



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

TESIS

**“EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE DEL *Ipomoea batatas* L. Lam
CAMOTE MORADO”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

QUÍMICO FARMACÉUTICO

BACHILLER: ALVAREZ NINACONDOR, Erik Juan

ASESOR: Mg. DÍAZ URIBE, Julio

LIMA-PERÚ

2016

Dedicatoria

A Dios por darme la fortaleza y con ello cumplir una de las metas trazadas en mi destino.

A mi familia y amigos por ser el soporte y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

Por brindarme su apoyo y orientación para la realización de esta tesis, Mg. Díaz Uribe, Julio; Dra. Q.F. Jurado Texeira, Bertha, mi familia y amigos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la actividad antioxidante del extracto etanólico de camote morado. Las raíces del camote fueron recolectados en el distrito de Pacarán, en la Provincia de Cañete, cultivados a 700 m.s.n.m.

Los objetivos específicos de la presente investigación fue evaluar propiedades como, contenido de antocianinas y actividad antioxidante del camote morado.

Se realizó primero el reconocimiento de metabolitos presentes en el extracto mediante el método cualitativo de tamizaje fitoquímico; la cuantificación del contenido de antocianinas totales y la actividad antioxidante fue 1.267, 1.708, 1.708 mg equivalentes de cianidina 3-glucósido/g de muestra y 13.024 μmol equivalentes de trolox (TE) / g de raíz, respectivamente. Valores obtenidos por método espectrofotométrico antocianinas totales y la actividad antioxidante obtenida por método colorimétrico DPPH a un rango de lectura de 517 nm y 700 nm.

Palabras Clave: Actividad antioxidante, camote morado, cuantificación, método DPPH.

ABSTRACT

This research aimed to determine the antioxidant activity of ethanol extract of purple sweet potato. The roots of sweet potato were collected in the district of Pacarán, in the Province of Cañete, grown to 700 m.s.n.m.

The specific objectives of this research was to evaluate properties as anthocyanins and antioxidant activity of purple sweet potato.

The recognition of metabolites present in the extract was first performed by the qualitative phytochemical screening method; quantification of the total anthocyanins content and antioxidant activity was 1.267, 1.708, 1.708 mg equivalent of cyanidin 3-glucoside / g sample and 13.024 μ mol Trolox equivalent (TE) / g root, respectively. Anthocyanins values obtained by spectrophotometric method and antioxidant activity obtained by colorimetric method DPPH to a range of 517 nm reading and 700 nm.

Keywords: Antioxidant activity, purple sweet potato, quantification, DPPH method.

ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	15
1.2 Formulación del Problema.....	16
1.2.1 Problema General.....	16
1.2.2 Problemas Específicos.....	16
1.3 Objetivos de la Investigación.....	16
1.3.1 Objetivo General.....	16
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 Hipótesis de la Investigación.....	17
1.4.1 Hipótesis General.....	17
1.4.2 Hipótesis Secundarias.....	17
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación.....	17
1.5.1 Justificación.....	17
1.5.1 Importancia.....	18

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	19
2.1.1 Nacionales	19
2.1.2 Internacionales	21
2.2 Bases Teóricas	22
2.2.1 Camote	22
2.2.2 Clasificación Taxonómica.....	23
2.2.3 Condiciones de Cultivo.....	23
2.2.4 Antioxidantes.....	24
2.2.5 Actividad Antioxidante.....	24
2.2.6 Antocianidinas	25
2.2.7 Radicales Libres.....	27
2.2.8 Alcaloides.....	27
2.2.9 Derivados Fenólicos.....	27
2.2.10 Flavonoides.....	28
2.2.11 Taninos.....	28
2.2.12 Maceración.....	28
2.2.13 Extractos.....	29
2.2.14 Propiedades Funcionales del Camote Morado.....	29
2.2.15 Composición Química del Camote.....	29
2.2.16 Propiedades del Camote en la Salud.....	31
2.3 Definición de Términos Básicos	32
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.1 Tipo de Investigación	33
3.1.1 Método	33
3.1.2 Técnicas.....	33
3.1.2.1 Tamizaje Fitoquímico.....	33
3.1.2.2 Cuantificación de Antocianinas.....	34
3.1.2.3 Método del Radical Libre 2,2difeníl-1-picrilhidrazilo.....	34
3.1.3 Diseño	35
3.2 Población y Muestreo de la Investigación	36
3.2.1 Población	36
3.2.2 Muestra	36

3.3 Variables e Indicadores	36
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	37
3.4.1 Técnicas.....	37
3.4.1.1 Preparación de la Muestra.....	37
3.4.1.2 Tamizaje Fitoquímico.....	40
3.4.1.3 Cuantificación de Antocianinas Totales.....	42
3.4.1.4 Método del Radical Libre 2,2difeníl-1-picrilhidrazilo.....	43
3.4.2 Instrumentos	45
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	47
4.1 Resultados	47
4.1.1 Análisis organoléptico.....	47
4.1.2 Tamizaje Fitoquímico.....	47
4.1.3 Antocianinas Totales.....	49
4.1.4 Actividad Antioxidante.....	50
4.1.5 Análisis de Resultados Mediante Curvas de Calibración.....	52
DISCUSIÓN	54
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES.....	58
FUENTES DE INFORMACIÓN	59
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Clasificación taxonómica.....	23
Tabla N° 2: Composición química del camote.....	29
Tabla N° 3: Propiedades del camote.....	31
Tabla N° 4: Análisis organoléptico del extracto.....	47
Tabla N° 5: Tamizaje fitoquímico.....	48
Tabla N° 6: Cuantificación de antocianinas totales.....	49
Tabla N° 7: Porcentaje de captación de radicales libres.....	50
Tabla N° 8: Capacidad antioxidante mediante la IC ₅₀	51
Tabla N° 9: Equivalencias del resultado de la extracción expresado en trolox y vitamina C.....	52
Tabla N°10: Valores expresados en µmol equivalente de trolox y vitamina C.....	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°1: Concentración de antocianinas.....	50
GRÁFICO N°2: Curva de porcentajes de absorbancias.....	52
GRÁFICO N°3: Porcentaje de captación de las radicales libres.....	53
GRÁFICO N°4: Absorbancia vs concentración.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Estructuras y sustituyentes de las antocianinas.....	25
Figura N° 2: Algunas estructuras de las antocianinas.....	26
Figura N° 3: Partes de la raíz de camote.....	30
Figura N° 4: Reacción del radical DPPH.....	35
Figura N° 5: Flujograma de Trabajo.....	39

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1: Matriz de consistencia.....	63
ANEXO N° 2: Certificación botánica.....	64
ANEXO N° 3: Tamizaje fitoquímico.....	65
ANEXO N° 4: Presentación y trabajo de la muestra.....	67
ANEXO N° 5: Materiales y reactivos.....	77
ANEXO N° 6: Curva estándar Trolox.....	81
ANEXO N° 7: Curva estándar Vitamina C.....	82

INTRODUCCIÓN

En el Perú, actualmente el consumo de recursos naturales por su actividad terapéutica ya es cotidiano para prevenir o mejorar los problemas de salud. En nuestro país megadiverso en recursos naturales, existe gran variedad de cultivos entre ellos el camote morado este como producto alimenticio es muy popular en las comidas, existe poca industrialización y pequeños volúmenes están destinados a la alimentación del ganado.

En la piel y en la pulpa del camote pueden observarse una amplia variedad de colores. Estos colores se deben a la presencia de dos clases de pigmentos: las antocianinas (flavonoides) y los carotenoides. Estos pigmentos además de jugar un rol central en la elección por parte del consumidor, presentan importantes beneficios para la salud, principalmente por actuar como antioxidantes. Muchos de ellos han sido caracterizados por sus propiedades antimutagénicos y anticancerígenos.⁽⁴⁾

Además, debido a las propiedades antioxidantes, de las antocianinas se pueden encontrar numerosas publicaciones que les atribuyen propiedades beneficiosas para la salud, como la prevención de enfermedades cardiovasculares, neuronales, cáncer y diabetes, entre otras.⁽⁵⁾

El presente trabajo de investigación busca incentivar la utilización de este recurso natural, por ello tiene como objetivo general el determinar la actividad antioxidante en el extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado y como objetivos específicos:

Cuantificar las antocianinas en el extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado.

Determinar el coeficiente de inhibición IC_{50} del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado.

Primero se realizó la cuantificación de antocianinas en el extracto etanólico de ***Ipomoea batatas L. Lam*** camote morado.

Luego se determinó la actividad antioxidante del extracto etanólico de ***Ipomoea batatas L. Lam*** camote morado con el porcentaje de captación de Radicales Libres y la Concentración Inhibitoria al 50 % (IC_{50} ug/mL), mediante el método DPPH (2,2-difenil -1-picrilhidrazil), método que se basa en la reducción del radical DPPH por los compuestos antioxidantes de la muestra del extracto etanólico. El radical es estable y tiene una coloración púrpura que se pierde progresivamente cuando se añade la muestra conteniendo sustancias antioxidantes. La decoloración del radical se determina a 515 nm y la cuantificación se realiza por lo general, empleando soluciones patrón de Trolox (Brand-Williams et al., 1995). Se evaluó la capacidad antioxidante del extracto etanólico de la especie *Ipomoea batatas L. Lam*, conocida como camote morado, cuyos resultados podrían utilizarse como una alternativa en futuros estudios que busquen reemplazar los antioxidantes artificiales en alimentos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

El camote morado es una de las variedades la cual contiene antocianinas, siendo un antioxidante de gran importancia, por ser un alimento funcional ya que ayuda a la prevención del cáncer de colon y el envejecimiento celular según estudios realizados por la Universidad Estatal de Kansas y confirmado por el Centro de Internacional de la Papa (CIP).

Fomentar la cultura de prevención del cáncer preocupa cada día más a los peruanos, pero todavía nos hace falta difundir más los beneficios de nuestras riquezas naturales. En el país ocho de cada 10 casos de cáncer son detectados cuando ya la enfermedad se encuentra muy avanzada y las posibilidades de acabar con el mal o alargar la vida del paciente son más difíciles. ⁽²⁵⁾ En el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas (INEN), prevén que para el 2050 la casuística oncológica habrá aumentado en 10 veces su número. ⁽²⁶⁾

Los antioxidantes serian de mucha ayuda pues estos interactúan con los radicales libres y los neutralizan, lo que les impide a estos causar daños. En estudios de laboratorio y en estudios de animales, se ha indicado que la presencia de mayores concentraciones de antioxidantes, impiden el tipo de daño ocasionado por los radicales libres que está asociado con la presencia de cáncer. Por esta razón, los investigadores han estudiado si el uso de complementos de antioxidantes alimenticios puede ayudar a bajar el riesgo de padecer o de morir por cáncer en los humanos.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿El extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado presentara actividad antioxidante?

Junio - octubre 2016

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cuál será la concentración antocianinas presentes en el extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado?

¿Cuál será el coeficiente de inhibición IC₅₀ del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar la actividad antioxidante presente en el extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado.

Junio – octubre 2016.

1.3.2 Objetivos Específicos

OE1 Cuantificar las antocianinas en el extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado.

OE2 Determinar el coeficiente de inhibición IC₅₀ del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado.

1.4 Hipótesis de la Investigación

1.4.1 Hipótesis General

El extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado tendrá actividad antioxidante.

Junio – octubre 2016.

1.4.2 Hipótesis Específicos

HE1 El extracto etanólico del camote morado tendrá antocianinas.

HE2 Se podrá determinar el coeficiente de inhibición IC₅₀ del extracto etanólico de camote morado.

1.5 Justificación e Importancia de la Investigación

1.5.1 Justificación

En la investigación que presentamos pretende contribuir de alguna manera mejorar la calidad de vida mediante la evaluación de las propiedades antioxidantes del camote morado, con el fin de caracterizar sus aptitudes para su empleo como materias primas en la elaboración de alimentos funcionales con actividad antioxidante.

Existe un amplio interés en la prevención de algunas condiciones y enfermedades crónicas principalmente cáncer y enfermedades cardíacas, por lo que muchos de los esfuerzos están enfocados hacia la efectividad de los componentes de la dieta como agentes importantes en esta prevención. En este sentido en el campo de la farmacología se han focalizado investigaciones con el fin de estudiar el efecto y la concentración de antioxidante de diversos nutrientes así como también sus posibles efectos antioxidantes.

Los radicales libres generan cambios en las estructuras de lípidos, proteínas, ácidos nucleicos y en carbohidratos, y se han asociado a la generación y progresión de variados procesos degenerativos crónicos como las enfermedades cardiovasculares (coronaria, cerebral, periférica), cáncer, cataratas y degeneración macular, desórdenes neurológicos como el Parkinson, cuadros inflamatorios, enfisema y muchos de los procesos asociados al envejecimiento, entre los que se incluye el estado de deficiencia inmunológica para las infecciones.⁽²⁴⁾

1.5.2 Importancia

La importancia de esta investigación está basada en fomentar la utilización de alimentos que contengan compuestos bioactivos y estas se introduzcan fácilmente en la dieta diaria de las personas y aprovechar su actividad antioxidante.

En la actualidad se busca fomentar la utilización de productos naturales como el camote morado y aprovechar sus propiedades medicinales. En esta investigación uno de los objetivos es determinar la capacidad antioxidante de este recurso natural expresado en porcentaje y captación de radicales libres.

Este tipo de alimento ayuda a preservar la salud y son fuente de protección frente a algunos tipos de enfermedades degenerativas a partir de ello se pueden generar diversas elaboraciones para su consumo y tal vez su utilización en la industria alimentaria y de esta manera disminuir la incidencia del cáncer es por ello que debemos priorizar en difundir posibles alternativas de prevención basadas en el consumo de productos naturales a un costo asequible para la población de bajos recursos económicos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

1.2 Antecedentes de la Investigación

1.2.1 Antecedentes Nacionales

En la tesis, realizada por Giovanna Julissa Valverde Acha, (2014) **CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE TRES VARIEDADES TIPO AMARILLO, NARANJA Y MORADO DE *Ipomoea batatas* (camote)** refiere que el estudio se orientó a determinar la capacidad antioxidante del extracto acuoso de tres variedades de camote en presencia de sistemas generadores de radicales libres. En la evaluación se determinó que medida que aumenta la concentración de la muestra mayor era la acción antioxidante; es decir se reducía la formación de radicales libres. Al comparar las tres variedades de camote se determinó que a una misma concentración (25 mL) el camote morado obtuvo un mayor porcentaje de inhibición de radicales hidroxilo 90.8% frente la variedad camote amarilla con 81.4% y 84.8% de la variedad camote naranja. ⁽¹⁾

En la investigación de Luz Milagros Pichardo Cruz, (2011) denominada **OBTENCION DE ANTIOXIDANTES EN POLVO A PARTIR DE LA HOJA DE CAMOTE (*Ipomoea batata*)** refiere sobre la investigación de la concentración de antioxidantes presentes en el polvo a partir de la hoja de camote morado. El proceso para la obtención del polvo del extracto concentrado fue el de atomización o deshidratación. Para la medida de la capacidad antioxidante se utilizó el método DPPH. La capacidad antioxidante que presento el polvo obtenido fue de 5526.65 u moles de Trolox por Kg de hoja de camote morado. ⁽²⁾

En la investigación realizada por David Ojeda F, David Campos G; (2004) **ANTOCIANINAS, COMPUESTOS FENOLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN CASCARAS DE TRES VARIEDADES DE CAMOTE MORADO (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)** en esta investigación se cuantifico el contenido de antocianinas, compuestos fenólicos y la actividad antioxidante presentes en la cáscara de tres variedades de camote morado: Pierna de Viuda (PDV), Pachacamac (PCH) e Italiano (ITA). El contenido de antocianinas (ACNs) presentes en la cáscara de las tres variedades de camote morado fueron: 1.37, 1.10 y 1.01 mg equivalente Cy-3-glu/g (base húmeda) para las variedades PDV, PCH e ITA respectivamente. El contenido de fenólicos totales (FNs) encontrados fueron: 12.47, 10.99 y 12.45 mg equivalente de ácido clorogénico/g (b.h.) para las variedades PDV, PCH e ITA respectivamente. Los valores de actividad antioxidante (AOA) hallados fueron: 7825, 7139.87 y 7790.90 µg equivalente de Trolox/g (b.h.) para las variedades PDV, PCH e ITA respectivamente. Este estudio demuestra una alta correlación entre el contenido de FNs y la actividad antioxidante ($r^2 = 0.99$) para las tres variedades estudiadas; no se encontró correlación entre el contenido de ACNs y AOA. ⁽³⁾

En la tesis realizada por Quispe Guerrero; (2003) **ESTUDIO DE LA EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS DEL CAMOTE MORADO** el objetivo de este estudio fue la determinar la extracción óptima de antocianinas a partir de camote de pulpa morada utilizando la combinación de métodos tales como lixiviación, maceración y agitación constante; se evaluó el rendimiento de dicha extracción; también se evaluó la estabilidad de la extracción frente a condiciones de pH, temperatura, luz y oxígeno. Obteniéndose como resultado en la concentración en el contenido de antocianinas 143.221 mg / 100 g de cy-3-glu

extracto en base seca con harina de camote con humedad de 6% y 187,67 mg / 100 g de muestra seca de camote fresco. ⁽²⁸⁾

2.1.2 Antecedentes Internacionales

En la investigación realizada por Jefferson Fabricio Hidalgo Salazar. (2014) **ESTUDIO DEL EFECTO DEL SECADO Y LA FRITURA AL VACÍO SOBRE EL CONTENIDO DE ANTIOXIDANTES DEL CAMOTE (*Ipomoea batata*)** con el objetivo de determinar el efecto del secado y la fritura al vacío sobre el contenido de antioxidantes del camote (*Ipomoea batata*). Utilizaron camotes genotipo morado, los cuales fueron procesados mediante secado en bandejas a 52°C por 4 h para obtener harina y por fritura al vacío a 110°C por 12 min para obtener chips. Se 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. Los contenidos de AT fueron de 0.28 y 0.02 mg equivalentes de Cy-3-glu/g en base seca (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. Por último, la capacidad antioxidante total presentó valores de 6.35, 0.44, 0.47 $\mu\text{mol TEAC}$ (trolox equivalent antioxidant capacity)/g (base seca) 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. Las muestras de secado y fritura presentaron concentraciones similares de FT, AT y AA, así como una CA similar. En general, el camote congelado crudo mostró

mayor concentración de compuestos antioxidantes, mientras que en la harina y la fritura al vacío se observó una disminución significativa de estos compuestos.

Esta respuesta podría deberse a las altas temperaturas utilizadas en ambos procesos; por lo que estos factores habrían disminuido el contenido de antioxidantes. En conclusión, el camote posee una gran cantidad de compuestos antioxidantes que se ven directamente afectados con el secado y la fritura al vacío, no se encuentra un beneficio nutricional para el consumidor en cuanto a antioxidantes en estos productos que si bien constituyen tecnologías alternativas para el consumo del camote, como tales (harina y chips), no representarían una potencial fuente de antioxidantes. ⁽⁴⁾

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Camote

Esta especie fue descrita por Linneo en 1753 como *Convolvulus Batatas*. Sin embargo, en 1791, Lamarck clasificó esta especie dentro del género *Ipomoea* basándose en la forma del estigma y a la superficie de los granos de polen. Por lo tanto, el nombre fue cambiado a *Ipomoea Batatas* (L.) Lam. ⁽⁶⁾

En el análisis de caracteres morfológicos del camote y de las especies silvestres del género *Ipomoea*, postuló que el origen del camote fue en un lugar de la región entre la península de Yucatán en México y la desembocadura del Río Orinoco en Venezuela. Asimismo, el camote cuenta con centros secundarios de diversidad genética (áreas geográficas donde el cultivo evolucionó separadamente de sus ancestros) como la región comprendida entre nuestro Perú y el Ecuador. ⁽⁷⁾

2.2.2 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica, fue realizada por el Biólogo-Botánico Hamilton Beltrán que certifica de acuerdo al Sistema de Clasificación de Cronquist 1981, se ubica en las siguientes categorías:

Tabla N° 1: Clasificación taxonómica.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Sapindales
Familia	Convolvulaceae
Genero	<i><u>Ipomoea</u></i>
Especie	<i><u>Ipomoea batatas (L.) Lam</u></i>

Fuente: Biólogo- Botánico Hamilton Beltrán

2.2.3 Condiciones de Cultivo

a) Suelo: El camote se desarrolla mejor en suelos arenosos, pero se puede cultivar también en los arcillosos con tal de que estén bien granulados y la plantación se haga en caballones de tierra. Los suelos de textura gruesa, sueltos, desmenuzables, granulados y con buen drenaje, son los mejores. La textura ideal es franco arenosa, junto a una estructura granular del suelo, tolera los suelos moderadamente ácidos, con pH comprendidos entre 4,5 a 7,5, siendo el óptimo pH = 6. ⁽³¹⁾

b) Temperaturas: Los camotes son plantas tropicales y subtropicales que no soportan las bajas temperaturas. Las condiciones óptimas de temperatura para su cultivo durante el periodo de crecimiento superior a los 21° C, un ambiente húmedo (80-85% HR) y buena luminosidad. Soporta bien el calor, es una planta muy sensible a las heladas y al frío, la temperatura mínima de crecimiento es 12° C. ⁽³¹⁾

2.2.4 Antioxidantes

Está constituido por un grupo de sustancias que al estar presente en concentraciones bajas con respecto al sustrato oxidable, retrasan o previenen significativamente la oxidación de este.

Los antioxidantes impiden que otras moléculas se unan al oxígeno, al reaccionar-interactuar más rápido con los radicales libres del oxígeno y las especies reactivas del oxígeno que con el resto de las moléculas presentes, en un determinado microambiente –membrana plasmática, citosol, núcleo o líquido extracelular. ⁽⁸⁾

2.2.5 Actividad Antioxidante

La actividad antioxidante es ampliamente utilizada como parámetro para caracterizar diferentes materiales vegetales. Esta actividad se relaciona con compuestos capaces de proteger un sistema biológico del efecto potencialmente dañino de procesos que causan excesiva oxidación, involucrando especies reactivas del oxígeno. Existen diversos métodos para la evaluación de la capacidad antioxidante de muestras biológicas.

Algunos de ellos utilizan la producción de un radical orgánico o especies reactivas del oxígeno y otros se basan en la oxidación-reducción de iones metálicos. Un ensayo universal de la actividad antioxidante in vitro no existe, debido a que la actividad anti-radicales depende fundamentalmente de la naturaleza del radical

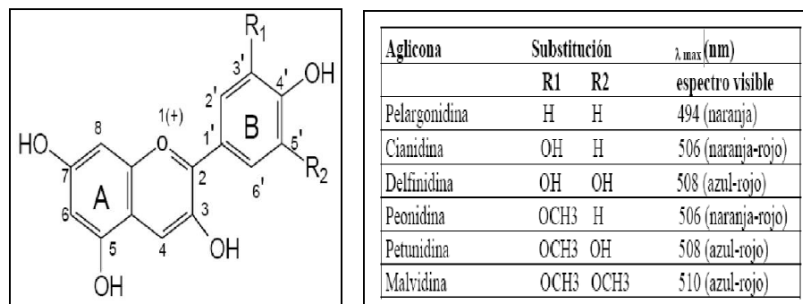
y del método de generación del mismo. La elección de un sistema químico para generar especies reactivas es un punto crítico en el desarrollo de cualquier ensayo antioxidante con el fin de obtener resultados relevantes. ^{(16), (13)}

2.2.6 Antocianidinas

Son productos del metabolismo general de los flavonoides, tienen unido el grupo -OH en posición 3 pero además poseen un doble enlace entre los carbonos 3 y 4 del anillo C. y a diferencia de los flavonoles, no presentan ningún grupo carbonilo, se encuentran frecuentemente combinados con azúcares en C3, aunque pueden encontrarse estructuras glucosiladas en otras posiciones. De forma similar pueden combinarse con los taninos. Son responsables del color de las flores, los frutos y las hojas de todas las angiospermas, excepto las incluidas en el orden Centrosperma, que presentan betalaínas. También se pueden encontrar en gimnospermas, helechos y ocasionalmente en musgos. ⁽⁹⁾

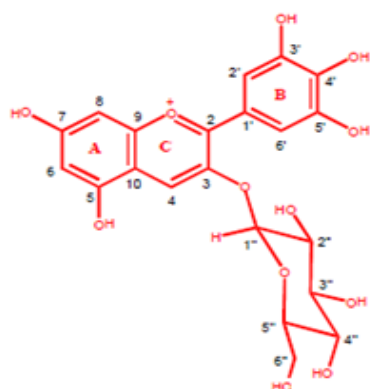
Las variaciones estructurales del anillo B resultan en seis antocianinas conocidas.

Figura N°1: Estructuras y sustituyentes de las antocianinas

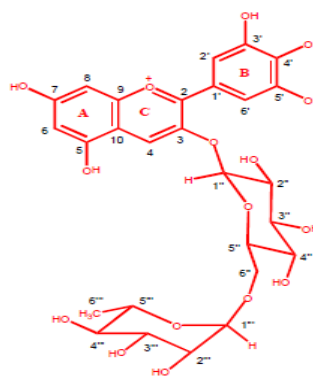


Fuente: Durst y Wrolstad (2001)

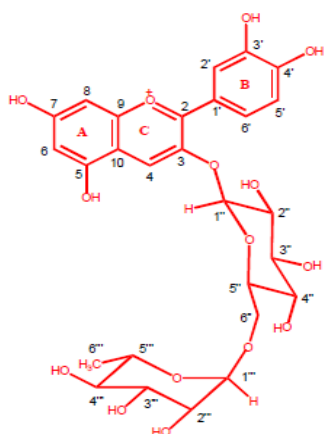
Figura N°2: Algunas estructuras de las antocianinas.



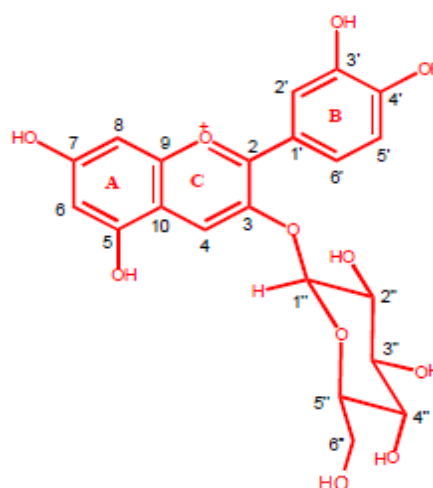
Delphinidina-3-O-glucopiranososa



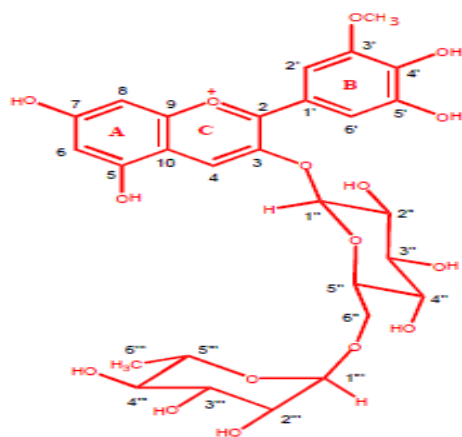
Delphinidina-3-O-(6''-O- α -ramnopiranosil- β -glucopiranosido).



Cianidina-3-O-(6''-O- α -ramnopiranosil- β -glucopiranosido.



Cianidina 3-O- β -glucopiranosido.



Petunidina-3-O-(6''-O- α -ramnopiranosil- β -glucopiranosido

Fuente: SANTACRUZ CIFUENTES (2011)

2.2.7 Radicales Libres

El camote, debido a su alto contenido de vitaminas A (en la forma de betacaroteno) y C contiene propiedades antioxidantes, que eliminan los radicales libres del cuerpo. ⁽¹⁰⁾

Entre los radicales libres producidos en los sistemas biológicos se encuentran:

Los radicales superóxidos ($O_2\bullet^-$), radicales hidroxilo ($\bullet OH$), radical alcóxido ($RO\bullet$), radical peróxido ($ROO\bullet$) y al óxido nítrico ($NO\bullet$). De estos quien tiene mayor predominio en los sistemas biológicos son los hidroxilos y peróxido. Los radicales superóxidos pueden ser beneficioso por la inactivación de virus y bacterias y el óxido nítrico tiene efecto benéfico vasodilatador. Existen otros que no siendo radicales puede causar daño oxidativo entre estas tenemos al peróxido de hidrogeno (H_2O_2), ozono (O_3), estas son clasificadas dentro de las llamadas “especie reactiva de oxígeno” (ROS). ⁽³²⁾

2.2.8 Alcaloides

Los alcaloides típicos son de origen vegetal, contienen uno o más átomos de nitrógeno (generalmente en anillo heterocíclico).

2.2.9 Derivados Fenólicos

Las plantas producen una gran variedad de productos secundarios que contienen un grupo hidroxilo en un anillo aromático, que les confiere una estructura fenólica.

2.2.10 Flavonoides

Los flavonoides constituyen un grupo amplio de fenoles naturales, se encuentran tanto como agliconas libres o en forma de heterósidos.

En la actualidad se conocen más de 2000 de estos compuestos, de los cuales unos 500 se encuentran en estado libre. ⁽²²⁾

2.2.11 Taninos

Los taninos poseen un amplio grupo de compuestos hidrosolubles con estructura polifenólica.

2.2.12 Maceración

Se entiende por maceración al contacto prolongado durante cierto tiempo de la droga con el solvente constituyendo un conjunto homogéneamente mezclado en el cual el solvente actúa simultáneamente sobre todas las proporciones de la droga. ⁽¹⁹⁾

Además es el procedimiento de extracción más simple, al conjunto de droga más solvente se lo protege de la luz, para evitar posibles reacciones y debe agitarse continuamente (tres veces por día, aproximadamente); el tiempo de maceración es diverso, las distintas Farmacopeas prescriben tiempos que oscilan entre cuatro y diez días. A partir de este método no se consigue el agotamiento de las sustancias extraídas. “Cuanto mayor sea la relación entre el líquido extractivo y la droga, tanto más favorable será el rendimiento”. ^{(20), (21)}

2.2.13 Extractos

Los extractos son preparados concentrados de consistencia sólida, líquida o intermedia, derivados generalmente de material vegetal desecado, se obtienen al evaporar parcial o totalmente el disolvente en los líquidos extractivos de origen vegetal. Los extractos según su consistencia y concentración de principio activo se clasifican en: extractos fluidos, secos, blandos y los crioextractos. ⁽²¹⁾

2.2.14 Propiedades Funcionales del Camote Morado.

Por su contenido de fibra especialmente en su cascara, le otorga la funcionalidad de facilitar el tránsito intestinal, además el camote aporta minerales como el potasio y el calcio. ⁽¹⁵⁾

2.2.15 Composición Química del Camote

Componentes nutricionales en el camote descrito en el Tabla 2.

Tabla N° 2: Composición química del camote.

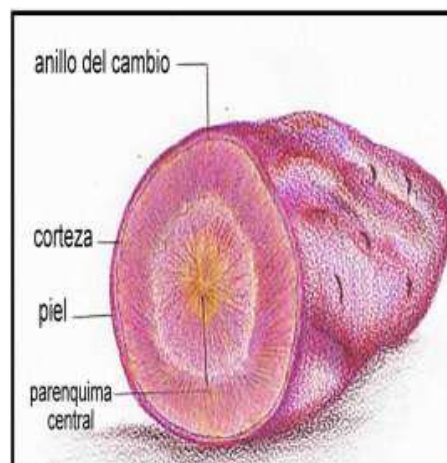
Elemento	Camote amarillo	Camote blanco	Camote morado	Harina de camote
Energía (calorías)	116.00	119.00	118.00	353.00
Agua (g)	69.90	68.80	71.60	9.90
Proteína (g) N x 6.25	1.20	1.70	1.40	2.10
Grasa (g)	0.20	0.10	0.30	0.90
Carbohidratos (g)	27.60	28.30	25.70	84.30
Fibra (g)	1.00	0.90	0.90	1.80
Ceniza (g)	1.10	1.10	1.00	2.80
Calcio (mg)	41.00	26.00	36.00	153.00
Fósforo (mg)	31.00	33.00	40.00	99.00
Hierro (mg)	0.80	2.50	1.40	5.70
Retinol (mg)	39.00	9.00	11.00	1542.00
Tiamina (mg)	0.10	0.14	0.08	0.17
Riboflavina (mg)	0.05	0.04	0.05	0.17
Niacina (mg)	0.63	0.70	0.82	1.67
Ácido ascórbico reducido (mg)	10.00	12.90	13.60	7.90

Fuente: Collazos (1996) ⁽²⁷⁾

La concentración de antocianinas también va depender del estado de desarrollo de la raíz, existen investigaciones de algunas variedades de camotes morados donde las raíces grandes de 300 a 400 gramos contenían alrededor de 200 mg de antocianinas/ 100 g en base seca, mientras que en el mismo cultivar muestras que pesan entre 80 g y 150 g contenían alrededor de 300 mg de antocianinas/ 100 g en base seca. ⁽²⁸⁾,
(29)

En otra investigación se encontró que la concentración de antocianinas en cultivares de camote pulpa morada decrece del peridermo al centro de la raíz, la concentración también va depender de factores genéticos y condiciones de cultivo. La variación de la concentración de antocianinas en variedades de camotes brasileñas está entre 100 y 430 mg por cada 100 gramos de muestra en base seca. ⁽²⁸⁾, ⁽³⁰⁾

Figura N°3 Partes de la raíz de camote



Fuente: Rubio Guevara, Túquerres Cadena (2012)

2.2.16 Propiedades del Camote en la Salud

Descripción de algunos beneficios del consumo de las variedades de camotes. Como se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla N° 3: Propiedades del camote.

Variedad del camote	Componente activo	Beneficio a la salud del hombre	Fuente de información
Anaranjado	B- caroteno	Evita la ceguera total en el niño y mujeres gestantes.	CIP (1999)
Morado	Componentes del jugo	Actividad hepato-protectora.	Suda (1997)
Morado	Antocianinas	Actividad antimutagénica.	Yoshimoto, et al. (1999)
Morado	Antocianinas	Actividad antioxidante. Previene el envejecimiento celular	Furuta et al. (1995)
Anaranjado y morado	Carotenoides, flavonoides y ácidos fenólicos	Reducen el riesgo de cáncer al útero y pulmón.	Pinckney (2001)
Morado	Mucoproteínas y mucopolisacáridos	Lubricación del tracto respiratorio y alimentario. Previene el envejecimiento del tejido conjuntivo del riñón , hígado y otros órganos	Cui Yan et al. (2001)
Morado	Estrógenos	Mejora la inmunidad y antienvjecimiento	Cui Yan et al. (2001)

Fuente: Quispe (2003)

2.3 Definición de Términos Básicos

Antioxidante: Es una molécula que evita o previene la oxidación de otras moléculas.

DPPH: (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo). Método utilizado para determinar la actividad antioxidante mediante la capacidad de captación de radicales libres.

Radical libre: Son moléculas muy reactivas e inestables que interaccionan con facilidad con otras moléculas produciendo daño en celular. Estas moléculas en su última órbita tienen un electrón impar e inestable.

Antocianinas: Son un tipo de flavonoides estables a pH por debajo de 5. Estos compuestos son los responsables de los colores naranja, rojo, morado y azul de la mayoría de frutas y hortalizas.

Compuestos bioactivos: Compuestos químicos, se encuentran en frutas, verduras y otros alimentos. Sus propiedades ayudan a preservar la salud, en cuanto a la función de la prevención del cáncer, enfermedades del corazón y otras enfermedades los estudios continúan.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de Investigación

- Aplicada: Se aplican los métodos de investigaciones con el objetivo de determinar la presencia compuestos antioxidantes y su relación con la capacidad antioxidante.

3.1.1 Método

- Científico: Este análisis cumplió con todas las exigencias que plantea el método
- Cuantitativo: Para los análisis de muestra se usó el equipo de espectrofotometría, para determinar la cantidad de antocianinas presentes en el camote morado.
- Inductivo: Se trabajó con la muestra de extracto etanólico realizando la extracción de antocianinas y así determinar su efecto antioxidante.
- Descriptivo: Se describió la valoración cuantitativa del camote morado del extracto etanólico del *Ipomoea batatas L. lam* para cuantificar las antocianinas presentes, luego se determinó el efecto antioxidante del extracto etanólico por el método de 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH).
- Cualitativo: Se realizó la prueba tamizaje fitoquímico para detectar principios activos importantes del extracto de la planta.

3.1.2 Técnicas

3.1.2.1 Tamizaje Fitoquímico

Es la etapa inicial de la investigación que permite determinar cualitativamente los principales grupos químicos presentes en una planta.

El tamizaje fitoquímico consiste en la extracción de la planta con solventes apropiados y la aplicación de reacción de coloración y precipitación. Esta permitirá la evaluación rápida, con reacciones sensibles, reproducibles y de bajo costo. Los resultados que se obtienen, constituyen únicamente una orientación y debe de interpretarse en conjunto con los resultados del tamizaje farmacológico. ⁽¹¹⁾

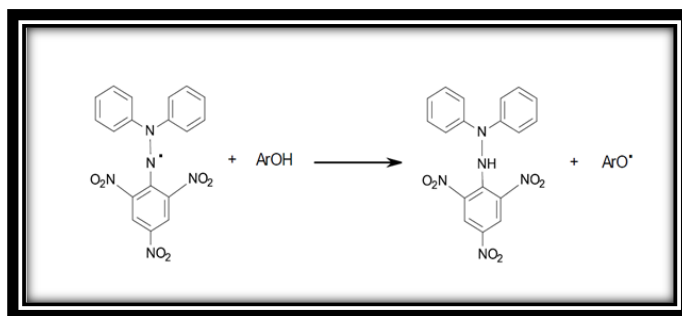
3.1.2.2 Cuantificación de Antocianinas

Para la determinación de antocianinas cuantitativamente en el producto fresco requiere la maceración de la muestra en metanol o etanol ácido, una alícuota de la solución y la absorción máxima en la región visible del espectro electromagnético. El total de antocianinas puede determinarse en extractos crudos, esto se logra midiendo la absorbancia a una longitud de onda de 535 nm y 700 nm. ⁽²³⁾

3.1.2.2 Método del Radical Libre 2,2difeníl-1-picrilhidrazilo (DPPH)

Este es uno de los métodos utilizados para medir la capacidad antioxidante de cualquier compuesto que tenga esta actividad. El fundamento de esta técnica se basa en la utilización del radical libre y estable DPPH decolorándose por reacción con una sustancia oxidante cambiando de color violeta a amarillo; en esta técnica espectrofotométrica su espectro de absorbancia es leída a 517 nm al realizar la diferencia de absorbancias nos permite conocer el porcentaje de captación de radicales libres en el compuesto. (Brand-Willams et al.) (1995). ⁽¹²⁾,
⁽¹³⁾

Figura N° 4: Reacción del radical DPPH



Fuente: Oropeza Guerrero M (2012)

Imagen tomada de http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/11616.pdf
(Fecha de actualización: 05 de octubre de 2016)

3.1.3 Diseño

- No experimental: No involucra métodos de manipulación de variables del método de evaluación antioxidante.
- Transversal: La recopilación de los datos se realizó entre junio hasta octubre del 2016.
- De campo: Porque se tomaron los datos, obtenidos de la investigación para luego mediante un método cuantitativo sacar las conclusiones respecto a la actividad antioxidante.

3.2 Población y Muestreo de la Investigación

2.2.1 Población

Se recolectaron 7 kilogramos de la especie *Ipomoea batatas L. Lam* “camote morado” en el mes de julio del 2016, del distrito de Pacarán, Provincia de Cañete, a una altitud de 700 m.s.n.m.

2.2.2 Muestra

Se usó 2.55 g de *Ipomoea batatas L. lam* “camote morado” para la preparación del extracto etanólico de camote morado.

3.3 Variables e Indicadores

Variable Independiente (X):

VARIABLE (X)	INDICADORES
Extracto etanólico del <i>Ipomoea batatas L. lam</i> camote morado.	Características organolépticas. Tamizaje fitoquímico. Presencia o ausencia de metabolitos.

Variable Dependiente (Y):

VARIABLE (Y)	INDICADORES
Cantidad de antocianinas	El contenido de antocianinas se expresa en unidades de mg equivalente Cy-3-glúcosido / g muestra.
Actividad antioxidante	Efecto antioxidante expresado en % de captación de radicales libres.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos:

3.4.1 Técnicas

3.4.1.1 Preparación de la Muestra

a) Adquisición de la muestra

Se recolectaron 7 kilogramos de “camote morado”, del distrito de Pacarán, Provincia de Cañete, a una altitud de 700 m.s.n.m.

b) Selección

Proceso realizado manualmente para separar y descartar los camotes que presentan signos de deterioro o con indicios de pudrición.

c) Limpieza

Lavado fue realizado manualmente con agua potable para eliminar impurezas y tierra de la superficie.

d) Congelado

Se realizó el congelado de la muestra con la finalidad de mantener inactivas a las enzimas degradadoras de antocianinas.

e) Troceado

Se realizó el troceado manual con cuchillo de manera que la muestra tenga mayor superficie de contacto con el solvente extractor.

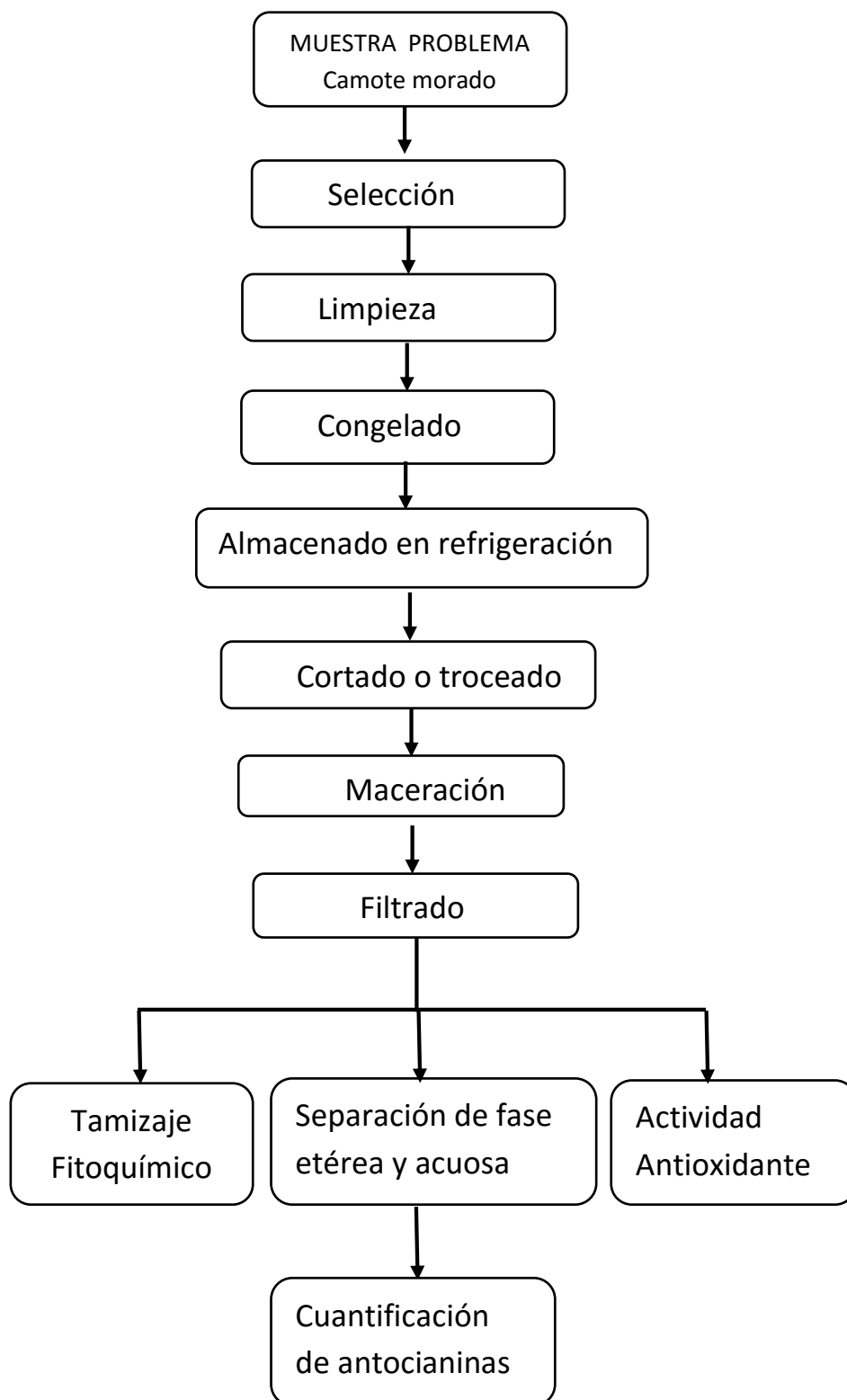
f) Maceración

Se macero la muestra en etanol al 96° por 7 días a temperatura de ambiente con agitación de 5 minutos tres veces al día, el macerado se conservó en frasco ámbar para evitar la exposición directa a la luz ambiental.

g) Filtración

Se realizó el filtrado del extracto etanólico a un frasco protegido de la luz ambiental para evitar degradación de antocianinas.

Figura N° 5: Flujograma de Trabajo



Fuente y elaboración propia

3.4.1.2 Tamizaje Fitoquímico

1. Prueba de Molish: 0.5 ml de M.P. + V gotas de reactivo Molish "A" +X gotas de reactivo Molish "B" (reacción positiva: anillo violeta en la interface, presencia de carbohidratos).
2. Prueba de Antrona: 0.5 ml de M.P. + X gotas de reactivo antrona (reacción positiva: anillo verde azulado en la interface, presencia de carbohidratos).
3. Prueba de Fehling: 0.5 ml de M.P. + V gotas de reactivo Fehling "A" + V gotas de Fehling "B" y colocarlo en baño maría por 10 minutos (reacción positiva: precipitado rojo ladrillo, presencia de azúcares reductores).
4. Prueba de FeCl_3 : 0.5 ml de M.P. + III gotas de reactivo FeCl_3 (reacción positiva: coloración verde es predominio de flavonoides; coloración azul es predominio de taninos).
5. Prueba de Borntrager: 0.5 ml de M.P. + III gotas de reactivo de Borntrager (reacción positiva: coloración rojiza, presencia de antraquinonas).
6. Prueba de Rosenheim: 0.5 ml de M.P. + III gotas de reactivo de Rosenheim (reacción positiva: precipitado rojo pardo, presencia de flavonoides catéticos y antocianinas).
7. Prueba de Vainillin-sulfúrico: 0.5 ml de M.P. + V gotas de reactivo Vainillin-sulfúrico "A" + X gotas de reactivo Vainillin-sulfúrico "B" (reacción positiva: anillo rojo pardo en la interface, presencia de compuestos glicósidos).

8. Prueba con ácido sulfúrico: 0.5 ml de M.P. + III gotas de ácido sulfúrico (reacción positiva: coloración rojiza, presencia de antocianinas).
9. Prueba con álcalis: 0.5 ml de M.P. + III gotas de hidróxido de sodio (reacción positiva: coloración verde a azul, presencia de antocianinas).
10. Prueba de Lieberman- Burchardat: 0.5 ml de M.P. + X gotas de Reactivo de Lieberman-Burchardat "A"+ X gotas de Reactivo de Lieberman-Burchardat "B" + X gotas de Reactivo de Lieberman-Burchardat "C" (reacción positiva: coloración verde o azulada es predominio de esteroides; coloración pardo anaranjado es predominio de triterpenoides).
11. Prueba de Gelatina: 0.5 ml de M.P. + III gotas de reactivo gelatina (reacción positiva: precipitado blanco lechoso, presencia de taninos).
12. Prueba de Dragendorff: 0.5 ml de M.P. + V gotas de HCl 10% + III gotas de reactivo de Dragendorff (reacción positiva: precipitado naranja, presencia de alcaloides).
13. Prueba de Mayer: 0.5 ml de M.P. + V gotas de HCl 10% + III gotas de reactivo de Mayer (reacción positiva: precipitado blanco, presencia de alcaloides).
14. Prueba de Bertrand: 0.5 ml de M.P. + V gotas de HCl 10% + III gotas de reactivo de Bertrand (reacción positiva: precipitado blanco lechoso, presencia de alcaloides).
15. Prueba de Sonnenschein: 0.5 ml de M.P. + V gotas de HCl 10% + III gotas de reactivo de Sonnenschein

(reacción positiva: precipitado verde azulado, presencia de alcaloides).

16. Prueba de Shinoda: 0.5 ml de M.P. + mg de magnesio metálico + III gotas de HCl cc (reacción positiva: coloración roja a salmón, presencia de flavonoles, flavonas, flavanonoles y flavanonas; coloración amarilla indica presencia de isoflavonas; catequinas, auronas y chalconas no dan reacción).
17. Prueba de Ninhidrina: 0.5 ml de M.P. + III gotas de reactivo Ninhidrina (reacción positiva: coloración violeta, presencia de aminoácidos y grupos amino).
18. Prueba de Saponinas: 0.5 ml de M.P. + 5 ml de agua destilada, agitar vigorosamente el tubo por 15 segundos y dejar en reposo por 1 minuto (reacción positiva: formación de espuma por más de 1 cm y sea persistente).
19. Prueba de Hidroxilamina: 0.5 ml de M.P. + III gotas de reactivo Hidroxilamina (reacción positiva: precipitado rojiza, presencia de grupos carbonilo).
20. Tubo de control de coloración y precipitación, sin reactivos.

3.4.2 Cuantificación de Antocianinas Totales

Las antocianinas totales se determinaron de acuerdo al método de Abdel-Aal and Huel (1999). Con algunas modificaciones. Para la extracción de antocianinas se maceró la muestra del camote crudo a temperatura de ambiente. Se picaron y pesaron 2.55 g de muestra en un tubo de 50 mL, se agregaron 15 mL de solución etanol acida (96% etanol y HCl 1N, 85:15, v/v). Se dejó macerar 30

minutos El tubo con la muestra, se cubrió con tapón apropiado y se agitó por 10 minutos y 5 minutos de congelamiento a 4° C proceso repetido 3 veces se llevó a centrifuga por 30 min a 3500 RPM se hizo el filtrado al tubo de polipropileno de 20 mL y nos quedamos solo con muestra limpia llevado a pera de decantación a oscuridad se agregó hexano 12,5 mL para desengrasar se homogenizo por 10 min luego se reposa 30 min para arrastrar los carotenoides presentes en muestra y nos quedamos con la parte acuosa y se pasó a tubo falcón, se procede a hacer dilución 0.5 del extracto en 25 de solución etano-acida y se procede a lectura a 535 nm y 700 nm utilizando un espectrofotómetro.

La fórmula para hallar el contenido de antocianinas se calculó como:

$$C = [(A_{535nm} - A_{700nm})/\epsilon] \times (\text{volumen total de extracto}) \times MW \times (1/\text{peso muestra})$$

Donde:

C=Concentración de antocianinas totales (mg de cianidina 3-glucósido equivalentes por g de muestra), A=Absorbancia, ϵ = Absortividad molar de cianidina 3-glucósido (25965/cm/M), and MW = Peso molecular de cianidina 3-glucósido (449.2). Las determinaciones se efectuaron por triplicado. ⁽¹⁴⁾

3.4.1.3 Método del Radical Libre 2,2difeníl-1-picrilhidrazilo (DPPH)

Método basado en la reducción de la absorbancia medida a 515 nm del radical DPPH•, método desarrollado por Brand- Williams. Con algunas modificaciones del método

descrito se inicia con la preparación de la solución metanólica de DPPH de 2 mg en 100 mL del solvente. La fiola utilizada se protege de la luz con papel aluminio para evitar degradación del colorante. En otra se prepara una solución madre a partir del extracto fluido etanólico de camote morado *Ipomoea batatas (L.) Lam* para obtener una solución madre a una concentración inicial de 2400 ug/mL de pulpa más cascara congelada de camote morado por mililitro de solución, a partir de ésta solución madre, se prepararon diferentes diluciones dando concentraciones finales de 800, 700, 600, 400, 200 ug / mL.

Luego se preparó la muestra en un tubo con 0.8 mL de solución metanol con 1,6 mL de DPPH. El blanco de muestra usado para calibrar el equipo se preparó en una proporción de (2:1) de metanol y agua respectivamente. Llevando la calibración del espectrofotómetro a cero. Luego se procede a lectura a una longitud de onda de 517 nm.

El porcentaje de capacidad antioxidante se calculó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ Capacidad antioxidante} = \left[1 - \frac{(A2 - A3)}{A1} \right] \times 100$$

Donde:

A1= Absorbancia del patrón de referencia (DPPH)

A2= Absorbancia de la muestra.

A3= Absorbancia del blanco de muestra.

Las muestras se efectúan en tres concentraciones por triplicado.

La IC₅₀ se calcula en base a la fórmula de pendiente, como una reducción del 50% en la absorbancia ocasionado por los extractos cuyo valor se obtiene con la siguiente fórmula:

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

Donde:

IC₅₀: coeficiente de inhibición media.

b: valor del intercepto de la regresión lineal.

m: valor de la pendiente de la regresión lineal.

3.4.2 Instrumentos

- 1) Balanza marca Digital precisión®
- 2) Balanza Analítica marca Ohaus®
- 3) Baño maría
- 4) Centrífuga marca Wifug Stockholm® N° 76604
- 5) Espectrofotómetro UV visible Spectroquant® Pharo 300
- 6) Micropipetas 0 – 1000 uL
- 7) Estufa
- 8) Pera de decantación
- 9) Refrigeradora
- 10) Vórtex marca Scilogex mx-s®

Reactivos:

- 1) Agua destilada
- 2) Ácido clorhídrico 37% (Merck)
- 3) Ácido sulfúrico 97% (Merck)
- 4) Reactivo de Antrona Q.P. (Merck)
- 5) Cloruro hierro III hexahidratado
- 6) DPPH
- 7) Etanol 96°
- 8) Felhing A y B
- 9) Gelatina Q.P.
- 10) Hexano Q.P. (Merck)
- 11) Hidroxilamina Q.P. (Merck)
- 12) Hidróxido de sodio 20% (Merck)
- 13) Reactivo de Lieberman
- 14) Metanol Q.P. GR (Merck)
- 15) Reactivo de Molish
- 16) Reactivo de Dragendorff
- 17) Reactivo Shinoda
- 18) Reactivo Borntrager
- 19) Reactivo Mayer
- 20) Rosenheim

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Resultados

El extracto etanólico de *Ipomoea batatas* L. Lam obtenido por maceración en etanol, se le realizaron las pruebas correspondientes de análisis organoléptico y pruebas físico químicas.

4.1.1 Análisis organoléptico

El extracto etanólico del *Ipomoea batatas* L. Lam, “camote morado”, presento un color marrón claro de apariencia líquida.

Tabla N°4: Análisis organoléptico del extracto etanólico del *Ipomoea batatas* L. Lam, “camote morado”

Característica	Resultado
Aspecto	Líquida
Color	Marrón claro
Olor	Sui Generis
Sabor	Amargo

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico de *Ipomoea batatas* L. Lam, “camote morado”

En el extracto etanólico de *Ipomoea batatas* L. Lam, “camote morado”; se evidencia la presencia en gran concentración de antocianinas, abundante cantidad de carbohidratos, compuestos fenólicos, compuestos triterpenoides, flavonoides, aminoácidos, regular cantidad de glicósidos, taninos, alcaloides, azúcares reductores en escasa cantidad, antraquinonas, compuestos con grupo carbonilo y ausencia de flavonoides catéquicos, saponinas.

Tabla N°5: Tamizaje fitoquímico del extracto etanólico del *Ipomoea batatas* L. Lam, “camote morado”

Ensayo	Resultado	Interpretación
Molish 5%	+++	Presencia de carbohidratos
Antrona 2%	+++	Presencia de carbohidratos
Felhing	++	Presencia de azúcares reductores
FeCl ₃ 10%	+++	Presencia de compuestos fenólicos
Borntrager 10%	+	Presencia de antraquinonas
Rosenheim	-	Presencia de flavonoides catéquicos
Vainillin Sulfúrico 10%	++	Presencia de compuestos glicósidos
H ₂ SO ₄ 97%	++++	Presencia de antocianinas
Reacción con álcalis 30%	+/-	Presencia de antocianinas
Lieberman-Burchardat	+++	Presencia de compuestos triterpenoides
Gelatina	++	Presencia de taninos
Dragendorff	+++	Presencia de alcaloides
Mayer	++	Presencia de alcaloides
Bertrand	++	Presencia de alcaloides
Sonnenschein	++	Presencia de alcaloides
Shinoda	+++	Presencia de flavonoides
Ninhidrina 10%	+++	Presencia de aminoácidos y compuestos de grupo amino
Saponinas	-	Ausencia de saponinas
Hidroxilamina 10%	+	Presencia de compuestos con grupo carbonilo

Leyenda: ausencia (-) escaso (+) regular (++) bastante (+++) intenso (++++)

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Antocianinas Totales

En la tabla se muestra el contenido de antocianinas totales de los camotes morados, los valores variaron de 1.267 a 1.708 mg equivalentes cianidina-3-glucósido / g de muestra, con tendencia a la caída en la concentración de antocianinas totales esto en función del tiempo.

La variabilidad en el contenido de antocianinas puede ser atribuida a la influencia de los factores ambientales como luz visible, luz ultravioleta, temperaturas altas, la acumulación de antocianinas en las plantas.

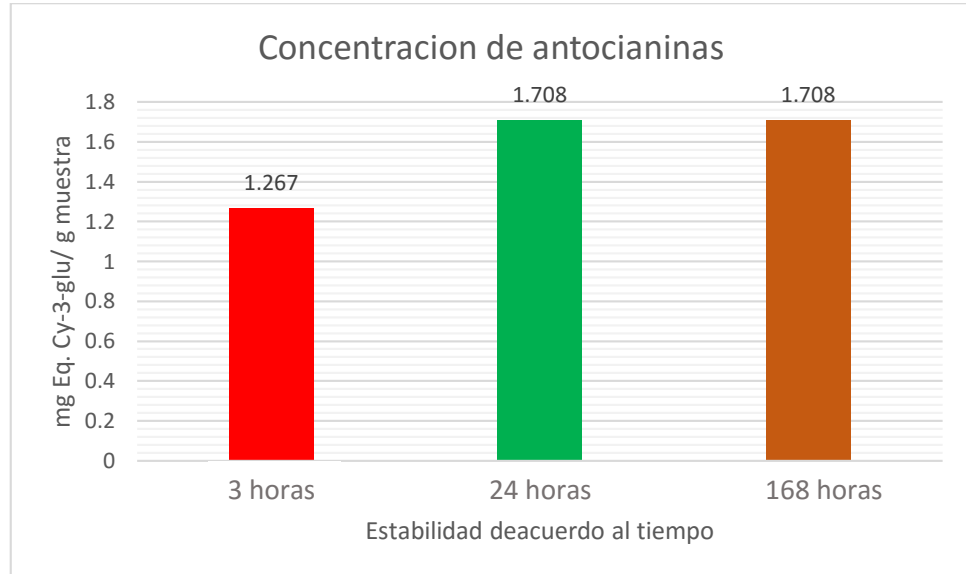
Tabla N° 6: Cuantificación de antocianinas totales

Tiempo de maceración	3 horas	Absorción a 535 nm	Absorción a 700 nm	Concentraciones *
		0.279	0.033	1.251
		0.289	0.039	1.272
		0.291	0.040	1.277
		promedio de concentraciones =		1.267
	24 horas	Absorción a 535 nm	Absorción a 700 nm	Concentraciones *
		0.229	0.001	1.160
		0.354	0.005	1.775
		0.436	0.006	2.187
		promedio de concentraciones =		1.708
	168 horas (7 días)	Absorción a 535 nm	Absorción a 700 nm	Concentraciones *
		0.237	0.010	1.155
		0.366	0.015	1.785
	0.443	0.014	2.182	
	promedio de concentraciones =		1.708	

* Expresado en mg equivalente Cy-3-glucósido / g muestra

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°1: Concentración de antocianinas de acuerdo a su estabilidad en función al tiempo del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. lam*; camote morado.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4 Actividad Antioxidante

Usando como patrón el ácido 6-hidroxi-2,5, 7,8 tetrametil-cromán-2-carboxílico (Trolox), un análogo sintético hidrosoluble de la vitamina E.

Tabla N° 7: Porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. lam*; camote morado

Extracto etanólico camote morado			
Concentración en ug/mL	Promedio de Absorbancias	Porcentaje de capacidad antioxidante (%)	IC 50 ug/mL
800	0.180	59.3	720.259 ug/mL
700	0.233	47.2	
600	0.259	38.9	
400	0.287	28.2	
200	0.334	20.0	

Fuente: Elaboración propia.

- En la tabla n° 7 se muestran las absorbancias a diferentes concentraciones las cuales muestran que a 800 ug/mL tuvo 59.3%, 700 ug/mL tuvo un 47.2%, 600 ug/mL tuvo un 38.9%, 400 ug/mL tuvo un 28.2%, 200 ug/mL tuvo un 20.0%.

Con el aumento de la concentración aumenta la actividad antioxidante esto quiere decir que la concentración del extracto etanólico del camote morado es directamente proporcional a la actividad antioxidante.

Tabla N°8: Capacidad antioxidante mediante la IC₅₀ (ug/mL) de los extractos

IC ₅₀ trolox ug/mL	2.393
IC ₅₀ vit c ug/mL	2.282
IC ₅₀ muestra ug/mL	720.259

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra la capacidad antioxidante mediante la IC₅₀ (ug/ml) del camote morado del trolox y vitamina C donde se muestra que el trolox y la vitamina C muestran más alta actividad antioxidante que el extracto etanólico del camote morado debido a que a menor IC₅₀ mayor actividad antioxidante.

Tabla N° 9: Equivalencias del resultado de la extracción expresado en trolox y vitamina C por gramo de tubérculo.

Equivalente ug trolox /g	3259.9181
Equivalente ug vit. C/g	2928.8658

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°10: Valores expresados en μmol equivalente de trolox y vitamina C.

equivalentes trolox	
umol trolox /g de tuberculo	13.024
equivalentes vitamina c	
umol vit c /g de tuberculo	16.629

4.1.5 Análisis de resultados mediante graficas de curvas de calibración.

Las representaciones del gráfico 2, mostradas para los medios de absorbancia como se puede observar muestran una tendencia lineal dentro de los márgenes establecidos con un resultado de $R^2 = 0.9547$.

Gráfico N° 2: Curva de porcentajes de absorbancias de captación de radicales libres (%CRL) vs concentración del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam*; camote morado.

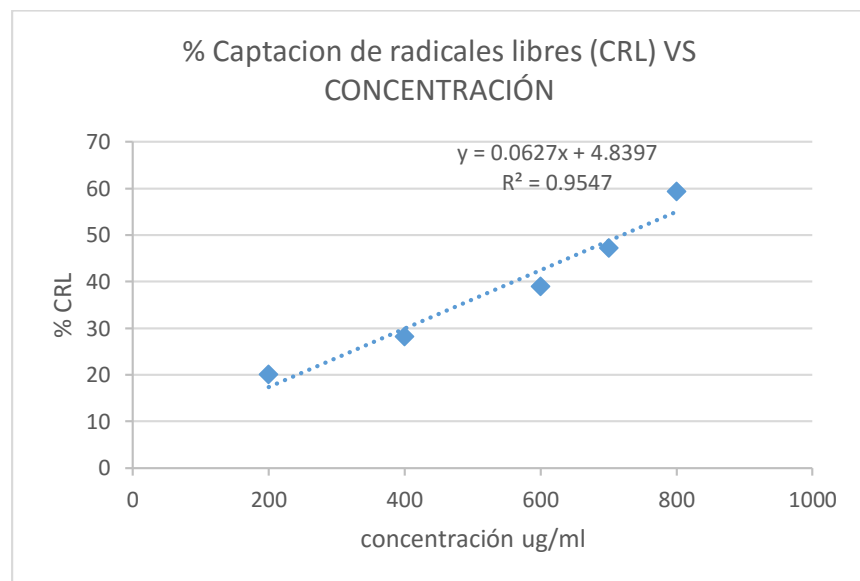
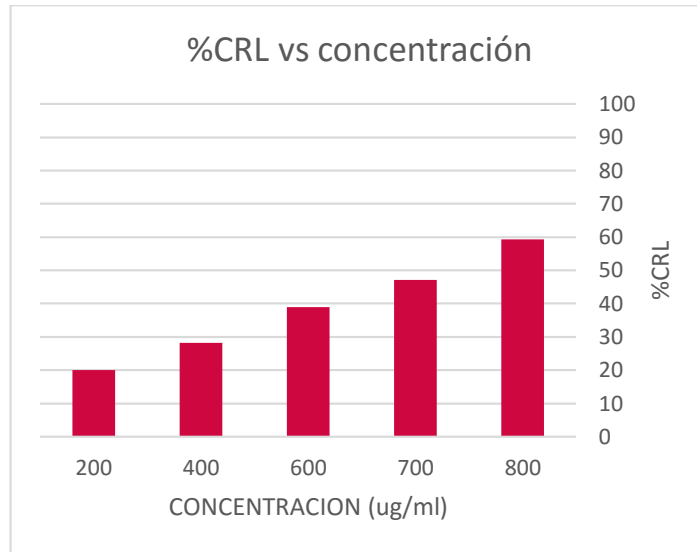
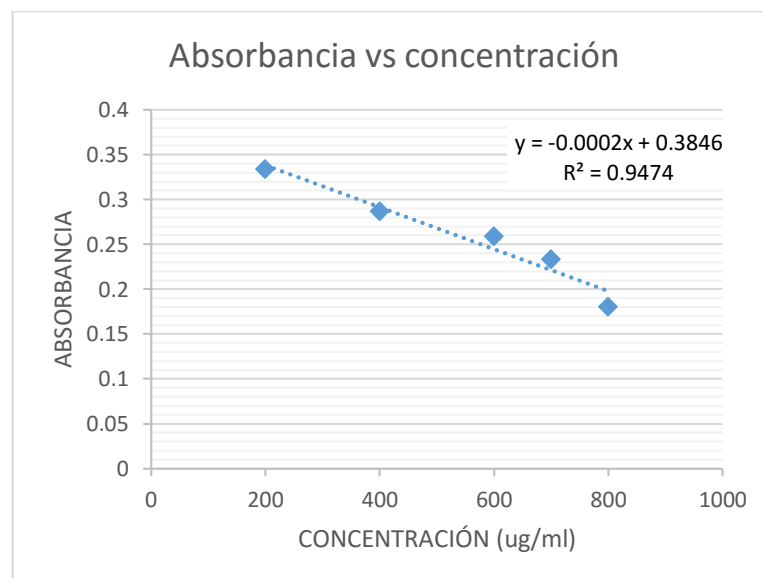


Gráfico N°3: Porcentaje de captación de la radicales libres (%CRL) vs la concentración del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam*; camote morado.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°4: Absorbancia vs concentración del extracto etanólico de *Ipomoea batatas L. Lam*; camote morado.



Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

En esta investigación se estudió la muestra del camote morado, en la raíz fresca adaptándose técnicas acordes a la realidad encontrándose que:

En esta investigación, donde se evaluó el porcentaje de captación de radicales libres del extracto etanólico de camote morado. Se demostró que a medida que aumenta la concentración se incrementa el porcentaje de la capacidad antioxidante resultados que concuerdan con los datos obtenidos por Valverde Acha (2014) donde se encontró en la evaluación de tres variedades de camote a una misma concentración que la variedad de camote morado obtuvo mayor porcentaje (90.8%) de inhibición de radicales libres teniendo en cuenta que la extracción fue en extracto acuoso, también se demostró que a medida que aumenta concentración aumenta también la capacidad neutralizadora de radicales libres.

En el extracto etanólico de camote morado la capacidad antioxidante en esta investigación fue de 13 024.00 u moles de Trolox por Kg de muestra de tubérculo fresco que incluye pulpa más cascara, cuyo resultado obtenido en esta investigación es mayor al de la investigación de Pichardo Cruz, (2011) quien encontró que la capacidad antioxidante de su muestra fue de 5 526.65 u moles de Trolox por Kg de hoja de camote morado, teniendo en cuenta que la concentración de antioxidantes es mayor en raíz que en hoja de camote.

En la variedad de camote morado seleccionado para esta investigación la cuantificación de antocianinas totales se obtuvieron valores de 1.267 y 1.708 expresados en mg equivalente Cy-3-glúcosido / g muestra y la capacidad antioxidante que se obtiene en esta investigación es 3 259.91 μ g equivalente de Trolox/g de muestra fresca donde comparado con los resultados de la investigación de Ojeda F. et al. (2004) los resultados de la cuantificación de antocianinas son 1.37 (PDV), 1.10 (PCH) y 1.01 (ITA) mg equivalente Cy-3-glúcosido/g (base húmeda), esto para cada variedad de camote morado estudiado por el autor y siendo los valores de capacidad

antioxidante 7 825 (PDV), 7 139.87 (PCH) y 7 790.90 (ITA) μg equivalente de Trolox/g (base húmeda). Se observa que de la cuantificación antocianinas totales obtenidas en esta investigación es mayor a los resultados de Ojeda F. en cuanto a la capacidad antioxidante los valores de Ojeda F. son mayores a los obtenidos en esta investigación.

Los valores de antocianinas totales encontrados en esta investigación 1.267 y 1.708 expresado en mg equivalente Cy-3-glúcosido / g muestra son más altos a los reportados Hidalgo Salazar (2014) donde los contenidos de antocianinas totales fueron de 0.28 y 0.02 mg equivalentes de Cy-3-glúcosido /g. Obtenidos a partir muestra congelada cruda y fritura de camote respectivamente. Mientras que los valores obtenidos de la capacidad antioxidante de las muestras congelada, harina y fritura de camote son 6.35, 0.44 y 0.47 u mol Trolox / g frente al valor de 13.024 u mol Trolox / g de tubérculo obtenido en esta investigación es mayor al de Hidalgo Salazar.

Los resultados de los valores de antocianinas totales expresados en cianidina-3-glúcosido por cada 100 g de muestra en esta investigación son de 126.70 y 170.80 mg equivalente Cy-3-glúcosido /100 g. Según la tesis realizada por Quispe Guerrero, (2003) su estudio fue la una obtención optima de antocianinas obteniéndose como resultado en la concentración en el contenido de antocianinas 143.221 mg / 100 g de cy-3-glu extracto en base seca con harina de camote con humedad de 6% y 187,67 mg / 100 g de muestra seca de camote fresco.

CONCLUSIONES

- Se concluye de los resultados de la investigación realizada sobre el extracto etanólico del *Ipomoea batatas L. Lam* camote morado, la presencia de actividad antioxidante demostrada mediante la prueba realizada de captación de radicales libres por el reactivo de DPPH (2,2-difenil -1-picrilhidrazil), y expresados en porcentajes de captación de radicales libres dando valores de una inhibición al 50% (IC₅₀) de 720.2599681 ug/mL a partir de este resultado podemos decir que por cada gramo de extracto tenemos 3449.93914 ug de trolox, patrón de referencia para medir el poder antioxidante de una muestra.
- Mediante el tamizaje fitoquímico un análisis de estudio de tipo cualitativo realizado sobre el extracto etanólico de camote morado nos indica la presencia abundante de antocianinas, flavonoides y otros metabolitos secundarios algunos de ellos que cumplen con los objetivos planteados.
- Se concluye de la cuantificación de antocianinas que la cantidad de antocianinas totales aumentaba proporcionalmente al tiempo de maceración como también se demostró que aun tiempo de maceración excesiva la cantidad de antocianinas totales iba en disminución.

- De las antocianinas totales y actividad antioxidante son más estables en muestra fresca congelada concluimos también que los valores obtenidos en esta investigación de muestra fresca congelada son mayores comparado con lo obtenido por Hidalgo Salazar (2014) quien utilizó muestra fresca congelada, harina de camote y fritura de camote. Los resultados de esta investigación son mayores a los que obtuvo Hidalgo con respecto a sus muestras de harina y fritura de camote.

RECOMENDACIONES

Para óptimos resultados asegurar las condiciones de oscuridad para evitar la degradación de las antocianinas y de compuestos antioxidantes sensibles a rayos UV.

Se recomienda realizar el estudio de la capacidad antioxidante en otras variedades de camotes y otros alimentos debido al alza en número de pacientes con enfermedades crónicas degenerativas asociadas a la producción de radicales libres tomando en cuenta la falta de consumo de alimentos bioactivos frente a este tipo de males.

En la investigación no se hizo el pesado en cuanto a la obtención en porcentaje de pureza de antocianinas se propone para investigaciones futuras analizar el porcentaje de pureza de extracción de antocianinas.

Se recomienda para investigaciones futuras el establecer el porcentaje de recuperación del camote morado.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Giovanna Julissa Valverde Acha, **CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO ACUOSO DE TRES VARIEDADES TIPO AMARILLO, NARANJA Y MORADO DE *Ipomoea Batatas* (camote)**. [Tesis de grado]. Lima – Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS; 2014
2. Luz Milagros Pichardo Cruz, “**OBTENCION DE ANTIOXIDANTES EN POLVO A PARTIR DE LA HOJA DE CAMOTE (*Ipomoea batata*)**”. [TESIS]. Bellavista – Callao: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO; 2011
3. David Ojeda F, David Campos G, Rosana Chirinos G, Luis Cisneros Z; **ANTOCIANINAS, COMPUESTOS FENOLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN CASCARAS DE TRES VARIEDADES DE CAMOTE MORADO (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)** (2004) Anales Científicos de la UNALM. 1, 19-36.
4. Arizio, Carla Marcela; **Marcadores funcionales relacionados con la síntesis de pigmentos y su localización en un mapa de ligamiento en *Ipomoea batatas* L. Lam** [Tesis Doctoral] (2011) Universidad de Buenos Aires
5. Castañeda-Ovando A, Pacheco-Hernández ML, Páez-Hernández ME, Rodríguez JA, Galán-Vidal CA. (2009a). Chemical studies of anthocyanins: A review. Food Chemistry, 113: 859–871.
6. Huamán Z. Systematic botany and morphology of the Sweetpotato plant. Technical Information 1992; (Bulletin 25) pp.2 -6.
7. Zhang D.P., Ghislain M., Huamán Z., Cervantes J., Carey E. AFLP assessment of sweetpotato genetic diversity in four tropical american regions. CIP 1998 (Program Report 1997-1998) Lima, Perú; 1998 pp. 303-310.

8. Venereo Gutiérrez J.R. Daño Oxidativo, Radicales Libres y Antioxidantes. Instituto Superior de Medicina Militar “Dr. Luis Díaz Soto” Rev. Cubana Med Milit 2002; 31(2):126-33 URL disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/mil/vol31_2_02/MIL09202.pdf.
9. García Castillo E.; Solís Martínez I. Manual de fitoterapia. España: Elsevier; 2007.
10. Raudez G., & Poveda, M. (2004). Caracterización y evaluación preliminar de seis genotipos de camote con fertilización orgánica e inorgánica. Programa Recursos Genéticos Nicaraguenses.
11. Nikolai Sharapin (2000). Fundamentos de tecnología de productos fitoterapéuticos disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=XH2HzSIJPywC&pg=PA198&dq=tamizaje+fitoquimico&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiMroiWItTPAhXIOiYKHS_DDqgQ6AEIGjAA#v=onepage&q=tamizaje%20fitoquimico&f=false
Consultado el 01 de octubre 2016.
12. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm-Wiss U – Technol 28**: 25-30
13. Zeng Yuequin: (2007). Identificación y actividad farmacológica de principios de especies antiinflamatorias. Tesis doctoral. Valencia-España.
14. Gaxiola-Cuevas N, Aguayo-Rojas J, et al. (2012) PROPIEDADES TECNOLÓGICAS, CONTENIDO DE ANTOCIANINAS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE MÁICES (*Zea mays* L) CRIOLLOS AZULES DEL ESTADO DE SINALOA. **XIV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos**. 61-65 Monterrey-México

15. **CARRIÓN RIVAS K**, ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN NUTRICIONAL DE GALLETAS FUNCIONALES A BASE DE HARINA DE HABA (*Vicia faba L.*) ENRIQUECIDAS CON EXTRACTO HIDROFÍLICO DE CAMOTE (*Ipomoea batatas L.*). [Tesis]. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO; RIOBAMBA – ECUADOR; 2015

16. Aruoma O, (2003) Methodological considerations for characterizing potential antioxidant actions of bioactive components in plant foods. **Mutation Res 523-524: 9-20**

17. Andrade, J. (2012). Estudio de la capacidad antioxidante total y contenido de compuestos antioxidantes en mortiño (*Vaccinium floribundum*) tratado con luz UV-C. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.

18. Rumbaoa, R., Cornago, D., & Geronimo, I. (2009). Phenolic content and antioxidant capacity of Philippine sweet potato (*Ipomoea batatas*) varieties. *Food Chemistry* 113, 1133-1138.

19. SHELLES FLORES, *Farmacía galénica*. Madrid, Selsa, 1992.

20. VOIGT Rudolf, Tratado de tecnología Farmacéutica. España: Acriba, 1982.

21. CARRIÓN JARA A, GARCÍA GÓMEZ CÁNDIDA; **“PREPARACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES: DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA DE METÓDICA”**. (2010) [tesis] CUENCA - ECUADOR

22. EVANS William Charles, *Farmacognosia*, Interamericana, 1991

23. Fuentes Miranda Walter; EXTRACCION, CUANTIFICACION Y ESTABILIDAD DE COLORANTES NATURALES PRESENTES EN LOS FRUTOS DE *Prunus capulí* (Cereza), *Rubus urticaefolius Poir* (Mora) y *Sambucus canadensis L.* (Saúco) COMO ALTERNATIVAS NATURALES DE CONSUMO DE LOS COLORANTES ARTIFICIALES ROJO N°40, ROJO N° 3 Y ROJO N° 2, EN BEBIDAS EN EL RANGO DE Ph: 3,4 y 5. (2005) Guatemala.

24. Mercedes Márquez, et al. Aspectos básicos y determinación de las vitaminas antioxidantes E y A. (2002) Maracaibo - Venezuela.
25. <http://elcomercio.pe/sociedad/lima/cancer-mata-25-mil-peruanos-al-ano-noticia-1776612>
26. <http://elmercurio.pe/locales/pasaran-anos-para-contar-con-un-centro-de-atencion-oncologica-en-cajamarca/>
27. COLLAZOS CH. C. (1996). Tablas Peruanas de Composición de Alimentos de Mayor Consumo en el Perú. Ministerio de salud. Instituto Nacional de Nutrición. 7ma Edición. Lima-Perú.
28. Quispe, A., Betalleluz, I., & Chirinos, R. (2006). Estudio de la extracción de antocianinas en camote de pulpa morada (*Ipomoea batata* (L.) Lam). Anales Científicos UNALM, 66(1), 140-173.
29. Woolfe, J.A. 1992. Sweetpotato: an untapped food resource. Cambridge University press, Cambridge, UK. 118-187.
30. CASCON, S.C., CARVALHO, M.P., GUIMARAES, I.S., y PHILIP, T. 1984. **Corantes de Batata Doce Roxa para uso em Alimentos**. EMBRAPA. Boletim de Pesquisa N° 9. Rio de Janeiro, Brasil.
31. ROQUEL CHÁVEZ MERCEDES (2008) **DISEÑO DE UNA LINÉA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE HARINA DE CAMOTE (*Ipomoea Batata*)** [tesis] - UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA- Guatemala
32. Romero de Soto Dolores (2012) ESTUDIOS DE FARMACOTECNIA Y DESARROLLO DE FORMAS DE DOSIFICACIÓN DE VEGETALES DESHIDRATADOS PARA SU APLICACIÓN EN PEDIATRIA Y PERSONAS DE LA TERCERA EDAD. (TESIS DOCTORAL) UNIVERSIDAD DE GRANADA.

MATRIZ DE CONSISTENCIA
Título Tesis: EXTRACCIÓN DE ANTOCIANINAS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL *Ipomoea batatas* L. Lam CAMOTE MORADO.
Presentado por: Alvarez Ninacondor, Erik Juan

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
¿El extracto etanólico de <i>Ipomoea batatas</i> L. Lam camote morado presentara actividad antioxidante? Junio - octubre 2016	- Determinar la actividad antioxidante presente en el extracto etanólico de <i>Ipomoea batatas</i> L. Lam camote morado. Junio – octubre 2016. Objetivos Específicos -O.E.1 Cuantificar las antocianinas en el extracto etanólico de <i>Ipomoea batatas</i> L. Lam camote morado. -O.E.2 Determinar el coeficiente de inhibición IC ₅₀ del extracto etanólico de <i>Ipomoea batatas</i> L. Lam camote morado.	- El extracto etanólico de <i>Ipomoea batatas</i> L. Lam camote morado tendrá actividad antioxidante. Junio – octubre 2016. Hipótesis Específicas -H.E.1 El extracto etanólico del camote morado tendrá antocianinas. -H.E.2 Se podrá determinar el coeficiente de inhibición IC ₅₀ del extracto etanólico de camote morado.	Tipo de Investigación: -Aplicada Nivel de Investigación: -Descriptivo	Método de Investigación: -Científico -Inductivo -Cuantitativo -Cualitativo -descriptivo Diseño de Investigación: -No Experimental -De campo -Transversal	Variable Independiente (X): extracto etanólico <i>Ipomoea batata</i> L. Lam camote morado. Indicadores: X1: Características organolépticas, tamizaje fitoquímico, presencia o ausencia de metabolitos. Variable Dependiente (Y) Y1: Cantidad de antocianinas en el extracto etanólico de camote morado. Y2: Actividad antioxidante en el extracto etanólico de <i>Ipomoea batata</i> L. camote morado. Indicadores: Y1: El contenido de antocianinas se expresa en unidades de mg equivalente Cy-3-glucosido / g muestra Y2: Efecto antioxidante expresado en % de captación de radicales libres	Población: <i>Ipomoea batata</i> "camote morado" de la Provincia de Cañete, distrito de Pacarán. Muestra: Extracto etanólico de <i>Ipomoea batata</i> L. camote morado.

ANEXO 2

Hamilton W. Beltrán S.
Consultor Botánico
Calle Natalio Sánchez 251- Jesús María
hamiltonbeltran@yahoo.com

CERTIFICACION BOTANICA

El Biólogo colegiado y autorizado por el Inrena según RD. N° 334-2013-MINAGRI-DGFFS/DGEFFS, con Registro N° 37, certifica que la planta conocida como "CAMOTE MORADO", proporcionada por, ERIK JUAN ALVAREZ NINACONDOR, ha sido estudiada científicamente y determinada como *Ipomoea batatas* y de acuerdo al Sistema de Clasificación de Cronquist 1981, se ubica en las siguientes categorías:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Rosidae
Orden: Sapindales
Familia: Convolvulaceae
Genero: *Ipomoea*
Especie: *Ipomoea batatas* (L.) Lam.

Se expide la presente certificación a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

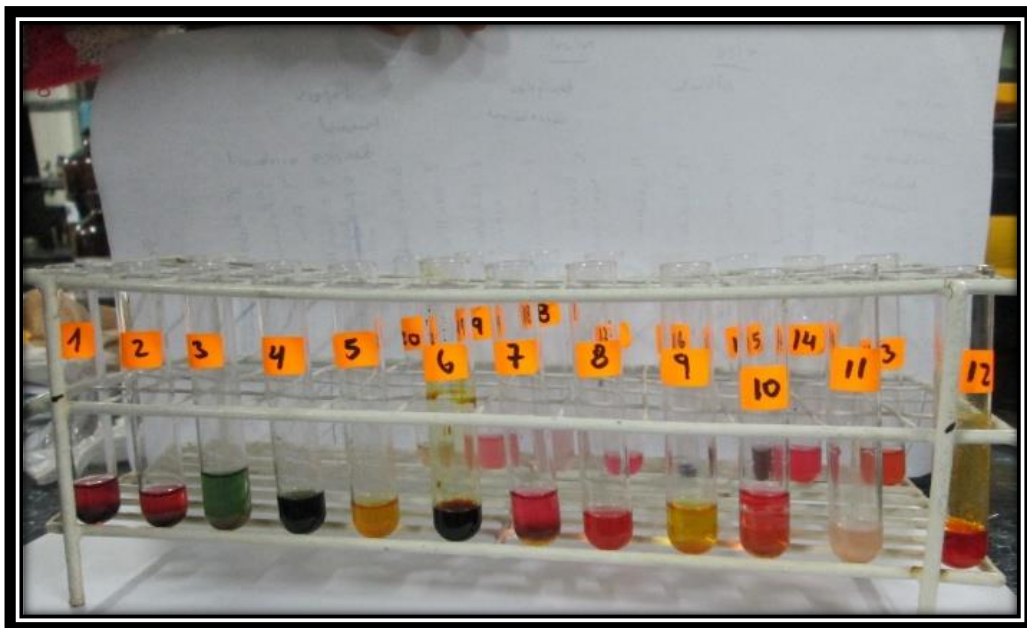
Lima, 12 Octubre 2016.


Bigo. Hamilton Beltrán

Hamilton Wilmer Beltrán Santiago
Biólogo - Botánico
CRP 2719

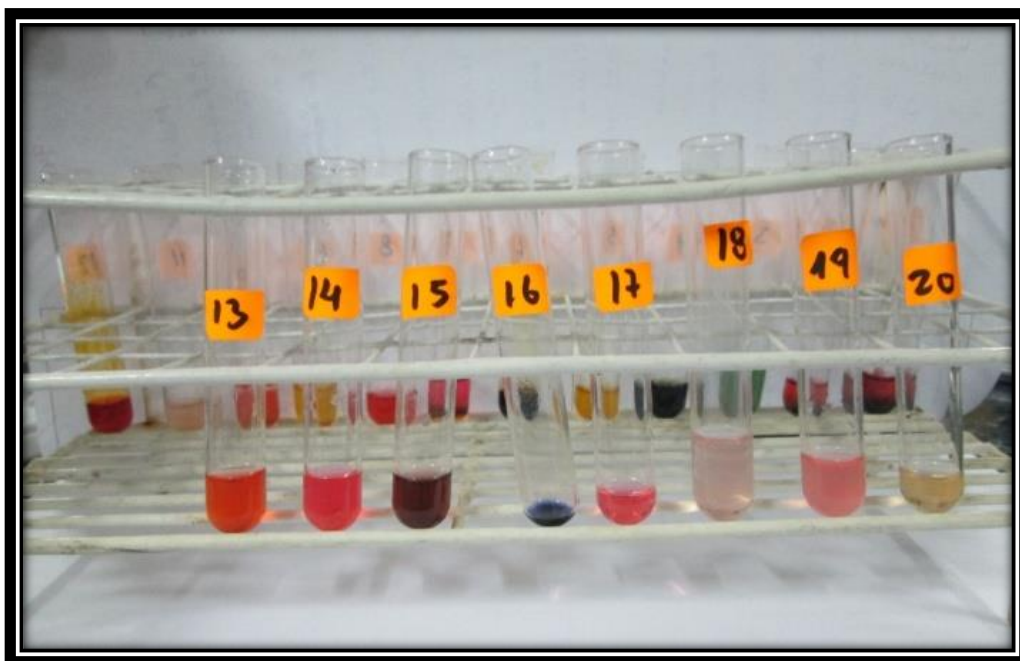
ANEXO 3

Fotografía N°1: Tamizaje Fitoquímico



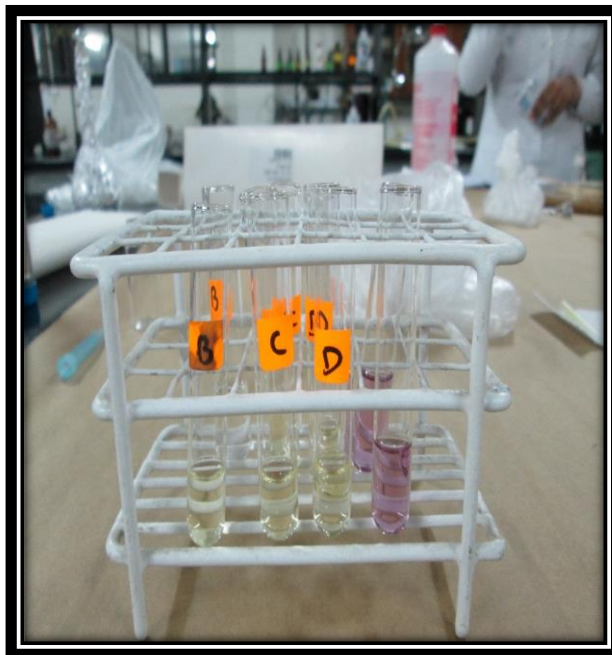
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°2: Tamizaje Fitoquímico



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°3: Cuantificación de antocianinas.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°4: Acondicionamiento de materiales.



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4

Fotografía N°5: Muestra *Ipomoea batatas* L. Lam camote morado.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°6: Pesado de la muestra.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°7 : Pesado de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°8: Troceado de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°9: Troceado de la muestra.



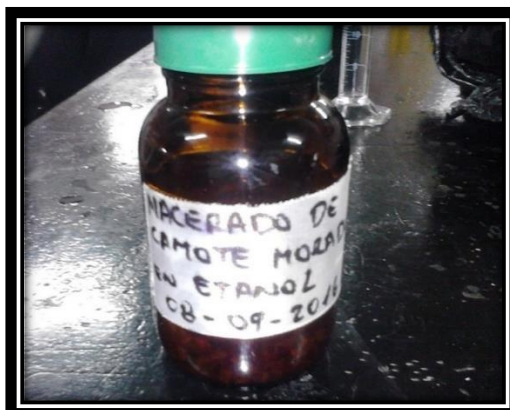
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 10: Pesado de la muestra troceada.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°11: Macerado del extracto etanólico del camote morado



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°12: Pesado del DPPH



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°13: Pesado del DPPH



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 14: Filtrado



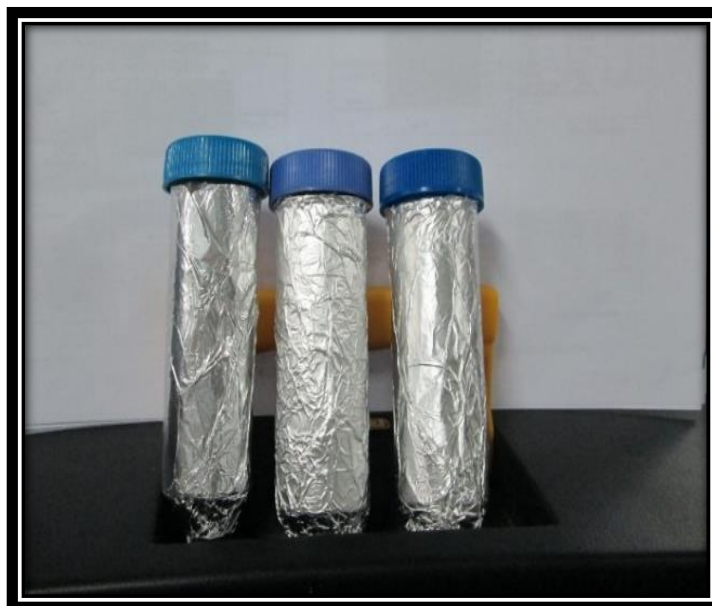
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°15: Macerado de camote protegido de luz.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°16: Macerado de tres muestras para lectura del DPPH



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°17: Preparación de solución DPPH.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°18: Fiolas para lectura de antocianina.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°19: Fiolas con maceración para lectura de antocianinas.



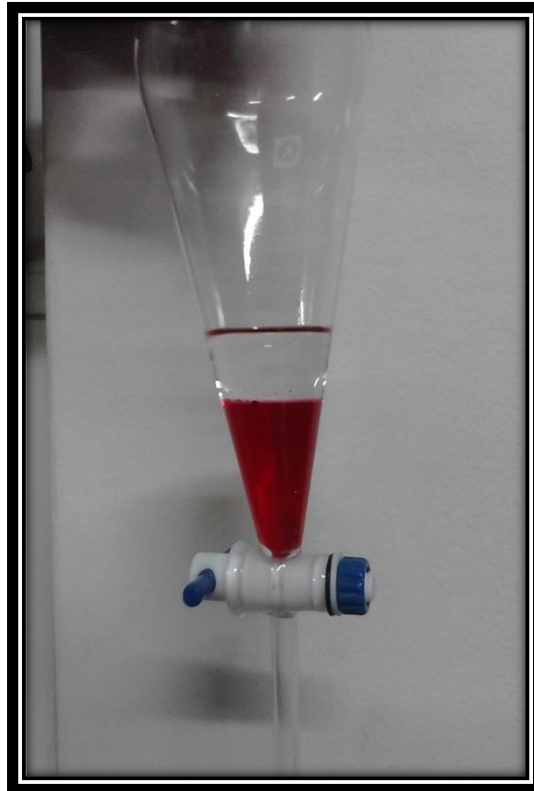
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°20: Desengrasado con hexano de la muestra.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°21: Desengrasado (separación de fases).



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°22: Dilución de la muestra



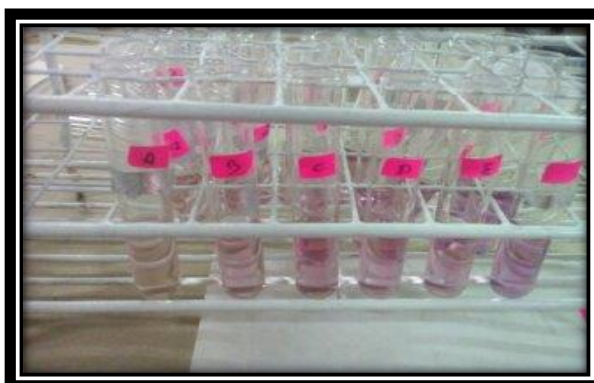
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°23: Agitación de muestras



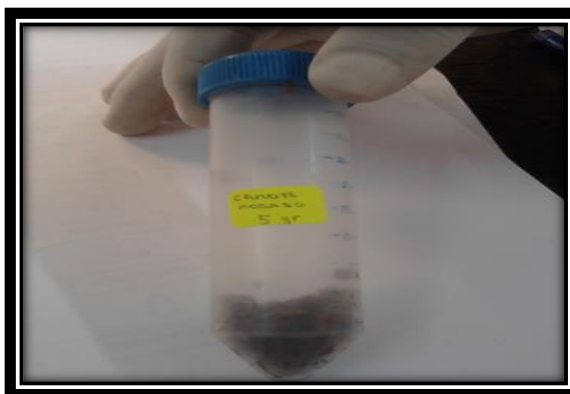
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°24: Tubos para lectura de DPPH



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°25: Muestra troceada



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°26: Muestra después del maceración.



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°27: Proceso de congelamiento



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 5

Fotografía N°28: Centrífuga



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°29: Centrífuga



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°30: Vórtex



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°31: Espectrofotómetro



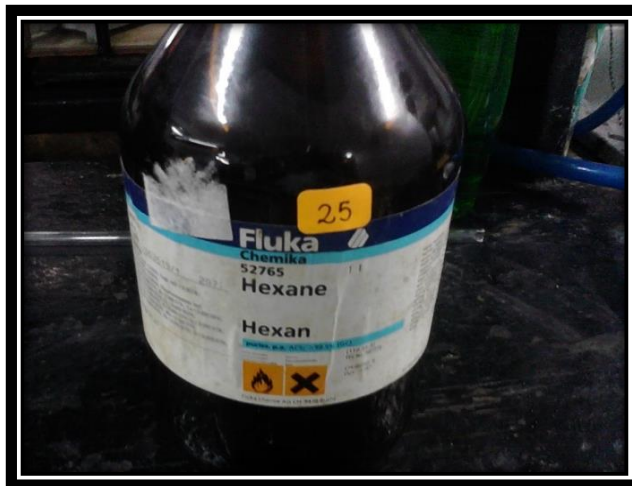
Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°32: Balanza



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°33: Hexano



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°34: ácido 6-hidroxi-2,5,7,8 tetrametil-cromán-2-carboxílico (Trolox)



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N°35: DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidracilo)



Fuente: Elaboración propia

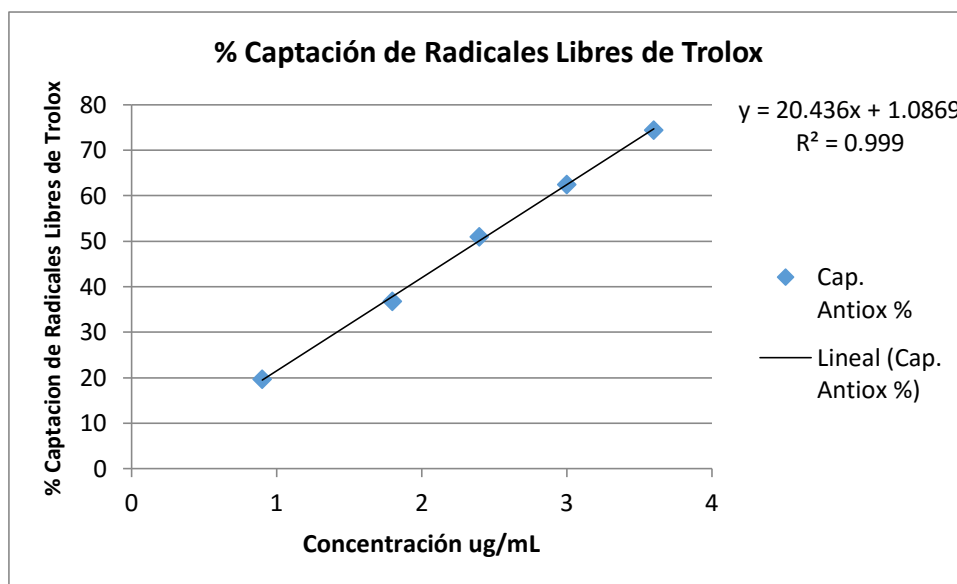
Fotografía N°36: Etanol al 96%



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6

Curva estándar de Trolox



Fuente: Elaboración propia.

Muestra	Concentración ug/mL	Absorbancia	IC ₅₀ (ug/mL)
Trolox 36ug/ml	3.6	0.128	2.3934
	3	0.187	
	2.4	0.245	
	1.8	0.316	
	0.9	0.401	

Fuente: Elaboración propia.

Hallando su coeficiente de inhibición del 50%

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

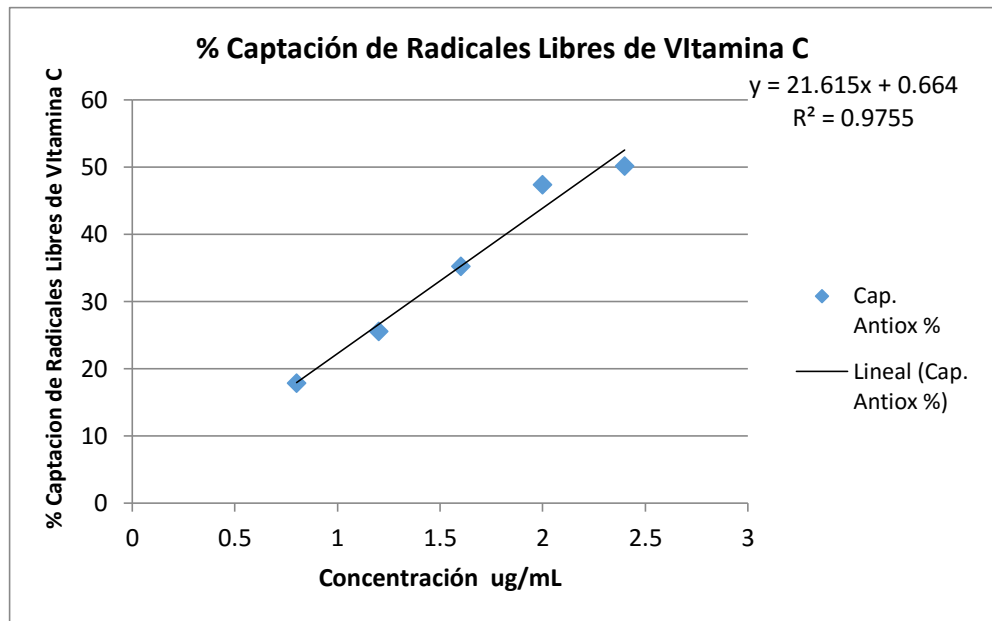
$$IC_{50} = (50 - 1.0869) / 20.436$$

$$IC_{50} = 2.3934$$

$$IC_{50} = 2.3934 \text{ ug/mL}$$

ANEXO 7

Curva estándar de Vitamina C



Fuente: Elaboración propia.

Muestra	Concentración ug/mL	Absorbancia	IC ₅₀ (ug/mL)
Vitamina C/ 24ug/mL	2.4	0.221	2.28248901
	2	0.237	
	1.6	0.290	
	1.2	0.333	
	0.8	0.362	

Fuente: Elaboración propia.

Hallando su coeficiente de inhibición del 50%

$$IC_{50} = \frac{50 - b}{m}$$

$$IC_{50} = (50 - 0.664) / 21.615$$

$$IC_{50} = 2.28248901$$

$$IC_{50} = 2.28248901 \text{ ug/mL}$$