



**Universidad
Norbert Wiener**

**FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUIMICA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE FARMACIA
Y BIOQUÍMICA**

**ESTUDIO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LOS RIZOMAS DE
Curcuma longa L. “CÚRCUMA” Y SU ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE**

Tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico

Presentado por:

Br.: Aliaga Palomares, Ana María

Br.: Muñoz Suarez, Liliana Sofía

Asesor

Q.F. Ronal Rosendo López Parra

Co-Asesor

Q.F. Walter Rivas Altez

Lima - Perú

2018

DEDICATORIA

A Dios, por dejarme sentir su presencia en todo momento dándome las fuerzas necesarias para luchar día tras día superando obstáculos y dificultades en busca de mi objetivo.

A mi madre Dula y mi tía Yolanda Palomares Uribe, por su amor, consejos, comprensión, su gran paciencia y apoyo incondicional.

A mis padres Alberto Aliaga Casas, Petronila Palomares Uribe y Alfredo Vásquez Reyes quienes son mis ángeles protectores.

A mi Tía Agustina y Jacinta Palomares Uribe quienes me cuidan desde el cielo.

Al Q. F. Héctor Raúl Díaz Flores por haber contribuido con sus conocimientos y experiencia en mi formación académica y laboral, quien me sigue apoyando desde el cielo.

A las personas que de una u otra manera me apoyaron para que el camino hacia mi objetivo fuera menos duro.

Br. Ana María Aliaga Palomares

A Dios por todo lo que he recibido en el pasado, por lo que me da día a día y por todo lo que está por llegar.

A mis padres Pablo y Flor mi amor y gratitud eterna

A mi familia; Pablo, Patricia, Ericka, María Gracia y Alesandro; por ser mi fortaleza, mi raíz, mi razón de ser mejor,

A Miguel, por su apoyo, y por creer en mí.

“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa.” – **Mahatma Gandhi**

Br. Liliana Sofía Muñoz Suárez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darnos las fuerzas necesarias e iluminar nuestro camino en busca de nuestro objetivo.

A los docentes de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, que aportaron sus conocimientos y experiencias en nuestra formación académica.

A nuestro asesor Q.F. Ronal Rosendo López Parra, por su apoyo a nuestro proyecto, que hicieron posible culminar esta etapa de nuestra formación profesional.

A nuestro Co-Asesor Q.F. Walter Rivas Altez un agradecimiento especial por su dedicación, paciencia y orientación en la realización de esta tesis.

Br. Ana María Aliaga Palomares
Br. Liliana Sofía Muñoz Suárez

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN

SUMMARY

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.	1
1.1.1. Problema General.	3
1.1.2. Problemas Específicos.	3
1.2. Justificación del problema.	3
1.3. Objetivos.	4
1.3.1. Objetivo general.	4
1.3.2. Objetivos específicos.	4
1.4. Variables.	5
1.4.1. Variable independiente.	5
1.4.2. Variable dependiente.	5
1.5. Hipótesis General.	5
1.5.1. Hipótesis específica.	5
II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes.	6
2.1.1. Antecedentes nacionales.	6
2.1.2. Antecedentes internacionales.	7
2.2. Base Teórica.	9
2.1. <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma”.	9
2.2. Clasificación taxonómica.	10
2.3. Composición Química.	10
2.4. Actividad biológica.	11
2.5. Radicales libres.	12
2.6. Actividad Antioxidante.	13
2.7. Métodos de evaluación de la Actividad Antioxidante.	14
2.7.1. Método ABTS.	16
2.7.2. Método FRAP.	16

2.7.3. Método de Folin-Ciocalteu.	16
2.7.4. Método del DPPH.	17
2.8. Compuestos con Actividad Antioxidante.	17
2.8.1. Polifenoles.	17
2.8.2. Flavonoides.	19
2.9. Curcumina.	19
2.9.1. Biodisponibilidad.	20
2.9.2. Obtención de la curcumina.	21
2.9.3. Efectos de la curcumina en la salud.	21
2.9.4. Relaciones estructura – actividad.	22
III. METODOLOGIA	23
3.1. Tipo de Investigación.	23
3.2. Población y Muestra.	23
3.3. Materiales, solventes y reactivos.	23
3.3.1. Material químico.	23
3.3.1.1. Solventes químicos.	23
3.3.1.2. Reactivos.	23
3.4. Método: técnica operatoria.	23
3.4.1. Obtención del extracto.	23
3.4.1.1. Recolección de la muestra.	23
3.4.1.2. Preparación del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma”.	26
3.4.2. Ensayos preliminares.	27
3.4.2.1. Prueba de solubilidad.	27
3.4.2.2. Perfil fitoquímico cualitativo del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma”.	27
3.4.2.3. Ensayo de Actividad Antioxidante por el método DPPH.	27
3.5. Procesamiento de datos.	29

IV. RESULTADOS	30
4.1 Prueba de solubilidad del extracto etanólico.	30
4.2. Perfil fitoquímico cualitativo.	31
4.3 Actividad antioxidante.	32
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	42
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
IX. ANEXOS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. <i>Curcuma longa</i> L.	9
Figura 2. Estructura de los curcuminoides.	11
Figura 3. Ensayos para la determinación de la actividad Antioxidante In vitro.	15
Figura 4. Clasificación de polifenoles.	18
Figura 5. Ubicación del distrito de Kimbiri.	25
Figura 6. Preparación del extracto etanólico.	26
Figura 7. Lectura de absorbancia	29
Figura 8. Distribución de la absorbancia por el método de DPPH.	33
Figura 9. Distribución del porcentaje de inhibición por el método de de DPPH.	35
Figura 10. Regresión Lineal de la concentración del extracto etanólico de los rizomas de “cúrcuma” y el porcentaje de Inhibición.	36
Figura 11. Relación entre la concentración del extracto etanólico de los rizomas de “cúrcuma” y el porcentaje de Inhibición.	37

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Prueba de solubilidad del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. "cúrcuma".	30
Tabla 2. Metabolitos secundarios del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. "cúrcuma"	31
Tabla 3. Estadística descriptiva de la Absorbancia por el método de DPPH.	32
Tabla 4. Estadística descriptiva del porcentaje de inhibición por el método de DPPH	34
Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis	37
Tabla 6. Comparaciones múltiples: Games-Howell	38

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Constancia de clasificación taxonómica .	52
Anexo 2. Matriz de consistencia	53
Anexo 3. Operacionalización de variables	54

RESUMEN

El estudio realizado en el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. "cúrcuma", tuvo por **objetivo:** Determinar los fitoconstituyentes presentes en el rizoma de *Curcuma longa* L. "cúrcuma" y la actividad antioxidante del mismo. **Materiales y métodos:** El estudio fue cuasi experimental, descriptivo y de corte transversal. La especie de estudio se recolectó en el distrito de Kimbiri, Provincia de La Convención, Cuzco. Se realizó una extracción etanólica de los rizomas secos de cúrcuma, para realizar el estudio fitoquímico cualitativo siguiendo la metodología propuesta de Olga Lock de Ugaz, para determinar los fitoconstituyentes. Se hicieron diluciones del extracto seco a concentraciones de 5, 10 y 20%. La actividad antioxidante se evaluó por el ensayo DPPH (1,1-difenil-2-picrilhidrazil) y la banda de absorción fue medida a 517 nm en espectrofotómetro UV-Visible; estos resultados fueron evaluados con el programa informático IBM SPSS Statistics versión 24.0 y el programa informático Excel 2016. **Resultados:** Se determinó la presencia de metabolitos secundarios como, compuestos fenólicos, flavonoides, quinonas, cumarinas. Los resultados de la actividad antioxidante se brindan mediante porcentaje de inhibición promedio del extracto etanólico al 5, 10 y 20% y que fueron 81,552%, 82,077% y 83,742% respectivamente; en comparación con la muestra patrón de Vitamina C con promedios que corresponde al 5, 10 y 20% de 96,258%, 93,313% y 84,110% respectivamente. **Conclusión:** Se determinó que el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. "cúrcuma" tiene actividad antioxidante cercana a la de la vitamina C, y puede ser considerada una fuente de antioxidantes naturales. Esta actividad se debe a la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides.

Palabras Clave: Cúrcuma, flavonoides, polifenoles, actividad antioxidante, porcentaje de inhibición, DPPH

SUMMARY

The study carried out on the ethanolic extract of the rhizomes of *Curcuma longa* L. “curcuma” had for **objective**: Determinate the phytoconstituents in the turmeric rhizomes of *Curcuma longa* L. “curcuma” and the antioxidant activity. **Materials and methods**: The study was quasi-experimental, descriptive and cross-sectional. The specie studies was collected from the district of Kimbiri, Province of La Convención, Cuzco. A ethanolic extraction of turmeric rhizomes was carried out, to perform the phytochemical qualitative study following the methodology proposed by Olga Lock de Ugaz to determine the phyto constituents present. Dilutions were made at concentrations of 5, 10 and 20%. The antioxidant activity was determined by the chemical test DPPH (1,1-diphenyl-2-picrilhydrazil), and the absorption band and which was measured at 517 nm in a UV-spectrophotometer; the results were evaluated in the IBM SPS Statistics software version 24.0 and the Excel 2016 computer program. **Results**: The presence secondary metabolites were determined such as phenolic compounds, flavonoids, quinones and tannins. The antioxidant capacity results are given by percentage of average inhibition of the ethanolic extract at 5, 10, 20% and they were 81,552%, 82,077% 83,742% respectively compared to the standard sample of Vitamin C with averages corresponding to 5, 10 and 20% with the inhibition percentages of 96,258%, 93,313% y 84,110% respectively. **Conclusion**: It was determined that the ethanolic extract of turmeric rhizomes has antioxidant activity close to that of vitamin C, which is due to the presence of phenolic compounds, flavonoids.

Key words: Curcuma, flavonoids, polyphenols, antioxidant activity, percentage of inhibition, DPPH

I. INTRODUCCIÓN

Existen diversos trabajos que demuestran correlación entre la incidencia de enfermedades inflamatorias y degenerativas y la generación y acumulación de radicales libres, que resulta en el estrés oxidativo.¹

Sánchez-Valle, et.at.¹considera necesario para el buen funcionamiento del sistema antioxidante un estilo de vida sano y una alimentación equilibrada asegurando la ingesta adicional de antioxidantes. Muchos de estos antioxidantes nutricionales exógenos se encuentran en la dieta en productos que contengan principalmente vitamina, C, E, los carotenoides, y compuestos fenólicos.²

Actualmente las investigaciones se centran en encontrar estos compuestos antioxidantes en muchos alimentos de origen vegetal, principalmente. Considerando que durante mucho tiempo las plantas fueron el principal recurso del que disponían los pueblos. Esto hizo que muchos investigadores iniciaran y profundizaran el conocimiento de especies vegetales con propiedades medicinales y se ampliara la investigación de los productos que de ella se extraen: metabolitos primarios y secundarios.

Una de las plantas cuyo uso es muy antiguo como aditivo en la preparación de comidas y como medicina ancestral³⁻⁵es la *Curcuma longa* L. familia de la Zingiberaceae, existen investigaciones y publicaciones realizadas a nivel internacional y nacional, sobre la actividad antiinflamatoria, anticancerígena, antibacteriana y antioxidante debido al compuesto curcuminoide, de esta planta.

1.1. Planteamiento del problema.

Debido a los estudios que se viene realizando en los últimos años en la búsqueda de nuevos medicamentos que tengan reducidos efectos secundarios y menor interacción química hace que los científicos busquen “nuevas fuentes” y revaloren los conocimientos tradicionales en la denominada Medicina Herbolaria, y trabajen con las aquellas plantas que ya en las antiguas culturas eran usadas. Una de estas plantas es la *Curuma longa* L. “cúrcuma”, que ha sido utilizada por sus múltiples usos en medicina, y que a través de estudios tratan de comprobar estas propiedades.

Es así que en la investigación de Méndez, *et.al.*⁶ “Actividad antibacteriana in vitro de *Curcuma longa* (Zingiberaceae) frente a bacterias nosocomiales en Montería, Colombia”(2016), indican que las plantas y sus constituyentes son una fuente importante en el conocimiento de nuevas sustancias y principios activos principalmente antimicrobianos centrandó su estudio en la *Curcuma longa* por sus usos asociados con propiedades antifúngicas, antibacterianas, antiparasitarias, antivirales, antioxidantes, anticancerígenas, antiinflamatorias. Por ello evaluó la actividad antibacteriana in vitro del extracto etanólico y del aceite esencial del rizoma de *Curcuma longa*, frente a bacterias nosocomiales como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus sp.*, *Salmonella sp.* y *Bacillus sp.* Aislada a partir de infecciones nosocomiales en el Hospital San Jerónimo de Montería. De los resultados obtenidos ellos indican que el extracto etanólico y el aceite esencia poseen propiedades antibacterianas. Siendo el extracto etanólico el de mayor potencial contra las bacterias evaluadas, que podrían emplearse como una alternativa terapéutica, para el tratamiento de infecciones producidas por bacterias nosocomiales.

En la revisión que realiza Gonzáles-Albadejo, *et.al.*⁷ “Curcumin and curcuminoids: Chemistry, structural studies and biological properties” (2015) España. Resaltaron el interés de la cúrcuma y de su principal componente la curcumina (principal componente) basado en las numerosas revisiones bibliográficas. Indicando que la curcumina fue aislada por primera vez en 1815, y se indica como el principal responsable de las propiedades medicinales y farmacológicas de la cúrcuma.

Anuradha *et.al.*⁸ en la investigación denominada “Evaluation of Anti-Inflammatory Effects of Curcumin Gel as an Adjunct to Scaling and Root Planing: A Clinical Study.” (2015), en India, realizaron un estudio donde compararon los efectos del gel de curcumina como complemento de la limpieza subgingival y alisado radicular con el efecto que se consigue mediante la limpieza subgingival y alisado radicular solo. En estudio clínico aleatorizado en pacientes con problemas de periodontitis. Señalan además que la curcumina posee propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, indicando que la respuesta antiinflamatoria es similar a la acción de los esteroides, pero sin efectos secundarios.

Rodas Trujillo⁹ realizó un trabajo denominado “Propiedades terapéuticas de la *Curcuma longa* relacionadas con la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas” (2016) en Chimbote que tuvo como objetivo evaluar la capacidad antioxidante y antiinflamatoria de la cúrcuma, donde concluye que tiene actividad antioxidante y antiinflamatoria y que es útil para prevenir y tratar enfermedades como arteriosclerosis, hipercolesterolemia, artritis, úlcera péptica y cáncer. Sugiere a la vez administrar cúrcuma 2-3 veces /día después de las comidas en dosis de 1-5g/taza de infusión o decocción de los rizomas, 10 a 40 gotas de tintura 1:5 en etanol al 40%.

Por lo anterior, se plantea como finalidad de este estudio la determinación de los fitoconstituyentes presentes en la *Curcuma longa* L. “cúrcuma” del distrito de Kimbiri, provincia de la Convención, Región Cusco y determinar la actividad antioxidante de esta planta.

1.1.1. Problema general

¿Cuáles serán los fitoconstituyentes del extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” y tendrán actividad antioxidante?

1.1.2. Problemas Específicos:

1. ¿Cuáles son los fitoconstituyentes presentes en extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma”?
2. ¿En el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” se encuentran fitoconstituyentes que poseen actividad antioxidante?

1.2. Justificación del problema

El presente trabajo de investigación sobre la cúrcuma está centrado en la determinación de su actividad antioxidante y la importancia para la reducción del daño oxidativo en el cuerpo humano.

Los medicamentos sintéticos y naturales (provenientes de recursos animales y vegetales), constituyen la principal fuente de sustancias para el manejo de infecciones microbianas, tratamientos vitamínicos, etc; con el fin de prevenir o curar enfermedades. El uso de productos naturales de origen vegetal ayudaría a contrarrestar enfermedades y/o prevenirlas a partir de su consumo.

La contaminación, el ritmo de vida e inadecuada alimentación son factores que incrementan el estrés oxidativo que está relacionado con la aparición de varias enfermedades tales como aterosclerosis, Alzheimer y con el proceso de envejecimiento. Impactando en la salud pública por el aumento de presupuesto para los tratamientos por el incremento de casos de cáncer, y de enfermedades crónicas.

Por lo que se hace necesario realizar investigaciones que permitan encontrar en los recursos naturales vegetales actividad terapéutica y protectora, que pueda incrementar su consumo en la dieta diaria. Es así que el presente trabajo de investigación nos resulta de importancia toda vez que nos conduce al estudio de una especie de uso tradicional en nuestro país, y comparar los resultados con estudio previos realizados en otros países.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar los fitoconstituyentes del extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” y evaluar la actividad antioxidante.

1.3.2. Objetivos Específicos:

1. Determinar cualitativamente los fitoconstituyentes del extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma”.
2. Evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” mediante el ensayo químico DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

1.4. Variable

1.4.1. Variable Dependiente

Actividad antioxidante

1.4.2. Variable Independiente

Fitoconstituyentes

1.5. Hipótesis General

El extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” contiene fitoconstituyentes que tienen actividad antioxidante.

1.5.1. Hipótesis Específicas

1. El extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” contiene fitoconstituyentes
2. Existen fitoconstituyentes en el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” que tienen actividad antioxidante.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

Canelo P. *et al.*, (2017).¹⁰ En el estudio “Análisis fitoquímico, actividad antioxidante y hepatoprotectora del extracto acuoso liofilizado de *Curcuma longa* L., en lesiones hepáticas inducidas con tetraclorometano en ratas albinas” **Objetivo:** Realizar análisis fitoquímico y describir la actividad antioxidante y hepatoprotectora del extracto de rizomas de *Curcuma longa* L. **Material y método:** Muestra obtenida en la región Loreto, en un modelo murino. Utilizaron el método de DPPH para encontrar la actividad antioxidante. **Resultados:** El extracto mostró un poder reductor mucho menor que el ácido ascórbico, en el tamizaje fitoquímico se encontraron compuestos fenólicos, triterpenos, quinonas, cumarinas y flavonoides. El extracto liofilizado de *Curcuma longa* mostró un efecto protector significativo ($P < 0,05$). Las observaciones histopatológicas soportan las evidencias bioquímicas de hepatoprotección. Estos efectos fueron comparables a la droga estándar, silimarina. **Conclusión:** Los resultados presentados en este estudio revelan fuertemente el efecto protector del extracto liofilizado de *Curcuma longa*, cultivada en la región Loreto, frente a daño hepático inducido por CCl_4 en ratas albinas.

Rodas T. (2016).⁹ Realizó un trabajo de investigación denominado “Propiedades terapéuticas de la *Curcuma longa* L. relacionadas con la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas”. **Objetivo:** Descripción de las propiedades terapéuticas y formas de preparación y administración racional de la cúrcuma en el tratamiento de enfermedades crónicas. **Material y Método:** Se realizó una revisión bibliográfica sobre las propiedades terapéuticas de la *Curcuma longa*, y la descripción de algunas formas de preparación y administración racional de la cúrcuma. **Conclusiones:** De la revisión bibliográfica concluye que la cúrcuma tiene actividad antiinflamatoria y antioxidante, además sugieren administrar la cúrcuma 2-3 veces/día después de las comidas en dosis de 1-5g/taza de infusión o decocción de los rizomas.

Chávez A. (2017).¹¹ Realizo un trabajo de investigación en la ciudad de Trujillo, denominado “Evaluación de la actividad antioxidante in vitro de la *Curcuma longa* silvestre peruana”. **Objetivo:** Tuvo como finalidad evaluar la actividad antioxidante in vitro de la *Curcuma longa* silvestre peruana de diversas muestras de harina de cúrcuma provenientes de diversas localidades. **Materiales métodos:** Utilizo muestras envasadas provenientes de la provincia de Huánuco, selva alta de Ayacucho y la provincia de Leoncio Prado. Se determinó la actividad antioxidante utilizando el método DPPH en diferentes tiempos de lectura a 30, 60 y 90 minutos. **Resultados:** Encontraron que las muestras de cúrcuma que presentaron mayor actividad antioxidante en 30 minutos fueron las muestras de Ayacucho (98,50%) y Huánuco (80,94%) y la de Leoncio Prado sólo 16,02%. Luego a 60 minutos la muestra de Huánuco presento mayor actividad antioxidante (126,16%), después la muestra de Ayacucho (99,94%). **Conclusión:** Existe diferencia significativa entre los porcentajes de actividad antioxidante de los rizomas de los lugares muestreados. Siendo la muestra de mayor actividad antioxidante la de selva alta de Ayacucho a los 30 minutos.

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Reyes A. (2014).² Realizó un trabajo de investigación titulado “Evaluación de la capacidad antioxidante utilizando DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) de rizomas de *Curcuma longa* L. cultivada por la Comunidad SHUAR en la provincia de Pastaza, Ecuador”. **Objetivo:** Evaluar la capacidad antioxidante utilizando DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil). **Materiales y métodos:** Utilizando tres tipos de solventes con el método de extracción continua para obtener los curcuminoides, por gravimetría determinaron el contenido total de los mismos y mediante cromatografía en capa fina determinaron los tipos de curcuminoides, Luego mediante el método DDPHH se determinó la actividad antioxidante de los rizomas de cúrcuma. **Resultado:** Usando metanol como solvente para la extracción de curcuminoides, se identificaron tres tipos de polifenoles y con la cromatografía se revelo la presencia de demetoxicurcumina, bisdemetoxicurcumina y curcumina. **Conclusión:** Se obtuvo una capacidad antioxidante máxima de 76,77% con solvente puro (metanol) en un tiempo cero y 68,60% después de una hora con treinta minutos.

Shakeri F. (2017).¹² Realizó un trabajo de investigación en Irán, titulado: “The effect of hydro-ethanolic extract of *Curcuma longa* rhizome and curcumin on total and differential WBC and serum oxidant, antioxidant biomarkers in rat model of asthma”.

Objetivo: Evaluar el efecto de *Curcuma longa* y curcumina en recuento total de leucocitos, antioxidante, biomarcadores antioxidantes en ratas en modelo de asma.

Materiales y métodos: El método utilizado fue de recuento total y diferencial de glóbulos blancos en la sangre de ratas con asma divididos en tres grupos, uno de ellos tratados con extracto etanólico de *Curcuma. longa* a 0,75, 1,5 y 3mg/mL, el segundo tratado con curcumina con concentraciones de 0,15, 0,3 y 0,6 mg/mL. y el tercer grupo tratados con dexametasona 1,25 µg / mL.

Resultados: Los resultados mostraron a los marcadores de actividad antioxidante, NO₂/NO₃ y Malondialdehido (MDA) se incrementaron: pero los linfocitos, Superoxido dismutasa (SOD), catalasa (CAT) y concentración de tiol total disminuyeron en los animales asmáticos en comparación con los controles (P <0.001). Es decir que existe un efecto preventivo en la *Curcuma longa* y en su componente la curcumina debido a los valores presentados en el recuento de glóbulos blancos e indicadores de la actividad antioxidante, comparable al efecto de la dexametasona.

Conclusión: Se observaron efectos antioxidantes y antiinflamatorios del extracto de *Curcuma. longa* y su componente curcumina, por medio de los marcadores antioxidantes lo que sugiere un potencial terapéutico de la planta y su componente sobre el asma.

Nakhostin R. *et.al.* (2017).¹³ Realizó una investigación en Irán denominado, “Influence of Curcumin Supplementation on Exercise - Induced Oxidative Stress”.

Objetivo: Fue analizar la capacidad antioxidante de la cúrcuma y los polifenoles presentes, y los efectos de 1 semana de suplementos de curcumina en marcadores antioxidantes.

Métodos: Los sujetos seleccionados al azar, doble ciego, placebo controlado fueron divididos en dos grupos, uno recibió curcumina y el otro placebo por 7 días, los sujetos corrieron 14 km, para luego medir por método espectrofotómetro la capacidad antioxidante, glutatión reducido, y Malondialdehido.

Resultados: Mostraron un aumento significativo en capacidad antioxidante total (TAC) por sus siglas en inglés, después de la administración de suplementos (P <0,001; ES = 1,42) e inmediatamente después del ejercicio (P = 0,008; ES = 1,12) en el grupo C (tratados con curcumina) en comparación con el grupo P (grupo placebo). Malondialdehido (MDA) por sus siglas en inglés, fue significativamente menor en el grupo C en comparación con el grupo P.

Inmediatamente después del ejercicio ($P = 0,022$; $ES = 1,00$). El Glutatión reducido (GSH) por sus siglas en inglés, aumentó significativamente de inmediato, 24 y 48 horas después del ejercicio en comparación con pre-ejercicio solo en el grupo C ($P < 0,05$).

Conclusión: Una semana de suplementación oral de curcumina tiene efectos positivos en índices de estrés oxidativo posiblemente mejorando la capacidad antioxidante.

2.2. Base Teórica

2.2.1. *Curcuma longa* L. “cúrcuma”

La *Curcuma longa* L. “cúrcuma”, es una especie que pertenece a la familia de Zingiberaceae, tiene tallos de modo horizontal y que van dirigidos a todos lados. Crece en la India y también en otras partes de continente asiático, tiene nombres diferentes según su procedencia por citar en Cuba lo llama “yuquilla”, en Puerto Rico “turmerico, palillo etc. Se utiliza mucho para dar color y sabor a las comidas debido al color anaranjado y a la vez le confiere un toque de picante, en algunos países lo consideran una planta “mágica” debido a sus propiedades curativas y protectoras. Se conoce que dentro de sus principales principios activos están los curcuminoides.³⁻⁵



Figura 1. *Curcuma longa* L.¹⁴

2.2.2. Clasificación taxonómica

(Certificación Botánica constancia N° 181-UNSM-2018)

Reino: *Plantae*

Division: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Subclase: *Zingiberidae*

Orden: *Zingiberales*

Familia: *Zingiberaceae*

Género: *Curcuma*

Especie: *longa*.

2.2.3. Composición Química

La planta de cúrcuma está constituida por: proteínas (6,3%), grasa (5,1%), minerales (3,5%), hidratos de carbono (69,4%), humedad (13,1%), aceite esencial (1,5-5%). Mientras que los rizomas o el tallo subterráneo contienen curcuminoides (2,5-6%), además los pigmentos polifenólicos y los aceites esenciales. Se han realizado diferentes estudios en las que se mencionan algunas propiedades para los extractos de *Curcuma longa* L., como: Actividad antibacteriana, antioxidante, antifúngica, antiinflamatoria y antiparasitaria, y en las últimas décadas se ha demostrado su capacidad para inhibir la integrasa del VIH. Así mismo se indica que posee actividad en tejidos y órganos por ejemplo, la piel, el sistema gastrointestinal, respiratorio y en el hígado.¹⁵⁻¹⁷

Como se mencionó, dentro de los principios activos de la cúrcuma se encuentran curcuminoides, aceites esenciales, azúcares, proteínas y resinas. **El componente activo mejor estudiado es la curcumina (curcuminoide)**, responsable de las propiedades medicinales y farmacológicas, y del color amarillo vibrante.³

La creciente demanda de fármacos actualmente ha ocasionado grandes preocupaciones debido a los graves efectos secundarios que son provocados por fármacos sintéticos utilizados para reducir la inflamación y el dolor y por consiguiente se despierta el interés con los estudios que revelan efectos antiinflamatorios y menores efectos indeseados en la salud humana presentada por la “cúrcuma”.^{18,19}

En resumen, los curcuminoides son el principal componente en la *Curcuma longa*, constituye cerca del 2-6% y está formado por la curcumina (80%) es el principal principio activo, es un compuesto fenólico, demetoxicurcumina (18%) y bisdemetoxicurcumina (2%).^{3,20,21}

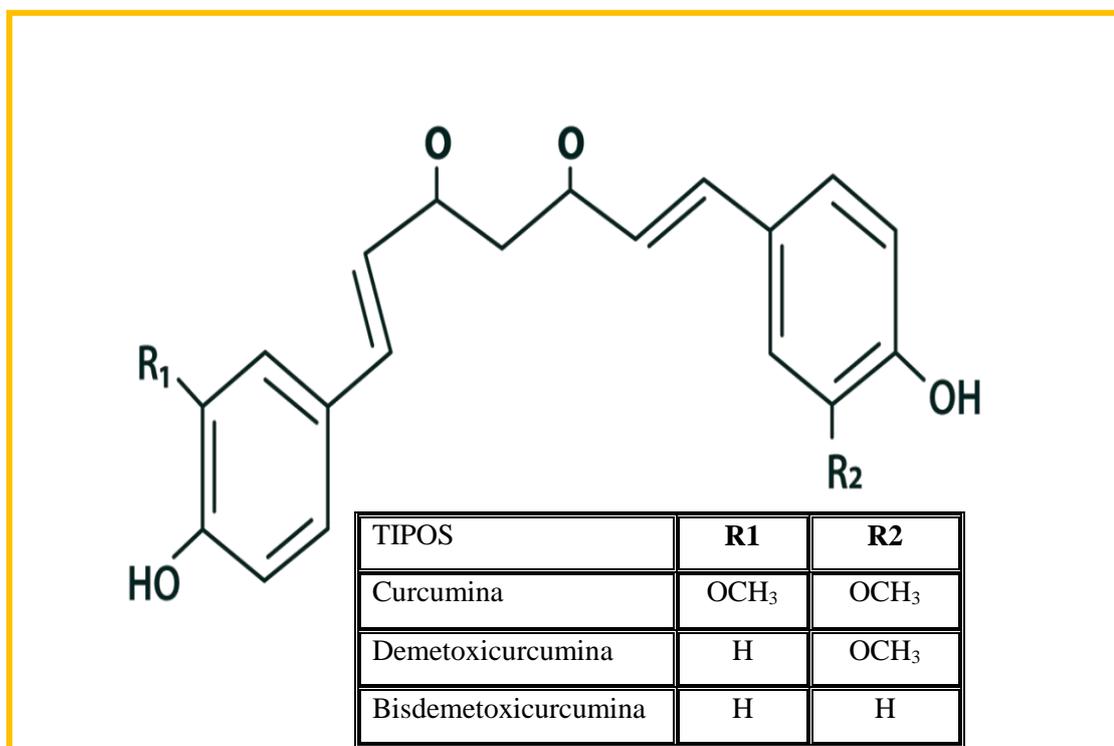


Figura 2. Estructura de los curcuminoides.²²

Lu, et.al., menciona que los curcuminoides son insolubles en solución acuosa y susceptible a la degradación en condiciones de luz y alcalinidad. La curcumina no es soluble en agua, solamente es soluble en etanol, Dimetilsulfóxido (DMSO) y aceite.²²

2.2.4. Actividad biológica

Estudios revelan que la curcumina posee efectos antiinflamatorios y que se pueden utilizar para dolencias como artritis, inflamaciones producidas por golpes, torceduras, etc. Estos efectos se deben principalmente por inhibición de la fosfolipasa 2, la ciclooxigenasa y la lipoxigenasa enzimas que promueven la disminución de la respuesta inflamatoria además no daña el tracto digestivo debido a que también posee actividad protectora en dicho órgano y sin producir efectos al SNC.^{8,18,20}

Recientes investigaciones en relación a la cúrcuma revelan propiedades tales como cicatrizantes, antiulceroso, protector digestivo, inflamaciones del sistema óseo, y lo último previene de daño celular inhibiendo a las células cancerígenas con ingestas de extractos acuosos donde se relaciona a los flavonoides como agente principal de dicha actividad.^{1,20}

Por otra parte, se hace mención que la cúrcuma tiene relevancia significativa en el estrés oxidativo similar a la vitamina E y que a la vez previene de la peroxidación lipídica tanto a nivel microsomal hepático y en los eritrocitos.^{1,23}

Ramírez y Col. (1995), citado por Chisi K. reportan que la cúrcuma tiene efectos en el musculo liso vascular donde cumple un rol importante en la prevención de formación de ateromas ya que disminuye la peroxidación lipídica, además de tener un efecto antitrombótico en conjunción con el 17-alfa estradiol pudiendo detener la oxidación de las lipoproteína de baja densidad (LDL).³

2.2.5. Radicales libres

Los radicales libres es una sustancia que, tienen uno o dos electrones desapareados y que son inestables y altamente reactivos con las células.²⁴ La formación de los radicales libres se da cuando el alimento sufre una metabolización para producir energía a las células pero también se promueve estar expuestos a agentes tóxicos de nuestro medio ambiente por citar a sustancias orgánicas toxicas (benceno, gasolina sustancias cloradas etc.), radiaciones, humo del parque automotor (monóxido de carbono), alimentos de comida rápida e industrializados.

La generación de los radicales libres que producirán una reacción en cadena con mecanismos de iniciación, propagación y terminación y en dicha reacción daña a las macromoléculas como ADN, produciendo crecimiento desordenados de células y o envejecimiento y culminando en enfermedades no transmisibles.²⁵ Se enumera los daños realizados por los radicales libres tales como:²⁶

- a) Se unen a las células de forma covalente.
- b) Lesión en las cadenas de ADN.

- c) Producción de radicales oxigenados
- d) Genera la peroxidación lipídica.

2.2.6. Actividad antioxidante

En los organismos aerobios cuentan con el sistema de defensa antioxidante, como enzimas, moléculas (como antioxidante preventivos), antioxidantes nutricionales.¹⁰ Estos van a reaccionar con sustancias llamadas radicales libres y que será capaz de terminar la cadena de propagación de este radical libre por lo tanto se puede decir que habrá menos daño a órganos que pueden sufrir lesiones o modificaciones celulares.^{24,27,28} Craig, (2009) citado por Herrera O. define la capacidad antioxidante como: “La habilidad para inhibir la degradación oxidativa (por ejemplo, lipoperoxidación). La capacidad antioxidante está determinada a su vez por: a) reactividad química del antioxidante asociada a la actividad antirradicalaria o estabilizadora de radicales libres; b) capacidad para acceder al sitio de reacción y; c) estabilidad de los productos formados después del proceso de estabilización de radicales libres.”²⁹

Otra definición es, los antioxidantes son sustancias que previenen o retardan el daño oxidativo producido por los radicales libres y que son de naturaleza diversa.^{29, 30}

Un compuesto se dice que es antioxidante cuando es capaz de reaccionar con un radical libre donde lo neutralizará y por ende impide el daño oxidativo de las células. Un ejemplo de los antioxidantes los encontramos a los polifenoles, ejemplo las antocianinas que dan el color de plantas y frutos, amargor (Flavonoles), astringencia (taninos).^{30,31}

De allí la importancia de la ingesta de vegetales y frutas que nos ayudarán con la defensa antioxidante al interior de la célula, el mecanismo de los antioxidantes está dada por las enzimas como la catalasa, glutatión peroxidasa y superóxido dismutasa. Todas son endógenas, es decir se producen al interior del organismo y su acción es dependiente de ciertos metales como cobre, magnesio, zinc o selenio. De modo que la importancia radica en la cantidad necesaria de estos metales y su deficiencia afectaría

la performance de algunas enzimas, es por esta razón que también se les llama metales antioxidantes.³²

La vida biológica del radical es de microsegundos, pero tienen la capacidad de reaccionar con todo lo que tiene a su alrededor provocando un estrés oxidativo que puede conducir a diversas enfermedades, tales como: envejecimiento, problemas del sistema cardiovascular, problemas en el sistema nervioso, daño genético.³²

Los antioxidantes de origen exógeno, provenientes de la dieta, como vitamina C, vitamina E, carotenoides, polifenoles y flavonoides, al no ser sintetizados por las células, para ser reemplazados necesitan ser nuevamente ingeridos en la dieta.³²

2.2.7. Métodos de evaluación de la Actividad Antioxidante

En su investigación Huang *et al.* (2005) citado por Martínez C.³³ indica: “Los ensayos para la determinación de la actividad antioxidante pueden clasificarse según la naturaleza del mecanismo sobre el cual los antioxidantes neutralizan los radicales libres; de esta forma, existen ensayos basados en la transferencia de átomos de hidrógeno (HAT) y ensayos basados en la transferencia de electrones. Se mencionan los ensayos más usados para la determinación de la actividad antioxidante y su clasificación según el mecanismo de acción.

<p>Ensayos que implican Hidrógeno. Reacciones de Transferencia de Átomos</p> $\text{ROO} + \text{AH} \quad \quad \quad \text{ROOH} + \text{A}$ $\text{ROO} + \text{LH} \quad \quad \quad \text{ROOH} + \text{L}$	<ul style="list-style-type: none"> • ORAC (Capacidad de Absorbancia del Radical Oxígeno) • TRAP (Parámetro Antioxidante de Captura de Radicales Totales) • Ensayo de Blanqueamiento Crocin • IOU (Consumo por Oxígeno Inhibido) • Inhibición de la Oxidación de Ácido Linoleico • Inhibición de la Oxidación de LDL
<p>Ensayos por Transferencia de Electrones. Reacción :</p> $\text{M}(\text{n}) + \text{e}(\text{from AH}) \quad \quad \quad \text{AH} + \text{M}(\text{n}-1)$	<ul style="list-style-type: none"> • TEAC (Capacidad Antioxidante de Equivalentes TROLOX) • FRAP (Parámetro Antioxidante de la Reducción del Ión Férrico) • DPPH (Difenil-1-picrilhidrazil) • Capacidad de Reducción de Cobre (II) • Ensayo de Fenoles Totales por Reactivo de Folin-Ciocalteu
<p>Otros ensayos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • TOSC (Capacidad Total de Barrido Oxidante) • Inhibición de la Reacción de Oscilación de Briggs-Rauscher • Quimioluminiscencia • Electroquimioluminiscencia

Figura 3. Ensayos para la determinación de la actividad antioxidante *in vitro*. ³³

2.2.7.1. Método ABTS

El radical ABTS* se obtiene por medio de un proceso de oxidación ya sea de manera enzimática, química, este radical es de color verde azulado que es medible a 734 nm.^{29, 34}

El fundamento de la metodología es visualizar mediante un proceso de reducción causada por la interacción de una muestra que contenga sustancias antioxidantes y con la consecuencia de cambio de color (decoloración) del ABTS para luego ser comparada con una muestra patrón usualmente TROLOX que es un análogo sintético de la vitamina E; y que se expresa como “capacidades equivalentes de TROLOX. Esta metodología tiene una particular ventaja de trabajar con compuestos hidrosolubles como liposolubles, utilizando un espectrofotómetro UV-visible e utilizando solventes apropiados y de bajo coste.^{29, 34}

2.2.7.2. Método de reducción de hierro férrico a hierro ferroso (FRAP)

La presente metodología se fundamenta en la reducción del hierro en estado de oxidación III a hierro en estado de oxidación II (férrico a ferroso). Cuando el hierro se une al compuesto químico cloruro-2,3,5-trifeniltetrazolio (TPTZ) forma un complejo coloreado de color azul cuando se une al hierro III y cuando se une al hierro II se torna de un color amarillento, producto de una quelación del hierro, y además se utiliza una muestra de referencia usualmente el ácido ascórbico o el TROLOX que es un análogo de la vitamina E, la lectura se realiza utilizando un espectrofotómetro a 595 nm. Es una metodología rápida y de poco coste.³⁴

Un buen método de determinación de la capacidad antioxidante debe ser sencillo, con un mecanismo químico y un punto final fijo, con un elevado rendimiento de análisis, con buena reproducibilidad intra e inter laboratorio, adaptable a ensayos con antioxidantes tanto hidrofílicos como lipofílicos y con diferentes fuentes generadoras de radicales libres.³⁴

2.2.7.3. Método de Folin-Ciocalteu

Sirve para determinar el contenido de polifenoles y fenoles totales presentes en un alimento, empleando como estándar el ácido gálico.³⁵ Su determinación se basa en la reducción de los fenoles totales por una mezcla de ácidos fosfotúngstico y fosfomolibdico, lo que genera una mezcla de óxidos de tungsteno y molibdeno de coloración azul con un máximo de absorción a 765 nm, que es proporcional al

contenido de compuestos fenólicos. Los resultados se expresan en mg/L de ácido gálico.³¹

2.2.7.4. Método de 2,2-difenil-1-picrilhidracil (DPPH)

Otro método para la identificación de actividad antioxidante es utilizando el DPPH, es un método rápido, popular, y de alta sensibilidad; se fundamenta en que este radical tiene una coloración purpura que se puede leer en un espectrofotómetro, cuando este radical se une a una muestra que contiene sustancias antioxidantes de diversa composición química donde habrá una donación de hidrogeno por parte de la muestra, esta reaccionará decolorándose. De hecho, que la actividad antioxidante se expresa en función al porcentaje de DPPH y la siguiente disminución de la absorbancia donde se expresa como la Concentración mínima necesaria para inhibir el 50% del DPPH (IC₅₀). Mientras menor es el valor de IC₅₀ mayor será la capacidad antioxidante.²⁹

Existen varios métodos para su monitorización, pero el más común es mediante espectrofotometría UV, por su facilidad y precisión. Este radical presenta un máximo de absorción a 517 nm, volviéndose amarillo cuando se forma DPPH, de forma que el efecto antioxidante puede ser fácilmente evaluado siguiendo la pérdida de absorción UV a 517 nm.³⁵

2.2.8. Compuestos con Actividad Antioxidante

2.2.8.1. Polifenoles

Son compuestos presentes en diversos productos por citar, plantas, frutos, etc. en la naturaleza que poseen estructura de tipo aromático con grupos sustituyentes hidroxilados y se les denomina polifenoles. Dentro de las características químicas de estos compuestos es que son de naturaleza polar por lo tanto solubles en agua que al ser tratados con tricloruro de hierro producirán una coloración verde, púrpura, azul o negruzca.³³ Estos compuestos son en su mayoría potentes antioxidantes por su estructura química (donador de H⁺ o electrones) necesarios para el funcionamiento de

las células vegetales; que se encuentran en frutas y verduras, por ejemplo, manzanas, cebollas, y en bebidas como té y vino.^{11,29, 31,36}

Se clasifican de acuerdo con el número de átomos de carbono del esqueleto base.

Estructura química	Tipo	Ejemplo de polifenol
C ₆	Fenol simple	Eugenol
C ₆ - C ₁	Acido fenólico Acido benzoico	Ácido gálico Ácido elágico
(C ₆ - C ₁) _n	Taninos hidrolizables	----
C ₆ - C ₂	Ácido fenil acético	----
C ₆ - C ₃	Ácido hidroxicinámico Cumarinas	Ácido cafeico Ácido ferúlico
(C ₆ - C ₃) ₂	Lignanós	-----
C ₆ - C ₁ - C ₆	Benzofenonas Xantonas	-----
C ₆ - C ₂ - C ₆	Estibenos	Resveratrol
C ₆ - C ₃ - C ₆	Flavonoides	Antocianinas Flavonoides Flavonas Flavanonas Isoflavonas Flavanoles
(C ₆ - C ₁ - C ₆) _n	Protocianas (taninos 4 ≤ n ≤ 11)	-----

Figura 4. Clasificación de Polifenoles. ³⁶

2.2.8.2. Flavonoides

Son compuestos que se sintetizan a partir de la fenilalanina y de malonil-coenzima A. Tiene una estructura base 2-fenilcromano carbono 6, carbono 3 y carbono 6 (ver figura 6) se observe el anillo (A) que es un anillo bencénico unido a un anillo heterocíclico piranico (C) y otro anillo bencénico (B) unido en la posición 2 constituyendo una estructura matriz propia de los flavonoides.^{28,29}

Los flavonoides son compuestos orgánicos que se encuentran en diversas plantas y frutas, que ayudaran a la población mediante el consumo a paliar diversas enfermedades. Este compuesto fue identificado en los años 30 por Albert Szent-Gyorgyi que a la vez obtuvo el premio Nobel de Fisiología y Medicina; quien aisló una sustancia llamada citrina y lo obtuvo a partir de la cáscara de limón, además observó que al ser consumida causaba la permeabilidad de los capilares, de allí que a los flavonoides también se le llamaron “vitamina P” (por permeabilidad) y también vitamina C2, porque tenían propiedades parecidos a dicha vitamina. En los años 1990, luego de diversos estudios epidemiológicos, se observó que su ingesta advertía una menor incidencia de cáncer y de enfermedades cardiovasculares debido a que los flavonoides inducían la apoptosis de diferentes líneas celulares de cáncer. Se estima que este flavonoide constituye aproximadamente el 75% de los flavonoles y flavonas de la dieta en Estados Unidos.^{37,38}

2.2.9. Curcumina

Coronel A.³⁹ en un trabajo de investigación que realizó en Colombia hace referencia sobre la curcumina, manifestando que es un polifenol que proviene de los rizomas de la planta *Curcuma longa* L. y que se usa como un colorante alimenticio natural proporcionando un color amarillo naranja, además menciona sobre sus propiedades antioxidantes, anti-inflamatorio, antimicrobiano, propiedades anti cancerígenas, infección por VIH, enfermedades neurológicas, cardiovasculares y de la piel. La cúrcuma, se cultiva principalmente en países como China, India, Indonesia, Jamaica y Perú, encontrándose que este producto es muy importante para la industria de alimentos, debido a que cuando se emplea en preparaciones alimentarias conserva su

frescura y además se encarga de proporcionar un sabor característico altamente diferenciado.^{13, 23, 39}

Algunos autores indican que la curcumina, (1,7-bis (4-hidroxi-3-metoxifenil)-hepta-1,6-3,5-diona) es el principal colorante. A la vez que según Díaz Ortega es muy utilizado en tecnología de alimentos.^{2, 4, 40}

Por otro lado Escobar D.⁴¹ menciona que es importante resaltar que más que reemplazar un colorante artificial por otro de origen natural, la cúrcuma ofrece beneficios para la salud, porque actúan frente a los radicales libres de acuerdo a lo expresado por Kaul y Krishnakantha: “Se puede observar entonces la riqueza de la cúrcuma, que no solo se utiliza por su cualidad de colorante natural sino también por sus efectos antioxidantes, que es de gran importancia en el proceso de prevención del envejecimiento y daños en las membranas celulares de órganos como el hígado, el riñón, el bazo y el cerebro al ser consumido de manera oral, proceso compatible con lo propuesto en este trabajo de investigación.⁴¹

2.2.9.1. Biodisponibilidad

Cervantes M.⁴² refiere sobre que la biodisponibilidad de la curcumina que se absorbe entre el 40-65% en el tracto gastrointestinal a la vez nombra a Esatbeyoglu *et al.*, quien reporta que la curcumina se metaboliza a través de la bilis mediante el metabolismo entero hepático, mientras que aproximadamente el 35% es excretada sin cambios. También nombra a Holder *et al.*, que reporta que la curcumina es eliminada dentro de las primeras 24 horas después de su administración y que en un estudio realizado en ratones, después de una administración intra peritonealmente 0,1 g/kg de curcumina observó que 2,25 µg/g de curcumina aparece en plasma en los primeros 15 minutos.⁴²

Los niveles en suero alcanzan su máximo en 1 o 2 horas después de la ingesta oral y disminuyen gradualmente dentro de las siguientes 12 horas. Una hora después de la administración, los niveles de curcumina en el intestino, bazo, hígado y riñones fueron de 177, 26, 27 y 7,5 µg/g respectivamente.⁴²

En las condiciones del estómago (pH 1-2) y del intestino delgado (pH 6,5), la curcumina es estable, ya que a un pH entre 1 y 6, su degradación es extremadamente lenta. Su elevada lipofilia de los compuestos fenólicos permite una rápida absorción gastrointestinal por difusión pasiva. Tras su administración, es metabolizada y excretada principalmente por bilis, heces y orina.³¹

2.2.9.2. Obtención de la curcumina

Una de las mejores formas de obtener la curcumina, es a través de la obtención de la harina de cúrcuma (que contiene alto contenido de curcumina). En este proceso de obtención de la curcumina están inmersos procesos como: lavado, desinfectado, secado a través de aire seco bajo temperaturas de 70°C, Luego la molienda, el tamizado para obtener el tamaño de partícula adecuada, empaçado y almacenamiento.⁴¹

2.2.9.3. Efectos de la cúrcuma en la salud

Saiz de Cos⁴³, menciona a Taylor y Leonard que reportan que la cúrcuma tiene una función principal en la protección del tracto gastrointestinal con su metabolito principal la curcumina, a la vez hace referencia que: “inhibe la activación de varios factores de transcripción que juegan un papel clave en la inflamación de los intestinos, como son el factor nuclear Kappa-β (NF-k β) o las β-catequinas”. A la vez hace referencia que la cúrcuma ha “sido utilizada desde tiempos ancestrales frente a gastritis o acidez ya que ayuda a aumentar la secreción de una capa de moco digestivo (mucinas) y bicarbonato que protege las paredes del estómago. También estimula el flujo biliar hacia el intestino, lo cual mejora la digestión de las grasas de la dieta.”^{21, 44}

Diversos estudios reportan a la cúrcuma como poderoso antioxidante y muchas veces se le ha relacionado con la vitamina C, es usada en forma tradicional en países como china, india, a la vez lo utilizan también como cicatrizante, antiinflamatorio. Se relaciona que inhibe a la ciclooxigenasa-2 o también llamado COX-2. Por otro lado, estudios reportan que inhiben la expresión de interleukinas y el factor de necrosis tumoral-α.⁴⁵

Las investigaciones en torno a la cúrcuma relacionada con problemas gastrointestinales, se reporta que inhibe la activación de ciertos factores de transcripción; por citar; a las betas catequinas, donde ayuda a proteger la mucosa y las paredes del intestino, a la vez que mejora la disponibilidad de los alimentos ricos en grasas ya que estimula la producción del flujo biliar.⁴⁵

2.2.9.4. Relaciones estructura – actividad

La actividad que le confiere a la cúrcuma en aspectos antiinflamatorios está relacionada al curcuminoide “curcumina”, un diarilheptanoide. También se reporta la presencia de sesquiterpenos como α curcumeno, bisaboleno, que son moléculas con actividades muy potentes en la actividad antioxidante. La presencia de grupos funcionales como hidroxilos y el fenol lo hace responsables en la inhibición de la síntesis de prostaglandinas y leucotrienos.^{4,20,46} Algunos textos bibliográficos reportan la presencia de una estructura hidroxicarbonada dicetónico que hace que sea lipofílico, de modo que facilita su penetración por la vía dérmica. La presencia de los anillos fenólicos le confiere acción de inhibidor de amiloide de modo que interrumpe el agrupamiento proteico relacionado con la enfermedad del Alzheimer. Por otro lado la capacidad antioxidante está relacionada con la forma dicetónica 1 α , que es un potente donador de hidrógenos.²⁰

III. METODOLOGIA

3.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación fue de tipo cuasi experimental, descriptivo, transversal.

3.2. Población y Muestra

Extracto etanólico de rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma”.

3.3. Materiales, solventes y reactivos

3.3.1. Material químico

3.3.1.1. Solventes químicos

Etanol 96°, Agua destilada, Metanol, Benceno, Cloroformo, N-butanol, acetona, acetato de etilo

3.3.1.2. Reactivos

Rvo. Mayer, Rvo. Dragendorff, Rvo. Lieberman Burchard, Rvo. Shinoda, Rvo. Borntranger, Rvo. Tricloruro de hierro 5%

3.4. Método: técnica operatoria

3.4.1. Obtención del extracto

3.4.1.1. Recolección de la muestra

Se obtuvieron 2000 g de rizomas de cúrcuma procedente del distrito de Kimbiri, provincia de La Convención, Región Cusco. Luego se procedió a la selección de los rizomas de cúrcuma teniendo en cuenta su estado de

conservación y, excluyendo aquellos rizomas con daños superficiales (golpes, cortes o exceso de humedad), y que estuvieron en estado de descomposición.

De acuerdo al informe del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) ⁴⁷ el distrito de Kimbiri se encuentra ubicado en la margen derecha del valle formado por el Río Apurímac, entre los distritos de Pichari y Vilcabamba en la provincia de La Convención, departamento de Cusco. Su territorio se encuentra comprendido entre los paralelos 11°64' y 13°22' de Latitud Sur y 73° 11' y 75°35' de Longitud Oeste. Comprende la zona de Selva Alta (Ceja de Selva), abarcando varios pisos ecológicos. Su capital es el pueblo de Kimbiri. Su extensión territorial es de 1,134.69 Km². Se encuentra ubicado a una altitud de 540 m.s.n.m. hasta los 3000 m.s.n.m

La cúrcuma recolectada fue llevada al Herbario del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para su posterior identificación. (Ver anexo 1)



Figura 5. Ubicación del distrito de Kimbiri. Provincia de La Convención-Cusco. ⁴⁷

3.4.1.2. Preparación del extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma”

Se pesaron 300 g de rizomas de cúrcuma. Se procedió al lavado de rizoma de cúrcuma con agua de caño y luego con agua destilada, se procedió a la reducción de tamaño de partícula, utilizando una licuadora hasta obtener el tamaño de partícula adecuado, se dejó macerar en un frasco protegido de la luz con solución etanólica 96° (3 Lt) durante siete días, se filtró al vacío; para luego llevar a la estufa a 40 - 50 °C por 6 días hasta obtener el extracto seco.



Leyenda: 1. Pesado de los rizomas de *Curcuma longa* L., 2. Preparación de macerado de rizomas de *Curcuma longa* L., 3. Filtrado al vacío del macerado de los rizomas de *Curcuma longa* L.

Figura 6. Preparación del extracto etanólico seco (10% p/v) de los rizomas de *Curcuma longa* L.

3.4.2. Ensayos preliminares

3.4.2.1. Prueba de solubilidad

En una batería de tubos de ensayo se colocaron 20 mg de extracto etanólico seco de los rizomas de cúrcuma (*Curcuma longa L.*), se adicionó 1 ml de solvente de diferente polaridad (agua destilada, metanol, etanol 96°, n-butanol, acetato de etilo, acetona, diclorometano, benceno, éter dietílico, éter de petróleo) a cada tubo de ensayo.⁴⁸

Se observa y anota los resultados.

3.4.2.2. Perfil fitoquímico cualitativo del extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa L.*

Se realizaron las pruebas para determinar los tipos de fitoconstituyentes presentes. Se utilizaron 5 mg de extracto etanólico seco de los rizomas de cúrcuma, se disolvió con el solvente más soluble y se añadieron 1 mL de diversos reactivos: Liebermann-Burchard (para esteroides), Bornträger (para quinonas), Shinoda (para flavanoides), Tricloruro férrico 10% (para fenoles), Dragendorff, Mayer (para alcaloides), NaOH 5% (para cumarinas). Se empleó el método de Olga Lock Ugaz.

Se observa y anota los resultados.

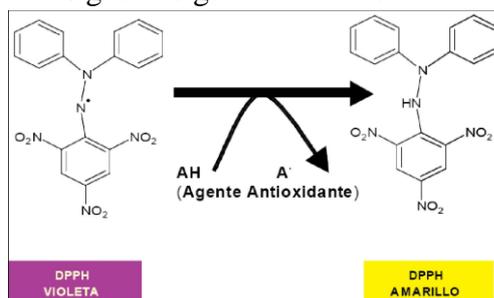
3.4.2.3. Ensayo Antioxidante por el método DPPH

Fundamento de espectrofotometría

La espectrofotometría es una técnica que mide la interacción de moléculas con la radiación electromagnética, ayudando a determinar la concentración de compuestos diferentes.²

El fundamento del método descrito por Brand - Williams et al, consiste en que el radical libre y estable 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH*) tiene un electrón desapareado y es de color azul-violeta, decolorándose hacia amarillo pálido por reacción con una sustancia capturadora de radicales libres; la absorbancia es medida espectrofotométricamente a 519 nm. La diferencia de

absorbancias, permite obtener el porcentaje de captación de radicales libres. La reducción del DPPH sigue la siguiente reacción.³⁰



Preparación del reactivo DPPH (2,2 difenil-1-picrilhidrazilo) 5%

Se pesaron 1.5 de 2,2- difenil -1- picrilhidrazilo (DPPH*) y se disolvieron en metanol 0.5 ml grado analítico. Luego se aforó a 100 ml y se almacenó a 4°C protegiéndolo de la luz.

Preparación del patrón (Vitamina C)

Se utilizó como patrón ácido ascórbico. Se prepararon soluciones de diferentes concentraciones de: 5, 10 y 20% para luego ser aforado a 100 mL usando como solvente etanol y se almacenaron a 4 °C protegiéndolo de la luz.

Determinación del porcentaje de captura del radical DPPH*

Cálculo del porcentaje de inhibición del 2,2-difenil-1- picrylhidrazil (DPPH+).

Para el cálculo de la capacidad antioxidante:

$$\% \text{ de Inhibición} = \frac{\text{Abs DPPH} - \text{Abs MP}}{\text{Abs DPPH}} \times 100$$

La mezcla se deja en reposo por 30 minutos, y se llevó al espectrofotómetro UV Visible (Genesis 5) y leídos a 517 nm.

Cada absorbancia fue leída a intervalos de 60 segundos durante 5 minutos y se analizaron por quintuplicado.



Figura 7. Lectura de absorbancia de las muestras a 517 nm

3.5. Procesamiento de datos

Se realizó el procesamiento de datos como se indica:

- a. Se tabuló los datos obtenidos utilizando el programa de Microsoft Excel 2016 para obtener un registro de las muestras y sus respectivas absorbancias.
- b. Se utilizó el programa estadístico SPSS versión 24 para el procesamiento de los datos estadísticos que determinen el porcentaje, media, mediana, varianza, moda, desviación estándar etc. de cada muestra.
- c. Se hizo uso del programa de Microsoft Word 2016 para la redacción de los resultados y discusión de resultados de la tesis.

IV. RESULTADOS

4.1. Prueba de solubilidad del extracto etanólico de rizomas de *Curcuma longa* L.

Tabla 1. Resultados de la prueba de solubilidad del extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L.

SOLVENTE	SOLUBILIDAD
Agua	-
Metanol	+
Etanol 96°	+
n. butanol	+
Acetato de etilo	+
Acetona	+
Diclorometano	+
Benceno	-
Éter dietílico	+
Éter de petróleo	+

Leyenda: (-) insoluble, (+) Soluble

En la tabla 1, se puede observar que la cúrcuma es soluble en etanol al 96° y acetato de etilo. Se seleccionó como medio de dilución etanol 96°C.

4.2. Perfil cualitativo fitoquímico del extracto etanólico de rizomas de *Curcuma longa* L.

Tabla 2. Metabolitos secundarios presentes en el extracto etanólico de rizomas de *Curcuma longa* L.

N°	REACTIVOS	RESULTADOS	METABOLITOS SECUNDARIOS
1	Liebermann-Burchard	-	Triterpenos y/o esteroides
2	Bornträger	+	Quinonas
3	Shinoda	+	Flavonoides
4	Tricloruro férrico 10%	+	Compuestos fenólicos, taninos
5	Dragendorff	-	Alcaloides
6	Mayer	-	Alcaloides
7	NaOH 5%	+	Cumarinas

Leyenda: (+) positivo (-) negativo

En la tabla 2, se puede observar que los resultados muestran la presencia de quinonas, flavonoides, compuestos fenólicos, taninos y cumarinas, en el extracto etanólico de rizomas de *Curcuma longa* L.

4.3. Evaluación de la capacidad antioxidante

Tabla 3. Estadísticas descriptivas Absorbancia por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

TRATAMIENTO	N	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO	MÁXIMO
Ext. EtOH 5%	7	0,058	0,004	0,051	0,062
Ext. EtOH 10%	7	0,058	0,013	0,039	0,075
Ext. EtOH 20%	6	0,053	0,009	0,040	0,068
Vitamina C 5%	5	0,053	0,005	0,048	0,059
Vitamina C 10%	5	0,063	0,004	0,059	0,068
Vitamina C 20%	5	0,106	0,015	0,089	0,125
Total	35	0,064	0,020	0,039	0,125

La tabla 3 nos muestra que la absorbancia promedio observada en el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” al 20% de concentración por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) fue de 0,053, mientras que para las concentraciones al 5 y 10% dicho valor fue de 0,058.

Los resultados se visualizan en la figura 8.

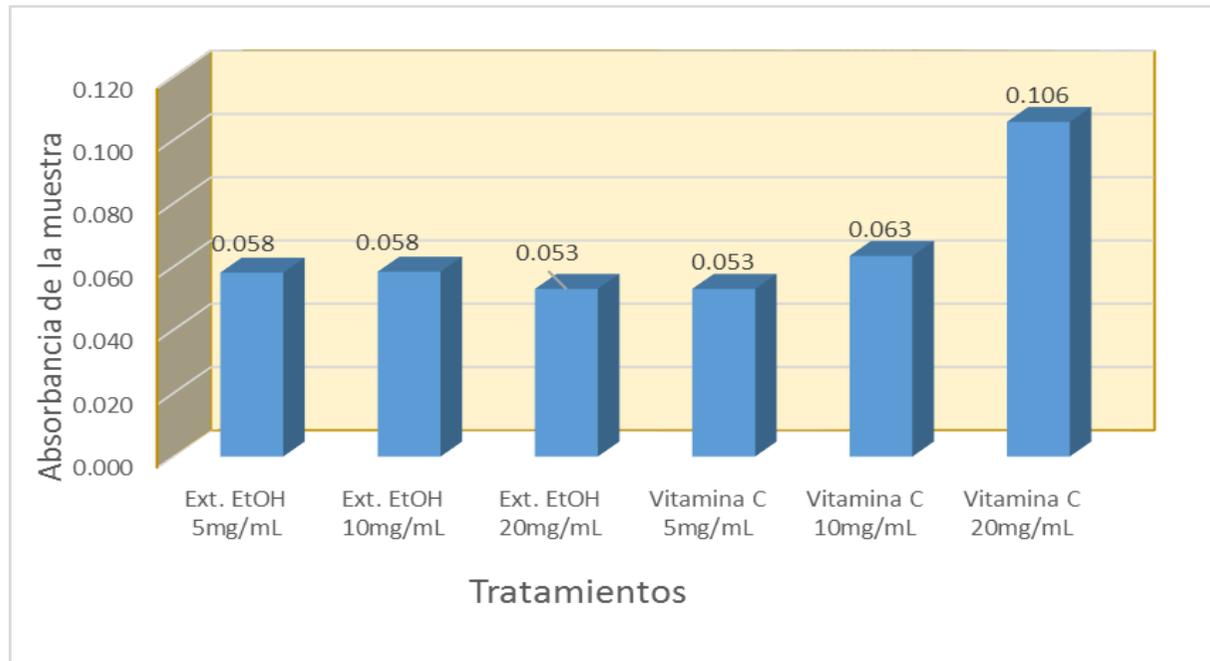


Figura 8. Distribución de la absorbancia por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

En la figura 8 se observa. la absorbancia promedio observada en el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” al 20% de concentración por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) fue de 0,053, mientras que para las concentraciones al 5 y 10% dicho valor fue de 0,058.

Tabla 4. Estadísticas descriptivas del porcentaje de inhibición por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

Tratamientos	N	Media %	Desviación estándar	Mínimo %	Máximo %
Ext. EtOH 5%	7	81,55	2,00	77,91	84,36
Ext. EtOH 10%	7	82,08	4,10	76,99	88,04
Ext. EtOH 20%	6	83,74	2,85	79,14	87,73
Vitamina C 5%	5	96,26	1,00	94,79	97,24
Vitamina C 10%	5	93,31	1,00	92,03	94,79
Vitamina C 20%	5	84,11	6,06	75,46	90,80
Total	35	86,18	6,43	75,46	97,24

E la tabla 4 se presenta los porcentajes promedios de inhibición observadas en el laboratorio, en cuanto a los extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” el valor más alto se observó en la muestra al 20% con una inhibición media del 83,74% seguido de la muestra al 10% de concentración con una inhibición del 82,08%.

Además, se observa la desviación estándar, la cual presenta valores diferentes para cada tratamiento, siendo el grupo más homogéneo el de la vitamina C al 5 y 10 % (Desviación estándar = 1,00), en contrapartida el grupo más heterogéneo fue también de la vitamina C pero al 20% (Desviación estándar = 6,06), en la figura 9 se puede observar los resultados.

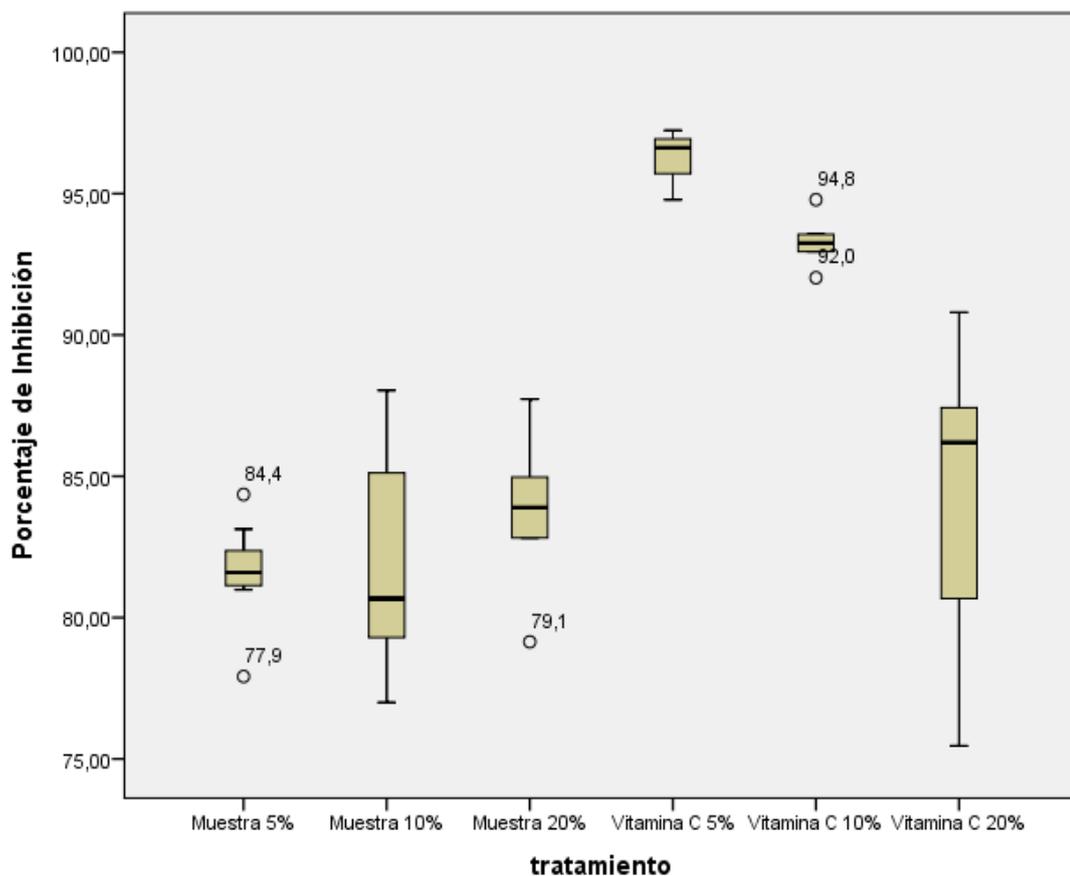


Figura 9. Distribución del porcentaje de inhibición por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

En la figura 9, se observa que la desviación estándar presenta valores diferentes para cada tratamiento, siendo el grupo más homogéneo el de la vitamina C al 5 y 10 % (Desviación estándar = 1,00), en contrapartida el grupo más heterogéneo fue también de la vitamina C pero al 20% (Desviación estándar = 6,06).

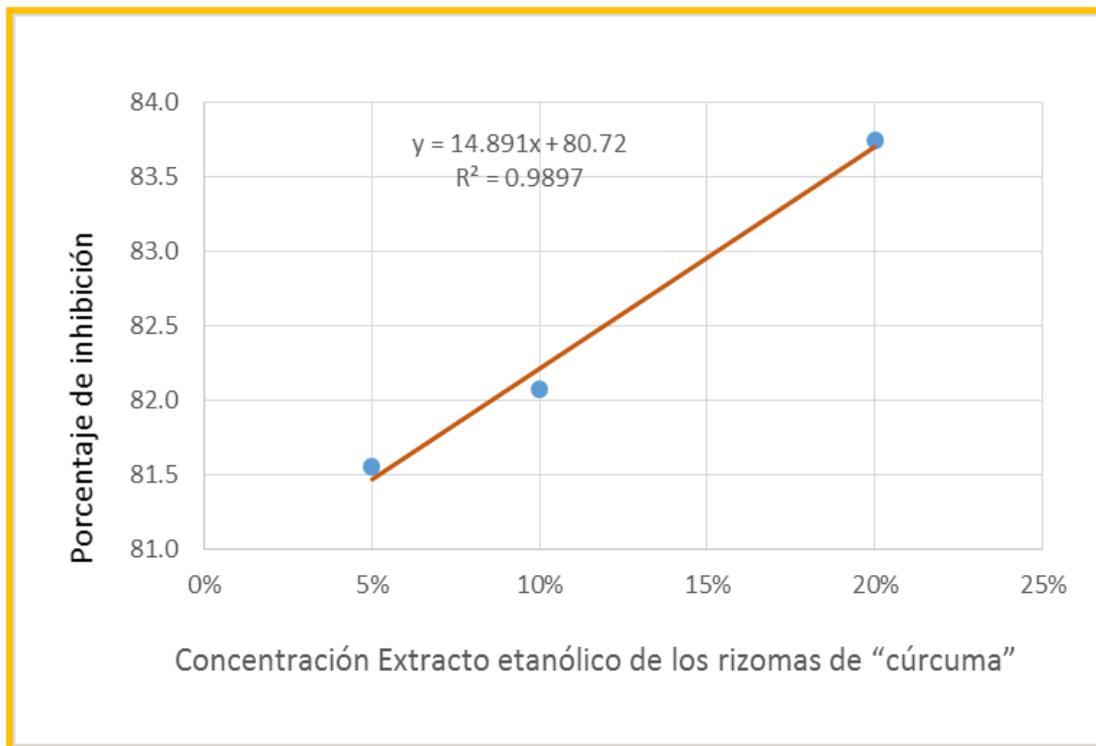


Figura 10. Regresión Lineal entre la concentración de los extractos etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. "cúrcuma" y el porcentaje de Inhibición (Actividad antioxidante)

La figura 10, muestra una clara relación Lineal entre concentraciones superiores al 5% y el porcentaje de Inhibición, el 83,7% de la variabilidad en la Actividad antioxidante es debido a la concentración de los extractos etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. "cúrcuma".

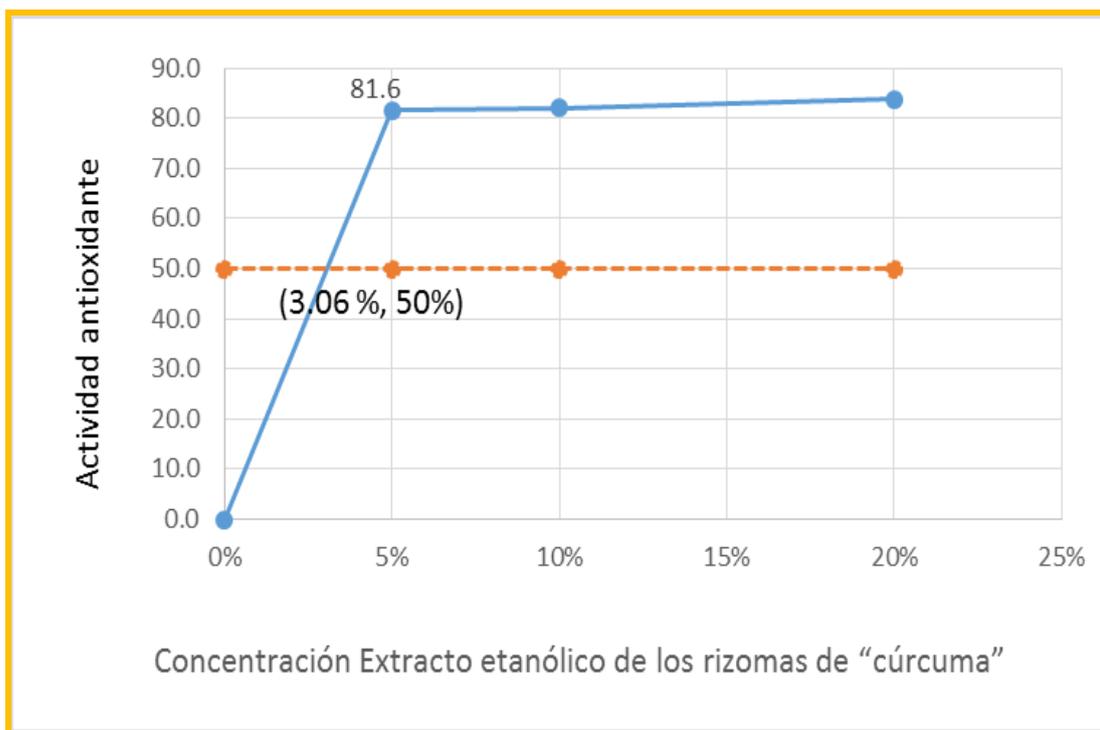


Figura 11. Obtención de la Concentración Inhibitoria Máxima (IC50) de los extractos etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma”

La figura 11 muestra la estimación del IC50, El DPPH reportó un IC50 de 3,06 mg/mL para el extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* “cúrcuma”.

Tabla 5. Prueba de Kruskal Wallis

	Porcentaje de Inhibición
Chi-cuadrado	22,450
gl	5
Sig. asintótica	0.000

La tabla 5, indica que existieron diferencias significativas en las distribuciones de la Inhibición de los diversos tratamientos (p valor = 0,05)

Tabla 6. Comparaciones múltiples: Games-Howell

(I) tratamiento		Diferencia de medias (I-J)	Sig.
Vitamina C 5%	Muestra 5%	14,71*	0,000
	Muestra 10%	14,18*	0,000
	Muestra 20%	12,52*	0,000
Vitamina C 10%	Muestra 5%	11,76*	0,000
	Muestra 10%	11,24*	0,002
	Muestra 20%	9,57*	0,002
Vitamina C 20%	Muestra 5%	2,56	0,927
	Muestra 10%	2,03	0,982
	Muestra 20%	0,37	1,000
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.			

En la tabla 6 podemos observar que los extractos etanólico de los rizomas de “cúrcuma” presentan efectos o actividad antioxidante diferente (inferior) a la producida por la Vitamina C al 5 y 10% (p valor = 0,05).

Sin embargo, la prueba de comparaciones múltiples no detecta diferencias significativas entre la actividad antioxidante de los extractos etanólico de los rizomas de “cúrcuma” con el de la Vitamina C al 20%.

V. DISCUSIÓN

Es ampliamente conocido que el consumo de verduras y frutas está asociado a una menor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles y envejecimiento. Es así que en busca de nuevas fuentes naturales con propiedades antioxidantes se ha realizado el presente trabajo de investigación cuyo objetivo es evaluar la capacidad antioxidante in vitro de los extractos etanólicos de los rizomas de Cúrcuma (*Curcuma longa* L.).

Cuando se utilizó el etanol como solvente para extraer los metabolitos secundarios de los rizomas de cúrcuma se tuvo en consideración a Alvis A.⁴⁹ donde refiere que el rango de extracción de compuestos fenólicos aumenta a medida que aumenta la concentración etanólica y que no existe diferencia entre el uso de etanol al 75° y 96°, es decir que la masa de compuestos fenólicos extraída a estas concentraciones era la misma por ello utilizamos como solvente al etanol al 96° considerando que nuestro trabajo de investigación corresponde a la actividad antioxidante. De acuerdo a Alvis⁴⁹, señala que los compuestos fenólicos al estar conformados por un elevado número de carbonos tiene mayor polaridad al etanol. Por otro lado en un reporte realizado por Saiz de Coz P.⁴³ comenta que el uso de los rizomas de cúrcuma pueden ser utilizados a partir de tinturas disueltas en etanol al 96°, como antiinflamatorio y en uso tópico como cicatrizante y esta actividad refiere a la curcumina, compuesto fenólico del metabolismo secundario que posee esta planta. En otro trabajo de investigación realizado por Popuri⁵⁰ reporta que el etanol al 96° tiene alto poder de extracción de curcumina a diferencia de otros solventes a excepción de acetona que tiene mayor capacidad de extracción.

Para lo cuál en primera instancia se determinó los metabolitos secundarios presentes en el rizoma de cúrcuma, mediante la “Prueba de la gota” de Olga Lock de Ugaz, donde se ha identificado en el extracto etanólico presencia de compuestos fenólicos del tipo flavonoides. En un trabajo de investigación realizado por García L.⁵¹ pone de manifiesto la identificación mediante cromatografía en capa fina, curcuminoides y sus metabolitos demetoxicurcumina y bisdemetoxicurcumina con valores de factor de retención (RF) de 0,3, 0,15 y 0,05 respectivamente. El objetivo de

nuestro trabajo no fue la determinación cualitativa y cuantitativa de los compuestos fenólicos sin embargo de acuerdo a los resultados de Alvis⁴⁹, señala el alto contenido de compuestos fenólicos, especialmente curcumina.

No se evidenció la presencia de alcaloides. A diferencia del estudio realizado por Freire-González y Vistel-Vigo⁵² reportan en el perfil fitoquímico realizado al extracto etanólico que reportan alcaloides y esto es diferente a la marcha fitoquímica realizada en nuestra muestra de cúrcuma, pero si existe comparación de presencia de taninos y flavonoides.

Entre las propiedades que se le atribuyen a los flavonoides, la de mayor interés ha sido la actividad antioxidante así lo menciona Gonzales⁴. De todo ello podemos indicar el beneficio que representa consumir alimentos con actividad antioxidante como la cúrcuma, la misma que fue determinada en nuestra investigación, por lo que podemos indicar que esta actividad se encuentra presente en la cúrcuma. Determinamos la actividad anti oxidante comparándola con la vitamina C, obteniendo actividad muy parecida.

La actividad antioxidante de los rizomas de cúrcuma se debe a la presencia de flavonoides presentes en su composición química. Existen referencias bibliográficas que indican la presencia de estos metabolitos asociados a la actividad antioxidante en una variedad de frutos y otras especies donde Herrera O.²⁸ menciona a Céspedes *et al.*, 2000; Lonkar, *et al.*, 2011; Tan *et al.*, 2013 refieren que las estructuras que poseen grupos hidroxilos en las posiciones 3 y 4 del anillo B y grupos OH en C-3 y la insaturación del anillo C, permiten estructuras mesoméricas estables con capacidad eficiente de captura de radicales libres, requisito para una máxima capacidad antioxidante.

La lectura realizada de las muestras del extracto etanólico de los rizomas de cúrcuma fueron a 517 nm del mismo Canelo¹⁰ reporta que la lectura de las muestras de cúrcuma fue en 515 nm y que coinciden con el rango en que fueron analizadas nuestras muestras, también reporta altos índice de inhibición de la capacidad antioxidante con 75% de los extractos utilizados comparados con la vitamina C, utilizándolo como patrón de referencia. Similar estudio realizó Correa D.²² donde reporta realizar las lecturas a 517 nm y a la vez lo realizó por cuadruplicado. Por otro lado, un reporte de

investigación realizado por Kulkarni S.⁴⁸ indica que el extracto seco fue analizado por espectrofotómetro UV-Visible a 420 nm hallándose metabolitos curcuminoides.

En el trabajo de investigación reportado por Correa D.²² indica que el promedio de inhibición de la capacidad antioxidante de los extractos etanólicos del rizoma de polvo de cúrcuma es de 54,51% que es el porcentaje de captación de radicales libres de DPPH comparando con nuestra muestra de cúrcuma que fue de 81,55%, 82,08% y 83,74% en unas concentraciones al 5%,10%,20% respectivamente aproximadamente lo que explica su alto poder antioxidante.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó los Fito constituyentes para el extracto etanólico del rizoma de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” los cuales fueron: Flavonoides, compuestos fenólicos y quinonas.

Se evaluó la actividad antioxidante del extracto etanólico del rizoma de *Curcuma longa* L. “cúrcuma” por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) presento un porcentaje de inhibición de 81,55%, 82,08% y 83,74% a un concentración de 5%, 10% y 20% respectivamente.

El extracto etanólico de los rizomas de *Curcuma longa* L. “cúrcuma”, presenta elevada capacidad antioxidante comparada con el estándar de Vitamina C.

VII. RECOMENDACIONES

1. Desarrollar una investigación más amplia con los rizomas de *Curcuma longa* L.
2. Continuar con los estudios fitoquímicos y realizar estudios farmacológicos de los rizomas de *Curcuma longa* L. para otorgarle sustento científico a las propiedades medicinales que se le atribuyen.
3. Estudiar otras formas de determinación de la capacidad antioxidante para analizar más a fondo el comportamiento de las plantas estudiadas por los diferentes métodos.
4. Desarrollar estudios farmacológicos y toxicológicos que validen su uso en base a su probada inocuidad y su importante actividad farmacológica en el tratamiento de enfermedades como: cáncer de piel, hepatitis, artritis reumatoidea e infecciones de diferente índole.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez-Valle V, Méndez-Sánchez N. M. Estrés oxidativo, antioxidantes y enfermedad. Med Sur. [Internet]. 2013 [acceso 31 marzo 2018]; 20(3):161-168. Disponible en:
<http://www.medigraphic.com/cgi-n/new/resumenI.cgi?IDARTICULO=79284>
2. Reyes A. Evaluación de la capacidad antioxidante utilizando DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) de rizomas de *Curcuma longa* L. Cultivada por la comunidad Shuar en la provincia de Pastaza Ecuador. [Tesis para optar el título de Ingeniero en Biotecnología]. Sangolqui: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2014; [acceso 01 de marzo 2018]. Disponible en:
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/9466/1/T-ESPE-48237.pdf>
3. Chisi Ch, Flores C. Efecto antiinflamatorio de las combinaciones sinérgicas de la cúrcuma (*Curcuma longa*) extracto, pimienta (*Piper nigrum*), yema de huevo; en la inflamación aguda sub plantar en ratas. [tesis para optar Para obtener el Título Profesional de Licenciatura en Nutrición Humana]. Arequipa – Perú: Universidad Nacional San Agustín De Arequipa, 2017; [acceso 02 marzo 2018] Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4349/Nuchchkkr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
4. González A, Sanz D, Claramunt R, Lavandera J, Alkorta I, Elguero J. Curcumin and curcuminoids: chemistry, structural studies and biological properties. An Real Acad Farm. [Internet]. 2015;[acceso 03 marzo 2018];81(4):278-310. Disponible en:
<https://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/viewFile/1665/1706>
5. Armas L, Echarry OA, Valdés H. Cúrcuma. Usos terapéuticos en la enfermedad periodontal inflamatoria. Archivos del Hospital Universitario “General Calixto García”. [Internet]. 2018;[acceso 24 Nov 2018];6(1): [aprox. 10 p] Disponible en:
<http://www.revcalixto.sld.cu/index.php/ahcg/article/view/243>
6. Méndez A, Angulo A, Contreras O. Actividad antibacteriana in vitro de *Curcuma longa* (Zingiberaceae) frente a bacterias nosocomiales en Montería, Colombia. Rev. Biol. Trop. [Internet]. 2016; [acceso 26 marzo 2018]; 64 (3): 1201-1208. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v64n3/0034-7744-rbt-64-0>

7. González J, Sanz D, Claramunt R, Lavandera J, Alkorta I, Elguero J. Curcumin and curcuminoids: Chemistry, structural studies and biological properties. *An Real Acad Farm.* [Internet]. 2015; [acceso 27 marzo 2018]; 81(4):278-310. Disponible en: <https://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/view>
8. Anuradha B.R, Bai D, Sailaja S, Sudhakar J, Priyanka M, Deepika V. Evaluation of Anti-Inflammatory Effects of Curcumin Gel as an Adjunct to Scaling and Root Planing: A Clinical Study. *Journal of International Oral Health.* [Internet]. 2015; [acceso 08 marzo 2018];7(7):90-93. Disponible en: <https://m.eurekamag.com/research/057/807/05780>
9. Rodas T. Propiedades terapéuticas de la *Curcuma longa* relacionadas con la prevención y tratamiento de enfermedades crónicas. In *Crescendo. Ciencias de la Salud.* [internet]. 2016; [acceso 01 de marzo 2018];3(2): 171-177 Disponible en:<http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendosalud/article/viewFile/1430/1168>
10. Canelo S, Mendoza G, Villacrés V, Aranda V, Gonzales A. Análisis Fitoquímico, actividad antioxidante y hepatoprotectora del extracto acuoso liofilizado de *Curcuma longa* en lesiones hepáticas inducidas con tetraclorometano en ratas albinas. *Rev. Perú med integr* [internet]. 2017; [acceso 01 de marzo 2018]; 2(3);765-72. Disponible en: <http://rpmj.pe/ojs/index.php/RPMI/article/viewFile/60/56>
11. Chávez A. Evaluación de la actividad antioxidante in vitro de la *Curcuma longa* silvestre peruana. [tesis para optar el título Profesional de Licenciado en Nutrición]. Trujillo – Perú, Universidad César Vallejo, 2017; [acceso 31 marzo 2018] Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11388/chavez_aa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. Shakeri F, Soukhtanloo M, Hossein M. The effect of hydro-ethanolic extract of *Curcuma longa* rhizome and curcumin on total and differential WBC and serum oxidant, antioxidant biomarkers in rat model of asthma. *Iran J Basic Med Sci.* [internet].2017; [acceso 02 de marzo 2018];20(2). Disponible en: http://ijbms.mums.ac.ir/article_8241_11bd1c7611720d7389bfa457776e5aac.pdf

13. Nakhostin R, Moradlou A, Bolboli L. Influence of Curcumin Supplementation on Exercise-Induced Oxidative Stress. *Asian J Sports Med.* [internet].2017;[acceso 02 marzo 2018];8(1):357-76. Disponible en: Downloads/asjasm-8-1-35776.pdf
14. Plants of the World online [internet]. Royal Botanical Garden KEW: Kew Science.Hashim [acceso 10 marzo 2018]; Disponible en: <http://powo.science.kew.org/>
15. Vega M. Evaluación de la eficacia del aceite esencial de *Curcuma longa* L. como conservante de una formulación cosmética orgánica. [tesis para optar el título de Magister en Ciencias y Tecnologías Cosméticas]; Quito: Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2015; [acceso 03 marzo 2018]; Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8006el>
16. Ortega C, Usca P. Evaluación in Vitro de la actividad inhibitoria de aceites esenciales y sus mezcla (*Curcuma longa*, *Cymbopogon citratus*, *Ocotea quixos*, *Melaleuca armillaris* *Zingiber officinale*) en *Aeromona hydrophila*, *Aeromona salmonicida* y *Pseudomona fluorescens*. [trabajo de titulación previo a la obtención del título de: Ingeniería e ingeniero en biotecnología de los recursos naturales]. Universidad Politécnica Salesiana; 2018; [acceso octubre 2018]; Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15790>
17. Freire R, Vistel M. Caracterización fitoquímica de la *Curcuma longa* L. *Rev. Cubana Quím.* [internet]. 2015;27(1). [acceso 04 marzo 2018]; ISSN 0258-5995. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/4435/443543740002.pdf>
18. Binns S. Combining curcumin and alpha lipoic acid to treat cardiometabolic síndrome. [Para el Grado de Maestría en Ciencias]. Fort Collins, Colorado: Universidad Estatal de Colorado, 2015; [acceso 05 marzo 2018] Disponible en: https://dspace.library.colostate.edu/bitstream/handle/10217/167123/Binns_colostate_0053N_13093.pdf?sequence=1
19. Bussman R, Sharon D. Plantas medicinales de los Andes y la Amazonía. La flora mágica y medicinal del Norte del Perú. 1ª ed. Trujillo: entro William L.Brown – Jardín Botánico de Missouri; 2015.

20. Espinoza A, La Fuente K. Efecto Antimicrobiano, In Vitro del Extracto de *Curcuma Longa* L. (palillo) sobre Cepas de *Staphylococcus Aureus*, *Escherichia Coli* y *Candida Albicans*. [tesis para optar el título Profesional de Químico Farmacéutico]. Arequipa – Perú: Universidad Católica de Santa María, 2017. [06 marzo 2018]; Disponible en:
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCSM_c8e65508d29dceaf6de3e791023d9b05
21. Inbaraj B, Chen B.H. Determination of oral bioavailability of curcuminoid dispersions and nanoemulsions prepared from *Curcuma longa* Linnaeus. SCI. [internet]. 2017; [acceso 05 marzo 2018];98(1):51-63. Disponible en:
<https://doi.org/10.1002/jsfa.8437>
22. Correa D. Evaluación de la capacidad antioxidante de extractos acuosos de *Curcuma longa* (linn), aplicados en la elaboración de salsa de tomate, [tesis para optar el título de Ingeniera en Alimentos] Machala: Universidad Técnica de Machala, 2015; [acceso 06 marzo 2018]; Disponible en:
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2869/>
23. Zhu J. Curcumin and its oxidative degradation products: their comparative effects on inflammation. [tesis para optar el Master de Ciencias de la Alimentacion]. Universidad de Massachusetts Amherst, 2016. [acceso 19 marzo 2018]; Disponible en: <https://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?ar>
24. Abanto S, Tocas M. Efecto antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de los granos verdad y tostados de *Coffea arabica* L. “café”. [tesis para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico]. Cajarma-Perú: Universidad Privada Antonio Gurillerno Urrelo, 2018. [acceso octubre 2018]; Disponible en:
<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/744>
25. Huaranga A. Evaluación de betaninas y actividad antioxidante en pulpa concentrada de tuna (*Opuntia ficus indica*) ecotipo morado. [tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Huancayo – Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2014. [acceso 09 marzo 2018]; Disponible en:
<http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP>
26. Latorre M. Polifenoles de la uva. [trabajo de Fin de Grado]. Madrid: Universidad Complutense, 2016. [acceso 10 marzo 2018]; Disponible en:
<http://147.96.70.122/Web/TFG/T>

27. Rojas N. Evaluación de fenólicos totales y capacidad antioxidante en la pulpa concentrada de zarzamora (*Rubus sp*), en dos estadios de madurez. [tesis para optar el Grado de Magister en Tecnología y Gestión de Calidad de los Alimentos]. Huancayo – Perú: Universidad Nacional del Centro Del Perú, 2012. [acceso 11 marzo 2018]; Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bArango>
28. Pantoja D, Santacruz L, Hurtado A. Actividad antioxidante del aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides h.b.k*) del Alto Patia. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial 2012. [acceso 11 marzo 2018]; Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsa>
29. Herrera O. Efecto antioxidante y antitumoral in vitro del extracto etanólico de la raíz de *Waltheria ovata* cav. "lucraco" en línea celular de cáncer de próstata. [tesis para optar el Grado Académico de Magister en Farmacología con Mención en Farmacología Experimental]. Lima – Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014; [acceso 11 marzo 2018] DU-145. Disponible en: <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/3757>
30. Beltrán M. Evaluación de la actividad antioxidante en tres estadios de madurez del sauco (*Sambucus peruviana l.*) de nor Yauyos-lima. [tesis para optar el título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias]. Huancayo – Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2010; [acceso 08 marzo 2018] Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/2642>
31. Moro C. Obtención de extractos metanólicos ricos en compuestos fenólicos a partir de hongos comestibles. valoración, in vitro, de la actividad antioxidante y antiinflamatoria de los extractos, [tesis Doctoral]. Valladolid: Universidad de Valladolid, 2015.[acceso 11 marzo 2018]; Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/16686/1/Tesis9>
32. Mora V. Elaboración de Crema Cosmética Anti-edad a Base de Cúrcuma Longa y sus Características Físico- Químico y análisis Sensorial. [tesis de Grado para optar por el título de Ingeniero químico]. Guayaquil – Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2015. [acceso 12 marzo 2018]; Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8362/1/MO>
33. Martínez C. Identificación de flavonoides con actividad antioxidante presentes en *Alchornea coelophylla*. [Trabajo de Grado para optar el título de Químico Industrial]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira,2014; [acceso 12 marzo 2018]; Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11>

34. Pérez J. Metodología para la evaluación de ingredientes funcionales antioxidantes. efecto de fibra antioxidante de uva en status antioxidante y parámetros de riesgo cardiovascular en humanos. [tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, [acceso 13 marzo 2018] Disponible en: <https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/16>
35. Barankevicz G. Poder antioxidante de la cúrcuma (*Curcuma longa* L.) en los parámetros neuroquímicos en ratas inducidas a la depresión [disertación]. De la Universidad de São Paulo, Escuela Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2015 [Acceso 14 marzo 2018] Disponible en: doi: 10.11606 / D.11.2015.tde-12032015 hasta 152.200.
36. García EM, Fernández I, López A. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. Universidad Politécnica de València. 2015. [acceso 29 marzo 2018]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10251/52056>.
37. Tovar Del Rio J. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregión cafetera. [trabajo de Grado para optar el título de Químico Industrial]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2013; [acceso 16 marzo 2018];53. Doi: 10. 1017/CBO9781107415324.004 Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11>
38. Moya E. Actividad antiviral de cúrcuma y extractos de plantas del género *Cistus*. Efecto sobre el virus de la septicemia hemorrágica de salmón. [Grado en biotecnología]. Universidad Miguel Hernández de Elche (2015 – 2016) [acceso 17 marzo 2018] Disponible en: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3519/1/Moya%20>
39. Coronel A. Efecto de las condiciones de secado por aspersión en la obtención de un colorante natural a partir de extractos líquidos de cúrcuma (*Curcuma longa* L) [Posgrado en Ciencias y Tecnología de Alimentos] Medellín – Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2015 [acceso 18 marzo 2018] Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/48722/1/1086549677.2015.pdf>
40. Prado F. Evaluación del palillo (*Curcuma longa*) sobre la respuesta productiva, estabilidad oxidativa de yema y calidad de huevo de codornices japonesas. [tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista] Lima – Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016 [acceso 19 marzo 2018] Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2603>

41. Escobar D, García E, Velásquez G. *Curcuma longa* como especia colorante para sustituir la tartrazina en productos de la Industria Alimenticia en el Municipio de Envigado Antioquia. [tesis para optar el título de Especialista en Gerencia de Proyectos]. Medellín: Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2016. [acceso 20 marzo 2018] Disponible en:
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/5684>
42. Cervantes M. Evaluación etnofarmacológica de la curcumina (*Curcuma longa*) en ovinos estabulados infectados con *Eimeria spp.* [tesis para optar el Grado de Doctora en Ciencias de la Producción y de la Salud Animal]. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016. [acceso 07 marzo 2018] Disponible en: <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/6>
43. Saiz de Cos P. Cúrcuma I (*Curcuma longa* L.). Reduca (Biología). Serie Botánica. [internet]. 2014; [acceso 20 marzo 2018];7 (2): 84-99.. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/27836/1/CÚRCUMA%20%20Pa>
44. Toledo de Oliveira T, Nagem T, Rocha da Costa M, Marciano da Costa L, Magalhães N, Stringheta P, *et al.* Propiedades biológicas de los tintes naturales. Artículo de Revisión Ars Pharm. [internet]. 2004; [acceso 20 marzo 2018];45(1):5-20. Disponible en:
<http://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5104>
45. He Y, Yue Y, Zheng X, Zhang K, Chen S, Du Z. Curcumin, Inflammation, and Chronic Diseases: ¿How Are They Linked? Molecules. OPEN ACCESS ISSN 1420-3 2015. [acceso 21 marzo 2018]; Disponible en:
<file:///Downloads/molecules-20-09183.pdf>
46. Chin KY. The spice for joint inflammation: anti-inflammatory role of curcumin in treating osteoarthritis. Drug Des Devel Ther. [internet]. 2016; [acceso 22 marzo 2018]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27703331>
47. Ministerio de Economía y Finanzas. Instalación de puente y accesos en la carretera Kimbiri-Irapitari del distrito de Kimbiri-La Convención-[base de datos en línea]. [internet]. [acceso 30 de junio 2018]; Disponible en:
http://ofi5.mef.gob.pe/appFs/Download.aspx?f=10069_OPIMDQUIMBIR_2012_921_192228.pdf
48. Kulkarni S, Maske K, Mahajan R. Extraction and purification of curcuminoids from Turmeric (*Curcuma longa* L.). International Journal of Pharmacology and

- Pharmaceutical Technology Dept. Pune. India [internet].2017; [acceso 29 marzo 2018] ; (12):2277-3436. Disponible en:
http://interscience.in/IJPPT_Vol1Iss2/81-84.pdf
49. Alvis A, Arrazola G, Martínez W. Evaluación de la actividad y el potencial antioxidante de extractos hidro-alcohólicos de cúrcuma (*Curcuma longa*). 2011;23. Doi:10.4067/SO718-07642012000200003. [acceso 23 marzo 2018] Disponible en:
https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000200003&lng=es&nrm=iso
50. Popuri A.K, Pagala B. Extraction of curcumin from turmeric roots. Int J Innovative Res Stud. [internet]. 2013; [acceso 24 marzo 2018]; 2: 289-299. . Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/284091828_Extraction_of_curcumin_from_turmeric_roots
51. García L, Olaya J, Sierra J, Padilla L. Actividad biológica de tres Curcuminoides de *Curcuma longa* L. (Cúrcuma) cultivada en el Quindío-Colombia. Rev cuba plantas med. [internet]. 2017; [acceso 25 marzo 2018]; Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-4
52. Freire-González R, Vistel-vigo M. Caracterización fitoquímica de la *Curcuma longa* L. Rev, Cubana Quím. [internet]. 2015; [acceso 29 marzo 2018]; (27):9-18. Disponible en:
<http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212015000100001&lng=es&nrm=iso>. ISSN 2224-5421.

IX. ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

CONSTANCIA N° 181-USM-2018

EL JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM) DEL MUSEO DE HISTORIA NATURAL, DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS, DEJA CONSTANCIA QUE:

La muestra vegetal (rizoma) recibida de Ana María ALIAGA PALOMARES y Liliana Sofía MUÑOZ SUÁREZ, estudiante de la Universidad Norbert Wiener, Facultad de Farmacia y Bioquímica; ha sido estudiada y clasificada como: *Curcuma longa* L., y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988).

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

SUBCLASE: Zingiberidae

ORDEN: Zingiberales

FAMILIA: Zingiberaceae

GENERO: *Curcuma*

ESPECIE: *Curcuma longa* L

Nombre vulgar.: "cúrcuma"
Determinado por: Mg. María Isabel La Torre.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para fines de estudios.

Lima, 14 de mayo de 2018




Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRIA
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-0434, Lima 14, Perú

Teléfono:
619-7000 anexo 5701, 5703, 5704

E-mail: museohn@unmsm.edu.pe
<http://museohn.unmsm.edu.pe>

Anexo 2. Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
ESTUDIO DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LOS RIZOMAS DE <i>Curcuma longa</i> L. “CÚRCUMA”. Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	PROBLEMA GENERAL ¿Cuáles serán los fitoconstituyentes del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma” y tendrán actividad antioxidante?	OBJETIVO GENERAL Determinar los fitoconstituyentes del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma” y evaluar la actividad antioxidante	HIPOTESIS GENERAL El extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma” contiene fitoconstituyentes que presentan actividad antioxidante	Variable Independiente: Fitoconstituyentes Variable Dependiente: Actividad antioxidante
	PROBLEMA ESPECIFICO ¿ Cuáles son los fitoconstituyentes presentes en el extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma”?	OBJETIVO ESPECIFICO Determinar cualitativamente los fitoconstituyentes del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma”	HIPOTESIS ESPECIFICA El extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma” contiene fitoconstituyentes	
	¿ En el extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma” se encuentra fitoconstituyentes que posee actividad antioxidante?	Evaluar la actividad antioxidante del extracto etanólico de los rizomas de <i>Curcuma longa</i> L. “cúrcuma” por el método de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).	Existen fitoconstituyentes en el extracto etanólico de los rizomas de “cúrcuma” que tienen actividad antioxidante y puede ser determinado por el método de DPPH	

Anexo 3. Operacionalización de variables

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES
<p>Compuestos químicos presentes en las plantas, responsables del color, olor y sabor. Adicionalmente tienen propiedades biológicas.</p>	<p>Identificar a través del método de Olga Lock Ugaz para determinar el perfil fitoquímico cualitativo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compuestos fenólicos - Flavonoides 	<p>Presencia/ausencia de compuestos fenólicos</p> <p>Presencia/ausencia de flavonoides</p>
<p>Propiedad de prevenir o retardar el daño oxidativo producido por los radicales libres que pueden ser de naturaleza diversa.</p>	<p>Determinar la actividad antioxidante del extracto etanólico de los rizomas de cúrcuma el ensayo de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) usando como patrón la Vitamina C.</p>	<p>-% de inhibición</p>	<p>Valores cercanos al patrón de referencia</p>