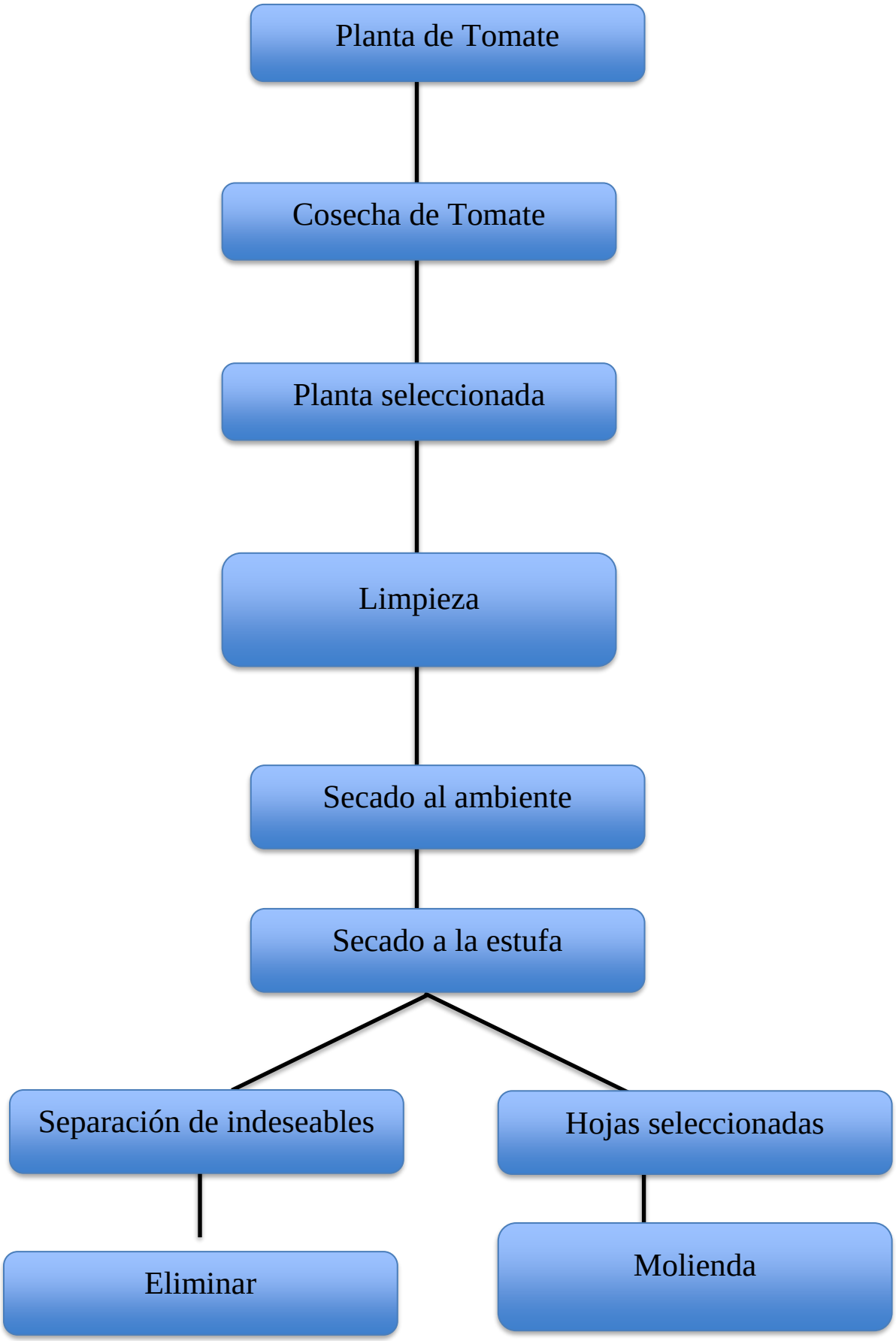
2°Secado a la sombra. Durante 10 días se sometían a un proceso de remoción manual de las hojas a fin de que todo el material este expuesto al ambiente.

3°Secado a la estufa. Culminado los 10 días de secado a la sombra el material se trasladó al Laboratorio de Análisis Instrumental de la facultad de farmacia y Bioquímica donde se terminó de secar usando la estufa a 50°C por 12 horas.

4° Molienda. Se efectuó inmediatamente al término del secado a la estufa, para esta parte del trabajo se utilizó un molino manual y el material molido se guardó en un recipiente protegiéndolo de la acción de la luz.

Los procesos se ilustran en el grafico siguiente:

Gráfico 1. Procesos al material vegetal para la obtención de hojas secas y molidas.


Planta de Tomate
Cosecha de Tomate
Planta seleccionada
Limpieza
Secado al ambiente
Secado a la estufa
Separación de indeseables
Hojas seleccionadas
Eliminar
Molienda

2.2.5.3 **Obtención del extracto etanólico.**

El extracto etanólico se obtuvo por el método de digestión a 50°C con agitación permanente. Para ello 10 g de material seco y molido se coloca en un Erlermeyer de 500 ml y se agregan 100 ml de etanol 96° y la pastilla magnética respectiva. Se enciende el plato calefactor y se gradúa para alcanzar la temperatura indicada seguidamente se enciende el campo magnético y se mantiene así por 12 horas. Culminado este tiempo se procede a la filtración obteniéndose el primer extracto y un marco. A fin de alcanzar una extracción completa sobre el marco se repite la extracción similarmente al primer proceso, pero esta vez por tan solo 6 horas de calor y agitación. Culminado este tiempo se procede a la filtración y se obtiene el extracto segundo y un marco que se desecha. El primer y segundo extracto se junta y se concentran a la estufa a 50-55°C hasta eliminación total del solvente.

2.2.5.4 **Fraccionamiento del extracto etanólico en fracciones A, B, C, D y E**

Para esta parte del trabajo se utiliza extracto etanólico sin concentrar a sequedad., Se trabajó con extracto procedente de 100 g de material seco y molido/1000 ml de disolución y se concentra hasta 100 ml de disolución.

Los pasos para la obtención de las fracciones se presentan a continuación: siguiente:

1. Se utiliza el extracto etanólico 10 % que fue obtenido por el método de digestión con agitación permanente a 50 -55 º C.
2. Se separan 100 ml del extracto etanólico y se considera la fracción A y se investiga la presencia de taninos y flavonoides.
3. El resto de extracto etanólico se concentra a sequedad, se separan 10 g de extracto seco o libre de solvente y se le añaden 100 ml de ácido sulfúrico y se lleva a la acción del calor a 60 -65ºC por 30 minutos luego se filtra se obtienen dos partes la parte soluble o solución acida y la parte insoluble o marco.
4. El marco o la parte insoluble retenida en el papel filtro se seca y se lava con agua destilada hasta reacción negativa a acidez. Se vuelve a secar y se disuelve en diclorometano se filtra se obtienen dos partes: el líquido filtrado se concentra y es la fracción B aquí se investiga la presencia de triterpenos

esteroidales. La parte o marco insolubles de esta parte se desecha.

5. La parte soluble acida procedente del filtrado del filtrado según ítem 3º se alcaliniza y se extrae con diclorometano por tres veces. Obteniéndose la fase orgánica o dicloro metánica y la fase acuosa.
6. La fase orgánica se lava con agua destilada y se seca con sulfato de sodio anhidro se concentra y es la fracción C. Aquí se investiga la presencia de alcaloides.
7. La fase acuosa es extraída con una fase orgánica constituida por una mezcla de etanol -diclorometano 3:2. obteniéndose dos fases: la fase diclorometano etanol y la fase acuosa.
8. La fase orgánica es la fracción D se concentra y se investiga flavonoides, Leucoantocianidinas y /o catequinas
9. La fase acuosa es la fracción E aquí se investiga flavonoides.

2.2.5.5 **Determinación de las características organolépticas del extracto etanólico**

Utilizando los órganos de los sentidos se determinó:

Color: En frasco vial de 2.0 ml se coloca aproximadamente 1.0 g de la muestra a analizar se tapa y se procede a juzgar su color.

Olor: El frasco vial que contiene el extracto se destapa en las cercanías a las fosas nasales y desde aquí se juzga su olor.

Sabor: El frasco vial que contiene el extracto se destapa y utilizando una vagueta de vidrio se topa el extracto y la parte adherida es degustada para apreciar su sabor.

Aspecto: El frasco vial que contiene el extracto se destapa y utilizando una vagueta de vidrio se topa el extracto y la parte adherida es colocada entre los dedos índice y pulgar para la evaluación de su consistencia y aspecto.

2.2.5.6. Análisis cualitativo de compuestos de naturaleza fenólica

Para esta parte del trabajo se preparan disoluciones de las fracciones de extracto en la proporción 1 g de extracto seco/10 mL de etanol 96° y se procede a ejecutar las pruebas siguientes:

1°Reacción del $FeCl_3$. Se coge 1 ml de cada muestra en su respectivo tubo de ensayos se diluye con 1| ml de agua destilada y se agrega 0.5 ml de una solución

de $FeCl_3$ 5 %. La aparición de una coloración verde que va a verde oscuro o negro es indicativa de la presencia de compuestos con naturaleza fenólica. Cada determinación se contrasta ante un blanco. Se ensayó la fracción A

2°Reaacción de Shinoda.

Se coge una placa para reacciones a la gota y se depositan 0.5 ml de la muestra a analizar, se agregan 6 partículas de limadura de magnesio y 0.25 mL de ácido clorhídrico concentrado, Se observa la aparición de una coloración verde, naranja o roja es indicativa de la presencia de compuestos de naturaleza flavonoidal. Cada determinación se contrasta con un blanco. Se ensayó las fracciones A, D y E

3°Reacción de Rosemheim

Para cada determinación se coge un tubo de ensayo y se depositan 3 ml de la muestra a analizar, se agrega 1mL de HCl concentrado y se lleva a Baño María hirviente por 15 minutos, se enfría y se agregan 2 ml de agua destilada y seguidamente 2 mL de alcohol amílico. Se agita y se deja en reposo hasta la separación de las dos fases la acuosa y la orgánica. Se observa la fase orgánica: la aparición de una coloración marrón o roja es indicativa de la presencia de catequinas y / o leucoantocianidinas. Los resultados se contrastan con un blanco. Se ensayó las fracciones A y D

4°Prueba de gelatina 1% en solución de NaCl 10 %.

En un tubo de ensayos pequeño se depositan 2 ml de la solución gelatina 1%/NaCl 10 % y se agregan, dejando escurrir por las paredes internas del tubo, 5 gotas de la solución a ensayar. La aparición de un enturbiamiento en el sistema es indicadora de la presencia de taninos. Los resultados se comparan a los obtenidos con un blanco en el que se remplaza el extracto por etanol. Se ensayó la fracción A.

5°Prueba de Lieberman- Burchard.

En un frasco vial de coloca 2 ml de la muestra a ensayar se lleva a baño María para evaporar el solvente hasta ¼ de su volumen y se añade 2 ml de diclorometano, luego añade 3 gotas de ácido acético y se homogeniza el sistema. Seguidamente se añade cinco gotas del reactivo preparado con anhidrido acético-ácido sulfúrico 50:1.se deja en reposo. La aparición de una coloración azul, verde o anaranjado juzgará como positiva la reacción. Los resultados se contrastan frente a los de un blanco donde se reemplaza la muestra por solvente. Se realizó en la fracción B

6°Prueba de Bortraguer.

En un frasco vial se deposita 2 ml de la muestra a ensayar y se añade 2 mL de solución de NaOH 10 % se agita vigorosamente y se deja en reposo. Se observa la coloración que toma la fase acuosa si es roja se juzga de positiva la reacción. Los resultados se contrastan frente a los de un blanco en el que reemplaza la muestra por solvente. Se ensayó la fracción B.

7°Reacciones para la determinación de alcaloides.

Se ensaya la fracción A y C. Se cogen 4 ml de la muestra y se acidifican con 4 gotas de ácido sulfúrico 1%. Desde esta preparación se cogen las alícuotas para realizar 4 ensayos y definir o no la presencia de alcaloides en el material analizado. Se ejecutaron:

-Reacción de Dragendorff

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se coloca 5 gotas de la muestra y se añade 5 gotas del reactivo de Dragendorff con la ayuda de vagueta pequeña se homogeniza el sistema la aparición de un precipitado de color anaranjado indicara como positiva la reacción. Los resultados se contrastan frente a los de un blanco en el que se reemplaza la muestra por solvente etanol.

-Reacción de Wagner

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se coloca 5 gotas de la muestra y se añade 5 gotas del reactivo de Wagner con la ayuda de vagueta pequeña se homogeniza el sistema la aparición de un precipitado de color marrón indicara como positiva la reacción. Los resultados se contrastan frente a los de un blanco en el que se reemplaza la muestra por solvente etanol.

-Reacción de Mayer

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se coloca 5 gotas de la muestra y se añade 5 gotas del reactivo de Mayer con la ayuda de vagueta pequeña se homogeniza el sistema la aparición de un precipitado de color anaranjado indicara como positiva la reacción. Los resultados se contrastan frente a los de un blanco en el que se reemplaza la muestra por solvente etanol.

-Reacción de Hager.

En un pozuelo de una placa para reacciones a la gota se coloca 5 gotas de la muestra y se añade 5 gotas del reactivo de Hager con la ayuda de vagueta pequeña

se homogeniza el sistema la aparición de un precipitado de color crema o amarillo indicara como positiva la reacción. Los resultados se contrastan frente a los de un blanco en el que se reemplaza la muestra por solvente etanol.

8°Prueba de la espuma.

En un tubo de ensayo de 130 x 10 mm se colocan 10 ml de la muestra a ensayar y se agita vigorosamente por un minuto. Se deja en reposo si persiste la espuma con al menos 1 cm de altura por 30 minutos se juzga como positiva la reacción. Se ensayó la fracción A.

9°Prueba de fluorescencia. Se ensayó las fracciones A. Para determinar cumarinas.

Se obtiene una tira de papel de filtro de 1.5 cm de ancho por 10 cm de largo y se procede como sigue: Se marca tenuemente con lápiz tres puntos equidistantes; en el primero y segundo punto se impregna 1 gota del extracto a ensayar, al tercer punto 1 gotade KOH 0,5 M; se espera que sequen; y luego al primer punto se agrega 1 gota de KOH 0,5 M y se espera que seque. Seguidamente se observa a la luz ultravioleta de 366 nm delongitud de onda. La aparición de fosforescencia en el primer punto es indicativa de la presencia de cumarinas.

2.2.5.7 Análisis cuantitativo de compuestos fenólicos totales.

Para esta parte del trabajo se usó las fracciones que dieron positivo al ensayo de compuestos de naturaleza fenólica y fueron la fracción A, D. Las disoluciones ensayadas se prepararon al 10 % utilizando extracto libre de solvente y etanol como solvente.

A) **MÉTODO**

Se utilizó el método espectrofotométrico.

B) **FUNDAMENTO**

Es basado en la reducción del reactivo de Folin-Ciocalteu (que es una mezcla de ácido fosfotúnstico y ácido fosfomolibdico) que presenta un color amarillo y por la actividad de los compuestos fenólicos estos pasan a un color tono azulado constituida por óxidos de tungsteno y molibdeno. A mayor contenido de compuestos fenólicos más intenso el color azul lo cual se mide con el espectrómetro.

La intensidad de la reacción se compara frente a la intensidad de la reacción de soluciones de ácido gálico

C) **PREPARACIÓN DE REACTIVOS**

Reactivo de Folin-Ciocalteu:

Este reactivo se adquiere del mercado y viene ya preparado

Carbonato de sodio 20 %

Se pesan 20,0 gramos de $NaCO_3$ y disuelven con agua destilada cantidad suficiente para. 100,0 ml

Ácido gálico

Tomar cinco fiola de 100,0 ml y añadir respectivamente 50, 100, 150, 200, y 250 mg de ácido gálico y enrazar a 100 ml.

D) **DETERMINACION CUANTITATIVA DE FENOLES TOTALES.**

1° Obtención de la curva de la reacción entre las soluciones patrón de ácido gálico versus el reactivo Folin Ciocalteu.

Todas las pruebas las realizaremos por triplicado. Y el esquema de trabajo se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 1. Esquema de trabajo para la curva de la reacción entre soluciones de ácido gálico y el reactivo de Folin Ciocalteu.

Solución de ácido gálico	**Número de Ensayo**	**Alícuota (mL)**	**H_2O**	**Na_2CO_3 20% (ml)**	**Reactivo Folin–Ciocalteu (ml)**
50 mg/100 mL	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5
100 mg/100 mL	1	o.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5
150 mg/100 mL	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5
	1	0.1	8.4	1.0	0.5

200 mg/100 mL	2	0.1	8.4	1.,0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5
250 mg/100 mL	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se dejan al abrigo de la luz por 30 minutos. Transcurridos los 30 minutos se llevan a medir la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nanómetros.

2° Determinación del contenido de fenoles totales en las muestras que dieron positivo a la reacción de tricloruro férrico

Para esta parte del trabajo las muestras son las fracciones A y D y los procesos son similares a los realizados en la obtención de la curva de calibración con el ácido gálico. Los procesos se detallan se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2. Esquema de trabajo para determinar el contenido de fenoles totales en la fracción A y D del extracto etanólico de hojas de *Solanum lycopersicum.*

Muestra analizada	**Número de Ensayo**	**Alícuota (mL)**	**H_2O**	**Na_2CO_3 20% (ml)**	**Reactivo Folin–Ciocalteu (ml)**
Fracción A	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5
Fracción D	1	0.1	8.4	1.0	0.5
	2	0.1	8.4	1.0	0.5
	3	0.1	8.4	1.0	0.5

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se dejan al abrigo de la luz por 30 minutos. Transcurridos los 30 minutos se llevan a medir la absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nanómetros.

2.2.5.8 **Determinación del contenido de flavonoides.**

Para esta parte del trabajo se usó las fracciones que dieron positivo al ensayo de compuestos de naturaleza fenólica y fueron la fracción A, D. Las disoluciones ensayadas se prepararon al 10 % utilizando extracto libre de solvente y etanol como solvente.

A) MÉTODO: Espectrofotométrico

B) FUNDAMENTO

El método está basado en la reacción de formación de un complejo estable que forma entre el ion de aluminio con los flavonoides contenido en el material que se analiza; lo cual ocasiona un desplazamiento bato crómico en la longitud de onda a la que normalmente absorben los flavonoides y una intensificación de la absorción.

C) REACTIVOS

- Solución de $AlCl_3$ 10% en etanol

Se pesan y disuelven 10 g de **$AlCl_3$** en 100 ml de etanol 96°.

- Disolución de acetato de potasio 1 molar

Se disuelven 9.89 g de acetato de potasio y se disuelven en 100 mL de agua

- Disolución de quercetina 1 mg/1ml

Se disuelven 100 mg de quercetina en 100 ml de etanol

- Metanol

- Etanol 96°

D) ESTÁNDARES DE QUERCETINA

Se cogen 6 fiolas de 100 mL, se enumeran y se procede como se indica en la tabla siguiente:

Tabla 3. Esquema de trabajo para preparar soluciones estándares de quercetina

Nº fiola	Quercetina Patrón (mL)	Solvente Etanol 96º (mL)	concentración quercetina mg/100 mL
0	0	100	0 mg/100 mL
1	2	98	2 mg/100 mL
2	4	96	4 mg/100 mL
3	6	94	6 mg/100 mL
4	8	92	8 mg/100 mL
5	10	90	10 mg/100 mL

E) PROCEDIMIENTO PARA HALLAR LA CURVA DE ABSORBANCIAS ENTRE LAS SOLUCIONES STANDARES DE QUERCETINA Y EL ION ALUMINIO.

Se cogen 6 tubos de ensayos y se enumeran, el tubo cero es el blanco, a los del número 1 al 5 se les adiciona 0.5 mL de las soluciones estándares de quercetina (2, 4, 6, 8 y 10 mg de quercetina /100 mL) respectivamente. Luego a cada uno de ellos se adiciona 1.5 ml de etanol 96º, 0.1 mL de solución de $AlCl_3$ 10% en etanol, 0.1 mL de solución de acetato de potasio 1 M y se diluye agregándole 2.8 mL de agua destilada respectivamente. Se deja en reposo por 30 minutos. Seguidamente se lleva a la lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda (λ) de 415 nm. En el cuadro se detallan el resumen del proceso.

Tabla 4. Esquema de trabajo para la determinación de la curva de la reacción entre las disoluciones estándares de quercetina y el ion aluminio.

N° tubo	Quercetina mg/100 mL	Cantidad analizada	Concentración µg/mL	Solución de $AlCl_3$ 10% mL	Solución Acetato de K mL	Diluyente H_2O mL
0	0	0.1	00	0.1	0.1	2.8
1	2	0.1	20	0.1	0.1	2.8

2	4	0.1	40	0.1	0.1	2.8
3	6	0.1	60	0.1	0.1	2.8
4	8	0.1	80	0.1	0.1	2.8
5	10	0.1	100	0.1	0.1	2.8
6	12	0.1	120	0.1	0.1	2.8

F. DETERMINACIÓN DE FLAVONOIDES EN EL MATERIAL ANALIZADO

Se trabajó con el extracto etanólico que es la fracción A y la fracción D. En ambos casos las concentraciones de las muestras fueron preparadas al 1 % p/v a partir de sus respectivos extractos. El resumen se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 5. Esquema de trabajo para determinar de absorbancias de las reacciones de flavonoides en las muestras analizadas frente al tricloruro de aluminio.

Muestra analizada	Repeticiones	muestra analizada (mL)	Etanol 96º (mL)	$AlCl_3$ 10 % (mL)	A. de K 1M (mL)	Agua (mL)
Fracción A	1	0.1	1.5	0.1	0.1	2.8
	2	0.1	1.5	0..1	0.1	2.8
	3	0.1	1.5	0.1	0.1	2.8
Fracción D	1	0.1	1.5	0.1	0.1	2.8
	2	0.1	1.5	0.1	0.1	2.8
	3	0.1	1.5	0.1	0.1	2.8

Las muestras se homogenizan se dejan en reposo 30 minutos y después se lleva al espectrofotómetro para las lecturas de las absorbancias a 415 nanómetros de longitud de onda.

G. CÁLCULOS

Para calcula el contenido de flavonoides en ellos extractos analizados se utilizó el modelo matemático que facilita la ecuación de la recta. Los valores de la recta de absorbancias de las soluciones estándares de quercetina versus el tricloruro de aluminio fueron la base para esta determinación. Matemáticamente se calculó el

contenido de flavonoides totales y se expresa como equivalentes a µg de quercetina/100 mL.

2.2.5.9 **Determinación de la actividad antioxidante.**

Para esta parte del trabajo se usó las fracciones que dieron positivo al ensayo de compuestos de naturaleza fenólica y fueron la fracción A, D. Las disoluciones ensayadas se prepararon al 10 % utilizando extracto libre de solvente y etanol como solvente. Es decir, las mismas muestras usadas en la determinación del contenido de fenoles totales.

a) **Definición.** Es la capacidad que la muestra analizada para atrapar radicales libres que son moléculas altamente reactivas por tener un electrón desapareado en su estructura**.**

b) Método. Se utilizó el método espectrofotométrico

c) Fundamento del método

El método se fundamenta en la reacción química que ocurre: entre el radical libre 2,2 difenil-1-picrylhidrazil (DPPH), este en solución etanólica presenta un color violáceo intenso cuya intensidad se mide en el espectrofotómetro a 517 nanómetros de longitud de onda. Los compuestos antioxidantes o atrapadores de radicales libres presentes en el material que se analiza reaccionan o consumen DPPH ocasionando pérdida de intensidad de color que se monitorea en el espectrofotómetro a 517 nanómetros de longitud de onda.

d) **Reactivos**

Solución estándar de DPPH

Se preparó disolviendo 3.9 mg del reactivo 1,1-difenil-2-picrilhidrazil en 100 mL de etanol 96°

Solución madre de ácido gálico 1 mg/mL

En una fiola de 100 mL se agregan 0.1000 g del reactivo ácido gálico y se disuelve hasta completar 100 mL en etanol 96°.

Soluciones diluidas de ácido gálico. De la solución madre de ácido gálico se preparan soluciones 5, 10, 15, 20 y25 mg de ácido gálico/100 mL. Colocando, en 5 fiolas de 100 mL respectivamente, 5, 10, 15, 20 y 25 ml de solución madre de ácido gálico y seguidamente enrasando a 100 mL con agua destilada.

e) Determinación de la actividad antioxidante expresada como % de actividad antioxidante del extracto que se analiza.

El radical libre DPPH sin los efectos de compuestos antioxidantes exhibe una absorbancia que representa el 100 % de actividad del radical libre; Cuando se le hace actuar frente a antioxidantes estos consumen radical libre disminuyendo la intensidad de su color y consecuentemente su absorbancia inicialmente considerada 100 % de actividad libre del radical libre disminuye a una nueva absorbancia. El descenso de la absorbancia es ocasionado por el extracto en estudio y la diferencia de absorbancias es 5l % de actividad antioxidante del extracto. Se procede como sigue:

1° Procedimiento para determinar la actividad antioxidante de las fracciones A y D del extracto etanólico de hojas de tomate.

Los procesos para la determinación del % de actividad antioxidante del extracto que se analiza se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 6. Esquema de trabajo para determinar el % de actividad antioxidante de las fracciones A y D del extracto etanólico de hojas de tomates.

Muestra	Repetición	Alícuotas	Etanol 96°	Solución DPPH
Blanco	1	0.0	3.0	0.0
	2	0.0	3.0	0.0
	3	0.0	3.0	0.0
DPPH solo	1	0.0	0.0	3.0
	2	0.0	0.0	3.0
	3	0.0	0.0	3.0
Fracción A	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

Fracción D	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

Los reactivos se agregan en el orden de derecha a izquierda; se homogenizan y se dejan en reposo por 10 minutos al cuidado de la luz. Transcurrido el tiempo se lleva al espectrofotómetro para su lectura a 517 nanómetros de longitud de onda.

2° Expresión de la actividad antioxidante como equivalente a solución de mg de ácido gálico/ 100 ml.

Esta se determina por comparación con las absorbancias de soluciones patrón de ácido gálico de concentraciones 5, 10, 15, 20 y 25 mg de ácido gálico /100 mL respectivamente que se utilizan como polifenol de referencia y se hacen actuar frente al reactivo DPPH de absorbancia conocida. Los procesos se ilustran en el esquema siguiente:

Tabla 7. Esquema para obtener la curva de la reacción entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el DPPH.

Muestra	repetición	Alícuotas	Etanol 96°	Solución DPPH
Blanco	1	0.0	3.0	0.0
	2	0.0	3.0	0.0
	3	0.0	3.0	0.0
DPPH solo	1	0.0	0.0	3.0
	2	0.0	0.0	3.0
	3	0.0	0.0	3.0
Ácido gálico 00 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

Ácido gálico 5 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 10 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 15 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 20 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.-9
	3	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 25 mg/100 mL	1	0.1	0.0	2.9
	2	0.1	0.0	2.9
	3	0.1	0.0	2.9

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se deja al abrigo de la luz 15 minutos. Transcurrido ese tiempo se lleva a la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro calibrado a 517 nanómetros de longitud de onda.

III. **RESULTADOS**

3.1. De la obtención de material seco y molido

De 100 g de hojas frescas de *Solanum lycopersicum* se obtiene 31.66 g de material seco y molido.

3.2. De la obtención de extracto etanólico

A partir de 10 g hojas secas y molidas de *Solanum lycopersicum* se obtiene:

1.38 g de extracto etanólico libre de solvente.

3.3. De la determinación de las características organolépticas de las fracciones obtenidas.

Los resultados se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 8: Resultados del análisis Organoléptico del extracto etanólico y sus fracciones

Extracto o fracción	Color	Olor	Sabor	Aspecto
Fracción A	Verde Intenso	Suigéneris	Amargo	Pasta
Fracción B	Verde Intenso	Inodoro	Amargo	Pasta pegajosa
Fracción C	Ámbar claro	Inodoro	Amargo	Película pastosa
Fracción D	Ámbar	Inodoro	Soso	Película pastosa

Fuente: Elaborado por la tesista

3.4. De la obtención de las fracciones del extracto etanólico

Los resultados son los siguientes:

1.38 g de Fracción A

4.17 g de fracción B

1.14 g de fracción C

2.36 g de fracción D

La fracción E no se cuantifica por la presencia de sulfato de sodio

3.5. Del análisis cualitativo de metabolitos secundarios

Los resultados del análisis cualitativo para determinar el tipo de compuestos químicos presentes el extracto etanólico de hojas de *Solanum lycopersicum* se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 9. Resultados del tamizaje fitoquímico al extracto etanólico de hojas de *Solanum lycopersicum*

PRUEBA	FRACCIÓN ENSAYADA	RESULTADO	PRESENCIA DE
Tricloruro férrico	A	+++	Compuesto de naturaleza fenólica
Gelatina Sal	A	+	Taninos
Shinoda	A	+	Flavonoides
	D	+++	
	E	+	
Dragendorff	C y A	++	Alcaloides
Mayer	C y A	+	
Wagner	C y A	+	
Hager	C y A	+	
Bortraguer	B	+	quinonas
Lieberman Burchard	B	+	triterpenos esteroidales
Espuma	A	+	Saponinas
Rosemheim	D	+	catequinas
Fluorescencia	A	+	cumarinas

Fuente: obtenidos por la tesista

3.6. De la determinación del contenido de fenoles totales

1ª de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico frente al reactivo de Folin Ciocalteu

Los resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico frente al reactivo de Folin Ciocalteu se presentan en el cuadro siguiente:

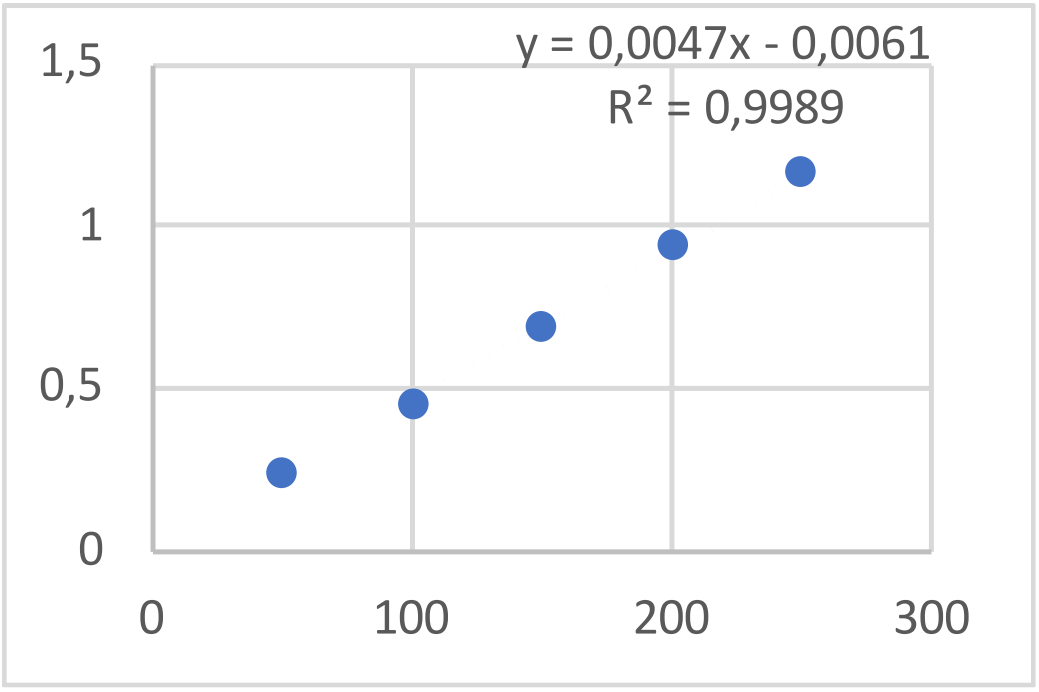
Tabla 10.: Absorbancias de las soluciones patrón de ácido gálico frente al reactivo de Folin-Ciocalteu

Muestra	Absorbancias	Absorbancia menos blanca
50	0,284	0,240
100	0,478	0,452
150	0,731	0,680
200	0,968	0,941
250	1,192	1,165

Fuente: Elaborado por la tesista

Estos datos fueron analizados por el método estadístico de los mínimos cuadrados y se determinaron los valores de la recta: Y = mx + b Obteniéndose los siguientes valores: m = 0.0047x b= 0,0061 y R^2 = 0,9989. Cuyo grafico se presenta a continuación.

Gráfico 2. Curva de calibración para la reacción soluciones estándares de ácido gálico frente al reactivo de Folin Ciocalteu



3ª De las absorbancias de los extractos analizados y su expresión como equivalente a mg de ácido gálico/100 mL.

Los resultados los presento en el cuadro siguiente:

Tabla 11. Resultado (Promedio de 3 determinaciones) de las absorbancias de los extractos A y D frente al reactivo de Folin Ciocalteu y expresados como equivalentes a mg de ácido gálico/100 ml

Fracción	Absorbancia	Absorbancia – Blanco	mg FT(EAG)/100 mL
Blanco	0,036	-----	------
Fracción A	0,791	0,755	161.94
Fracción D	0,456	0,420	90.66

Fuente: Elaborado por la tesista

Una disolución 10 % de fracción A tiene un contenido de fenoles totales equivalentes a 161.94 mg de ácido gálico en /100 ml; mientras que una disolución 10 % de fracción D tiene un contenido de fenoles totales equivalentes a 90.66 mg de ácido gálico en /100 ml;

3.7. De la determinación del contenido de flavonoides en los extractos analizados

1ª de las absorbancias de las soluciones estándares de quercetina frente al ion aluminio.

Los resultados del contenido de flavonoides expresados como equivalentes a mg de quercetina/100 mL se presentan en el cuadro siguiente.

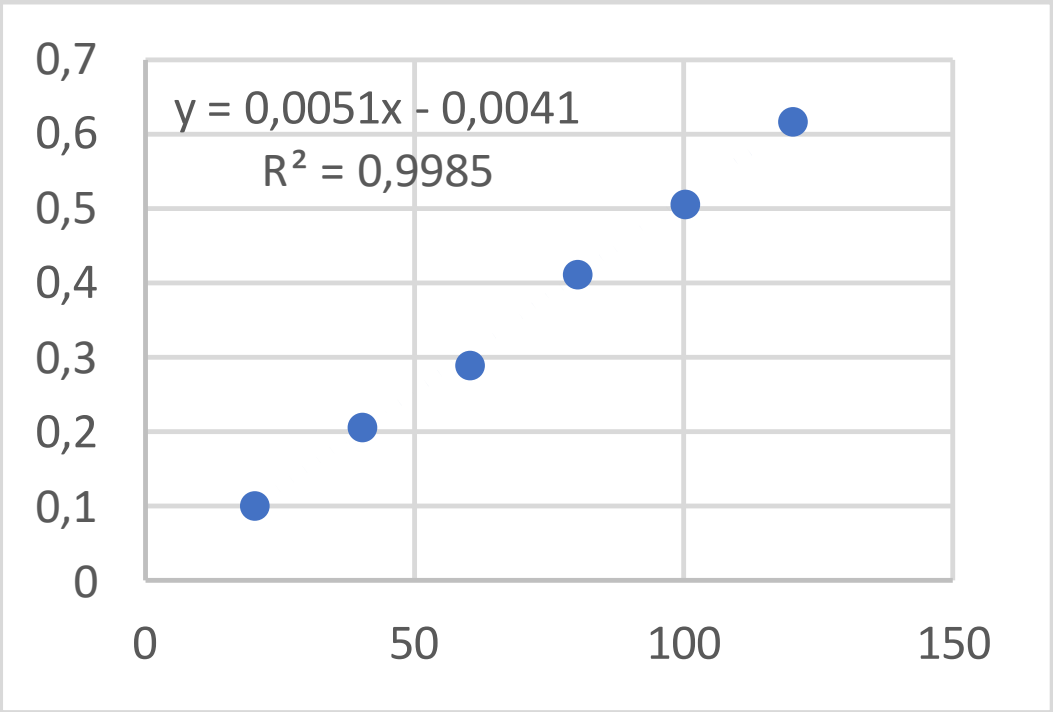
Tabla 12. Resultados de las absorbancias de las reacciones entre soluciones estándares de quercetina frente el reactivo de tricloruro de aluminio.

tubo	mg quercetina/ 100 mL	Alícuota mL	Concentración µg/mL	Absorbancia
0	0	0.1	00	0.000
1	2	0.1	20	0.101
2	4	0.1	40	0.206
3	6	0.1	60	0.291
4	8	0.1	80	0.414
5	10	0.1	100	0.506
6	12	0.1	100	0.616

Fuente: Autor del trabajo

Estos datos fueron analizados por el método estadístico de los mínimos cuadrados y se determinaron los valores de la recta (gráfico 3): Y = mx + b Obteniéndose los siguientes valores: m = 0.0051x b= 0,0041 y R^2 = 0,9985. Cuyo grafico se presenta a continuación.

Gráfico 3. Curva de valoración entre soluciones estándares de quercetina versus el tricloruro de aluminio.



2ª De las absorbancias de los extractos analizados y su expresión como equivalente a µg/100 mL

Los resultados de las absorbancias del contenido de flavonoides totales de las fracciones Ay D del extracto etanólico de hojas de *Solanum lycopersicum* frente al tricloruro de aluminio se presentan en el cuadro siguiente:

Tabla 13. Determinación del contenido de flavonoides expresado como equivalente a µg de quercetina /100 mL en la fracción A y D del extracto etanólico de hojas de *Solanum lycopersicum*

Muestra	Absorbancia	Absorbancia – Blanco	Concentración µg(EQ)/100 mL
Blanco	0,026	0,000	0,000
Fracción A	0,472	0,446	88.25
Fracción D	0,514	0,488	96.49

Fuente: Elaborado por la tesista

3.8. De la determinación de la actividad antioxidante

1ª De las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico frente al reactivo radical libre DPPH

Los resultados de las absorbancias entre soluciones estándares de ácido gálico y el reactivo DPPH se presentan en la tabla siguiente:

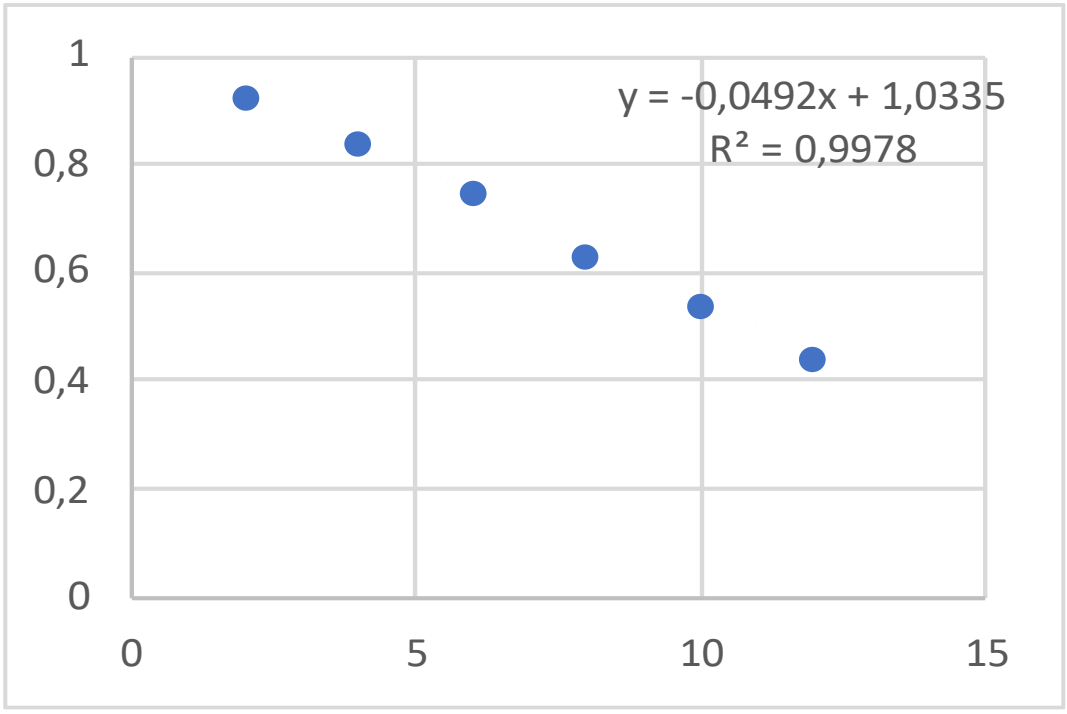
Tabla 14. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el DPPH

Muestra analizada	Solución de ácido gálico mg/100 mL	Absorbancias
Tubo Blanco	0.0	00
Tubo DPPH solo	0.0	1.008
Tubo 1	2	0.927
Tubo 2	4	0.841
Tubo 3	6	0.752
Tubo 4	8	0.630
Tubo 5	10	0.541
Tubo 6	12	0.442

Fuente: Autor del trabajo

Los datos de las absorbancias fueron tratados por el método estadístico de los mínimos cuadrados y se obtuvieron los valores de la recta: pendiente, el origen del intercepto y el valor de la recta. Con los valores de la recta y la ecuación de la recta y conociendo las absorbancias de las muestras analizadas se obtuvieron los resultados de actividad antioxidante equivalente a soluciones de mg de ácido gálico/ 100 mL. Los valores de la recta son: m= 0.0492x b= 1.0335 y R^2 = 99.78. El grafico de la curva de calibración se presenta a continuación.

Gráfico 4. Curva de calibración de las soluciones estándares de ácido gálico frente al reactivo radical libre DPPH



2° De las absorbancias de los extractos analizados y su expresión como % de actividad antioxidante frente al DPPH y su equivalencia en mg de ácido gálico/100 mL.

Los resultados se exponen en el cuadro siguiente:

Tabla 15: Resultados de la determinación de la actividad antioxidante frente al radical libre DPPH de las fracciones A y D analizadas.

Muestra ensayada	Absorbancia	Disminución de absorbancia	% de la disminución	% actividad antioxidante
DPPH	**1,008**	**0,000**	**100**	**0,00**
Fracción A	**0,518**	**0,490**	**48.61**	**51.38**
Fracción D	**0,701**	**0,307**	**30.45**	**69.54**

Fuente: Elaborado por la tesista

Las absorbancias de las muestras analizadas: 0.518 para la fracción A tiene una actividad antioxidante de 51.38 % para atrapar los radicales libres DPPH que es equivalente a la actividad antioxidante de una disolución de ácido gálico 10.48 mg /100 mL. Y la absorbancia 0.701 para la fracción D tiene una actividad antioxidante de 69.54 % para atrapar los radicales libres DPPH que es equivalente a la actividad antioxidante de una disolución de ácido gálico 6.76 mg /100 mL

IV. **DISCUSIÓN**

No cabe duda de que el desarrollo urbano está intrínsecamente vinculado al crecimiento de las actividades empresariales que sustentan a Ica, las cuales se fundamentan en la explotación de recursos naturales renovables, especialmente en el sector agrícola. Sin embargo, es crucial evaluar el impacto y las condiciones ambientales generadas por los procedimientos de disposición final, así como la productividad resultante. La agroindustria no regulada puede tener consecuencias adversas en nuestro entorno, particularmente en lo que respecta a la generación de residuos agrícolas, los cuales suelen ser quemados por fines económicos.

En nuestro medio, merced a su excelente clima, crecen varios cultivos de las familias de las Solanáceas que son especies vegetales con metabolitos secundarios que presentan actividad biológica; como lo menciona: Figueiredo M[6] quien reporta altas concentraciones de compuestos de naturaleza fenólica, alcaloides y el extracto hidroalcohólico tiene actividad para inhibir la acetilcolinesterasa, butirilcolinesterasa y lipooxigenasa, Bouslamti M[7] para Solanum elaeagnifolium reporta compuestos químicos con actividad molusquicida entre ellos polifenoles y flavonoides; similarmente Abduhalli M[8] para el extracto hidro metanolico 70:30 al 20 % de las hojas secas y molidas reporta alcaloides, flavonoides, taninos, glucósidos cardíacos, fenoles y saponinas en hojas sanas e infectadas. Estos resultados son concordantes con mi resultado pues he determinado la presencia de fenoles, flavonoides, alcaloides y saponinas en las hojas de *Solanum lycopersicum* que crecen en nuestra localidad; además en los resultados obtenidos, se realizó un análisis organoléptico del extracto etanólico, que presentó un color verde intenso, un olor característico, un sabor amargo y una textura de pasta. La fracción B mostró características similares, con un color verde intenso, olor característico, sabor amargo y una consistencia pastosa. Las fracciones C y D presentaron un color ámbar claro y ámbar, respectivamente, con un olor inodoro; ambas exhibieron un sabor amargo y soso, y una apariencia de película pastosa. En cuanto a la presencia de metabolitos secundarios, se observó que en la reacción de Gelatina Sal se identificaron taninos como metabolitos en el extracto etanólico, así como en la prueba de Shinoda. La determinación de polifenoles totales, utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu en el extracto etanólico y en la fracción D, reveló contenidos de 161.94 y 90.66 mg equivalentes a ácido gálico por cada 100 mL, respectivamente. En la cuantificación de flavonoides totales las fracciones A y D presentaron 88.25 y 96.49 µg (EQ)/100mL respectivamente. Asimismo, se evaluó la actividad antioxidante en las fracciones A y D, frente al radical libre DPPH, observándose un porcentaje de actividad antioxidante del 51.38% para el extracto etanólico (fracción A) y del 69.54% para la fracción D. Esta eficacia se atribuye a la habilidad de ciertos compuestos químicos para capturar radicales libres, lo que se refleja en la disminución de la absorbancia del radical DPPH de 1,008 a 0,518 para la fracción A y 0,701.

Para la fracción D respectivamente. Para esta planta Guano G. (2010)[12] investigó extractos de hojas de tomate, demostrando efectos medicinales. Este autor reportó un contenido de 1,19 mg de polifenoles totales (equivalentes a ácido gálico) por gramo de hoja y 0,799 mg de flavonoides totales (equivalentes a quercetina) por gramo de hoja. Estos hallazgos son coherentes con los resultados de la presente investigación, donde se identificó un alto rendimiento de metabolitos secundarios en las hojas post cosecha de tomate.

V. **CONCLUSIONES**

1. En el extracto etanólico de hojas de *Solanum lycopersicum* se determinó la presencia de metabolitos secundarios pertenecientes a los grupos de: Compuestos químicos de naturaleza fenólicos, flavonoides, catequinas, triterpenos esteroidales, saponinas, quinonas y cumarinas.

2. El contenido de fenoles totales en la fracción A es equivalente al de una disolución 161.94 mg de ácido gálico/100 mL y el contenido de fenoles totales en la fracción D es equivalente al de una disolución 90.66 mg de ácido gálico/100 mL.

3. El contenido de flavonoides totales en la fracción A es equivalente al de una disolución 88.25 µg de quercetina/ 100 mL y el contenido de flavonoides 9 en la fracción D es equivalente al de una disolución 96.49 µg de quercetina/ 100 mL.

4. La actividad antioxidante de la fracción A contra el radical libre DPPH es de 51.38 % y es equivalente a la actividad antioxidante de una disolución de ácido gálico 10.48 mg/100mL; la actividad antioxidante de la fracción D contra el radical libre DPPH es de 69.54 % y es equivalente a la actividad antioxidante de una disolución de ácido gálico 6.76 mg/100mL

VI. **RECOMENDACIONES**

1. Se sugiere iniciar estudios para separar e identificar algunos metabolitos secundarios del extracto etanólico de las hojas de *Solanum lycopersicum.*

2. Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales, especialmente en relación con la actividad antioxidante, utilizando diversos modelos experimentales.

3. Se recomienda realizar estudios farmacológicos sobre los metabolitos secundarios identificados para evaluar su posible utilidad.

4. Es aconsejable trabajar para separar compuestos químicos de las fracciones A y D, dado que son las que exhiben actividad antioxidante.

VII. **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Ministerio del Perú. Gob.pe. [citado el 16 de agosto de 2024]. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1828921/Dossier%20Tomate.pdf.

2. Ministerio de Agricultura y Riego. Boletín estadístico de producción agrícola y ganadera. IV trimestre 2017. Disponible en: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/produccionagricola-ganadera-ivtrimestre2017_220318_0.pdf.

3. Koichi N, Keishiro I. Estudio sobre el caso de la producción creciente del tomate en los desiertos mediante el sistema agrario con poco insumo: desafíos en la zona costera del Perú 2011. Disponible en: http://www.uap.edu.pe/Investigaciones/Esp/Revista_14_Esp_02.pdf.

4. Familia: Solanáceas. Disponible en: http://exa.unne.edu.ar/biologia/diversidadv/documentos/ANGIOSPERMAS/Asterideas/Euasterideas%20I%20o%20Lamiideas/Solanales/4-Solanaceae.pdf

5. Medano-Medrano J, Aviña Martinez G, Garcia Pereira J. Flavonoids identified from Physalis gender (Solanaceae), its antioxidant capacity and importance as chemical. markers: A review. Naturaleza y Desarrollo. Vol 12, Nº 1, ene-jun 2014

6. Figueiredo M. Valentao P, Andrade P. Tomato plant leaves: From by-products to the management of enzymes in chronic diseases. Industrial Crops and Products Volume 94, 30 December 2016, Pages 621-629.

7. Bouslamti M, El Bornosi A, Kara M y col. Total Polyphenols Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Leaves of *Solanum elaeagnifolium* Cav. from Morocco. *Molecules* **2022**, *27*(13), 4322; disponible en: **https://doi.org/10.3390/molecules27134322**

8. Abdullahi M. Bala I. Preliminary Phytochemical Screening of Healthy and Leaf Curl Virus Infected Tomato (*Solanum Lycopersicum*) Leaves. J. Appl. Sci. Environ. Manage. Vol. 26 (5) 871-876 May 2022

9. Ferreira da Costa G, Morais M, Saldanha. Antioxidant, Antibacterial, Cytotoxic, and Anti-Inflammatory Potential of the Leaves of Solanum lycocarpum A. St. Hil. (Solanaceae). Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine Volume 2015, Article ID 315987, 8 pages.

10. Fernándes A, Cuesta O, Fuentes V y col. Actividad anti-plasmodial de especies de Solanaceae presentes en Cuba. Rev cubana Med Trop vol.67 no 3Ciudad de la Habana dic. 2015

11. Serna J. Correa J. Extractos de hojas de tomate Lycopersicon esculentum como fagoinhibidores de Atta cephalotes.Agronomia colombiana. Vol.21.2003 Nº 3.pag 142-154
12. Guano G. Evaluación de la actividad cicatrizante del extracto de las hojas de tomate (Solanum lycopersicum l) en lesión, inducida en ratones (Mus musculus). (2015). Tesis para optar el título de Bioquímica Farmacéutica. Riobamba-Ecuador Aquí ya
13. Fornaris GJ. CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA [Internet]. Upr.edu. [citado el 16 de agosto de 2024]. Disponible en: https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Caracter%C3%ADsticas-de-la-Planta-v2007.pdf
14. Instituto Onterdisciplinario para la Innovación. Las 10 propiedades del tomate que debes conocer [Internet]. Instituto Interdisciplinario para la Innovación Utalca. 2016 [citado el 16 de agosto de 2024]. Disponible en: https://institutodeinnovacion.utalca.cl/?p=194
15. Navarro-González Inmaculada, Periago María Jesús. El tomate, ¿alimento saludable y/o funcional? Rev Esp Nutr Hum Diet [Internet]. 2016 Dic [citado 2024 Ago 16]; 20(4): 323-335. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000400008&lng=es. https://dx.doi.org/10.14306/renhyd.20.4.208.

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Certificación Botánica

CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

El Blgo. Que suscribe determina que, la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga. **LIZBEL YESENIA CONDE GALVEZ,** con DNI N° 70107908, para su determinación pertenece al nombre científico de ***Solanum lycopersicum*** L, "palmera cebo /palmera aceitera", según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: SOLANALES

FAMILIA: SOLANACEAE

GÉNERO: ***Solanum***

ESPECIE: ***Solanum lycopersicum*** L

N.V. "tomate"

Se emite la presente certificación a solicitud del interesado, para fines de estudios

Ica 03 de noviembre del 2023.

Dr. Miranda Huamán David Máximo
BIÓLOGO
CBP. 3681

ANEXO 2

Plantaciones de tomate

ANEXO 3

Planta de tomate por analizar

ANEXO 4

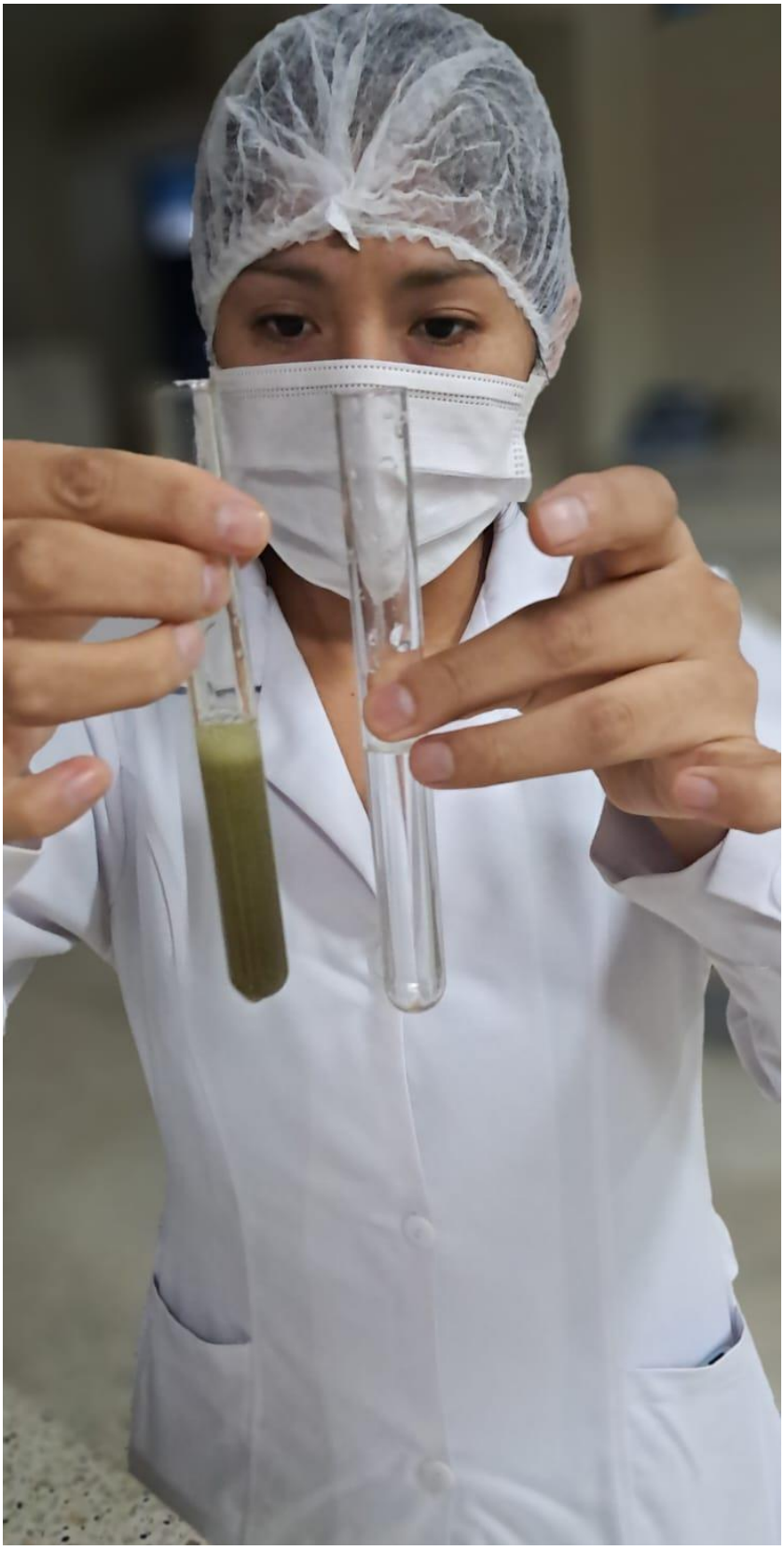
Secado de la planta a la estufa

ANEXO 5

Extracto etanólico

ANEXO 6

Determinación de saponinas



ANEXO 7

Tomando lecturas de las absorbancias en la determinación de fenoles

Universidad Nacional "SAN LUIS GONZAGA"
Facultad de Farmacia y Bioquímica
Comisión de Grados Académicos y Títulos Profesionales

FORMATO N°06

CARTA DE CONFORMIDAD Y APROBACION DE TESIS

Ica, 05 de noviembre de 2024

Señor(a):

Dr. Felipe Artemio Surco Laos

DECANO (A) DE LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
Presente.

De mi consideración:
Previo cordial saludo, por intermedio de la presente hago de su conocimiento que, en mi condición de **ASESOR(A)** de la **TESIS** titulada "Caracterización fotoquímica, cuantificación de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de ***Solanum lycopersicum***" presentada por el/la Tesista Lizbel Yesenia Conde Galvez para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico, esta se encuentra aptas para su presentación y sustentación de acuerdo a los contenidos, diseño metodológico, redacción y sistema de citas y referencias exigidas por la Universidad y los derechos de propiedad intelectual contenidos en la legislación vigente, por lo que doy mi **CONFORMIDAD y queda APROBADO.** Así mismo asumo mi responsabilidad de asesor, indicando que he tenido cuidado de preservar los estándares de calidad correspondientes, de prevenir el plagio y proteger los derechos de autor, de acuerdo al D. L. N. ° 822-Ley sobre el Derecho de Autor.
Asimismo, declaro tener conocimiento de los efectos legales y administrativos que se deriven del incumplimiento o falsedad de la presente declaración, previsto en el artículo 411 del Código Penal y del artículo 32.3 de la Ley 27444, Ley de procedimiento Administrativo General.
Lo que informo a Usted para la continuación de los trámites correspondientes.

Ica, 05 de noviembre del 2024

Dr. Omar Paolo Navarro Muñante
Asesor(a)

Nombres y Apellidos: Dr. Omar Paolo Navarro Muñante
Correo Institucional: omar.navarro@unica.edu.pe
Celular: 955867393