



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras distribuir, combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial y, a pesar que son nuevas obras deben siempre rendir crédito y ser no comerciales, no están obligadas a licenciar sus obras derivadas bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>



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



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:

**Contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidantes en agua de cocción de *Ipomoea batatas* L. (camote morado)**

Presentado por:

**ALARCON CAQUIAMARCA, CIRO ALEXANDER**

De la Facultad de **FARMACIA Y BIOQUÍMICA**. El resultado obtenido es **5%** por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO, según Reglamento de Evaluación de la Originalidad.**

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

Ica, 06 de Mayo de 2024

.....  
Dra. JOSEFA-BERTHA PARI OLARTE  
DIRECTORA DE LA UNIDAD DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Farmacia y Bioquímica



Contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidantes  
en agua de cocción de *Ipomoea batatas L.* (camote morado)

Línea de Investigación

Salud Pública y Conservación del Medio Ambiente

INFORME FINAL DE TESIS

Autor

Bach. ALARCÓN CAQUIAMARCA CIRO ALEXANDER

Ica -Perú

2024

## **Dedicatoria**

A DIOS por haberme dado la vida.

A mis padres **Ciro Wilber Alarcón Gavilán** y **Soledad Caquiamarca Meza**, por ser siempre el motor que me impulsa a seguir adelante en cualquier circunstancia.

### **Agradecimientos**

A la Dra. Elizabeth Julia Melgar Merino por la paciencia y por orientarme durante el transcurso del desarrollo de este proyecto.

A todos los docentes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica que me orientaron y contribuyeron a lograr mis objetivos.

## ÍNDICE

	Página
Portada	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. Introducción	9
II. Estrategia metodológica	14
III. Resultados	29
IV. Discusión	40
V. Conclusiones	42
VI. Recomendaciones	43
VII. Referencias bibliográficas	44
VIII. Anexos	46

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Esquema de trabajo para cuantificar el contenido de fenoles totales.	19
<b>Tabla 2.</b> Esquema de preparación de la curva de calibración entre las soluciones estándar de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu	20
<b>Tabla 3.</b> Esquema de trabajo para la cuantificación de flavonoides totales	21
<b>Tabla 4.</b> Esquema de trabajo para obtener la curva de valoración entre las soluciones estándares de quercetina y los reactivos para la formación del complejo coloreado.	22
<b>Tabla 5.</b> Esquema de trabajo para la determinación de la actividad antioxidante de las muestras a analizar. Expresada como % de inhibición	24
<b>Tabla 6.</b> Esquema de obtención de la curva de calibración entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH	25
<b>Tabla 7.</b> Resultado de la obtención de aguas de cocción de peladuras de camotes y de camotes morados enteros	26
<b>Tabla 8.</b> Resultado de las características organolépticas de las aguas de cocción de peladuras y de camotes morados.	27
<b>Tabla 9.</b> Resultados de las características físico químicas de las aguas de cocción de peladuras y camotes morados tratados con agua de uso doméstico	28
<b>Tabla 10.</b> Resultados de las determinaciones de metabolitos secundarios en aguas de cocción de camotes morados	29
<b>Tabla 11.</b> Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares 20, 40, 60, 80 y 100 mg ácido gálico/100 mL	30
<b>Tabla 12.</b> Resultados de las absorbancias y equivalencias en mg de ácido gálico/100 mL de las muestras analizadas.	31
<b>Tabla 13.</b> Resultados de las absorbancias entre disoluciones estándares de quercetina versus reactivos formadores de complejo coloreado	32
<b>Tabla 14.</b> Resultados de las absorbancias entre disoluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH	34
<b>Tabla 15.</b> Resultados de la actividad antioxidante de las aguas de cocción de camotes morados.	35
<b>Tabla 16.</b> Resultados de la actividad antioxidante de las aguas de cocción de camotes morados con agua de uso doméstico	36

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Flujoograma: procesos para obtener camotes morados.	13
<b>Gráfico 2.</b> Curva de calibración entre las soluciones estándares de ácido gálico 20, 40, 60, 80 y 100 mg/100 ml versus el reactivo de Folin Ciocalteu	30
<b>Gráfico 3.</b> Curva de calibración entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH	32
<b>Gráfico 4.</b> Curva de calibración entre las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH	34

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** La *Ipomoea batatas L.* (Camote morado) es un cultivo vegetal de uso en la alimentación humana y sus raíces tuberosas se industrializan para la obtención de snack y/o alimentos para animales. Las aguas de cocción de estas raíces se desperdician. En este trabajo se identifica la presencia de compuestos de naturaleza fenólica en las aguas de cocción de camotes morados con agua de uso doméstico.

**OBJETIVOS:** Determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante en el agua de la cocción de camotes morados (*Ipomoea batatas L.*)

**METODOS:** Estudio experimental. Las raíces tuberosas de camotes morados fueron adquiridas en el Mercado Arenales, provincia Ica. La presencia de compuestos fenólicos se hizo mediante reacciones de precipitación y/o coloración, la cuantificación de fenoles totales mediante reactivo de Folin Ciocalteu, el contenido de flavonoides totales mediante la formación del complejo coloreado Flavonoides-Aluminio, la actividad antioxidante frente al radical libre DPPH.

**RESULTADOS:** Las aguas de cocción de camotes morados enteros y su fracción clorofórmica tienen: 47.02 mg y 102.66 mg de fenoles totales (equivalentes a mg de ácido gálico) /100 mL; 3.47 mg y 11.05 mg de flavonoides totales (equivalentes a mg de quercetina) /100 mL y tiene 12.72 % y 72.98 % de actividad antioxidante frente a una solución del radical libre DPPH de absorbancia 1.092, estas actividades antioxidantes son equivalentes a la de soluciones de ácido gálico 6.106 mg y 26.702 mg / 100 ml; respectivamente.

**CONCLUSIONES:** Las aguas analizadas tienen compuestos químicos con actividad antioxidante.

**Palabras claves:** *Fenoles, flavonoides, actividad antioxidante.*

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** *Ipomoea batatas L.* (Purple sweet potato) is a plant crop used for human consumption and its tuberous roots are industrialized to obtain snacks and/or animal feed. The water from cooking these roots is wasted. In this work, the presence of phenolic compounds in the cooking water of purple sweet potatoes with domestic water is identified.

**OBJECTIVES:** Determine the content of total phenols, flavonoids and antioxidant activity in the cooking water of purple sweet potatoes (*Ipomoea batatas L.*)

**METHODOLOGY:** Experimental study. The tuberous roots of purple sweet potatoes were acquired at the Arenales Market, Ica province. The presence: Of phenolic compounds was done through precipitation and/or coloration reactions, the quantification of total phenols using Folin Ciocalteu reagent, the content of total flavonoids through the formation of the colored Flavonoid-Aluminum complex, the antioxidant activity against the free radical DPPH.

**RESULTS:** The cooking waters of whole purple sweet potatoes and their chloroform fraction have: 47.02 mg and 102.66 mg of total phenols (equivalent to mg of gallic acid)/100 mL; 3.47 mg and 11.05 mg of total flavonoids (equivalent to mg of quercetin)/100 mL and has 12.72% and 72.98% of antioxidant activity against a solution of the DPPH free radical with absorbance 1.092, these antioxidant activities are equivalent to that of solutions of gallic acid 6.106 mg and 26.702 mg/100 ml; respectively.

**CONCLUSIONS:** The waters analyzed have chemical compounds with antioxidant activity.

**Keywords:** Phenols, flavonoids, antioxidant activity.

## I. INTRODUCCIÓN

Una de las actividades económicas que produce desarrollo sostenible de los países emergentes es la agro exportación; motivo por lo cual las instituciones gubernamentales o privadas relacionadas con esta actividad deben de velar por la incorporación de nuevos cultivos cuyos frutos sean de demanda mundial por alguna propiedad particular que resulte el atractivo para su adquisición. En nuestro país, favorecido por su diversidad climática, crecen variados cultivos con estas particularidades y nos permite ser uno de los países que genera importantes divisas a merced de la agro exportación. Principalmente exportamos los frutos tal cual se cosechan y son muy pocos los que se exportan como productos procesados como por ejemplo los tomates que se exportan como pasta de tomate y esta transformación genera demanda laboral útil y necesaria para proponer cambios socio económicos en las zonas productoras. La incorporación de procesamientos a los frutos, nuevos cultivos exportables o el aprovechamiento de los residuos generados por la agro industria deben ser motivo de análisis e investigación que culmine en propuestas generadoras de innovaciones para el desarrollo sostenible de la actividad agro exportadora<sup>1</sup>. El cultivo de *Ipomoea batatas* L. (camote) tiene un importante rol en la agricultura por ser una fuente de ingreso económico y soporte alimentario para gran parte de nuestra la población, en particular los menos favorecidos. Es usado también para el desarrollo de la ganadería en la producción de leche cuando se le usa como forraje<sup>1</sup>. La humanidad se encuentra en una etapa crítica en cuanto a la producción de alimentos y son los países en vías de desarrollo los que sufren más esta problemática. El camote es un excelente cultivo en cuanto a calidad nutritiva es rico en carbohidratos y vitaminas. Su cultivo es barato y su parte comestible, raíces tuberosas, debe ser de fácil adquisición para la población ya que actualmente se ofertan semillas capaces de elevar la producción de este cultivo hasta obtener un rendimiento de 60 toneladas por Ha<sup>2</sup>. Actualmente en el Perú se cultivan alrededor de 16,000 hectáreas anuales, con un rendimiento promedio de 17,2 toneladas por hectárea que viene mejorando notoriamente. Este cultivo principalmente se da en la región costa destacando el norte y sur chico del departamento de Lima con más de 8,000 Ha cultivadas<sup>3</sup>. Una alternativa para la industrialización del camote es la obtención de féculas para la producción de fideos. Viene siendo utilizado en la producción de snack y pellets que son destinados a la alimentación de humanos y animales respectivamente. En los hogares y en la industria para su consumo estas raíces tuberosas deben estar cocinados y las alternativas son pelar y sancochar (cocción) en el primer caso se generan grandes volúmenes de cáscaras o pellejos de camote y en el segundo caso se obtiene el agua de cocción de estas raíces tuberosas que resulta ser el extracto acuoso de estas raíces. De una inspección macroscópica a estas aguas de cocción resalta un color morado intenso sin información científica que dé a conocer el tipo de metabolito secundarios y propiedades de este extracto. Motivo por lo que desarrollé como tesis el proyecto: “Contenido de fenoles totales,

flavonoides y actividad antioxidantes en agua de cocción de camote morado (*Ipomoea batatas* L.): para lo cual me tracé el problema siguiente: ¿Cuál es el contenido de fenoles totales, flavonoides y que actividad antioxidante tiene el agua de la cocción de camotes morados (*Ipomoea batatas* L.)? Trabajo que se justificó porque el uso de un residuo o sub producto agrario elevará las ganancias del cultivo y ello puede ocurrir si las aguas de cocción de camotes morados se siguen estudiando para demostrar que propiedades farmacológicas tienen los compuestos químicos: Compuestos de naturaleza fenólica y flavonoides con actividad antioxidante que han sido determinados en el agua de cocción de los camotes morados en el presente estudio. Debe de investigarse los efectos que tienen las aguas de cocción de camotes morados con metabolitos secundarios con actividad antioxidante sobre las enfermedades mediadas por estrés oxidativo que son la principal causa del aumento de los índices de morbilidad y mortalidad en prácticamente todo el mundo. El objetivo del estudio fue determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante en el agua de la cocción de camotes morados (*Ipomoea batatas* L.); en nuestro medio no se ha hallado estudios con objetivos parecidos al propuesto en este trabajo; sin embargo, algunos estudios referentes a esta especie vegetal son los reportados por:

Huamán A<sup>4</sup> (2016) Señala que en nuestro país el camote es un cultivo anual perenne cuyas raíces principalmente se usan en la alimentación humana y su follaje en la alimentación de ganado. El follaje es utilizado en otras culturas para la alimentación en humanos y en medicina popular para combatir problemas de cáncer. En la industria es materia prima para la producción de almidón y productos industriales derivados de éste. Como producto deshidratado, la harina de camote se obtiene del camote cocido entero que mantiene un sabor característico.

Zhi-feng<sup>5</sup> (2017) presenta un estudio para demostrar que de las hojas de residuos agrarios de alto consumo como el de batatas se pueden separar altos contenidos de metabolitos secundarios. Utilizó como solventes: agua, metanol acuoso, etanol acuoso y acetona acuosa para investigar el efecto de los solventes sobre la recuperación de fenoles con actividad antioxidante. Sus resultados indican promisorios contenidos de compuestos fenólicos en extractos que varió de 23,3 mg a 43,8 mg CAE /g de muestra analizada. En el extracto etanol agua 70 % reporta el contenido de flavonoides más alto con 3,4 mg QE / g. Mientras que el extracto de acetona al 50% exhibió el mayor rendimiento de extracto crudo 33,4% en materiales secos con contenido fenólico total 43,8 mg CAE /g así como las actividades antioxidantes in vitro más fuertes. Todos estos datos demostraron que los tipos de solventes de extracción impactan en gran medida la recuperación y las actividades antioxidantes de los polifenoles de la hoja de batata, y la acetona al 50% (v / v) es un solvente bastante eficiente para recuperar polifenoles con actividad antioxidantes de las hojas de batata.

Gabilondo J<sup>6</sup> desarrolla un estudio con el objetivo de evaluar contenido de fenoles totales (PFT) y la actividad antioxidante (AA) en dos cultivos de batatas: de pulpa color naranja y Colorado

durante las distintas etapas de la elaboración de dulce utilizando pulpa con y sin piel. El contenido de PFT se determinó con el reactivo de Folin-Ciocalteu y la AA mediante la reducción del radical del hidrato de 2,2-difenil-1-picril-hidracilo (DPPH·). Concluye que el contenido de PFT y la AA en el cultivo Colorado INTA fue mayor que en los anaranjados; y Los valores de ambos parámetros en todos los dulces fueron significativamente menores.

Valverde G<sup>7</sup> (2014), desarrolla un estudio descriptivo, observacional, transversal y prospectivo con el objetivo de: Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de la pulpa del camote: amarillo, naranjado y morado en presencia de sistemas generadores de radicales libres. Examinó la capacidad antioxidante mediante el Sistema Ascorbato/Cu – II (Radical Hidroxilo) y el Sistema PMS/NBT/NADH (radical superóxido). Concluyendo que las tres variedades ensayadas logran disminuir la formación de radical hidroxilo. Durante la formación de radicales superóxidos se obtuvo que la variedad de Ipomoea Batata morada en sus tres concentraciones inhibió en mayor la formación de radicales superóxidos. Así también se observó que las tres variedades de Ipomoea Batata poseen una mayor acción antioxidante frente a radicales hidroxilos ampliamente conocidos por ser los más dañinos para el organismo.

Cervantes<sup>8</sup>(2019), considera que las hojas de camote morado son subproductos agrarios y son utilizadas mayoritariamente en la alimentación animal; sin embargo, en algunos países del Asia son consumidas como vegetales en ensaladas. Propone un nuevo uso para estas hojas mediante bebidas tipo té, a fin de extraer y consumir compuestos bioactivos presentes en sus hojas. Por lo que determina el contenido de compuestos fenólicos y actividad antioxidante del té de hojas de camote morado Se determinó el contenido de Polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu, y la actividad antioxidante por 2 métodos químicos; el primero mediante la Capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) con el ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS) y mediante el ensayo con 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH).

Flores W<sup>9</sup> (2008), trabajó con tres colores de camote que compró el mercado Grau de Tacna con el objetivo fue obtener harina de Camote con la finalidad de remplazar la harina de trigo, para producir fideos. Los camotes blancos, amarillos y morados comprados fueron descascarados a fin de someterlos a los debidos procesos y obtener la harina; la peladura resulta ser un subproducto.

Sánchez D<sup>10</sup> (2021), señala que el camote (*Ipomoea batata L.*), se cultiva en gran parte del mundo porque su raíz tuberosa es comestible y altamente nutritiva., Desarrolla un estudio con el objetivo como objetivo de obtener una bebida destilada tipo vodka para de esta manera brindar una alternativa de industrialización a este cultivo. Durante el proceso la materia prima, camotes, debe ser pelada y las peladuras resultan ser un subproducto del proceso.

## II. Estrategias metodológicas<sup>11,12,13,14,15,16,17,18,19,20.</sup>

### 2.1. Enfoque de la Investigación

La principal meta de los gobernantes de un país es alcanzar un desarrollo sostenible. En nuestro país son varias las regiones, principalmente las costeras, que vienen aportando al aumento de divisas para la nación merced al incremento de las exportaciones agrarias. La aparición de nuevos cultivos cuyos frutos tengan demanda internacional es una alternativa para la sostenibilidad y crecimiento de las exportaciones. Otra alternativa para el aumento de las divisas para el erario nacional es exportar productos del agro con valor agregado; además durante la adición de valor agregado a los productos del agro se generan desperdicios o subproductos que de ser aprovechados con fundamentos científicos podría generarse mayores ganancias económicas procedentes de esa actividad económica. *Ipomoea batatas* L.(camote) es una especie vegetal cuya raíz tuberosa se procesa para la obtención de snack y pellets para la alimentación de animales y debe quedar como sub producto considerable cantidad de peladuras que son destinadas a la alimentación de animales, sin embargo, esas peladuras deben contener compuestos químicos que es necesario identificar y averiguar sus propiedades farmacológicas. En este trabajo se inicia el estudio de las aguas de cocción de camotes morados y las aguas de cocción de las peladuras de camote morados.

### 2.2. Aspectos Metodológicos

#### 2.2.1. Tipo de Investigación

La investigación es transversal debido a que se desarrolló con material, información, reactivos y equipos de laboratorio al mismo tiempo con que se consigue la información buscada.

#### 2.2.2. Diseño de la Investigación

La investigación es experimental ya que la información encontrada con respecto al contenido de fenoles totales, flavonoides totales y actividad antioxidante en las aguas de cocción de camotes morados que se obtienen después de la ejecución de sendos procesos de análisis químicos dan a conocer las características del material analizado.

#### 2.2.3. Nivel de la Investigación

Culminado el estudio la información obtenida sentará las bases para otros estudios que permitan el aprovechamiento de las cáscaras o peladuras de los camotes morados. Por lo que el presente estudio es de naturaleza básica.

#### 2.2.4. Población y muestra

**Población:** fueron todos los camotes morados (*Ipomoea batatas* L.) que se comercializan en el mercado Arenales de nuestra localidad.

**Muestra:** La muestra estuvo constituida por 10 Kg de camotes morados que se comercializan en el Mercado Arenales de la localidad de Ica.

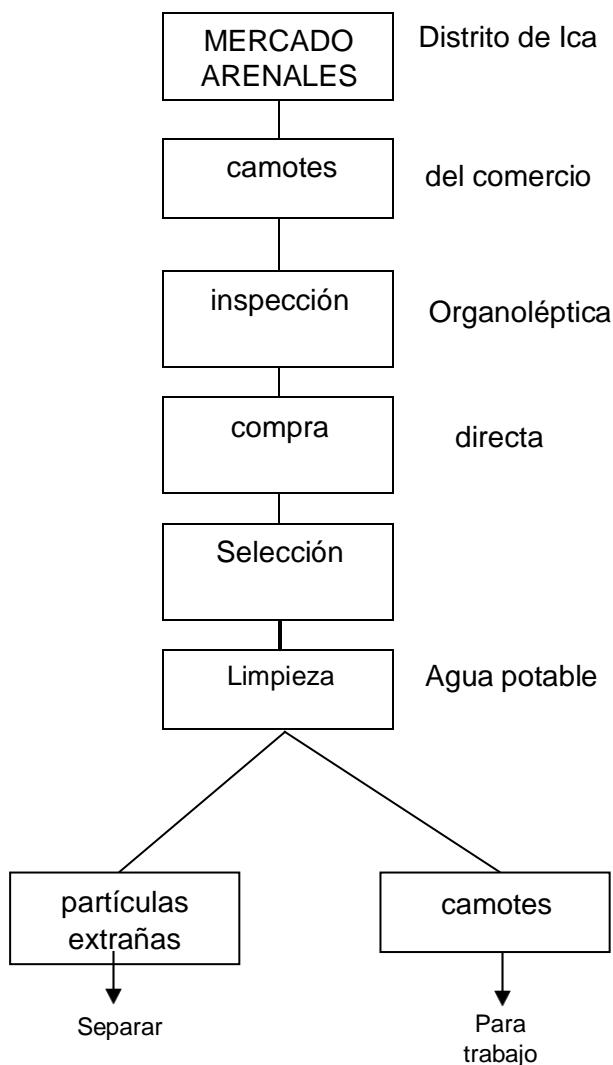
### 2.2.5. Técnicas y procedimientos de la recolección de la información

Para la búsqueda de la información según los objetivos trazados del presente trabajo se ejecutarán procesos con el material a analizar y durante los procesos los resultados de las determinaciones dependerán de las observaciones del experimentador y de los resultados que arrojen los equipos que miden las reacciones químicas a efectuarse

#### 2.2.5.1. Obtención de la especie vegetal

Los camotes morados fueron adquiridos en el Mercado Arenales de la localidad de Ica. Los procedimientos efectuados hasta obtener los camotes a utilizarse en el trabajo se detallan en el flujograma siguiente:

**FLUJOGRAMA 1. PROCESOS PARA OBTENER CAMOTES MORADOS.**



### **2.2.5.2. Obtención de agua de cocción**

#### **A) partir de peladuras de camote**

Diez kg de camotes fueron sometidos a un proceso de pelado utilizando un cuchillo de acero inoxidable, de las peladuras obtenidas se cogieron dos porciones y se procede como se indica:

**Proceso 1:** La primera parte 1,000 g de peladura de lleva a cocción por 15 minutos con 2,000 mL de agua de uso doméstico; seguidamente se filtró obteniéndose el agua de la cocción que se concentra en la estufa a 85°C hasta alcanzar un cuarto de su volumen y el marco o residuo que se desechó. Pero potencialmente puede ser utilizado en la alimentación de animales domésticos

**Proceso 2:** La segunda porción también de 1,000 g peladura de lleva a cocción por 15 minutos con 2,000 mL de agua destilada; seguidamente se filtró obteniéndose el agua de la cocción que se concentra en la estufa a 85°C hasta alcanzar un cuarto de su volumen y el marco o residuo que se desechó. Pero potencialmente puede ser utilizado en la alimentación de animales domésticos

#### **B) A partir de camotes sin pelar.**

Para esta parte del trabajo se usaron camotes enteros y se efectuaron los procesos siguientes:

**Proceso 3:** Un kg de camote se colocan un bol de acero inoxidable y se agregan 3 litros de agua de uso doméstico y se lleva a la cocción hasta determinar que la parte comestible de los camotes esta apta para ser consumida. Se retiran los camotes y el agua de la cocción se separa y concentra en la estufa a 85°C hasta reducirla a un cuarto de su volumen.

**Proceso 4:** Un kg de camote se colocan un bol de acero inoxidable y se agregan 3 litros de agua destilada y se lleva a la cocción hasta determinar que la parte comestible de los camotes esta apta para ser consumida. Se retiran los camotes y el agua de la cocción se separa y concentra en la estufa a 85°C hasta reducirla a un cuarto de su volumen.

De parte del trabajo se observa que no hay diferencias en cuanto a color, olor, sabor y aspecto entre los procesos ejecutados con agua de uso doméstico y agua destilada. Motivo por lo cual conviene seguir el estudio de las aguas de cocción procedentes del agua de uso domestico

### **2.2.5.3. Caracterización del agua de cocción de los procesos 1 y 3 respectivamente.**

#### **A) Características organolépticas**

El análisis se efectuó en el momento de su obtención, inmediatamente después de la separación de los respectivos residuos o marcos. Es decir, se analizó las aguas de la

cocción de peladuras camotes morados con agua de uso doméstico y las aguas de cocción de camotes morados enteros con agua de uso doméstico.

Se determinó:

**Color.** 3 ml del agua de cocción a estudiar se coloca en un tubo de ensayo y desde aquí se juzga el color.

**Olor:** Ventilando o aireando con la mano, la boca del tubo de ensayo del cual se juzga el color, se acerca a las fosas nasales para percibir el olor.

**Sabor:** con una jeringa de 5 mL nueva y sin aguja se retira 1 ml de la muestra a analizar y gota a gota se deja caer a la cavidad bucal para la degustación respectiva.

**Aspecto;** se decide visualmente y al tacto colocando dos gotas entre los dedos índice y pulgar.

Las muestras analizadas fueron concentradas a un cuarto de su volumen y son sometidas al análisis organoléptico siguiendo los mismos procesos indicados líneas arriba.

## **B) Características Físicoquímicas**

Se determinó:

### **1° Determinación del rendimiento de agua de cocción de peladuras y/o camotes morados.**

**Definición.** Es el número de ml de agua de cocción que se recuperan después de la cocción de las peladuras y/o camotes tratados.

**Procedimiento.** Para el caso de peladuras de camotes morados se pesan 1,000 g y se depositan en un bol de acero inoxidable, se agregan 2,000 mL de agua de uso doméstico, se lleva a la cocción del calor hasta cocción de las peladuras. Seguidamente se filtra sobre colador de acero inoxidable y se deja en reposo. Para el caso de los camotes enteros. se pesa 1,000 g y se depositan en un bol de acero inoxidable, se agregan 3,000 mL de agua de uso doméstico, se lleva a la cocción del calor hasta cocción de los camotes enteros. Seguidamente se filtra sobre colador de acero inoxidable y se deja en reposo.

**Cálculos.** El volumen filtrado es medido directamente en una probeta graduada.

### **2° Determinación de la densidad.**

#### **Método: Método del picnómetro**

**Fundamento:** El método está fundamentado en el registro de pesos: se registra el peso de un volumen de agua que se encuentra en un material denominado picnómetro, en el mismo se registra el peso de un volumen similar al volumen de agua cuyo peso se registró. Desde estos valores se juzgará la densidad.

**Procedimiento.** Se coge un picnómetro limpio y seco de 10 mL de capacidad, se llena con agua destilada y se lleva a la balanza analítica para registrar su peso. El mismo

picnómetro se seca y se llena con la muestra cuya densidad se desea conocer y se lleva a la balanza analítica para registrar su peso.

#### **Cálculos.**

La densidad se calcula con la expresión siguiente:

$$dM = pMA / pH_2O$$

Donde:

dM= densidad de la muestra analizada

PMA= peso registrado de la muestra analizada

pH<sub>2</sub>O = peso registrado del agua

### **3° Determinación del contenido de ceniza**

**Método:** Pirolítico gravimétrico.

**Definición:** Las cenizas son los residuos inorgánicos que queda después de destilar toda la materia orgánica en el que se encontraban.

**Fundamento:** El método se basa en la destilación de la materia orgánica de la muestra que se analiza al ser puesta en contacto a altas temperaturas. Dejando como un residuo blanco o blanco grisáceo la parte inorgánica de la muestra analizada.

**Procedimiento.** Se coge una cápsula de peso conocido y se colocan 10 mL de la muestra a analizar y se lleva a la acción del calor moderado directo desde un plato calefactor con el propósito de secar y carbonizar la muestra analizada. Cuando ya no se desprende humo, el material esta carbonizado, se lleva a la mufla a una temperatura de 550-560°C hasta alcanzar constancia de peso.

#### **Cálculos:**

Se calcula con la relación siguiente:

$$\% \text{ de C}/100 \text{ mL} = gR \times 10$$

Donde;

% de C/100 mL = porcentaje de cenizas/100 mL

gR = gramos de residuo o cenizas

10 = factor para referir a 100 mL

### **4° Determinación del contenido de solidos solubles**

**Método:** gravimétrico

**Definición:** Es el extracto, muestra o zumo obtenido al cual se le ha destilado todo el agua

**Fundamento:** El método se basa en la evaporación del agua del material que se analiza por exposición al calor moderado.

**Procedimiento:** En una cápsula de peso conocido se depositan 10 mL de la muestra a analizar y se lleva a la estufa a una temperatura de 90-95°C hasta constancia de peso.

a) **Resultados:** se calculan con la expresión siguiente:

$$\% \text{ de SS} / 100 = gR \times 10 / 100$$

Donde:

% de SS = porcentaje de sólidos solubles/100 mL

gR = gramos de residuo

10 = mL de la muestra analizada

100 = para referir a porcentaje

#### **2.2.5.4. Determinación de metabolitos secundarios en las aguas de cocción de los camotes morados.**

La muestra usada es el agua de la cocción de los camotes morados enteros. las aguas se concentran a un cuarto de su volumen y se añade 3/4 de alcohol 96° lo que denominamos muestra a ensayar. De otra porción de aguas de cocción de los camotes morados enteros se extrae el extracto clorofórmico usando como material la pera de decantación y cloroformo como líquido extractor. Lo que denominamos fracción clorofórmica. Se ejecutaron las reacciones siguientes:

##### **1° Reacción de Shinoda, para la determinación de flavonoides.**

Se coge una placa para reacciones a la gota y: en un pozuelo se depositan 5 gotas de la muestra a ensayar, se añaden 6 partículas de limadura de magnesio y seguidamente 2 gotas de ácido clorhídrico concentrado, se deja reaccionar mientras se observa. Se analiza la muestra a ensayar y la fracción clorofórmica. Los resultados se contrastan sus respectivos blancos trabajado en las mismas proporciones y condiciones solo que en lugar de muestra tiene su disolvente.

##### **2° Reacción de cloruro férrico, para determinar compuestos fenólicos.**

En un pozuelo de la placa para reacciones a la gota se colocan 6 gotas de la muestra a ensayar y se añaden 2 gotas del reactivo cloruro férrico 1 %. Se considera que la reacción es positiva si hay la aparición de coloraciones azul, verde o negro. El resultado se contrasta frente al resultado de un blanco que en lugar de muestra tiene disolvente.

##### **3° Reacción de gelatina, para determinar taninos.**

El reactivo es una disolución de gelatina al 1 % preparada con solución de cloruro

de sodio 10%. En un tubo de ensayo se colocan 2 mL de la solución de gelatina en NaCl 10% y se agrega gota a gota 0.5 mL de la muestra a ensayar; mientras se observa la aparición de un enturbiamiento o la aparición de un precipitado. El resultado se compara frente al resultado de un blanco que solo contiene disolvente en lugar de muestra a ensayar.

#### **4°. Reacción de Rosenheim, para determinar leucoantocianidinas y/o catequinas.**

Se coge un tubo de ensayos de 100 x 10 mm y se coloca 2 mL de la muestra a ensayar, se añade 1 mL de ácido clorhídrico concentrado y se lleva a baño María hirviendo por 15 minutos. Se espera que enfríe y se agregan 2 ml de agua destilada se homogeniza y se agregan 2 ml de alcohol amílico, se agita para mezclar ambas fases y se deja sedimentar por 10 minutos, luego se observa el color de la fase amílica. La aparición de un color que va desde el carmesí oscuro hasta rosado débil, indicará la presencia de leucoantocianidinas y un color marrón la presencia de catequinas. El resultado se contrasta frente a un blanco en el que se sustituye la muestra a ensayar por su disolvente.

#### **5° Prueba de la espuma: para determinar saponinas**

En un tubo de ensayo de 13 x 100 se colocan 10 mL de la muestra que en este caso es el agua de cocción de los camotes morados concentrada sin adición de etanol. Se agita vigorosamente por 1 minuto y se deja en reposo por 30 minutos. Se observa la aparición de espuma en la parte superior o superficie de la muestra que se está ensayando, si la espuma permanece con una altura superior a 1 cm de alto pasado los 30 minutos de observación el resultado es positivo a presencia de saponinas.

#### **2.2.5.5. Determinación del contenido de fenoles totales en aguas de cocción de camotes morados**

Para esta determinación se utilizó el agua de cocción de los camotes morados enteros,

**Método.** Se usó el método espectrofotométrico

##### **a) Fundamento**

El método se basa en la reacción redox entre los fenoles totales presentes en el material que se analiza versus el reactivo de Folin-Ciocalteu. Este reactivo de color amarillo se reduce oxidando a los compuestos de naturaleza fenólica y cambia su coloración a una coloración azul. La intensidad del color azul se mide a 760 nanómetros en un espectrofotómetro.

##### **b) Reactivos**

**Reactivo de Folin-Ciocalteu:** Es una mezcla de tungstato de sodio y ácido tungstico, el reactivo se compra de proveedores.

### **Carbonato de sodio 20 %**

Se prepara disolviendo 20 g del reactivo carbonato de sodio en 100 mL de agua destilada.

### **Ácido gálico solución madre**

Se preparará disolviendo 1.00 g de ácido gálico en 100 ml de agua destilada.

### **Soluciones estándares diluidas de ácido gálico 20, 40, 60, 80 y 100 mg/100 mL.**

Se cogen 5 matraz volumétricos de 100 ml, se enumeran y se añaden 2, 4, 6, 8 y 10 mL de la solución madre de ácido gálico a los matraces volumétricos 1, 2,3, 4 y 5 respectivamente y se enrasa a 100 mL.

### **c) Determinación cuantitativa de fenoles totales.**

El contenido de fenoles se hizo por triplicado, los procesos se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 1. Esquema de trabajo para cuantificar el contenido de fenoles totales**

<b>MUESTRA</b>	<b>N° de ensayo</b>	<b>Volumen analizado (mL)</b>	<b>Agua destilada (mL)</b>	<b>Carbonato de sodio 20% (mL)</b>	<b>R. de Folin Ciocalteu (mL)</b>
Agua de la cocción de camotes morados	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 clorofórmica procedente de las aguas de cocción de camotes morados.	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

**Fuente:** El autor del trabajo

Los reactivos se adicionaron en el orden de izquierda a derecha se mezclan y homogenizan; se dejan en reposo protegidos de la luz por un tiempo de 30 minutos; transcurrido ese tiempo se lleva al espectrofotómetro calibrado a una longitud de onda de 760 nanómetros y se efectúa las lecturas de las absorbancias.

### **e) Preparación de la muestra**

La muestra a analizar es el agua de la cocción de los camotes morados y la fracción clorofórmica procedente de las aguas de la cocción de los camotes morados. El agua de la cocción se trabajó directamente la fracción clorofórmica se concentra a razón hasta sequedad y se disuelve en etanol 96° a razón de 0.1 g/10 ml.

### **f) Preparación de la curva de calibración entre las soluciones estándar de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.**

El esquema de trabajo para esta preparación se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 2. Esquema de preparación de la curva de calibración entre las soluciones estándar de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu.**

<b>Solución estándar de ácido gálico mg/100 mL</b>	<b>Cantidad analizada (mL)</b>	<b>Agua destilada (mL)</b>	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% (mL)</b>	<b>Reactivo Folin Ciocalteu (mL)</b>
00	0.0	8.5	1.0	0.5
20	0.1	8.4	1.0	0.5
40	0.1	8.4	1.0	0.5
60	0.1	8.4	1.0	0.5
80	0.1	8.4	1.0	0.5
100	0.1	8.4	1.0	0.5

**Fuente:** El autor del trabajo

Los reactivos se adicionan en el orden de izquierda a derecha, seguidamente se homogenizan y se dejan protegidos de la luz por un tiempo de 30 minutos. Transcurrido este tiempo se lleva a la lectura de sus absorbancias usando el espectrofotómetro UNICO-280 calibrado a 760 nanómetros de longitud de onda.

#### **2.2.5.6. Determinación del contenido de flavonoides totales**

##### **a) Método**

Formación de complejo coloreado Flavonoides- tricloruro de aluminio

##### **b) Fundamento:**

El método se basa en la formación de un complejo coloreado estable entre el ion aluminio III presente en el tricloruro de aluminio y los flavonoides presentes en la muestra que se analiza. Esta reacción de formación del complejo ocasiona un desplazamiento bato crómico e intensidad de la onda a la que normalmente absorben los flavonoides.

##### **c) Reactivos.**

- Solución de tricloruro de aluminio al 10.0 % en etanol
- Solución de acetato de potasio 1 M
- Solución madre de Quercetina 100mg/100mL en etanol 96°
- Etanol 96°
- Soluciones estándares de quercetina 2, 4, 6, 8 y 10 mg de quercetina/100 mL de etanol 96°.

**d) Preparación de las muestras a analizar.**

Las muestras a analizar fueron las mismas que se utilizaron en la determinación del contenido de flavonoides totales. Los procedimientos para la determinación se presentan en la tabla siguiente:

**e) Preparación de la curva de valoración entre las soluciones estándares de quercetina y los reactivos para la formación del complejo coloreado.**

Los procesos para la preparación de la curva de calibración se presentan en resumen en las tablas siguientes:

**Tabla 3. Esquema de trabajo para la cuantificación de flavonoides totales.**

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Blanco	0.0	0.1	0.1	2.8
Agua de cocción de camotes morados	0.1	0.1	0.1	2.7
Fracción clorofórmica procedente del agua de cocción de los camotes morados	0.1	0.1	0.1	2.7

Leyenda: Del autor del trabajo

1=Muestra

2= Volumen de solución analizada (mL)

3=Solución de tricloruro de aluminio 10%/etanol 96°

4.=Solución de acetato de potasio 1 M

5= Etanol 96°

Los tubos de ensayos se agitan, homogenizan y deja en reposo por 30 minutos. Seguidamente se lleva al espectrofotómetro a 415 nanómetros de longitud de onda para leer las absorbancias. El trabajo se hizo por triplicado.

**Tabla 4. Esquema de trabajo para obtener la curva de valoración entre las soluciones estándares de quercetina y los reactivos para la formación del complejo coloreado.**

1	2	3	4	5
00	0.0	0.1	0.1	2.8
2	0.1	0.1	0.1	2.7
4	0.1	0.1	0.1	2.7
6	0.1	0.1	0.1	2.7
8	0.1	0.1	0.1	2.7
10	0.1	0.1	0.1	2.7

Leyenda: Del autor del trabajo

1=Solución estándar de quercetina mg/100mL

2=Solución analizada (mL)

3=Solución de tricloruro de aluminio 10%/etanol 96°

4.=Solución de acetato de potasio 1 M

5= Etanol 96°

Los tubos de ensayos se agitan, homogenizan y deja en reposo por 30 minutos. Seguidamente se lleva al espectrofotómetro a 415 nanómetros de longitud de onda para leer las absorbancias. El trabajo se hizo por triplicado

#### **f) Cálculos**

Con los datos de las absorbancias de las soluciones estándares de quercetina mediante el método estadístico de los mínimos cuadrados matemáticamente se calculará el contenido de flavonoides totales para expresarlos como equivalentes a mg de quercetina/100ml.

#### **2.2.5.7. Determinación de la actividad antioxidante**

##### **a) Método**

Espectrofotométrico usando DPPH como radical libre

##### **b) Fundamento del método**

La determinación de la actividad antioxidante se fundamenta en que el radical libre 2,2 difenil-1-picrylhidrazil (DPPH) en solución etanólica presenta color violáceo intenso cuya intensidad se mide a 517 nanómetros de longitud de onda esta absorbancia representa el 100 % de la actividad antioxidante. Esta disolución cuando

se pone en contacto con compuestos químicos secuestradores o reactantes al radical libre le originan una disminución de su absorbancia. La disminución de la absorbancia ocurrida se expresa en %.

**c) Reactivos**

- **Solución de DPPH** se preparó con 22 mg del reactivo 1,1-difenil-2-picrilhidrazil que se disuelve en 100 mL de etanol 96°.

- **Disoluciones madre de ácido gálico 100 mg/100ml.** Se preparo disolviendo 100 mg del reactivo ácido gálico en 100 mL de agua destilada

-**Disoluciones estándares de ácido gálico 5, 10, 15, 20 y 25 mg/100 ml.** se cogen 5 fioas de 100 mL se enumeran como 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente y se añaden 5, 10, 15, 20 y 25 ml de la solución madre de ácido gálico y se enrasa a 100 mL con agua destilada respectivamente

**d) Expresión de la actividad antioxidante** La actividad antioxidante es expresada como porcentaje de inhibición al radical libre DPPH cuya absorbancia es medida preliminarmente a 517 nanómetros de longitud de onda en un espectrofotómetro. Esta absorbancia se considera 100 % de actividad del radical libre. Esta disolución de DPPH se pone en contacto con la muestra analizadas que contienen componentes antioxidantes; estos reaccionarán con el DPPH y lo consumirán provocando disminución de la absorbancia preliminarmente registrada para el DPPH. La pérdida de la absorbancia se calcula en términos de porcentaje y eso corresponde a la actividad antioxidante de la muestra analizada.

**e) Procedimiento para determinar la actividad antioxidante de las muestras analizadas**

Para esta parte del trabajo se usaron las mismas muestras utilizadas en las determinaciones de fenoles totales y flavonoides totales. Los procesos se ilustran en el esquema siguiente:

**Tabla 5. Esquema de trabajo para la determinación de la actividad antioxidante de las muestras a analizar. Expresada como % de inhibición.**

<b>Muestra analizada</b>	<b>N° de ensayo</b>	<b>Cantidad analizada (mL)</b>	<b>Disolvente etanol 96° (mL)</b>	<b>Disolución de DPPH (mL)</b>
Blanco	1	00	3.0	00
	2	00	3.0	00
	3	00	3.0	00
DPPH solo	1	00	00	3.0
	2	00	00	3.0
	3	00	00	3.0
Agua de cocción de camotes morados	1	0.1	00	2.9
	2	0.1	00	2.9
	3	0.1	00	2.9
Fracción clorofórmica procedente de las aguas de cocción de los camotes morados	1	0.1	00	2.9
	2	0.1	00	2.9
	3	0.1	00	2.9

**Fuente:** El autor del trabajo

Los reactivos se agregan en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan, se dejan en reposo por 15 minutos al cuidado de la luz. Transcurrido el tiempo se lleva al espectrofotómetro para la lectura de sus absorbancias a 517 nanómetros de longitud de onda.

**d) Determinación de la actividad antioxidante de las muestras y poder expresarlas como equivalentes a ácido gálico.**

Para determinar la actividad antioxidante de las muestras analizadas y expresarlas como equivalentes a solución de mg de ácido gálico /100ml se prepara una curva de valoración entre soluciones estándares de ácido gálico de concentraciones 5, 10, 15, 20 y 25 mg de ácido gálico/100 ml y se les hace reaccionar versus la solución de DPPH. Para esta parte del trabajo se procede como sigue:

**1° Curva de calibración de las reacciones entre las soluciones patrón de ácido gálico versus la solución de DPPH**

Para esta parte del trabajo se preparan soluciones 5, 10, 15, 20 y 25 mg de ácido gálico /100 mL y se utilizan como fenol de referencia para marcar la intensidad de la reacción versus el DPPH. Los procedimientos se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 6. Esquema de obtención de la curva de calibración entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH.**

<b>Muestra analizada</b>	<b>Cantidad analizada</b>	<b>Solvente etanol 96°)</b>	<b>Solución de DPPH</b>
Blanco	0.0 mL	3.00 mL	0.0 mL
DPPH	0.0	0.0	3.00
Ácido gálico 5 mg/100mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 10 mg/100mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 15 mg/100mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 20 mg/100mL	0.1	0.0	2.9
Ácido gálico 25 mg/100mL	0.1	0.0	2.9

**Fuente:** El autor del trabajo

Los reactivos se agregaron en el orden de izquierda a derecha, se homogenizan y se dejó en reposo al cuidado de la luz durante 15 minutos; transcurrido el tiempo se llevó al espectrofotómetro para su lectura a 517 nanómetros de longitud de onda.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. De la especie De la especie vegetal estudiada

La especie vegetal estudiada es *Ipomoea batatas L.* (camote morado) que fueron comprados en el mercado Arenales de la localidad de Ica

#### 3.2. Del tratamiento a la especie vegetal estudiada

El promedio de peladuras de 10 camotes es de 28.4 %, Los pesos de los camotes tratados oscilaron entre 124.5 – 294.6 g.

#### 3.3. De la obtención del agua de cocción

Los resultados de las obtenciones de aguas de cocción de peladuras de camote y camote morados se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 7. Resultado de la obtención de aguas de cocción de peladuras de camotes y de camotes morados enteros.**

Proceso con	Muestra	peso tratado	Volumen de agua añadido	tiempo de cocción	Volumen obtenido
Agua destilada	Peladura	1,000 g	2,000 mL	15 minutos	2,100 mL
	Camote entero	1,000 g	3,000 mL	40 minutos	1,200 mL
Agua de uso domestico	Peladura	1,000 g	2,000 mL	15 minutos	2,100 mL
	Camote entero	1,000 g	3,000 mL	40 minutos	1,140 mL

**Fuente: Del autor del trabajo**

En cuanto a los productos cocidos no hay diferencias macroscópicas visibles si las hay entre las aguas de cocción que proceden de peladuras y las aguas de cocción que se obtienen de cocinar los camotes enteros. Los volúmenes de aguas de cocción disminuyen notoriamente uno por perdida por evaporación y otro por incorporación en el producto tratado. Los pesos de los productos tratados para el caso de las peladuras de camotes aumento en 5.2 % mientras que para el caso de los camotes enteros en 6.1 %.

#### 3.4. De las características organolépticas de las aguas de cocción de los camotes morados

Las características organolépticas de las aguas de cocción de las peladuras y camotes morados se detallan en la tabla siguiente:

**Tabla 8. Resultado de las características organolépticas de las aguas de cocción de peladuras y de camotes morados.**

Del tratamiento con	Muestras de	Observado			
		Color	olor	Sabor	Aspecto
Agua destilada	Peladuras	Morado opaco	Sui generis	Camote	Líquido opaco, denso
	Camotes enteros	Morado translucido	Sui generis	Camote	Líquido límpido
Agua de uso doméstico	Peladuras	Morado opaco	Sui generis	Camote	Líquido opaco denso
	Camotes enteros	Morado translucido	Sui generis	Camote	Líquido límpido

Fuente: El autor del trabajo

En cuanto a las características organolépticas de las aguas de cocción, procedentes de las peladuras y camotes morados, no existen diferencias macroscópicas. Entre el tipo de muestra peladuras de camotes y camotes enteros el color y aspecto de las aguas de cocción son diferentes en cuanto a su color, parece ser presencia de almidones suspendidos, que generan opacidad y aumento de la densidad del agua; mientras que las aguas de cocción de los camotes enteros el líquido obtenido es completamente translúcido y no la consistencia es semejante a la del agua utilizada.

### **3.5. De las características físico químicas de las aguas de cocción de los camotes morados.**

Para esta parte del trabajo se tuvo en cuenta los resultados de las apreciaciones organolépticas y decidí trabajar solamente con las aguas de cocción de peladuras y camotes enteros que fueron tratados con agua de uso doméstico. Los resultados de las determinaciones se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 9. Resultados de las características físico químicas de las aguas de cocción de peladuras y camotes morados tratados con agua de uso doméstico.**

Muestra	N° de repeticiones	Observado			
		Rendimiento (mL)	Densidad (g/ml)	Cenizas (%)	Solidos solubles (%)
Peladuras de camotes Morados	1	84	1.0928	0.1879	0.2702
	2	80	1.0970	0.1894	0.2660
	3	76	1.0922	0.1885	0.2639
	<b>Promedio</b>	<b>80</b>	<b>1.0942</b>	<b>0.1886</b>	<b>0.2667</b>
Camotes morados enteros	1	142	1.0034	0.1017	0.1408
	2	134	1.0016	0.1006	0.1417
	3	126	1.0016	0.1013	0.1405
	<b>promedio</b>	<b>134</b>	<b>1.0022</b>	<b>0.1012</b>	<b>0.1410</b>

**Fuente:** Del autor del trabajo

### **3.6. De la determinación de metabolitos secundarios en las aguas de cocción de los camotes morados.**

Se utilizó las aguas de la cocción de camotes morados enteros concentrada a un cuarto de su volumen y se añadió 3/4 de etanol 96°, Para la fracción clorofórmica las aguas concentradas a un cuarto de su volumen son extraídas con cloroformo por tres veces y se concentra la fase clorofórmica. Seguidamente la fase clorofórmica se prepara en relación 0.1 g con 9.9 mL de etanol. Los resultados de las determinaciones se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 10. Resultados de las determinaciones de metabolitos secundarios en aguas de cocción de camotes morados.**

<b>Prueba ejecutada</b>	<b>Muestra analizada</b>	<b>Resultado</b>
Shinoda	Agua de cocción concentrada a 1/4 de su volumen y 3/4 de etanol 96°	Positivo
	Fracción clorofórmica	Positivo
Cloruro Férrico	Agua de cocción concentrada a 1/4 de su volumen y 3/4 de etanol 96	Positivo
	Fracción clorofórmica	Positivo
Gelatina-sal	Agua de cocción concentrada a 1/4 de su volumen y 3/4 de etanol 96°	Negativo
	Fracción clorofórmica	Negativo
Rosenheim	Agua de cocción concentrada a 1/4 de su volumen y 3/4 de etanol 96°	Negativo
	Fracción clorofórmica	Negativo
Espuma	Agua de cocción concentrada	Negativo

**Fuente:** El autor del trabajo

### **3.7. Determinación del contenido de fenoles totales en las aguas de cocción de camotes morados.**

Los resultados se presentan en las tablas y gráficos siguientes:

#### **1°. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo de Folin Ciocalteu**

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

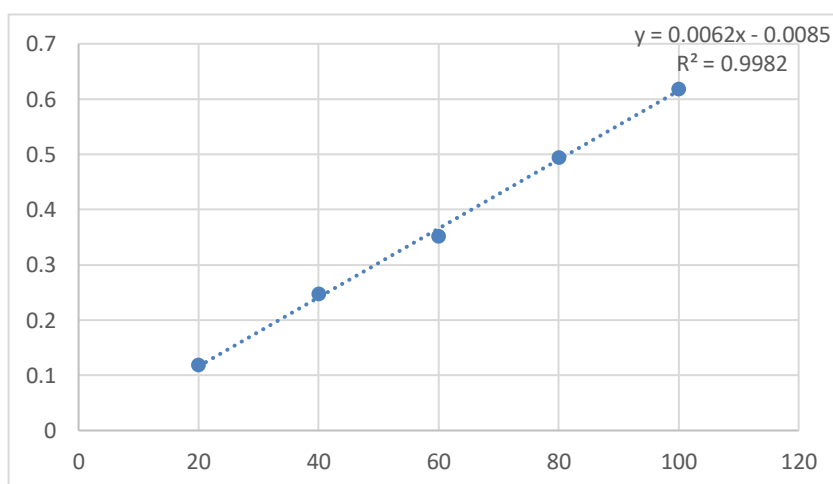
**Tabla 11. Resultados de las absorbancias de las soluciones estándares 20, 40, 60, 80 y 100 mg ácido gálico/100 mL**

DISOLUCION	ABSORBANCIA
Blanco	0.000
20 mg ácido gálico/100mL	0.118
40 mg ácido gálico/100mL	0.247
60 mg ácido gálico/100mL	0.351
80 mg ácido gálico/100mL	0.494
100 mg ácido gálico/100mL	0.618

**Fuente:** Del autor del trabajo

Estos datos de absorbancias fueron tratados por el método estadístico de los mínimos cuadrados a fin de hallar los valores  $m$  y  $b$  de la ecuación de la recta  $y = mx + b$ , y conociendo los valores de las absorbancias poder calcular los valores de  $x$  o concentraciones que corresponden a las absorbancias registradas. siendo  $y$  los valores de las absorbancias determinadas,  $m$  la pendiente y  $b$  el valor del intercepto. El gráfico de esta determinación se presenta seguidamente.

**Gráfico 2. Curva de calibración entre las soluciones estándares de ácido gálico 20, 40, 60, 80 y 100 mg/100 ml versus el reactivo de Folin Ciocalteu**



**Fuente:** El autor del trabajo

Con los valores de la pendiente  $m = 0.0062$  y el valor del intercepto  $b = -0.0085$  y conociendo las absorbancias de las muestras analizadas se determina el contenido de

fenoles totales y se expresan como equivalentes a mg ácido gálico /100 ml.

## 2° Determinación del contenido de fenoles totales en las muestras analizadas

Las muestras analizadas fueron el agua de cocción de los camotes morados enteros con agua de uso doméstico y la fracción clorofórmica procedentes de estas aguas. Los resultados de las absorbancias y sus equivalencias en mg de ácido gálico/100 ml se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 12. Resultados de las absorbancias y equivalencias en mg de ácido gálico/100 mL de las muestras analizadas.**

Muestra analizada	Absorbancia	mg ácido gálico/100 ml
Agua de cocción de camotes morados enteros con agua de uso domestico	0.283	47.02
Fracción clorofórmica procedente de agua de cocción de camotes morados enteros con agua de uso domestico	0.628	102.66

Fuente: Del autor del trabajo

### 3.8. Determinación del contenido flavonoides totales en las aguas de cocción de camotes morados.

Las muestras analizadas fueron las mismas que se usaron para determinar el contenido de fenoles totales, Los resultados se presentan en las tablas y grafico siguiente:

#### 1° Determinación de la curva de calibración entre soluciones estándares de quercetina versus los reactivos de formación de complejo coloreado.

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

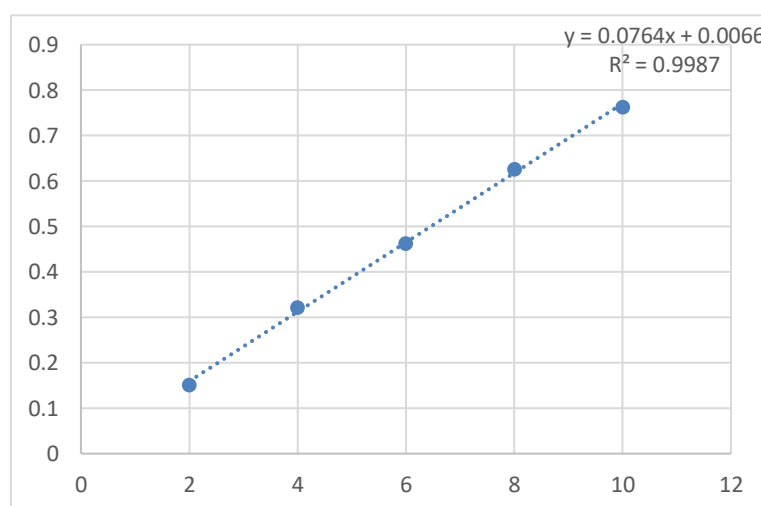
**Tabla 13. Resultados de las absorbancias entres disoluciones estándares de quercetina versus reactivos formadores de complejo coloreado.**

MUESTRA	ABSORBANCIA
Blanco	0.000
2.0 mg/100mL	0.151
4.0 mg/100mL	0.322
6.0 mg/100mL	0.463
8.0 mg/100mL	0.626
10.0 mg/100mL	0.763

**Fuente:** Del autor del trabajo

Estos datos de absorbancias fueron tratados por el método estadístico de los mínimos cuadrados a fin de hallar los valores m y b de la ecuación de la recta  $y = mx + b$ , y conociendo los valores de las absorbancias se puede calcular los valores de x o concentraciones que corresponden a las absorbancias registradas. siendo y los valores de las absorbancias determinadas, m la pendiente y b el valor del intercepto. El grafico de esta determinación se presenta seguidamente.

**Gráfico 3. Curva de calibración entre las soluciones estándares de quercetina y los reactivos para la formación del complejo coloreado.**



**Fuente:** Del autor del trabajo

## 2° Determinación del contenido de flavonoides totales en las muestras analizadas

Las muestras analizadas fueron el agua de cocción de los camotes morados enteros con agua de uso doméstico y la fracción clorofórmica procedentes de estas aguas. Los resultados de las absorbancias y sus equivalencias en mg de quercetina/100 ml se presenta en la tabla siguiente:

**Tabla 14. Resultados de las absorbancias y equivalencias en mg de quercetina/100 mL de las muestras analizadas.**

Muestra analizada	Absorbancia	mg quercetina/100 ml
Agua de cocción de camotes morados enteros con agua de uso domestico	0.272	3.47
Fracción clorofórmica procedente de agua de cocción de camotes morados enteros con agua de uso domestico	0.851	11.05

**Fuente:** Del autor del trabajo

### 3.9. Determinación de la actividad antioxidante en las aguas de cocción de camotes morados

Las muestras analizadas fueron las mismas que se usaron para determinar el contenido de fenoles totales y flavonoides totales, Los resultados se presentan en las tablas y grafico siguiente:

#### 1° De la determinación de la curva de calibración entre soluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH.

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

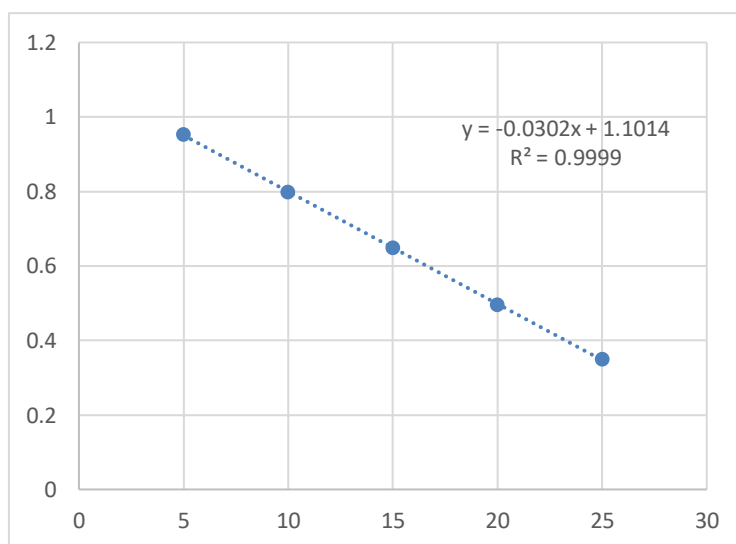
**Tabla 15. Resultados de las absorbancias entre disoluciones estándares de ácido gálico versus el reactivo DPPH**

Muestra	Absorbancia
Blanco	0.000
5 mg ácido gálico/100 mL	0.953
10 mg ácido gálico/100 mL	0.798
15 mg ácido gálico/100 mL	0.648
20 mg ácido gálico/100 mL	0.496
25 mg ácido gálico/100 mL	0.350

**Fuente:** Del autor del trabajo

Los resultados de las absorbancias fueron tratados por el método estadístico de los mínimos cuadrados a fin de hallar los valores m y b de la ecuación de la recta  $y = mx + b$ , y conociendo los valores de las absorbancias de las muestras analizadas se puede calcular los valores de x o concentraciones que corresponden a las absorbancias registradas.

**Gráfico 4. Curva de calibración entre las soluciones estándares de ácido gálico y el reactivo DPPH.**



**Fuente:** Del autor del trabajo

**2°. Determinación de la actividad antioxidante expresada como % de inhibición al radical libre y sus equivalencias equivalentes a mg de ácido gálico/100ml.**

Los resultados se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla 16. Resultados de la actividad antioxidante de las aguas de cocción de camotes morados con agua de uso domestico**

<b>Porcentaje de actividad antioxidante</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Absorbancia</b>	<b>Perdida de absorbancia</b>	<b>% de actividad antioxidante</b>
Blanco	0.000	0.000	0.000
DPPH solo	1.092	0.000	0.000
Agua de cocción de camotes morados con agua de uso domestico	0.917	0.139	12.72
Fracción clorofórmica procedente de las aguas de cocción de camotes morados	0.295	0.797	72.98
<b>Equivalencia de actividad antioxidante expresada como mg de ácido gálico/100 mL</b>			
<b>Muestra</b>	<b>Absorbancia</b>	<b>Equivalencia a mg de ácido gálico/100 mL</b>	
Blanco	0.000	0.000	
Agua de cocción de camotes morados con agua de uso domestico	0.917	6.106	
Fracción clorofórmica procedente de las aguas de la cocción de camotes morados	0.295	26.702	

**Fuente:** Del autor del trabajo

#### IV. DISCUSIÓN

*Ipomoea batatas* L. (camote) es una especie vegetal cuyas raíces tuberosas son ampliamente utilizadas en la alimentación de humanos y animales y como lo señalan algunos investigadores: Huamán A<sup>4</sup>(2016), Cervantes<sup>8</sup>(2019), Flores W<sup>9</sup> (2008) y Sánchez D<sup>10</sup> (2021). En nuestro país es un cultivo de interés económico del que se aprovecha tradicionalmente el forraje que queda después de la cosecha y que es destinado a la alimentación de animales de consumo humano. Últimamente el uso de las raíces tuberosas de camotes se viene industrializando, principalmente, en la preparación de harina de camote y snack o chifles de camotes para consumo humano o en la preparación de pellets para la alimentación de animales. La industrialización de este recurso genera desperdicios orgánicos como son las peladuras no cocidas o cocidas que se destinan a la alimentación de animales y las aguas de cocción de estas raíces que muy poco o nada se aprovechan. Con respecto al uso de los residuos orgánicos de estos cultivos Zhi-feng<sup>5</sup> (2017) demuestra que de las hojas se pueden separar altos contenidos de metabolitos secundarios. Y reporta la presencia de compuestos de naturaleza fenólica con actividad antioxidante. Entre ellos flavonoides en el extracto etanol agua 70% con un contenido de 3,4 mg equivalentes a quercetina / g. Gabilondo J<sup>6</sup> Desarrolla un estudio con el objetivo de evaluar contenido de fenoles totales y la actividad antioxidante en batatas de pulpa color naranja y colorado en distintas etapas de la elaboración de dulce utilizando pulpa con y sin piel. Determinando que el camote colorado tiene mejores contenidos fenoles y actividad antioxidante que los camotes anaranjados. Estos estudios demuestran el interés por conocer las propiedades nutraceuticas del camote, tanto de las hojas como de la pulpa

Valverde G<sup>7</sup> (2014) determina la capacidad antioxidante, mediante el Sistema Ascorbato/Cu – II (Radical Hidroxilo) y el Sistema PMS/NBT/NADH (radical superóxido), del extracto acuoso de la pulpa del camote: amarillo, naranja y morado en presencia de sistemas generadores de radicales libres. Señala que las tres variedades ensayadas disminuyen formación de radical hidroxilo. Con respecto a la formación del radical superóxido el camote morado es mayor que con las otras variedades. En mi trabajo se analiza el agua de la cocción de las peladuras de camotes morados y el agua de la cocción de camotes enteros, tanto con agua destilada como con agua de uso doméstico y he determinado que no existen diferencias en cuanto a las características organolépticas destacables entre estas aguas; por lo que el trabajo se continuó desarrollando con las aguas de las cocciones con agua de uso doméstico. Las aguas de cocción de las peladuras y de los camotes enteros son de color característico morado. Las aguas procedentes de las peladuras son moradas opacas mientras que las procedentes de los camotes enteros son moradas límpidas, en el primer caso probablemente por la presencia de almidones en suspensión que fueron extraído con el agua caliente y estaría justificando las diferencias de contenidos de densidad, cenizas y sólidos solubles totales que son ligeramente mayores en las aguas de las peladuras con respecto a

las aguas de los camotes enteros. En las aguas de cocción de los camotes morados he determinado la presencia de compuestos de naturaleza fenólico y entre ello la presencia de flavonoides lo que es concordante con lo reportado por Zhi-feng<sup>5</sup> (2017) en mi trabajo para el agua de cocción analizada reporto un contenido de 3.47 mg de flavonoides equivalentes a mg de quercetina/100 ml; cuando se extrae la fracción clorofórmica de estas aguas y se prepara al 1 % se determina que tiene un contenido de 11.05 mg de flavonoides equivalentes a mg de quercetina/100 ml. Estos resultados deben ser aprovechados y se debe continuar estudiando para determinar el o los metabolitos secundarios responsables de esta actividad antioxidante; así como someter la fracción clorofórmica a ensayos de screening farmacológico para determinar sus posibles usos medicinales.

## V. CONCLUSIONES

1. Las aguas de cocción de camotes morados (*Ipomoea batatas L.*), enteros obtenidos con agua de uso doméstico tiene un contenido de 47.02 mg de fenoles totales (equivalentes a mg de ácido gálico) /100 mL. La fracción clorofórmica obtenida de la extracción a las aguas de cocción de los camotes morados enteros obtenidas con agua de uso doméstico tiene un contenido de 102.66 mg de fenoles totales (equivalentes a mg de ácido gálico) /100 mL.
2. Las aguas de cocción de camotes morados (*Ipomoea batatas L.*), enteros obtenidos con agua de uso doméstico tiene un contenido de 3.47 mg de flavonoides totales (equivalentes a mg de quercetina) /100 mL. La fracción clorofórmica obtenida de la extracción a las aguas de cocción de los camotes morados enteros obtenidas con agua de uso doméstico tiene un contenido de 11.05 mg de flavonoides totales (equivalentes a mg de quercetina) /100 mL.
3. Las aguas de cocción de camotes morados (*Ipomoea batatas L.*), enteros obtenidos con agua de uso doméstico tiene 12.72 % de actividad antioxidante frente a una solución del radical libre DPPH de absorbancia 1.092, esta actividad antioxidante es equivalente a la de una solución de ácido gálico 6.106 mg/ 100 ml. La fracción clorofórmica obtenida de la extracción a las aguas de cocción de los camotes morados enteros obtenidas con agua de uso doméstico tiene 72.98 % de actividad antioxidante frente a una solución del radical libre DPPH de absorbancia 1.092, esta actividad antioxidante es equivalente a la de una solución de ácido gálico 26.702 mg/ 100 ml.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Estudiar las propiedades farmacológicas de los fenoles y flavonoides presentes en el agua de uso doméstico que se obtiene después de la cocción de los camotes morados enteros.
2. Iniciar estudios para la separación e identificación de los compuestos químicos presentes en el agua de uso doméstico que se obtiene después de la cocción de los camotes morados enteros.
3. Estudiar las propiedades antioxidantes de los fenoles y flavonoides presentes en el agua de uso doméstico que se obtiene después de la cocción de los camotes morados enteros frente a bio marcadores de enfermedades degenerativas.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pinedo, T., Rodríguez G., & Valverde, N. Rendimiento de 10 clones de camote (*Ipomoea batatas* L.) en Trujillo, La Molina, San Ramón y Huaral. [Tesis pregrado]. Lima Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2017.
2. El cultivo de camote. Disponible en <https://andina.pe/agencia/noticia-ministerio-agricultura-presenta-camote-rinde-60-toneladas-hectarea-767583.aspx>
3. Koo, W. Camote Perú exportación. Agrodataba Perú. Disponible en: <https://www.agrodataba.com/2019/04/camote-peru-exportacion-2019-marzo.html> [ Links ]
4. Huamán A, Huamán R. Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de elaboración de fideos instantáneos a partir de fécula de camote (*Ipomoea batatas*) en la Región de Lima. [Tesis pregrado]. Lima: Universidad nacional de san cristóbal de huamanga, 2016.
5. Zhi-feng Fu, Zong-cai Tu, y col. Antioxidant activities and polyphenols of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaves extracted with solvents of various polarities. Food Bioscience. Volume 15, 1 September 2016, Pages 11-18.
6. Gabilondo J, Gorbino G, Marti H, y Malec L. Variación del contenido de polifenoles totales y de la actividad antioxidante en dos cultivares de batata (*ipomoea batata* l.) durante el procesado térmico para la elaboración de dulce. Estación Experimental Agropecuaria INTA San Pedro- Buenos Aires.
7. Valverde G. Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea Batatas* (camote). [Tesis pregrado]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.
8. Cervantes R, Barragan M y Chaquilla G. Evaluación de antioxidantes en el té de hojas de camote morado (*Ipomoea batatas* L.). Tecnología en Marcha vol.32 n.4 Cartago Oct./Dec. 2019.
9. Flores W y Mamani E. Industrialización del Camote. Revista Ciencia y desarrollo; N°12(2008).
10. Sánchez D. Bebida alcohólica tipo vodka obtenida del camote (*Ipomoea batata* L.) [Tesis pregrado]. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2021.
11. Peñarrieta M, Tejada L, Mollinedo P y col. Phenolic compounds in food. Revista Boliviana de Química. Vol 31. N° 2. pp 60-83. Jul-Dic 2014.
12. Harris “Análisis Químico Cuantitativo” 2da Edición. Editorial Reverte S.A. 2001.

13. Skook, Wets-Holler. “Fundamentos de Química Analítica Cuantitativa”. Editorial Reverte S.A. 2003.
14. Gracia A. Cuantificación de fenoles y flavonoides totales en extractos naturales. Se puede conseguir en: [https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56\\_1UAQGarciaNava.pdf](https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2007/56_1UAQGarciaNava.pdf)
15. Colina C. Análisis fitoquímico, determinación cualitativa y cuantitativa de flavonoides y taninos, actividad antioxidante, antimicrobiana de las hojas de “*Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm) I.M. Johnst” de la zona de Yucay (Cusco) [Bachiller]. Universidad nacional mayor de San Marcos; 2016. Se puede conseguir en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323351821.pdf>.
16. Ricco, R.; Ignacio J. Agudelo; Marcelo L. Wagner. Métodos empleados en el análisis de polifenoles en un laboratorio de baja complejidad. Se puede conseguir en: <http://www.lillo.org.ar/revis/lilloa/2015-52-2/07.pdf>.
17. Cegarra J. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Editorial Díaz do Santos. Madrid.2001.
18. Hernández Sampieri, Roberto / Fernández Collado, Carlos / Baptista Lucio, Pilar. Metodología de la investigación. 6ta Edición. Editorial Mc Graw Hill.
19. Ramírez Gonzales Alberto. Metodología de la Investigación Científica. Se puede conseguir en: <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/1.pdf>.
20. Lock. O. “Investigaciones Fitoquímicas” Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú. 1992.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** Contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidantes en agua de cocción de *Ipomoea batata* L. (camote morado)

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es el contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante tiene el agua de cocción de camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.)?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> 1. ¿Cuál es el contenido de fenoles totales en el agua de cocción de camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.)? 2. ¿Cuál es el contenido de flavonoides en el agua de cocción de camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.)? 3. ¿Qué porcentaje de actividad antioxidante tiene el agua de cocción de camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.)?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar el contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante en el agua de la cocción de los camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.)</p> <p><b>Objetivos Específicos</b> 1. Determinar el contenido de fenoles totales en el agua de cocción de los camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.) 2. Determinar el contenido de flavonoides totales en el agua de cocción de los camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.) 3. Determinar el porcentaje de actividad antioxidante que tiene el agua de cocción de los camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.).</p>	<p><b>Hipótesis General</b> De las aguas de cocción de camotes morados se obtienen metabolitos secundarios con actividad antioxidante.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b> 1. Las aguas de cocción de camotes morados tienen un contenido de fenoles equivalentes al de una solución de entre 50 – 60 mg de ácido gálico/100 ml. 2. Las aguas de cocción de camotes morados tienen un contenido de flavonoides que es equivalente al de una solución de entre 10 – 20 mg de quercetina /100 ml. 3. Las aguas de cocción de camotes morados tienen la capacidad para inhibir entre el 60 -70 % la actividad del radical libre DPPH de absorbancia entre 0.900 -1.10</p>	<p><b>Variable Independiente:</b> Aguas de cocción de camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.)</p> <p><b>Variable Dependiente:</b> Fenoles totales. Flavonoides totales. Actividad antioxidante.</p>	<p>-Características organolépticas y fisicoquímicas. -Reacción de Folin Ciocalteu -Reacción del tricloruro de aluminio -Reacción frente al radical libre DPPH</p>	<p><b>Población:</b> Todos los camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.) que se comercializan en el mercado Arenales de nuestra localidad. <b>Muestra:</b> 10 kg de camotes morados (<i>Ipomoea batatas</i> L.) que se comercializan en el mercado Arenales de nuestra localidad.</p>	<p>Órganos de los sentidos y Balanza analítica  Espectrofotómetro</p>

## ANEXO 2

### CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

## CERTIFICACIÓN BOTÁNICA

### "Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

El Biólogo. Que suscribe determina que la muestra biológica presentada por el bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga **ALARCON CAQUIAMARCA CIRO ALEXANDER** con DNI N° 70560041, para su determinación pertenece al nombre científico de *Ipomoea batatas* (L). "camote, batata", según Sistema de Clasificación de Arthur Cronquist, (1988).

REINO: PLANTAE

DIVISIÓN: MAGNOLIOPHYTA

CLASE: MAGNOLIOPSIDA

ORDEN: SOLANALES

FAMILIA: CONVULVULACEAE

GÉNERO: *Ipomoea*

ESPECIE: *Ipomoea batatas* (L)

N.V. "camote, batata"

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

Ica, 07 de noviembre del 2022.



  
.....  
Dr. Miranda Huamán David Méndez  
 BIÓLOGO  
CBP. 3691

### ANEXO 3

## AUTORIZACIÓN PARA USO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA  
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA



### CONSTANCIA

LA DIRECTORA ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA.

HACE CONSTAR QUE EL ESTUDIANTE:

**ALARCÓN CAQUIAMARCA  
CIRO ALEXANDER**

**Código N° 20154020**

En vías de regularización, se le autoriza el uso de las instalaciones del laboratorio de Fisicoquímica y Química Analítica, para el desarrollo de su proyecto de tesis, el cual lleva como título **Contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidantes en agua de cocción de Ipomoea batatas L. (camote morado)**, y que aprobado el proyecto deberá presentar un documento con su asesor, indicando los días y horas que hará uso del laboratorio.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Ica, 20 de Febrero 2023



**ANEXO 4**  
**IMÁGENES**

