

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

**Cuantificación de hierro, fósforo y fenoles totales
en *Brassica campestris* L. “yuyo” procedente del
distrito de Quinua - Ayacucho, 2024.**

Para optar el título profesional de:

**BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: ECOLOGÍA Y
RECURSOS NATURALES**

PRESENTADO POR:

Bach. Roxhana Karina QUISPE ASTO

ASESOR:

Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI

AYACUCHO - PERÚ

2024

A Dios, por concederme la vida. A mi madre **Maximiliana Asto**, esta tesis es el resultado de su amor, apoyo y sacrificio.

A mis hermanos Rodrigo y Anthony por su apoyo incondicional.

IN MEMORIAM

En memoria a mi padre Francisco Quispe, mi hermano Deivi, mi abuelita Epifanía Huarcaya y mi primo Edson Asto.

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Biológicas, por brindarme cada ambiente y la tutela durante los años de estudio.

A la Escuela Profesional de Biología, por facilitar mi aprendizaje, del mismo modo a los maestros que compartieron sus enseñanzas en cada serie.

A mi asesor, Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi, por su compromiso, el tiempo brindado y la exigencia para concluir con el presente trabajo de investigación.

A la Blga. Laura Aucasime Medina, especialista en Taxonomía y Sistemática de plantas del herbario San Cristóbal de Huamanga, por brindarme el apoyo en la determinación de la muestra.

A todos los que contribuyeron de alguna manera en el desarrollo de mi investigación.

ÍNDICE

	Página
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Resumen	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedente	3
2.2 Base teórica	6
2.2.1. Hierro	6
2.2.2. Fósforo	8
2.2.3. Fenoles	9
2.3. <i>Brassica campestris</i> L.	11
2.3.1 Taxonomía de <i>Brassica campestris</i>	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Ubicación de la zona de estudio	14
3.2 Tipo de Investigación	15
3.3 Población y muestra	15
3.3.1. Población	15
3.3.2 Muestra	15
3.4 Metodología y recolección de datos	15
3.4.1 Preparación de la muestra	16
3.4.2 Toma de muestra	16
3.4.3 Cuantificación de hierro	16
3.4.4 Cuantificación de fósforo	18
3.4.5 Cuantificación de fenoles totales	19
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	26
VI. CONCLUSIONES	29
VII. RECOMENDACIONES	30
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

		Página
Tabla 1	Taxonomía de <i>Brassica campestris</i> L “yuyo”	12
Tabla 2	Cantidad de reactivos para la curva de calibración para la determinación de fosfato en muestras biológicas.	18
Tabla 3	Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 100 mg/L	20
Tabla 4	Concentración de hierro en mg/100g de las hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua región Ayacucho, 2024.	22
Tabla 5	Concentración de fósforo en mg/100g de las hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua región Ayacucho, 2024	23
Tabla 6	Concentración de fenoles totales en mg/100g de las hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua región Ayacucho, 2024	24
Tabla 7	Concentraciones de promedio de hierro y fósforo en mg/100g en hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	25

	ÍNDICE DE ANEXOS	Pág.
Anexo 1	Datos de la muestra vegetal <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo”, del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	36
Anexo 2	Curva espectral para realizar la lectura de hierro en <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo”, del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	37
Anexo 3	Concentración de hierro y absorbancia para la curva de calibración de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo”, del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	38
Anexo 4	Curva de calibración de la concentración de hierro en mg/100g y las absorbancias de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo”.	39
Anexo 5	Flujograma de la elaboración del extracto hidroalcohólico de las hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	40
Anexo 6	Muestra vegetal preservada de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	41
Anexo 7	Constancia de identificación taxonómica de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	42
Anexo 8	Colecta y secado de la muestra vegetal de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	43
Anexo 9 y 10	Selección optima de la muestra vegetal de las hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	44
Anexo 11	Proceso de desecación de la muestra vegetal de las hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L.	46
Anexo 12	Peso de la muestra vegetal seca de <i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	47
Anexo 13	Preparación de reactivos con el protocolo requerido para no contaminar la muestra.	48
Anexo 14 y 15	Procedimiento de la preparación y cuantificación de la muestra vegetal de <i>Brassica campestris</i> L. del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.	50
Anexo 16	Matriz de consistencia	52

RESUMEN

Brassica campestris L. es una especie versátil con aplicaciones tanto comestibles como económicas por sus semillas. Su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas la convierte en un cultivo valioso en sus diferentes subespecies, aunque su tendencia en nuestra localidad es más conocido como maleza y plantea desafíos para los agricultores. El objetivo fue evaluar el contenido de hierro, fósforo y fenoles totales de las hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo”, procedentes del distrito de Quinua - Ayacucho. Métodos: La población fue las plantas de *Brassica campestris* L. “mostaza silvestre” o “yuyo”, provenientes de distrito de Quinua, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho y la muestra estuvo conformada por 3 kilogramos de hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo”. Para la cuantificación del contenido de hierro se utilizó el método colorimétrico de Munsey con fenantrolina, para la cuantificación de fósforo se utilizó molibdato de amonio y cloruro estañoso que se basa en la reacción del azul de molibdeno y para la totalidad de fenoles fue el método de Folin- Ciocalteu. Los resultados obtenidos son de 0.349 mg/100g de hierro en las hojas y en las flores fue de 0.243 mg/100g; para fósforo fue 9.385 mg/100g en las hojas y en las flores fue 6.498 9.385 mg/100g y los fenoles totales fue de 0.882 mg/100g en las hojas y 0.840 mg/100g en flores. En la investigación se observa que las hojas suelen tener una mayor concentración de fósforo debido a su función en la fotosíntesis y al almacenamiento de nutrientes con respecto a las flores.

Palabras claves: *Brassica campestris* L. hierro, fósforo, fenoles totales, contenido de minerales.

ABSTRAC

Brassica campestris L. is a versatile species with both edible and economic applications for its seeds. Its ability to adapt to different climatic conditions makes it a valuable crop in its different subspecies, although its tendency in our locality is better known as a weed and poses challenges for farmers. The objective was to evaluate the iron, phosphorus and total phenol content of leaves and flowers of *Brassica campestris* L. “yuyo” from the district of Quinua - Ayacucho. Methods: The population was *Brassica campestris* L. “wild mustard” or “yuyo” plants from the district of Quinua, province of Huamanga, department of Ayacucho and the sample consisted of 3 kilograms of leaves and flowers of *Brassica campestris* L. “yuyo”. For the quantification of iron content, the Munsey colorimetric method with phenanthroline was used; for the quantification of phosphorus, ammonium molybdate and stannous chloride were used, which is based on the molybdenum blue reaction; and for total phenols, the Folin-Ciocalteu method was used. The results obtained were 0.349 mg/100g of iron in leaves and 0.243 mg/100g in flowers; for phosphorus it was 9.385 mg/100g in leaves and 6.498 9.385 mg/100g in flowers and total phenols were 0.882 mg/100g in leaves and 0.840 mg/100g in flowers. The research shows that leaves tend to have a higher concentration of phosphorus due to their role in photosynthesis and nutrient storage compared to flowers.

Key words: *Brassica campestris* L. iron, phosphorus, total phenols, mineral content.

I. INTRODUCCIÓN

Brassica campestris L., también conocida en la región de Ayacucho como nabo silvestre o "yuyo", es una de las plantas más frecuentes en las montañas de Perú. Se desarrolla de manera natural en los terrenos agrícolas, germinan con facilidad durante las épocas de lluvia y se recolectan cuando las hojas están tiernas para ser utilizadas como picante de "yuyo", mientras que, para obtener aceites esenciales de la semilla, se tiene que esperar una maduración adecuada de la planta. Se les considera malezas en numerosas áreas de nuestro país, especialmente en las regiones altoandinas. Son una fuente interesante de aceites presentes en las semillas y con un elevado contenido de ácidos grasos esenciales. Su inclusión en la alimentación disminuiría la aparición de enfermedades coronarias, además de otras patologías (diabetes, alteraciones metabólicas, afecciones cutáneas, procesos inflamatorios y depresión) (Lazo & Valera, 2018)

El género *Brassica* son cultivos de hortalizas de gran importancia en los Andes, tal como sucede en nuestra región. Esto se debe a que tanto las hojas como las flores son comestibles y de gran relevancia para los individuos con economía precaria, dado que contiene componentes activos, elevados en hierro, fenoles, fósforo, flavonoides y otros metabolitos (Humani Arango & Mongue Hurtado, 2019). *Brassica campestris* L. es una planta milenaria, también llamada mostaza, cultivada a escala global, con beneficios para la salud. Además de tener los metabolitos secundarios previamente mencionados, posee vitaminas B, minerales como el calcio y en particular un elevado porcentaje de hierro (Harvested et al., 2024)

Las Brassicas son más valorados en nuestros andes, esta planta llega a crecer naturalmente acompañado de malezas en distintos campos de cultivo, el “yuyo” o mostaza silvestre es muy consumido como fuente alimenticia en muchas partes de nuestro país principalmente en nuestra región Ayacucho, por lo tanto, es muy necesario realizar investigaciones de algunos de sus componentes de importancia de esta planta motivo por la cual se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo General.

- Evaluar el contenido de hierro, fósforo y fenoles totales en *Brassica campestris* L., procedente del distrito de Quinua, Ayacucho, 2024.

Objetivos específicos.

1. Determinar el contenido de hierro en hojas y flores de *Brassica campestris* L.
2. Determinar el contenido de fósforo en hojas y flores de *Brassica campestris* L.
3. Determinar el contenido de fenoles totales en extracto hidroalcohólico de hojas y flores de *Brassica campestris* L.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

En Argentina, en un estudio de investigación titulada "Evaluación de la aptitud biológica de una población de nabo silvestre (*Brassica rapa*) con resistencia transgénica a glifosato dentro del género *Brassica* (familia *Brassicaceae*), se examinó la capacidad biológica de esta población en comparación con otra población posiblemente existente fuera del grupo cultivado. El ADN de la especie de *Brassica* muestra que se originaron de un antecesor compartido y se ha comprobado que es viable su mezcla con las especies *Brassica* silvestres que se cultivan en el ecosistema. En Argentina, el cultivo de colza genéticamente modificada no está autorizado debido al peligro de propagar el intercambio de genes con las especies nativas establecidas en ese lugar. No obstante, en 2013 se hallaron algunas especies de *B. rapa* que resisten el glifosato en un cultivo de soja en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Accatino, 2019).

En Colombia llevaron a cabo bioensayos para valorar el efecto alelopático de los extractos de hojas y desechos de nabo silvestre (*Brassica campestris*) y raigrás (*Lolium temulentum* L.) en tres especies de plantas autóctonas de la Sabana de Bogotá. Utilizando un diseño completamente aleatorizado con tres réplicas y tres repeticiones en el tiempo, se realizaron bioensayos en el laboratorio utilizando el método de plántulas en solución nutritiva. En el invernadero, utilizaron como sustrato una mezcla de arena y turba 3:1 y semillas ya germinadas. Los resultados de laboratorio demostraron la acción alelopática de las distintas especies al revelar variaciones en los síntomas experimentados (Zamorano, 2005).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En Arequipa llevaron a cabo un estudio denominado "Evaluación del impacto de la fibra de (*Brassica rapa* L.) nabo silvestre en el peso, la grasa corporal y las proteínas totales en ratas (*Rattus norvegicus* variedad Sprague Dawley) con obesidad inducida". El objetivo de este estudio era investigar los efectos de la administración de nabo silvestre o de *Brassica rapa* L. micropulverizada, sobre la reducción de grasa. Se utilizaron 30 ratas macho adultas (*Rattus norvegicus*, especie Sprague Dawley) en un estudio experimental. Tras un periodo de engorde de 30 días, los animales de experimentación recibieron dosis diarias de 10, 25 y 50 mg/kg de peso vivo de *Brassica rapa* L. (nabo silvestre) durante 30 días. Cuando se añadieron 10,0 mg/kg de nabo silvestre (*Brassica rapa* L.) al peso, el porcentaje de grasa, determinado por el método Soxhlet, descendió drásticamente de $18,17 \pm 0,61\%$ a $4,23 \pm 0,39\%$. Cuando se añadieron 25,0 mg/kg de nabo silvestre, la media fue de $8,62 \pm 0,46\%$, y cuando se añadieron 50,0 mg/kg de *Brassica* (Zambrano, 2015).

En Cusco, se realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar el efecto antiinflamatorio del extracto de *Brassica rapa subsp. campestris* (L.) en concentraciones de 5,0 % y 3,0% en el tratamiento de gingivitis aguda en *Cavia porcellus Linnaeus*. El estudio involucró 18 especímenes experimentales repartiéndose en tres grupos de seis. Inicialmente, se indujo la inyección con carragenina, administrando 0,01 ml en el fondo del surco gingival. Posteriormente, se realizaron aplicaciones tópicas cada cuatro horas: el Grupo A recibió una concentración del 5,0 %, el Grupo B del 3,0 %, y el Grupo C sirvió como control sin recibir tratamiento. La evaluación se realizó a través de registros clínicos e histológicos. Los resultados mostraron que en el Grupo A, con el 5,0 %, el efecto antiinflamatorio se evidenció clínicamente a las 40,0 horas e histológicamente a las 48,0 horas. En el Grupo B, con el 3,0 %, la manifestación clínica ocurrió a las 44 horas y la histológica a las 48 horas. Por su parte, en el Grupo C (control), los signos clínicos de mejoría se observaron a las 68,0 horas y los histológicos a las 72,0 horas. Con base en estos resultados, se concluyó que la concentración de 5,0 % presenta una eficacia ligeramente superior en comparación con la concentración de 3,0 %. (Huamani et al, 2019).

En Huancavelica, se realizó una investigación en el distrito de Acobamba, desde septiembre de 2021 hasta agosto de 2022, con el propósito de establecer las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina de hojas del nabo silvestre (*Brassica campestris*). En la elaboración de la harina se llevaron a cabo las

operaciones de selección, lavado, remojo, secado y molido. Se llevó a cabo el análisis fisicoquímico y funcional. Los hallazgos señalaron que la composición fisicoquímica incluyó: humedad (11,59 %), proteínas (28,59%), grasa (3,95 %), fibra bruta (4,83%), ceniza (11,52) y extracto libre de nitrógeno (39,52%), destacando principalmente el contenido proteico. Las propiedades funcionales evidenciadas por la retención de agua y aceite fueron de 10,6 g de agua por cada g de harina y 5,1 g de aceite por cada g de harina respectivamente, lo que señala que la harina de hoja de nabo sería un componente apropiado para combinar en productos de panadería (Bendezú & Espinoza, 2018)

Según Ogosi (2018), el objetivo del estudio «Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando *Brassica campestris* L., en la Estación Experimental El Mantaro - Junín», fue recuperar suelos contaminados con metales pesados en el distrito del Mantaro del departamento de Junín en la unidad experimental de la universidad. Las parcelas A (de descanso), B (productora de maíz) y C (productora de papa) fueron las tres en las que trabajó. Para la caracterización fisicoquímica y el análisis químico, se recogieron muestras de suelo de 1,0 kg de cada lote y se enviaron a un laboratorio certificado. Siendo los resultados fisicoquímicos: pH (7.48, 7.94, 7.90), CE (0.55, 0.59, 0.50), CaCO₃ (3.0, 2.0, 1.30), M.O. (2.12, 2.18, 3.48), textura fue franco, CIC (11.20, 14.08, 16.32). El análisis químico: Arsénico (11.6, 11.10, 22.7), Cadmio (5.90, 4.75, 1.8), Cobre (13.6, 16.0, 28.8), Cromo (5.1, 3.0, 13.7) y Plomo (13.8, 20.7, 34.0). El análisis químico de la planta en raíz (ppm): Arsénico (20.01, 9.85, 2.78), Cadmio (2.62, 2.02, 1.43), Cobre (10.5, 7.02, 2.25) Cromo (1.62, 1.05, 0.81) y Plomo (10.4, 11.04, 4.16) y la parte aérea: Arsénico (2.75, 2.24, 0.53), Cadmio (0.43, 1.92, 1.24), Cobre (9.58, 12.17, 2.68), Cromo (3.33, 2.86, 1.73) y Plomo (5.77, 3.42, 2.49).

2.1.3. Antecedentes Locales

En la región de Ayacucho, se realizó un estudio fitoquímico de *Brassica campestris* con el propósito de identificar metabolitos secundarios y evaluar su actividad antiulcerosa, utilizando un modelo de inducción de úlceras gástricas mediante la administración de etanol absoluto (4,0 ml/kg). Como control positivo se empleó ranitidina (50,0 mg/kg), mientras que los extractos de *B. campestris* se probaron en dosis de 100,0 mg/kg, 250,0 mg/kg y 500,0 mg/kg. La severidad de las ulceraciones se evaluó según la escala de Marhuenda, complementada con mediciones del peso y el pH del moco gástrico. El análisis fitoquímico del extracto reveló la presencia de flavonoides, catequinas, aminos y cardenólidos. A una dosis de 500,0 mg/kg, el extracto mostró una reducción significativa en el número de ulceraciones,

comparable a la observada con ranitidina, mientras que las dosis de 250,0 mg/kg y 100,0 mg/kg produjeron resultados similares entre sí. En cuanto al pH del moco gástrico, el extracto a 500,0 mg/kg registró un valor de 4,9 seguido de 3,7 a 250,0 mg/kg; las muestras del grupo blanco, ranitidina y 100,0 mg/kg presentaron valores de 2,9; 2,6 y 2,5 respectivamente. En relación al peso del moco gástrico, las dosis de 500,0 mg/kg y 250,0 mg/kg, junto con la ranitidina, generaron las mayores cantidades, mientras que la dosis de 100,0 mg/kg y el grupo blanco produjeron menores cantidades de moco gástrico (Córdova, 2012).

En otra investigación realizada en Ayacucho en el año 2013 con el objetivo de evaluar el efecto hipoglucemiante del extracto hidroalcohólico de hojas de *Brassica campestris* L. «mostaza» en ratones desarrollada en el Laboratorio de Farmacognosia y Farmacología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de San Cristóbal de Huamanga. Los ratones recibieron glucosa al 50,0 % y alloxan para inducir hiperglucemia. La muestra vegetal se recolectó en el distrito de San Jerónimo, provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac a una altura de 2926 m.s.n.m. Se llevó a cabo el análisis fitoquímico con el objetivo de identificar los metabolitos secundarios y la actividad hipoglucemiante mediante el método de inducción de glucemia con aloxano a 130,0 mg/Kg y glucosa 50,0 % a 2,0 g/Kg. Se utilizó como control la glibendámina a una dosis de 5,0 mg/kg y los extractos en análisis a una concentración de 100,0 mg/kg, 200,0 mg/kg y 400,0 mg/kg respectivamente; y se determinó la hiperglucemia por medio del glucómetro (Salas, 2013).

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Hierro

El hierro es visto como un microelemento crucial para el crecimiento fisiológico de las plantas, ya que participa en la creación del pigmento clorofílico y es un componente estructural del primer receptor de electrones, la ferredoxina. Este elemento, tanto en su forma ferrosa (Fe^{2+}) como en su forma orgánica, se encuentra en los tejidos vegetales en cantidades que oscilan entre 20,0 y 250,0 miligramos por kilogramo de materia seca. Igualmente, el hierro participa de manera significativa en los procesos respiratorios de la planta y ayuda a la creación de diferentes proteínas. El hierro es imprescindible en la planta para la clorofila, la fotosíntesis, la respiración y otros procesos. La ausencia de este componente causa desequilibrios extremadamente severos en la planta, ocasionando en ciertas situaciones la pérdida del cultivo (Esquivel, 2010).

2.2.1.1 Absorción del hierro

a) Hierro hemínico. Este elemento esencial está presente en alimentos de origen animal, representa una fracción menor del hierro total consumido en la dieta, pero su absorción es significativamente más alta, alcanzando entre el 20% y 30%. Este tipo de hierro se encuentra en la hemoglobina y la mioglobina, ambas hemoproteínas cuya función principal es el transporte de oxígeno. Cada una de estas hemoproteínas está asociada a un grupo prostético conocido como hemo (Forrellat et al., 2000).

b) Hierro no hemínico. También denominado hierro inorgánico, se encuentra en alimentos de origen vegetal, como cereales, legumbres y otras plantas, así como en preparados farmacológicos a base de sales ferrosas. Su absorción es menor, oscilando entre el 2% y el 10%, debido a que suele encontrarse en forma de complejos férricos poco solubles. Además, su biodisponibilidad está influenciada por componentes de la dieta que pueden favorecer o inhibir su absorción (Tostado et al., 2015).

2.2.1.2. Importancia del hierro

Al ser un mineral reactivo, el hierro puede participar en procesos de oxidación-reducción. Cuando interactúa con el oxígeno, puede producir productos intermedios que pueden causar daños oxidativos en el ADN y las membranas celulares. Por lo tanto, el hierro debe estar firmemente unido a una proteína (Tostado et al., 2015). El hierro participa en la circulación sanguínea, es un componente activo de los citocromos y está vinculado a las reacciones de oxidación y reducción; Los citocromos son responsables de la transferencia de electrones y de la acumulación de energía procedente de la oxidación y la reducción durante la respiración y la producción de energía (Boccio et al., 2003).

El hierro participa en la creación de la hemoglobina, una proteína presente en los glóbulos rojos responsable del traslado del oxígeno y el dióxido de carbono. Durante la presentación. El hemo que alberga el hierro se une al oxígeno en los pulmones y es llevado a las células, donde se combina con el dióxido de carbono para ser liberado. También se emplea en la generación de la mioglobina, una proteína responsable de llevar el oxígeno a los músculos (Boccio et al., 2003).

2.2.1.3. Importancia del hierro y deficiencia en las plantas

El 75,0 % del hierro es esencial y está vinculado con el órgano más relevante en la planta, el cloroplasto, cuya función principal es la participación en la fotosíntesis.

Indudablemente, el hierro es un elemento crucial en la creación de la clorofila. En la ausencia de hierro, la planta presenta deficiencias, notamos un crecimiento lento en los tallos, pequeños y delgados, y los frutos suelen ser pequeños y maduran antes del tiempo adecuado, en caso de los árboles pierden frecuentemente sus hojas y se secan fácilmente (Esquivel, 2010).

2.2.2 El Fósforo

El fósforo (P) es uno de los 17 elementos nutritivos fundamentales para el desarrollo de todas las formas de vida. Este es un componente que se encuentra en los desechos animales. Es esencial para la construcción y el funcionamiento de las células en todas las especies vivas. Es un componente necesario de muchas coenzimas, así como de proteínas, fosfolípidos, ácidos nucleicos y nucleótidos. Estas sustancias intervienen en el crecimiento y la división de las células, el transporte y el metabolismo de las grasas y la absorción y utilización de proteínas, ácidos grasos e hidratos de carbono (Harris et al., 1990). Este elemento puede encontrarse en solución como: PO_4^{3-} (Ion fosfato), HPO_4^{2-} o H_2PO_4^- , (ácido fosfórico) dependiendo de la acidez (Walker 2000 & Daniel et al. 1994).

2.2.2.1 Características principales del Fósforo

- Una parte vital de los organismos del medio ambiente es el fósforo.
- En el cuerpo humano, es el segundo mineral más frecuente.
- Es un componente del ADN y el ARN, que son ácidos nucleicos.
- Es un componente de los dientes y huesos de los animales.
- Los animales contienen hasta un 1% de fósforo en masa, mientras que las plantas contienen un 0,20%.
- El fósforo es un sólido en la naturaleza.
- A pesar de ser blanco, puro no tiene color.
- Tiene un olor distinto y desagradable.
- No es un metal.
- Presenta fosforescencia (Lamberg, et al., 2015)

2.2.2.2 Función biológica

El fósforo es un elemento químico fundamental para los organismos vivos debido a sus múltiples funciones esenciales. Investigaciones recientes sugieren que ciertas formas de vida podrían sustituirlo por arsénico en determinadas condiciones. Este elemento forma parte de moléculas clave como los fosfatos inorgánicos, el ADN, el ARN y los fosfolípidos de las membranas celulares. Además, las células utilizan fósforo en forma de adenosín trifosfato (ATP) para almacenar y transferir energía.

El proceso de fosforilación y desfosforilación, que implica la adición o eliminación de grupos fosfato en las proteínas, es un mecanismo crucial para regular la actividad proteica intracelular y, por ende, el metabolismo de las células eucariotas, incluyendo los espermatozoides (Arthur, 2013).

2.2.2.4 Importancia del fósforo y deficiencia en las plantas

El fósforo es un macronutriente vital para los vegetales, su crecimiento se basa en él. El proceso de absorción demanda un consumo energético, por lo que es responsable de proporcionar energía en todos los procesos que la planta requiera, como, por ejemplo, en la fotosíntesis. La carencia de este componente se evidenciará en las plantas con hojas oscuras, en ocasiones pálidas, e incluso con una tonalidad de color rojizo (INTAGRI, 2017).

2.2.3. Fenoles

Es visto como uno de los metabolitos secundarios más variados, que incluyen uno o más grupos hidroxilo (-OH), están vinculados a un anillo aromático, estos muestran comportamientos ácidos. Hay aproximadamente 10.000 compuestos fenólicos distintos, la mayoría de los cuales son de origen vegetal (Viña, 2013).

2.2.3.1. Compuestos fenólicos

Los compuestos fenólicos, son un grupo extensamente distribuido en la naturaleza, desempeñan una función antioxidante al actuar como captadores de iones. radicales libres contrarrestan especies reactivas de oxígeno e iones metálicos que pueden causar problemas. Por su reactividad, están unidas a un ácido orgánico, un azúcar o incluso a sí mismos para crear un polímero. Son elementos esenciales en la alimentación humana, se calcula que el consumo medio de fenoles en las naciones europeas es de 23 mg diarios. Se está incrementando el interés en los compuestos fenólicos debido a su acción contra ciertas enfermedades, como algunos tipos de cáncer y trastornos cardíacos (Macías et al., 2019).

2.2.3.2. Clasificación y división de los fenoles

Los compuestos fenéticos se componen estructuralmente de uno o varios anillos aromáticos, compuestos por uno o varios grupos hidroxilos. Se dividen a su vez en taninos, cumarina, estilbenos, flavonoides y ácidos fenólicos. In vitro, los flavonoides, los taninos y los ácidos fenólicos es decir los tres polifenoles más comunes se consideran potentes antioxidantes. Mejoran la salud al reducir el riesgo de diabetes, osteoporosis, cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurológicas

(Enciso, et al., 2021).

a. Flavonoides

Son grupos diversos de compuestos fenólicos, con estructura diferentes, conocidas más de 6000, su grupo contiene un par de anillos, con seis átomos de carbono, unidos con un puente de tres átomos de carbono, formándose un tercer anillo. Dentro de este grupo encontramos chalconas, flavonas, flavonoides, taninos condensados, etc. Los pigmentos flavonoides y los carotenos, están encargados de dar coloración a las flores, así mismo son afines al agua y suelen acumularse en las vacuolas celulares, presentando diversidad de colores como tonalidades en rojo, azul, violeta, rosado, blanco y amarillo, protege de los daños que causa los rayos ultravioletas, sustancias químicas y principalmente la contaminación que enfrenta la tierra (Viña, 2013)

b. Estilbenos

Presenta propiedades similares a los flavonoides, su estructura está conformada por dos anillos fenilo unidos con un puente de dos átomos de carbono, lo encontramos en el pino, vid, maní, etc. Presentan propiedades antifúngicas.

c. Cumarinas

Las cumarinas, un grupo de metabolitos secundarios, desempeñan un papel crucial en las plantas al actuar como agentes de defensa frente a hongos, insectos y bacterias. Además, poseen propiedades curativas que las hacen útiles en la elaboración de medicamentos destinados al tratamiento de afecciones cardíacas y la prevención de la formación de coágulos en los vasos sanguíneos, funcionando en esencia como anticoagulantes (Lock, 2016).

d. Lignan

Estos compuestos están ampliamente presentes en el reino vegetal como sustancias defensivas, el lignano pinorresinol, es un componente de la resina de Forsythia que se genera cuando la planta sufre una herida, este lignano actúa como inhibidor de ciertas enzimas microbianas, otro ejemplo de estos compuestos es malognol, que impide el crecimiento de bacterias y hongos (Viña, 2013).

e. Taninos

De igual manera se encuentran distribuidos en muchas especies del reino vegetal y son producto del metabolismo secundario, contienen distintas propiedades astringentes y antiinflamatorias que es importante para contrarrestar la inflamación estomacal, y en la planta regula su desarrollo

(Bailón y Zambrano, 2018).

f. Resinas

Son compuestos que presentan secreciones orgánicas, principalmente producidas por árboles de tipo coníferas, este compuesto sirve como una barrera natural para alejar la presencia de insectos o diferentes organismos perjudiciales, en seres humanos actúa como antibacteriano y antimicrobiano (Morales *et al.*, 2021).

g. Saponinas

son metabolitos secundarios cuya función principal es servir como barrera protectora frente a herbívoros y patógenos. Además, destacan por sus aplicaciones como detergentes naturales, agentes estabilizantes y emulsificadores en productos de limpieza. Una característica notable es la inclusión de un radical glúcido, como lactosa o glucosa, en su estructura, y también poseen propiedades expectorantes (Hernández *et al.*, 2021).

2.2.3.3. Importancia de los compuestos fenólicos en las plantas

En el reino vegetal, las sustancias químicas fenólicas son metabolitos secundarios ampliamente distribuidos. Todas las secciones de las plantas los contienen, y su concentración varía en el transcurso del ciclo vegetativo. Desempeñan una amplia gama de tareas, como la síntesis de proteínas, la actividad enzimática, la fotosíntesis, la absorción de nutrientes, la producción de componentes estructurales y la protección frente a condiciones ambientales adversas (Cristina, 2008).

(Viña, 2013) detalla sobre las funciones biológicas, específicas de los compuestos fenólicos en vegetales como, inhibidores en la germinación, protectores contra los rayos ultravioleta, otros compuestos pueden actuar como atrayentes de agentes polinizadores y dispersores de semilla, en caso de las antocianinas cumplen la función de dar pigmentación, es decir dar coloración a los vegetales y frutos, en algunos casos estos compuestos fenólicos actúan como sustancias alelopáticas.

2.3. *Brassica campestris* L. “yuyo”

2.3.1 Taxonomía de *Brassica campestris* L. “yuyo”

La identificación de la muestra vegetal para la investigación, fue determinada en el herbario San Cristóbal de Huamanga por la Blga. Laura Aucasime Medina, especialista en Taxonomía y Sistemática de plantas. (Anexo N°7)

Tabla 1

Taxonomía de Brassica campestris L. “yuyo”

DIVISIÓN	: MAGNOLIOPHYTA
CLASE	: MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	: DILLENNIDAE
ORDEN	: CAPPARALES
FAMILIA	: BRASSICACEAE
GÉNERO	: Brassica
ESPECIE	: <i>Brassica campestris L.</i>
Nombre común	: “yuyo” “mostaza silvestre”

Fuente: Constancia emitida por la Blga. Laura Aucasime Medina, especialista en Taxonomía y Sistemática de plantas del herbario San Cristóbal de Huamanga.

2.3.3.1. Descripción botánica

(Rzedowski y Rzedowski, 2001) El yuyo se describe como una hierba anual o bienal, erguida, glabra, simple o ramificada. Puede llegar a medir entre 30 y 130 cm. Tiene flores amarillas, hojas oblongas y alternas, y tallos cilíndricos. Las semillas y los frutos son marrones o negros, de forma globosa y 1,5 -2,0 mm de diámetro.

Brassica campestris L. (sin. *Brassica rapa L.*) es la planta cultivada más antigua, que data de hace 5000 años, y se consume predominantemente como verdura de hojas verdes en las regiones del subcontinente del sur de Asia (Khalid, et al.,2017).

Brassica campestris se conoce comúnmente como mostaza y en nuestro medio como yuyo se cultiva frecuentemente en todo el mundo como fuente de alimento (Agrawa, et al., 2013 & Rahman, et al., 2018). El consumo de *Brassica campestris* se da en varias partes del mundo debido a sus propiedades beneficiosas para la salud debido a la presencia de nutrientes y fitoquímicos, incluidos carotenoides, vitaminas B, minerales (calcio, hierro, etc.), fibras dietéticas, azúcares solubles y ácidos grasos (Stace, 2010 & Cartea, et al.,2011).

2.3.3.2. Aspectos generales de Brassica campestris L.

Brassica campestris también contiene cantidades notables de otros componentes que son aminos simples, péptidos, alcaloides (nitratos, nitritos, oxalatos, fitatos, taninos), glucósidos y compuestos fenólicos que contribuyen al sistema de defensa natural de las plantas frente a una serie de amenazas biológicas, pero que influyen

negativamente en la biodisponibilidad de nutrientes, como minerales, vitaminas y proteínas, en los seres humanos (Ugwu, & Oranye, 2006).

Según Ricci et al. (2011), el yuyo (*Brassica campestris*) es un vegetal de tamaño moderado, que presenta una floración amarilla abundante. Se desarrolla principalmente en campos al inicio de la temporada de lluvias, entre los meses de octubre y enero. Existen familias que tienen preferencias en consumir sus hojas antes del periodo de floración, ya que después las hojas adquieren un sabor muy amargo. En el Perú, este vegetal recibe varios nombres dependiendo de la región, como Shita o yuyo en Huancayo, Jika en Cusco y Napush en Cajamarca.

2.3.3.3. Usos tradicionales

En el Perú la medicina tradicional se conserva de generación en generación, nuestros abuelos son los mejores difusores para la conservación de estas plantas, los principales usos que se tienen para *Brassica campestris* L. son para la inflamación de la piel, hervir las hojas de eucalipto, sauco, hierba buena, nabo, para bañarse, también se puede tomar en mates, para la inflamación de la matriz, de igual manera se hace hervir estas plantas, en este caso se ingiere mates de las flores, en caso de presentar fiebre se hace hervir la planta entera, etc. (Colanta, 2013).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

Para la colecta de las muestras de *Brassica campestris* L. “yuyo” se ubicaron en las zonas de muestreo de los campos agrícolas en los cultivos de maíz, a espaldas del mercado del distrito de Quinua departamento de Ayacucho, 2024

3.1.1. Ubicación política

Región : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Quinua

3.1.2. Ubicación geográfica

Latitud sur :13° 02' 52.4126"

Longitud oeste :74° 08' 40.47"

Altitud :3250 m.s.n.m.

.



figura 1. Mapa de ubicación de la zona de muestreo, distrito de Quinua – Ayacucho 2024.

3.2. Tipo de investigación

Básica – descriptivo

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Plantas de *Brassica campestris* L. “mostaza silvestre” o “yuyo”, provenientes de distrito de Quinua, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

3.3.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por 3 kilogramos de hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo”, en buen estado, recolectado es las horas de la mañana del distrito de Quinua, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho.

3.4. Metodología y recolección de datos

3.4.1. Preparación de la muestra

- Se hizo la desinfección de la muestra con lejía (hipoclorito de sodio) al 0.05 % y se lavó agua potable, y finalmente se enjuagó con agua destilada para eliminar los residuos que quedaron de hipoclorito de sodio.

- Después de haber realizado el lavado se colocó las hojas y los tallos al aire libre en sombra por 15 días,
- Después de los 15 días se trituró en un mortero y se almacenó en un frasco oscuro y de vidrio.

3.4.2. Cuantificación de hierro

Para la cuantificación del hierro se utilizó el método de Munsey con fenantrolina para determinar hierro.

Preparación del extracto etanólico de hojas y flores de *Brassica campestris* L. “mostaza silvestre” o “yuyo”

- La muestra se sometió a una selección, siendo separadas aquellas que presentaron daños y otros, luego se lavó, desinfectó y secó a la sombra.
- Una vez seca se trituró con un mortero, se pesó y colocó en botella de boca ancha, acaramelada de capacidad 5 L, con tapa.
- Luego se preparó una solución etanólica al 80 %, en un volumen de 1 litro, el cual se trasvasó a la botella acaramelada que contenía la muestra previamente triturada.
- Se procedió a dejar en reposo por 15 días, agitando suavemente por 5 minutos x 2 veces al día.
- Luego se filtró la muestra.
- Se llevó la muestra al rotaevaporador, para concentrarla la muestra y evaporó la solución etanólica. (muestra patrón)

Preparación de las Soluciones.

- Se preparó una solución de 0.1 % de orto- fenantrolina
- Se preparó una solución amortiguadora de acetato de sodio/ácido acético, pH 4,3
- Se preparó clorhidrato de hidroxilamina 10 % (m/v)
- Se preparó una solución estándar primaria de hierro – 0.1 %

Elaboración de una curva espectral con estándar de hierro

- Se procedió a elaborar una curva espectral para corroborar la longitud de onda óptima recomendada por el método espectrofotométrico de orto- fenantrolina.

Determinación de hierro total por el método colorimétrico de la orto-fenantrolina, en muestras control y blancos de análisis.

Se determinó la longitud de onda óptima, se procedió a la lectura de absorbancias y transmitancias de los estándares de hierro, así como de la muestra, por triplicado. Finalmente se graficó la curva espectral, la curva de calibración e identificó gráficamente la concentración de hierro en la muestra.

Para la preparación de la solución patrón

Se preparó 100,0 ml de la solución estándar a partir de sulfato de amonio y hierro (II) hexahidratado a una concentración de 100 mg/dl.

Para la preparación del estándar

Se tomó cuatro fioles de 100,0 ml en las cuales se midió 5.0, 10.0, 15.0 y 20.0 ml de la solución patrón respectivamente, procediendo a agregar 2,0 ml de HCl a cada fiola y de aforó a 100.0 ml.

Para la obtención de la curva

- Se tomó 2,0 ml de cada uno del estándar para ser colocados en cuatro fioles de 25,0 ml, luego se le agregó a cada fiola 1,0 ml de la solución de clorhidrato de hidroxilamina y se dejó reposar durante cinco minutos.
- Seguidamente se añadió 5,0 ml de solución buffer de acetato y 1,0 ml de solución de fenantrolina, se aforó todas las fioles con agua destilada y luego se homogenizó.
- Se realizó las lecturas en el espectrofotómetro a 510 nm y con los datos que se obtuvo se realizó la curva de calibración.

Para la preparación del blanco

- Se hizo el mismo procedimiento de la obtención de la curva, con la diferencia de que no se le agregará la solución estándar.

Para el procedimiento para la cuantificación de hierro en la muestra

- Se pesó 0,1 g de ceniza de la muestra, la cual será colocada en un vaso y se le agregó 5,0 ml de HCl, llevando a evaporación sobre un baño de vapor.
- Una vez obtenida el residuo se le añadió 2,0 ml de HCl y se calentó durante 5 minutos bajo la luna de reloj y seguidamente se filtró a una fiola de 100,0 ml, aforando con agua destilada.

- Se tomó 2,0 ml de la solución anterior y se agregó 1,0ml de clorhidrato de hidroxilamina y se dejó reposar durante 5 minutos.
- Seguidamente se añadió 5,0 ml de solución de buffer de acetato, 1,0 ml de solución de fenantrolina y aforar a 25,0 ml con agua destilada.
- Por último, se homogenizó la solución para realizar la lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 510 nm.
- Para calcular las concentraciones se reemplazó los datos de las absorbancias obtenidas de las lecturas de la muestra en la ecuación de la curva de calibración.

3.4.3. Cuantificación de fósforo

DETERMINACIÓN DE FOSFATOS EN MUESTRAS BIOLÓGICAS

Se preparó soluciones estándar de fosfato de amonio con concentraciones conocidas en un rango que cubra las concentraciones esperadas en las muestras.

- Molibdato de Amonio.
- Cloruro Estañoso
- Solución patrón de Fosfato de 50 mg/L
- Estándar de fosfato 10 mg/L

Tabla 2.

Cantidad de reactivos para la curva de calibración para la determinación de fosfato en muestras biológicas.

Reactivos /tubos	Blanco	1	2	3	4	5	Muestra
Muestra digerida con HCL							10 ml
Estándar de fosfato 10 mg/L (ml)	-	2	4	6	8	10	
H2O destilada (ml)	10	8	6	4	2	-	
[fosfato ppm]		2	4	6	8	10	
Molibdato de amonio (ml)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Cloruro estañoso (gotas) Agregar con intervalo de 2 por tubo	10	10	10	10	10	10	10
Mezclar y reposar por 10 minutos							
Leer absorbancia a 510 nm λ							

Graficar [fosfato ppm] vs Absorbancia

Aplicar mínimos cuadrados

[Fosfato ppm] = Fc x Densidad óptica

$F_c = \frac{\sum C/ab}{N}$

N

Donde:

Fc: Factor de calibración

C: concentración en ppm Ab: Absorbancia

N: número de repeticiones (3)

Preparación de la muestra

- Se trituró y homogenizó las muestras tanto hojas y flores de *Brassica Campestris L.* y colocarlo a la estufa a 110°C por 2 horas.
- Se calcinó las muestras en la mufla a 525 °C, durante 2 horas para asegurar la eliminación del agua constituida y molecular
- Se pesó una cantidad adecuada de muestra calcinada (0,5 g) en un matraz aforado

Extracción de Fosfatos

- se agregó 5 ml ácido clorhídrico (HCl) concentrado al matraz aforado que contiene la muestra de 0,5 g para digerir y extraer los fosfatos de la muestra, de esta manera el analito de interés es aislado a una solución, aforar a 25 ml.
- En caso de que la muestra presente turbidez realizar una filtración.
- Se calentó suavemente la mezcla en baño María hasta que la muestra se disuelva por completo.
- Muestra digerida con HCL lista para el análisis.

4.4.4 Determinación de Fenoles totales Tratamiento de la muestra

Se utilizó 120 gramos de hojas y flores secas, debidamente trituradas a las cuales se añadió desengrasadas con solvente bencina de petróleo empleando un equipo Soxhlet, posteriormente se llevó a una estufa para ser secado durante 24 horas a 32 °C; el material se guardó en un frasco para su posterior utilización.

Fenoles Totales por el método de Folin- Ciocalteu

Curva de Calibración de Contenido de Fenoles Totales

Los fenoles totales se determinarán mediante el método de Folin-Ciocalteu, utilizando ácido gálico como patrón.

Reactivos

- Se preparó una disolución de ácido gálico de 100 mg/L
- Se preparó una solución de carbonato de sodio al 20%

- Se preparó una solución del reactivo de Folin- Ciocalteu 1N (el reactivo se protege de la luz).

Tabla 3.

Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 100 mg/L

REACTIVOS	Concentración (mg/L) de la curva estándar de ácido gálico de una disolución concentrada de 100 mg/L								
	0	1 mg/L	3 mg/L	6 mg/L	8 mg/L	10 mg/L	12 mg/L	14 mg/L	16 mg/L
Acido gálico (UI)	0	80	240	480	640	800	960	1120	1180
Folin Ciocalteu 1N (ml)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Se agito por 5 minutos									
Carbonato de sodio 205 (ml)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Agua destilada (ml)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Se reposo 1 hora y luego se leyó a 760 nm.

Preparación del extracto metanólico

Se pesaron 12,0 gramos de hojas secas y desgrasadas, se dejaron macerar con 60,0 mililitros de metanol en un matraz ámbar a temperatura ambiente durante cinco días, y después se filtraron y concentraron en un horno durante dos días a 32,0 grados Celsius hasta obtener un peso constante.

Determinación del contenido de fenoles totales en el extracto metanólico

- En una fiola de 25,0 ml. se pesó 1,0 mg del extracto metanólico y se enrazó con metanol.
- Se tomó 1,0 ml. de esta disolución y se mezcló con 3,50 ml. de reactivo de Folin Ciocalteu, se dejó en reposo durante 5 minutos, Después se añadió 3,5 ml. de carbonato de sodio al 20%.
- Se agitó fuertemente y se dejó en reposo durante 1 hora a temperatura ambiente.
- Finalmente se leyó la absorbancia a 760 nm.

Este procedimiento se realizó por triplicado ($\pm$ Desviación estándar).

IV. RESULTADOS

Tabla 4

Concentración de hierro en mg/100g de las hojas y flores de *Brassica campestris L.* “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.

Especie vegetal de	Concentración de fósforo	Concentración de fósforo	Concentración de fósforo	Promedio de la concentración
<i>Brassica Campestris L.</i>	Muestra 1 (mg/100,0 g)	Muestra 2 (mg/100,0 g)	Muestra 3 (mg/100,0 g)	de fósforo (mg/100,0 g)
Hojas	0.342	0.372	0.332	0.349
Flores	0.236	0.276	0.216	0.243

En la tabla 4, se observa la concentración de hierro (mg/100 g de Fe) de hojas y flores de *Brassica campestris L.* “yuyo” del distrito de Quinua – Ayacucho. En las hojas se obtuvo el promedio de 0.349 mg/100g. y en flores 0.243 mg/100g. para ello se utilizó el método colorimétrico de Munsey con fenentrolina.

Tabla 5

Concentración de fósforo en hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.

Espece vegetal de	Concentración de fósforo	Concentración de fósforo	Concentración de fósforo	Promedio de la concentración
<i>Brassica Campestris</i> L.	Muestra 1 (mg/100g)	Muestra 2 (mg/100g)	Muestra 3 (mg/100g)	de fósforo (mg/100g)
Hojas	9.3850	9.405	9.355	9.385
Flores	6.488	6.528	6.478	6.498

En la tabla 5, se observa la concentración de fósforo (mg/100g de P) de las hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua – Ayacucho, con resultado en hojas 9.385 mg/100g de fósforo y en las flores 6.498 mg/100g de fósforo, de igual manera se obtuvo por el método complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).

Tabla 6

Concentración de fenoles totales en hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.

Especie vegetal de	Concentración de fósforo Muestra 1 (mg/100g)	Concentración de fósforo Muestra 2 (mg/100g)	Concentración de fósforo Muestra 3 (mg/100g)	Promedio de la concentración de fósforo (mg/100g)
<i>Brassica Campestris</i> L.				
Hojas	0.882	0.932	0.832	0.882
Flores	0.840	0.890	0.790	0.840

En la tabla 6, se observa la determinación de fenoles totales de hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, las hojas presentaron un promedio de 0,882 de fenoles totales y las flores 0.840 mg/100g.

Tabla 7

Concentraciones promedio de hierro y fósforo en hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.

Minerales	Hojas	Flores	Unidades
Concentración de hierro	0.349	0.243	mg/100g
Concentración de fósforo	9.385	6.498	mg/100g

En la tabla 7, se observa las concentraciones promedio de hierro y fósforo (mg/100g) en hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, al comparar se puede diferenciar que la concentración de fósforo es mayor concentración de hierro, en ambas características.

V. DISCUSIÓN

En la tabla 4, se determinó las concentraciones de hierro (mg/100g) de hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” provenientes del distrito de Quinua – Ayacucho, donde la cantidad promedio en las hojas fue de 0.349 mg/100g y en flores 0.243 mg/100g estas cantidades del contenido se realizó por el método colorimétrico de Munsey con fenentrolina.

En los resultados obtenidos hay una diferencia entre la cantidad de hierro en las hojas (0.349 mg/100g) y en las flores (0.243 mg/100g), esto está relacionado con el citocromo que es una proteína que transfiere electrones, contiene hierro e interviene en la respiración celular. Está ubicado en la membrana interna mitocondrial, en los tilacoides de los cloroplastos, esto hace que se tenga mayor cantidad de hierro en las hojas. El hierro es un componente esencial de diversas enzimas y pigmentos, y se considera que contribuye a la reducción de sulfatos y nitratos durante la síntesis de energía en las plantas. Aunque no se utiliza directamente en la formación de la clorofila, su presencia es crucial para su desarrollo, razón por la cual la deficiencia de hierro se manifiesta como clorosis en las hojas jóvenes. Su rol más destacado y probablemente el más conocido es su participación en el metabolismo, actuando como parte del sistema citocromo. Además, el hierro regula la actividad enzimática involucrada en la formación de la protoclorofila (Marschner, 2011).

En una investigación titulada «Cuantificación de hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa”», Casas (2023) encontró que el contenido de hierro de *Otholobium pubescens* 'wallwa' era de 22,09 mg/dl en hojas, 16,23 mg/dl en tallos y 10,71 mg/dl en flores utilizando el método colorimétrico de Munsey. Ambos estudios demuestran que el contenido de hierro de las hojas es superior al de otras partes de la planta.

Sin embargo, Tataje (2022) informó de que el método colorimétrico de Musey reveló que el contenido de hierro en extractos etanólicos de semillas secas de *Caesalpinia praecox* «espino verde» era de 80,10 mg/dl. La investigación de este autor arroja un resultado superior al del trabajo realizado porque las semillas secas tienen una mayor concentración de minerales que sus homólogas frescas. Esto se debe a que el secado de las semillas reduce su contenido de humedad y aumenta la concentración de minerales (Bowman & Russell, 2003).

En la tabla 5, se observa la concentración de fósforo (mg/100g de) de las hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua – Ayacucho, con resultado en hojas 9.385 mg/100g de fósforo y en las flores 6.498 mg/100g de fósforo, el método utilizado para este proceso es complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). El fósforo oscila entre el 0,30 y el 3,0 % en la estructura de las plantas. Al ser un componente de la estructura fundamental del ATP, una energía química que se utiliza en la fase oscura para la asimilación del CO₂ y la síntesis de hidratos de carbono como la glucosa, es un ingrediente fundamental. El desarrollo y el crecimiento de las plantas no serían posibles sin este componente. Además, es un componente de algunas proteínas, enzimas, fosfolípidos, ácido ribonucleico (ARN) y ácido desoxirribonucleico (ADN); el ATP participa en varias actividades de transferencia de energía; el ARN y el ADN son componentes básicos de la información genética; y el fósforo es un componente del ácido fítico que se encuentra en las semillas. También favorece el crecimiento del sistema radicular y el bienestar general de la planta. En conclusión, dado que favorece el rápido crecimiento de raíces, tallos y hojas, el fósforo es fundamental para las primeras fases de desarrollo de la planta. Favorece una floración rápida (Esquivel, 2018).

Además de ser fundamental para la formación y estructura de los huesos, el fósforo (P) está involucrado en múltiples funciones fisiológicas. Actúa como componente estructural en huesos y dientes, participa en el metabolismo energético, facilita la activación de reacciones metabólicas en diversas áreas, y contribuye a la regulación del equilibrio ácido-base tanto intracelular como extracelular. El ion fosfato es crucial para el metabolismo de los glúcidos, grasas y proteínas, desempeñando un rol como cofactor en múltiples sistemas enzimáticos. También es clave para el potencial metabólico, ya que se encuentra en compuestos de alta energía, principalmente en forma de ATP, pero también en GTP, ITP y otros nucleótidos. Adicionalmente, los fosfatos son esenciales para regular el equilibrio ácido-base en el plasma y las células a través de la capacidad

tampón del sistema $\text{HPO}_4/\text{H}_2\text{PO}_4$ (Tomassi, 2002).

En la tabla 6, la determinación de fenoles totales de hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, presentaron un promedio de 0,882 en hojas y en las flores 0.840 mg/100g de fenoles totales. (Guano, 2015) trabajó con extractos de hojas de camote y demostró la actividad cicatrizante que tienen los extractos ensayados, además este autor reporta un contenido de 1.19 mg de polifenoles totales (equivalentes a ácido gálico) /1 g de hoja y un contenido de 0.799 mg flavonoides totales (equivalentes a quercetina) /1g de hoja. Estas apreciaciones se acercan con los resultados hallados en nuestro trabajo de investigación. Pues trabajando con hojas de camote han determinado un alto rendimiento de metabolitos secundarios, de la extracción por digestión que ensayaron determinando un rendimiento de 13.87 g de extracto libre de solvente/100 g de hojas secas y molidas el mismo que tiene compuestos de naturaleza fenólica, flavonoides alcaloides entre otros. Para la cuantificación del contenido de polifenoles totales utilizaron la misma metodología que en nuestro trabajo de investigación con el reactivo de Folin Ciocalteu en extracto etanólico al 1.4 % y la fracción del extracto etanólico al 1.0 %.

(Surco, 2018) En su investigación sobre la actividad antioxidante y compuestos fenólicos determina la concentración de fenoles totales en extracto hidroalcohólico de las hojas de *Permettya prostrata* “macha macha” con un valor de 255 mg/g. Los compuestos fenólicos son una clase de metabolitos secundarios presentes en muchas plantas, conocidos por sus propiedades antioxidantes y sus efectos beneficiosos sobre la salud humana. En el caso de *Pernettya prostrata* (Cav.) DC. o “macha macha”, los resultados obtenidos en esta investigación muestran una concentración significativa de fenoles, lo que resalta la importancia de esta planta dentro del contexto de la medicina tradicional andina y su potencial uso en productos nutraceuticos.

(Berrocal, 2018) Determinó el contenido de fenoles totales del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Solanum nitidum* “ñuñunga”, obteniendo 177mg/g, el estudio se realizó con el mismo método en nuestro trabajo de investigación denominado Folin – Ciocalteau, indicando altos valores. Por lo tanto, la presencia de los fenoles indica que se encuentran en diversas partes de la planta, especialmente en hojas y frutos, desempeñando un papel fundamental en la protección contra el estrés oxidativo. Esto se debe a su capacidad para neutralizar los radicales libres, previniendo el daño celular.

VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó el contenido de hierro, fósforo y fenoles totales en *Brassica campestris* L., procedente del distrito de Quinua, Ayacucho, 2024, donde hay una diferencia del contenido de los parámetros analizados tanto en las hojas y flores.
2. El contenido de hierro en hojas de *Brassica campestris* L. fue de 0.349 mg/100g y en las flores fue de 0.243 mg/100g, con una mayor cantidad de hierro en las hojas, debido a que el hierro es un elemento esencial para la síntesis de la clorofila y también participa como cofactor enzimático de muchas reacciones bioquímicas.
3. El contenido de fósforo en hojas de *Brassica campestris* L. fue de 9.385 mg/100g y en las flores fue de 6.498 mg/100g, resultados más altos que el hierro, debido a que el fósforo forma parte de la estructura química como ATP, GTP, NADPH de la membrana celular en forma de fosfolípidos, por ello este elemento es fundamental para el desarrollo de las plantas, interviene en el desarrollo tanto de raíces, tallos y hojas.
4. El contenido de fenoles totales en extracto hidroalcohólico de hojas de *Brassica campestris* L. es de 0.882 mg/100g y en caso de las flores el valor es 0.840 mg/100g. estos resultados destacan la variabilidad de los compuestos fenólicos entre las diferentes partes de la planta y su potencial como fuente de compuestos bioactivos. Asimismo, la información obtenida contribuye al conocimiento sobre el perfil nutracéutico de esta especie.

VII. RECOMENDACIONES

- Realizar distintas investigaciones relacionadas con plantas de interés nutricional, principalmente en *Brassica campestris* L. “yuyo”, ya que esta planta se encuentra al alcance de todas las personas.
- Brindar mayor información sobre las propiedades nutricionales y contenido mineral de las hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo”, para mayor consumo por la sociedad.
- Es necesario realizar estudios a nivel molecular, para conocer aspectos más certeros de la función que cumple los principios activos que presenta *Brassica campestris* L. “yuyo”
- Se debe incentivar a los estudiantes de la Escuela Profesional de Biología para realizar este tipo de investigación ya que en nuestro país cuenta con gran cantidad de biodiversidad en plantas.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Accatino, I. (2019). Evaluación de la aptitud biológica de una población de nabo silvestre (*brassica rapa*) con resistencia transgénica a glifosato. *Universidad Nacional Del Sur*, 1–39. [http://bc2.uns.edu.ar/bitstream/123456789/4687/1/Accatino Trabajo de Intensificación.pdf](http://bc2.uns.edu.ar/bitstream/123456789/4687/1/Accatino%20Trabajo%20de%20Intensificaci3n.pdf)
- Agrawal, MK; Rathore, D.; Goyal, S.; Varma, A.; Varma, A. Eficacia antibacteriana de *Brassica campestris* Extractos de raíces, tallos y hojas. *Int. J. Adv. Res.* 2013, 1, 131–135.
- Arthur D. F. Toy (22 de octubre de 2013). *The Chemistry of Phosphorus*. Elsevier, 2013.p. org/details/chemistryofphosp0003toya/page/389 389. ISBN 9781483147413
- Bail3n, E., Zambrano, G. (2018). Compuestos fen3licos de or3gano (*Origanum vulgare*) y jengibre (*Zingiber officinale*) encapsulados y su efecto en la conservaci3n del queso fresco [tesis de grado]. Universidad Laica Eloy Alfaro Demanabi. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1942/1/ULEAM-AGROIN-0031.pdf>
- Bendezu Dueñas, R., & Espinoza Conislla, M. N. (2018). Universidad Nacional De Huancavelica "Violencia. *Repositorio Institucional - UNH*, 80. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2755>
- Berrocal Graciano, S. K. (2018). Contenido de fenoles totales, flavonoides y actividad antioxidante de *Solanum nitidum* R. & P. "ñuñunga", Ayacucho 2018 (Tesis para obtener título de Químico farmac3utico). [Universidad Nacional San Crist3bal de Huamanga], Ayacucho, Perú 2018. Disponible en: <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e7f5e583-5122-4577-a8df-bd103650b762/content>
- Boccio, J., Salgueiro, J., Lysionek, A., Zubillaga, M., Goldman, C., Weill, R., Caro, R. (2003). Metabolismo del hierro: Conceptos actuales sobre un micronutriente esencial. *Archivos Latinoamericanos de Nutrici3n*, 53(2), 119-132 http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004062220030002000002&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- Bowman, B., & Russell, R. (2003). Conocimientos actuales sobre nutrici3n (8. ed., Vol. 2). Editorial Organizaci3n Panamericana de la Salud. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3150/Conocimientos.%20actuales%20sobre%20nutrici3n%20octava%20edici3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cartea, ME; Francisco, M.; Soengas, P.; Velasco, P. Compuestos fen3licos en hortalizas del g3nero *Brassica*. *Mol3culas* 2011, 16, 251–280. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Casas Nuñez, R. M. (2019). Cuantificaci3n de hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* "wallwa", Ayacucho - 2023 Tesis. Universidad Nacional de San Crist3bal de Huamanga, 1, 1– 125.
- Choesin, D.N. y R.E.J. Boerner. 1991. Allyl isothiocyanate release and the

- allelopathic potencial of *Brassica napus* (Brassicaceae). *Amer. J. Bot.* 78(8), 1083-1090.
- Colanta. (2013). Nuestras plantas. In Colanta Institucional. <http://www.colanta.com.co/index.php/colanta-institucional/nuestras-plantas>.
- Córdova Chuquimantari. (2012). Actividad antiulcerosa del extracto hidroalcohólico de las hojas de *Brassica campestris*.
- Cristina S. Actividad antioxidante de los compuestos fenólicos contenidos en las semillas de la vid (*Vitis vinifera* L.). [Tesis de maestría]. Argentina Universidad Nacional de San Juan, Universidad Nacional de La Rioja Universidad Nacional de San Luis. Facultad de Ciencias Agrarias; 2008.
- Daniel, T.; Sharpley, A.; Edwards, D.; Wedepohl, R.; LEMUNYON, J. 1994. Minimizing surface water eutrophication from agriculture by phosphorus management. *Journal of Soil and Water Conservation* 49 (Suppl. 2): 30-38.
- Enciso E, Aguilar E, Tinco J, Arroyo J, Herrera O. Biomoléculas con Capacidad Antioxidante a partir de Semillas y Brotes de 20 Variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. (Quinoa). *Plantas*. [revista en internet]. 2021[acceso 2022 Oct]. 10(11):1-21. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/11/2417>
- Esquivel, G. (2010). Importancia del hierro (Fe) en la agricultura *Drosaka*, 1(2), 1–12. www.drokasa.com.pe
- Forrellat, M., Gautier, H., Fernández, N. (2000). Metabolismo del hierro. *Revista Cubana Hematología e Inmunología*. 16(3). 149-160.
- Harris, B.; Morse, D.; Head, H.; Van Horn, H. 1990. Phosphorus nutrition and excretion by dairy animals. Circular 849. University of Florida, Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences. U.S.A. 14 p
- Guano G. Evaluación de la actividad cicatrizante del extracto de las hojas de camote *Ipomoea batatas* en lesión, inducida en ratones (*Mus musculus*). (2015). Tesis para optar el título de Bioquímica.
- Harvested, L. L., Mubarak, M. S., & Bartkiene, E. (2024). *Lactic Acid Fermentation Ameliorates Intrinsic Toxicants in Growth Stages*.
- Huamani et al. (2019). Efecto antiinflamatorio del extracto de *Brassica rapa subsp. Campestris* (L.) Clapham (nabo silvestre) para gingivitis aguda en *porcellus porcellus linnaeus* Cusco 2019. 1– 114.
- Hernández Moreno, L. V., Pabón Baquero, L. C., & Hernández- Rodríguez, P. (2021). Estudio fitoquímico y actividad antimicrobiana de plantas medicinales empleadas para el control de infecciones urinarias. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 16(1), 43–56. <https://doi.org/10.18359/rfcb.4896>
- Humani Arango, F., & Mongue Hurtado, E. L. (2019). Universidad Nacional De Huancavelica "Violencia. Repositorio Institucional - UNH, 80.
- INTAGRI. 2017. Uso Eficiente del Fósforo en la Agricultura. Serie Nutrición Vegetal Núm. 105. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- Khalid, M.; Hassani, D.; Bilal, M.; Liao, J.; Huang, D. Aumento de la síntesis de

- metabolitos secundarios en *Brassica campestris* sp. *chinensis* L. mediante inoculación exógena de *Piriformespora indica* con fertilizante adecuado. *Más uno* 2017, 12, e0177185.
- Lamberg-Allardt, Christel J.; Calvo, Mona S. (1 de noviembre de 2015). «Phosphorus». *Advances in Nutrition* (en inglés) 6 (6): 860 - 862. ISSN 2161-8313. doi:10.3945/an.115.008516. Consultado el 30 de marzo de 2019.
- Lazo Sedamano, H. del P., & Valera Escobar, A. S. (2018). LICATA, Marcela. *zonadiet.com*. [Online] Lic. Marcela Licata. [Cited: Noviembre 23, 2018.]
- <https://www.zonadiet.com/nutricion/calcio.htm#Aporte>. Repositorio Institucional-UNH, 80. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1501>
- Lock, O. (2016). *Investigación Fitoquímica. Métodos en el estudio de productos naturales*. 3ra edición. Departamento de Ciencias Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Macías, B., Gómez, J., Mireles, A., & Rodríguez, G. (2019). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*
- Macías-Mejía. *Investigación y Desarrollo En Ciencia y Tecnología de Alimentos Determinación*, 4, 531–537.
- Marschner, P. (2011). *Mineral nutrition of Higher plants*. 3^{ed}. Facultad de Agricultura, Alimentación y Vinos, Universidad de Adelaida, Australia
- Miranda y Cuellar (2000) *Manual de Prácticas de laboratorio; Farmacognosia y Productos Naturales*. Ciudad de la Habana
- Morales, I., Flores, D., Andamayo, D., Yllescas, V. (2021). Evaluación preliminar de 10 plantas medicinales del Valle del Mantaro mediante el método cualitativo (fitoquímico) para uso farmacéutico. *Visionarios en ciencia y tecnología*, 6(1). <https://doi.org/10.47186/visct.v6>
- Ogosi, S. (2018). *Recuperación de suelos contaminados con metales pesados utilizando Brassica campestris L. en la estación experimental El Mantaro-Junín*. 1-84
- http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCPL/5289/T_28271198_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rahman, M.; Khatun, A.; Liu, L.; Barkla, B.J. Mostazas Brassicaceae: usos tradicionales y agronómicos en Australia y Nueva Zelanda. *Moléculas* 2018, 23, 231. [Referencia cruzada] [PubMed]
- Rzedowski, G. C., Rzedowski, J., 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2^a ed. Instituto de Ecología y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Patzcuaro, Michoacan, Mexico.
- Salas Rivas Luis José. (2013). *Efecto hipoglucémico del extracto hidroalcohólico de las hojas de Brassica campestris L. "mostaza"*
- Stace, C. Nueva flora de las islas británicas; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido, 2010.
- Surco Bellido, H. (2018). Actividad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos y flavonoides de *Pernettya prostrata* (Cav.) DC. "macha macha", Ayacucho 2018 (Tesis para obtener título de Químico farmacéutico). [Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga], Ayacucho, Perú

2018. Disponible en
<https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/72876cf5-ed37-49c4-8cbe-c896e129de08/content>

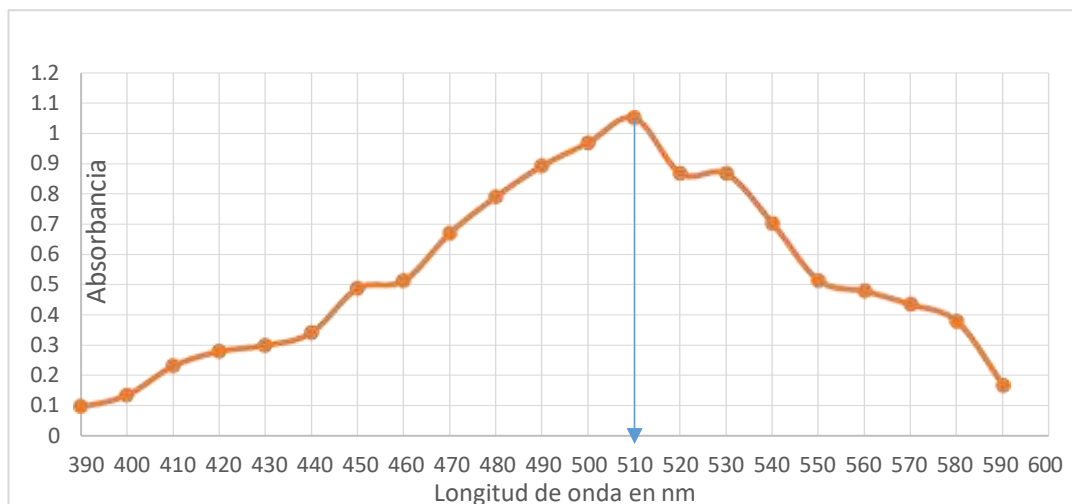
- Tataje Quispe María Milagros. (2022). *Determinación químico- bromatológica de semillas secas de Caesalpinia praecox (espino verde) que crece en el valle de Ica*. 16(1), 1–23.
- Tomassi, G. (2002). Fosforo: un nutriente esencial en la dieta humana. *Informaciones Agronomicas*, 47, 1–3.
- Tostado, T., Benítez, I., Pinzón, A., Bautista, M., Ramírez, J. (2015). Actualidades de las características del hierro y su uso en pediatría. *Acta pediátrica de México*, 36(3), 189-200
- Ugwu, FM; Oranye, NA Efectos de algunos métodos de procesamiento sobre los componentes tóxicos del fruto del pan africano (*Treculia africana*). *Bajío*2006, 5, 2329–2333.
- Viña, S. Z. (2013). Capítulo 4 Compuestos Fenólicos. *Productos Naturales Vegetales*, 91–150.
- Walker, F. 2000. Best management practices for phosphorus in the environment. Publication No. 1645. Agricultural Extension Service. The University of Tennessee. 14 p.
- Zambrano, 2015. (2015). Determinar el efecto de la fibra de (brassica· rapa l.) nabo silvestre sobre el peso, grasa corporal y proteínas totales en ratas (*Rattus norvegicus* variedad sprague dawley) con obesidad inducida, Arequipa 2015".
- Zamorano, C. & C. F. (2005). Potencial alelopático de *Brassica campestris subsp. rapa* y *Lolium temulentum* sobre tres especies de malezas de la Sabana de Bogotá. *Agronomia Colombiana*, 23(2), 261–268.

ANEXOS

Anexo 1. Datos de la muestra vegetal *Brassica campestris* L. “yuyo”, del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.

Especie vegetal			Peso fresco de la muestra	Peso seco de la muestra
Hojas	de	<i>Brassica campestris</i> L.	3 kilogramos	250g
Flores	de	<i>Brassica campestris</i> L.	3 kilogramos	230g

Anexo 2: Curva espectral para realizar la lectura de hierro en *Brassica campestris* L. “yuyo” en el distrito de Quinua - Ayacucho 2024.

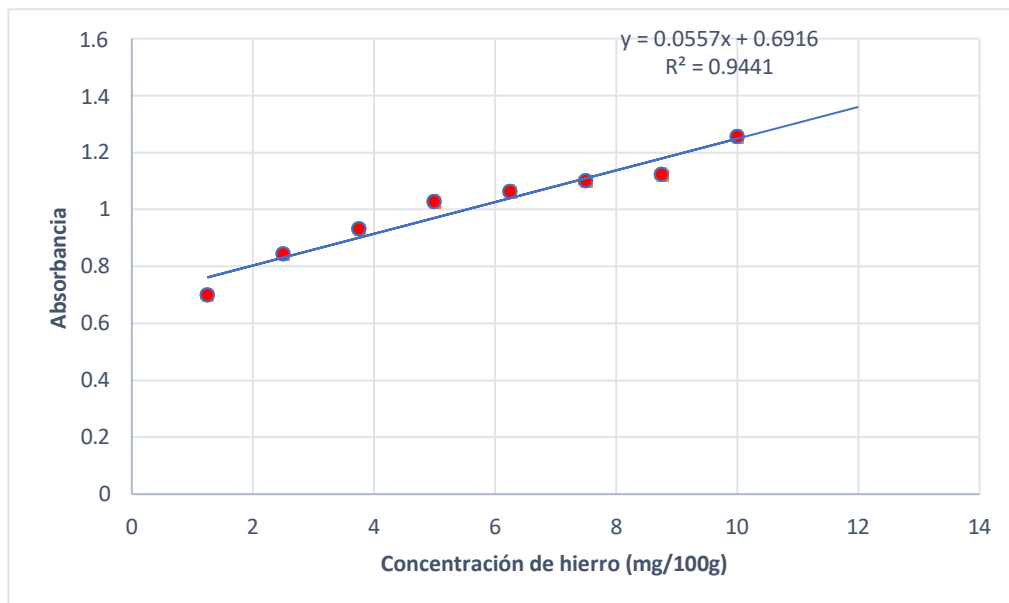


En el anexo 2, se observa la curva espectral para hierro (mg/100g), el cual es útil para realizar la lectura de la absorbancia correcta en el espectrofotómetro, como se observa en el gráfico para hierro se utilizó la longitud de onda de 510 nm.

Anexo 3. Concentración de hierro y absorbancia para la curva de calibración de *Brassica campestris* L. “yuyo”, del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.

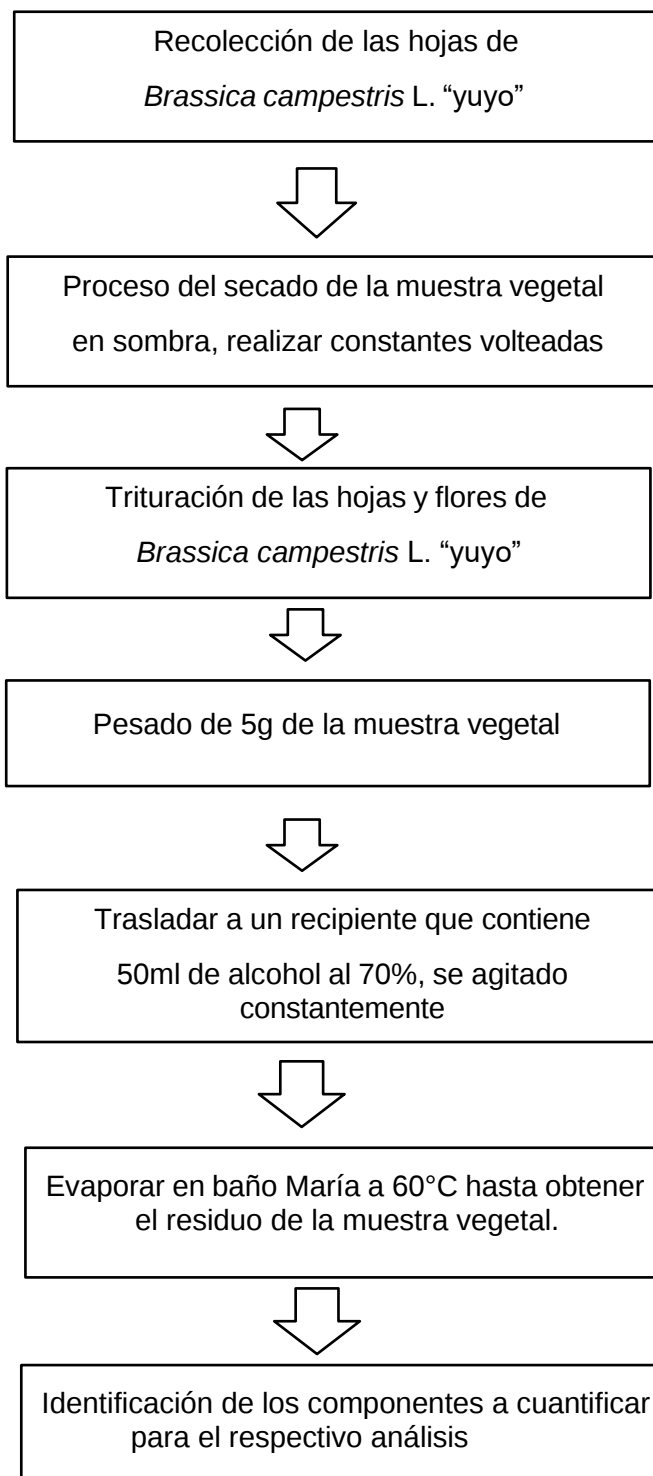
Concentración de hierro (mg/100g)	Absorbancias
1.25	0.698
2.5	0.843
3.75	0.931
5.00	1.026
6.25	1.063
7.5	1.099
8.75	1.123
10	1.256

Anexo 4. Curva de calibración de la concentración de hierro (mg/100g) y las absorbancias de *Brassica campestris* L. “yuyo”.



Nota: El coeficiente de correlación permite poder medir el grado de asociación de dos variables cuantitativas; es decir mientras más se aproxime a 1, la correlación es correcta entre las variables.

Anexo 5. Flujograma de la elaboración del extracto hidroalcohólico de las hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo”



Anexo 6. Muestra vegetal preservada de *Brassica campestris* L. “yuyo”.



Anexo 7. Constancia de la identificación taxonómica de *Brassica campestris* L.
“yuyo”

CONSTANCIA

**LA BIOLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN
TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:**

Que, la Bachiller en Ciencias Biológicas, Srta, Roxhana Karina, QUISPE
ASTO, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de
tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de
Clasificación de Cronquist. A. 1988, siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	DILLENIIDAE
ORDEN	:	CAPPARALES
FAMILIA	:	BRASSICACEAE
GÉNERO	:	Brassica
ESPECIE	:	<i>Brassica campestris</i> L.
N.V.	:	"mostaza silvestre", "yuyo"

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los
fines que estime conveniente.

Ayacucho, 18 de marzo del 2 024


LAURA AUCASIME MEDINA
BIÓLOGA
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

Anexo 8. Colecta de la muestra vegetal de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.



Anexo 9. Selección óptima de la muestra vegetal de las hojas de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.



Anexo 10. Selección óptima de la muestra vegetal de las flores de *Brassica campestris* L.
“yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.



Anexo 11. Proceso de desecación de la muestra Vegetal en hojas y flores de *Brassica campestris* L. “yuyo” del distrito de Quinua, región Ayacucho, 2024.



Anexo 12. Peso de la muestra vegetal de *Brassica campestris* L. “yuyo” de las hojas y flores secas.



Anexo 13. Preparación de reactivos con el protocolo requerido para no contaminar la muestra.



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA VEVEGETAL



Recolección de la muestra 3K
Especie: *Brassica campestris* L.



Lavado y desinfección



Secado



Trituración

OBTENCIÓN DEL EXTRACTO



Maceración por 15 días



Proceso de filtración del extracto hidroalcohólico de hojas y flores



Secado

OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS

Extracto hidroalcohólico



Maceración



Filtro



Verter a otro recipiente



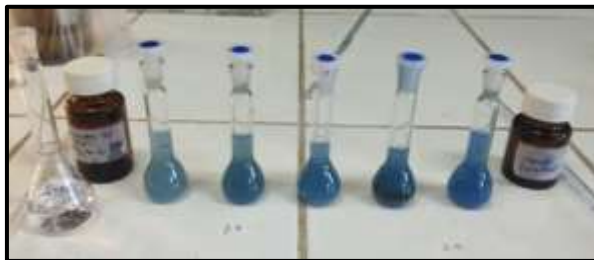
Baño María a 40°C



Raspado



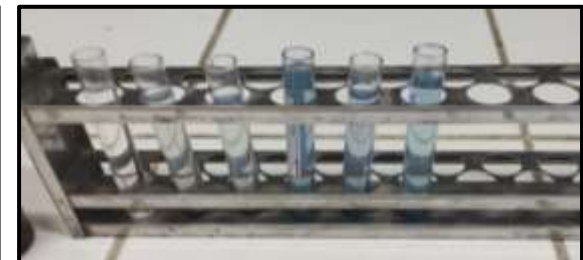
Extracto Almacenado



OBTENCIÓN DE FÓFORO



OBTENCIÓN DE HIERRO



OBTENCIÓN DE FENÓLES

Anexo 15. Procedimiento de la cuantificación de hierro en hojas y flores de *Brassica campestris* L.



1. Se pesó 100mg de la muestra de ceniza de flor y de hoja y luego se colocó en un vaso precipitado.



2. Se agregó 5ml de ácido clorhídrico concentrado.



3. se procedió a realizar el baño María a 60°C.



4. Al obtener el residuo se le añadió 2ml de ácido clorhídrico concentrado.



5. El siguiente paso fue filtrar el residuo a una fiola de 100 ml.



6. Se aforó ambas fiolas con agua destilada.



7. Se tomó 2ml de la solución anterior y se le agregó 1ml de clorhidrato de hidroxilamina 10%, dejar reposar 5 min.



8. Se añadió 5 ml de buffer acetato 0,2 M, 1 ml de fenantrolina 0,1% y se aforó a 25 ml con agua destilada.



9. Se homogenizó la solución y procedió a realizar la lectura en el espectrofotómetro a 510 nm, llevando a cero con el blanco.

Anexo 16. Matriz de Consistencia.

Título: Cuantificación de hierro, fósforo y fenoles totales en *Brassica campestris* L. “yuyo” procedente del distrito de Quinua - Ayacucho, 2024.

Autor: Roxhana Karina Quispe Asto

Asesor: Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi.

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Cuál será la cantidad de hierro, fósforo y fenoles totales en hojas y flores de “ <i>Brassica campestris</i> L.” procedente del distrito de Quinua - Ayacucho 2024?	General: Cuantificar el contenido de hierro fósforo y fenoles totales en hojas de <i>Brassica campestris</i> L. procedente del Distrito de Quinua - Ayacucho. Específicos: - Determinar el contenido de hierro en hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. - Determinar el contenido de fósforo en hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L. - Determinar el contenido de fenoles en extracto hidroalcohólico de hojas y flores de <i>Brassica campestris</i> L.	MARCO 2.1. Antecedentes 2.2. Bases teóricas. - Hierro - Funciones del hierro - Importancia del hierro - Fósforo - Características del fósforo - Función biológica del fósforo - Importancia del fósforo - Fenoles - Clasificación de los fenoles. - Importancia de los compuestos fenólicos en la planta. 2.3. <i>Brassica campestris</i> L. 2.3.1. Taxonomía de <i>Brassica campestris</i> L. - Descripción botánica de <i>Brassica Campestris</i> L. - Aspectos generales de <i>Brassica campestris</i> L. - Usos tradicionales de <i>Brassica campestris</i> L.	<i>Brassica campestris</i> L. “yuyo” procedente del distrito de Quinua, posee un alto contenido de hierro, fósforo y fenoles totales.	- Variable <i>Brassica Campestris</i> L. - Contenido de Hierro, fósforo y fenoles totales. - Indicadores: • Flores y hojas de <i>Brassica campestris</i> L. • Porcentaje del contenido de hierro, fósforo y fenoles totales.	Nivel de Investigación - Básica Tipo de Investigación - Básica - descriptiva, no experimental. Tamaño de la muestra Conformado por las flores y hojas de <i>Brassica campestris</i> L. del distrito de Quinua, provincia de Huamanga. Técnica de muestreo - Recolección de las muestras. - Pretratamiento de la muestra de para la cuantificación de hierro fósforo y fenoles. - Extracción de fosfatos. - Cuantificación de hierro por el método colorimétrico de Munsey con fenantrolina. Análisis estadístico Para el análisis estadístico se expresó en promedio y desviación estándar utilizando la estadística descriptiva, como también serán representados en tablas y figuras.



FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Roxhana Karina QUISPE ASTO
RESOLUCIÓN DECANAL N° 487-2024-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las diez de la mañana del día jueves veintiuno de noviembre del año dos mil veinticuatro; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, presidido por el Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA; Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR (Miembro - Jurado); Blgo. Jhonatan Jorge ESPINOZA CARBAJAL (Miembro - Jurado); Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI (Miembro - Asesor); actuando como secretario docente encargado el Mg. Lusber OSCCO CCORAHUA mediante Memorando N° 359-2024-UNSCH(IN) - FCB con fecha diecinueve de noviembre del año dos mil veinticuatro; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Cuantificación de hierro, fósforo y fenoles totales en *Brassica campestris* L. "yuyo" procedente del distrito de Quinua - Ayacucho, 2024.** presentado por la Bach. Roxhana Karina QUISPE ASTO; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente encargado dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA	15	15	15
Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR	18	17	18
Blgo. Jhonatan Jorge ESPINOZA CARBAJAL	17	16	17
PROMEDIO			17

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo doce del mediodía; firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA
Presidente


Mg. Jime Jack RIVERA VILLAR
Miembro – Jurado


Blgo. Jhonatan Jorge ESPINOZA CARBAJAL
Miembro – Jurado


Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI
Miembro – Asesor


Mg. Lusber OSCCO CCORAHUA
Secretario docente (e)



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 98-2024-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Cuantificación de hierro, fósforo y fenoles totales en *Brassica campestris* L. "yuyo" procedente del distrito de Quinua - Ayacucho, 2024.**, por ROXHANA KARINA QUISPE ASTO; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 21%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario Nº 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 27 de diciembre de 2024.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Cuantificación de hierro, fósforo y fenoles totales en *Brassica campestris* L. “yuyo” procedente del distrito de Quinua - Ayacucho, 2024.

por Roxhana Karina QUISPE ASTO

Fecha de entrega: 27-dic-2024 11:33a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2558410611

Nombre del archivo: QUISPE_ASTO-Roxhana-Karina-pregrado-2024_TURNITIN_PDF.pdf (372.37K)

Total de palabras: 8193

Total de caracteres: 41494

Cuantificación de hierro, fósforo y fenoles totales en Brassica campestris L. “yuyo” procedente del distrito de Quinua - Ayacucho, 2024.

INFORME DE ORIGINALIDAD

21 %

INDICE DE SIMILITUD

21 %

FUENTES DE INTERNET

1 %

PUBLICACIONES

13 %

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	9 %
Trabajo del estudiante		

2	repositorio.unsch.edu.pe	3 %
Fuente de Internet		

3	repositorio.uncp.edu.pe	3 %
Fuente de Internet		

4	hdl.handle.net	2 %
Fuente de Internet		

5	repositorio.unica.edu.pe	2 %
Fuente de Internet		

6	bc2.uns.edu.ar	1 %
Fuente de Internet		

7	www.buenastareas.com	1 %
Fuente de Internet		

8	repositorio.unsa.edu.pe	1 %
Fuente de Internet		

9

cursohidroponiadomestico.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

10

repositorio.unid.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

11

repositorio.uea.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo