

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



**Facultad de Ciencias de la Salud**

**“DR. WILMAN RUIZ VIGO”**

**Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO DE LAS CREMAS  
ELABORADAS A BASE DE *Nasturtium officinale* “BERRO”**

**Nancy Malimba Bustamante**

**Guillermina Luz Minchán Morales**

**Asesor (a):**

**Mg. Q.F. Yudith Gallardo Coronado**

**Cajamarca – Perú**

**Abril – 2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**



**Facultad de Ciencias de la Salud**

**“DR. WILMAN RUIZ VIGO”**

**Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO DE LAS CREMAS  
ELABORADAS A BASE DE *Nasturtium officinale* “BERRO”**

**Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos para optar el  
Título Profesional de Químico Farmacéutico**

**Bach. Nancy Malimba Bustamante**

**Bach. Guillermina Luz Minchán Morales**

**Asesor (a):**

**Mg. Q.F. Yudith Gallardo Coronado**

**Cajamarca – Perú**

**Abril – 2021**

**COPYRIGHT © 2021 by**

NANCY MALIMBA BUSTAMANTE

GUILLERMINA LUZ MINCHAN MORALES

**Todos los derechos reservados**

## PRESENTACIÓN

### SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO EVALUADOR:

En consideración y dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo de Cajamarca, dejamos a vuestro elevado criterio el siguiente trabajo de investigación intitulado:

**Actividad antioxidante in vitro de las cremas elaboradas a base de *Nasturtium officinale* “berro”** con el cual aspiramos obtener el Título Profesional de Químico Farmacéutico.

Es propicia la oportunidad para manifestar nuestro más sincero agradecimiento y reconocimiento a nuestra Alma máter y a su plana docente que con su aptitud y buen interés cooperaron a nuestra formación profesional.

Señores miembros del jurado, dejamos a su disposición la presente tesis para su evaluación y posibles sugerencias.

Cajamarca, abril del 2021.

---

Nancy Malimba Bustamante  
BACH. EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA

---

Guillermina Luz Minchán Morales  
BACH. EN FARMACIA Y BIOQUÍMICA

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO**

**Facultad de Ciencias de la Salud**

**“DR. WILMAN RUÍZ VIGO”**

**Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

**APROBACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Actividad antioxidante in vitro de las cremas elaboradas a base de *Nasturtium  
officinale* “berro”**

**JURADO EVALUADOR**

---

Dra. Q.F. Martha Adriana Sánchez Uceda  
**(PRESIDENTE)**

---

Mg. Q.F. Rafael Ricardo Tejada Rossi  
**(SECRETARIO)**

---

Mg. Q.F. Yudith Gallardo Coronado  
**(VOCAL)**

## **DEDICATORIA**

Al forjador de mi camino, mi padre celestial por darme la fortaleza, la salud, sabiduría y por guiar mis pasos para llegar hasta donde he llegado.

A mi esposo por creer en mi capacidad y brindarme su comprensión, cariño y amor a pesar de los momentos difíciles.

A mi padres y hermanos que me han ofrecido el amor y la calidez de la familia a la cual amo.

*Nancy*

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien nos da vida y salud, por ser mi guía y fortaleza, para continuar con este proceso y cumplir un objetivo más en mi vida.

A mis padres y hermanos por su amor, sacrificio, paciencia y apoyarme incondicionalmente en todo, la cual me han sabido motivar para seguir adelante.

*Guillermina Luz*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por ser nuestro soporte en todo tiempo, por estar con nosotras en cada paso que damos, por fortalecer nuestro corazón e iluminar nuestras metas y por haber puesto en nuestro camino aquellas personas que han sido un soporte y compañía durante todo este periodo de estudio.

A nuestra Alma máter y a sus distinguidos docentes, a quienes llevaremos en nuestras mentes; porque, ellos nos brindaron todos sus conocimientos y contribuyeron con nuestra formación profesional.

A nuestra asesora de tesis Mg. Q.F. Yudith Gallardo Coronado, quien fue la guía idónea durante toda la elaboración y realización de nuestro trabajo de investigación.

De igual manera a nuestra estimada Q.F. Marili Villanueva Gutiérrez, por su apoyo incondicional durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

***Guillermina Luz y Nancy***

## RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar la actividad antioxidante in vitro de las cremas elaboradas a base de *Nasturtium officinale* “berro”; para cumplir con el objetivo se trabajó de manera correcta en la obtención de la muestra vegetal teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión. Con esta muestra se preparó un extracto hidroalcohólico a una concentración del 20%; del cual se obtuvo el filtrado secándose en la estufa a 60°C; posteriormente, se aisló la porción flavonoica en acetato de etilo con el equipo de Soxhlet.

Para la curva de calibración se empleó la quercetina como patrón diluido en alcohol de 96°c.s.p. 25 mL, seguidamente de esta solución preparada se extrajo volúmenes de 50 µL, 100 µL, 150 µL, 200 µL, 250 µL, 300µL, 350 µL aforados con alcohol de 96° hasta 25 mL. Se dejó reposar por 30 minutos y las absorbancias fueron leídas en el espectrofotómetro a 248 nm (estas diluciones se convirtieron a concentraciones de 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,2; 0,24; 0,28 mg/mL respectivamente). El mismo procedimiento se realizó para la cuantificación de flavonoides en la porción flavonoica. Asu vez se preparó dos cremas a concentraciones de 300 µg/ mL y 400 µg/mL para determinar la capacidad antioxidante, mediante el método 2,2 - difenil -1- picrilhidrazilo (DPPH); para ello se armó un sistema de 5 tubos (blanco, patrón, control, muestra 01 y muestra 02) en las mismas condiciones y las muestras fueron leídas en el espectrofotómetro a 517 nm.

Los resultados mostraron que la crema de 300  $\mu\text{g}/\text{mL}$  y 400  $\mu\text{g}/\text{mL}$  presentan porcentaje de captación de radicales libres de 98,08% y 56,95% respectivamente, existiendo así diferencias significativas ( $p = 0,000$ ) al análisis ANOVA. Concluyendo de esta forma que la crema de 300  $\mu\text{g}/\text{mL}$  tiene mayor actividad antioxidante que la crema de 400  $\mu\text{g}/\text{mL}$ .

**Palabras claves:** Radicales libres, actividad antioxidante, 2,2-difenil -1-picrilhidrazilo, *Nasturtium officinale* “berro”

## ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the in vitro antioxidant activity of creams made from *Nasturtium officinale* "watercress"; to meet the objective, work was carried out correctly in the obtaining of the plant sample taking into account the inclusion and exclusion criteria. with this sample, a hydroalcoholic extract was prepared at a concentration of 20%; from which the filtrate was obtained by drying in the oven at 60 ° C; subsequently, the flavonoid portion was isolated in ethyl acetate with Soxhlet's equipment.

Quercetin was used as a standard diluted in 96 ° c.s.p. alcohol for the calibration curve. 25 mL, then from this prepared solution volumes of 50 µL, 100 µL, 150 µL, 200 µL, 250 µL, 300 µL, 350 µL volumetric with alcohol from 96 ° to 25 mL were extracted. It was allowed to stand for 30 minutes and the absorbances were read in the spectrophotometer at 248 nm. (These dilutions were converted to concentrations of 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,2; 0,24; 0,28 mg / mL respectively) The same procedure was carried out for the quantification of flavonoids in the flavonoid portion. In turn, two creams were prepared at concentrations of 300 µg / mL and 400 µg / mL to determine the antioxidant capacity, using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method; For this, a system of 5 tubes (blank, standard, control, sample 01 and sample 02) was

assembled under the same conditions; the samples were read in the spectrophotometer at 517 nm.

The results showed that the 300 µg / mL and 400 µg / mL cream present a percentage of free radical uptake of 98,08% and 56,95% respectively, thus, there are significant differences ( $p = 0,000$ ) in the ANOVA analysis. Concluding in this way that the 300 µg / mL cream has higher antioxidant activity than the 400 µg / mL cream.

**Keywords:** Free radicals, antioxidant activity, 2,2-diphenyl-1-picrilhydrazyl, *Nasturtium officinale* "wáter cress"

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	iii
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE TABLAS.....	xv
LISTA DE GRÁFICOS .....	xvi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
2.1 Teorías que sustentan la investigación .....	5
2.2 Bases teóricas .....	12
2.2.1. Flora en el Perú .....	12
2.2.2. Flora en Cajamarca .....	14
2.2.3. <i>Nasturtium officinale</i> “berro” .....	15
2.2.4. Radicales libres (RL).....	19
2.2.5. Antioxidantes .....	22
2.2.6. Procesos oxidativos.....	24
2.2.7. Cremas.....	25
2.2.8. Fundamento teórico del método DPPH para determinar capacidad antioxidante <sup>42</sup> .....	28
III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	30
3.1 Unidad de análisis, universo y muestra .....	30
3.1.1. Unidad de análisis .....	30
3.1.2. Universo .....	30
3.1.3. Muestra.....	30

3.1.4. Criterios de inclusión .....	30
3.1.5. Criterios de exclusión.....	31
3.2 Métodos de investigación.....	31
3.2.1. De acuerdo al fin que se persigue .....	31
3.2.2. De acuerdo al diseño de contrastación .....	31
3.3. Técnicas de investigación.....	31
3.4. Instrumentos, equipos y reactivos .....	38
3.4.1. Instrumentos.....	38
3.4.2. Equipos.....	38
3.4.3. Reactivos.....	39
3.4 Técnicas de análisis de datos.....	39
3.5 Aspectos éticos de la investigación .....	40
IV. RESULTADOS.....	41
V. DISCUSIÓN .....	47
VI. CONCLUSIONES .....	53
VII. RECOMENDACIONES .....	54
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
ANEXOS.....	71

## **LISTA DE FIGURAS**

- Figura N°1. Generación metabólica de diferentes ROS (especies reactivas del oxígeno), por reducción secuencial por transferencia de un electrón..... 21
- Figura N°2. Interacción entre radicales libres y antioxidantes ..... 24
- Figura N°3. Método de captación del radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH). 29

## LISTA DE TABLAS

Tabla N°1. Cuantificación de flavonoides en la porción de acetato de etilo expresados en mg EQ de quercetina/100g de muestra. ....	42
Tabla N°2. Porcentaje de captación de radicales libres de las cremas a base de la porción flavonoica de <i>Nasturtium officinale</i> "berro" con respecto al patrón Trolox mediante el método de DPPH. ....	43
Tabla N°3. Significancia estadística de acuerdo a la prueba ANOVA de las cremas a concentraciones de 300µg/mL y 400µg/mL de <i>Nasturtium officinale</i> "berro" .....	45
Tabla N°4. Significancia estadística de acuerdo a la prueba POST HOC Tukey para el patrón, crema de 300µg y crema de 400µg de <i>Nasturtium officinale</i> "berro" .....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N°1. Curva de calibración obtenida para la quercetina..... 41

Gráfico N°2. Porcentaje de captación de radicales libres de las cremas elaboradas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* "berro" con respecto al patrón Trolox mediante el método de DPPH..... 44

## I. INTRODUCCIÓN

Al paso de los años el estilo de vida ha ido cambiando en gran manera; ahora es más fácil y rápido obtener alimentos procesados. Sin embargo, casi todos estos productos contienen ingredientes que son altamente dañinos para la salud, ocasionando un gran impacto en el organismo de las personas y produciendo enfermedades cardiovasculares, enfermedades neurodegenerativas, obesidad, diabetes y envejecimiento<sup>1</sup>. En la actualidad, una dieta rica en antioxidantes se ha convertido en uno de los pilares más importantes para combatir el desequilibrio Redox en el cuerpo humano (también llamada reacción de transferencia de electrones, donde la sustancia que pierde electrones se oxida y la sustancia que gana electrones se reduce)<sup>2</sup>; este mecanismo es la clave para que las células intervengan en el principal proceso bioenergético. Debido a la formación de radicales libres (RL) y el desequilibrio entre las especies reactivas de oxígeno conllevan a diversas patologías, dando lugar al llamado estrés oxidativo<sup>3</sup>.

Uno de los órganos más dañados por los radicales libres es la piel, que se ve afectada por la producción de especies reactivas de oxígeno (ERO), los cuales activan múltiples vías de transducción de señales intracelulares para provocar apoptosis de los queratinocitos<sup>4</sup>. Por otro lado, otro factor implicado en el daño de la piel es la radiación ultravioleta (RUV) la cual induce la formación de RL con subsecuente daño dermo - epidérmico, todo

esto lleva al desequilibrio de la defensa antioxidante provocando aceleración del envejecimiento y predisposición de cáncer cutáneo<sup>5</sup>. En este sentido, los organismos buscan constantemente resistir este daño mediante el uso de antioxidantes endógenos (sustancias que resisten el oxígeno y ciertos oxidantes)<sup>3</sup>, pero cuando la reacción de oxidación es mayor que la de los antioxidantes, conlleva a la búsqueda de nuevos productos con actividad antioxidante en especies vegetales ricos en flavonoides y taninos para mantener el equilibrio; algunos ejemplos son las antocianidinas (rojo - azulado de las fresas), catequinas (té verde y negro), citroflavonoides (naranja, que da sabor amargo a la naranja, limón y toronja), isoflavonoides (genisteína y daidzeína presentes en soya y sus derivados), protoantocianidinas (en semillas de uva y vino tinto), entre otros<sup>6</sup>.

Como se mencionó en los párrafos anteriores, es muy importante describir la extensa biodiversidad de la flora del Perú, lo que permite conocer plantas con actividad antioxidante; tales como: camu-camu, tumbo serrano, guinda, noni, yacón, carambola, aguaymanto, tomate de árbol, entre otros<sup>7</sup>; sumado a esta amplia diversidad vegetal, en la región Cajamarca existen especies vegetales tales como paico, laurel, verbena, tara, capulí, etc. que presentan actividad antioxidante; esto se debe a la presencia de polifenoles siendo alguno de ellos taninos, flavonoides, glucosinolatos, los cuales se encuentran distribuidos en su composición fitoquímica. La planta de interés

en este estudio es *Nasturtium officinale* “berro”, presentando metabolitos secundarios como flavonoides, glucosinolatos responsables de su actividad antioxidante. Por eso tratamos de prestar la debida atención a esta planta aparentemente sin valor medicinal.

Por otra parte, la industria farmacéutica desconoce las características de muchas especies vegetales. Estas características son de gran ayuda en el desarrollo de productos en beneficio de la humanidad. Es por ello que con el fin de contribuir al desarrollo de la medicina moderna y enriquecer los conocimientos actuales, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cuál será la actividad antioxidante in vitro de las cremas elaboradas a base de *Nasturtium officinale* “berro”?**

Teniendo para ello los siguientes objetivos:

#### **Objetivo general**

- Determinar la actividad antioxidante in vitro de las cremas elaboradas a base de *Nasturtium officinale* “berro”.

### Objetivos específicos

- Cuantificar la cantidad de flavonoides presentes en la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro”.
- Formular dos cremas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a concentraciones de 300 µg/mL y 400 µg/mL.
- Comparar el porcentaje de captación de radicales libres en las cremas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a diferentes concentraciones, mediante el método de 2,2 – difenil – 1 - picrilhidrazilo (DPPH).

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 Teorías que sustentan la investigación

**Klimek M y Halina A (2018)**<sup>8</sup> En su investigación realizada sobre la “Composición química, uso tradicional y profesional en medicina y estudios biotecnológicos de *Nasturtium officinale* “berro” administraron extracto de metanol a ratas con tumor de Ehrlich a concentraciones de 250, 500, 700mg/kg de peso corporal. Mediante cromatografía líquida de alta eficiencia acoplada a espectrometría de masas (HPLC – ESI – MS), confirmaron que la presencia de glucosinolatos (gluconasturtina) de las plantas pueden reducir el daño al ADN de los linfocitos y aumentar las concentraciones plasmáticas de luteína y  $\beta$ -caroteno. Además, aprovecharon para preparar extractos metanólicos de hojas, tallos y flores de berros, obteniendo mayor capacidad antioxidante en los extractos de hojas a través del método DPPH. También comprobaron que cuenta con otros principios activos como isotiocianatos, polifenoles (flavonoides, ácidos fenólicos, proantocianidinas), terpenos (incluidos los carotenoides), vitaminas (B1, B2, B3, B6, E, C) y elementos biológicos.

**Navarro A, Padilla A, Dávila R, Pérez M y Sosa R (2008)**<sup>9</sup> Investigaron la actividad antioxidante de *Nasturtium officinale* “berro”, en ello evaluaron el efecto antioxidante de dos preparaciones de extractos (aceitosos y

alcohólicos) por espectroscopía infrarroja y ultravioleta-visible. En la prueba antioxidante los extractos se almacenaron en la oscuridad a una temperatura de 40 °C durante un tiempo prolongado; facilitando la identificación de antioxidante por colorimetría.

Otro tipo de análisis fue el estudio cinético de la oxidación del peróxido de hidrógeno de dos extractos de berros en presencia de ácido linoleico, donde observaron que el extracto de alcohol contiene la menor cantidad de productos de oxidación; comprobando así que la fase oleosa tiene menor capacidad antioxidante. A la vez mediante la espectroscopía infrarroja, se determinó que el extracto oleoso presentó la actividad antioxidante menor debido a la formación de productos por degradación de la clorofila, y así formando derivados del glucosilato gracias a los cambios de temperatura y a la pérdida del átomo de magnesio, ello provocaría la sustitución de protones para favorecer un cambio en el medio, lo cual explica la reducción del efecto antioxidante en el aceite.

**Aires A, Carvalho R y Saavedra M (2013)**<sup>10</sup> Realizaron una investigación sobre la “Caracterización fitoquímica y propiedades antioxidantes de brotes de berros producidos bajo el sistema de producción ecológica” con el propósito de evaluar la composición química y propiedades antioxidantes de *Nasturtium officinale* “berro” mediante un sistema de producción ecológico, utilizando hojas frescas y tiernas de “berros” a través de los métodos HPLC-

DAD (cromatografía líquida de alto rendimiento con detección de matriz de diodos) y HPLC-MS (cromatografía líquida de alta resolución con espectrometría de masas de detección de matriz de diodos), en donde identificaron compuestos fenólicos y Glucosinolatos (glucornasturtina). Como resultado se encontró niveles medios de fenoles individuales: Ácido gálico 16.0, Ácido clorogénico 33.0, Ácido cafeico 2.0, quercetina-3-O-rutinósido 200.0, en muestras de brotes de berros orgánicos cuantificados por HPLC, expresados mg/kg de peso seco siendo este método más recomendable para la identificación de antioxidantes.

Los investigadores han podido comprobar que los extractos de brotes de berros han demostrado alta capacidad antioxidante, esto puede deberse a la presencia de ácido cafeico, quercetina, gluconarturtina.

**Fogarty M, Hughes C, Burke G y Brown J (2013)<sup>11</sup>** Realizó un proyecto llamado “La suplementación aguda y crónica del berro atenúa el daño al ADN de las células mononucleares periféricas inducidas por el ejercicio y la peroxidación de lípidos”, para probar la siguiente hipótesis: la suplementación con berros agudos (2 horas antes del ejercicio) y berros crónicos (8 semanas de ejercicio) puede reducir el estrés oxidativo causado por el ejercicio. Las muestras de sangre se tomaron al inicio de la investigación (antes de la suplementación), en reposo (antes del ejercicio) y después de realizar ejercicio, cada sujeto alcanzó la fatiga voluntaria después de la suplementación crónica y aguda. Mediante esta investigación los

autores muestran que la ingesta de berros a corto y largo plazo reduce el daño al ADN inducido por el ejercicio y la peroxidación lipídica.

**Giallourou N, Oruna C y Harbourne N (2016)**<sup>12</sup> En su investigación titulada “Efectos de los métodos de procesamiento doméstico sobre el contenido fitoquímico del berro (*Nasturtium officinale*)” sometieron 100g de berro a diferentes procesos domésticos: cocción (90°C) durante 2,5,10 minutos, horno microondas cocinado en su totalidad a una potencia (1400 W) durante 1, 2 y 3 minutos y a vapor con 500 mL de agua en la vaporera por 5, 10 y 15 minutos, además realizaron un picado para ensalada dejando reposar por 30, 60, 120 minutos a temperatura de ambiente. A la vez determinaron los fenoles totales y actividad antioxidante (usando el ensayo FRAP), obteniendo como resultado la mayor cantidad de fenoles totales en los berros frescos ( $14.86 \pm 2.02$  mg), así también la presencia de carotenoides y glucosinolatos.

Los investigadores comprobaron que la ebullición disminuye significativamente ( $P < 0,05$ ) el total de contenido fenólico en comparación con las muestras frescas. Las pérdidas fenólicas fueron de 49% hasta 71% en las muestras hervidas durante 2 y 10 minutos respectivamente. Finalmente, el uso de horno microondas y a vapor durante hasta 5 minutos no afectó significativamente el contenido fenólico de berros ( $P > 0,05$ ); estas

pérdidas durante la ebullición pueden atribuirse a la lixiviación de compuestos solubles en agua.

**Akbari M, Khazaei M, Khazaei F y Naseri L (2019)**<sup>13</sup> Llevaron a cabo una investigación titulada “El extracto hidroalcohólico de *Nasturtium officinale* L. mejoró la lesión oxidativa inducida por oximetolona en los parámetros de los testículos y los espermatozoides de ratones” Para ello, dividieron 30 ratones machos en 5 grupos, incluyendo el control con dosis de 25, 50 y 100 mg/kg de extracto de *Nasturtium officinale* disueltos en 0,5mL de agua destilada, más 5mg/kg de oximetolona. Al finalizar el estudio de 40 días; cuantificaron los niveles séricos de hormona luteinizante (LH), hormona estimulante del folículo (FSH), testosterona, óxido nítrico (NO), capacidad de poder de reducción férrica (FRAP) y factores estereológicos de los testículos. Los resultados fueron evaluados mediante cromatografía de líquidos, la ionización por electro pulverización, llegando a la conclusión que el extracto de *Nasturtium officinale* disminuye el NO sérico y mejora los niveles hormonales (LH, FSH y testosterona) con 150mg/kg al día. Además, mantiene la importante morfometría en indicadores (peso testicular, volumen y epitelio seminífero, altura, diámetro de la luz tubular y el tejido intersticial), siendo así mejoran la calidad de los espermatozoides gracias a la presencia de muchos antioxidantes encontrados (quercetina, ácido ferúlico, apigenina, proantocianidina B1 y kaempferol). Por lo tanto, esta planta se puede usar para tratar a hombres con infertilidad.

**Casanova N, Simoniello M, López M y Carballo M (2017)**<sup>14</sup> Estudiaron el “Efecto modulador del berro contra el estrés oxidativo inducido por ciclofosfamida en ratones” donde evaluaron el efecto *in vivo* de la planta de berro sobre el estrés oxidativo en ratones. Se administró jugo de berro a todos los animales mediante sondas a dosis (0,5 y 1 g/kg de peso corporal) durante 15 días consecutivos antes de la inyección intraperitoneal de ciclofosfamida (100 mg/kg de peso corporal); después de las 24 horas los ratones fueron sacrificados para la investigación de biomarcadores del estrés oxidativo: actividad de catalasa, actividad de superóxido dismutasa, peroxidación de lípidos y equilibrio de glutatión. Obteniendo como resultado que la ingesta de berros previo a la administración de ciclofosfamida ha mejorado la actividad del superóxido dismutasa en eritrocitos, también en la médula ósea y en los tejidos del hígado, además resistió a los efectos de la ciclofosfamida y reforzó el balance de glutatión comparado con los grupos de control respectivos.

**Ozen T (2009)**<sup>15</sup> Investigó las propiedades antioxidantes de los extractos de hojas de *Nasturtium officinale* (berros); donde se ha evaluado la actividad antioxidante total con el método de tiocianato férrico, y el método de eliminación de radicales 1,1 – difenil – 2-picrilhidrazilo (DPPH), estas actividades anión superóxido *in vitro* y la peroxidación de lípidos *in vivo*, demostró que el extracto etanólico es más activo en la actividad antioxidante

total, reduciendo los radicales DPPH y la eliminación de radicales anión superóxido. Concluyendo que los extractos de *N. officinale* demuestran una disminución de peroxidación lipídica en el hígado, el cerebro y los riñones, demostrándose así su potente capacidad antioxidante.

**Zeb A (2015)<sup>16</sup>** Se estudió el perfil fenólico y la capacidad antioxidante del berro silvestre (*Nasturtium officinale* L.) para evaluar el potencial de la investigación futura y su aplicación en ingredientes bioactivos neuroactivos y funcionales. Se analizaron un extracto metanólico y un extracto acuoso de berros (raíces, tallos y hojas) para determinar el contenido total de fenoles (utilizando el reactivo de Folin Ciocalteu) y la actividad captadora de radicales libres (mediante el método DPPH). Las características fenólicas de hojas y raíces se estudiaron mediante HPLC-DAD de fase reversa. Donde sus resultados fueron que el extracto de metanol presenta mayor cantidad de compuestos fenólicos totales a diferencia del extracto acuoso correspondiente. La actividad de eliminación de radicales del extracto de metanol es más alta que el del extracto acuoso; identificando 14 tipos de compuestos fenólicos en las hojas, entre los cuales el ácido cumárico, el ácido caftárico y con mayor cantidad los derivados de quercetina. En las raíces, se identificaron un total de 20 compuestos, entre ellos el ácido cumárico y sus derivados, el ácido sinápico, el ácido caftárico y los principales compuestos fenólicos derivados de quercetina. Concluyendo

que, el berro tiene una importante actividad antioxidante por su contenido fenólico, lo cual indica su potencial significado biológico.

**Ayvar J (2018)<sup>28</sup>** En su investigación titulada Actividad antiinflamatoria y antioxidante in vitro de la porción flavonoica aislada de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro”. Obtuvo la fracción flavonoica realizando en primera instancia la preparación de un extracto hidroalcohólico; éste se desengrasó con éter de petróleo para eliminar grasas, ceras, pigmentos y otros metabolitos, luego realizó una extracción liquido-liquido con acetato de etilo. La fracción flavonoica de acetato de etilo obtenida fue utilizada para determinar la actividad antioxidante in vitro mediante el método DPPH pesando 24 mg y disolviendo en 100 mL de metanol, a la vez la fracción flavonoica a concentraciones 50, 100, 200, 300 y 400 µg/mL versus un estándar de Trolox a las mismas concentraciones de la fracción aislada. Como resultado obtuvieron que la fracción flavonoica aislada de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” a concentraciones de 300 y 400 µg/mL presentaron mayor porcentaje de actividad antioxidante con un 74,6% y 88,4% respectivamente.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1. Flora en el Perú**

El Perú está ubicado en Sudamérica y es un país con una gran variedad de costumbres, cultura, gastronomía, flora y fauna,

tomamos al magnífico río Amazonas como nuestro principal atractivo. En promedio 25000 especies diferentes viven en nuestras costas, montañas y selvas; el 30% de las cuales son únicas en el mundo, además de papas, pimientos, maíz, tubérculos y raíces. En las zonas costeras, la vegetación suele existir en las laderas húmedas del lado andino frente al mar; por otro lado, las altas montañas se caracterizan por arbustos (tola), quinales y pastos como el ichu a una altitud de 4.000 msnm<sup>17</sup>.

Las plantas medicinales generalmente provienen de poblaciones naturales, donde sus beneficios se realizan artificialmente y son de corta duración. El método incorrecto de extracción de estas plantas es perjudicial porque afecta el desarrollo y la protección de ellas en diferentes partes del país, es por ello que el reconocimiento de los mismos debe ser un paso clave para protegerlos y promoverlos, porque muchos de ellos tienen trascendencia económica o ecológica.

Por otro lado, el 80% de las plantas medicinales se obtienen del medio silvestre, razón por la cual estas especies vegetales se han convertido en productos muy importantes en el mercado farmacéutico, aumentando así la demanda de las mismas, principalmente en las zonas selváticas, donde suele haber abundantes

tales como: abuta, achiote, ajo sachá, bolsa mullaca, chuchuhuasi, clavo huasca, copaiba, uña de gato entre otros.

Asimismo, en el Perú, Lima se ha convertido en un centro básico de abastecimiento de plantas medicinales, por lo que existen muchas empresas relacionadas con esta actividad, como laboratorios, droguerías, distribuidores, casas naturistas, farmacias, etc.<sup>18</sup>.

### **2.2.2. Flora en Cajamarca**

Cajamarca es un área con clima, geología y topografía complicados. Esto abrió el camino a la diversidad de especies vegetales en el norte y sur, cuenta con una gran cantidad de zonas altoandinas en los tramos superiores de la cuenca, que acumulan agua de forma permanente en la laguna incluso en el mismo suelo, sin embargo, hay muchas especies que se han perdido tales como el roble, la cascarilla, el cedro, el saucecillo, el jacarandá, el aliso y el palo blanco, debido a la tala indiscriminada de los pobladores<sup>19</sup>.

Las jalcas son clave del ecosistema desarrollado por Cajamarca, y se encuentran entre los 3.000 y 4.200 msnm. Además, es una fuente que beneficia directa o indirectamente a la población al proporcionar cantidad y calidad de agua y el almacenamiento de carbono en la atmósfera, lo que ayuda a controlar el calentamiento global. También

debemos enfatizar que las especies silvestres medicinales usan jalcas como su último refugio, siendo su principal extintor la mano del hombre<sup>20</sup>.

Otro problema es la invasión de especies exóticas (pino y eucalipto) que han invadido muchas zonas de plantas primitivas. A pesar de esto, es una zona densamente arbolada, con árboles altos y desiertos con vegetación de baja temperatura<sup>21</sup>.

Es por ello que Cajamarca posee una gran cantidad de plantas con propiedades antioxidantes, siendo las principales: *Smallanthus sonchifolius* “yacon” (hojas y raíz)<sup>22</sup>, *Myrcianthes discolor* “lanche” (hojas) y *Piper anduncum* “matico” (hojas)<sup>23,24</sup>. Asimismo, cabe recalcar que *Nasturtium officinale* “berro” forma parte de esta región, siendo una planta medicinal de comercio ambulatorio<sup>25</sup>.

### **2.2.3. *Nasturtium officinale* “berro”**

#### **Descripción botánica**

“Berro” es una planta herbácea, de unos 10 a 50 cm de altura y 200 cm de longitud, nace todo el año y es originario del norte y oeste de Europa, es muy conocido desde la antigüedad, por eso los griegos y romanos lo consumían aludiendo que el “Berro” mejora el carácter y el poder. Se caracteriza por tener hojas brillantes, curvas en forma de

cuchara, y los estudios han demostrado que tiene principios activos como los glucosinolatos, vitamina A, C, B<sub>2</sub> y E, también cuenta con minerales como, yodo, sodio, hierro, fósforo y magnesio. El nombre científico del “berro” es *Nasturtium*, que deriva del latín nasus que significa "naríz" y tortus que significa torzido<sup>26</sup>.

### **Taxonomía<sup>27</sup>**

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Dicotiledóneas
- Orden : Brassicales
- Familia : Brassicaceae
- Género : *Nasturtium*
- Especie : *N. officinale*

### **Nombres comunes**

El “berro” tiene diferentes nombres comunes, que varían según el país de origen, siendo así algunos de estos nombres: berros, berros del agua, curuba del indio, tacso, parcha, curuba de castilla, curuba<sup>28</sup>.

### **Hábitat**

La planta se encuentra en un clima templado, pero también puede soportar temperaturas de 5°C a 23°C (crece a pleno sol), siendo estas las condiciones correctas para su normal desarrollo.

Esta planta necesita nitrógeno para desarrollarse, y debido a las condiciones anaeróbicas necesita nitrógeno del agua. Además, esta planta silvestre puede crecer en grandes cantidades en muchas corrientes de riachuelos que no sean tan profundas, soportando un pH de rango que está entre 5.5 a 8<sup>26,27</sup>.

En Ecuador existen dos lugares muy interesantes, como Otavalo y Machachi (dada su ubicación geográfica lo permite) aptos para el cultivo de "berros" en estado silvestre, estas áreas se utilizan para abastecer el mercado local. En el Perú encontramos a esta especie ubicada entre los 2000-4200 msnm siendo uno de los departamentos Ancash, la Libertad y Cajamarca<sup>29</sup>.

### **Actividad farmacológica**

La actividad farmacológica de esta especie vegetal se debe a la presencia de polifenoles en su estructura fitoquímica; por tanto, cabe mencionar que los flavonoides son una especie de metabolitos secundarios con determinadas propiedades, como: antibacterianos,

antioxidantes, antialérgico, antiviral, antiinflamatorio y cardioprotector. Además, los flavonoides son responsables de la actividad inhibidora del factor de necrosis tumoral (TNF- $\alpha$ ), la producción de óxido nítrico (NO) y la expresión sintasa de óxido nítrico inducible (iNOS)<sup>30</sup>.

**Composición química**<sup>31</sup>. La planta tiene varios componentes, de los cuales algunos valen la pena mencionar:

- Vitaminas
- Provitamina E
- Provitamina A
- Minerales: potasio, calcio, hierro, azufre, sodio.
- Fibra
- Agua
- Ácido Fólico
- Aminoácidos (glicina, histidina, alanina, entre otras)
- Beta caroteno
- Flavonoides
- Glucósidos.

Debido a sus propiedades, esta investigación de *Nasturtium officinale* “berro” busca comprobar su actividad antioxidante frente

a los radicales libres ya que al presentar en su composición fitoquímica los flavonoides y glucosinolatos, los cuales actúan como inactivadores de radicales libres o también como agentes quelantes de metales prooxidantes (hierro y cobre). Su papel principal es la reducción de enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas y de tumores<sup>32</sup>.

#### **2.2.4. Radicales libres (RL)**

Los RL tienen dos puntos de vista: a nivel molecular se refiere a todas las especies que presentan un electrón libre o desapareado en su capa externa, es por ello que son muy inestables, muy reactivos, también presentan una vida media corta y actúan cerca del sitio donde se forman. A nivel celular los RL son moléculas ubicuas y difusibles que se originan a través de muchos mecanismos como la cadena respiratoria mitocondrial, la cadena de transporte de electrones y las reacciones de oxidación, es por ello que al interactuar con las biomoléculas fundamentales del organismo causan daño celular<sup>33</sup>.

Las especies reactivas del oxígeno más importantes son:

Radical hidroxilo, peróxido de hidrógeno, anión superóxido, oxígeno singlete, oxígeno nítrico, peróxido, ozono.

Los radicales del oxígeno se clasifican de la siguiente manera:

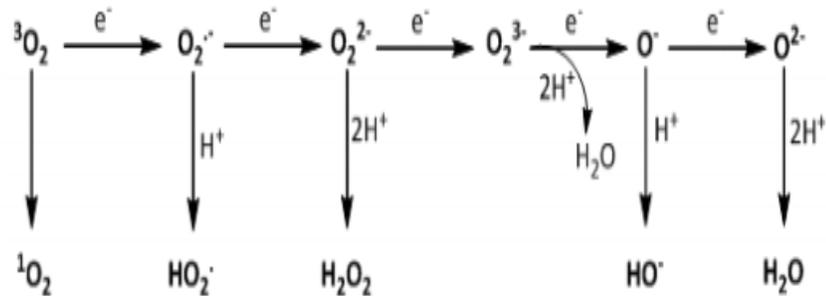
**Inorgánicos o primarios:** Se produce a partir de la transferencia de electrones en el átomo de oxígeno, presentando distintos estados durante el proceso de reducción, presentan una vida media muy corta y dentro de ellos se encuentran: el anión superóxido, el radical hidroxilo y el óxido nítrico.

**Orgánicos o secundarios:** Se pueden producir de 2 formas, por la transferencia de un electrón de un radical primario a una molécula orgánica o por la reacción de dos radicales primarios entre sí, disponen una vida media ligeramente más larga que los primarios; dentro de ellos se encuentran: oxígeno, carbono, nitrógeno y azufre.

**Intermediarios estables relacionados con los radicales libres del oxígeno:** Se trata de un grupo de especies químicas que no son radicales libres, son derivados de estas sustancias o resultan de la reducción o metabolismo de estas, dentro de ellos están: el oxígeno singlete, el peróxido de hidrógeno, el ácido hipocloroso, el peroxinitrito, el hidroperóxido orgánico.

Los RL se forman a nivel intracelular y extracelular. A nivel intracelular tenemos a diferentes células que generan las especies reactivas como neutrófilos, monocitos, macrófagos, eosinófilos y las células endoteliales, también tenemos a diferentes enzimas como son

la xantin-oxidasa, la indolamindioxigenasa, el triptófano dioxigenasa, la mieloperoxidasa, la galactosa oxidasa, la ciclooxigenasa, la lipoxigenasa, la monoaminoxidasa y la NADPH oxidasa. A nivel extracelular, se pueden formar RL por la administración de paracetamol, tetracloruro de carbono, furosemida; y otros agentes como el humo de cigarrillos, las radiaciones ionizantes, la luz solar, el shock térmico. También en otras situaciones como son: dieta hipercalórica, dieta insuficiente en antioxidantes, procesos inflamatorios y traumatismos, fenómenos de isquemia, ejercicio fatigante entre otros<sup>33</sup>.



**Figura N°1. Generación metabólica de diferentes ROS (especies reactivas del oxígeno), por reducción secuencial por transferencia de un electrón.**

**Fuente:** García O. Hacia el entendimiento de mecanismo del superóxido dismutasa de magnesio [internet]. 2012. [citado el 26 de mayo del 2020]<sup>33</sup>.

### 2.2.5. Antioxidantes

Los antioxidantes son sustancias encargadas de retrasar o inhibir los efectos de los radicales libres, estos tienen diferentes efectos sobre estas sustancias reactivas, algunas de estas funciones son: neutralizar el oxígeno singlete (estado excitado del oxígeno molecular), capturar RL de hidroxilo, capturar oxígeno molecular, generar la forma oxidativa de la vitamina E<sup>34</sup>.

Los antioxidantes se pueden clasificar, según el lugar de acción y según su origen.

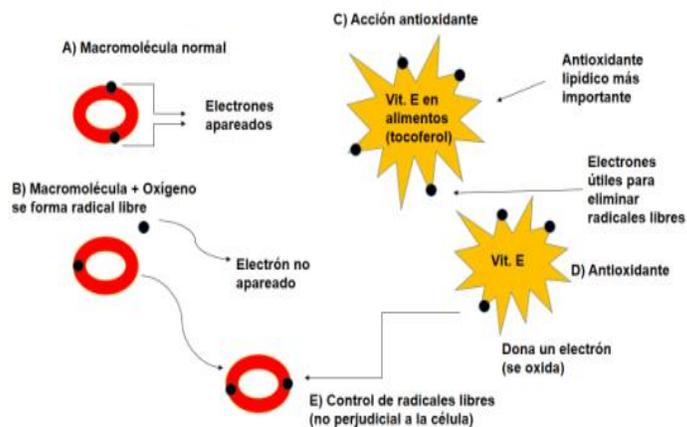
Según su origen:

- Antioxidantes endógenos: Presentes en el cuerpo humano y son sintetizados por las células, estas son: superóxido dismutasa, el glutatión peroxidasa y la catalasa, lo cual ejercen actividades básicas.
- Antioxidantes exógenos: Ingresan al cuerpo humano mediante la ingesta de alimentos como vitamina A, E y C, los flavonoides y licopenos<sup>35</sup>. Cabe decir que los flavonoides son una variedad de polifenoles que están presentes en diferentes plantas, debido a sus propiedades antioxidantes actúan como quelantes de hierro y

secuestradoras de radicales libres (RL), inhiben las oxidasas, como la lipoxigenasa (LO), la ciclooxigenasa (CO), la mieloperoxidasa (MPO), la NADPH oxidasa y la xantina oxidasa (XO); preveniendo la producción de especies reactivas del oxígeno (ERO) en el cuerpo. De esta manera, los flavonoides interferirán con la reacción de propagación de estas especies reactivas<sup>37</sup>. La importancia de estos metabolitos es conocida y es importante describir que *Nasturtium officinale* “berro” es una especie natural con actividad antioxidante por sus compuestos fenólicos y Glucosinolatos (glucornasturtina) los cuales le atribuyen dicha propiedad.

Según el sitio de acción en el organismo:

- Intracelular: Superóxidodismutasa, catalasa, peroxidasa, DT-de afarasa, GSH y proteínas que ligan metales, sistemas proteolíticos Vitamina C.
- Membrana: Vitamina E, betacarotenos y ubiquinol.
- Extracelular: ceruloplasmina, transferinas, lactoferinas, albúminas haptoglobinas, vitamina C y vitamina E<sup>36</sup>.



**Figura N°2. Interacción entre radicales libres y antioxidantes**

**Fuente:** López A. Vitaminas, salud y deporte. Parte II. [Internet]. 2018. [citado el 26 de mayo del 2020]; 13(2)<sup>37</sup>

### 2.2.6. Procesos oxidativos

La presencia de altos niveles de radicales libres o sustancias reactivas desencadena el proceso de oxidación, este es un proceso irreversible, sin consumo energético y es involuntario. Por otro lado, las especies reactivas, como el radical superóxido, está unido con efectos adversos sobre lípidos, proteínas, ácidos nucleicos llegando hasta producir mutaciones espontáneas. De otra manera puede ocurrir cuando hay una gran cantidad de radicales libres en nuestro organismo presenta muchos sistemas antioxidantes.<sup>38</sup>

El desequilibrio de estas sustancias reactivas modifica el proceso, que se denomina “Estrés Oxidativo”; dado que no existe un sistema enzimático correcto capaz de conservar su reproducción dentro del rango normal, por lo que los radicales libres en nuestro organismo aumentarían. La disponibilidad de enzimas presentes en el organismo humano, nos dice que hay un terreno favorable de la enfermedad que está relacionado con los defectos del sistema en controlar los radicales libres como los que se producen normalmente durante el ejercicio físico, actividad muscular o producidos por causas externas anormales como contaminación ambiental, drogas, estrés, cigarrillos, enfermedades por defectos de las enzimas o acumulación de radicales libres por infecciones crónicas.<sup>38</sup>

Hay muchas enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo como envejecimiento, cáncer, diabetes mellitus, osteoporosis, obesidad, aterosclerosis, procesos reumáticos, alteraciones cardíacas y metabólicas entre otras.<sup>38</sup>

#### **2.2.7. Cremas**

Las cremas son mezclas emulsionadas de agua y sustancias grasas (inmiscibles entre sí), que se pueden mezclar mediante la acción emulsionante para obtener una mezcla estable, su administración es vía tópica<sup>39</sup>.

Estas pueden clasificarse en función del excipiente principal que contengan:

- **Cremas lipófilas o cremas water in oil (W/O)**

Son adecuados para preparar medicamentos liposolubles. Al momento que se aplica a la piel, el agua incorporada se evapora y la grasa se absorbe debido al cambio de temperatura, causando una sensación refrescante. Se absorben de forma parcial, este tipo de cremas no se mezcla con exudación de la piel ni con el sudor. Tienen un efecto oclusivo moderado, no es congestivo como las pomadas y ungüentos. Además, son indicadas para liberar principios activos sobre la piel y no se eliminan con agua debido a su alta proporción de grasa. Se recomienda su uso en casos de piel seca, reacción dérmica o inflamación crónica de la piel.

Un ejemplo de este tipo de cremas sería el Cold Cream, usado en cosmética, como excipiente en dermatología, formada por aceite de almendras, aceite de ballena, dulces, agua y cera de abeja como emulsionante.

- **Cremas hidrófilas o crema oil in water (O/W)**

Son las cremas más ideales para elaborar medicamentos hidrosolubles; este tipo de cremas al ser aplicadas pierden rápido el agua sin dejar ningún residuo evidente; debido a la poca cantidad de grasa casi no tienen efecto oclusivo y se absorben rápido en la piel. Se mezclan bien con las secreciones de la superficie cutánea y son excelentes para cuidar la piel de la suciedad. Dado que su porcentaje de grasa es muy pequeño, no manchan y se lavan rápido con agua<sup>39</sup>.

### **Excipientes**

Son sustancias auxiliares que contribuyen a que se elabore mejor una forma farmacéutica específica, la función básica del excipiente es ayudar de soporte al principio activo que se quiera colocar sobre la piel, además el excipiente permitirá que el principio activo penetre menos o más profundamente por debajo del área de aplicación y contribuyendo así a la eficacia de la fórmula.

Por otro lado, los excipientes ayudan a conservar los mecanismos de defensa de la piel, así también las características físicas y químicas como el grado de humedad y pH.

### **Características**

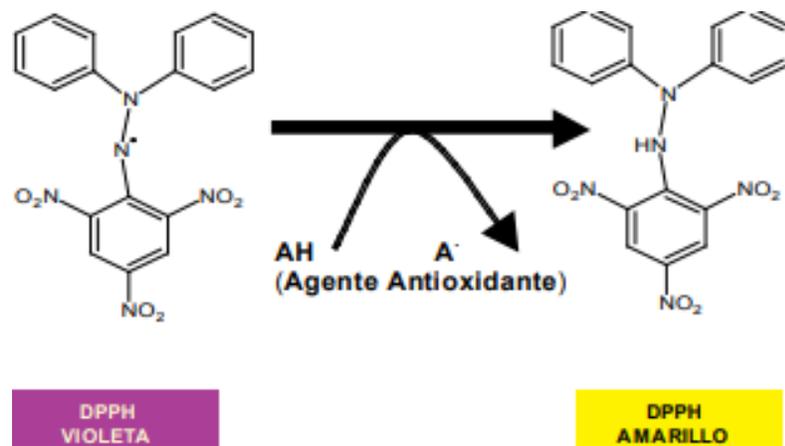
No debe causar irritación o alergias en la piel, principio activo con afinidad física y química, seguridad frente a diversos factores ambientales para garantizar su conservación, estabilidad de ser apropiado para que su extensión en la piel sea fácil y puedan dispensarse en tubos, características organolépticas agradables, estabilidad para incorporar sustancias solubles en agua y en aceite, facilidad para actuar sobre la piel grasa o seca, capacidad para transferir rápido a la piel las sustancias activas, no reseca, ni desengrasa la piel<sup>31</sup>.

#### **2.2.8. Fundamento teórico del método DPPH para determinar capacidad antioxidante<sup>42</sup>.**

Este método es bien conocido, fácil, rápido y adecuado para medir la actividad antioxidante natural, debido a su alta sensibilidad. El DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) es un tipo radical libre orgánico de nitrógeno estable que, al reaccionar con un antioxidante, cambia el color violeta a amarillo o transparente. El electrón impar del átomo de nitrógeno en el DPPH se reduce mediante la recepción de un átomo de hidrógeno proveniente de antioxidantes; mientras el DPPH puede aceptar un electrón o radical para convertirse en una molécula

estable. Esto es susceptible de determinar a longitud de onda de 515 o 517 nm.

Este método por lo general usa Trolox (análogo de la vitamina E) como estándar de referencia<sup>42</sup>.



**Figura N°3. Método de captación del radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazilo (DPPH).**

**Fuente:** Castañeda C, Ramos L, Ibáñez V. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas [Internet].2011 [Citado el 18 de junio del 2020]<sup>42</sup>.

### **III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1 Unidad de análisis, universo y muestra**

##### **3.1.1. Unidad de análisis**

- Cremas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a una concentración de 300 µg/mL.
- Cremas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a una concentración de 400 µg/mL.

##### **3.1.2. Universo**

- Cremas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a diferentes concentraciones.

##### **3.1.3. Muestra**

- Crema a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a una concentración de 300 µg/mL
- Crema a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a una concentración de 400 µg/mL

##### **3.1.4. Criterios de inclusión**

- Crema en buen estado.
- Crema con buenas características organolépticas.
- Cremas libres de microorganismos (bacterias, hongos).

### **3.1.5. Criterios de exclusión**

- Crema que presenta malas características organolépticas.
- Crema que no presente un pH fisiológico adaptable a la piel (valor óptimo de pH entre 4 a 8.5).
- Crema diluida con poca consistencia.

## **3.2 Métodos de investigación**

### **3.2.1. De acuerdo al fin que se persigue**

Es básica, porque no busca la aplicación práctica de sus descubrimientos, sino el aumento del conocimiento para responder a preguntas que puedan ser aplicados en otras investigaciones.

### **3.2.2. De acuerdo al diseño de contrastación**

Es experimental, porque se manipula la variable de la actividad antioxidante de las cremas a base de *Nasturtium officinale* “berro”.

## **3.3. Técnicas de investigación**

### **a. Obtención de la especie vegetal *Nasturtium officinale* “berro”**

La especie vegetal *Nasturtium officinale* “berro” fue recolectada en el centro poblado Otuzco, distrito de Baños del Inca, provincia Cajamarca, ubicada a 2,667 msnm.

Se recolectó 20 kg de esta especie vegetal, después se trasladó a las instalaciones del laboratorio de Tecnología de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, donde se realizó el lavado y selección; previamente secas fueron pulverizadas con ayuda de mortero y pilón hasta obtener un polvo fino, posteriormente se almacenó en un frasco de boca ancha para la preparación del extracto hidroalcohólico<sup>43</sup>.

#### **b. Obtención del extracto hidroalcohólico**

El extracto hidroalcohólico de las hojas de *Nasturtium officinale* “berro” se preparó al 20% p/v. En un frasco ámbar se colocó 20 g de la muestra (polvo seco) y 100mL de etanol de 80°, se dejó macerar por tres días, dándole movimiento tres veces cada 24 horas por 15 minutos. Pasado las 72 horas de maceración se filtró en un Beaker con ayuda de un embudo y papel filtro. El extracto obtenido se colocó en una cápsula de porcelana llevando a la estufa a 60°C hasta obtener una muestra seca, extrayéndose con una espátula<sup>48</sup>.

#### **c. Aislamiento de la porción flavonoica**

Después de obtener la muestra seca, se colocó en recortes de papel filtro adecuándolas a un amarrado con pabilo; seguidamente se armó el equipo Soxhlet y se utilizó como solvente thinner (mezcla de solventes orgánicos: tolueno, cetonas, alcohol metílico, hexano, xilenos y ésteres)

para el desengrasado, eliminación de grasa, ceras, pigmentos y otros metabolitos; esto se logró sometiendo la muestra a 3 sifoneos seguidos. La muestra secó a temperatura ambiente y en un nuevo papel filtro se preparó una vez más para continuar el proceso de aislamiento. Posteriormente se armó un nuevo sistema de Soxhlet con 300 ml acetato de etilo en el cual se dejó pasar 5 sifoneos, obteniendo así la porción flavonoica. Guardándose inmediatamente la solución obtenida (porción flavonoica en acetato de etilo)<sup>28</sup>.

#### **d. Cuantificación de flavonoides totales**

##### **Para hallar la curva de calibración de quercetina**

Se pesó 20 mg del patrón (quercetina) el cual fue diluido con alcohol de 96° c.s.p 25 mL. Seguidamente, de esta solución preparada se extrajo volúmenes de 50 µL, 100 µL, 150 µL, 200 µL, 250 µL, 300 µL, 350 µL; se aforó con alcohol de 96° hasta 25 mL luego, se dejó reposar por 30 minutos y las absorbancias fueron leídas en el espectrofotómetro a 248 nm (estas diluciones se convirtieron a concentraciones de 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,2; 0,24; 0,28 mg/mL respectivamente).<sup>28</sup>

### **Para la cuantificación de flavonoides**

Se pesó 20 mg de la porción flavonoica en acetato de etilo, la cual fue diluida con alcohol de 96° c.s.p 25 mL. Seguidamente, se extrajo volúmenes de 50 µL, 100 µL, 150 µL, 200 µL, 250 µL, 300 µL, 350 µL; aforados con alcohol de 96° hasta 25 mL luego, se dejó reposar por 30 minutos y las absorbancias fueron leídas en el espectrofotómetro a 248 nm (estas diluciones se convirtieron a concentraciones de 0,04; 0,08; 0,12; 0,16; 0,2; 0,24; 0,28 mg/mL respectivamente).

### **e. Elaboración de las cremas (Cantidad de porción flavonoica para la elaboración de las cremas)**

Ayvar J (2018), aisló la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro” a concentraciones de 50, 100, 200, 300, 400µg/mL, donde obtuvo mayor actividad antioxidante en las concentraciones de 300µg/mL y 400µg/mL con un 74,6% y 88,4% respectivamente. Debido a ello se calculó la cantidad necesaria de porción flavonoica para agregar a la formulación de las cremas<sup>28</sup>.

<b>Formulaciones</b>	<b>Porción flavonoica (mL)</b>
<b>Formulación N°01</b>	0,2459
<b>Formulación N°02</b>	0,3278

### **Crema N°01: 300µg/mL**

Formulación de la crema:

<b>Excipientes y cantidades a utilizar para la formulación de la crema N°01</b>	
Acido esteárico	1,2g
Alcohol cetílico	0,9g
Aceite de almendra	3g
Tween 80	0,52g
Metilparabeno	0,015g
Benzoato de sodio	0,03g
Propilenglicol	4,5g
Span 80	0,18g
Agua	19,41 g

### **Proceso de preparación de la crema**

El proceso se realizó teniendo en cuenta las dos fases que componen la crema; es así que en la fase oleosa (Beaker N°01) se fundió el ácido esteárico, alcohol cetílico, aceite de almendra y span 80. En la fase acuosa (Beaker N°02) se fundió metilparabeno, benzoato de sodio, propilenglicol, tween 80 y agua, hasta obtener una muestra homogénea, dado esto se mezclaron la fase acuosa sobre la fase oleosa; seguidamente se adicionó 0,2459 mL de la porción flavonoica con movimientos lentos. Finalmente se envasó y etiquetó<sup>44</sup>.

### **Crema N°02: 400µg/mL**

La formulación y elaboración de la crema N°02, se utilizó el mismo procedimiento de la crema N°01, a diferencia de la cantidad de la porción flavonoica que es de 0,3278 mL.

### **Procedimiento para el control de calidad**

#### **Determinación del pH**

Se disolvió una porción de crema en un recipiente con agua destilada y utilizamos el medidor de pH para la determinación (valor normal entre 4 a 8.5); observando el valor de 5.4 para la crema N°01 y 5 para la crema N°02.

#### **Color**

Esta característica se evaluó de manera visual, en el cual observamos el color blanco, no presentó manchas, partículas ni grumos.

#### **Olor**

No presentó olores irritantes ni rancios, el olor es característico permaneciendo incluso hasta los días de su almacenamiento<sup>45</sup>.

**f. Determinación de la actividad antioxidante de las cremas a base de *Nasturtium officinale* “berro”**

El método que se utilizó para determinar dicha actividad antioxidante fue de Brand-Willams con algunas modificaciones, donde se hizo uso del equipo espectrofotómetro y la lectura se realizó a una longitud de onda de 517 nm<sup>46</sup>.

- **Preparación del DPPH**

En una fiola se preparó 5 mg de DPPH aforado con metanol hasta 25 mL<sup>46</sup>.

- **Preparación de Trolox (6-hidroxi-2, 5, 7, 8 tetrametilcromo -2-ácido carboxílico)**

Se utilizó una fiola de 10mL para la dilución de 2mg de Trolox aforado con metanol<sup>47</sup>.

- **Sistema de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH)**

Blanco	: 1000μL de metanol
Patrón	: 960μL de DPPH + 40μL de Trolox
Control	: 960μL de DPPH + 40μL metanol
Muestra 01	: 960μL de DPPH + 40μL de la dilución de la crema a concentración de 300μg/mL
Muestra 02	: 960μL de DPPH + 40μL de la dilución de la crema a concentración de 400μg/mL

Una vez terminado se llevó a baño maría a 37°C por 30 minutos, posteriormente se midieron las absorbancias a una longitud de onda de 517 nm<sup>48</sup>.

Se calculó el porcentaje de actividad antioxidante mediante la siguiente fórmula<sup>49</sup>:

$$\%AA = 100 - \{(Am - Ab) * 100 / A \text{ control}\}$$

Dónde:

%AA = Porcentaje de actividad antioxidante.

Am = Absorbancia de la muestra

Ab = Absorbancia del blanco

A control = Absorbancia del reactivo DPPH

### **3.4. Instrumentos, equipos y reactivos**

#### **3.4.1. Instrumentos**

- Programa Básico Estadístico Excel 2016.
- Programa estadístico para ciencias sociales (SPSS)
- Prueba post hoc (Tukey)

#### **3.4.2. Equipos**

- Balanza Analítica, Marca Ohaus Adventurer y Modelo ARO640.
- Equipo de Baño María, Marca Brand y Modelo 652 31229 × 240 - 14k.
- Refrigeradora, Marca Coldex y Modelo TA04Y07EXB0.

- Espectrofotómetro Modelo: Spectronic© 20 GenesysTM
- Estufa, Marca Whirlpool Y Modelo ww5000500.

### **3.4.3. Reactivos**

- DPPH. (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) 99%. Laboratorio: Alorich.
- Trolox. (R)-(+)-6-hidroxi-2, 5, 7, 8 tetrametilcromo -2-ácido carboxílico 98%. Laboratorio: Spectrum.
- Quercetina del Laboratorios Merck.
- Etanol 96°, del Laboratorio Alkofarma.
- Metanol 99,8%, del Laboratorio Scharlau.

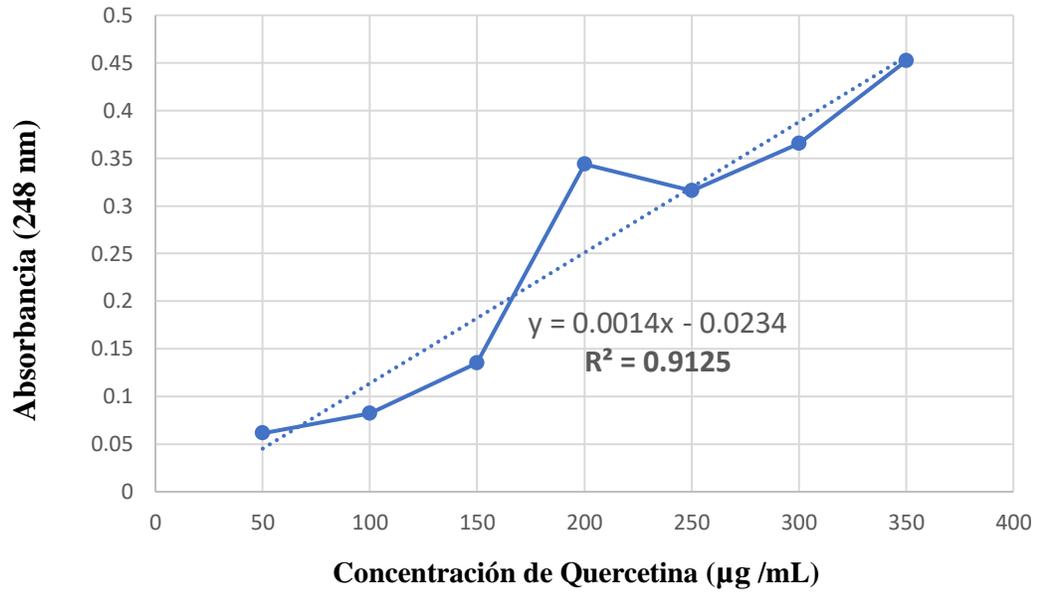
## **3.4 Técnicas de análisis de datos**

Los datos obtenidos fueron procesados de la siguiente manera: para determinar la porción flavonoica los datos fueron ingresados al programa Microsoft Excel y para determinar la actividad antioxidante que presentan las cremas elaboradas se empleó la técnica estadística de análisis de varianza (Anova) que ayudó para comparar el promedio de los resultados de los grupos de estudio y una prueba post hoc (Tukey) que compara el promedio de los grupos analizados.

### **3.5 Aspectos éticos de la investigación**

El presente trabajo de investigación se realizó utilizando cantidades mínimas de la especie vegetal *Nasturtium officinale* “berro”, garantizando la protección y cuidado de la especie<sup>50</sup>.

#### IV. RESULTADOS



**Gráfico N°1. Curva de calibración obtenida para la quercetina.**

**Interpretación:** En la curva de calibración de quercetina se observa la ecuación de la recta que es  $y = 0,0014x - 0,0234$  y el valor del coeficiente de determinación representado por  $R^2 = 0,9125$ , estos parámetros se miden en función de la concentración del analito.

**Tabla N°1. Cuantificación de flavonoides en la porción de acetato de etilo expresados en mg EQ de quercetina/100g de muestra.**

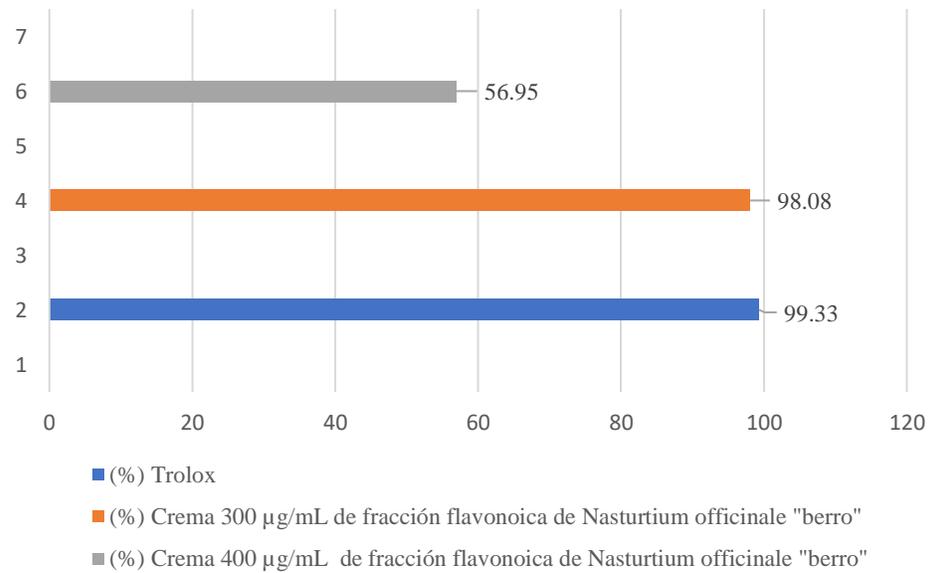
Concentración (mg/mL)	Absorbancia promedio de patrón quercetina	Absorbancia promedio de la porción flavonoica de <i>Nasturtium officinale</i> "Berro"	Flavonoides totales (mg EQ de quercetina/100 g de muestra)
0,04	0,061	0,011	122,857
0,08	0,082	0,017	144,286
0,12	0,135	0,021	158,571
0,16	0,344	0,026	176,429
0,2	0,316	0,03	190,714
0,24	0,366	0,036	212,143
0,28	0,452	0,039	222,857

**Interpretación:** En la tabla N°1 se observa las absorbancias promedio de quercetina, de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* "berro" y la cantidad de flavonoides presentes en las diferentes concentraciones.

**Tabla N°2. Porcentaje de captación de radicales libres de las cremas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* "berro" con respecto al patrón Trolox mediante el método de DPPH.**

<b>PROMEDIO DE ABSORBANCIAS</b>	<b>(%) Trolox</b>	<b>(%) Crema 300 µg de porción flavonoica de <i>Nasturtium officinale</i> "berro"</b>	<b>(%) Crema 400 µg de porción flavonoica de <i>Nasturtium officinale</i> "berro"</b>
0,434	99,33		
0,439		98,08	
0,582			56,95

**Interpretación:** La tabla N°2 muestra la comparación del porcentaje de captación de radicales libres de las cremas elaboradas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* "berro" a concentraciones de 300 y 400 µg/mL encontrándose una captación de 98,08 y 56,95% respectivamente, con respecto al patrón Trolox que fue de 99,33%.



**Gráfico N°2. Porcentaje de captación de radicales libres de las cremas elaboradas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* "berro" con respecto al patrón Trolox mediante el método de DPPH.**

**Interpretación:** El gráfico N°2 muestra la comparación del porcentaje de captación de radicales libres de las cremas elaboradas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* "berro" a concentraciones de 300 y 400 µg/mL encontrándose una captación de 98,08 y 56,95% respectivamente, con respecto al patrón Trolox que fue de 99,33%.

**Tabla N°3. Significancia estadística de acuerdo a la prueba ANOVA de las cremas a concentraciones de 300µg/mL y 400µg/mL de *Nasturtium officinale* “berro”**

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Entre grupos</b>	3835,409	2	1917,704	4836,886	0,000
<b>Dentro de grupos</b>	3,172	8	0,396		
<b>Total</b>	3838,580	10			

**Interpretación:** En la tabla N°3 se muestra un análisis estadístico comparativo mediante el ANOVA. Se obtuvo un valor de  $p = 0,000$  para la comparación entre todos los grupos, indicando que existe diferencias significativas.

**Tabla N°4. Significancia estadística de acuerdo a la prueba POST HOC Tukey para el patrón, crema de 300µg y crema de 400µg de *Nasturtium officinale* “berro”**

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
<b>Patrón</b>	<b>Crema 300 µg</b>	1,25000	0,45984	<b>0,061</b>
	<b>Crema 400 µg</b>	42,38000	0,45984	0,000
<b>Crema 300 µg</b>	<b>Patrón</b>	-1,25000	0,45984	<b>0,061</b>
	<b>Crema 400 µg</b>	41,13000	0,51412	0,000
<b>Crema 400 µg</b>	<b>Patrón</b>	-42,38000	0,45984	0,000
	<b>Crema 300 µg</b>	-41,13000	0,51412	0,000

**Interpretación:** La tabla N°4 muestra un análisis comparativo mediante la prueba Tukey, que se realizaron a los porcentajes de capacidad atrapadora de radicales libres de la crema de 300µg, crema de 400µg en comparación con el Patrón, evidenciándose diferencias significativas entre la crema de 400µg y el Patrón ( $p < 0,05$ ); mientras que al comparar la crema 300µg con el Patrón, no se evidenció diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

## V. DISCUSIÓN

Las diferentes enfermedades que aquejan a la población tales como: cáncer, diabetes mellitus, osteoporosis, obesidad, aterosclerosis, procesos reumáticos, alteraciones cardiacas, metabólicas, envejecimiento, entre otras; todas ellas tienen en común su desarrollo a nivel celular, dando paso al llamado estrés oxidativo; proceso que inicia por un desequilibrio en el organismo entre sustancias antioxidantes y radicales libres; en tal sentido, los antioxidantes pueden tomarse como posibles solucionadores a dichas enfermedades<sup>51</sup>.

Es así, siendo notoria la importancia de estos metabolitos para dar posible solución a estos problemas de salud, la ciencia a través de sus estudios e investigaciones ha logrado desarrollar antioxidantes sintéticos, que son de aprovechamiento en la industria alimenticia, pero trayendo consigo complicaciones de salud a largo plazo por su uso continuo; es allí donde nace el interés por estudiar el reino vegetal y sus beneficios, saliendo a realce los antioxidantes naturales. Estos metabolitos en estudios in vitro han demostrado gran eficacia, conllevando a despertar aún más el interés en ellos<sup>60</sup>.

En relación a ello, Klimek M y Halina A (2018)<sup>8</sup>, realizaron un estudio de *Nasturtium officinale* “berro”, hallando que esta planta herbácea presenta compuestos polifenólicos en su composición, esto le atribuye efectos medicinales como antibacterianos, antioxidantes, antialérgico, antiviral, antiinflamatorio y cardioprotector, asimismo los investigadores detallan que fue hallado como parte de su composición fitoquímica los compuestos fenólicos y glucosinolatos que le dan la actividad antioxidante a esta especie vegetal. De igual manera, Ozen T (2009)<sup>15</sup> y Rengifo D (2018)<sup>52</sup>, en sus estudios demostraron que esta planta presenta antioxidantes naturales por los diferentes metabolitos que existen en su estructura.

Estudiando más a detalle sobre los metabolitos de gran importancia de *Nasturtium officinale* “berro”, Maravillas A (2017)<sup>53</sup>, indica que la capacidad antioxidante de los flavonoides es debido a sus propiedades estructurales que presentan un grupo catecol en el anillo B; un doble enlace insaturado entre C2 y C3 en el anillo C y; un grupo hidroxilo en C3 en el anillo C.

Dentro de este marco de importancia, queda demostrado la capacidad antioxidante que presenta *Nasturtium officinale* “berro”, por lo cual, en este estudio realizado, deseamos obtener la porción flavonoica (este es un

metabolito con capacidad antioxidante) en acetato de etilo para poder determinar el porcentaje de captación de radicales libres que presenta nuestra planta en estudio, y también determinar si este porcentaje de antioxidantes se mantiene en fórmulas farmacéuticas como cremas.

En relación a la parte metodológica de nuestro trabajo de investigación, podemos describir que, para obtener la porción flavonoica primeramente se realizó la preparación de un extracto hidroalcohólico, seguidamente se realizó el desengrasado con thinner y finalmente se separó la porción flavonoica con acetato de etilo. Proceso similar describe Ayvar J (2018)<sup>28</sup> solo diferenciándose la concentración de DPPH la cual fue de 24 mg en 100mL.

Como segundo paso se realizó la cuantificación de flavonoides en la porción de acetato de etilo expresados en mg EQ de quercetina/100g de muestra, a concentraciones de 0,04; 0,08; 0,12; 0,16 ;0,2 ;0,24; 0,28 mg/mL y se encontró 122,857; 144,286; 158,571; 176,429; 190,714; 212,143; 212,143 mg de flavonoides respectivamente, esto indica que la mayor porción de flavonoides se encuentra en la última concentración como se muestra en la tabla N°1.

Posteriormente, para comparar la actividad antioxidante entre las cremas de 300  $\mu\text{g/mL}$  y de 400  $\mu\text{g/mL}$  a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro”, se utilizó el método de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), ya que, Guija E et al (2015)<sup>54</sup>, afirman en sus investigaciones que este método se usa preferentemente para evaluar la actividad antioxidante de los radicales libres en especies vegetales.

Finalmente, la crema de 300  $\mu\text{g/mL}$  presenta mayor actividad atrapadora de RL con un porcentaje de 98,08%, no así la crema de 400  $\mu\text{g/mL}$ , la cual mostró tener menor capacidad antioxidante de 56,95%. Estos datos al ser introducidos al software Microsoft Excel 2016 muestran una significancia estadística de acuerdo a la prueba ANOVA, siendo para la primera crema a concentración de 300 $\mu\text{g/mL}$   $p>0,05$ , mientras que en la segunda crema a concentración de 400  $\mu\text{g/mL}$   $p<0,05$ , tal como se muestra en tabla N°4.

Los resultados obtenidos y descritos anteriormente se pueden fundamentar con el estudio realizado por Kuskoski M, Asuero A, Troncoso A, Mancini J, Fett R (2020)<sup>56</sup>, quienes mencionan que la capacidad antioxidante de una mezcla no solo deriva de la suma de las capacidades antioxidantes de cada componente; sino también depende del microambiente donde se encuentra el compuesto. Los compuestos interactúan entre sí y pueden producir

efectos sinérgicos o inhibitorios; esto explica la variación de porcentaje de captación de RL en las dos concentraciones diferentes de cremas elaboradas a base de *Nasturtium officinale* “berro”, de igual modo, Frankel E (2012)<sup>57</sup>, indicó que el uso de distintos sustratos lipídicos tendrá un impacto significativo en la actividad de diversos antioxidantes según su naturaleza hidrófila o lipófila; las características de solubilidad y distribución afectan la actividad de los antioxidantes en un sistema heterogéneo donde se distribuyen de manera diferente entre las fases acuosa y lipídica; debido al mecanismo de oxidación y descomposición del hidroperóxido varía con la temperatura, por lo que se pueden obtener diferentes resultados a diferentes temperaturas; y los distintos métodos utilizados para seguir la oxidación pueden dar resultados variables según los diferentes efectos de los antioxidantes en la formación de hidroperóxidos y su descomposición. Las eficiencias de antioxidantes relativas cambian significativamente de un sustrato lipídico oxidante a otro. En el mismo sustrato lipídico, la actividad relativa de los antioxidantes generalmente depende de la concentración de los antioxidantes.

Para culminar, dado que *Nasturtium officinale* “berro” es una especie vegetal en investigación, no fue posible encontrar más investigaciones sobre la actividad antioxidante de cremas a base de este vegetal que se haya

comprobado por medio de la experimentación, es por ello que con esta investigación se pretendió añadir la acción antioxidante del “berro” a formas farmacéuticas tópicas ya que según Castellanos G, Alcalá D (2010)<sup>50</sup>, mencionan que estos preparados son fácilmente utilizados por la población y al ser usados por vía tópica mejora sus beneficios para la piel por lo cual, la concentración de antioxidantes y el vehículo son factores importantes en su efectividad. Por otro lado Castaño C (2018)<sup>59</sup> afirma que las cremas tópicas son en la actualidad una estrategia clave para la prevenir las manifestaciones cutáneas, por lo que es la vía responsable del envejecimiento celular; debido a esto revisan activos cosméticos que son capaces de neutralizar su efecto y la relevancia del mismo, por lo que es fundamental la aplicación de activos antioxidantes que pueden minimizar los efectos del estrés oxidativo y retrasar la muerte celular que se oculta tras el proceso de envejecimiento de la piel.

## VI. CONCLUSIONES

- La actividad antioxidante de las cremas elaboradas a base de la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro”, fue de 98,08% en la crema de 300 µg/mL y 56,95% en la crema de 400 µg/mL.
- Se cuantificó los flavonoides presentes en la porción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro”, obteniendo como resultado 212,143mg en 100g de muestra a una concentración de 0,28 mg/mL.
- Se comparó la actividad antioxidante in vitro de las cremas de 300µg/mL y 400 µg/mL a través del método 2,2- Difenil-1- Picrilhidrazilo (DPPH) encontrándose que la crema de 300 µg/mL tiene mayor actividad antioxidante que la crema de 400 µg/mL.

## VII. RECOMENDACIONES

- Profundizar los conocimientos sobre los compuestos fitoquímicos de *Nasturtium officinale* “berro” para la formulación de formas farmacéuticas con actividad antioxidante.
- Se recomienda realizar estudios de pre formulación de productos farmacéuticos a base *Nasturtium officinale* “berro” para utilizar su actividad antioxidante.
- Realizar estudios de comparación del efecto antioxidante de *Nasturtium officinale* “berro” con otras especies vegetales de Cajamarca.
- Usar como medicina alternativa las hojas de *Nasturtium officinale* “berro”, ya que mostró tener actividad antioxidante.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud. [Internet]. 2018. [Citado el 26 de mayo. de 2020]. Disponible en:  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>
2. Rodríguez T, Peña M, Gómez N, Santisteban Y, Hernández M. Estrés oxidativo: genética, dieta y desarrollo de enfermedades. [internet] 2015 [citado el 26 de mayo del 2020]; 19(4). Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1560-43812015000400009](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812015000400009)
3. Elejalde J. Oxidación, entre la vida y la enfermedad. Investigación en salud [Internet].2001, ene. [citado el 15 de setiembre del 2019]; 18(1). Disponible en:  
<http://scielo.isciii.es/pdf/ami/v18n1/editorial.pdf>
4. Paredes F, Roca J. influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular [Internet].2002, agosto. [citado el 26 de mayo del 2020]; 21(7). Disponible en:  
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-pdf-13034834>

5. Castellanos G, Alcalá D. Antioxidantes en dermatología [internet]. 2010, dic. [citado el 26 de mayo del 2020]; 8(4). Disponible en:  
<https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2010/dcm104j.pdf>
6. Coronado M, et al. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana [internet]. 2015, jun. [citado el 26 de mayo del 2020]; 42(2). Disponible en:  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v42n2/art14.pdf>
7. Muñoz A, Ramos F, Ortiz C, Castañeda B. Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos en recursos vegetales promisorios [internet]. 2007, set. [citado el 26 de mayo del 2020]; 73(3). Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2007000300003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300003)
8. Klimek M, Halina A. Composición química, uso tradicional y profesional en medicina y estudios biotecnológicos de *Nasturtium officinale* “berro” [Internet]. 2018 [Citado 26 de mayo 2020]; 129. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0367326X18305719?via%3Dihub>
9. Navarro A, Padilla A, Dávila R, Pérez M, Sosa R. Evaluaron la actividad antioxidante de (*Nasturtium officinale* (berro) [Internet]. 2008, mar. [Citado

21 de agosto 2019]; (74). Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2008000100005](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000100005)

10. Aires A. Carvalho R. Saavedra M. Caracterización fitoquímica y propiedades antioxidantes de brotes de berros producidas bajo el sistema de producción ecológica [Internet].2013 [Citado el 15 de setiembre del 2019]; 11(4). Disponible en:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2013.769025>

11. Fogarty M. Hughes C. Burke G. Brown J. Suplementación aguda y crónica del berro atenúa el daño al ADN de las células mononucleares periféricas inducidas por el ejercicio y la peroxidación de lípidos [Internet].2013, ene. [Citado el 15 de setiembre del 2019]; 109(2). Disponible en:  
<https://www.cambridge.org/core/journals/britishjournalofnutrition/article/acute-and-chronic-watercress-supplementation-attenuates-exercise-induced-peripheralmononuclearcelldnadamageandlipidperoxidation/3063DCFA3E9F6D2E72EA6B2DBAB89751>

12. Giallourou N, Oruna M, Harbourne N (2016). Efectos de los métodos de procesamiento doméstico sobre el contenido fitoquímico del berro

(*Nasturtium officinale*). [Internet]. 2016 [Citado 21 de agosto 2019].

Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27374550>

13. Mohsen A, Khazaei M, Khazaei F, Naseri L. El extracto hidroalcohólico de *NasturtiumOfficinale* L. mejoró la lesión oxidativa inducida por la oximetolona en el testículo de ratón y los parámetros del esperma [Internet].2019, ene. [citado el 15 de setiembre del 2019]; 51(7). Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31025410>

14. Casanova N, Simoniello M, López M, Carballo M. Efecto modulador del berro contra el estrés oxidativo inducido por ciclofosfamida en ratones [Internet].2017 [citado el 15 de setiembre del 2019]; 77(3): 201-206. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28643677>

15. Ozen T. Investigación de las propiedades antioxidantes de los extractos de hojas de capuchina officinale (berros) [Internet].2009 [Citado el 15 de setiembre del 2019]; 66 (2): 187-93. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19719054>

16. Zeb A. Perfil fenólico y potencial antioxidante del berro silvestre (*Nasturtium officinale* L.). [Internet].2015, dic. [Citado 10 de setiembre del 2019]; 3(4):283-90. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26636002/>
  
17. Lleellish M, Jael O, Huber T. [Internet]. 2015 [citado 20 de julio del 2020]. Disponible en:  
[https://www.serfor.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/12/guia\\_flora\\_lomas\\_lima\\_2015.pdf](https://www.serfor.gob.pe/wpcontent/uploads/2015/12/guia_flora_lomas_lima_2015.pdf)
  
18. Pautrat L, Ángulo I, Germana C, Uchima C, Castillo R, Candela M. Manual de identificación de especies peruanas de flora y fauna silvestre susceptibles al comercio ilegal. [Internet].2017. [Citado el 11 de setiembre de 2019]. Disponible en:  
[http://infobosques.com/portal/wpcontent/uploads/2017/02/4d8140f161229\\_MODULO\\_III\\_Identificacion\\_de\\_especies\\_de\\_flora\\_silvestre\\_y\\_productos\\_derivados\\_comercializados\\_co.pdf](http://infobosques.com/portal/wpcontent/uploads/2017/02/4d8140f161229_MODULO_III_Identificacion_de_especies_de_flora_silvestre_y_productos_derivados_comercializados_co.pdf)
  
19. Gobierno Regional de Cajamarca. Estrategia Regional de Biodiversidad de Cajamarca al 2021. [Internet]. 2009 [citado 20 de julio del 2020]. Disponible en:  
<https://www.cbd.int/doc/nbsap/sbsap/pe-sbsap-cajamarca-es.pdf>

20. Lucio L, Torres F. Conocimientos tradicionales de las plantas medicinales de las jalcas de Cajamarca y Celendín. [Internet]. 2019 [citado 20 de julio del 2020]. Disponible en:  
[https://grufides.org/sites/default/files//documentos/publicaciones/MANUAL%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Diciembre2019\\_compressed.pdf](https://grufides.org/sites/default/files//documentos/publicaciones/MANUAL%20PLANTAS%20MEDICINALES%20Diciembre2019_compressed.pdf)
21. Canelon A. Flora de Cajamarca: Características más Importantes. [Internet].2019. [Citado el 12 de setiembre de 2019]. Disponible en:  
<https://www.lifeder.com/flora-cajamarca/>
22. Arnao I, Seminario J, Cisneros R, Trabucco J. Potencial antioxidante de 10 accesiones de yacón, *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. &Endl.) H. Robinson, procedentes de Cajamarca – Perú. [Internet].2011. [Citado 26 de mayo del 2020];72(4):239-43. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/afm/v72n4/a03v72n4.pdf>
23. Muñoz B, Tejada R, Minchan P. Determinación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Myrcianthes discolor* “Lanche” provenientes de la Región Cajamarca, 2015. [Internet].2016. [Citado 26 de mayo del 2020];17(3). Disponible en:  
<https://revistas.upagu.edu.pe/index.php/PE/article/view/431>

24. Gil L, Alva R, Chuquilin C. Plantas Medicinales del Comercio Ambulatorio de la ciudad de Cajamarca. [Internet].2017. [Citado 26 de mayo del 2020]. Disponible en:  
[https://www.serfor.gob.pe/wpcontent/uploads/2017/09/peru\\_plantas\\_medicinales\\_de\\_cajamarca.pdf](https://www.serfor.gob.pe/wpcontent/uploads/2017/09/peru_plantas_medicinales_de_cajamarca.pdf)
25. Rojas M, Rumay A. Determinación de la actividad antioxidante in vitro del extracto hidroalcohólico de las hojas de Piper aduncum procedente la Provincia de San Marcos – Departamento de Cajamarca. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Escuela Académico profesional de Farmacia y Bioquímica. Trujillo, TESIS. [Internet].2010. [Citado el 26 de mayo de 2020]. Disponible en:  
[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4794/Rojas%20Castillo%20Marcel.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2017/09/peru\\_plantas\\_medicinales\\_de\\_cajamarca.pdf](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4794/Rojas%20Castillo%20Marcel.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2017/09/peru_plantas_medicinales_de_cajamarca.pdf)
26. Saavedra G, Blanco C, Pino M, Aspe C. Hortalizas saludables: El Berro. [Internet]. [Citado el 26 de mayo de 2020. Disponible en:  
<http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/ta/NR38086.pdf>
27. Rodríguez B. Estudio investigativo del Berro y Propuesta Gastronómica. [Internet].2014. [Citado el 11 de setiembre de 2019]. Disponible en:  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11931/1/58535\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11931/1/58535_1.pdf)

28. Ayvar J. Actividad antiinflamatoria y antioxidante in vitro de la fracción flavonoica aislada de las hojas de *Nasturtium officinale* R.Br. “berro” Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Bioquímica y Farmacia. Ayacucho. TESIS [Internet].2018. [Citado el 28 de diciembre de 2019. Disponible en:  
[http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3368/TESIS%20Fabr511\\_Ayv.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR1yH98WR2KAQ9N\\_73hpEKA1OE76LUqyhntAfY8XjUc4gSzXEQ0E4qZiwEc](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3368/TESIS%20Fabr511_Ayv.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR1yH98WR2KAQ9N_73hpEKA1OE76LUqyhntAfY8XjUc4gSzXEQ0E4qZiwEc)
29. Monsalve C, Cano A. La familia Brassicaceae en la provincia de Huaylas, Áncash. [Internet].2003, jul. [Citado 26 de mayo del 2020];10(1). Disponible en:  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332003000100003](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332003000100003)
30. Klimek M, SzopaA, Ekiert H. Composición química, uso tradicional y profesional en medicina, aplicación en la protección del medio ambiente, posición en las industrias de alimentos y cosméticos, y estudios biotecnológicos de *Nasturtium officinale* (berro)- una revisión.[Internet].2018, mayo. [Citado 26 de mayo del 2020];129: 283-292. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29852261/>

31. Yambay P. Elaboración y control de calidad de una crema a base de los extractos hidroalcohólicos de berro (*Nasturtium Officinale*) y llantén (plantago mayor) y comprobación de su actividad cicatrizante en heridas inducidas en ratones, Facultad de Ciencias Escuela de Bioquímica y Farmacia de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba-Ecuador., TESIS. [Internet].2013. [Citado el 11 de setiembre de 2019]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2473/1/56T00343.pdf>
32. Montse V. Antioxidantes presentes en los alimentos. Vitaminas, minerales y suplementos. [Internet].2007. [Citado el 11 de setiembre de 2019]; 26(10):79-86. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-antioxidantes-presentes-los-alimentos-vitaminas-13112893>
33. Terrado S, Barthelemy A, Valls M, Armand O. radicales libres y defensas Antioxidantes. [Internet]. [Citado el 11 de setiembre de 2019]. Disponible en: [https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26610815/?from\\_term=what+are+free+radicals&from\\_pos=2](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26610815/?from_term=what+are+free+radicals&from_pos=2)
34. Venereo J. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. RevCubMedMil [Internet]. 2002 jun [citado el 26 mayo del 2020]; 31(2): 126-133. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/mil/v31n2/mil09202.pdf>

35. Sánchez M. Antioxidantes. [Internet].2013. [Citado 26 de mayo del 2020].  
Disponible en:  
<http://imgbiblio.vaneduc.edu.ar/fulltext/files/TC112550.pdf>
36. Mayor R. Estrés Oxidativo y Sistema de Defensa Antioxidante. [Internet].2010. [Citado 26 de mayo del 2020];5(2):23-29. Disponible en:  
<http://scielo.iics.una.py/pdf/imt/v5n2/v5n2a05.pdf>
37. Pérez G. Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. Rev cubana Invest Bioméd [Internet]. 2003 Mar [Citado 26 de mayo del 2020]; 22(1). Disponible en:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03002003000100007&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002003000100007&lng=es)
38. López A. Vitaminas, salud y deporte. Parte II. [Internet]. 2018. [citado el 27 de mayo del 2020]; 13(2). Disponible en:  
[https://instituciones.sld.cu/imd/files/2018/09/Vitaminas\\_salud\\_deporte-II.pdf](https://instituciones.sld.cu/imd/files/2018/09/Vitaminas_salud_deporte-II.pdf)
39. Mazzarini L. Radicales libres y los procesos oxidativos del ser humano. Sistemas de medición [Internet]. [Citado el 13 de setiembre de 2019].  
Disponible en:  
<http://sambyh.com/articulos/radicales-libres-y-los-procesos-oxidativos.pdf>

40. López B, Ortonobes S, García C. Ungüentos, pomadas, cremas, geles y pastas. [Internet].2015. [Citado el 11 de setiembre de 2019];8(4):183-7. Disponible en:  
[http://archivos.fapap.es/files/6391294RUTA/FAPAP\\_4\\_2015\\_Unguentos\\_pomadas.pdf](http://archivos.fapap.es/files/6391294RUTA/FAPAP_4_2015_Unguentos_pomadas.pdf)
41. Fustero I. Cremas y preparados nutritivos. [Internet].2006. [Citado el 24 de junio del 2020]. Disponible en:  
<https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-cremas-preparados-nutritivos-13083623>
42. Amaya L, Portillo C. Determinación de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante en melaza, azúcar blanco y moreno en el ingenio chaparrastique por el método de espectrofotometría ultravioleta-visible. [Internet]. 2013. [citado el 26 de junio del 2020]. Disponible en:  
<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5311/1/16103410.pdf>
43. Aguilar R, Juep W. Determinación de la actividad antifúngica in vitro del extracto hidroalcohólico de las flores de *Tropaeolum majus* L. “mastuerzo” frente a *Sporothrix schenckii*. [Tesis]. Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. 2018.

44. Sánchez M. Preparación de cremas. Tecnología farmacéutica II. Cajamarca. 2017. p.69
45. Idrogo L, Vallejos J. Evaluación de la concentración de alicina presente en *Allium sativum* “ajo” para la formulación y elaboración de una crema antimicótica. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO. Cajamarca Perú. Tesis [internet]2019. [ citado el 15 de enero del 2020]. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/1067/FYB-027-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR0oWuXCYGmEznOpAFxbr-ektuzBvVMx5iKJruaaLcAdydLek0lugLJ8Ljo>
46. Castañeda C, Ramos L, Ibáñez V. Evaluación de la capacidad antioxidante de siete plantas medicinales peruanas [Internet].2011 [Citado el 18 de junio del 2020]. Disponible en: [https://medicina.usmp.edu.pe/medicina/horizonte/2008\\_1/Art4\\_Vol08\\_N1.pdf](https://medicina.usmp.edu.pe/medicina/horizonte/2008_1/Art4_Vol08_N1.pdf)
47. Zavaleta A. Determinación de actividad antioxidante. [internet]. [ citado el 15 de enero del 2020]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/46795/AlarconZavaletaT>

aniaMargarita2d2.pdf;jsessionid=6C92E4AA95F44F8606F04C7BBC106AF5?sequence=3

48. Tocas M, Abanto S. Efecto antioxidante de los extractos hidroalcohólicos de los granos verdes y tostados de Coffea arabica L. “café” [Tesis de Grado]. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Facultad de Ciencias de la Salud, carrera profesional de Farmacia y Bioquímica. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO. Cajamarca Perú. Tesis [internet] 2019. [citado el 15 de enero del 2020]. Disponible en:

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/744/FyB-014-2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

49. Garcia E, Cadorin T, Matias de Alencar S, Reis A, Loguercio A, Miranda R. Antioxidant activity by DPPH assay of potential solutions to be applied on bleached teeth. [Internet].2012, nov [Citado 26 de noviembre del 2020];23(1).

Disponible en:

[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-64402012000100004](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402012000100004)

50. Universidad Privada Autónoma del Sur S.A.C. CÓDIGO DE ETICA PARA LA INVESTIGACION. [Internet].2016. [Citado el 19 de setiembre de 2019.

Disponible en:

<http://www.upads.edu.pe/admin/files/transparencia/CIDIGO-DE-ETICA.pdf>

51. Lima L. Estrés oxidativo y antioxidantes: Actualidades sobre los antioxidantes en los alimentos. [Internet].2003, jul. [Citado 26 de junio del 2020];10(1).

Disponible en:

[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/estres\\_oxidativo\\_y\\_antioxidantes.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/estres_oxidativo_y_antioxidantes.pdf)

52. Rengifo D. Estudio fitoquímico cualitativo preliminar y cuantificación de flavonoides y taninos del extracto etanólico de hojas de *Desmodium vargasianum* Schubert. [Internet]. 2018, abr. [Citado 26 de junio del 2020].

Disponible en:

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v84n2/a02v84n2.pdf>

53. Maravillas A. Estudio de la complejación de flavonoides en ciclodextrinas.

[Internet].2017 [Citado 26 noviembre del 2020]. Disponible en:

<http://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/2836/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed>

54. Guija E, Inocente M, Ponce J, Zarsoza E. Evaluación de la técnica 2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo (DPPH) para determinar capacidad antioxidante.

- [Internet].2015 [Citado 26 de junio del 2020];15(1). Disponible en:  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/hm/v15n1/a08v15n1.pdf>
55. Omonte A. Actividad antioxidante de la crema elaborada a base de los compuestos fenólicos aislados de las flores de *Mutisia acuminata* R&P "chinchilcoma". Ayacucho, 2013. [Internet].2015 [Citado 26 de noviembre del 2020]. Disponible en:  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ\\_f6f2e8ac1ea3063dea7d7fac767e23b1](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNSJ_f6f2e8ac1ea3063dea7d7fac767e23b1)
56. Kuskoski M, Asuero A, Troncoso A, Mancini J, Fett R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. [Internet].2005 [Citado 26 de noviembre del 2020];25(4). Disponible en:  
<https://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27642.pdf>
57. Frankel E. Evaluaciones de antioxidantes. [Internet].2012 [Citado 26 de junio del 2020]. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/antioxidant-agent>
58. Castellanos G, Alcalá D. Esta revisión expone los mecanismos de daño cutáneo por RL y los efectos de los AOs tópicos, con el fin de ofrecer al dermatólogo un panorama más amplio del beneficio que podemos obtener de

su prescripción. [Internet]. 2010. [citado 28 de junio del 2020]; 8(4).

Disponible en:

<https://www.medigraphic.com/pdfs/cosmetica/dcm-2010/dcm104j.pdf>

59. Castaño C. Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos antienvjecimiento. [Internet]. 2018. [citado 28 de junio del 2020]; 59(2): 77-84. Disponible en:

<http://scielo.isciii.es/pdf/ars/v59n2/2340-9894-ars-59-2-77.pdf>

60. Coronado H. Vega S. Gutiérrez T. Et.al. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. [Internet]. 2021. [citado 26 de febrero del 2021]; 42(2). Disponible en:

[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182015000200014](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182015000200014)

# **ANEXOS**

## ANEXO N° 1

### FÓRMULA UTILIZADA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE LA CONCENTRACIÓN DE FLAVONOIDES EN LA PORCIÓN FLAVONOICA DE *Nasturtium officinale* “berro”

$$Y = 0,0014 x - 0,0234$$

Y= absorbancias

X= concentraciones

Despejando X para hallar la concentración de flavonoides

$$X = Y + 0,0234 / 0,0014$$

0,04mg/mL

$$Y = 0,011 \longrightarrow X = 24,571$$

0,08mg/mL

$$Y = 0,017 \longrightarrow X = 28,857$$

0,12mg/mL

$$Y = 0,021 \longrightarrow X = 31,714$$

0,16mg/mL

$$Y = 0,026 \longrightarrow X = 35,286$$

0,2mg/mL

$$Y = 0,03 \longrightarrow X = 38,143$$

0,24mg/mL

$$Y = 0,036 \longrightarrow X = 42,429$$

0,28mg/mL

$$Y = 0,039 \longrightarrow X = 44,571$$

## ANEXO N° 2

### FÓRMULA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE CAPTACIÓN DE RADICALES LIBRES POR EL MÉTODO 2,2 DIFENIL-1- PICRILHIDRAZIL (DPPH)

$$\%AA = 100 - \{(Am - Ab) * 100 / A \text{ control}\}$$

Dónde:

%AA = Porcentaje de actividad antioxidante

Am = Absorbancia de la muestra

Ab = Absorbancia del blanco

A control = Absorbancia del reactivo DPPH

a) Promedios de absorbancias para calcular la captación de radicales libres:

LECTURAS	BLANCO	CONTROL	PATRON	DPPH +	DPPH+
	(METANOL)	DPPH +	DPPH +	300 µg/mL	400 µg/mL
		METANOL	TROLOX		
1	0,415	0,369	0,430	0,481	0,576
2	0,432	0,424	0,433	0,407	0,564
3	0,449	0,25	0,440	0,428	0,605
<b>PROMEDIO</b>	<b>0,432</b>	<b>0,348</b>	<b>0,434</b>	<b>0,439</b>	<b>0,582</b>

**b) Cálculos:**

**Patrón:**

$$\%AA = 100 - \{(0,434 - 0,432) * 100/0,348\}$$

$$\%AA = 99,33$$

**Crema 300 µg/mL:**

$$\%AA = 100 - \{(0,439 - 0,432) * 100/0,348\}$$

$$\%AA = 98,08$$

**Crema 400 µg/mL:**

$$\%AA = 100 - \{(0,582 - 0,432) * 100/0,348\}$$

$$\%AA = 56,95$$

**ANEXO N°03**  
**GALERÍA FOTOGRÁFICA**



**Fotografía 01:** Recolección y lavado de la especie vegetal *Nasturtium officinale* “berro”



**Fotografía 02:** Secado y selección de las hojas de la especie vegetal



**Fotografía 03:** Pulverización de las hojas secas de la muestra vegetal



**Fotografía 04:** Preparación del extracto hidroalcohólico



**Fotografía 05:** Filtrado del extracto hidroalcohólico de la muestra *Nasturtium officinale* “berro”



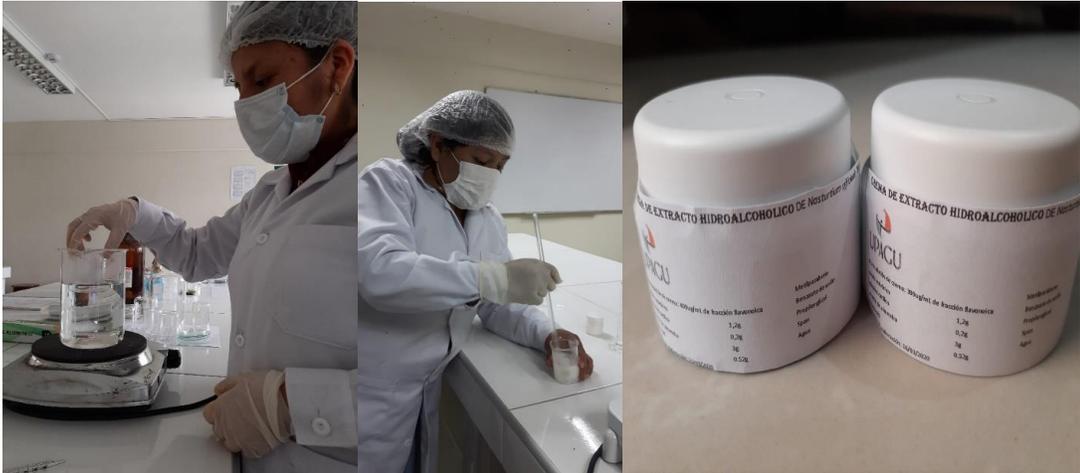
**Fotografía 06:** Secado del extracto hidroalcohólico en estufa



**Fotografía 07:** Extracción de la porción flavonoica en el equipo de soxhlet



**Fotografía 08:** Preparación de los reactivos a utilizar para la cuantificación de flavonoides totales



**Fotografía 09:** Elaboración de dos cremas con la fracción flavonoica de *Nasturtium officinale* “berro”



**Fotografía 10:** Preparación de reactivos y diluciones de las cremas para la determinación de la actividad antioxidante



**Fotografía 11:** Lectura de las respectivas absorbancias