



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

Actividad antioxidante del polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por medio de los métodos DPPH y FRAP

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO**

PRESENTADO POR:

Bach. ALAYA ATALAYA, RICARDO

Bach. TOVAR BACA, JUAN CARLOS

Bach. VARGAS PORRAS, DIANA ELIZABETH

ASESOR:

Dr. JHONNEL SAMAIEGO JOAQUIN

LIMA -PERÚ

2019

DEDICATORIA

La presente investigación va dedicada a **Louis Pasteur** por sus grandes aportes en el desarrollo de la farmacología y a la humanidad. Al todo poderoso y a mis padres Juan Tovar y Dionisia Baca. Por su apoyo incondicional y su amor infinito, por enseñarme a luchar ante las adversidades de la vida. A mis hermanos, hermanas, familiares y amigos, que siempre estuvieron apoyándome en esta etapa de mi vida. Mil gracias.

Juan Carlos

A Dios creador del universo y a mis padres que están en el cielo en especialmente a mi madre María Atalaya Villanueva el ser a quien más amo, a mis hermanos y esposa. A mis profesores y compañeros por el apoyo incondicional para el logro de mi objetivo.

Ricardo

A Dios, por guiar mi camino y brindarme la oportunidad de estudiar la carrera profesional de Farmacia y Bioquímica y concluirla con el presente informe de tesis satisfactoriamente. A mi familia por la confianza brindada en especial mis padres, mamita Graciela y papito Pedro, a mis hermanos Maribel y Jaime que hicieron posible este proceso de formación profesional y motivarme en las diferentes situaciones que afrontamos. A mi hijo Andrés Gabriel, es mi fortaleza para seguir superándome.

Diana

AGRADECIMIENTO

A Dios creador de la vida.

Mil gracias a mi alma mater Universidad María Auxiliadora,

A mis Maestros de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la UMA por brindarnos conocimiento, habilidades y competencias de nuestra linda profesión durante los años de estudiante y también con sus experiencias en el campo farmacéutico.

Un agradecimiento a los que hicieron posible este trabajo de investigación, Dr. Jhonnell Samaniego Joaquín, Dr. Víctor Chero, Dr. Carlos Bell Cortez, Dr. Rubén Cueva, Dra. Elsa Béjar, Mg. Fidel Ernesto Acaro, Dr. Edwin Rodríguez, Dr. José Oruna y a los Ingenieros. Osvaldo Moran, Edith Galindo y Juan R. Mayhuire también al Bachiller. Omar Chávez, por sus apoyos durante la elaboración de la tesis para que tenga un alto impacto en la salud pública.

A la Asociación Peruana de Estudiantes de Farmacia y Bioquímica (APEFYB) y a la promoción “Dr. **CARLOS ALEJANDRO BELL CORTEZ**”. Por compartir muchas anécdotas de alegría y de tristezas durante nuestra formación profesional.

RESUMEN

Actividad antioxidante del polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata* L. (camote morado) por medio de los métodos DPPH y FRAP

Objetivo: Determinar la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata* L. (camote morado) por los métodos DPPH y FRAP. Este estudio investigó la capacidad antioxidante y el contenido fenólico total de las raíces de *Ipomoea Batatas* camote morado, en la variedad proveniente de la zona de Piura conocida con “camote morado”. **Materiales y Métodos.** Se utilizaron dos métodos de secado por atomización y liofilización, para estimar el contenido fenólico total se utilizó la técnica con el reactivo Folin-Ciocalteu y los dos métodos DPPH y FRAD. Se obtuvo como **resultados** los valores de 23.23 μmol Trolox equivalentes/g para DPPH y 20.18 μmol Trolox equivalentes/g para FRAD en la muestra liofilizado y valores de 5.24 μmol Trolox equivalentes/g para DPPH y 4.96 μmol Trolox equivalentes/g para FRAD en la muestra atomizado. Con respecto al contenido fenoles totales por la técnica con el reactivo Folin-Ciocalteu, obteniéndose valores de 79.00 μmol Trolox equivalentes/g en la muestra atomizado y valores de 273.66 μmol Trolox equivalentes/g para las muestra liofilizado. **En conclusión** los resultados muestran que la capacidad antioxidante y el contenido fenólico de la variedad de *Ipomoea Batata* camote morado estudiando presenta una gran variación en los resultados según su método de secado utilizado.

Palabras clave: *Ipomoea batata*, ensayos de 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH), ensayos de poder antioxidante de reducción férrica (FRAP), secado por pulverización, liofilización.

SUMMARY

Antioxidant activity of the lyophilized and atomized powder of *Ipomoea batata L.* (purple sweet potato) by means of the DPPH and FRAP methods

Objective: To determine the antioxidant activity in the lyophilized and atomized powder of *Ipomoea batata L.* (purple sweet potato) by the FRAP and DPPH methods. This study investigated the antioxidant capacity and total phenolic content of the roots of *Ipomoea Batatas* in the variety from the Piura area known as "purple sweet potato".

Materials and methods. Two methods of spray drying and lyophilization were used, to estimate the total phenolic content, the technique with the Folin-Ciocalteu reagent and the two methods DPPH and FRAD were used. **Results** obtained were 23.23 μmol Trolox equivalents / g for DPPH and 20.18 μmol Trolox equivalents / g for FRAD in the lyophilized sample and values of 5.24 μmol Trolox equivalents / g for DPPH and 4.96 μmol Trolox equivalents / g for FRAD in the sample. atomized. Regarding the total phenol content by the technique with the Folin-Ciocalteu reagent, obtaining values of 79.00 μmol equivalents Trolox / g in the atomized sample and values of 273.66 μmol equivalents Trolox / g for the lyophilized sample. **In conclusion,** the results show that the antioxidant capacity and phenolic content of the variety of *Ipomoea Batata* studying present a great variation in the results according to the drying method used.

Key words: Ipomoea sweet potato, 1,1-diphenyl-2-picrilhydrazyl (DPPH) assays, ferric reduction antioxidant power (FRAP) assays, spray drying, lyophilization.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN.....	vi
SUMMARY.....	vii
ÍNDICE.....	viii
LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y GRAFICOS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2. Problemas Específicos.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Justificación.....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	11
2.2 Base Teórica.....	14
2.2.1. Aspecto Botánico <i>Ipomoea batata</i> L. Camote morado.....	14
2.2.2. Estrés Oxidativo.....	16
2.2.3. Radicales Libres.....	17
2.2.4. Compuestos fenoles.....	17

2.2.5. Antioxidantes.....	18
2.2.6. Liofilización	18
2.2.7. Atomización	18
2.3. Definición de Términos Básicos.....	19
2.4. Hipótesis.....	20
2.4.1. Hipótesis general	20
2.4.2. Hipótesis específica:.....	20
3. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo de investigación.	21
3.2. Nivel de investigación.	21
3.3. Diseño de la investigación.....	21
3.4. Área de Estudio	21
3.5.1. Población.	23
3.5.2. Muestra.	23
3.6. Variables y Operacionalización de variables.....	24
3.7. Instrumentos de recolección de datos.....	26
3.7.1. Equipos	26
3.7.2. Materiales	26
3.7.3. Reactivos	27
3.8. Validación de los instrumentos de recolección de datos.	27
3.9. Procedimiento de recolección de datos.....	27
3.9.1. Recolección de muestra:.....	27
3.9.2. Secado por liofilizado.....	29
3.9.3. Secado por atomizado.....	31
3.9.4. Descripción del proceso de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del camote morado liofilizado y atomizado.	33
3.9.5. Método de análisis.....	34

3.9.6. Determinación de Polifenoles totales	35
3.9.7. Actividad de captación de radicales DPPH	37
3.9.8. Ensayo de potencia férrica antioxidante reductor (FRAP).....	37
3.10. Componente ético de la investigación.....	38
3.11. Procesamiento y análisis de datos.	38
4. RESULTADOS	39
4.1. Prueba de solubilidad	39
4.2. Determinación de contenido de fenoles Totales.....	40
4.3. Determinación de la actividad antioxidante TEAC DPPH.....	43
4.4. Determinación de la actividad antioxidante TEAC FRAP.....	46
4.5. Correlación de Pearson entre actividad antioxidante y contenido de fenoles totales	49
5. DISCUSIÓN.....	52
6. CONCLUSIONES	53
7. RECOMENDACIONES	54
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55
9. Anexos.....	61
9.1. Matriz de Consistencia	61
9.2. Instrumento de recolección de datos	62

LISTA DE TABLAS, FIGURAS Y GRAFICOS

Tabla	Página
Tabla 01. Volumen de solución estándar y agua para elaborar la curva estándar de medición.....	36
Tabla 02. Prueba de solubilidad del liofilizado y atomizado de la raíz de <i>Ipomoea batata L.</i> camote morado.....	39
Tabla 03. Datos descriptivos de los contenidos de fenoles totales (mg GAE/100g).....	40
Tabla 04. Análisis de Varianza entre los grupos del camote atomizado y camote liofilizado ($\alpha=0.05$).....	42
Tabla 05. Datos descriptivos de la capacidad antioxidante TEAC DPPH (μM Trolox/g).....	43
Tabla 06. Análisis de Varianza de la actividad antioxidante DPPH entre camote morado atomizado y el camote morado liofilizado ($\alpha=0.05$)	45
Tabla 07. Datos descriptivos de la capacidad antioxidante TEAC FRAP (μM Trolox/g).....	46
Tabla 08. Análisis de Varianza de la actividad antioxidante FRAP entre los grupos experimentales ($\alpha=0.05$).....	48
Tabla 09. Correlación de Pearson Fenoles totales y DPPH.....	49
Tabla 10. Correlación de Pearson Fenoles totales y FRAP.....	51
Figuras	
Figura 01. <i>Ipomoea batatas L</i> camote morado.....	15
Figura 02. Estructura química del fenol.....	17
Figura 03. Recolección de Muestra <i>Ipomoea batatas L.</i> camote morado	28
Figura 04. Secado por Liofilizado del <i>Ipomoea batatas L</i> camote morado.....	29
Figura 05. Secado por Atomizado <i>Ipomoea batatas L.</i> camote morado	31

GRAFICOS	Página
Grafico 01. Compuestos fenólicos para cada grupo de <i>Ipomoea Batata L.</i> camote morado	41
Grafico 02. Actividad antioxidante DPPH para los grupos de <i>Ipomoea Batata L.</i> camote morado.....	44
Grafico 03. Capacidad antioxidante FRAP para los grupos de <i>Ipomoea Batata L.</i> camote morado.....	47
Grafico 04. Correlación lineal entre contenido de fenoles totales y actividad antioxidante DPPH.....	50
Grafico 05. Correlación lineal entre contenido de fenoles totales y actividad antioxidante FRAP.....	51

INTRODUCCIÓN

Los radicales libres se liberan durante el metabolismo humano, y también se producen por contaminantes ambientales, (atmosféricos, acuáticos, de suelos), radiaciones (ultravioleta, gamma) entre otros. Se pueden relacionar con el consumo o uso de tóxicos como el alcohol, tabaco y drogas o debido a una alimentación no adecuada, exposición a fertilizantes o pesticidas. Se incluye además el metabolismo de algunos químicos y elevado estrés físico o psíquico ¹. De acuerdo con Núñez (2011) se han estudiado alrededor de 100 enfermedades y su relación con el desbalance del sistema oxidativo, entre otras: cardiovasculares, cáncer, gástricas, respiratorias, neurológicas y del sistema endocrino los cuales pueden prevenirse o ser reducidos con los compuestos antioxidantes presentes en los alimentos², dentro de los alimentos que tiene presencia de componentes antioxidantes encontramos al ***Ipomoea Batatas*** “camote”, en la actualidad se cultiva en todo el mundo siendo un cultivo importante en países tropicales de Asia, África y América Latina, y es visto como una de las especies que pueden ayudar a solucionar problemas de seguridad alimentaria ³. Actualmente en el mundo existen varios estudios que evalúan la capacidad antioxidante del camote en distintas variedades, debido a que presenta componentes fenólicos que le brindan propiedades de antioxidante ^{4, 5, 6}. El camote es el octavo cultivo más importante del mundo, después del trigo, arroz, papa, tomate, maíz, yuca y bananas. La producción mundial de camote alcanza 130 millones de toneladas anuales. Mientras China produce el 80% de la producción mundial, Latino América a pesar de ser centro de origen produce 1.9 millones de toneladas anuales (FAOSTATs 2016 [http:// www.fao.org/faostat/es/#home](http://www.fao.org/faostat/es/#home)). El ***Ipomoea Batatas*** es un cultivo tradicional muy antiguo en América con evidencias arqueológicas en la costa peruana 8.000 a 10.000 años⁷. Siendo el Perú uno de los países con menor producción en la región. El Ministerio de Agricultura y Riego del Perú MINAGRI informó que la producción de camote para el 2015 fue de 288,163.99 toneladas con un rendimiento de 17.62 toneladas por hectárea (T/ha); siendo los departamentos del norte del Perú: Ancash 24,117Tn/ha, Piura 15,257Tn/ha, Lambayeque 34,814Tn/ha y Cajamarca 7,995Tn/ha, como Lima 155,209Tn/ha e Ica 24,996Tn/ha de mayor producción de camote con respecto a otros departamentos los cuales tienen bajo rendimiento de producción como

Huancavelica 31Tn/ha, Moquegua con 33Tn/ha, Tumbes 65Tn/ha⁸. A pesar de que el camote un alimento nativo de Perú no tiene un consumo habitual, uno de los motivos puede ser el desconocimiento de los beneficios que este alimento puede tener para la salud y la falta de difusión de la amplia variedad de camotes con la que cuenta el Perú existiendo 250 a 300 variedades de camote⁹. En la actualidad en el Perú existes variedades que no tienen estudios que evalúen su capacidad antioxidante, en esta investigación hemos elegido estudiar una variedad que se cultiva en el Norte del Perú conocida como “camote morado” por su color característico que indica y puede tener un alto porcentaje de polifenoles, Se evaluó este Camote morado por dos métodos para determinar la capacidad antioxidante (DPPH y FRAD), se sabe que los tratamientos de secado pueden afectar la presencia de estos componentes y de la capacidad antioxidante presente en la muestra, lo cual ha sido reportando en varios estudios^{10,11,12}. La liofilización es un proceso durante el cual el material primero se congela y se concentra el solvente, generalmente agua, para luego ser retirado por sublimación a presión reducida, hasta alcanzar valores de 5% de humedad o menores, por tal motivo la pérdida de disminuyendo las pérdidas de los componentes volátiles o termosensibles es mínima, sin embargo es una técnica lenta y de alto costo, la técnica más utilizada en la industria alimentaria es la atomización porque el tiempo de secado es corto y de costo menor a la liofilización, sin embargo esta técnica la muestra se somete a altas temperatura lo cual puede afectar la concentración de fenoles totales y su capacidad antioxidante, por tal razón en este estudio se evaluó estos atributos en dos muestras de raíces una secada por Liofilización y la otra por Atomización.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema.

Existen evidencias que permiten afirmar que los radicales libres y el conjunto de especies reactivas cumplen un rol importante en el equilibrio homeostático en las células de nuestro cuerpo y por ende son necesarias para la salud. Este proceso debe ser controlado con una adecuada protección antioxidante. La ingesta de vitaminas y compuestos fenólicos que por distintos mecanismos radicalarios ayuda a prevenir enfermedades¹³

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el incremento poblacional y la longevidad mejorada han favorecido a que existan personas cada vez mayores en el mundo; se estima que para el 2030 habrá 52 millones de muertes por año a causa de enfermedades no transmisibles. La mortalidad anual de enfermedades cardiovasculares está proyectada para un aumento de 17.5 millones en el 2012 a 22.2 millones en el 2030, y las muertes anuales por cáncer es de 8.2 millones a 12.6 millones; si no se cambian los estilos de vida y hábitos de alimentación se espera que continúe siendo la principal causa de mortalidad en el mundo¹⁴

El aumento porcentual de cáncer de incidencia para año 2030, en comparación con año 2008, tendrá la relación según el ingreso económico. En el ingreso bajo (82%) e ingresos medios bajos países (70%) en comparación con los países de ingresos medios altos (58%) y de ingresos altos (40%).¹⁴

El envejecimiento y la muerte son inherentes a toda materia viva debido a que el metabolismo y otros factores son causantes de formación de sustancia que dañan las células de nuestro organismo. La administración de los antioxidantes es muy importante para prevenir el envejecimiento y mejorar la calidad de vida de la población¹⁵.

En Cuba principal problema demográfico es el envejecimiento cuyas cifras alcanzan a un 18 % de la población con 60 años y más ; se espera que para el

2025 este grupo alcance más del 25% de la población total, por lo que es considerado uno de los países más envejecidos de América Latina. Hoy existe cerca de 2 millones de personas de 60 años y más, para el 2030 serán 3.3 millones¹⁵.

Las principales causas de muerte en el Perú son las enfermedades cardiovasculares. El Instituto Nacional Cardiovascular (INCOR), informó que a diario atiende entre 4 a 5 casos de pacientes con infarto de miocardio, siendo el porcentaje mayor en varones mayores de 40 años¹⁶.

Varios estudios han informado que los antioxidantes provenientes del camote *Ipomoea Batata L.* son importantes en la prevención del envejecimiento y las enfermedades relacionadas con la edad¹⁷.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por los métodos DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo) y FRAP (Capacidad para Reducir el Hierro Férrico)?

1.2.2. Problemas Específicos.

- ¿Cuál es el contenido de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado)?
- ¿Cuál es la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por el método DPPH?
- ¿Cuál es la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por el método FRAP?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la actividad antioxidante y el contenido de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por los métodos DPPH y FRAP.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar el contenido de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado).
- Determinar la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por el método DPPH.
- Determinar la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por el método FRAP.

1.4. Justificación

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) las enfermedades no transmisibles constituye la primera causa de muerte en todo el mundo, siendo las enfermedades cardiovasculares y de envejecimiento son las que tiene mayor incidencia; se estima que en los próximo 10 años, cerca de un millón de personas morirán a causa de enfermedades cardiovasculares; en tanto la disminución de la morbilidad y la mortalidad dependerá, en gran medida, de la eficiencia de la acciones de asistencia sanitaria y la capacidad de la población de modificar comportamiento y hábitos de vida.

Las patologías que sufren la población a nivel mundial, relacionados o generado por desbalances entre radicales libres y antioxidante son numerosos.

Los tratamientos antioxidantes prolongan la vida en los seres vivos.

A nivel nacional se registra niños menores de 5 años con desnutrición crónica siendo el departamento de Huancavelica el que presenta con mayor nivel de desnutrición.

Este estudio a futuro será la base para recoger la información acerca del potencial de antioxidante y que conlleva a darle un tratamiento térmico que conserve mejor los componentes antioxidantes del *Ipomoea batata L.* (camote morado). También darle un valor agregado al consumidor, para optar el consumo masivo de la *Ipomoea batata L.* (camote morado), tener un producto natural de mejor calidad. El estudio de investigación también ayudara a verificar la calidad del *Ipomoea batata L.* (camote morado), comparándolo con los resultados de otros estudios científicos existentes.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

En el 2017, **Teow CC, Truong VD, McFeeters RF, Thompson RL, Pecota KV, Yencho GC.** Estudio la “**Actividad antioxidante, contenido fenólico y β -caroteno de genotipos camote con pulpa de colores variados**” El objetivo del **presente estudio fue** : Encontrar la actividad del antioxidante (μmol trolox equivalente TE/g peso fresco) serán medidos por la capacidad de absorbancia del radical de oxígeno (ORAC), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) y 2,20-azinobis (ácido 3 ethyl-benzothiazoline-benzothiazoline-6-sulfonic) (ABTS). Se utilizaron 19 genotipos de camote con distintas pulpas de colores (blanco, crema, amarillo, naranja y púrpura). Los fenoles totales se realizara según método Folin – Ciocalteau, las antocianinas totales por el método pH-diferencial, y β -caroteno por HPLC. La actividad total de antioxidantes (hidrófilico + lipofilico ORAC) estaba más alto ($27.2 \mu\text{mol TE/g}$ peso fresco (fw)) por NC415 (pulpa purpura) y mínimo ($2.72 \mu\text{mol TE/g fw}$) para Xushu 18 (pulpa blanca). Los valores de hidrofílicos -ORAC fueron significativamente correlacionado con el DPPH ($R^2 = 0.859$) y ABTS ($R^2 = 0.761$). Sin embargo, los valores lipofílicos-ORAC estaban pobremente correlacionados con el contenido de β -caroteno ($R^2 = 0.480$). **Obtuvieron como resultados:** Los contenidos fenólicos totales (0.011 – $0.949 \text{ mg ácido clorogénico equivalente/g fw}$), estaban altamente correlacionados con los valores hidrofílicos-ORAC ($R^2=0.937$) y DPPH ($R^2=0.820$). **Se concluyó:** Que las actividades del antioxidante variaron ampliamente entre los clones del camote. La intensidad de color del camote tuvo tendencia a ser asociadas una alta actividad antioxidante. La pulpa púrpura del camote sería una elección alimenticia para consumidores, así como también una fuente potencial de colorantes de alimentos naturales. También que hubo buenas correlaciones entre la actividad antioxidante hidrófilico medidos por ORAC, ABTS y DPPH, sugiriendo que estos métodos tienen capacidad similar predictiva para la actividad del antioxidante del camote¹⁸

En el 2014, Efferson H. Realizó la investigación sobre “**Estudio del efecto del secado y la fritura al vacío sobre el contenido de antioxidantes del camote (*Ipomoea batata*)**”

Cuyo objetivo fue: Estudiar el efecto del secado y la fritura al vacío sobre el contenido de antioxidantes del camote (*Ipomoea batata*). **Los materiales y métodos:** realizaron análisis bioquímicos (fenoles totales -FT-, antocianinas totales -AT-, ácido L-ascórbico -AA- y capacidad antioxidante -CA-) en el camote congelado crudo, la harina de camote obtenida por secado y el chip obtenido por fritura al vacío. El contenido de FT presentes en la muestra congelada cruda, harina y fritura fueron de 40.76, 4.85 y 4,78 mg equivalentes de ácido gálico/g (b.s.) respectivamente. Los contenidos de AT fueron de 0.28 y 0.02 mg equivalentes de Cy-3-glu/g (b.s.) para muestra congelada cruda y fritura, mientras que en harina no se detectó la presencia de AT. Los valores de vitamina C hallados fueron 0.27, 0.13 y 0.11 mg ácido ascórbico/g (b.s.) en muestra congelada cruda, harina y fritura. **Obtuvieron como resultados:** La capacidad antioxidante total presentó valores de 6.35, 0.44, 0.47 $\mu\text{mol TEAC}$ (trolox equivalent antioxidant capacity)/g (b.s.) en las muestras con el mismo orden antes descrito. Las diferencias fueron evidentes entre el camote congelado crudo y las muestras procesadas en cuanto al contenido de compuestos antioxidantes. La muestra congelada cruda presentó mayor contenido de FT, AT y AA, y una mayor CA que las muestras de secado y fritura al vacío. **Llegaron a la conclusión:** Que el camote *Ipomoea batata* mostró mayor cantidad de fenoles totales, antocianinas totales, ácido ascórbico y finalmente una mayor capacidad antioxidante. Este comportamiento estaría asociado directamente a la congelación del camote previo a los procesamientos, y principalmente la temperatura utilizada en el proceso de secado y en el proceso de fritura al vacío.¹⁹

En el 2014, **Garcia A, Perez M, Garcia A, Madriz P**. Grupo de investigadores realizaron un estudio titulado “**Caracterización postcosecha y composición química de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) Variedad Topera**”.

Cuyo objetivo fue: Caracterizar la composición química y calidad postcosecha de la batata variedad Topera, proveniente de una producción semi-mecanizada con buenas prácticas agrícolas (BPA). **Los materiales y Métodos usados por los autores:** El estudio lo realizaron en el Laboratorio de Procesamiento Primario de Productos Agrícolas y Bioquímica de Alimentos de la Facultad de Agronomía (FAGRO) de la Universidad Central de Venezuela (UCV). La metodología que los autores utilizaron permitió determinar algunas características físicas, texturales y composición química por los métodos de AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Los autores obtuvieron como resultados:** batatas con un menor coeficiente de variabilidad en el peso (CV: 20,12%), forma (CV: 5,63%) y tamaño (CV: 12,80%). Esta respuesta permitió establecer tres categorías de calidad con una baja incidencia de defectos (2,15%) y daños físico-mecánicos (30,25%), esta última asociada a la alta resistencia del material (6,25+0,05 kgf/mm) Los autores concluyeron que las batatas presentaron contenidos de azúcares reductores de 9,88%, fibra de 6,19% y proteína de 4,13%; estas características nutricionales sugieren su uso como suplemento alimenticio²⁰

En el 2014, **León M.** Estudio realizado titulado “**Actividades antiinflamatorias del *Ipomoea batata* (camote morado) y *Daucus carota ssp. Sativus* (zanahoria negra) en las células intestinales del miofibroblasto (CCD-18Co)”**

Objetivo: Determinar la actividad antiinflamatoria que poseen los extractos de camote morado, zanahoria negra en células del miofibroblasto intestinal (CCD-18Co). **Los Materiales y Métodos:** Se utilizó la herramienta diseño experimental de bloques (BCA) completo al azar con arreglo factorial. Los tratamientos son cuatro extractos (camote morado, zanahoria negra y sus extractos hidrolizados) y sus tres concentraciones (10, 25 y 50 µg/ml). Se evaluó proliferación celular, especies reactivas a oxígeno y expresión de diversos genes relacionados a inflamación. Concluyeron que las antocianinas presentes en los extractos fueron cianidina y peonidina unida a diferentes azúcares y ácidos fenólicos. **Obtuvieron como resultados:** El estudio se determinó el efecto de reducción de la expresión de genes relacionados con inflamación a la misma concentración (25 µg/ml) en el cual todos los extractos mostraron reducción en los genes TNF- α , NF- κ B, IL-6 y IL-1 β . **Llegaron a la Conclusión:** Que el análisis realizado en los laboratorios demuestra que la capacidad antiinflamatoria del camote morado y zanahoria negra son agentes potenciales en la prevención de enfermedades crónicas tales como el cáncer y diabetes²¹

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

En el 2019, **Cervantes R, Barragán M, Chaquilla G.** Grupo de investigadores realizaron un estudio titulado “**Evaluación de antioxidantes en el té de hojas de camote morado (*Ipomoea batatas L.*)**” **Cuyo objetivo fue:** Determinar los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante del té de hojas de camote morado (TCM). **Los materiales y métodos que usaron fueron:** Se realizó una extracción acuosa a temperatura de ebullición de las hojas secas de camote morado proveniente del valle de Pachachaca, Abancay Apurímac-Perú, posteriormente se procedió a analizar, tomando como referencia al té verde comercial (TVC). Se determinó el contenido de Polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteau. **Obteniendo como resultado:** Valores para TCM y TVC de 14.16 y 9.40 mg de GAE/g de hojas respectivamente. También se evaluó 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) obteniéndose 8.61 y 7.98 μmol Trolox/mL en TCM y TVC respectivamente, demostrando estos resultados que el TCM presenta mayor poder bioactivo y capacidad antioxidante; así mismo se evaluó la TEAC con 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) reportando valores 25.16 y 25.63 μmol Trolox/g para TCM y TVC. **El autor llega a la conclusión:** Que el TCM presenta una capacidad antioxidante semejante al del TVC considerado por excelencia como bebida antioxidante. Se encontró además una correlación $r=0.9129$ entre polifenoles y antioxidantes²².

En el 2016, **Saucedo JC.** Investigó en la tesis titulada “**Obtención de Antioxidantes en Polvo a partir de la *Ipomea Batata* (Camote Morado).**

Los autores tuvieron como objetivo: Encontrar la concentración de antioxidantes presentes en el polvo de la hoja seca del camote morado, cuya muestra biológica muchas veces es considerada residuo. **Los materiales y métodos que usaron fueron:** Las hojas del camote morado fueron recolectadas de la chacra de la Universidad Nacional Agraria La Molina; El instrumento utilizado por espectrofotómetro a 515nm. El proceso para la obtención del polvo del extracto concentrado fue el de atomización o deshidratación. Para medir la capacidad antioxidante utilizó el método DPPH. **Obteniendo como resultados:** La capacidad antioxidante que presentó el polvo obtenido fue de 5526.65 μ moles de Trolox por Kg de hoja de camote morado, por lo que dicha cantidad es superior al que necesita nuestro cuerpo humano. **El autor llega a la conclusión:** Que la cantidad de capacidad antioxidante en comparación a la pulpa de *μ*zanahoria morada, del camote morado son: 698825,6081; 851315,76; μ moles Trolox por kilogramo respectivamente del concentrado en polvo. Capacidad antioxidante obtenida en el trabajo es de 146205,0209 μ moles de Trolox por kilogramo del extracto de la hoja de camote morado en polvo.²³

En el 2014, **Valverde J.** Tesis titulada “**Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea Batatas* (camote).**” **Cuyo Objetivo fue:** Determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso del camote en presencia de sistemas generadores de radicales libres. **Materiales y Métodos utilizados:** La investigación fue descriptivo, observacional, transversal, prospectivo. Los camotes de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado fueron obtenidos por conveniencia el mismo día de la preparación de las muestras provenientes de la Costa del Perú. En el laboratorio examinaron la capacidad antioxidante mediante dos sistemas: el Sistema Ascorbato/Cu – II (Radical Hidroxilo) y el Sistema PMS/NBT/NADH (radical superóxido). **Obtuvo como resultado:** En el estudio en plena formación de *radical hidroxilo* se obtuvo que a una concentración de 25 mg/ml de camote, en sus tres variedades, se lograra disminuir la formación de radical hidroxilo. Durante la formación de *radicales superóxido* se obtuvo que la variedad de *Ipomoea Batata* morada en sus tres concentraciones inhibiera la formación de radicales superóxido. Dando un porcentaje de inhibición de 68% a una concentración de 37,5mg/ml. **Conclusion:** Según que aumenta la concentración de la muestra mayor será la acción antioxidante. Al comparar las tres variedades de *Ipomoea Batata* se determinó que para ambos sistemas generadores de radicales libres la que obtuvo mejores resultados fue la variedad de *Ipomoea Batata* o camote morada seguida por la variedad naranja y amarilla. 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 humano²⁴.

2.2 Base Teórica

2.2.1. Aspecto Botánico *Ipomoea batata* L. Camote morado.

a). Clasificación taxonómica.

Según la certificación de identificación botánica de especímenes y productos de Flora. Identificando por el Biólogo José Ricardo Campos de la Cruz según el sistema de clasificación de Arthur Cronquist (1988).

Reino: PLANTAE

División: MAGNOLIOPHYTA

Clase: MAGNOLIOPSIDA

Clase: ASTERIDAE

Orden: SOLANALES

Familia: CONVULVACEAE

Género: *Ipomoea*

Especie: *Ipomoea batatas* Lam.

b) Clasificación botánica

Se sabe que el camote desempeña un rol importante en la alimentación de la población rural y urbana, las raíces tuberosas por su bajo costo y agradable sabor, son un buen aporte al déficit nutritivo que demandan las familias de bajo ingreso. Proporciona de 113 a 123 calorías y 1.3 a 1.8 g de proteínas por cada 100 g así como un importante aporte en Beta caroteno (0.048 – 0.084 mg/100g). Además, es una fuente interesante de forraje fresco para la actividad ganadera asentada en las zonas marginales de los valles de la costa²⁵.

c) Distribución geográfica

Es un cultivo propio de los valles cálidos. En el Perú se siembra en los valles de la costa, a nivel del mar; en los valles interandinos y de la selva entre 500 a 2000 metros de altitud y en la costa se cultiva desde 0 hasta 2500 msnm, y desde 40° L.N. hasta 40° L.S. (Villa García, 1990). En dichos valles se han hallado vestigios pre-inca de las raíces carnosas, que indican la gran importancia del camote desde aquella época del Perú²⁵.

Figura 01. *Ipomoea batatas* L camote morado



Fuente: Recolectada por el investigador.

d) Usos

Es una planta ampliamente utilizada en la alimentación y consumida en las más diferentes formas, al igual que la papa y la yuca y empleada como fuente de calorías. Se consume generalmente sancochados, fritos, en harina (elaboración de la mazamorra); el alto contenido de azúcar se acentúa, exponiendo al sol por varios días (variedad amarilla) por lo que se utiliza como puré, postre, etc. En la actualidad se encuentra difundida en todas las latitudes tropicales, subtropicales y templadas del mundo y crece en gran diversidad de ambientes, incluyendo suelos pobres y de escasa humedad²⁶.

e) Etnobotánica

Sin duda fue el camote, uno de los principales alimentos que consumían la población antigua, especialmente en la costa. Al igual que la papa, el camote por su sabor agradable en la actualidad, es el plato preferido de los más pobres del Perú y el mundo. Se han recobrado restos de camote enteros en varios sitios arqueológicos de la costa: Ancón, Pachacamac, Paracas. Asimismo, ceramios Mochica que representan el camote²⁶.

f) Cultivo y producción

La variación registrada en febrero 2019 fue de 7,21%, impulsada por la mayor actividad agrícola en camote (29,67%)²⁷.

2.2.2. Estrés Oxidativo

Especies reactivas del oxígeno (ERO) es el término que se aplica colectivamente a las moléculas radicales y no radicales que son agentes oxidantes y/o son fácilmente convertidos a radicales. En la última década se han acumulado evidencias que permiten afirmar que los radicales libres y el conjunto de especies reactivas que se les asocian juegan un papel central en nuestro equilibrio homeostático, que es el normal funcionamiento de los mecanismos de regulación que conservan el estado normal fisiológico de los organismos. En mamíferos son muchos los procesos fisiopatológicos causados por estas especies tales como los mecanismos patogénicos asociados a virus, bacterias, parásitos y células anormales, constituyendo un mecanismo de defensa del organismo frente a estos agresores. Cuando el aumento del contenido intracelular de ERO sobrepasa las defensas antioxidantes de la célula se produce el estrés oxidativo, a través del cual se induce daño a moléculas biológicas como lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. El estrés oxidativo se presenta en diversos estados patológicos en los cuales se altera la funcionalidad celular, contribuyendo o retroalimentando el desarrollo de enfermedades degenerativas como la aterosclerosis, cardiomiopatías, enfermedades neurológicas y cáncer²⁸.

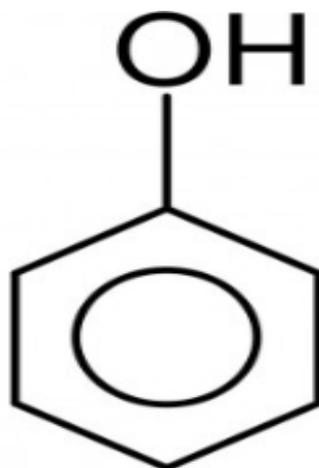
2.2.3. Radicales Libres

Los radicales libres son grupos de átomos que tienen un electrón desapareado o libre por lo que son muy reactivos ya que tienden a captar un electrón de moléculas estables con el fin de alcanzar su estabilidad electroquímica. Una vez que el radical libre ha conseguido sustraer el electrón que necesita, la molécula estable que se lo cede se convierte a su vez en un radical libre por quedar con un electrón desapareado, iniciándose así una verdadera reacción en cadena que destruye nuestras células. La vida media biológica del radical libre es de microsegundos, pero tiene la capacidad de reaccionar con todo lo que esté a su alrededor provocando un gran daño a moléculas, membranas celulares y tejidos²⁸.

2.2.4. Compuestos fenoles

Los fenoles son metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Se localizan en todas las partes de las plantas y su concentración es variable a lo largo del ciclo vegetativo. Estos compuestos participan de diversas funciones, tales como la asimilación de nutrientes, la síntesis proteica, la actividad enzimática. Estas sustancias reciben el nombre de compuestos fenólicos, polifenoles o fenilpropanoides y derivan todas ellas del fenol, un anillo aromático con un grupo hidroxilo²⁹.

Figura 02. Estructura química del fenol³⁰.



2.2.5. Antioxidantes

Los Antioxidantes son compuestos los cuales pueden inhibir o retardar la oxidación de otras moléculas inhibiendo la iniciación y/o propagación de las reacciones en cadena de los radicales libres. Los antioxidantes se dividen en dos categorías principalmente que son: sintéticos y naturales. En general los antioxidantes sintéticos son compuestos de estructuras fenólicas con varios grados de sustitución alquílica, mientras que los antioxidantes naturales pueden ser: compuestos fenólicos (tocoferoles, flavonoides y ácidos fenólicos), compuestos nitrogenados (alcaloides, derivados de la clorofila, aminoácidos y aminas) o carotenoides, así como el ácido ascórbico³⁰.

2.2.6. Liofilización

Es un proceso de conservación mediante la sublimación utilizadas con el fin de conservar los componentes volátiles o termo-sensibles, en este proceso de secado también tienen grandes beneficios en sus propiedades y se rehidratan fácilmente³¹.

a) Ventajas y desventajas de la liofilización

La ventaja de esta técnica es la obtención de un buen producto de calidad que se obtiene al final del proceso y la desventaja es el costo del proceso; por ello la liofilización se realiza a productos con alto valor agregado, semejantes a productos farmacéuticos o alimentos para bebés. Las causas por el alto costo es la larga vida del producto procesado y también es una ventaja³¹.

2.2.7. Atomización

La definición del proceso de secado por atomización es la transformación de una materia en forma líquida en forma seca atomizándola en un medio de secado caliente. Se realiza en una sola operación continua. La materia puede tener la forma de una solución, una suspensión o una pasta. El producto seco es un polvo que está compuesto de partículas o

aglomerados, dependiendo todo de las propiedades físicas y químicas del producto de entrada y del diseño y operación del secador³².

- El líquido se introduce en el equipo por medio de un embudo de decantación y es por goteo y se atomiza.
- Se elimina el disolvente por medio de una corriente de aire caliente.
- Luego mediante unos filtros de compartimentos son depositadas vaso o recipiente cerrado.

El proceso de secado, se puede emplear distintas formas de energía para separar un líquido en partículas muy finas. En este proceso el atomizador determina no solo la energía que se requiere para formar el aerosol si no también el tamaño de las partículas, la distribución, la velocidad y la trayectoria de las partículas finales. Dicha predicción es acertada de acuerdo al tamaño y así las gotitas que permite controlar las características del polvo seco, tamaño de la gotita permiten controlar las características. La dimensión de la gota establece la superficie del traspaso de calor disponible, así la tarifa de secado del polvo final³².

2.3. Definición de Términos Básicos.

- **DPPH:** (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo). Es un reactivo Radical libre cuya fórmula es 2,2- Difenil-1-Picrilhidrazilo.³³
- **CRHF:** (Capacidad para Reducir el Hierro Férrico), conocido en inglés cómo **FRAP:** (Ferric Reducing Antioxidant Power) El método CRHF fue desarrollado originalmente por Benzie y Strain para medir el poder reductor del plasma; sin embargo, posteriormente fue adaptado para medir la actividad antioxidante de productos fitoterapéuticos³⁴.
- **FLAVONOIDES:** Son compuestos fenólicos constituyentes de la parte no energética de la dieta humana. Se encuentran en vegetales, semillas, frutas y en bebidas como vino y cerveza³⁵.

Químicamente, estas sustancias son de naturaleza fenólica y se caracterizan por poseer dos anillos aromáticos bencénicos unidos por un puente de tres átomos de carbono, con la estructura general C6 -C3 -C6, los cuales pueden formar o no un tercer anillo³⁶.

2.4. Hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general

- Tiene alta actividad antioxidante y fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* (camote morado) por los métodos DPPH y FRAP.

2.4.2. Hipótesis específica:

- Tiene actividad de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L* camote morado.
- Tiene actividad antioxidante el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L.* camote morado por el método DPPH.
- Tiene actividad antioxidante el polvo liofilizado y atomizado de *Ipomoea batata L* camote morado por el método FRAP.

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación.

La presente tipo de investigación es aplicada donde presenta mediante la manipulación de una variable experimental no controlada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.³⁷

3.2. Nivel de investigación.

La investigación corresponde al nivel explicativo, donde se establece explicar las causas de los eventos y fenómeno que refieran el trabajo de estudio, también es la relación de explicación entre dos o más variables de estudio³⁷.

3.3. Diseño de la investigación.

El diseño de investigación de tipo cuasi-experimental.

- Grupo Liofilizado por el método FRAP y DPPH.
- Grupo Atomizado por el método FRAP y DPPH.

Grupo	Asignación	Tratamiento	Post Prueba
G1	NR	-	O1
			O2
G2	NR	X1	O3
			O4
G3	NR	X2	O5

G1 = Grupo 1 de Control de Camote Morado *Ipomoea Batata L.*

G2 = Grupo 2 de Experimentación Camote Morado *Ipomoea Batata L.*

G3 = Grupo 3 de Experimentación Camote Morado *Ipomoea Batata L.*

NR =Asignación NO es aleatorización de las muestras del camote

- = Tratamiento no aplica

X1 = Tratamiento, Camote morado Atomizado separados en cuatro muestras de 50, 100, 150, 200mg/ml respectivamente.

X2 = Tratamiento, Camote morado Liofilizado separados en cuatro muestras de 50, 100, 150, 200 mg/ml respectivamente.

O1, O2, O4 = Medición con el espectrofotómetro el contenido de Fenoles Totales con el método Folin-Ciocalteu

O3 = Medición con el espectrofotómetro la actividad antioxidante DPPH.

O4 = Medición con el espectrofotómetro la actividad antioxidante FRAP.

3.4. Área de Estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones del laboratorio de la planta piloto de alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Molina de la ciudad de Lima y en el laboratorio de cromatografía y espectrometría de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad María Auxiliadora Lima.

- La prueba de liofilización y atomizado de *Ipomoea Batata L.* camote morado se desarrolló en el laboratorio planta piloto de alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria la Molina de la ciudad de Lima.
- La evaluación de capacidad antioxidante de *Ipomoea Batata L.* camote morado en liofilizado y atomizado se desarrolló en el laboratorio de cromatografía y espectrometría de la Facultad de Ciencias de Salud de la Universidad María Auxiliadora de Lima.
- La evaluación de compuestos fenólicos de *Ipomoea Batata L.* camote morado liofilizado y atomizado se desarrolló en el laboratorio de cromatografía y espectrometría de la Facultad de Ciencias de Salud de la Universidad María Auxiliadora de Lima.

3.5. Población y Muestra.

3.5.1. Población. Se recolectó 20 kg de la muestra de *Ipomoea Batata L.* camote morado, sembrados en la Región de Piura, en la provincia de Sechura, en el distrito de Vice, en el Centro Poblado Chalaco, a una altitud de 60 m.s.n.m.

3.5.2. Muestra.

Se utilizó 6 kg *Ipomoea batata L.* camote morado, donde tiene una raíz de espesor grueso. Sembrados en la Región de Piura, en la provincia de Sechura, en el distrito de Vice, en el Centro Poblado Chalaco, a una altitud de 60 m.s.n.m.

a) Criterios de Inclusión.

Camote morado libre de larvas o golpes mecánicos.

b) Criterios de Exclusión.

El estado de la raíz como inmaduro, cáscara verde, deshidratadas, arrugadas, y daño mecánico.

3.6. Variables y Operacionalización de variables.

- Variable independiente: Las raíces de *Ipomoea batata L.* (camote morado)

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Criterios de Medición
- Polvo de liofilizado de la raíz de <i>Ipomoea batata L.</i> camote morado - Polvo atomizado de la raíces de <i>Ipomoea batata L.</i> camote morado	Es una raíz con propiedades antioxidantes.	Evaluar las características antioxidantes.	- Liofilizado - Atomizado	- Secado por Congelación. - Secado por Deshidratación.	Razón /cuantitativa (mg)	% de concentración(mg)

- **Variable dependiente: Actividad antioxidante**

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Criterios de Medición
Actividad antioxidante Por los métodos FRAP, DPPH y compuestos fenoles.	Propiedad que tiene una o más moléculas y compuestos de prevenir o retardar la oxidación de otras moléculas que producen los radicales libres de oxígeno	Ejecutar la actividad antioxidante.	- FRAP - DPPH - Fenoles totales	Capacidad reductora	Intervalo	Por días Concentración reductora

3.7. Instrumentos de recolección de datos.

3.7.1. Equipos

- Congeladora marca PHILIPS.
- Atomizador
- Espectrofotometro Genesis 20 Thermo ElectronRefrigeradora.
- Agitador eléctrico OVAN.
- Balanza analítica KERN, Capacidad 0.-220g, sensibilidad +-0.001g.
- Centrifuga JANETZKI.
- Cronometro CASIO.
- Espectrofotómetro 4802- UV/VIS DOUBLE BEAM.
- Micropipetas de 10-50 μ L marca TRANSFERPETTE y 100-1000 μ L, marca LABOPETTE.
- Rotavapor (Laborota 4000 Heidolph).
- Sistema de liofilización (Millrock).

3.7.2. Materiales

- Fiolas 5, 10, 25, 50, 100, 250, 500 y 1000 mL
- Filtros (0.22 μ m)
- Micro pipetas de 5-50, 20-200 y 100-1000 μ L
- Pipetas de 1, 2, 5 y 10mL
- Probetas de 25, 50, 100 y 500 mL
- Tubos de ensayo de 5, 10 y 15 mL
- Vasos de precipitados de 25, 50, 100, 250, 500 y 1000 mL
- Bandejas
- Recipientes para lavado
- Cajas para muestra
- Papel kraft
- Erlenmeyer de 50,100 y 250 ml
- Pipetas de 1,5,10ml
- Tamiz N° 80 (0.17mm) y N°1000(0.14) de tipo U.S.A.
- Mortero y pilón de porcelana

3.7.3. Reactivos

DPPH (2,2-difenil –1-picrylhydrazyl)

Carbonato de sodio anhidro (Mallinckrodt).

Folin ciocalteau 2N (Merck).

Metanol 99,8 por ciento (Sigma Aldrich).

Ácido gálico (Sigma Aldrich).

Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethyl chroman-2-carboxylic acid) (Sigma Aldrich).

Acetona (J.T. Baker).

Acetato de sodio trihidratado (Himedia).

Ácido acético glacial (Fermont).

Ácido clorhídrico 37.5 por ciento (Merck).

Agua destilada.

Buffer pH uno (Fisher Scientific).

Buffer pH cuatro (Fisher Scientific).

Buffer pH siete (Fisher Scientific).

Cloruro férrico hexahidratado (Merck).

TPTZ (2,4,6-tris 2-pyridyl-s-triazine) (Sigma Aldrich).

3.8. Validación de los instrumentos de recolección de datos.

Para la validación del instrumento en primer lugar será revisado por Bioquímicos de Laboratorio de la Universidad María Auxiliadora y luego el juicio de tres expertos según características como claridad, objetividad, actualidad, organización, suficiencia, intencionalidad, consistencia, coherencia, metodología y pertinencia. (ANEXO N°03)

3.9. Procedimiento de recolección de datos.

3.9.1. Recolección de muestra:

La recolección del *Ipomoea batata L.* camote morado, se realizó en la Región Piura, en la Provincia de Sechura, en el Distrito de Vice, Centro Poblado Chalaco, donde se ubicó al agricultor Jilmer Gómez y nos trasladamos a la chacra donde la recolección y con el uso un pico se recolecto de tres partes diferentes del terreno, siendo las 18 horas aproximada mente recolecto la muestra camote morado (como la raíz y la planta completa) fue transportadas

en papel kraft para evitar los rayos solares para la identificación botánica. Teniendo en cuenta en las buenas prácticas de recolecciones. Altitud de 60 m.s.n.m. Donde se recolecto 20 kg.

Figura 03. Recolección de Muestra *Ipomoea batatas L.* camote morado



Fuente: Recolectada por el investigador.

3.9.2. Secado por liofilizado

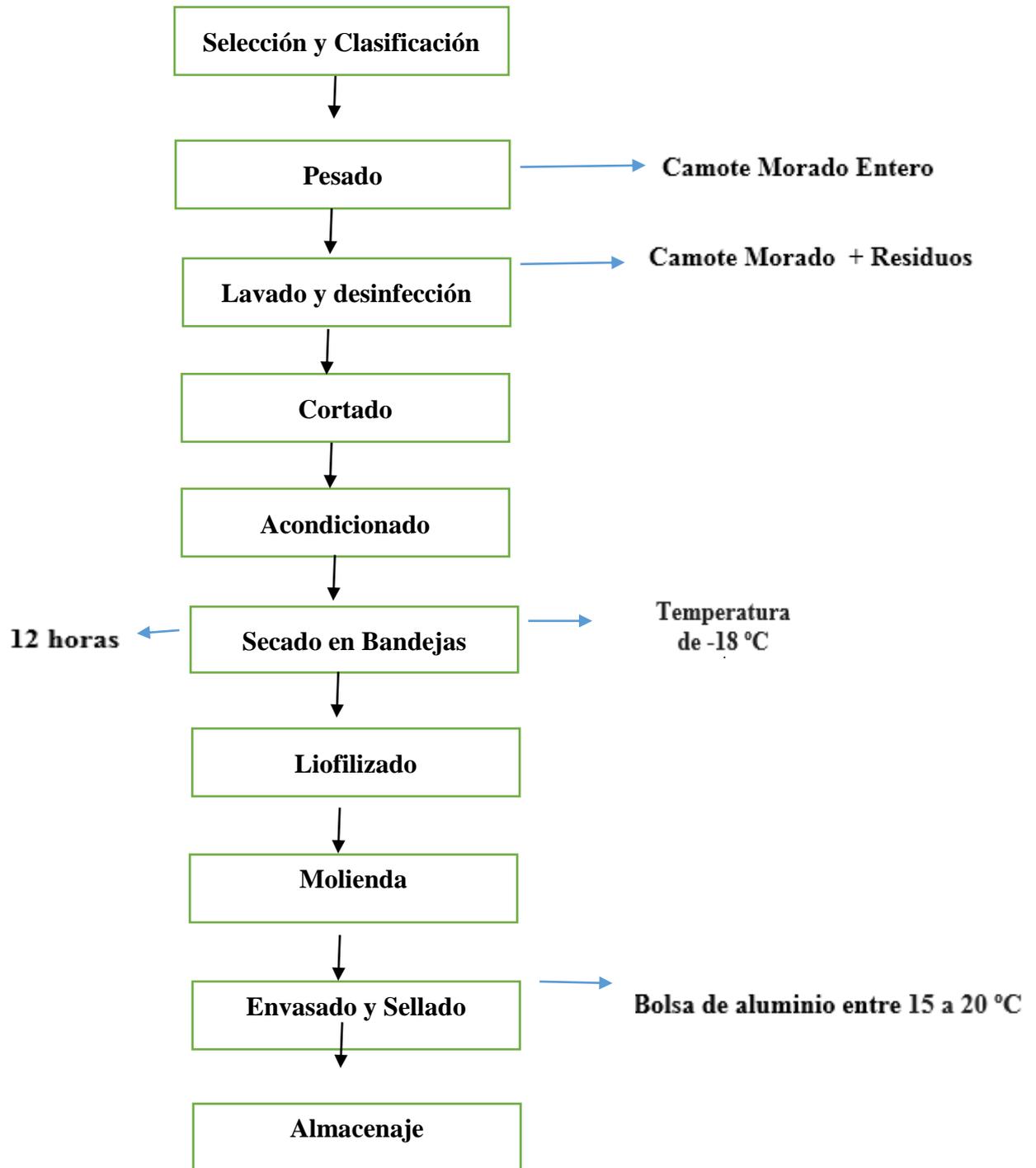
Las raíces de la *Ipomoea batata L.* camote morado, fueron lavadas con abundante agua, para eliminar impurezas y tener una muestra homogénea, luego se procedió a pesar las raíces, se procedió a cortar las raíces en láminas delgadas y colocadas en las bandejas del equipo liofilizador, el proceso de liofilizado, se realizó por 12 horas a una temperatura de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ en un equipo STELLAR® Laboratory Freeze Dryer | Millrock Technology, Inc. Después de liofilizado las láminas de *Ipomoea batata L.* camote morado, fueron trituradas hasta que sean muy pequeñas o polvo con la ayuda de un mortero y almacenado en bolsa de aluminio hasta su análisis a temperatura controlada entre 15 a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Siendo su humedad relativa entre 5 a 7 %.

Figura 04. Secado por Liofilizado del *Ipomoea batatas L* camote morado



Fuente: Recolectada por el investigador.

Flujograma de la obtención del liofilizado de la raíz de *Ipomoea batata L.* camote morado



3.9.3. Secado por atomizado

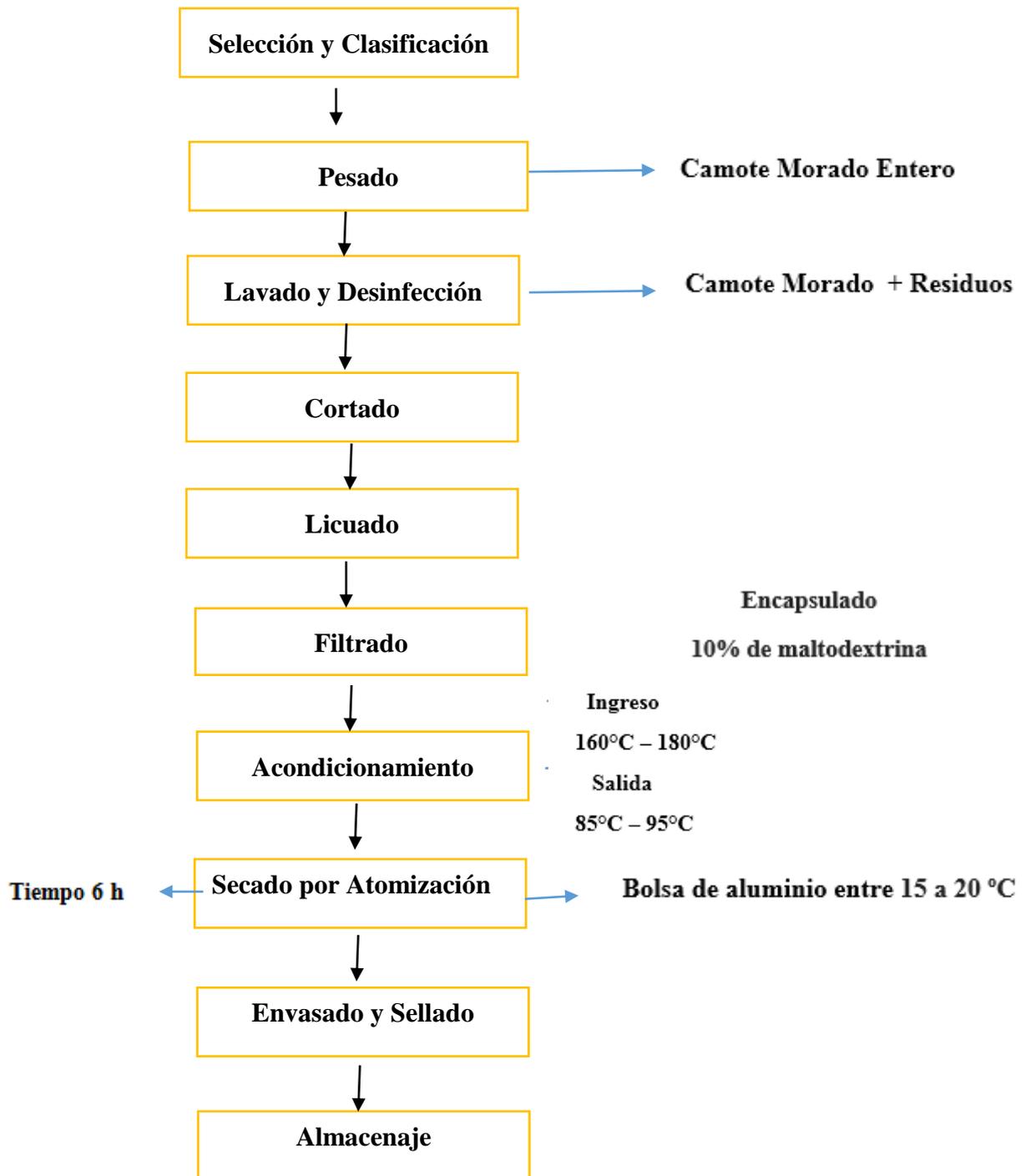
La raíz de *Ipomoea batata* L. camote morado, se lavaron con abundante agua, para eliminar y tener una muestra homogénea de la raíces, después se procedieron a triturar y tamizar por malla N° 20, y luego se llevó a atomizar teniendo en cuenta la siguiente proporción 90 % de pulpa de raíz *Ipomoea batata* L. camote morado y 10 % de maltodextrina (Maltogill 20, Dextrose Equivalent-DE 20), a través del equipo A/S NIRO NF ATOMIZER® spray-drying hecho en Dinamarca con los siguientes parámetros de proceso. Temperatura de ingreso: 160 a 180 °C, temperatura de salida: 85 a 95 °C a una velocidad de un medio litro por hora. El polvo atomizado fue almacenado en bolsa de alupol de 5 gramos, a temperatura controlada entre 15 a 20 °C bajo humedad relativa < a 10 % para su posterior procesamiento y análisis correspondientes.

Figura 05. Secado por atomizado *Ipomoea batatas* L. camote morado.



Fuente: Recolectada por el investigador.

Flujograma de la obtención de atomizado de la raíz de *Ipomoea batata L.* camote morado

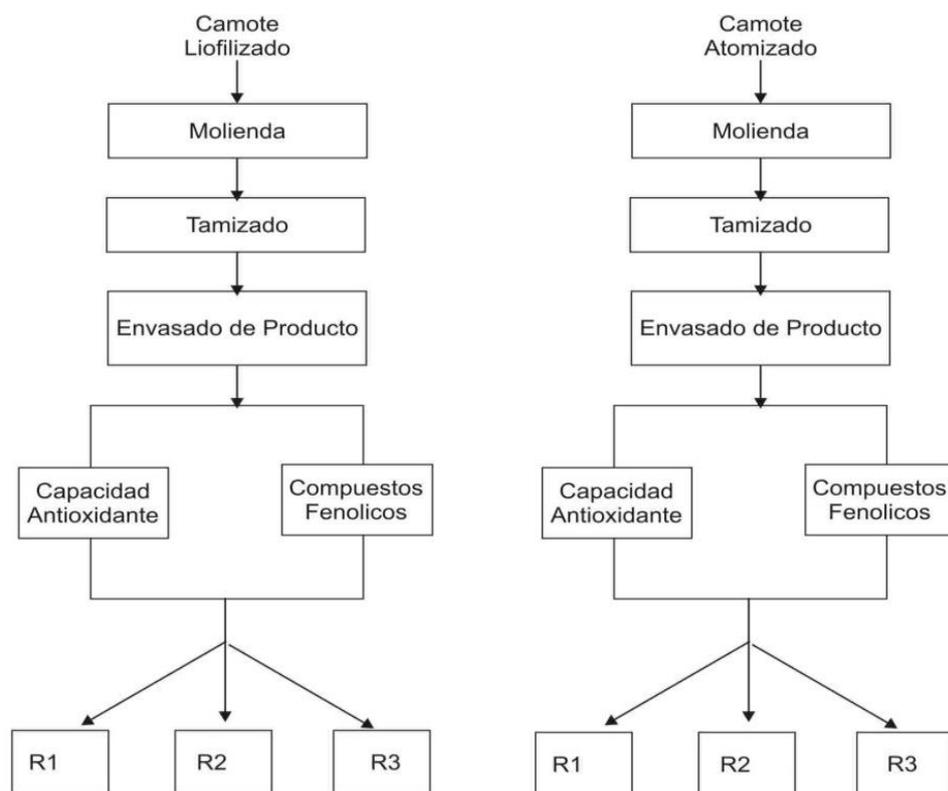


3.9.4. Descripción del proceso de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos del camote morado liofilizado y atomizado.

Descripción general del proceso:

- Recepción de materia prima: En esta etapa se recepciono el camote morado liofilizadas y atomizadas en bolsas de aluminio.
- Molienda: El camote morado liofilizada y atomizada, se procedió a moler el producto con un mortero a fin de reducir el tamaño de partícula del camote morado.
- Tamizado: Después de molida la muestra se procedió a tamizar para obtener uniforme el polvo para un buen análisis del ensayo.
- Envasado: Una vez molida y tamizada se procedió a envasar la muestra en bolsas de aluminio para sus posteriores análisis.

Flujograma de la Capacidad Antioxidante y Compuestos Fenólicos *Ipomoea Batata L.* camote morado en Liofilizado y Atomizado



3.9.5. Método de análisis

3.9.5.1. Prueba de solubilidad

En 3 tubos de ensayo se colocó una pequeña muestra (10 mg), Liofilizado de la raíz de *Ipomoea batata* L. (camote morado) y se agregó a cada uno de los tubos de ensayo 1mL del solvente de diferente polaridad, se agito con la ayuda de una bagueta y se observó los resultados.

Solvente: agua (H₂O), etanol (EtOH), metanol (MeOH).

En 3 tubos de ensayo se colocó una pequeña muestra (10mg), Atomizado de la raíz de *Ipomoea batata* L. (camote morado) y se agregó a cada uno de los tubos de ensayo 1 mL del solvente de diferente polaridad, se agito con la ayuda de una bagueta y se observó los resultados.

Solvente: agua (H₂O), etanol (EtOH), metanol (MeOH).

3.9.5.2. Determinación de Humedad

La determinación de humedad se hizo siguiendo el método gravimétrico por la pérdida de peso de la muestra al someterse a calentamiento en estufa en condiciones determinadas, hasta peso constante, método 925.23 de la (AOAC., 1995) (Association of Oficial Analytical Chemists). Los cálculos se hicieron como sigue:

$$\% \text{ de Humedad} = \frac{(P_1 - P_2)}{P} * 100$$

P1 = Peso inicial de (crisol más la muestra fresca o húmeda)

P2 = Peso final de (crisol más la muestra seca)

P = Peso de la muestra húmeda o también es igual P1-Peso del crisol

3.9.6. Determinación de Polifenoles totales

Se empleó la metodología de Folin–ciocalteu reportada por (Singleton *et al*, 1999). Está basada en la cuantificación por espectrofotometría a una absorbancia de 725nm por la reacción entre los compuestos fenólicos y el reactivo Folin-ciocalteu en medio básico (Na_2CO_3)

a) Preparación de Reactivos

Solución de Folin Ciocalteu al 1N: Se pesa en la balanza analítica 12,5 ml del reactivo concentrado Folin-Ciocalteu 2,0 N y luego se trasladó a una fiola aforada de 25 ml y se enrazó con agua destilada; es importante cubrir con papel aluminio y después almacenado a 4°C donde puede durar aproximadamente una semana.

Solución de metanol: Medir 800ml de metanol en un matraz de 1000 ml, completar a volumen con agua destilada.

Solución Carbonato de Sodio 75g/L: Pesar en la balanza analítica 3.75g de Na_2C_3 luego enrasar con 50ml de agua destilada, envasar y almacenar a temperatura ambiente.

Solución estándar Acido Gálico: (5mg/ml): Pesar 0.5g de ácido gálico, en un matraz de 100ml disolver con 1ml de metanol y luego completar a volumen con agua destilada.

b) Solución estándar para la curva de calibración

A partir de la solución estándar 5mg/ml se realiza la curva tomando en consideración los datos de la Tabla 01

Tabla 1: Volumen de solución estándar y agua para elaborar la curva estándar de medición.

Ac. Gálico (mg/ml)	Ac. Gálico (ml)	Agua Destilada (ml)
0.000	0	100
0.050	1	99
0.100	2	98
0.200	4	96
0.300	6	94
0.400	8	92
0.500	10	90
0.600	12	88

c) Cálculos

Para calcular el contenido de compuestos fenólicos totales se estimó a partir de una curva estándar de calibración con una solución patrón de ácido gálico. Los resultados se expresaron como mg de ácido gálico equivalente (EAG) por cada gramo de muestra.

La ecuación de la curva estándar para la cuantificación de los compuestos fenoles totales fue lo siguiente:

$$Y = 2.2688 * X + 0.0536$$

Y = mg de ácido gálico por ml

X = Absorbancia 725nm

Para expresar los resultados de los compuestos fenólicos totales

$$\text{Cuantificación de fenólicos} = \frac{Y * D * V * 100}{P}$$

Dónde:

Cuantificación de fenólicos = mg de ácido gálico equivalente (EAG)/g muestra

Y = Curva estándar en mg ácido gálico por ml.

D = Dilución

V = Volumen de muestra

P = Peso de la muestra en polvo.

3.9.7. Actividad de captación de radicales DPPH

La actividad antioxidante se determinó mediante el efecto de eliminación de radicales libres DPPH utilizando el reactivo de TROLOX como control positivo según el método (Nwaehujor et al., 2014). La curva de calibrado de Trolox se preparó en un rango de concentraciones (50–1000 μmol). Se añadieron 290 μl de solución de DPPH metanólico ($1 \times 10^5 \text{ M}$) y la mezcla se incubó durante una hora a temperatura ambiente a leve agitación y protegido de la luz. La absorbancia se leyó a 517 nm y los datos se adquirieron y procesaron utilizando el software Gen5TM de BioTek (BioTek Instruments Inc.). La actividad de captación de radicales libres se determinó de acuerdo con la ecuación% de Actividad Antioxidante (AA) = $100 - \left[\frac{(\text{Abs}_{\text{sample}} - \text{Abs}_{\text{blank}}) \times 100}{\text{Abs}_{\text{control}}} \right]$ publicada anteriormente¹⁶.

3.9.8. Ensayo por Método FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma)

Se utilizó la metodología recomendada por Benzie y Strain (1996). Previo a la determinación de la Actividad Antioxidante FRAP, se preparó el reactivo FRAP, el cual estuvo formado por una mezcla de 25 ml de buffer acetato (300 mmol/L, pH 3.6), 2.5 ml de la solución TPTZ (10 mmol TPZ/L con 40 mmol/L de HCl) y 2.5 ml de la solución de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (20 mmol/L). La solución fue calentada a 37 °C previo a su uso. Para la cuantificación de la Actividad Antioxidante se colocó 150 μL del extracto puro o diluido en tubos protegidos de la luz y se le adicionó 2,850 μL del reactivo FRAP, se cerraron los tubos herméticamente y la mezcla se homogenizó vigorosamente; luego se dejó reposar hasta cuando se establezca la reacción (2.5 horas). Transcurrido el tiempo se calibró el espectrofotómetro con metanol a 593 nm y se procedió a leer la absorbancia de cada tubo. Las absorbancias fueron reemplazadas en una curva estándar de Trolox (Anexo 14). Los resultados fueron expresados como $\mu\text{M Trolox/g (b.s)}$ ¹⁷

3.10. Componente ético de la investigación

La investigación con plantas alimentarias debe atender lo siguiente: Garantizar las medidas de bioseguridad y protección del medio ambiente.

Las investigaciones con plantas obligan a priorizar la protección del ambiente, la diversidad biológica y los procesos ecológicos ante cualquier impacto negativo generado por el investigador. Por lo cual en sus diseños de investigación se debe incorporar el principio de prevención, precaución y corresponsabilidad a fin de garantizar un ambiente saludable, seguro y ecológicamente equilibrado.

3.11. Procesamiento y análisis de datos.

Análisis Estadístico

Análisis estadísticos para comparar los resultados fueron realizados y se analizaron con el software para análisis estadístico SPSS 25, para evaluar la correlación de los resultados. Las curvas de calibración para fenoles totales y capacidad antioxidante, así como sus respectivos coeficientes de determinación, se calcularon por análisis de regresión lineal.

4. RESULTADOS

4.1. Prueba de solubilidad

Tabla 2. Prueba de solubilidad del liofilizado y atomizado de la raíz de *Ipomoea batata L.* camote morado.

Reactivos	Resultados
10mg de extracto liofilizado en 1ml de agua (H ₂ O)	+++
10mg de extracto liofilizado en 1ml de Etanol (EtOH)	++
10mg de extracto liofilizado en 1ml de Metanol (MeOH)	+
10mg de extracto atomizado en 1ml de agua (H ₂ O)	+++
10mg de extracto atomizado en 1ml de Etanol (EtOH)	++
10mg de extracto atomizado en 1ml de Metanol (MeOH)	+

Leyenda : Poco soluble(+), soluble (++), muy soluble (+++)

Fuente: Realizado por el investigador

4.2. Determinación de contenido de fenoles Totales

Se determinó el contenido de fenoles totales por el método F-C ([Khanam et al., 2012](#)), Singleton y Rossi, (1965), se basa en la reacción fotocolorimétrica del reactivo Folin-Ciocalteu; donde se obtienen distintas intensidades de absorbancia que se relacionan cuantitativamente con las concentraciones de la muestra. Una vez obtenido los datos de los grupos de camote atomizado y liofilizado se procedió a realizar los cálculos con el SPSS v25.0.

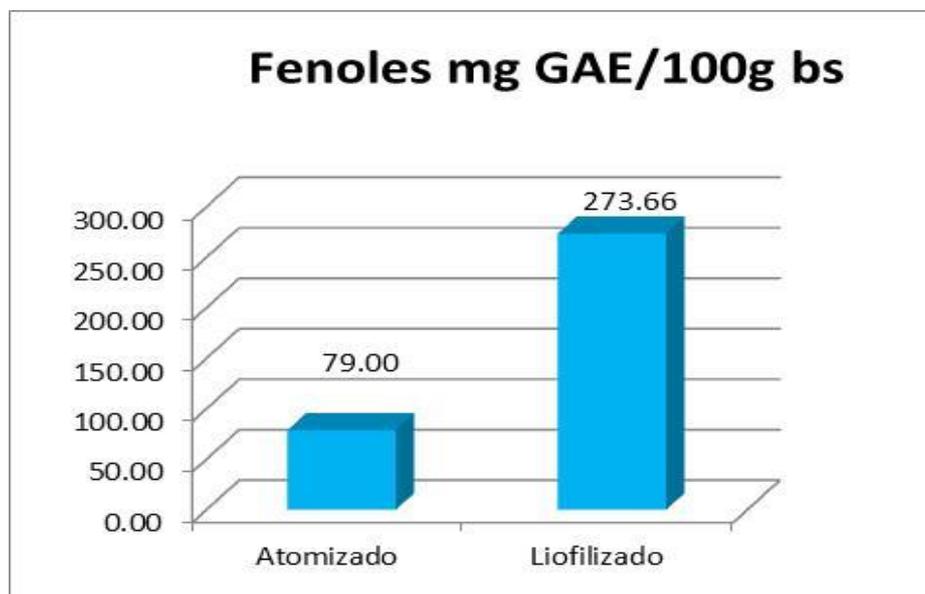
De los datos de las Tablas 03 y grafico 04 se realizó una prueba comparativa del grupo de camote morado atomizado y el grupo de camote morado liofilizado empleando el modelo estadístico Análisis de la Varianza (ANOVA). Previamente, se evaluó el tratamiento de datos con el propósito de verificar que nuestros datos tengan una distribución normal y que las varianzas entre los grupos sean homogéneas (muy importantes para el ANOVA).

Tabla 03. Datos descriptivos de los contenidos de fenoles totales (mg GAE/100g).

Grupo de experimentación	N°	Media	Desv. Estándar	Desv. Error	95% IC		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Limite Superior		
Blanco	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Atomizado	4	79.000	4.13	2.06	66.12	91.89	73.94	83.97
Liofilizado	4	273.66	14.31	7.16	260.77	286.54	258.11	290.59
Total	12							

Fuente: Realizado por el investigador

Grafico 01. Compuestos fenólicos para cada grupo de *Ipomoea Batata L.* camote morado



Fuente: Realizado por el investigador

Los resultados de los análisis de contenido de fenoles totales se presentan en el grafico 01, el contenido de fenoles totales resultó 79.00 y 273.66 (mg de ácido gálico GAE/100g de muestra) para el camote morado *Ipomoea batata L.*, atomizado y camote morado *Ipomoea batata L.*, liofilizado respectivamente, según la Tabla 03 el análisis estadístico muestra diferencias significativas entre los dos ($F=683.10$ $p=0.00$). De acuerdo a éstos resultados el camote morado *Ipomoea batata L.*, liofilizado presenta mayor contenido de fenoles totales frente al camote morado *Ipomoea batata L.*, atomizado.

Las hipótesis estadísticas planteadas para el ANOVA son las siguientes:

H₀: Las medias muestrales del camote morado *Ipomoea Batata L.*, no difieren en los grupos de experimentación.

H₁: Al menos una media del camote morado *Ipomoea Batata L.*, de un grupo de experimentación difiere del otro grupo.

Tabla 04. Análisis de Varianza entre los grupos del camote atomizado y camote liofilizado ($\alpha=0.05$).

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Probabilidad
Entre grupos	75779.5	1	75779.5	683.10	0.00
Dentro de grupos	665.6	6	110.9		
Total	76445.1	7			

Fuente: Realizado por el investigador

En la Tabla 04 se puede observar que el p-valor es menor que 0.05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En otras palabras, la media del grupo de camote morado atomizado es diferente del grupo de camote morado liofilizado.

Por otra parte, las varianzas de los datos no son homogéneos entre grupos ($p<0.05$). Las pruebas confirmatorias de Tukey (Anexo 07)

4.3. Determinación de la actividad antioxidante TEAC DPPH

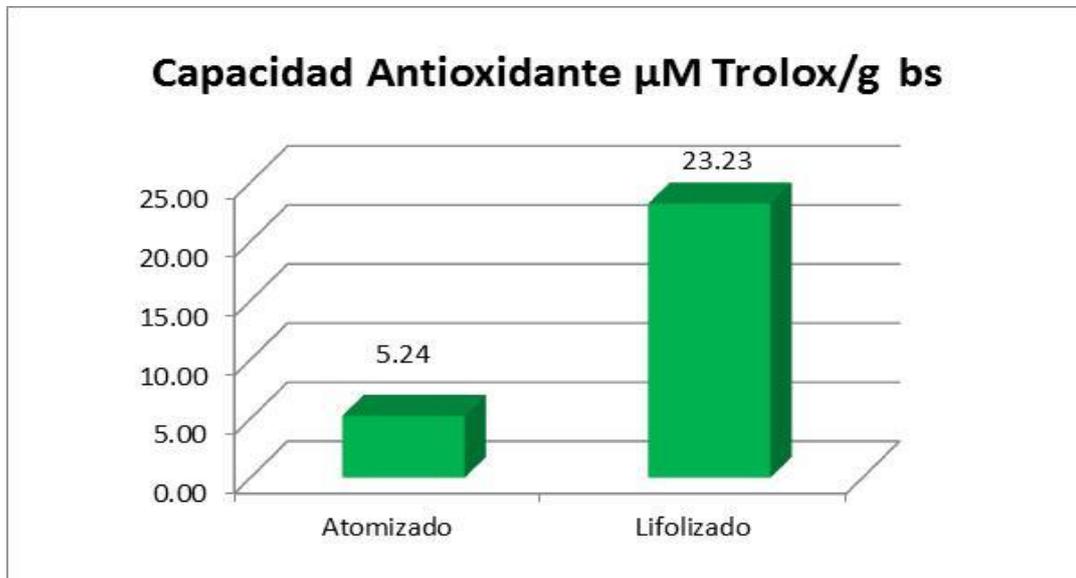
En este ensayo DPPH se evalúa la actividad de un antioxidante para neutralizar un radical. Los resultados de la actividad antioxidante son expresados en μM Trolox equivalente/g se presentan en la tabla 05 los datos descriptivos. Cada muestra fue medida por duplicado en grupos de camote morado atomizado y camote morado liofilizado. En el Anexo 7 y 8 se muestra los valores obtenidos.

Tabla 05. Datos descriptivos de la capacidad antioxidante TEAC DPPH (μM Trolox/g).

Grupo de experimentación	N	Media	Desv. Estándar	Desv. Error	95% IC		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite Superior		
Patrón	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Atomizado	4	5.2407	2.1591	1.07955	1.8051	25.0996	2.5474	7.4394
Liofilizado	4	23.2251	1.1780	0.58900	21.3506	22.3816	22.2178	24.5318
Total	12							

Fuente: Realizado por el investigador

Grafico 02. Actividad antioxidante DPPH para los grupos de *Ipomoea Batata L.* camote morado



Fuente: Realizado por el investigador

En la grafico 02, los resultados obtenidos demuestran que la mayor actividad antioxidante se da por el proceso del camote morado liofilizado en 23.23 µM Trolox/g de muestra en base seca, supero al camote morado atomizado en 17.99 µM Trolox/g, estos resultados nos están afirmando que la deshidratación por medio del proceso de liofilización es mejor que el atomizado. Cerca del 92% de humedad puede ser removida sin alterar su tamaño o forma del camote y más importante aun manteniendo todas sus propiedades y nutrientes.

Las hipótesis estadísticas para la actividad antioxidante planteadas para el ANOVA son las siguientes:

H₀: Las medias muestrales de la actividad antioxidante no difieren en los grupos de experimentación.

H₁: Al menos la media de la capacidad antioxidante de un grupo de experimentación difiere del otro grupo.

Tabla 06. Análisis de Varianza de la actividad antioxidante DPPH entre camote morado atomizado y el camote morado liofilizado ($\alpha=0.05$)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Probabilidad
Entre grupos	646.875	1	646.875	213.861	0.000
Dentro de grupos	18.148	6	3.025		
Total	665.023	7			

Fuente: Realizado por el investigador

En la Tabla 06 se puede observar que el p-valor es menor que 0.05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En otras palabras, la media de la actividad antioxidante del grupo de camote morado atomizado es diferente del grupo de camote morado liofilizado. Por otra parte, las varianzas de los datos no son homogéneos entre grupos ($p < 0.05$).

El análisis estadístico muestra que existen diferencias entre ambas muestras ($F=213.861$ $p=0.00$), lo que indica que la actividad antioxidante en el camote morado atomizado no es similar con el camote morado liofilizado.

4.4. Determinación de la actividad antioxidante TEAC FRAP

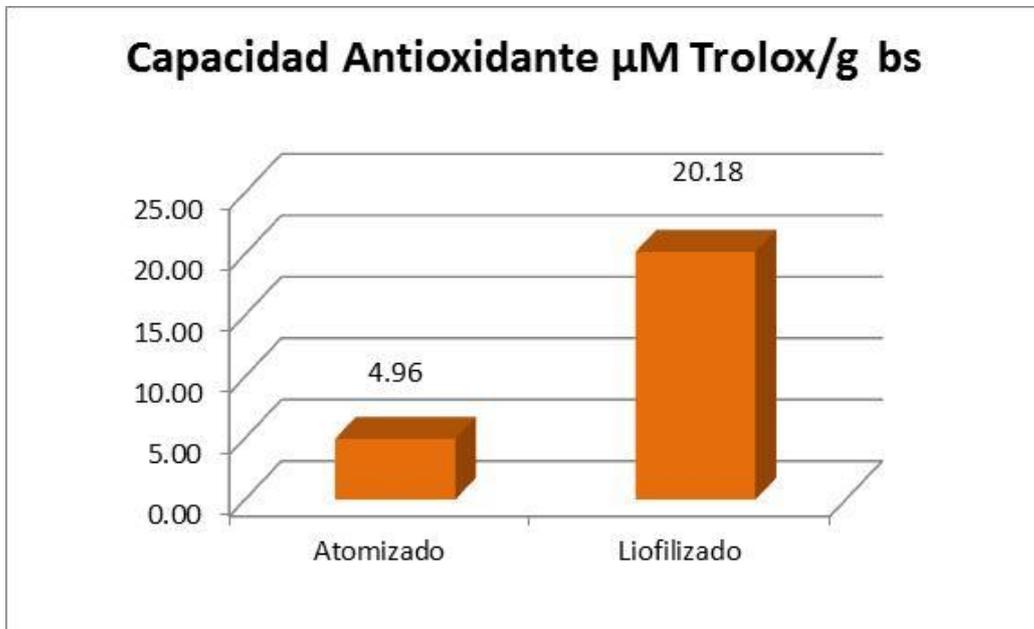
En el ensayo FRAP un complejo de color amarillo que es el Fe³⁺-TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina) que es reducido al complejo azul de Fe²⁺-TPTZ por un electrón donador. Se inició a realizar la curva estándar con el patrón Trolox. Cada muestra fue medida por duplicado en grupos de camote atomizado y camote liofilizado. Los resultados descriptivos se reporta en unidades μM Trolox/g.

Tabla 07: Datos descriptivos de la capacidad antioxidante TEAC FRAP (μM Trolox/g).

Grupo de experimentación	N	Media	Desv. Estándar	Desv. Error	95% IC		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite Superior		
Patrón	4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Liofilizado	4	4.9575	0.2351	0.1175	4.5834	5.3316	4.6365	5.112
Atomizado	4	20.1814	1.3162	0.6581	18.0869	22.2758	18.9487	21.6753
Total	12							

Fuente: Realizado por el investigador

Grafico 03. Capacidad antioxidante FRAP para los grupos del *Ipomoea Batata L* camote morado



Fuente: Realizado por el investigador

Según los resultados de la actividad antioxidante equivalente Trolox TEAC FRAP, se presentan en el grafico 03. Obteniendo resultados de 4.96 y 20.18 ($\mu\text{M Trolox/g}$) en el camote morado atomizado y el camote morado liofilizado respectivamente,

Las hipótesis estadísticas de la actividad antioxidante planteadas para el ANOVA son las siguientes:

H₀: Las medias muestrales de la actividad antioxidante no difieren en los grupos de experimentación.

H₁: Al menos la media de la actividad antioxidante de un grupo de experimentación difiere del otro grupo.

Tabla 08. Análisis de Varianza de la actividad antioxidante FRAP entre los grupos experimentales ($\alpha=0.05$)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Probabilidad
Entre grupos	463.532	1	463.532	518.575	0.00
Dentro de grupos	5.363	6	0.894		
Total	468.896	7			

Fuente: Realizado por el investigador

En la Tabla 08 se puede observar que el p-valor es menor que 0.05; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna. En otras palabras, la media de la actividad antioxidante del grupo de camote morado atomizado es diferente del grupo de camote morado liofilizado. Por otra parte, las varianzas de los datos no son homogéneos entre grupos ($p<0.05$).

El análisis estadístico muestra que existen diferencias entre ambas muestras ($F=518.58$ $p=0.00$), lo que indica que la actividad antioxidante en el camote morado atomizado no es similar con el camote morado liofilizado.

4.5. Correlación de Pearson entre actividad antioxidante y contenido de fenoles totales

Lo que queremos buscar es probar nuestra hipótesis si existe alguna relación tanto el Método de Folin-Ciocalteu con el Método DPPH y con el método de Folin-Ciocalteu con el Método FRAP.

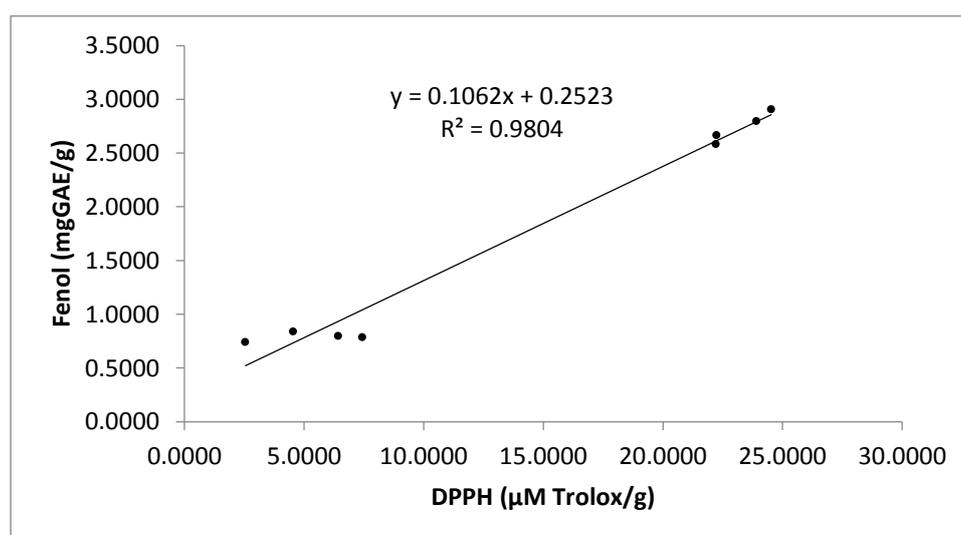
Tabla 09. Correlación de Pearson Fenoles totales y DPPH

		Correlaciones	
		Fenoles	DPPH
Fenoles	Correlación de Pearson	1	0.990**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	8	8
DPPH	Correlación de Pearson	0.990**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	8	8

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Fuente: Realizado por el investigador

Grafico 04. Correlación lineal entre contenido de fenoles totales y actividad antioxidante DPPH



Fuente: Realizado por el investigado

Para probar si existe correlación entre fenoles totales y la actividad antioxidante DPPH, se ha determinado la correlación de Pearson, observándose una correlación significativa (grafico 04) con un coeficiente de correlación de $\rho=0.990$, lo que significa que existe muy buena correlación entre estos métodos, también podemos observar el coeficiente de determinación es $r^2=0.9804$, lo que demuestra que a mayor contenido de fenoles totales presentes en el camote morado en especial el liofilizado se tiene mayor actividad antioxidante.

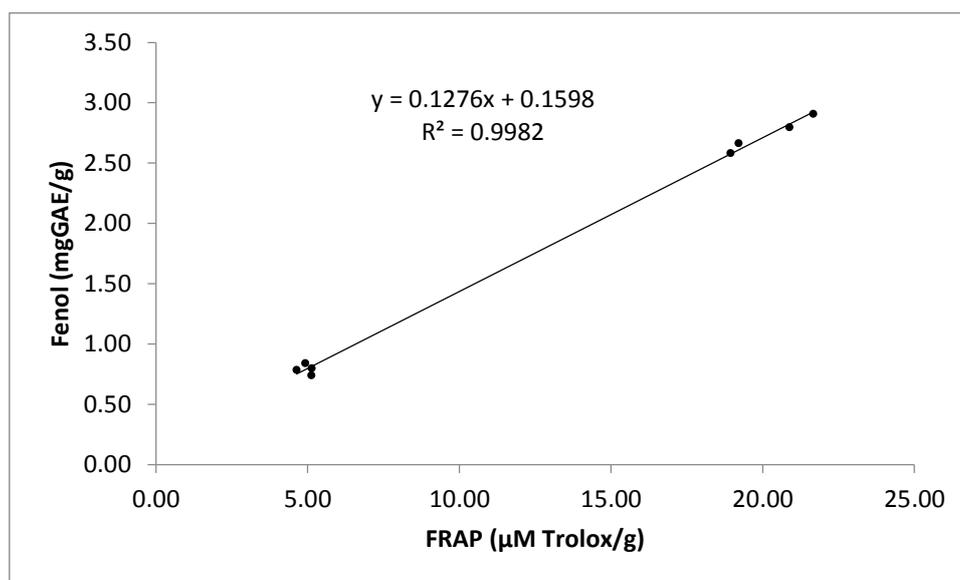
Tabla 10. Correlación de Pearson Fenoles totales y FRAP

		Correlaciones	
		Fenoles	FRAP
Fenoles	Correlación de Pearson	1	0.999**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	8	8
FRAP	Correlación de Pearson	0.999**	1
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	8	8

** . La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

Fuente: Realizado por el investigador

Grafico 05. Correlación lineal entre contenido de fenoles totales y actividad antioxidante FRAP.



Fuente: Realizado por el investigador

Sin embargo con el otro método también existe correlación entre fenoles totales y la actividad antioxidante FRAP, se ha determinado la correlación de Pearson, observándose una correlación significativa (grafico 05) con un coeficiente de correlación de $\rho=0.999$, este índice nos dice que existe muy buena correlación entre estos métodos, por otro lado el coeficiente de determinación es $r^2=0.9982$, lo que también demuestra que a mayor contenido de fenoles presentes en el camote morado liofilizado se tiene mayor actividad antioxidante.

5. DISCUSIÓN

En la prueba de solubilidad del extracto Atomizado de la *Ipomea Batata* camote morado. Los resultados fueron en el agua es muy soluble, mientras que etanol soluble y metanol es poco soluble, según se demuestra en la tabla 1. Observándose resultados similares de **Saucedo JC. (2016)**, quien investigó en las pruebas de ensayo de solubilidad en “Obtención de Antioxidantes en Polvo a partir de la *Ipomea Batata L (Camote Morado)*”. Se demostró que la mayor solubilidad en solventes polar fue en agua y etanol. Lo que nos indicaría presencia mayoritaria de compuestos fenólicos de alta polaridad por lo que se puede inferir que los componentes químicos son de estructura y naturaleza polar, los cuales fueron corroborados previamente por **Saucedo JC. (2016)** en el presente estudio.

En nuestros resultados de los análisis el contenido de fenoles totales resultó 79.00 y 273.66 μM Trolox/g, para el *Ipomoea batata L* camote morado atomizado y liofilizado respectivamente. Según Teow CC (2017) en sus resultados de fenoles totales se encontró en un rango de 2,72 y 27,2 $\mu\text{mol TE/G}$ en pulpa de camote variados. De acuerdo a nuestros resultados el *Ipomoea batata L* camote morado. Liofilizado presenta mayor contenido fenoles totales a comparación del autor. Según el análisis encontrado, el camote peruano es mejor.

Según los resultados de la actividad antioxidante por el método DPPH resultó 23.23 μM Trolox/g en el camote morado liofilizado, según el autor Sierra R (2019)²², en su método de DPPH reportando valores 25.16 y 25.63 $\mu\text{mol Trolox/g}$. De acuerdo a nuestros resultados el *Ipomoea batata L* camote morado, del autor contiene mayor capacidad antioxidantes frente al trabajo realizado ya que uno de los factores importantes es la marca del reactivo usado.

Según los resultados de la actividad antioxidante por el método TEAC FRAP, se presentan los resultados de 4.96 y 20.18 ($\mu\text{M Trolox/g}$) en el camote morado atomizado y el camote morado liofilizado respectivamente, según el autor Cervantes R (2019) en su método de, capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC) con el ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolona-6-sulfónico, obteniéndose 8.61 y 7.98 $\mu\text{mol Trolox/mL}$. Según los resultados el *Ipomoea batata L* camote morado presenta mayor contenido de capacidad antioxidantes frente al autor. Ya que es muy importante el lugar de procedencia del camote.

6. CONCLUSIONES

- El contenido de Fenoles Totales por cada 100 g de *Ipomoea Batata* camote morado liofilizado se determinó 273.66 mg GAE muestra bs, y el *Ipomoea Batata* camote morado atomizado se determinó 79.00 mg GAE muestra bs, lo cual concluimos que a mayor consumo de camote liofilizado hay una mayor posibilidad de inhibición de radicales libres en el organismo humano.
- El *Ipomoea Batata* Camote morado estudiados poseen valores de actividad antioxidante significativos debido al contenido de compuestos como el betacaroteno, Fenoles, etc. En los resultados de DPPH del camote morado atomizado 5.24 μM Trolox/g muestra bs, y camote morado liofilizado 23.23 μM Trolox/g muestra bs.
- En la determinación de la actividad antioxidante se empleó el método FRAP, los valores fueron camote morado atomizado 4.96 μM Trolox/g muestra bs y camote morado liofilizado 20.18 μM Trolox/g muestra base seca según el análisis estadístico al comparar la media de los dos grupos, estos son diferentes, para un nivel de confianza del 95%
- Según la correlación de Pearson $R^2 = 0,9804$ y $R^2 = 0,9982$, los resultados de los ensayos (método Folin-ciocalteu y método DPPH) y (método Folin-ciocalteu y método FRAP) respectivamente, ambos demuestran que la actividad antioxidante tiene una alta relación con los fenoles totales del camote morado liofilizado.
- Se concluye que la maquina liofilizadora puede remover entre 89.5 - 92.6 % de humedad del camote morado liofilizado sin alterar su forma y tamaño, manteniendo todas sus propiedades y nutrientes.

-

7. RECOMENDACIONES

- En la actualidad no hay estudios de la actividad antioxidante y fenoles totales por los métodos como el ORAC, ABTS etc. Para contrastar los resultados obtenidos del DPPH y FRAP.
- Se recomienda tener todos los materiales e instrumentos de laboratorio a usar calibrados según recomendación de la Organización Internacional de Estandarización y obtener las mediciones con cero errores.
- Se recomienda realizar diferentes temperaturas y tiempos tanto en el proceso atomizado como en el proceso liofilizado, con el fin de evaluar el comportamiento de la actividad antioxidante y fenoles totales del camote morado.
- El presente trabajo de investigación sería información muy valioso para alentar un mayor consumo de la *Ipomoea batata L.* camote morado en las poblaciones vulnerables, o carencias económicas como una alternativa alimentaria.
- Se recomienda realizar el estudio con raíces de camote morado frescas

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Llancari, A., Matos, A. Valoración de los nutrientes y antioxidantes en la salud humana e industria alimentaria. En: Universidad Peruana Unión. I Congreso Nacional de Investigación. Perú, Lima, 2-4 noviembre, 2011.
2. Núñez, A. Terapia antioxidante, estrés oxidativo y productos antioxidantes: retos y oportunidades. *Rev Cubana Salud Pública*. 2011; 37 (suppl.): 644-60. Este tipo de enfermedades.
3. Basurto, Peña F., D Martínez , T. Rodriguez, V. Evangelista, M. Mendoza, D. Castro, J.C. González y L. vaylón. 2015. Conocimiento actual del cultivo de camote (*Ipomoea Batatas(L.) Lam.*) en México. *Agroproductividad 1*: 30-34
4. Ali Ghasemzadeh, Vahid Omidvar, Hawa Z.E Jaafar, Polyphenolic content and their antioxidant activity in leaf extract of sweet potato (*Ipomoea batatas*), *journal of Medicinal Plants Research Vol. 6(15)*, pp. 2971-2976, 23 April, 2012.
5. Seow-Mun Hue, Amru Nasrulhaq Boyce and Chandran Somasundram, Antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents in the leaves of different varieties of sweet potato (*Ipomoea batatas*), *Australian Journal of Crop Science AJCS 6(3)*:375-380 (2012).
6. Márcia Vizzotto, Elisa dos Santos Pereira, Juliana Rocha Vinholes, Priscila Cardoso Munhoz, Núbia Marilyn Lettnin Ferri, Luis Antonio Suita de Castro, Ana Cristina Richter Krolow, Physicochemical and antioxidant capacity analysis of colored sweet potato genotypes: in natura and thermally processed, *Ciencia Rural, Santa Maria, V.47: 04, e20151385*, 2017.
7. Seminario J. R. (2004). Raíces andinas: contribución al conocimiento y la capacitación, Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 376 p.
8. Ministerio de Agricultura y Riego. Mapa Interactivo del MINAGRI. [Online].; 2017 [cited 2018 Mayo 15. Available from: Disponible en: <http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/difusion/2017/mapa-interactivo-minagri-enero2017.pdf>.
9. Del Carpio B.R. “Selecciones y variedades de camote” la vida agrícola. Asesor del CRIA I la Molina, Lima. Perú. 1980.
10. Khanitta Ruttarattanamongkol, Sasivimon Chittrakorn, Monthana Weerawatanakorn, Narong Dangpium, Effect of drying conditions on properties,

- pigments and antioxidant activity retentions of pretreated orange and purple-fleshed sweet potato flours, *J Food Sci Technol* (April 2016) 53(4):1811–1822.
11. Ateea A. Bellail, Omayma E. Shaltout, Mohammed M. Youssef, Ahmed M. A. El Gamal, Effect of Home-Cooking Methods on Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) Cultivars Grown in Egypt, *Food and Nutrition Sciences*, 2012, 3, 490-499.
 12. Yang Jing, Chen Jin-feng, Zhao Yu-ying and Mao Lin-chun, Effects of Drying Processes on the Antioxidant Properties in Sweet Potatoes, *Agricultural Sciences in China*, Volume 9, Issue 10, October 2010, Pages 1522-1529
 13. Avello M. Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepc.)* [online]. 2006, n.494 [citado 2019-09-21], pp.1.
Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php>
 14. World Health Organization. Global status report on Noncommunicable Diseases. [Online].; 2014 [cited 2018 Marzo 25. Available from: Disponible en: http://www.who.int/nmh/publications/ncd_report_full_en.pdf.
 15. León M, Cedeño R, Rivero R, Rivero J, García D, Bordón L. La teoría del estrés oxidativo como causa directa del envejecimiento celular. *Medisur* [Internet]. 2018 Out [citado 2019 Set 21]; 16(5): 699-710.

Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2018000500012&lng=pt.
 16. ESSALUD. Portal del Seguro Social del Perú. Septiembre, 2019

<http://www.essalud.gob.pe/essalud-enfermedades-al-corazon-son-primera-causa-de-muerte-en-adultos/>
 17. Huaccho Huamán, Carmen Violeta. Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón), [online]. Proyecto de investigación. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 2016, {cited 2018 Abril 06. Available from: Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2844>

18. Teow C, Truong D, McFeeters F, Thompson L, Pecota V, Yencho C. Antioxidant activities, phenolic and b-carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. Food Chemistry. 2007; 103(829-838).
19. Jefferson H. Estudio del efecto del secado y la fritura al vacío sobre el contenido de antioxidantes del camote (*Ipomoea batata*). [tesis] Universidad Tecnológica Equinoccial Ecuador. [Internet]. abril de 2014;pp2-47Disponible en:
http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/5069/56007_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
20. Garcia A, Perez M, Madriz P. Caracterizacion Postcosecha y Composicion Quimica de la Batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lamb.) variedad topera. Proyecto de Investigacion. Universidad de Costa Rica, Agronomia Mesoamericana; 2016. Report No.: Disponible en <http://dx.doi.org/10.15517/am.v27i2.21426>.
21. Leon M. Actividades antiinflamatorias del camote morado (*Ipomea batatas*) y zanahoria negra (*Daucus carota* ssp. *sativus*) en las células intestinales del miofibroblasto (CCD-18Co). [Online]. Zamorano, Honduras; 2014 [cited 2018 Abril 06. Available from: Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3355/1/AGI-2014-T025.pdf>
22. Cervantes R, Barragán M, Chaquilla G. Evaluación de antioxidantes en el té de hojas de camote morado (*Ipomoea batatas* L.). Tecnología en Marcha. Vol. 32- octubre-diciembre 2019. Pág. 51-59.
23. Saucedo J. Obtencion de Antioxidantes en polvo a partir de la (*Ipomoea Batata* Camote Morado). Tesis Ingeniero Quimico. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, E.A.P. Ingenieria Quimica; 2016. Report No.:
Disponible en: <https://docplayer.es/62317104-Universidad-nacional-de-trujillo-facultad-de-ingenieria-quimica-escuela-profesional-de-ingenieria-quimica.html>
24. Valverde J. Capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades tipo amarillo, naranja y morado de *Ipomoea Batatas* (camote). Tesis. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Escuela Academico Profesional de Nutricion; 2014; Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/4080>.
25. Fonseca C, Zuger R, Walker T, Molina J. Estudios de impacto de la adopción de las nuevas variedades de camote liberadas por el INIA, en la costa central,

- Perú. Caso del valle de cañete. Lima Perú. Centro internacional de la Papa (CIP). 2002. p.5
- Disponible en: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/SW63967.pdf>
26. Alejandro F, Eric R. Etnobotánica del Perú pre-hispano[Internet]. 1ra edición, ediciones herbarium truxillense, Universidad Nacional de Trujillo Perú, 18 de enero del 2007.
- Disponible en: <https://es.scribd.com/document/367493234/ETNOBOTANICA-DEL-PERU-PRE-HISPANO-Fernandez-y-Rodriguez-pdf>
27. INEI instituto nacional de estadística y informática. Producción Nacional informe Técnico febrero 2019 Nro 4. [Online].
- Disponible en : https://www.inei.gov.pe/media/principales_indicadores/04-informe-tecnico-n04-produccion-nacional-feb2019.pdf
28. Vello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepto.)* [online]. 2006, n.494 [citado 2019-09-24], pp.161-172.
- Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-04622006000200010
29. Ávalos A. Pérez E, Carril U. Metabolismo secundario de planta. Facultad de Biología. Universidad Complutense. Madrid. 119-145, 2009 ISSN.
- https://eprints.ucm.es/9603/1/Metabolismo_secundario_de_plantas.pdf
30. Nicotiana G, Muñoz M. , Gutiérrez M. DETERMINACIÓN DE ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE DIVERSAS PARTES DEL ÁRBOL Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro.2008
- Disponible en: <https://www.uaq.mx/investigacion/difusion/veranos/memorias-2008/7VeranoUAQ/14MunozJuarez.pdf>
31. Ramírez J. Liofilización de alimentos. RevistaReCiTeIA[Internet].2006
- Disponible en: <https://es.calameo.com/read/00043365419cd1f250c9c>
32. Mondragón R, Enrique J, Barba A, Jarque JC. El proceso de secado por atomización: formación de gránulos y cinética de secado de gotas. Boletín De La Sociedad Española De Cerámica Y Vidrio Vol 52, 4, 159-168, Julio-Agosto 2013.
- Disponible en : <https://core.ac.uk/download/pdf/61429024.pdf>

33. Poma E, Inocente M, Ponce J, Zarzosa E. Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante. Revista Horiz Med;2015
Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/hm/v15n1/a08v15n1.pdf>
34. Sepúlveda G, Porta H, Rocha M. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas, Revista Mexica de Fitopatología [Internet]. Enero 27, 2004; pp 355- 63.
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/612/61221317.pdf>
35. Limón L, Díaz A, Mendieta L, Luna F, Zenteno E, Guevara J. Los flavonoides: mecanismo de acción neuro protección y efectos farmacológicos. Research Gate [Internet]. Marzo 2010; p146. Disponible en: <https://docplayer.es/49766366-Los-flavonoides-mecanismo-de-accion-neuroproteccion-y-efectos-farmacologicos.html>
36. Cartaya O. Reynaldo I. Flavonoides: características químicas y aplicaciones. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal [Internet]. 2001.pp5-10 Disponible en: <https://www.redalyc.org/html/1932/193215009001/>
37. Baena P, Eugenia G. Metodología de la investigación [Internet].1ra edición .México: Grupo Editorial Patria; 2014.Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?isbn=6077440035>

ANEXOS

9. Anexos

9.1. Matriz de Consistencia

Anexo N°01

Título: Actividad antioxidante del polvo liofilizado y atomizado de la *Ipomoea batata L.* (camote morado) por medio de los métodos FRAP y DPPH.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuál es la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado) por los métodos DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo) y FRAP (Capacidad para Reducir el Hierro Férrico)?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la actividad antioxidante y el contenido de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado) por los métodos DPPH y FRAP.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Tiene alta actividad antioxidante y fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado) por los métodos DPPH y FRAP.</p>	<p>- Tipo: aplicativo</p> <p>- Nivel: Explicativo</p> <p>- Diseño: Experimental</p> <p>Área de estudio.</p> <p>Universidad María Auxiliadora en la Av. Canto Bello N° 431, distrito de San Juan de Lurigancho.</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>Cuál es el contenido de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado)?</p> <p>¿Cuál es la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado) por el método DPPH.?</p> <p>¿Cuál es la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado) por el método</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el contenido de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado). • Determinar la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado) por el método DPPH. • Determinar la actividad antioxidante en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> (camote morado) por el método FRAP. 	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</p> <p>Tiene actividad de fenoles en el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> camote morado.</p> <p>Tiene actividad antioxidante el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> camote morado por el método DPPH.</p> <p>Tiene actividad antioxidante el polvo liofilizado y atomizado de <i>Ipomoea batata L.</i> camote morado por el método FRAP.</p>	

9.2. Instrumento de recolección de datos

Anexo N°02. Validación de instrumento

ANEXO N°
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Después de revisar el instrumento, es valida su opinión acerca de lo siguiente:

	Menos de 50	50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100
1. ¿En qué porcentaje estima Usted que con esta prueba se logrará el objetivo propuesto?	()	() () () () () ()
2. ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema?	()	() () () () () ()
3. ¿Qué porcentaje de los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos?	()	() () () () () ()
4. ¿En qué porcentaje, los ítems de la prueba son de fácil comprensión?	()	() () () () () ()
5. ¿En qué porcentaje los ítems siguen una secuencia lógica?	()	() () () () () ()
6. ¿En qué porcentaje valora Usted que con esta prueba se obtendrán datos similares en otras muestras?	()	() () () () () ()

SUGERENCIAS

- ¿Qué ítems considera Usted que deberían agregarse?
/
- ¿Qué ítems considera Usted que podrían eliminarse?
/
- ¿Qué ítems considera Usted que deberían reformularse o precisarse mejor?
/

Fecha: 12.11.19
Validado por: Dr. Edwin Rodríguez L.
Firma:

ANEXO N°
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Después de revisar el instrumento, es válida su opinión acerca de lo siguiente:

	Menos de 50	50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100
1. ¿En qué porcentaje estima Usted que con esta prueba se logrará el objetivo propuesto?	()	() () () () () () ()
2. ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema?	()	() () () () () () ()
3. ¿Qué porcentaje de los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos?	()	() () () () () () ()
4. ¿En qué porcentaje, los ítems de la prueba son de fácil comprensión?	()	() () () () () () ()
5. ¿En qué porcentaje los ítems siguen una secuencia lógica?	()	() () () () () () ()
6. ¿En qué porcentaje valora Usted que con esta prueba se obtendrán datos similares en otras muestras?	()	() () () () () () ()

SUGERENCIAS

1. ¿Qué ítems considera Usted que deberían agregarse?

.....
.....

2. ¿Qué ítems considera Usted que podrían eliminarse?

.....
.....

3. ¿Qué ítems considera Usted que debería reformularse o precisarse mejor?

.....
.....

Fecha: 07-13-2019

Validado por: M. Víctor R. Chas. P.

Firma: 

ANEXO N°.

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Después de revisado el instrumento, es válida su opinión acerca de lo siguiente:

	Menos de 50	50 - 60	70	80	90	100
1. ¿En qué porcentaje estima Usted que con esta prueba se logrará el objetivo propuesto?	()	()	()	()	(X)	()
2. ¿En qué porcentaje considera que los ítems están referidos a los conceptos del tema?	()	()	()	()	(X)	()
3. ¿Qué porcentaje de los ítems planteados son suficientes para lograr los objetivos?	()	()	()	()	(X)	()
4. ¿En qué porcentaje, los ítems de la prueba son de fácil comprensión?	()	()	()	()	(X)	()
5. ¿En qué porcentaje los ítems siguen una secuencia lógica?	()	()	()	()	(X)	()
6. ¿En qué porcentaje valora Usted que con esta prueba se obtendrán datos similares en otras muestras?	()	()	()	()	(X)	()

SUGERENCIAS

1. ¿Qué ítems considera Usted que deberían agregarse?

.....

2. ¿Qué ítems considera Usted que podrían eliminarse?

.....

3. ¿Qué ítems considera Usted que deberán reformularse o precisarse mejor?

.....

Fecha: 2019-11-11

Validado por: D. Shannel Sememosa Jaquín

Firma: 

Anexo N°03. Proceso de identificación de *Ipomoea batata L.* (camote morado)



Anexo N° 04. Certificación de la especie vegetal

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ
CONSULTOR BOTÁNICO
C. B. P. N° 3796
Tel: 017512863 Cel. 963689079
Email: jocamde@gmail.com



CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ, BIÓLOGO COLEGIADO- N° 3796 - INSCRITO CON EL N° 36 EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0311-2013- MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

CERTIFICA:

Que, RICARDO ALAYA ATALAYA, JUAN CARLOS TOVAR BACA y DIANA ELIZABETH VARGAS PORRAS, bachilleres en Farmacia y Bioquímica, egresados de la Universidad María Auxiliadora, con fines de investigación científica han solicitado la identificación y certificación botánica de la planta conocida con el nombre vulgar de "camote", en base a las características de las flores y color de las raíces ha sido identificada como *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Según el Sistema de clasificación APG, sistema moderno de clasificación de las angiospermas publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, revisado por APG II (2003), APG III (2009) y APG IV (2016) comparado con el Sistema Integrado de Clasificación de las Angiospermas de Arthur Cronquist. (1981), ocupa las siguientes categorías taxonómicas.

CATEGORÍAS	SISTEMA APG-2016	SISTEMA CRONQUIST 1981
REINO	Plantae	Plantae
DIVISIÓN	Angiospermae	Magnoliophyta
CLASE	Equisetopsida	Magnoliopsida
SUBCLASE	Magnoliidae	Asteridae
SUPERORDEN	Asteranae
ORDEN	Solanales	Solanales
FAMILIA	Convolvulaceae	Convolvulaceae
GENERO	<i>Ipomoea</i>	<i>Ipomoea</i>
ESPECIE	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.

Nombre vulgar: "camote"

Variiedad agronómica: **Camote morado**

Se expide la presente certificación para fines de investigación científica.

Lima, 15 de octubre del 2019


José R. Campos De La Cruz
BIOLOGO
C. B. P. 3796

Anexo N° 05. Datos para el contenido de fenoles totales del Camote Morado Atomizado.

Muestras	Abs a 725nm	Volumen a diluir en ml	Peso de muestra en mg	% Humedad	Peso de muestra mg en bs	Dilución para lectura en ml	mgGAE/100g de muestra bs
Camote A1	0.0930	2	55.0003	10.546	49.2	10ml dilución en 10ml metanol	74.5378049
	0.0920	2	55.0003	10.546	49.2		72.7528455
	0.0930	2	55.0003	10.546	49.2		74.5378049
Camote A2	0.0960	2	55.0039	10.370	49.3	10ml dilución en 10ml metanol	79.7306288
	0.0970	2	55.0039	10.370	49.3		81.5119675
	0.0950	2	55.0039	10.370	49.3		77.9492901
Camote A3	0.0970	2	55.0027	8.550	50.3	10ml dilución en 10ml metanol	79.8914513
	0.1070	2	55.0027	8.550	50.3		97.3506958
	0.0940	2	55.0027	8.550	50.3		74.6536779
Camote A4	0.09200	2	55.0092	7.470	50.9	10ml dilución en 10ml metanol	70.3229862
	0.1010	2	55.0092	7.470	50.9		85.8510806
	0.09700	2	55.0092	7.470	50.9		78.9497053

Anexo N°06. Datos para el contenido de fenoles totales del Camote Morado Liofilizado

Muestras	Abs a 725nm	Volumen a diluir en ml	Peso de muestra en mg	% Humedad	Peso de muestra mg en bs	Dilución para lectura en ml	mgGAE/100g de muestra bs
Camote L1	0.1990	2	55.0003	7.455	50.9	10ml dilución en 10ml metanol	254.9347741
	0.2100	2	55.0003	7.455	50.9		273.9135560
	0.2080	2	55.0003	7.455	50.9		270.4628684
Camote L2	0.2130	2	55.0016	8.730	50.2	10ml dilución en 10ml metanol	282.9812749
	0.2010	2	55.0016	8.730	50.2		261.9884462
	0.2190	2	55.0016	8.730	50.2		293.4776892
Camote L3	0.2120	2	55.0009	7.456	50.9	10ml dilución en 10ml metanol	277.3642436
	0.2280	2	55.0009	7.456	50.9		304.9697446
	0.2190	2	55.0009	7.456	50.9		289.4416503
Camote L4	0.1990	2	55.0001	8.182	50.5	10ml dilución en 10ml metanol	256.9540594
	0.2040	2	55.0001	8.182	50.5		265.6491089
	0.1960	2	55.0001	8.182	50.5		251.7370297

Anexo N°07. Datos de la Actividad Antioxidante DPPH del Camote Morado Atomizado

Muestra	Abs de extracto	Abs de la solución DPPH	Abs del blanco	Abs de la muestra	Δ abs(Abs Blanco - Abs Muestra)	μ M Trolox	ml de extracto	Promedio Peso de Muestra mg	Promedio %H	Peso de la muestra en mg bs	Capacidad antioxidante μ M Equivalente Trolox/g de muestra bs
Camote	0.157	1.102	0.079	0.656	0.577	60.16667	2	55.0003	10.546	49.2	2.44579946
A1	0.157	1.102	0.079	0.653	0.574	65.16667	2	55.0003	10.546	49.2	2.64905149
Camote	0.146	1.102	0.077	0.583	0.506	178.50000	2	55.0039	10.370	49.3	7.24137931
A2	0.146	1.102	0.077	0.607	0.530	138.50000	2	55.0039	10.370	49.3	5.61866126
Camote	0.150	1.102	0.057	0.584	0.527	143.50000	2	55.0027	8.550	50.3	5.70576541
A3	0.150	1.102	0.057	0.619	0.562	85.16667	2	55.0027	8.550	50.3	3.38634858
Camote	0.141	1.102	0.065	0.572	0.507	176.83333	2	55.0092	7.470	50.9	6.94826457
A4	0.141	1.102	0.065	0.557	0.492	201.83333	2	55.0092	7.470	50.9	7.93058284

Anexo N° 08. Datos de la Actividad Antioxidante DPPH del Camote Morado Liofilizado

Muestra	Abs de extracto	Abs de la solución DPPH	Abs del blanco	Abs de la muestra	Δ abs(Abs Blanco - Abs Muestra)	μ M Trolox	ml de extracto	Promedio Peso de Muestra mg	Promedio %H	Peso de la muestra en mg bs	Capacidad antioxidante μ M Equivalente Trolox/g de muestra bs
Camote	0.142	1.102	0.049	0.321	0.272	568.50000	2	55.0003	7.455	50.9	22.33791749
L1	0.142	1.102	0.049	0.324	0.275	563.50000	2	55.0003	7.455	50.9	22.14145383
Camote	0.156	1.102	0.055	0.286	0.231	636.83333	2	55.0016	8.730	50.2	25.37184595
L2	0.156	1.102	0.055	0.330	0.275	563.50000	2	55.0016	8.730	50.2	22.45019920
Camote	0.821	1.102	0.049	0.285	0.236	628.50000	2	55.0009	7.456	50.9	24.69548134
L3	0.821	1.102	0.049	0.290	0.241	620.16667	2	55.0009	7.456	50.9	24.36804191
Camote	0.251	1.102	0.053	0.323	0.270	571.83333	2	55.0001	8.182	50.5	22.64686469
L4	0.253	1.102	0.053	0.336	0.283	550.16667	2	55.0001	8.182	50.5	21.78877888

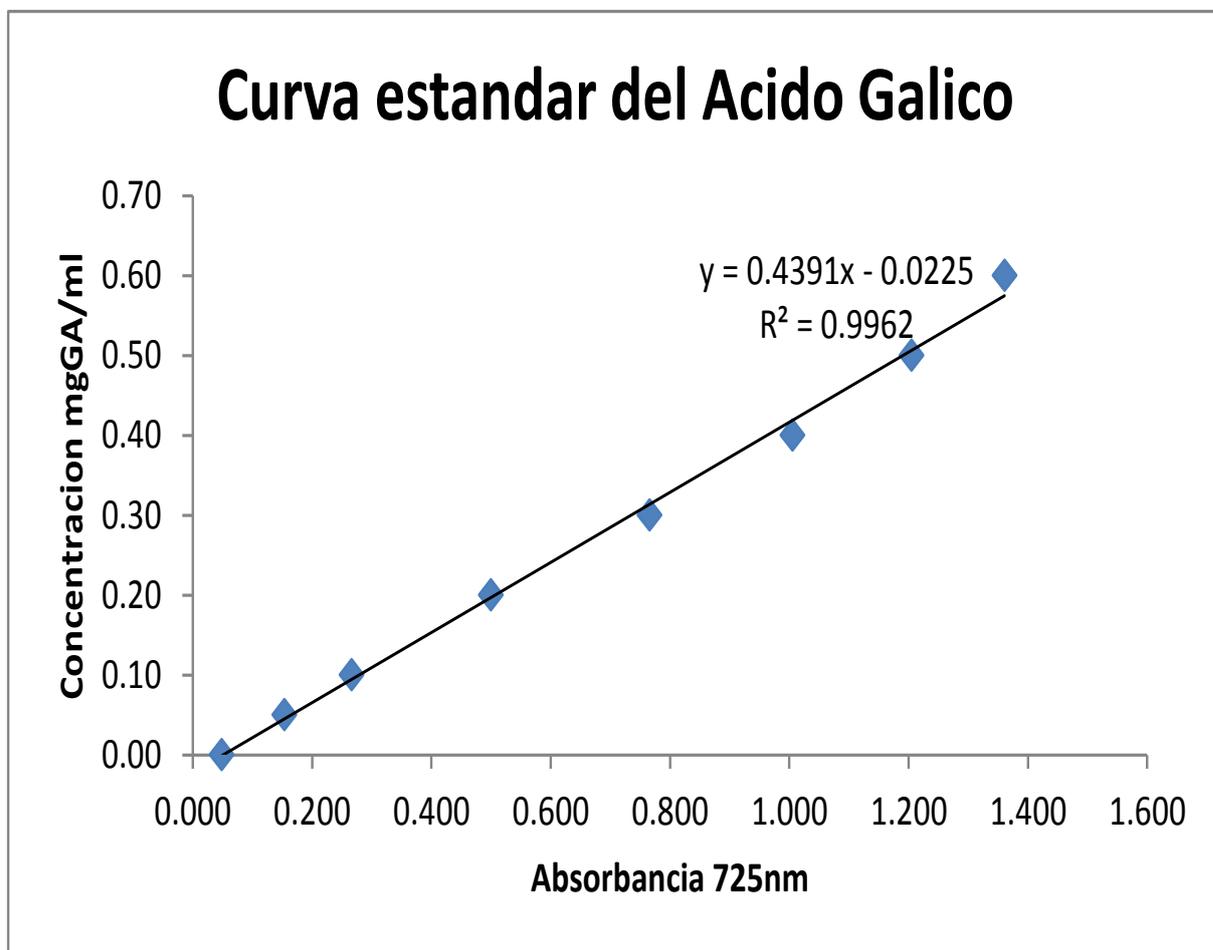
Anexo N°09. Datos de la Actividad Antioxidante FRAP del Camote Morado Atomizado

Muestra	Abs de la muestra	µM Trolox	ml de extracto	Promedio Peso de Muestra mg	Promedio %H	Peso de la muestra en mg bs	Capacidad antioxidante µM Equivalente Trolox/g de muestra bs
Camote A1	0.246	127.54545	2	55.0003	10.546	49.2	5.1847746
	0.243	124.81818	2	55.0003	10.546	49.2	5.0739098
Camote A2	0.241	123.00000	2	55.0039	10.370	49.3	4.9898580
	0.249	130.27273	2	55.0039	10.370	49.3	5.2848977
Camote A3	0.239	121.18182	2	55.0027	8.550	50.3	4.8183626
	0.245	126.63636	2	55.0027	8.550	50.3	5.0352431
Camote A4	0.228	111.18182	2	55.0092	7.470	50.9	4.3686373
	0.243	124.81818	2	55.0092	7.470	50.9	4.9044472

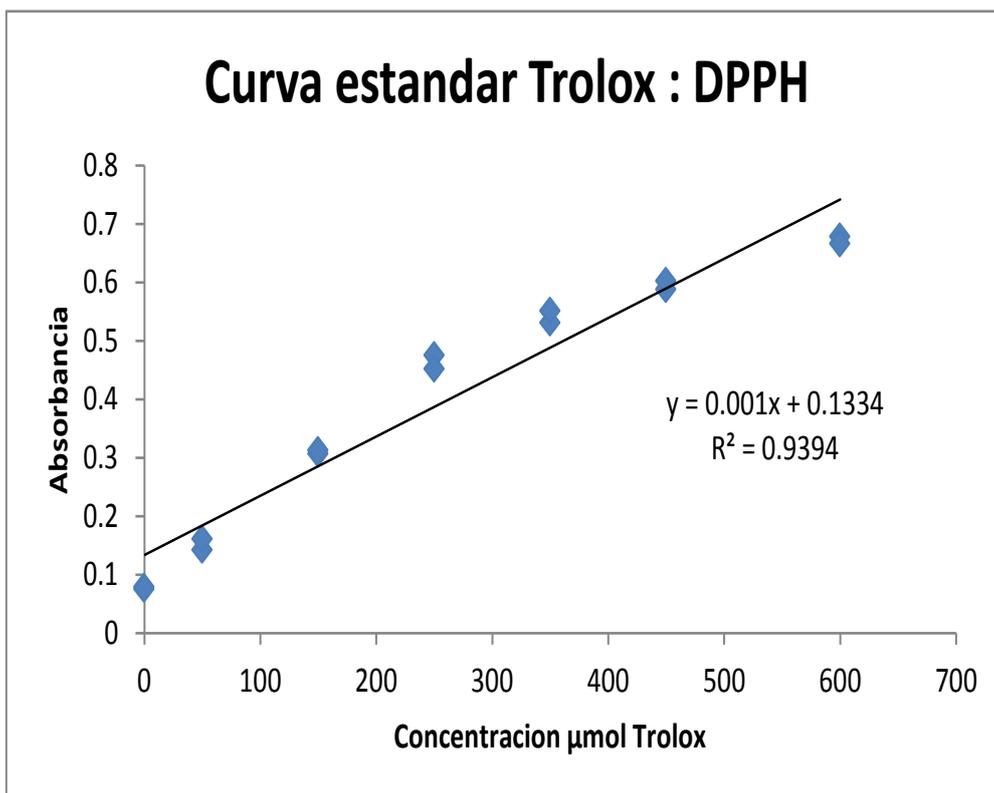
AnexoN°10. Datos de la Actividad Antioxidante FRAP del Camote Morado Liofilizado

Muestra	Abs de la muestra	µM Trolox	ml de extracto	Promedio Peso de Muestra mg	Promedio %H	Peso de la muestra en mg bs	Capacidad antioxidante µM Equivalente Trolox/g de muestra bs
Camote L1	0.643	488.45455	2	55.0003	7.455	50.9	19.19271298
	0.644	489.36364	2	55.0003	7.455	50.9	19.22843365
Camote L2	0.663	506.63636	2	55.0016	8.730	50.2	20.18471568
	0.702	542.09091	2	55.0016	8.730	50.2	21.59724737
Camote L3	0.695	535.72727	2	55.0009	7.456	50.9	21.05018753
	0.730	567.54545	2	55.0009	7.456	50.9	22.30041079
Camote L4	0.649	493.90909	2	55.0001	8.182	50.5	19.56075608
	0.615	463.00000	2	55.0001	8.182	50.5	18.33663366

Anexo N°11. Curva estándar para la calibración de compuestos fenólicos



Anexo N° 12. Curva estándar para la calibración para la actividad antioxidante



Anexo: N° 13. Curva estándar para la calibración para la actividad antioxidante

