



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

**ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE *in vitro* DEL EXTRACTO
HIDROALCÓHOLICO DE *Tropaeolum majus* L.
(MASTUERZO)**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE QUÍMICO
FARMACÉUTICO

AUTORES

Bach. ARIAS CANCHIHUAMAN, LENINA MERLY

<https://orcid.org/0009-0006-8840-4465>

Bach. RIQUEZ SARZO, HERLINDA AURORA

<https://orcid.org/0009-0001-4964-4451>

ASESOR

Mg. PINEDA PEREZ, NEUMAN MARIO

<https://orcid.org/0000-0001-6818-7797>

Lima – Perú

2023

**AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA
DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD**

Yo, **LENINA MERLY ARIAS CANCHIHUAMÁN**, con DNI **42111250**, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico presentada para optar el Título profesional de “Químico Farmacéutico”, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

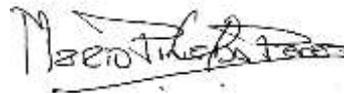
Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**¹ que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **18%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregando la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 19 días del mes de abril del año 2023.



LENINA MERLY ARIAS CANCHIHUAMÁN

DNI: 42111250



DR. NEUMAN MARIO PINEDA PEREZ

DNI 09410930

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título profesional
4. Título del trabajo de Investigación
5. Porcentaje de similitud

1. Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174- 2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

AUTORIZACIÓN Y DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

Yo, **HERLINDA AURORA RIQUEZ SARZO**, con DNI **80606618**, en mi condición de autora de la tesis/ trabajo de investigación/ trabajo académico presentada para optar el Título profesional de “Químico Farmacéutico”, **AUTORIZO** a la Universidad María Auxiliadora (UMA) para publicar de manera indefinida en el repositorio institucional, el archivo digital que estoy entregando, en cumplimiento a la Ley N°30035 que regula el Repositorio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de acceso abierto y su respectivo Reglamento.

Asimismo, **DECLARO BAJO JURAMENTO**¹ que dicho documento es **ORIGINAL** con un porcentaje de similitud **18%** y, que se han respetado los derechos de autor en la elaboración del mismo. Además, recalcar que se está entregando la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado evaluador.

En señal de conformidad con lo autorizado y declarado, firmo el presente documento a los 19 días del mes de abril del año 2023.



HERLINDA AURORA RIQUEZ SARZO

DNI: 80606618



DR. NEUMAN MARIO PINEDA PEREZ

DNI 09410930

1. Apellidos y Nombres
2. DNI
3. Grado o título profesional
4. Título del trabajo de Investigación
5. Porcentaje de similitud

2. Se emite la presente declaración en virtud de lo dispuesto en el artículo 8°, numeral 8.2, tercer párrafo, del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI, aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD, modificado por Resolución de Consejo Directivo N° 174- 2019-SUNEDU/CD y Resolución de Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD.

INFORME DE ORIGINALIDAD-TURNITIN

TESIS ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE in vitro

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	3%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	8%
2	repositorio.uma.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.uigv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	2%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	2%
6	revistascientificas.ifrj.edu.br Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas
 Excluir bibliografía

Activo
 Activo

Excluir coincidencias < 1%

DEDICATORIA

Este trabajo fruto de mi esfuerzo y constancia va dedicado con mucho amor a mi madre, mis hermanas y mi padre quien sembró el deseo de triunfar y superarme, el que desde el cielo me ilumina para seguir adelante con mis proyectos.

Herlinda Aurora Riquez Sarzo.

A Dios, por guiar con amor el camino para terminar mi carrera universitaria. Dedico de manera especial a mi hija por ser fuente de mi esfuerzo y ser mi más pura inspiración. A mi madre, porque siempre me apoyó, siempre confió en mí. A mi padre y hermanos. Gracias a ellos he aprendido a ser positiva y perseverante en todo lo que me proponga.

Lenina Merly Arias Canchihuamán.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primero a Dios ya que sin su bendición y su amor todo hubiera sido un total fracaso, a nuestras familias por su comprensión y estímulo constante, además por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra carrera universitaria.

Muy especial y sincero, a nuestro asesor, Mg. Neuman Mario Pineda Pérez, quien en cada momento nos alentó a culminar el presente trabajo de investigación.

Las Tesistas.

ÍNDICE GENERAL

	Páginas
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS	16
II.1 Enfoque y diseño de la investigación	16
II.2 Población, muestra y muestreo	16
II.3 Variables de la investigación	17
II.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	17
II.5 Plan metodológico para la recolección de datos	18
II.6 Procesamiento del análisis estadístico	21
II.7 Aspectos éticos	21
III. RESULTADOS	23
IV. DISCUSIÓN	27
IV.1 Discusión de resultados	27
IV.2 Conclusiones	29
IV.3 Recomendaciones	30
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

ANEXOS

ANEXO A: Instrumentos de recolección de datos	37
ANEXO B: Matriz de consistencia	38
ANEXO C: Operacionalización de las variables	39
ANEXO D: Certificado de Identificación botánica	40
ANEXO E: Evaluación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaleum majus L.</i> (mastuerzo)	41
ANEXO F: Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaleum majus L.</i> (mastuerzo)	42
ANEXO G: Evidencias fotográficas del trabajo de campo	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Resultados del patrón de referencia para DPPH: Trolox	23
Tabla 2. Resultados de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de mastuerzo	24
Tabla 3. Identificación de la concentración del extracto hidroalcohólico de <i>Tropaleum majus L.</i> (mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante	25
Tabla 4. Resultados del tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas de mastuerzo	26

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Resultados del patrón de referencia para DPPH: Trolox	23
Figura2. Resultados de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de mastuerzo	24

RESUMEN

Objetivo: Determinar la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo).

Materiales y métodos: Investigación experimental, explicativa, prospectiva, longitudinal y cuantitativa valorada mediante la determinación de la actividad antioxidante total basado en la capacidad de las sustancias antioxidantes en secuestrar radicales libres, haciendo uso del DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo).

Resultado: Se evidenció los porcentajes de inhibición del radical DPPH, obteniendo porcentajes de inhibición de 15.617%, para 100ug/mL, de 57.694%, para 500ug/mL y 93.471% para 1000ug/mL. La concentración del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante fue la de 1000ug/mL con 972.023 μ M Equivalente Trolox, de modo que a más concentración se tiene más capacidad antioxidante. El contenido de compuestos fenólicos presentes en las hojas de *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo), son los metabolitos secundarios que le otorgan sus efectos antioxidantes.

Conclusiones: Se determinó la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo) a diferentes concentraciones, y la que presenta mayor actividad antioxidante es de 1000ug/mL con 972.023 μ M Equivalente Trolox; siendo los primordiales metabolitos secundarios los componentes fenólicos los que le otorgan sus efectos antioxidantes.

Palabras claves: Actividad antioxidante, *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo), fenoles.

ABSTRACT

Objective: To determine the in vitro antioxidant activity of the hydroalcoholic extract of *Tropaeolum majus L.* (cress).

Materials and methods: Experimental, explanatory, prospective, longitudinal and quantitative research assessed by determining the total antioxidant activity based on the ability of antioxidant substances to scavenge free radicals, using DPPH* (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl).

Result: The percentages of inhibition of the DPPH radical were evidenced, obtaining percentages of inhibition of 15.617% for 100ug/mL, 57.694% for 500ug/mL and 93.471% for 1000ug/mL. The concentration of the hydroalcoholic extract of *Tropaeolum majus L.* (cress) that presents the highest antioxidant activity was 1000ug/mL with 972.023 μ M Trolox Equivalent, so that the higher the concentration, the higher the antioxidant capacity. The content of phenolic compounds present in the leaves of *Tropaeolum majus L.* (cress), are the secondary metabolites that give it its antioxidant effects.

Conclusions: The in vitro antioxidant activity of the hydroalcoholic extract of the leaves of *Tropaeolum majus L.* (cress) was determined at different concentrations, and the one with the highest antioxidant activity is 1000ug/mL with 972.023 μ M Trolox Equivalent; The main secondary metabolites being the phenolic components that give it its antioxidant effects.

Keywords: Antioxidant activity, *Tropaeolum majus L.* (cress), phenols.

I. INTRODUCCIÓN

El envejecimiento prematuro, las enfermedades degenerativas, el incremento de enfermedades metabólicas, se han convertido en los últimos años en un problema a nivel mundial. Las empresas farmacéuticas, las empresas cosméticas y las entidades de salud desarrollan innumerables esfuerzos por dar a conocer los peligros de exposición a diferentes agentes o elementos que tengan capacidad oxidante celular, por ello están en la búsqueda de nuevas sustancias con propiedades antioxidantes. La Organización Panamericana de Salud (OPS) afirma que hay más de 422 millones de personas que padecen de enfermedades metabólicas siendo la diabetes la de mayor incremento en los últimos años¹, en esa misma línea, las enfermedades cardiovasculares son consideradas como las más mortíferas ya que anualmente son la causa de 17,3 millones de decesos en el mundo².

España es considerada el país con mayor esperanza de vida, sin embargo, las enfermedades crónicas como la hipertensión arterial, diabetes, dislipemias y obesidad muestran una tendencia ascendente, a la fecha estas enfermedades abarcan el 80% de las entrevistas de Atención Primaria³. Asimismo, en Estados Unidos se han reportado un incremento de más del 50% de muertes por demencia en las últimas dos décadas, de las cuales el 46% se debieron a enfermedades degenerativas como Alzheimer. Además, en Latinoamérica, la población de 20 años a más tiene una prevalencia de sobrepeso del 31,5%, de obesidad el 40,6%, de diabetes mellitus tipo 2 entre el 6% y 17% y de hipertensión arterial entre 11,7% y 39,7%, siendo necesario el diagnóstico oportuno para disminuir la probabilidad de letalidad⁴.

En el Perú, las enfermedades degenerativas como el cáncer presentan una mortandad de 107 por cada 100 000 habitantes, los departamentos de Junín, Pasco, Huancavelica y Huánuco son las de mayor incidencia⁵. Además, el Instituto Nacional de Estadística e Informática refiere que el 14% de la población sufre de hipertensión arterial y el 3.9% padece diabetes mellitus siendo las mujeres las más afectadas⁶.

Todas las enfermedades mencionadas anteriormente están directamente relacionadas al estilo de vida no saludable y considerando que en los últimos dos años hemos estado en una situación de pandemia a causa del COVID-19, la cual aún continúa, es posible que estas enfermedades aumenten o se vuelvan crónicas. Las medidas restrictivas tomadas por el gobierno, el distanciamiento social, el miedo o temor a la enfermedad, la situación política por la cual atravesamos, han provocado cambios bruscos que pueden llevar a la población a entrar en un estado de estrés descuidando hábitos alimenticios saludables⁷.

Estos cambios hacen que nuestro organismo produzca radicales libres, los cuales son perjudiciales, ya que en exceso desarrolla el estrés oxidativo, ocasionando alteraciones bioenergéticas que son los principales factores que intervienen en el envejecimiento y desarrollo de las enfermedades antes mencionadas⁸. Considerando que diversas investigaciones demuestran que una de las formas para prevenir y evitar que se origine estas complicaciones en nuestro organismo, es el consumo de recursos vegetales los cuales contiene metabolitos con propiedades antioxidantes como son los compuestos fenólicos, taninos, glucósidos, esteroides, triterpenos, alcaloides, saponinas, flavonoides entre otros⁹. Como la quercetina cuyo uso en fórmulas tópicas han permitido la inhibición de los daños ocasionados por radiaciones UVB en animales de experimentación. Ya que, las plantas al ser entidades fotosintéticas, están expuestas a ambientes muy oxidativos, por lo que están dotados de un sistema antioxidante muy eficaz y al ser consumido por el ser humano se beneficia de dichas propiedades¹⁰.

Tal es el caso de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) que pese a ser utilizado empíricamente, aun no se ha terminado de demostrar científicamente su propiedad antioxidante, incluso laboratorios farmacéuticos están dando mayor importancia a la preparación de fármacos en base a recursos naturales por lo cual es necesario que diversas instituciones universitarias motiven la realización de estudios preliminares, con la finalidad de aportar conocimiento relevante¹¹.

Se planteó como pregunta principal de investigación:

- ¿Tendrá actividad antioxidante *in vitro* el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo)?

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, los recursos naturales provenientes de plantas están siendo usados con mayor frecuencia en el campo de la industria farmacéutica, ya que aportan grandes beneficios en mejora de la calidad de vida mediante la prevención de enfermedades degenerativas¹². Dichas enfermedades se producen debido a la prolongada exposición a oxidantes exógenos o a metabolitos endógenos en el cuerpo, ocasionando de esta manera especies reactivas de oxígenos (ROS), cuyo exceso de radicales libres que forma, puede causar la destrucción de las células por la oxidación de lípidos, proteínas, DNA y enzimas¹³.

El *Tropaeolum majus* L. es nativo de Perú, es una herbácea que se desarrolla todo el año, sus tallos son suculentos que crece como enredadera, sus hojas son aterciopelada y al igual que las flores son comestibles. Es conocido popularmente como Mastuerzo, es utilizado empíricamente por la población por sus propiedades medicinales como en casos de infecciones bacterianas, asma, constipación y antioxidante, sin embargo, en este último aún faltan la realización de estudios científicos que determinen su propiedad antioxidante¹⁴.

Como antecedentes internacionales tenemos a **Garzón A.** et al (2015) analizó el contenido y perfil de polifenoles en las inflorescencias de *Tropaeolum majus* de tres colores y comparó su potencial para absorber los radicales de oxígeno (ORAC). Se detectaron tres antocianinas primarias (ACN) y 15 compuestos fenólicos que no son ACN, incluidos los ácidos hidroxicinámicos (HCA) y los flavonoides (derivados de miricetina, quercetina y kaempferol). La concentración de antocianinas estuvo entre $31,9 \pm 21,7$ y $114,5 \pm 2,3$ mg de cianidina-3-glucósido (cy-3-glu) /100 g de peso fresco (FW) en pétalos amarillos y rojos, respectivamente. La concentración de HCA varió entre 33,3

$\pm 7,1$ para inflorescencias rojas y $235,6 \pm 8,1$ mg equiparables de ácido clorogénico/100 g FW para inflorescencias amarillas. Las inflorescencias rojas tenían el nivel más alto de flavonoides ($315,1 \pm 2,4$ mg de equivalentes de miricetina/100 g FW) y la actividad de eliminación de radicales ORAC más alta.¹⁵.

Ayala-Niño A. et al (2020) investigó la actividad antioxidante de *Amaranthus hypochondriacus* mediante el método de ABTS, DPPH y FRAP. Trabajó con las enzimas de Alcalaza y Flavourzyme obtenidas de la semilla cruda de *Amaranthus hypochondriacus*. Al analizar a la enzima Alcalaza, obtuvo valores de $340.17 \pm 10.95b$, 420.67 ± 3.17 y $241.71 \pm 9.38b$ respectivamente y la enzima Flavourzyme obtuvo valores de 281.92 ± 4.97^a , 398.36 ± 3.60^a y 226.29 ± 11.20^a respectivamente. Concluyéndose que *Amaranthus hypochondriacus* presenta gran actividad antioxidante en los tres métodos estudiados¹⁶.

Jurca T. et al (2018), Identificó los compuestos fenólicos de las flores ingeribles de *T. majus* relacionadas a sus cualidades antioxidantes y antimicrobianas frente a diversos patógenos y *Cándida albicans*. Entre los primordiales compuestos fenólicos, hallados por HPLC-RP con detector UV, están el ácido gálico, ácido caféico y p-cumárico y los flavonoides preponderantes fueron quercetina, epicatequina y luteolina. El concentrado de *T. majus* incrementó las manifestaciones de p53 y Bcl-2 y redujo los daños de ADN que mostraban la actividad protectora y anti apoptóticos in vitro, sobre las células endoteliales expuestas a estrés hiperosmótico. Concluyendo que es posible obtener una elemental protección frente a patógenos y enfermedades infecciosas además de reducir la apoptosis y daños de ADN en circunstancias hipertónicas¹⁷.

Además, como antecedentes nacionales se encuentra a **Vílchez P.** (2017) quien analizó la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico de los tubérculos de *Tropaeolum tuberosum* R&P (mashua negra) de cuatro zonas productoras de la región Ayacucho mediante la técnica del DPPH, por medio de la reducción de la absorbancia de las soluciones a diferentes concentraciones, encontrando que los compuestos fenólicos totales y la

capacidad antioxidante de las zonas de Vinchos, Tambo, Anco y Anchacchua son estadísticamente distintas; sin embargo el extracto hidroalcohólico de la Mashua negra presenta capacidad antioxidante¹⁸.

Espinoza C. (2019) evaluó el mejor rendimiento de los solventes con metabolitos fenólicos de capacidad antioxidante y citotóxica. Fueron evaluados 04 clases de disolventes para la separación de polifenoles: alcohol etílico al 99%, alcohol etílico 80% (alcohol etílico: agua), alcohol metílico al 99% y alcohol metílico al 80% (alcohol metílico: agua). Se logró cuantificar los componentes fenólicos totales usando la metodología propuesta por Folin Ciocateu, y la actividad antioxidante por el método DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo). Se consiguió más rédito de componentes fenólicos con alcohol metílico al 80% (701,81 mg de AG/mL) y actividad antioxidante evaluada en cantidad porcentual inhibitoria de $75,26 \pm 0,23$ %¹⁹.

Ventura Y. (2019) evaluó la presencia de flavonoides en solución hidroalcohólica y acuosa de las flores del *Tropaeolum majus* L. La cuantificación se realizó en un cromatógrafo líquido de alta resolución (HPLC). Los valores de flavonoides en disolución hidroalcohólica fueron 487,27mg/L de quercetina y 1404,86mg/L de kaempferol y en la disolución acuosa 155,42mg/L quercetina y 991,40mg/L kaempferol. Se concluye que la disolución hidroalcohólica de flores del *Tropaeolum majus* L presenta actividad antioxidante²⁰.

Vílchez C. (2022) investigó la capacidad antioxidante, contenido fenólico y vitamina C del fruto del *Corryocactus brevistylus* (Sancayo), el cual presentó una IC50 de 2,766 mg/mL para el radical DPPH y de 4,043 mg/mL para el radical ABTS (IC50). El contenido de fenoles totales fue de 2,588 mg GAE/g de zumo seco de sancayo y el de vitamina C de 10,986 mg vit C / 100 g en fruto fresco. Concluyendo que el zumo del sancayo posee poca capacidad antioxidante y bajo contenido tanto de fenoles como de vitamina C²¹.

Se planteó como objetivo general de investigación:

- Determinar la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo).

Como hipótesis general de investigación se consideró que el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) presenta actividad antioxidante.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.1. Enfoque y diseño de la investigación

El enfoque de la tesis fue cuantitativo ya que los resultados fueron valorados mediante la determinación de la actividad antioxidante total fundamentada en la capacidad de los componentes antioxidantes en aprehender radicales libres, haciendo uso del DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo)²².

El diseño de la investigación fue experimental debido a que se manipuló la variable independiente bajo condiciones controladas. Asimismo, fue de nivel explicativo ya que se buscó brindar una explicación causal sobre la relación que existe entre las variables de estudio²².

El tipo de estudio fue prospectivo ya que se recolectaron los datos correspondientes a los hechos una vez que se dio inicio a la investigación, es longitudinal dado que las variables fueron medidas en diferentes momentos²².

II.2. Población, muestra y muestreo

La población de estudio estuvo conformada por 5 kilos de hojas de *Tropaeolum majus L* (Mastuerzo) procedente de la provincia de Huancayo, de la región Junín, a una altura de 3.259 metros sobre el nivel del mar, en Pilcomayo, ubicado a una latitud Sur 12°03'18'' y a una longitud Oeste de 75°15'58''²³

Como criterio de inclusión para la muestra vegetal se consideró las hojas en buena condición, libres de cualquier partícula extraña, hojas no degradadas y que mantengan su color verde.

La muestra estuvo conformada por 300 g de hojas secas y pulverizadas de *Tropaeolum majus L* (Mastuerzo) con las que se preparó el extracto hidroalcohólico.

El tipo de muestreo fue no probabilístico, ya que se seleccionó al recurso vegetal por conveniencia.

II.3. Variables de investigación

Variable independiente: Extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus L* (Mastuerzo).

- Definición conceptual: Disolución conseguida por la extracción de una porción de materia prima, frecuentemente utilizando un disolvente como alcohol etílico o agua²⁴.
- Definición operacional: Disolución obtenida por extracción de las hojas secas y pulverizadas del *Tropaeolum majus L*. (Mastuerzo) sometidas a un solvente extractivo.

Variable dependiente: Actividad Antioxidante in vitro frente al radical DPPH

- Definición conceptual: Compuesto capaz de impedir la oxidación perjudicial de otros compuestos químicos, producida en la reacción metabólica o generada por factores exógenos como las radiaciones ionizantes en el organismo²⁵.
- Definición operacional: Consiste en medir la capacidad de las sustancias antioxidantes del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus L*. (Mastuerzo) para secuestrar radicales libres, haciendo uso del DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo)

II.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

La técnica fue la observación del desarrollo de la fase experimental.

El instrumento de medición fue la ficha de recolección de datos la cual recogió los valores de la capacidad antioxidante. El instrumento fue

acondicionado según el modelo de tablas de la capacidad antioxidante validada por el Dr. Miguel Inocente Camones. (Ver anexo N°A)

II.5. Plan metodológico para la recolección de datos

II.5.1. Certificación botánica

El recurso vegetal Mastuerzo fue certificado por el Biólogo José Campos De La Cruz el cual es un consultor botánico registrado y certificado.

II.5.2. Selección del recurso vegetal:

Siguiendo el procedimiento descrito por Olga Lock, se procedió a seleccionar las hojas que estén frescas, sanas y limpias, luego fueron lavadas con agua destilada y secadas al medio ambiente²⁶.

II.5.3. Obtención del extracto hidroalcohólico

La obtención el extracto se realizó siguiendo el procedimiento propuesto por Olga Lock, las hojas completamente secas fueron pulverizadas de manera mecánica por fricción y con ayuda de un mortero, se pesaron 15 g del pulverizado y se colocaron en un matraz volumétrico, se enrasa hasta 100 mL con una solución hidroalcohólica (alcohol de 70° preparado con 70 mL de etanol absoluto y agua destilada c.s.p. 100 mL) estos fueron mezclados y luego llevados a macerar durante 7 días en un ambiente fresco y oscuro, posteriormente se procedió a filtrar la mezcla y almacenarla en un frasco ámbar hasta su uso²⁶.

II.5.4. Marcha fitoquímica

1. Del tratamiento de la muestra.

Para elaborar el extracto hidroalcohólico: se pesó 50 gramos de muestra de forma aleatorizada y se macera con etanol 70% a una concentración de 10%, durante 14 días a temperatura ambiente.

El extracto se filtró mediante papel filtro Whatman para realizar las pruebas.

El extracto fue secado en estufa a 40°C hasta peso seco constante y guardado bajo congelamiento.

Para el desarrollo del tamizaje fitoquímico se disuelve 1 gramo del extracto hidroalcohólico seco en 10 mL de etanol 70%, mediante agitación en agitador magnético.

2. Del tamizaje fitoquímico

El análisis se ha realizado en el laboratorio del Instituto de Investigación Traslacional y Biotrasversal Ayru.

Para las evaluaciones químicas cualitativas de los metabolitos secundarios presentes en las muestras, se siguió la metodología de Olga Lock, 1996.

Identificación de esteroides y triterpenoides:

1 mL de muestra se mezclan con V gotas de ácido acético glacial, luego se agregan 2 mL de anhídrido acético en H₂SO₄ (50:1). Resultado positivo: Color verde o color azulado en la intersección de los líquidos.

Identificación de compuestos fenólicos:

V gotas de muestra se mezclan con III gotas de FeCl₃ 1%. Resultado positivo: Color azul o color verde petróleo.

Identificación de flavonoides:

A 1 mL de muestra se le agregan mg de limadura de magnesio y por las paredes del tubo se adiciona HCL concentrado (Shinoda). Resultado positivo: Coloraciones rojas.

Identificación de taninos:

A 1 mL de muestra se le adiciona V gotas del reactivo Gelatina - NaCl (1%). Resultado positivo: precipitado.

Identificación de cumarinas:

A 1 mL de muestra se le adiciona III gotas de NaOH 10%. Resultado positivo: Coloración amarillo intenso.

Identificación de quinonas:

A 1 mL de muestra se le adiciona 1 mL de hexano, y luego se le agrega V gotas de NaOH 5%. Resultado positivo: Color rojo en fase acuosa.

Identificación de alcaloides:

A 1 mL de muestra se le adiciona III gotas del Reactivo Dragendorff (Ioduro de bismuto y potasio). Resultado positivo: Precipitado color rojo o color naranja.

A 1 mL de muestra se le adiciona III gotas del Reactivo Mayer (ioduro de mercurio y potasio). Resultado positivo: Precipitado blanco o crema.

Identificación de sesquiterpenlactonas:

A 1 mL de muestra se le adiciona 0.5 mL de Baljet A (ácido pícrico en etanol 96%) y 0.5 mL de Baljet B (NaOH 10%). Resultado positivo: Color rojo claro a oscuro.

Identificación de saponinas:

Se realiza mediante la formación de espuma, cuando se mezcla la muestra seca con agua destilada, y la espuma se mantiene por más de 10 minutos estable.

II.5.5. Evaluación de la capacidad antioxidante por método DPPH

El análisis se ha realizado en el laboratorio del Instituto de Investigación Traslacional y Biotrasversal Ayru. Esta evaluación se realizó siguiendo la técnica propuesta por Brand-William et al. (1995), Noh et al. (2020) y Ganoza et al. (2021)

En tres tubos de prueba se colocó 0.75 mL de espécimen (extractos *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo), en sus tres concentraciones de (0.2%, 0.5% y 1.0%) y se aumentó 1.5 mL de una disolución de DPPH 0.08 mM, posteriormente se sacudió cada tubo por 30 segundos y se puso a reposar por 30 minutos a temperatura ambiente, es necesario que el preparado fuese dejado en un lugar oscuro, luego se realizó la lectura de la absorbancia en el espectrofotómetro UV-Visible a 517nm. Estos análisis se

realizaron tres veces, y los cálculos se expresaron en porcentajes de inhibición de acuerdo a la siguiente fórmula ²⁷.

$$\% \text{ de inhibición} = (A_i - A_f) / A_i \times 100$$

Ecuación para la actividad antioxidante con DPPH.

Donde:

A_i: Absorbancia inicial de DPPH

A_f: Absorbancia final de DPPH después de 30 minutos.

II.6. Procesamiento del análisis estadístico

Se utilizó la media de las absorbancias de cada concentración así mismo la desviación estándar para asegurar que no existan diferencias entre lecturas.

Para obtener la ecuación de la recta se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel 2019, así como para poder evidenciar las gráficas tipo barras de la Capacidad Antioxidante del extracto hidroalcohólico de mastuerzo.

II.7. Aspectos éticos

Las tesis fuimos las responsables de ejecutar el proyecto de investigación el cual previa a su aprobación fue analizado por el programa Turnitin. Asimismo, la Universidad María Auxiliadora tendrá el derecho de revisar en cualquier momento el trabajo de tesis y solicitar los documentos que considere pertinente.

Se tomaron en cuenta también los principios de Buenas Prácticas de Laboratorio. Desde el instante del inicio del proceso hasta su finalización, se calculó como la norma lo establece, sin retirar o adicionar más de lo propuesto.

Además de cumplir con el Principio de beneficencia: la presente tesis no fue mal intencionada, en cambio, buscó promover y favorecer el bien. Asimismo, el Principio de no maleficencia: en la presente tesis se resguardó y practicó el principio de no maleficencia; dado que el citado principio es un requerimiento ético relevante de los profesionales sanitarios que radica en no causar daño, ni efectuar hecho alguno de ignominia que damnifique; consecuentemente, se veló por el bienestar²⁸.

III. RESULTADOS

3.1. Resultado sobre la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) a diferentes concentraciones.

ECUACIÓN DE RECTA TROLOX	100	200	400	800	1000
Absorbancias Abs. Inicial DPPH: 0,8730	0,814	0,724	0,539	0,207	0,032
	0,816	0,726	0,536	0,213	0,036
	0,811	0,722	0,532	0,209	0,033
Promedio de absorbancia	0,814	0,724	0,536	0,210	0,034
Abs. Inicial DPPH - promedio Abs. TROLOX	0,059	0,149	0,337	0,663	0,839
% Inhibición	6,796	17,068	38,641	75,983	96,144

Tabla 1: Resultados del patrón de referencia para DPPH: Trolox

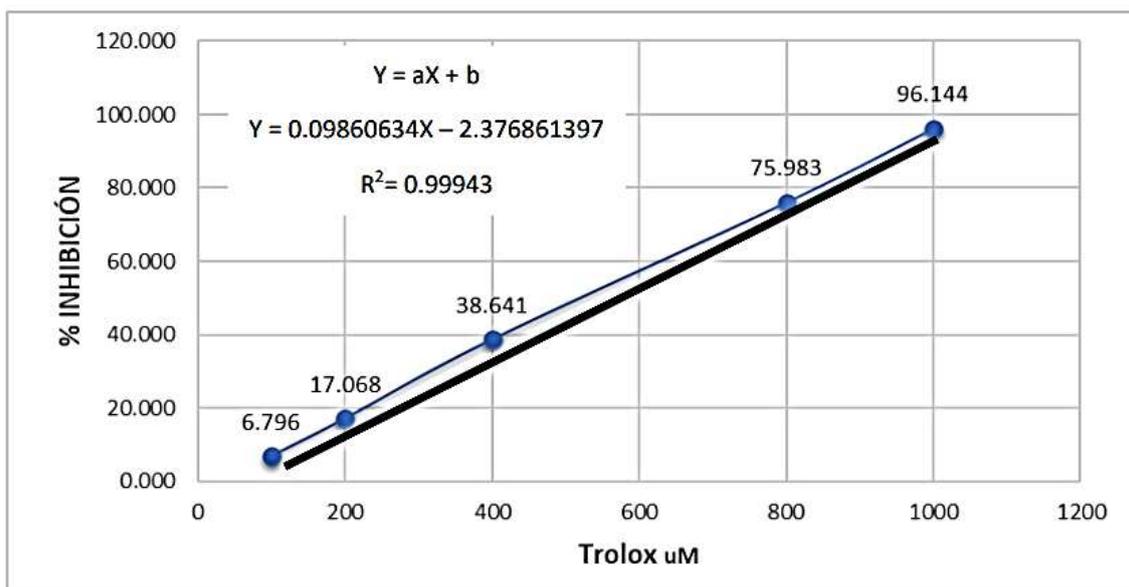


Figura 1: Resultados del patrón de referencia para DPPH: Trolox

Interpretación: En la tabla N° 1 y figura N° 1, podemos observar los resultados del patrón de referencia para DPPH: Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid) que es un análogo de la vitamina E soluble en agua con propiedades antioxidantes utilizado para reducir el estrés

oxidativo o daño. En ese contexto, cuanto mayor es la concentración, mayor es el porcentaje de inhibición de la oxidación del sustrato.

Tabla 2: Resultados de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo)

EXTRACTO DE MASTUERZO	1000 ug/ml	500 ug/mL	100 ug/mL
Absorbancias ABS. Inicial DPPH: 0,8730	0,052	0,366	0,735
	0,058	0,368	0,739
	0,061	0,374	0,736
Promedio de absorbancia	0,057	0,369	0,737
ABS, Inicial DPPH - promedio ABS. TROLOX	0,816	0,504	0,136
% Inhibición	93,471	57,694	15,617
uM Equivalente trolox	972,023	609,197	182,478

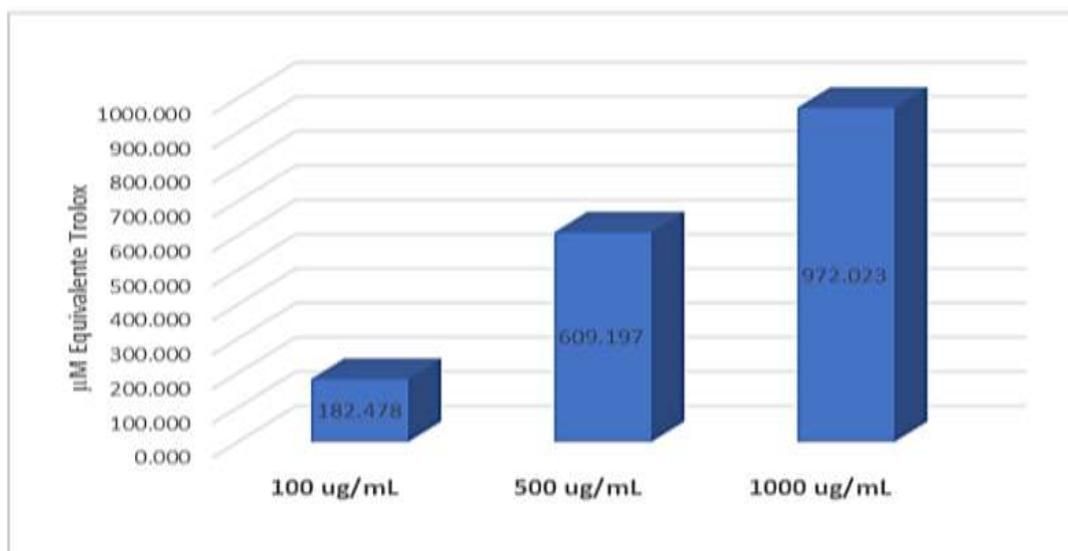


Figura 2: Resultados de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus L.* (Mastuerzo)

Interpretación: En la tabla N° 2 y figura N° 2, podemos observar los porcentajes de inhibición del radical DPPH, obteniendo porcentajes de inhibición de 15.617%, para 100ug/mL, de 57.694%, para 500ug/mL y 93.471% para 1000ug/mL. Así, se nota el aumento relacionado a la

concentración de la muestra; consecuentemente se infiere que a más concentración se obtiene más potencia antioxidante. Asimismo, se exponen los datos de absorbancia del radical DPPH, porque la metodología DPPH es pródigamente usada en la literatura científica para determinaciones del potencial secuestrante de radicales libres de los antioxidantes, comprobándose que los resultados de las absorbancias son muy parecidos, considerando que los procedimientos analíticos son óptimos.

3.2. Resultado sobre la identificación de la concentración del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante.

Tabla 3. Identificación de la concentración del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Actividades antioxidantes del extracto hidroalcohólico de las hojas de mastuerzo (1000 ug/mL)	uM Equivalente Trolox	972,023
Actividades antioxidantes del extracto hidroalcohólico de las hojas de mastuerzo (500 ug/mL)	uM Equivalente Trolox	609,197
Actividades antioxidantes del extracto hidroalcohólico de las hojas de mastuerzo (100 ug/mL)	uM Equivalente Trolox	182,478

Interpretación: En la tabla N° 3 se observa que la concentración del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante es la de 1000ug/mL con 972.023 μ M Equivalente Trolox, lo que nos permite determinar el potencial antioxidante que presume la muestra, evidenciándose el aumento relacionado a la concentración de la muestra; consecuentemente se puede deducir que a más concentración se

obtendrá más potencial antioxidante, quiere decir que cuanto mayor es el incremento de la concentración del DPPH, igualmente se incrementará el valor de IC50 (capacidad inhibitoria media).

3.3. Resultado sobre la determinación de los principales metabolitos secundarios del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo)

Tabla 4. Resultados del tamizaje fitoquímico del extracto Hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. mastuerzo

METABOLITOS	REACTIVO	IDENTIFICACIÓN	RESULTADO
Glucósidos	Molish	Formación de anillo violáceo	+++
	Fehling A y Fehling B	precipitado rojo ladrillo	+++
Aminoácidos	Ninhidrina	Coloración color Violáceo	-
Esteroides y Triterpenoides	Lieberman Burchard	Color Verde, Color Azul	++
Compuestos fenólicos	Tricloruro férrico	Color Verde, Color Azul	+++
Flavonoides	Shinoda	Coloración a roja	+++
Taninos	Gelatina	Precipitado Blanco	+
Cumarinas	Hidróxido de sodio 10 %	Coloración amarillo intenso	-
Quinonas	Bortranger	Coloración a rojo	-
Alcaloides	Dragendorf	Precipitado rojo naranja	++
	Mayer	Precipitado Blanco	+
Sesquiterpenlactonas	Baljet	Coloración rojo naranja	-
Saponinas	Agua destilada	Formación de espuma	-

(+++)= Abundante; (++)= Moderado; (+)= Escaso; (-)= Ausencia

Interpretación: En tabla N° 4 se puede observar el contenido de compuestos fenólicos presentes en el *Tropaeolum majus* L (Mastuerzo), que fueron determinados tras usarse los reactivos, dando como resultado positivo a flavonoides, compuestos fenólicos, taninos que le conceden su potencial antioxidante.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Discusión de resultados

El presente estudio determinó la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) sobre la capacidad antioxidante, obteniendo porcentajes de inhibición de 15.617%, para 100ug/mL, de 57.694%, para 500ug/mL y 93.471% para 1000ug/mL evidenciándose que, a más concentración mejor es la capacidad antioxidante. Este resultado se asemeja a otras investigaciones como la de **Vilchez P. (2017)** quien determinó que el extracto hidroalcohólico de los tubérculos de “Mashua negra” *Tropaeolum tuberosum* presentó actividad antioxidante, lo que permite corroborar los hallazgos del presente estudio, dado que en ambas investigaciones se logra coincidir que esta planta supone una relación directamente proporcional con la concentración, es decir, a más concentración mejor potencial antioxidante. Dichos hallazgos serán atribuidos a la existencia de principios activos fenólicos. En ese sentido **Garzón A. et al (2015)** analizó el contenido y perfil de polifenoles en las flores de *Tropaeolum majus* de tres colores y comparó su actividad secuestrante de radicales de oxígeno (ORAC). Se detectaron que las flores rojas tenían el nivel más alto de flavonoides (315,1 ± 2,4 mg de equivalentes de miricetina/100 g FW) y la actividad de eliminación de radicales ORAC más alta.

Se identificó que la concentración del extracto hidroalcohólico de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante es de 1000ug/mL con 972.023 µM Equivalente Trolox. Asimismo, **Ventura Y. (2019)** evaluó la presencia de flavonoides en solución hidroalcohólica y acuosa de las flores del *Tropaeolum majus* L. concluyendo que la disolución hidroalcohólica de flores del *Tropaeolum majus* L presenta actividad antioxidante. También, **Espinoza C. (2019)** evaluó el mejor rendimiento de los solventes con metabolitos fenólicos de capacidad antioxidante y citotóxica, logrando cuantificar los componentes fenólicos totales usando la metodología propuesta por Folin Ciocateu, y la actividad antioxidante por el método DPPH (2,2-Difenil-1-Picrilhidrazilo). Se consiguió un mayor rédito de componentes

fenólicos con alcohol metílico al 80% (701,81 mg de AG/mL) y actividad antioxidante evaluada en porcentaje de inhibición de $75,26 \pm 0,23$ %.

Se determinaron los primordiales principios activos secundarios del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo), siendo los compuestos fenólicos los que le conceden su potencial antioxidante. En ese sentido, **Jurca T. et al. (2018)**, identificó los componentes fenólicos de las flores ingeribles de *T. majus* relacionadas a sus cualidades antioxidantes y antimicrobianas frente a diversos patógenos y *Cándida albicans*. A diferencia de, **Vílchez C. (2022)** estudió la capacidad antioxidante, contenido fenólico y vitamina C del fruto de *Corryocactus brevistylus* (Sancayo), dando a conocer que el zumo del sancayo presenta poca capacidad antioxidante *in vitro* a comparación de sus patrones de referencia que fueron la vitamina C y Trolox.

4.2. CONCLUSIONES

- Se determinó la actividad antioxidante *in vitro* del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) a diferentes concentraciones, así se pudo observar que los porcentajes de inhibición del radical DPPH, fueron de 15.617%, para 100ug/mL, de 57.694%, para 500ug/mL y 93.471% para 1000ug/mL.
- Se identificó que la concentración del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante es de 1000ug/mL con 972.023 μ M Equivalente Trolox.
- Se determinó flavonoides, compuestos fenólicos y taninos en el extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeolum majus* L. (Mastuerzo), siendo los compuestos fenólicos los que le conceden su capacidad antioxidante.

4.3. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el consumo de *Tropaleum majus* L. (mastuerzo), dado los beneficios antioxidantes y compuestos fenólicos.
- Se propone realizar estudios futuros con el *Tropaleum majus* L. (mastuerzo), en condiciones distintas, por ejemplo, variando temperaturas, pH, condiciones analíticas, entre otros a fin de evidenciar si dichas modificaciones lograron influir en su potencial antioxidante.
- Se insta a realizar investigaciones comparativas sobre los componentes potencialmente antioxidantes como el ácido ascórbico, taninos, flavonoides y otros metabolitos secundarios existentes en los diversos géneros de mastuerzo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Avellaneda D. y Hurtado K. “Estilos de vida y conocimientos sobre Diabetes Mellitus Tipo 2 en los usuarios del Hospital Regional de Medicina Tropical “Dr. Julio Cesar Demarini Caro”, La Merced – Chanchamayo, 2018” (Tesis) Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Perú 2019.
2. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Enfermedades cardiovasculares causan 1,9 millones de muertes al año en las Américas. 2021 (Citado el 18 de mayo del 2022). Disponible en: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=7257:2012-dia-mundial-corazon-enfermedades-cardiovasculares-causan-1-9-millones-muertes-ano-americas&Itemid=4327&lang=es#:~:text=En%20el%20mundo%2C%20las%20enfermedades,por%20una%20de%20estas%20afecciones.
3. Ramos P. y Pinto J. Las personas mayores y su salud: Situación actual. Dirección General de Atención Primaria. Servicio Madrileño de Salud. Madrid 2015. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852015000300001
4. Ángeles M., Villarreal E., Galicia L. y cols. Enfermedades crónicas degenerativas como factor de riesgo de letalidad por COVID-19 en México. Revista Panamericana de Salud Pública. México 2022. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55929/v46e402022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
5. López D. y Jurado Y. “Factores de riesgo de cáncer en pacientes del Hospital Departamental Zacarías Correa Valdivia de Huancavelica 2018” (Tesis) Universidad Nacional de Huancavelica. Perú 2018.
6. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Programa de enfermedades no transmisibles, Perú 2019 (Citado el 01 de mayo del 2022) Disponible en:

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1734/cap01.pdf

7. Jaramillo M. y López K. “Políticas para combatir la pandemia del COVID-19. Grupo de análisis para el desarrollo” Lima Perú 2021 (Citado el 18 de mayo del 2022). Disponible en: <https://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/Pol%C3%ADticas-para-combatir-la-pandemia-de-COVID-19-publ.-prelim..pdf>
8. González-Jiménez F., Hernández-Espinoza N, Cooper-Bribiesca B., Núñez-Bretón L. y Reyes-Reyes M. “Empleo de antioxidantes en el tratamiento de diversas enfermedades crónico-degenerativas” Escuela Nacional de Ciencias Biológicas-IPN 2015. 2021 (Citado el 18 de mayo del 2022). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/vertientes/vre-2015/vre151c.pdf>
9. Lassny O. y Sarmiento A. “Estudio fitoquímico de la especie vegetal *Bucquetia glutinosa* (L.f.) DC. (Melastomataceae) y evaluación de su actividad biológica” (Tesis) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Bogotá, 2018.
10. Rosario J. y Salas J. Desarrollo de una crema a base del extracto hidroalcohólico de flores anaranjadas de *Tropaeolum majus* L. “mastuerzo” y su actividad fotoprotectora. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo. Perú - 2019. Disponible en: <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/13286/Rosario%20Alayo%20Jessica%20Yuleisy.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. Cano C., Bonilla P. y Valdivieso R. Metabolitos secundarios y capacidad antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas de *Mintostachys mollis* (muña). Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2020.
12. Londoño J. Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. Facultad de Ingenierías, Corporación Universitaria Lasallista. Colombia 2016
<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%20129-162.pdf>

13. Mesa-Venegas A., Zapata-Urube S. y cols. Actividad antioxidante de extractos de diferente polaridad de *Ageratum conyzoides* L. (Tesis) Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 2015
14. Córdova D. et al. Determinación y cuantificación de la actividad antioxidante de especies nativas y su posible fuente para el desarrollo de nutracéuticos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia Guatemala, agosto de 2009. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2828.pdf
15. Garzón GA, Manns DC, Riedl K, Schwartz SJ, Padilla-Zakour O. Identificación de compuestos fenólicos en pétalos de flores de capuchina (*Tropaeolum majus*) mediante cromatografía líquida de alta resolución acoplada a espectrometría de masas y determinación de la capacidad de absorción de radicales de oxígeno (ORAC). *Química alimentaria agrícola*. 2015 18 de febrero; 63 (6): 1803-11. doi: 10.1021/jf503366c. Epub 2015 9 de febrero. PMID: 25659835.
16. Ayala-Niño A., Sebastian-Nicolas J., Pérez-Escalante E., Añorve-Morga J. y cols. Actividad antioxidante de proteína de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) hidrolizada por Alcalasa y Flavourzyme. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México 2019. Disponible en: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/1/2.pdf>
17. Jurca T, Baldea I, Filip GA, Olteanu D, Clichici S, Pallag A, Vicas L, Marian E, Micle O, Muresan M. The effect of *Tropaeolum majus* L. on bacterial infections and in vitro efficacy on apoptosis and DNA lesions in hyperosmotic stress (Tesis). University of Orade. Romania 2018.
18. Vilchez P. Actividad antioxidante in vitro del extracto hidroalcohólico de los tubérculos de *tropaeolum tuberosum* R&P "mashua negra" de cuatro zonas productoras de la región Ayacucho, 2017 Ayacucho-Perú: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2018.
19. Espinoza C. Evaluación invitro de la citotoxicidad de extractos fenólicos de pétalos de flores anaranjadas de *Tropaeolum majus* L en líneas celulares cancerígenas de mama. Universidad Peruana Los Andes.

- Escuela de Posgrado. Doctorado en Medicina. Huancayo – Perú. 2019.
Disponible en:
https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1132/T037_23004625.pdf?sequence=1&isAllowed=y
20. Ventura Y. “Extracción y caracterización química de flavonoides y análisis proximal en las flores de *Tropaeolum majus* L. (TEXAO)”. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de Ciencias Naturales y Formales. Escuela profesional de Química. Arequipa-Perú. 2019.
Disponible en:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11065/QUvechym.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
21. VILCHEZ C. Capacidad antioxidante, contenido fenólico y vitamina C del fruto del *Corryocactus brevistylus* (sancayo). Escuela Profesional de Nutrición. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú 2022.
Disponible en:
https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/17930/Vilchez_pc.pdf?sequence=1
22. Hernández-Sampieri R. y Mendoza C. Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativas y cualitativas y mixtas. Ed. 6ta. México 2018.
23. Municipalidad Distrital de Pilcomayo. Disponible en:
https://www.peru.gob.pe/Nuevo_Portal_Municipal/portales/Municipalidades/1036/entidad/pm_municipalidad.asp
24. Bejar E. Efecto antioxidante del extracto hidroalcohólico de hojas de *Jungia paniculata* (dc.) A. Gray “matico serrano” en un modelo de daño gástrico en ratas inducido por etanol 70%. (tesis) Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2016.
25. Pacheco-Coello F., Torres R., Arvelo T. y Velásquez I. “Variación de la actividad antioxidante por efecto del tostado en granos de café (*Coffea arabica*), estado miranda, Venezuela” Revista Ciencia, Ambiente y Clima Vol. 3 (2) 2020. Disponible en:

file:///C:/Users/User/Downloads/rev_prod,+5.Variaci%C3%B3n+de+la+actividad+antioxidante+por+efecto+del+tostado+en+granos.pdf

26. Lock O. Investigaciones fitoquímicas: métodos en el estudio de productos naturales. 3rd ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2016. 287p.
27. Quintanar EMA. Calderón S JV. La capacidad antioxidante total. Bases y aplicaciones. Rev Educ Bioquímica. 2009;28(3):89-101.
28. Zerón A. Beneficencia y no maleficencia. Revista Asociación Dental México. 2019;76(6):306-7.

ANEXOS

ANEXO A: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MEDIANTE EL MÉTODO DE DPPH

MUESTRA:

TRATAMIENTO:

MUESTRA	FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:
	ABS*	ABS	ABS	ABS
M1				
M2				
M3				
M4				

*ABS: Absorbancia

ANEXO B: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General
¿Tendrá actividad antioxidante <i>in vitro</i> el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo)?	Determinar la actividad antioxidante <i>in vitro</i> del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) a concentraciones de 1000, 500 y 100 µg/mL.	El extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) presenta actividad antioxidante.
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas
¿Presentará actividad antioxidante el extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) a concentraciones de 1000, 500 y 100 µg/mL?	Determinar la actividad antioxidante <i>in vitro</i> del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) a concentraciones de 1000, 500 y 100 µg/mL.	El extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) presenta actividad antioxidante a concentraciones de 1000, 500 y 100 µg/mL.
¿Cuál de las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) presenta mayor actividad antioxidante como Equivalente Trolox?	Identificar la concentración del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) que presenta mayor actividad antioxidante como Equivalente Trolox.	Al menos una de las concentraciones del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) presenta una mayor actividad antioxidante expresado como Equivalente Trolox.
¿Cuáles son los principales metabolitos secundarios del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) relacionados con la actividad antioxidante?	Determinar los principales metabolitos secundarios del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) relacionados con la actividad antioxidante	El extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus</i> L. (Mastuerzo) presenta metabolitos secundarios relacionados con la capacidad antioxidante.
PROCEDIMIENTO PARA RECOLECTAR INFORMACION USANDO LA FICHA DE RECOLECCION DE DATOS		
Se procederá a realizar el registro de información en la Ficha de recolección de datos conforme se vaya ejecutando la tesis		

ANEXO C: Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus L.</i> (Mastuerzo)	Disolución conseguida por la extracción de una porción de materia prima, frecuentemente utilizando un disolvente como alcohol etílico o agua ²⁴	Disolución obtenida por extracción de las hojas secas y pulverizadas del <i>Tropaeolum majus L.</i> (Mastuerzo) sometidas a un solvente extractivo.	Concentración del Extracto hidroalcohólico (gr/100 ml)	100 500 1000	(ug/ml)
Actividad antioxidante	Compuesto capaz de impedir la oxidación perjudicial de otros compuestos químicos, producida en la reacción metabólica o generada por factores exógenos como las radiaciones ionizantes en el organismo	Consiste en medir la capacidad de las sustancias antioxidantes del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeolum majus L.</i> (Mastuerzo) para secuestrar radicales libres, haciendo uso del DPPH* (2,2-Difenil-1-picrilhidrazilo)	Reducción radical DPPH	% De la reducción de DPPH	% de inhibición uM Equivalente trolox

ANEXO D: CERTIFICACION DE IDENTIFICACION BOTANICA



CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACION BOTÁNICA

JOSÉ RICARDO CAMPOS DE LA CRUZ, BIÓLOGO COLEGIADO - CBP N° 3796 - INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONALES QUE REALIZAN CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECÍMENES Y PRODUCTOS DE FLORA - RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 8511-2013-MINAGRI-DGFFS-DGEFFS.

CERTIFICA:

Que, las bachilleres RIQUEZ SARZO HERLINDA y ARIAS CANCHIHUAMAN LENINA, tesis de la Universidad María Auxiliadora, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, con fines de investigación han solicitado la identificación y certificación botánica de una planta conocida con el nombre vulgar de "mastuerzo", la muestra ha sido estudiada e identificada con el nombre científico de *Tropaeolum majus* L. Según la base de datos de W3TOPICOS del Missouri Botanical Garden que sigue el Sistema moderno de clasificación de las angiospermas (APG), publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, este Sistema evita el uso de la nomenclatura taxonómica clásica por arriba de orden. - Mark W. Chase & James L. Reveal, en APG III 2009 consideran a todas las plantas verdes en la Clase Equisetopsida. Teniendo en cuenta los datos de la base w3trópico, APG III y APG IV, para la especie identificada se adapta las siguientes categorías taxonómicas y clados:

Reino: Plantae
División: Angiospermae
Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorden: Rosanae
Orden: Brassicales
Familia: Tropaeolaceae
Género: *Tropaeolum*
Especie: *Tropaeolum majus* L.

Nombre vulgar: "mastuerzo"

Se expide la presente certificación con fines de investigación científica.

Lima, 31 de agosto del 2022



ANEXO E: Evaluación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeum majus* L. (mastuerzo)



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN ESTRÉS OXIDATIVO E INNOVACIÓN
ANTIOXIDANTE CIEOXINA**

INFORME DE ANÁLISIS AYRU N° 122-2022

Emitido en Huaraz, el 14 de septiembre del 2022

Orden de Trabajo	: 104-2022
Número de servicio	: 113-2022-AYRU
Nombre del Solicitante	: Bach. Lenha Merly Arias Cantichuamán Bach. Herlinda Aurora Riquiza Sarzo
Dirección	: Píscoma, Huancayo
Servicio solicitado	: Evaluación de la actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico (incluye elaboración del extracto hidroalcohólico)
Producto a evaluar	: hojas de <i>Tropaeum majus</i> L. (mastuerzo)
Cantidad de muestra	: 60 gramos
Identificación	: ———
Presentación	: Bolsa de polietileno
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio de Análisis, 05 de agosto de 2022
Características de entrega	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polietileno
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente
Muestra de referencia	: No proporcionada por el solicitante
Fecha de inicio de ensayo	: 9 de agosto de 2022
Fecha de término de ensayo	: 26 de septiembre de 2022

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de mastuerzo (1000 µg/mL)	µM Equivalente Trolox	972.023
Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de mastuerzo (500 µg/mL)	µM Equivalente Trolox	609.197
Actividad antioxidante del extracto hidroalcohólico de las hojas de mastuerzo (100 µg/mL)	µM Equivalente Trolox	182.478

DETERMINACIONES	MÉTODO DE ENSAYO
Actividad antioxidante in vitro	La estimación de la capacidad de barrido de radicales se realizó utilizando el radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH, Sigma Aldrich) según el método de Brand-Williams et al. (1995), Noh et al. (2020) y Garzoa et al. (2021).

ING. TAMARA MENDOZA MORALES (ANALISTA)
ANÁLISIS LABORATORIAL
CP N° 19447

Los resultados de los ensayos corresponden sólo a la(s) muestra(s) del lote ensayado(s) y no se puede extrapolar los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote del producto evaluado que no haya sido analizada. Página 1 de 6

PROHIBIDA LA MODIFICACIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME

Instituto de Investigación Tradicional y Modernización Ayru SAC. S. Rafael Del Castillo S/ta, Huancayo, Huancayo. E-mail: informes@ayru.com

ANEXO F: Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Tropaeum majus* L. (mastuerzo) (incluye elaboración del extracto hidroalcohólico)



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN TRASLACIONAL Y BIOTRANSVERSAL AYRU

INFORME DE ANÁLISIS AYRU N° 119-2022

Emitido en Huaraz, el 14 de septiembre del 2022

Orden de Trabajo	: 103-2022
Número de servicio	: 113-2022-AYRU
Nombre del Solicitante	: Bach. Lenina Merly Arias Canchihuamán Bach. Herlinda Aurora Riquez Sarzo
Dirección	: Pícomayo, Huancayo
Servicio solicitado	: Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico de las hojas de <i>Tropaeum majus</i> L. (mastuerzo) (incluye elaboración del extracto hidroalcohólico)
Producto a evaluar	: hojas de <i>Tropaeum majus</i> L. (mastuerzo)
Cantidad de muestra	: 60 gramos
Identificación	: -----
Presentación	: Bolsa de polietileno
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio de Análisis, 05 de agosto de 2022
Características de entrega	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polietileno
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente
Muestra de dirimencia	: No proporcionada por el solicitante
Fecha de inicio de ensayo	: 9 de agosto de 2022
Fecha de término de ensayo	: 26 de septiembre de 2022

ENSAYOS

DETERMINACIONES	EXTRACTO	RESULTADOS (presencia)*
Tamizaje fitoquímico del extracto hidroalcohólico (EH)	EH. De las hojas	Glucósidos (+++), compuestos fenólicos (+++), flavonoides (+++), taninos (+), esteroides y triterpenoides (++), alcaloides (++)

*Los resultados son cualitativos y determinan una probabilidad de la presencia de metabolitos en la muestra.

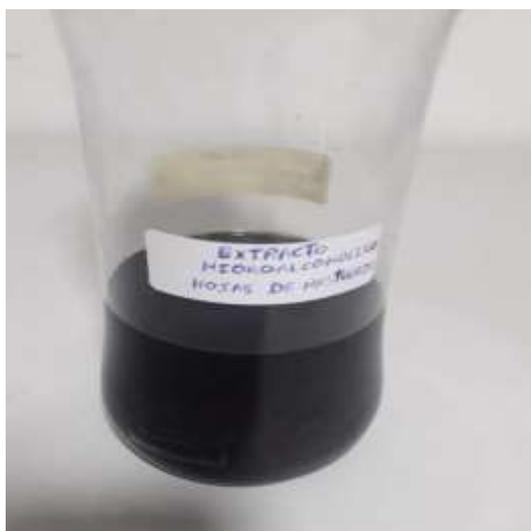
(+++)= Abundante; (++)= Moderado; (+)= Escaso; (-)= Ausencia


DRA. YANESSA MAMANI CANSASI
 INGENIERA AGRÍCOLA
 CP N° 12047

ANEXO G: Evidencias fotográficas del trabajo de campo



Hojas de *Tropaeum majus* L. (mastuerzo)



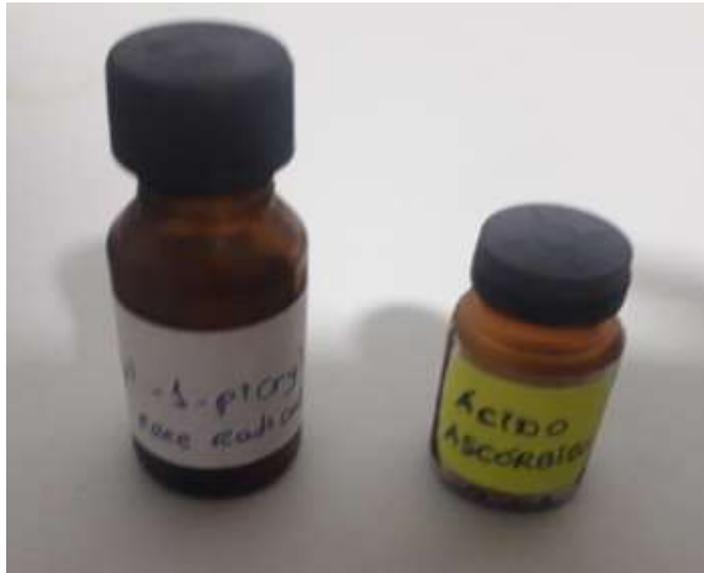
Extracto de las hojas de Mastuerzo.



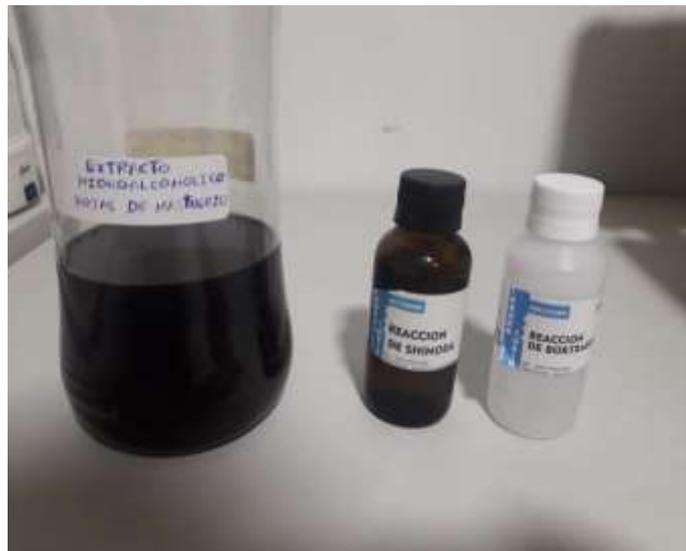
Equipo de espectrofotómetro UV visible

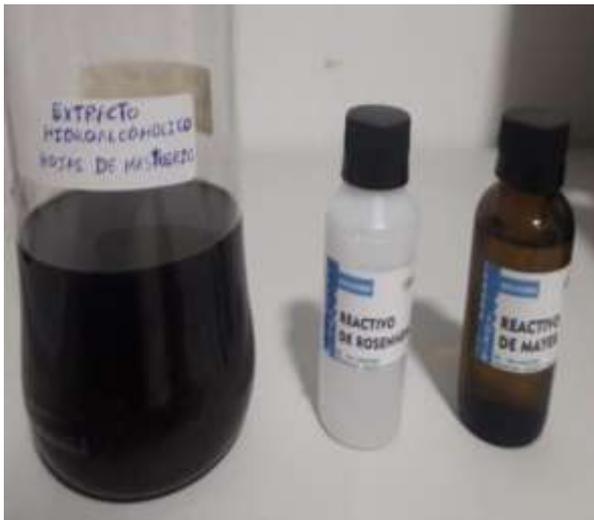


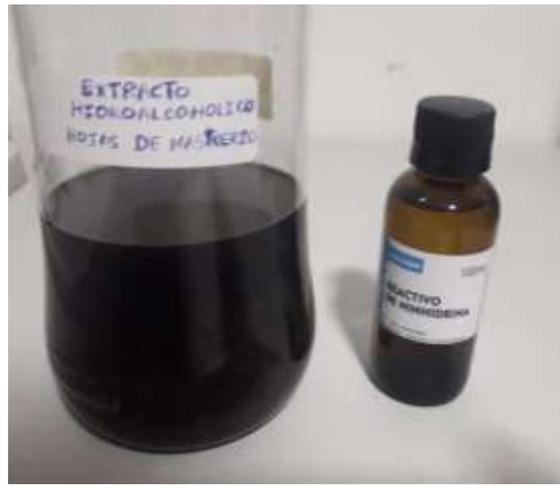
Reactivos de DDPH para antioxidante



Reactivos para el ensayo fitoquímico







Reacciones fitoquímicas

