

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



Cuantificación de hierro, calcio y magnesio en
Otholobium pubescens “wallwa”, Ayacucho - 2023

Tesis para optar el título profesional de:
Bióloga, Especialidad: Microbiología

Presentado por:
Bach. Ruth Mily Casas Nuñez

Asesor:
Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi

Ayacucho - Perú

2024

Mi más profunda gratitud a mis padres Alejandrina y Julián por su amor incondicional. Han sido mi guía constante y mi pilar de fortaleza, inculcándome los valores y principios. Su inquebrantable aliento ha sido una fuerza motriz para ayudarme a alcanzar mis sueños.

AGRADECIMIENTO

A mi *Alma Mater* Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por formarme como un profesional digno de admiración y respeto.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y Escuela Profesional de Biología, por sus docentes que me inculcaron valores y principios éticos. Su firme compromiso con la investigación y actualización constante, enriquecieron mi experiencia educativa y me permitieron estar al tanto de los avances más recientes en el campo de la biología.

A mi asesor el Dr. Raúl Antonio Mamani Aycachi, quien siempre está dispuesto a brindar orientación valiosa, compartiendo consejos y experiencias, con una dedicación inigualable. Su paciencia y compromiso son admirables, sobre todo por su disponibilidad de tiempo en asesorarme en cada procedimiento de la elaboración del presente informe.

Al Blgo. Rudencino Huincho Rodríguez Jefe de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales "PTAR - Totorá", por facilitarme en la manipulación de equipos en determinados procedimientos de la investigación.

Al Mg. Reynan Cóndor Alarcón, por su experiencia y conocimiento brindado en el análisis estadístico de mi investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE TABLAS	vi
ÍNDICE FIGURAS	vii
ÍNDICE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
I INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes	3
2.1.1 A nivel internacional	3
2.1.2 A nivel nacional	4
2.2 Marco conceptual	6
2.2.1 Método colorimétrico de Munsey para la determinación de hierro	6
2.2.2 Humedad	6
2.2.3 Ceniza	7
2.2.4 Método complexométrico por titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) para la determinación de calcio y magnesio	8
2.2.5 Método Oficial A.O.A.C. 930,05 para determinar el porcentaje de ceniza	9
2.2.6 Método Oficial A.O.A.C. 930,04 para determinar el porcentaje de humedad	10
2.3 Base teórica	10
2.3.1 <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”	10
2.3.2 Hierro	13
2.3.3 Calcio	15
2.3.4 Magnesio	17
2.3.5 La ingesta dietética de referencia para hierro, calcio y magnesio	19
III MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Ubicación de la zona de estudio	21

3.1.1	Ubicación política	21
3.1.2	Ubicación geográfica	21
3.2	Población	21
3.3	Muestra	21
3.4	Metodología y recolección de datos	21
3.4.1	Obtención, herborización y autenticación botánica de la muestra biológica	21
3.4.2	Tratamiento de la muestra para la obtención del contenido mineral	22
3.4.3	Concentración de hierro, calcio y magnesio	23
3.4.4	Determinación del porcentaje de humedad y ceniza	26
3.5	Tipo de investigación	28
3.6	Nivel de investigación	28
3.7	Análisis estadístico de los datos	28
IV	RESULTADOS	29
V	DISCUSIÓN	36
VI	CONCLUSIONES	45
VII	RECOMENDACIONES	46
VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Distribución y función del hierro	14
Tabla 2. Requerimiento del hierro, calcio y magnesio por edades	19

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mecanismo de absorción del hierro en el duodeno	15
Figura 2. Absorción intestinal del calcio	17
Figura 3. Regulación de la homeostasis del magnesio	19
Figura 4. Determinación de hierro en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” por el método colorimétrico de Munsey, Ayacucho – 2023	30
Figura 5. Determinación de calcio en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” por el método de titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), Ayacucho – 2023	31
Figura 6. Determinación de magnesio en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” por el método de titulación con EDTA, Ayacucho – 2023	32
Figura 7. Promedio en mg/dl de hierro, calcio y magnesio en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	33
Figura 8. Porcentaje de humedad en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho - 2023	34
Figura 9. Porcentaje de ceniza en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	35

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Certificado de identificación taxonómica	55
Anexo 2. Esquema del procedimiento para determinar hierro	56
Anexo 3. Esquema del procedimiento para determinar calcio	57
Anexo 4. Esquema del procedimiento para determinar magnesio	58
Anexo 5. Esquema del porcentaje de humedad	59
Anexo 6. Esquema del porcentaje de ceniza	60
Anexo 7. Análisis estadístico para el hierro	61
Anexo 8. Análisis estadístico para el calcio	62
Anexo 9. Análisis estadístico para el magnesio	63
Anexo 10. Espectro de absorción	64
Anexo 11. Curva de calibración del hierro	65
Anexo 12. Datos del contenido de hierro en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho - 2023	66
Anexo 13. Datos del contenido de calcio en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” Ayacucho - 2023	67
Anexo 14. Datos del contenido de magnesio en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho - 2023	68
Anexo 15. Datos del porcentaje de humedad en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho - 2023	69
Anexo 16. Datos del porcentaje de ceniza en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho - 2023	70
Anexo 17. Formato de encuesta	71
Anexo 18. Datos etnobotánicos de la encuesta realizada sobre <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	72
Anexo 19. Datos demográficos de la encuesta realizada sobre <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	74
Anexo 20. Datos de la pregunta ¿A través de quienes llegaste a conocer esta planta? de la encuesta realizada sobre <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	75
Anexo 21. Datos de la pregunta ¿Recomendarías el uso de esta planta medicinal a otras personas? y nombres comunes de la encuesta realizada sobre <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	76

Anexo 22.	Datos de la pregunta uso de esta planta de la encuesta realizada sobre <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	77
Anexo 23.	Datos de la pregunta parte utilizada de esta planta de la encuesta realizada sobre <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	78
Anexo 24.	Características botánicas de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”, Ayacucho – 2023	79
Anexo 25.	Matriz de consistencia	80

RESUMEN

La importancia de analizar el contenido mineral en las plantas proporciona información valiosa sobre su valor alimenticio y en la medicina tradicional se utiliza por sus propiedades terapéuticas, en cambio la identificación del contenido mineral en distintas partes de la planta da a conocer una mejor comprensión de sus propiedades medicinales. Por lo que, se investigó el contenido de hierro, calcio y magnesio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* "wallwa". La investigación se realizó en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Estudio de tipo descriptivo-transversal. Se empleó el método colorimétrico de Munsey para determinar el contenido de hierro y para la determinación de calcio y magnesio se utilizó el método complexométrico por titulación con EDTA. Los valores obtenidos en el contenido de hierro fueron 22,09; 16,23 y 10,71mg/dl en hojas, tallos y flores respectivamente. En cuanto al contenido de calcio en mayor cantidad fue en las flores, con 49,18mg/dl, en hojas, con 36,06mg/dl y en tallos, con 26,23mg/dl. En cuanto al contenido de magnesio fue 50,31; 44,72 y 5,59mg/dl en hojas, tallos y flores respectivamente. Además, los valores del porcentaje de ceniza y humedad fueron 3,48 y 11,48% en hojas; 1,80 y 8,18% en tallos; 2,68 y 11,18% en flores correlativamente. Concluyendo que *Otholobium pubescens* contiene altos niveles de magnesio en hojas y calcio en flores. Esta información es útil para comprender la calidad nutricional de esta planta y sus posibles aplicaciones en la medicina.

Palabras clave: *Otholobium pubescens* / hierro/ calcio/ magnesio

I. INTRODUCCIÓN

El ser humano ha utilizado plantas para tratar muchas enfermedades durante la civilización por miles de años como por ejemplo *Otholobium pubescens* es una planta medicinal conocida como “wallwa, culen, colin” (Palacios, 2009), que es utilizado en la infusión del tallo, para la anorexia, diarrea y hemorroides; al emplearlo en la infusión de hojas y flores se recomienda para empachos y heridas; pero la raíz es buena para la jaqueca, carminativo y emético; mientras que la utilización de la ceniza del tallo sirve como purgante (Sung, 2003), también la infusión de hojas sirve para el dolor de estómago (Castañeda, 2011).

Las plantas son una rica fuente de minerales como el hierro (Fe), que es importante para la síntesis de hemoglobina y el transporte de oxígeno, también es esencial para muchos procesos bioquímicos, en especial para la producción del grupo hémico presentes en un sin número de proteínas y enzimas vinculadas a procesos vitales (Bowman & Russell, 2023).

Por otro lado, el calcio (Ca) es importante en el desarrollo y metabolismo del tejido óseo, es el elemento más abundante en nuestro organismo, ya que forma parte del esqueleto y los dientes (Unguer & Chiappe, 2008).

Otro mineral importante es el magnesio (Mg) que interviene en procesos bioquímicos como la fotosíntesis y adhesión celular; actuando como regulador de la estructura del ribosoma en el transporte de la membrana; síntesis de proteínas y ácidos nucleicos; generación y transmisión del impulso nervioso; contracción muscular y cardíaca; así como en la fosforilación oxidativa; también modula la señal de transducción y proliferación celular de la insulina (Aranda et al., 2000).

En ese sentido la investigación pretende aportar información científica sobre la composición mineral que es importante para la salud humana como el hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa” en hojas, tallos y flores que

son utilizadas con fines terapéuticos. La investigación se realizó empleando el método colorimétrico de Munsey para la determinación de hierro y el método complexométrico por titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) para la determinación de calcio y magnesio. La investigación se realizó en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, entre los meses de julio a noviembre del 2023.

Objetivo general

Evaluar el contenido de hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho – 2023.

Objetivos específicos

1. Determinar el contenido de hierro en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa” por el método colorimétrico de Munsey.
2. Determinar el contenido de calcio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa” por el método complexométrico por titulación con EDTA.
3. Determinar el contenido de magnesio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa” por el método complexométrico por titulación con EDTA.
4. Comparar el contenido de hierro, calcio y magnesio entre hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.2.1 A nivel internacional

Enríquez & Cueva (2022), reportaron la cuantificación de calcio, hierro y magnesio en hojas de *Vicia faba* “haba” y *Pisum sativum* “arveja”, utilizando la técnica de espectroscopía de absorción atómica (AAS). Los resultados obtenidos mencionan que *Vicia faba* es un alimento que contiene hierro 1,7mg/dl; magnesio 2,8mg/dl y calcio 23mg/dl, mientras que; en *Pisum sativum* presenta magnesio 16mg/dl; calcio 23,8mg/dl y hierro 1,1mg/dl, en cuanto al porcentaje de humedad y ceniza se encuentra en *Vicia faba* de 11,4% y 3,2% y en *Pisum sativum* de 9,6% y 3,5% respectivamente. Con esta información pudieron concluir que en *Pisum sativum* se encuentra la mayor cantidad de calcio y magnesio.

García et al. (2022), evaluaron el contenido de calcio, magnesio y hierro en la hoja seca de *Prosopis laevigata* “mezquite blanco”, por el método de espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente. Los resultados del contenido de calcio fue de 7,53mg/dl; magnesio 3,08mg/dl y hierro 0,25mg/dl en hoja seca de *Prosopis laevigata*; en el fruto de *Prosopis laevigata* el calcio fue de 6,75mg/dl, magnesio 1,75mg/dl y hierro 0,073mg/dl finalmente en la semilla de *Prosopis laevigata* el calcio fue de 2,18mg/dl, magnesio 1,82mg/dl y hierro 0,081mg/dl; en cuanto al porcentaje de humedad en hojas fue de 15,50%, flores 19,27% y fruto 10,61%; finalmente en el porcentaje de ceniza presentó en la hoja 5,05%, flor 5,87% y fruto 3,62%. Esta investigación menciona que las hojas de *Prosopis laevigata* presentan un alto contenido de minerales que pueden contribuir para el consumo humano o animal y para la obtención de subproductos.

Cuello et al. (2017), mencionaron determinar los componentes nutricionales presentes en la hoja de *Annona muricata* “guanábana” y determinar el calcio, hierro y magnesio que fueron realizados por el método de absorción atómica. Se

obtuvieron resultados para hierro con 11,5mg/dl, calcio con 426mg/dl y magnesio con 31mg/dl; respecto a la humedad y ceniza presenta un 7,80% y 8,71% respectivamente en la hoja de *Annona muricata*. Llegando a la conclusión que, *Annona muricata* presenta calcio y magnesio en mayor cantidad a su vez identificaron evidencias preliminares sobre el posible uso de las hojas de *Annona muricata* como suplemento nutricional.

Pérez et al. (2013), realizaron un estudio sobre *Lupinus campestris*, *Lupinus exaltatus*, *Lupinus hintonii* y *Lupinus montanus* conocidos comúnmente como “tarwi”, para determinar su composición mineral. Utilizaron la técnica de espectroscopía de absorción atómica para analizar los niveles de calcio, hierro y magnesio en las semillas de estas cuatro especies de *Lupinus*. Según los resultados, *Lupinus exaltatus* tenía niveles elevados de hierro 8,13mg/dl y de calcio 0,16mg/dl. En cuanto al contenido de humedad de las semillas, *Lupinus campestris* tenía un 6,1%, *Lupinus exaltatus* un 6,2%, *Lupinus hintonii* un 8,4% y *Lupinus montanus* un 7,1%. Concluyeron que las cuatro especies de *Lupinus* tenían niveles más altos de hierro que de calcio y magnesio. Estos resultados son significativos porque el hierro, calcio y magnesio son minerales esenciales que desempeñan funciones específicas en el mantenimiento de la salud humana.

2.1.2 A nivel nacional

Tataje (2022), determinó el contenido de hierro y calcio en extractos etanólicos en semillas secas de *Caesalpinia praecox* “espinillo verde”, para la determinación de hierro por el método colorimétrico de Musey mientras que para el calcio empleó el método complexométrico por titulación con EDTA. El resultado de la concentración de hierro fue de 80,10mg/dl y calcio 16,7mg/dl, en cuanto al porcentaje de humedad 34,14% y de ceniza 1,18%. En conclusión, *Caesalpinia praecox* contiene mayor cantidad de calcio y hierro, pero se absorben mal debido a los efectos de algunos anti nutrientes que se inactivan antes de la ingestión.

Sabino (2016), cuantificó el hierro en *Lepidium peruvianum* “maca”, *Minthostachys mollis* “muña” y *Chenopodium pallidicaule* “cañihua”. Para el análisis de las muestras se utilizó espectroscopía de absorción atómica. Los resultados de hierro en *Lepidium peruvianum* se reportó 16,2mg/dl, *Minthostachys mollis* de 20,64mg/dl y *Chenopodium pallidicaule* de 14,9mg/dl, indicándonos que son alimentos ricos en hierro que es necesario para evitar la anemia. En cuanto al porcentaje de humedad fue de 10,64% en *Lepidium peruvianum*, 17% en

Minthostachys mollis y 9,80% en *Chenopodium pallidicaule* y de ceniza fue de 4,49% en *Lepidium peruvianum*; 10,7% en *Minthostachys mollis* y 3,40% en *Chenopodium pallidicaule*. Concluyó señalando la importancia de formación de una base de datos en alimentos ricos en hierro, el cual sirva como fuente de dieta alimenticia para el consumo humano y así determinar posteriormente un posible impacto en la mejora y reducción de enfermedades.

Ordoñez et al. (2021), determinaron el contenido de calcio, magnesio y hierro mediante el uso de espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES). Los resultados en las hojas de *Chenopodium ambrosioides* “paico” fue de 19,499mg/dl en calcio; 4,413mg/dl en magnesio y 0,402mg/dl en hierro; en la hoja de *Pimpinella anisum* “anis” el calcio fue de 10,724mg/dl; magnesio fue de 1,652mg/dl y hierro fue de 0,556mg/dl; en la flor de *Matricaria chamomilla* “manzanilla” el calcio fue de 5,211mg/dl; magnesio fue de 1,386mg/dl y hierro fue de 0,327mg/dl y en la hoja de *Bixa orellana* “achiote” fue de 9,632mg/dl de calcio; 1,136mg/dl de magnesio y 0,171mg/dl de hierro. En conclusión, la hoja de *Chenopodium ambrosioides* y *Pimpinella anisum* presentan mayor cantidad de calcio, magnesio y hierro respectivamente.

Alegre (2019), determinó el contenido de hierro y calcio en muestra seca de *Nostoc sphaericum* “cushuro”. Para la determinación de hierro, utilizó el método colorimétrico basado en reacciones con ortofenantrolina y para el calcio por el método complexométrico por titulación con EDTA. Encontrándose como resultado una alta concentración de hierro 15,72mg/dl en muestra seca de *Nostoc sphaericum*; este mineral es importante para combatir la anemia y en calcio presenta una concentración de 1260,13mg/dl en *Nostoc sphaericum* deshidratado; manifestaron, que este mineral es de mucha importancia para el tratamiento y prevención de la osteoporosis.

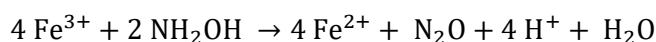
En el estudio realizado por Muñoz et al. (2015), se cuantificó el contenido de hierro y calcio en extractos etanólicos de hojas en *Medicago sativa* “alfalfa” de Huancavelica y *Erythroxylum coca* “coca” de Ayacucho mediante el método de absorción atómica. Los resultados mostraron que *Medicago sativa* tenía 335mg/dl de calcio y 5mg/dl de hierro, mientras que *Erythroxylum coca* contenía 6,8mgdl de hierro y 176mg/dl de calcio. Estos resultados sugieren que ambas especies tienen una mayor concentración de hierro y calcio en sus extractos etanólicos, lo que podría tener un importante valor nutricional para el consumo humano.

2.2. Marco conceptual

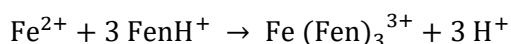
2.2.1 Método colorimétrico de Munsey para la determinación de hierro

El método colorimétrico de Munsey se utiliza para cuantificar el hierro. Implica la unión del ion ferroso con tres moléculas de fenantrolina por cada átomo de hierro, lo que da lugar a la formación de un complejo coloreado rojo - naranja de dos valencias libres para formar sales divalentes con diferentes ácidos principalmente el ácido clorhídrico, la tinción obtenida tras la formación del complejo permite la cuantificación colorimétrica mediante comparación con una solución patrón del hierro según la norma A. O. A. C. 980.03 (Latimer, 2023).

La reducción cuantitativa del ion férrico a ferroso se produce en un medio ácido con un intervalo de pH de 3 a 4. La reducción puede representarse como sigue:



Tras la reducción del ion férrico a ferroso, se produce la formación de un complejo con la adición de ortofenantrolina. En medio ácido la ortofenantrolina se encuentra en su forma protonada como ion 1,10 - fenantrolina (FenH^+). La reacción de formación del complejo puede describirse como sigue:



El método colorimétrico de Munsey con fenantrolina es un método fiable y rentable para la cuantificación precisa del hierro en diversas muestras, como alimentos, agua y muestras biológicas. El método se utiliza ampliamente en la investigación y en entornos industriales con fines de control de calidad y desarrollo de productos. La sencillez y rapidez del método lo convierten en una elección popular para los análisis rutinarios. Sin embargo, debe prestarse especial atención a la preparación de la muestra y a la precisión de la solución patrón para garantizar unos resultados fiables (Latimer, 2023).

2.2.2 Humedad

La humedad ideal para las plantas está entre el 70 - 80%. Esto permite una transpiración adecuada y un crecimiento sano. Sin embargo, tanto los niveles altos como los bajos de humedad pueden ser perjudiciales. Una humedad alta puede crear un entorno favorable para los patógenos y causar carencias de calcio. Una humedad baja puede dificultar la adhesión del polen, reducir la producción de

semillas y causar la desecación de las hojas a su vez generara retrasos en el crecimiento (Macías, 1988).

Porcentaje de Humedad

La humedad contiene una masa de aire, en relación con la máxima humedad absoluta que podría admitir sin producirse condensación, conservando las mismas condiciones de temperatura y presión atmosférica (Malik et al., 2014). Se expresa en tanto por ciento (%) donde es la presión parcial de vapor de agua en la mezcla de aire; es la presión de saturación de vapor de agua a la temperatura en la mezcla de aire; y es la humedad relativa de la mezcla de aire que se está considerando (Latimer, 2023).

Al determinar el contenido de humedad de las plantas medicinales, es importante entender el concepto de agua libre y ligada. El agua libre se refiere a la humedad de la planta que puede evaporarse fácilmente, como el agua que se encuentra en las paredes celulares y los espacios intercelulares de la planta. Mientras que el agua ligada, es la humedad que está fuertemente unida a los componentes celulares de la planta (lignina y celulosa), lo que dificulta su extracción (Malik et al., 2014).

En general, comprender la relación entre el agua libre y el agua ligada es esencial para determinar con precisión el contenido de humedad de las plantas medicinales (Macías, 1988).

2.2.3 Ceniza

Es un polvo de grano fino producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Una parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible y la otra parte puede ser expulsada al aire como parte del humo (Braja, 2012).

Porcentaje de ceniza

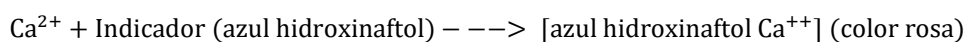
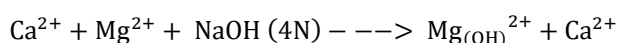
El porcentaje de cenizas representa el contenido total de minerales de un forraje o dieta. El porcentaje de ceniza interna de la planta, que aporta minerales como el magnesio, el calcio y el potasio (Latimer, 2023).

Está ampliamente reconocida en diversas industrias, como la alimentaria, agrícola y ciencias medioambientales. En la industria alimentaria, el contenido de cenizas es un parámetro crucial que determina la calidad y el valor nutritivo de los productos alimenticios (Braja, 2012). Es el residuo que queda tras la combustión completa de la materia orgánica de los productos alimenticios, que incluye minerales por ejemplo como calcio, potasio, magnesio y fósforo. Cuanto mayor sea el contenido de cenizas, mayor será el contenido mineral del producto alimenticio, lo que es indicativo de su valor nutritivo (Braja, 2012).

2.2.4 Método complexométrico por titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) para la determinación de calcio y magnesio

El método complexométrico por titulación con EDTA se utiliza habitualmente para cuantificar el calcio y magnesio. El EDTA forma fuertes complejos con iones metálicos (calcio y magnesio), por lo que es un agente quelante muy popular en química analítica. Sin embargo, las interferencias de los metales y los ortofosfatos pueden afectar al proceso de determinación (Nielsen, 2017).

Para superarlo, se crea un filtrado con oxiclورو de circonio (o cloruro de circonilo) a pH 5,5 – 6,5, que permite concentrar el calcio y magnesio mediante la formación de una sal gelatinosa e insoluble con los fosfatos (Harris, 2007).



El EDTA, es uno de los agentes quelantes más utilizados debido a sus elevadas constantes de estabilidad y a su capacidad para formar complejos fuertes con una amplia gama de iones metálicos (calcio y magnesio) (Nielsen, 2017).

En los extractos de plantas, la presencia de iones metálicos y ortofosfatos puede suponer un reto para su determinación precisa. Los iones metálicos, como el hierro y el cobre, pueden formar complejos con el EDTA, interfiriendo así en el análisis. Por otra parte, los ortofosfatos pueden formar sales insolubles con el calcio y el magnesio, lo que dificulta la medición de sus concentraciones (Harris, 2007).

Para superar estas dificultades, se ha propuesto el uso de oxiclورو de circonio. En un intervalo de pH de 5,5 - 6,5, este compuesto forma un filtrado que puede

concentrar los iones de calcio y magnesio al formar una sal gelatinosa e insoluble con la adición de fosfatos. Esta técnica ha demostrado su eficacia en el análisis de extractos vegetales, permitiendo determinar con precisión las concentraciones de iones metálicos y ortofosfatos (Latimer, 2023).

En conclusión, el uso de agentes quelantes y de técnicas innovadoras como el uso de oxiclورو de circonio puede mejorar mucho la precisión y fiabilidad de los métodos de química analítica, sobre todo en el análisis de muestras complejas como los extractos de plantas (Nielsen, 2017).

2.2.5 Método oficial A.O.A.C. 930,05 para determinar el porcentaje de ceniza

Es un método que se basa en la destrucción de la materia orgánica presente en la muestra por calcinación y determinación gravimétrica del residuo (Latimer, 2023).

Implica la ignición de una muestra a altas temperaturas para eliminar toda la materia orgánica, dejando sólo el residuo inorgánico (cenizas). El proceso incluye secar y pesar la muestra antes de introducirla en una mufla a temperatura de 550°C por un periodo de 2 horas hasta que toda la materia orgánica se haya quemado por completo. A continuación, la ceniza restante se enfría y se pesa, el porcentaje de ceniza se calcula dividiendo el peso de la ceniza por el peso inicial de la muestra y multiplicándolo por 100 (Blanco et al., 2016).

La determinación precisa del contenido de ceniza es crucial en la industria alimentaria para determinar el valor nutritivo de los productos alimenticios, así como para garantizar el cumplimiento de las normas reglamentarias. Por ejemplo, en la industria farmacéutica, el contenido de cenizas es un parámetro esencial para evaluar la pureza y calidad de las materias primas utilizadas en la producción de medicamentos. En la agricultura, el contenido de cenizas se utiliza para evaluar el contenido de nutrientes del suelo y del material vegetal, que es fundamental para la producción de cultivos (Latimer, 2023).

Este método se utiliza en las industrias alimentarias, farmacéuticas y agrícolas para determinar el contenido mineral de diversos productos, como cereales. Es importante determinar con precisión el contenido de cenizas, ya que puede indicar la calidad del producto y su pureza (Blanco et al., 2016).

2.2.6 Método oficial A.O.A.C. 930,04 para determinar el porcentaje de humedad

El método se basa en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa a una temperatura y presión determinada (Latimer, 2023).

Aunque este método se considera muy preciso, es importante tener en cuenta que puede no ser adecuado para todo tipo de muestras. Ciertos materiales, como los que contienen compuestos volátiles o los que son muy sensibles al calor, pueden requerir métodos alternativos de determinación de la humedad (Blanco et al., 2016).

El método oficial A.O.A.C. 930,04 para determinar el porcentaje de humedad se utiliza mucho en diversas industrias, como la alimentaria, farmacéutica y fabricación de cosméticos. Este método implica el uso de un horno para secar una muestra del producto a fin de eliminar toda la humedad y determinar la pérdida de peso (Latimer, 2023).

Para realizar este método, se pesa una muestra representativa del producto y se coloca en una bandeja de aluminio previamente pesada. A continuación, el recipiente con la muestra se introduce en un horno a una temperatura determinada, normalmente entre 105 a 110°C por 24 horas (Blanco et al., 2016).

Tras el periodo de secado, se saca el recipiente del horno y se deja enfriar en un desecador para evitar la absorción de humedad. A continuación, se pesa el recipiente con la muestra seca y se calcula la pérdida de peso como porcentaje del peso inicial de la muestra (Blanco et al., 2016).

En general, el método A.O.A.C. 930,04 es una técnica fiable y ampliamente utilizada para determinar el porcentaje de humedad de una muestra dada. Su exactitud y precisión lo convierten en una herramienta esencial para muchas industrias (Latimer, 2023).

2.3. Base teórica

2.3.1 *Otholobium pubescens* “wallwa”

a. Taxonomía

Según Grimes (1990) presenta la siguiente posición taxonómica:

Reino : Plantae

División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub- clase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: Fabaceae
Género	: Otholobium
Especie	: <i>Otholobium pubescens</i> (Poir.) J. W. Grimes
Nombre común	: "Wallwa", "culen", "colin macho", "huayllana"

Conocido como "wallwa" en Perú, "culen" en Chile, "albahaquilla" en Bolivia y "hierba de mataduras" en Argentina (Palacios, 2009).

b. Hábitat y adaptabilidad climática

Esta planta es originaria de la región mediterránea, sobre todo de España, Portugal y el norte de África. Es una planta herbácea perenne que puede crecer hasta 60 cm de altura aproximadamente. Crece en la región andina del Perú, Chile, Bolivia y Argentina, propia de laderas arbustivas y de vegetación ribereña. Es frecuente encontrarlo formando cerco en torno a las chacras de cultivo, caminos, carreteras, valles, laderas rocosas, terrenos rocosos y quebradas. Crece en zonas de clima templado que se encuentran a una altitud de 2000 - 4000 m. s. n. m., en los departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno, Junín, Cajamarca y Huancavelica (Sung, 2003).

c. Descripción botánica

Hojas: son compuestos trifoliados, tienen múltiples folíolos dispuestos en forma de pluma a ambos lados del tallo. Los folíolos son peludos y de color verde azulado, lo que da a la planta un aspecto general grisáceo. Cada folíolo tiene forma ovalada, con la punta puntiaguda y el margen liso. Las hojas están dispuestas alternativamente a lo largo del tallo, y cada folíolo mide hasta 3 cm de largo y 1 cm de ancho (Sung, 2003).

Inflorescencia: racimosa axilar de pequeñas flores con pedúnculos densamente vellosos, que ayuda a proteger a la planta del sol y vientos inclementes que presentan un aroma dulce y agradable (Sung, 2003).

Flores: de color lila azulada o purpúreo, presenta corola papilionada pentámera (estandarte, alas y quilla unidos en una pieza única) y androceo diadelfo. Contiene cáliz pentámero lobulado (Sung, 2003).

Fruto: es una vaina pequeña y redondeada, la vaina está cubierta de pelos finos, lo que le da una textura aterciopelada. La vaina es verde cuando es joven, pero se vuelve marrón al madurar. Dentro de la vaina hay varias semillas pequeñas y de color negro (Sung, 2003).

Se reproduce por semillas o por estacas presenta un crecimiento rápido en condiciones de humedad apropiada (Hoffmann et al., 1992).

d. Etnobotánica

Las informaciones recogidas del uso empírico de esta especie indican que sirve para (Hoffmann et al., 1992):

- ✓ Regular la menstruación
- ✓ Dolor de estómago (alivia cólicos)
- ✓ Inhibidor de células cancerígenas
- ✓ Antidiabético (reducen los niveles de glucosa en sangre)
- ✓ Trata la gastritis
- ✓ Empacho e infecciones estomacales
- ✓ Constipación (estreñimiento)
- ✓ Laxante (purgante)
- ✓ Antitusígeno (tos seca irritativa)
- ✓ Depurativo de la sangre (liberarse de sustancias nocivas y tóxicas que se almacenan en nuestro organismo)
- ✓ Astringente (cicatrizante)
- ✓ Estomáquico (favorece la digestión gástrica)
- ✓ Vermífugo (mata o expulsa las lombrices intestinales)
- ✓ Apura el parto, evita el sangrado y ayuda a componer el cuerpo después del parto
- ✓ Contra la enteritis infantil (inflamación del tubo digestivo que se presenta mediante vómitos, diarrea y en ocasiones con fiebre o cólicos)
- ✓ Antiespasmódico (alivia o calma los espasmos musculares o convulsiones)
- ✓ Antiinflamatorio (reduce o combate los síntomas y signos de la inflamación de los tejidos)
- ✓ Antiséptico (destruye los gérmenes que infectan un organismo vivo para reducir la posibilidad de infección o putrefacción)
- ✓ Carminativo (favorece la expulsión de gases del tubo digestivo disminuyendo las flatulencias y cólicos) y antidiarreico.

e. Formas de uso tradicional

Infusión: en un litro de agua hervida se agrega 100g de hojas y flores. Beber tres a cuatro tazas al día. Se utiliza para el dolor estomacal, menstrual, vermífugo y contra las diarreas (Baudillo, 1995).

Lavado: en un litro de agua hervida se agrega tres ramas frescas que contengan flores y hojas se deja enfriar, luego se cuela y se utiliza el líquido filtrado para lavar las heridas (Sung, 2003).

Para combatir la insolación, se pone debajo del sombrero hojas frescas esto debido a la frescura que brinda (Baudillo, 1995).

2.3.2 Hierro

El hierro no hémico se encuentra en los vegetales, legumbres y frutos secos, la absorción del hierro no hémico depende en gran medida de su solubilidad en la parte alta del intestino delgado, lo que, a su vez, está en relación con la comida y es proporcional a la cantidad de potenciadores e inhibidores de la solubilidad que se consumen durante una misma comida (Bowman & Russell, 2003).

Se sabe que existen diversos factores que potencian o inhiben la absorción del hierro no hémico. La vitamina C (ácido ascórbico) facilita la absorción de hierro a nivel gastrointestinal permitiendo una mayor movilización de este mineral desde los depósitos. La vitamina A también es requerida para la mantención de un nivel normal de hierro, sin embargo, no se conoce de manera clara su papel específico, pero se sabe que un déficit de esta puede asociarse a la presencia de anemia aún con niveles de hierro normales (González, 2005).

En los alimentos, el hierro se encuentra formando parte de dos grupos diferentes:

- ✓ **Hierro hémico**, es el que forma parte de la hemoglobina, mioglobina, citocromos y muchas otras hemoproteínas, que se encuentran principalmente en los alimentos de origen animal (sangrecita, riñón molleja, bazo, hígado, corazón, carnes rojas, pescados y cuy) (Boccio et al., 2003). Este grupo hémico está formado por un anillo orgánico complejo (protoporfirina), se une un átomo de hierro divalente, que finalmente forma 6 uniones coordinadas donde cuatro de ellas se forman con la protoporfirina y las dos restantes, una de ellas lo hace con el nitrógeno de la fracción proteica y la otra queda libre como sitio de unión para una molécula de oxígeno (Tostado et al., 2015).

- ✓ **Hierro no hémico**, se encuentra en los cereales, leguminosas y verduras, prevalece sobre el hierro hémico en la dieta, aunque su absorción se da marcadamente por un gran número de factores dietéticos (Torre et al., 1991).

a. Funciones

Tabla 1. Distribución y función del hierro

	Función	Cantidad de hierro en mg/dl	% hierro
Hemoglobina	Transporte de oxígeno	2,5	60 - 70
Ferritina y hemosiderina	Almacenamiento del hierro: hígado, bazo y médula ósea	1,0	27,0
Mioglobina	Transportador de oxígeno	130,0	3,5
Moléculas			
ligadores de hierro sin caracterizar	Almacenamiento	80,0	2,2
	Cadena transportadora de electrones		
Citocromos y otras enzimas que contienen hierro	Citocromo P-450 (metabolismo de fármacos) Catalasa (degradación de peroxidasa)	8,0	0,2
Transferrina	Transporta hierro desde el intestino a los tejidos	3,0	0,08

Fuente: (Roach, 2004)

b. Metabolismo del hierro en el cuerpo humano

El Hemo - Fe^{+2} entra en la célula por endocitosis y luego es liberado de la endosoma por la hemo oxigenasa (HO). El no Hemo- Fe^{+3} debe ser reducido por el citocromo b duodenal (DCYTB), facilitado por la vitamina C y transportado al citoplasma por el transportador de metales divalentes (DMT1). El Fe^{+2} intracelular ingresa la membrana basolateral del enterocito a través de la ferroportina (FPN1), es oxidado por la hefaestina (HEPH) y unido a la transferrina extracelular e intravascular para su transporte a los tejidos para su utilización y almacenamiento (Gulec et al., 2014).

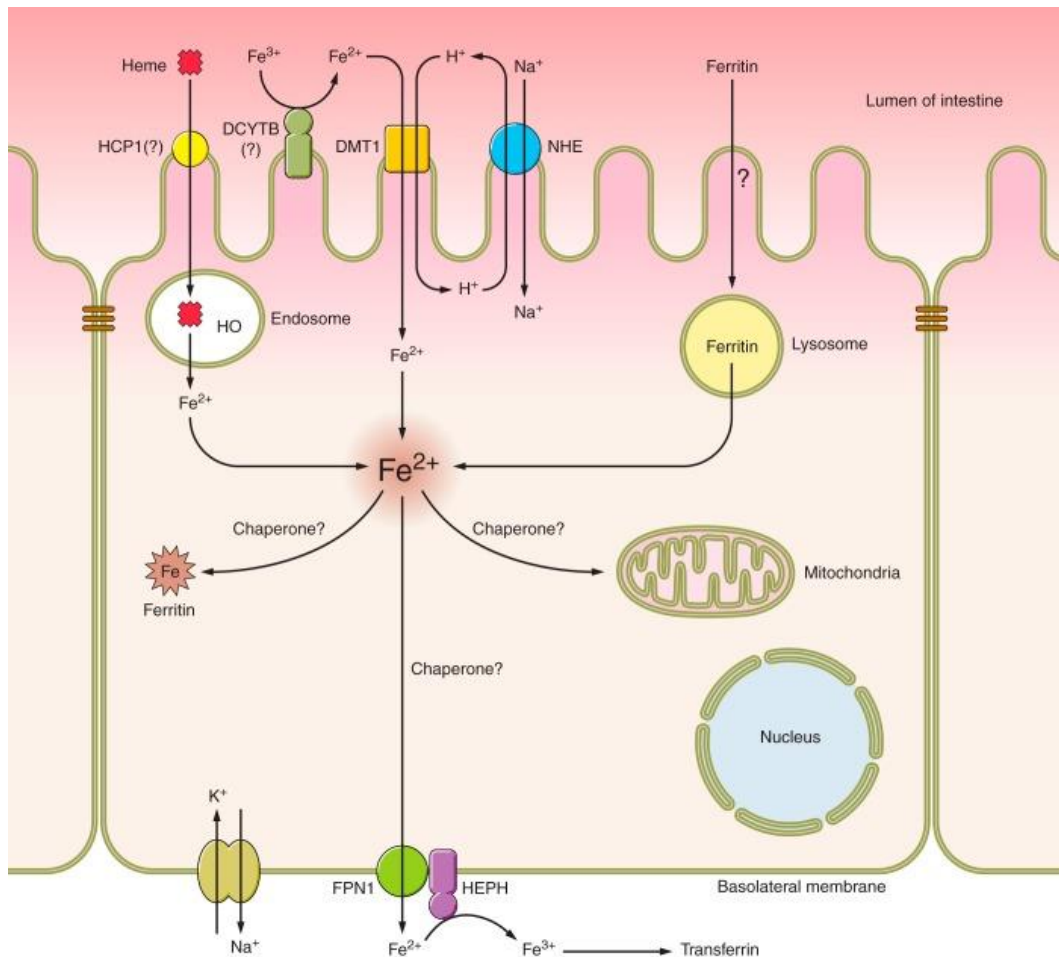


Figura 1. Mecanismo de absorción del hierro en el duodeno
Fuente: (Glutec et al., 2014)

2.3.3 Calcio

De todo el calcio corporal, el 99% se encuentra en los huesos y dientes en forma de hidroxapatita, un compuesto cristalino que incluye fósforo ($Ca_{10} [PO_4] 6 [OH]_2$). El 1% se encuentra en los tejidos blandos, sangre y en los fluidos corporales (Theobald, 2005).

El calcio es especialmente importante durante la infancia y la adolescencia, cuando los huesos aún están creciendo y desarrollándose. Una ingesta adecuada de calcio durante esta época es crucial para formar huesos fuertes y prevenir la pérdida ósea más adelante en la vida. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las necesidades de calcio varían según la edad, el sexo y otros factores como el embarazo y la lactancia (Criollo et al., 2010).

Puede obtenerse de diversas fuentes alimentarias, como los productos lácteos, las verduras de hoja verde, los frutos secos y los alimentos enriquecidos, como los cereales y el zumo de naranja (Martínez de Victoria, 2016).

En conclusión, desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la salud y el bienestar general. Una ingesta adecuada de calcio es importante durante toda la vida para promover unos huesos fuertes, unos dientes sanos y una función corporal adecuada (Bowman & Russell, 2003)

a. Funciones

Función esquelética:

Forma parte del esqueleto y de los dientes está en forma de cristales de fosfato cálcico (hidroxiapatita), los huesos están formados por una matriz proteica que se mineraliza con el calcio (más abundante), fósforo y magnesio; el tejido óseo está formado por dos tipos de huesos; el hueso compacto que tiene una función de dar dureza al esqueleto y estructural; y el hueso trabecular que tiene una función metabólica (Criollo et al., 2010).

Función no esquelética:

Está en las funciones de las células del organismo, la cual podemos dividir las en estructurales y reguladoras; las funciones estructurales están implicadas en el mantenimiento estructural celular, gránulos de secreción y membranas celulares; y la función reguladora, se ejerce de forma pasiva o activa, donde pasivamente el calcio regula las reacciones enzimáticas y activamente ejerce la contracción muscular uniéndose a la troponina C (Martínez de Victoria, 2016).

b. Metabolismo del calcio en el cuerpo humano

En la formación ósea influyen los osteoclastos y los osteoblastos, que son los responsables de la formación del hueso. En este proceso intervienen factores como la hormona paratiroidea (PTH) y la vitamina D (Binkley et al., 2009). La PTH estimula la producción de vitamina D activa, que aumenta la absorción de calcio en los riñones y los intestinos. El calcio de los alimentos se ioniza en el estómago y se absorbe en el intestino delgado, donde interactúa con otros componentes de la dieta (Theobald, 2005). El Ca^{2+} se une al transportador TRPV6 para ingresar al interior del enterocito por difusión facilitada, una vez dentro la proteína intracelular calbindina va transportar al calcio hacia la membrana basolateral para que puedan

ser expulsados al torrente sanguíneo por medio de las bombas de calcio (Carral et al., 2000).

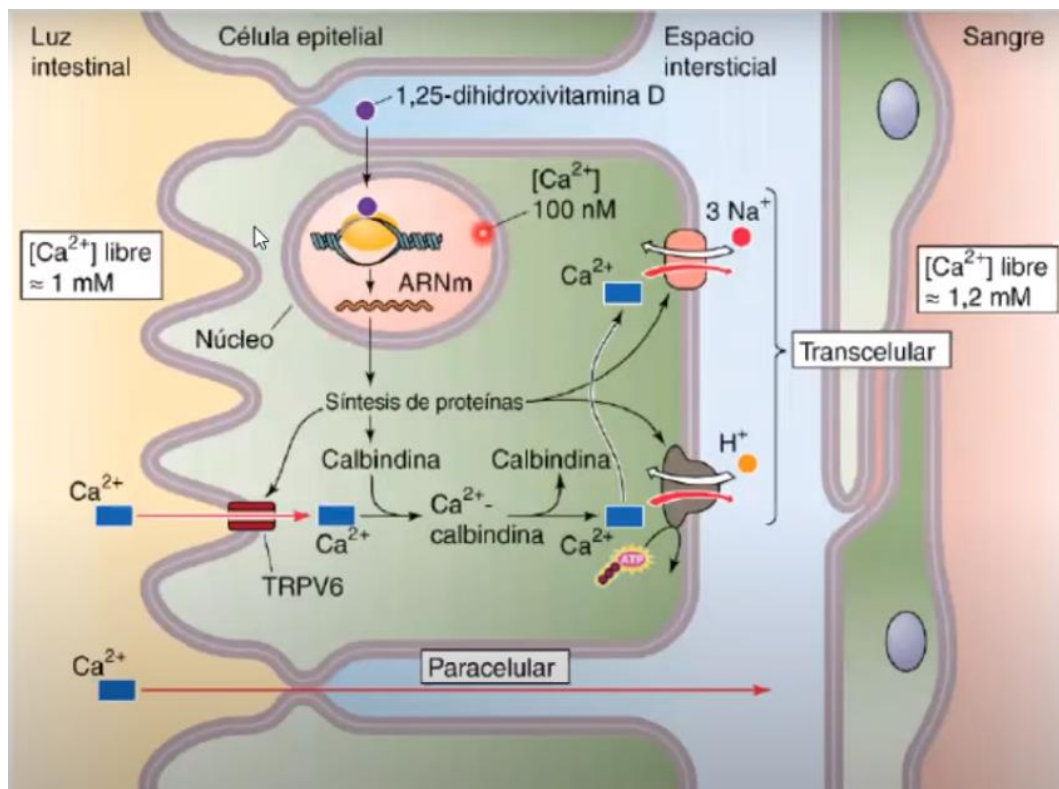


Figura 2. Absorción intestinal del calcio
Fuente: (Carral et al., 2000)

2.3.4 Magnesio

El magnesio es un mineral vital para la salud humana, actúa como un cofactor en varias enzimas involucradas en la reparación del ADN y la replicación. Es esencial asegurarse de consumir suficiente magnesio a través de la dieta o de suplementos para mantener una salud óptima (Aranda et al., 2000).

Los alimentos ricos en magnesio son las verduras de hoja verde como las espinacas y la palta, los frutos secos como por ejemplo las almendras, las semillas y los cereales integrales. Sin embargo, muchas personas no consumen suficiente magnesio en su dieta, lo que puede provocar carencias y problemas de salud como calambres musculares, fatiga y latidos irregulares del corazón (Miyahira, 2018).

En medicina, el sulfato de magnesio se utiliza como tratamiento de la eclampsia, una grave complicación del embarazo. Los suplementos de magnesio también suelen utilizarse para tratar el estreñimiento y el reflujo ácido (Rude, 2012).

El magnesio es un nutriente esencial para el cuerpo humano, ya que desempeña un papel vital en muchos procesos fisiológicos (Flatman, 1991).

a. Funciones

Funciones bioquímicas

El magnesio desempeña un papel crucial en la síntesis de energía, el transporte de electrones y la regulación enzimática (Aranda et al., 2000). Es esencial para el metabolismo celular y la estabilidad de las membranas (Planells et al., 1995). El magnesio interviene en la síntesis de compuestos ricos en energía, transportadores de protones y electrones, y es necesario para la producción de ATP (Flatman, 1991). También estabiliza las membranas celulares y mantiene la integridad de las mitocondrias, los ribosomas, el ADN, el ARN y los cromosomas (Spencer et al., 1994).

Funciones fisiológicas

El magnesio desempeña varias funciones importantes en el organismo, como en el crecimiento óseo, la transmisión genética, la movilidad de los espermatozoides, la función hepática, la síntesis del surfactante pulmonar, la síntesis hormonal y las funciones antialérgicas. También tiene funciones estructurales en los huesos, las membranas celulares y los cromosomas (Aranda et al., 2000).

Los niveles de magnesio pueden afectar a la migración celular, que es importante para la cicatrización de heridas. Interviene en la excitabilidad de los sistemas nervioso y muscular y tiene beneficios cardiovasculares, como ser antitrombótico y cardioprotector. Además, el magnesio ayuda a regular la formación ósea y el equilibrio de calcio y fosfato en el organismo (Miyahira, 2018).

b. Metabolismo del magnesio en el cuerpo humano

El magnesio intracelular forma complejos con moléculas orgánicas como la ATPasa, proteínas, ADN, ARN, enzimas y citratos. Se distribuye heterogéneamente dentro de las células, con concentraciones más elevadas en las zonas perinucleares. La concentración de magnesio libre intracelular está

estrechamente regulada y no varía significativamente con los cambios en los niveles de magnesio total (Martínez et al., 1999).

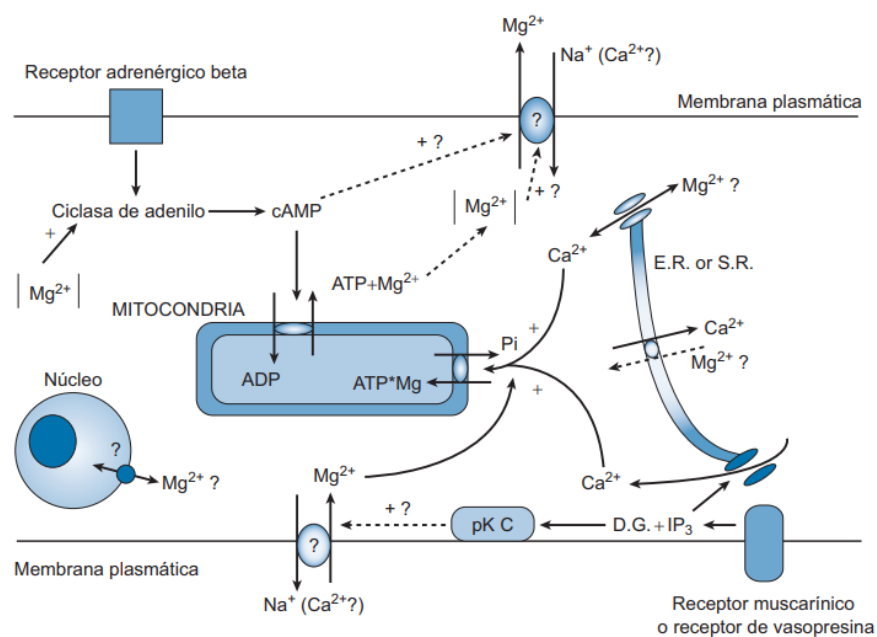


Figura 3. Regulación de la homeostasis del magnesio
Fuente: (Rude, 2012)

2.3.5 La ingesta dietética de referencia para el hierro, calcio y magnesio

Tabla 2. Requerimiento del hierro, calcio y magnesio por edades

Categoría	Edad (años)	Hierro (mg/día)	Calcio (mg/día)	Magnesio (mg/día)
Lactantes	0 – 1	0,27	210	30
Niños(as)	1 - 3	7	700	80
Niños(as)	1 - 8	10	1,00	130
Varones	9 - 13	8	1,30	240
	14 – 18	11	1,30	410
	19 – 30	8	1,00	400
	31 – 50	8	1,00	420
	51 – 70	8	1,00	420
	> 70	8	1,20	420
Mujeres	9 - 13	8	1,30	240
	14 – 18	15	1,30	360
	19 – 30	18	1,00	310
	31 – 50	18	1,00	320

	51 – 70	8	1,20	320
	> 70	8	1,20	320
Embarazadas	14 - 18	27	1,30	400
	19 – 30	27	1,00	350
	31 – 50	27	1,00	360
Madres lactantes	14 - 18	10	1,30	360
	19 – 30	9	1,00	310
	31 – 50	9	1,00	320

Fuente: (FAO/OMS, 2002)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación de la zona de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Bioquímica, de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

3.1.1 Ubicación política

País : Perú
Región : Ayacucho
Provincia : Huamanga
Distrito : Ayacucho

3.1.2 Ubicación geográfica

El laboratorio de Bioquímica se encuentra ubicado en el Jr. Independencia S/N de la provincia de Huamanga, distrito Ayacucho del departamento de Ayacucho, a una latitud: 13°08'44,04" S; longitud: 74°13'15,85" O y altitud: 2791 m. s. n. m.

3.2 Población

Plantas de *Otholobium pubescens* "wallwa".

3.3 Muestra

1 kg de hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* "wallwa"

3.4 Metodología y recolección de datos

3.4.1 Obtención, herborización y autenticación botánica de la muestra biológica

a. Obtención de la muestra biológica

Fueron adquiridas en el centro de abastos del mercado Carlos F. Vivanco Amorin de la provincia de Huamanga, distrito de Ayacucho del departamento de Ayacucho, a una latitud: 13°9'49,17" S; longitud: 74°13'37,98" O y altitud: 2749 m. s. n. m.

b. Herborización y autenticación botánica de la muestra biológica

Según (Rosas & López, 2002):

- ✓ Se obtuvo la muestra y se colocó con cuidado entre hojas de papel reciclado, la planta debe presentar flores, tallos y hojas. Las hojas deben estar en un sentido de haz envés, para poder observar las formas por ambos lados.
- ✓ Una vez lista la muestra, se cubrió con otro papel reciclado y cartón.
- ✓ Para asegurar aún más la muestra, se colocó en una prensa y se amarró con una cuerda. Esto ayudó a que la muestra permanezca plana y se conserve durante el proceso de secado.
- ✓ Al cabo de tres días, la planta estuvo completamente seca y lista para ser montada sobre cartón cartulina de fondo blanco.
- ✓ Finalmente se empaquetó para ser enviado al Herbario San Marcos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, para su autenticación botánica.

3.4.2 Tratamiento de la muestra para la obtención del contenido mineral

a. Desinfección y secado

Se realizó en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Las hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* "wallwa" fueron lavadas y desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1%.

Luego fueron, secadas en la sombra, por un periodo de cuatro semanas y se llevó a la estufa a una temperatura de 40°C por cinco horas para la obtención del material vegetal seco, procediéndose a triturar en un mortero y almacenar en un frasco de vidrio con boca ancha de color ámbar (Chilón & Tingal, 2020).

b. Obtención de la ceniza de la muestra biológica

Se pesó 5g de hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* "wallwa" previamente triturado, colocándolo en un crisol, luego se llevó a una cocina eléctrica para quemar las muestras, hasta visualizar un cambio de color negro y se dejó enfriar para llevar a la mufla a una temperatura de 550°C por dos horas

para obtener la ceniza que se utilizó para la determinación de hierro, calcio y magnesio (Alegre, 2019).

3.4.3 Concentración de hierro, calcio y magnesio

a. Determinación de hierro

Para la cuantificación de hierro en *Otholobium pubescens* “wallwa”, se utilizó el método colorimétrico de Munsey, se basa en la formación de un complejo estable con el ion ferroso debido a la presencia del quelato fenantrolina dando como producto final un color rojo - naranja (Morales & Moreno, 2019); que consta con el siguiente procedimiento:

1. Preparación de solución patrón

Se disolvió 0,35g de sulfato de amonio y hierro (II) hexahidratado en 50ml en agua destilada, se añadió una gota de ácido clorhídrico concentrado y se diluyó hasta 500ml con agua destilada.

2. Preparación de las soluciones

En ocho fioles de 25ml se midió 1,25; 2,5; 3,75; 5; 6,25; 7,5; 8,75; 10ml de la solución patrón respectivamente, procediendo a agregar 0,05ml de ácido clorhídrico concentrado a cada fiola y se aforó a 25ml.

3. Obtención de la curva de calibración

- ✓ Se tomó 1ml de cada uno de los estándares para ser colocada en 8 fioles de 25ml luego se agregó a cada fiola 0,5ml de la solución de clorhidrato de hidroxilamina y se dejó reposar cinco minutos.
- ✓ Seguidamente, se le añadió 2,5ml de solución buffer de acetato 0,2M y 0,5ml de solución fenantrolina 0,1% se aforó todas las fioles con agua destilada y se homogenizó
- ✓ Se realizó las lecturas en el espectrofotómetro a 510nm previa obtención de la curva espectral y con los datos que se obtuvo se realizó la curva de calibración.

4. Preparación del blanco

Se siguió el mismo procedimiento para la obtención de la curva, pero no se le agregó la solución estándar

5. Procedimiento para la cuantificación de hierro en la muestra

- ✓ Se pesó 0,1g de ceniza de la muestra de hoja, tallo y flor siendo colocada en vasos diferentes y se le agregó 5ml de ácido clorhídrico concentrado.
- ✓ Seguidamente se filtró a una fiola de 100ml, aforando con agua destilada
- ✓ Se tomó 2ml de la solución anterior y se agregó 1ml de clorhidrato de hidroxilamina dejando reposar por cinco minutos.
- ✓ Se añadió 5ml de solución de buffer de acetato 0,2M, 1ml de solución de fenantrolina 0,1% y se aforó a 25ml con agua destilada
- ✓ Se homogenizó la solución y se dejó reposar por 24 horas para realizar la lectura en el espectrofotómetro a 510nm.
- ✓ Para obtener las concentraciones se reemplaza las absorbancias obtenidas de las lecturas de la muestra en la ecuación de la curva de calibración.

b. Determinación de calcio y magnesio

Para la cuantificación de calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa”, se utilizó el método por titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), se basa en la capacidad del EDTA para formar complejos estables con los iones de calcio y magnesio presentes en la muestra (Harris, 2007), que consta con el siguiente procedimiento:

1. Determinación de calcio

a. Factor de corrección de estandarización de carbonato de calcio

- ✓ Se pesó 0,1g de carbonato de calcio.
- ✓ Se disolvió en 20ml de agua destilada en el matraz volumétrico de 100ml.
- ✓ Luego se agregó gota a gota HCl concentrado, se agitó hasta su disolución completa y se aforó a 100ml.

b. Estandarización del EDTA (factor de corrección volumétrico de EDTA)

- ✓ Se añadió 25ml de la solución estándar de carbonato de calcio en un matraz de Erlenmeyer de 250ml.
- ✓ Luego se agregó 25ml de agua destilada, 1ml de la solución de hidróxido de sodio 2N y 2 gotas del indicador murexida 1% y seguidamente se agitó.
- ✓ Se procedió a titular con la solución de EDTA 0,04N hasta que vire el color de rosa a malva.
- ✓ Se anotó el gasto de la titulación
- ✓ Para el cálculo del factor de corrección volumétrico de la solución de EDTA 0,04N se utilizó la siguiente ecuación:

$$F = \frac{\text{Volumen de CaCO}_3}{\text{Volumen de EDTA}}$$

Donde:

F= factor de corrección volumétrico de la solución de EDTA 0,04N

Volumen de CaCO_3 = volumen de solución estándar de calcio titulada en ml

Volumen de EDTA= volumen de EDTA 0,04N gastado en la titulación en ml

El factor de corrección volumétrico se expresa como mg de CaCO_3 equivalentes a 1,0ml de solución de EDTA.

c. Procedimiento para calcio en muestras de hoja, tallo y flor:

- ✓ Se pesó 0,1g de ceniza de la muestra de hoja, tallo y flor.
- ✓ Se le añadió 5ml de alcohol etílico, procediendo a diluir con agua destilada.
- ✓ Seguidamente, se filtró y aforó a 100ml, para luego tomar 5ml de la muestra problema.
- ✓ Otra vez se procedió a diluir con agua destilada hasta aforar a 25ml.
- ✓ Se añadió 2,5ml de hidróxido de sodio 4N para producir un pH de 11 a 12, controlando con un peachímetro.
- ✓ Se agitó y añadió dos gotas de la solución del indicador murexida al 1%.
- ✓ Para la titulación, se le añadió el titulante EDTA 0,04N estandarizado, donde se agitó de manera continua hasta el viraje del color rosa a púrpura, el ensayo se realizó por triplicado.
- ✓ Se anotó los mililitros de EDTA 0,04N gastado para realizar los cálculos con la siguiente fórmula:

$$\text{Calcio (mg/dl)} = \frac{(20 \times A \times F)}{B}$$

Donde:

A= ml de EDTA gastado

B= ml de la muestra problema

F= factor de corrección volumétrico de EDTA

2. Determinación de magnesio

Procedimiento para magnesio en muestras de hoja, tallo y flor:

- ✓ Se pesó 0,1g de ceniza de la muestra hoja, tallo y flor.
- ✓ Se le añadió 5ml de alcohol etílico, procediendo a diluir con agua destilada.
- ✓ Seguidamente, se filtró y aforó a 100ml, para luego tomar 10ml de la muestra problema.
- ✓ Se colocó en un Erlenmeyer de 250ml

- ✓ Se agregó cinco gotas de solución buffer cloruro de amonio-hidróxido de amonio hasta que la solución tenga un pH 10.
- ✓ Se agitó la solución suavemente, previamente tapada para evitar la evaporación del buffer amoniacal.
- ✓ Se añadió una pequeña cantidad de indicador negro de eriocromo T.
- ✓ Se llenó previamente una bureta de 50ml con la solución de EDTA 0,1M, teniendo la precaución de lavar con pequeñas porciones de su solución valorante.
- ✓ Luego se tituló rápidamente la solución problema con solución de EDTA 0,1M, que tiene la bureta, procurando agitar suavemente cada vez que caigan gotas del titulante sobre el Erlenmeyer, hasta que aparezca un color azul por toda la solución. La agitación debe ser suave y la titulación rápida para evitar caída del pH (se visualiza cambio de color rojo vino a azul).
- ✓ Se realizó por triplicado las valoraciones por cada muestra.
- ✓ Se anotó las lecturas como ml gastados por magnesio.
- ✓ Se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Magnesio (mg/dl)} = (V_G * PM * M) * 10$$

Donde:

V_G = volumen gastado de solución valorante EDTA

PM = Peso molecular del magnesio

M = Molaridad corregida de la solución valorante EDTA

3.4.4 Determinación de humedad y ceniza

Para la determinación de humedad se realizó por el método oficial A.O.A.C. 930,04 y se aplicó el método oficial de la A.O.A.C. 930,05 para la determinación de ceniza.

a. Determinación del porcentaje de humedad

Se determinó el porcentaje de humedad mediante el método gravimétrico a 105,5°C y presión atmosférica en estufa con aire forzado, descrito en el método oficial A.O.A.C. 930,04 (Latimer, 2023).

- ✓ Se tomó tres crisoles previamente etiquetados y secados en una estufa a 105,5°C por 30 minutos al finalizar se pesó en una balanza, teniendo el peso del recipiente vacío (P_1).
- ✓ Se procedió a pesar en la balanza analítica el crisol más la muestra triturada (P_2).
- ✓ Se llevaron los crisoles a la estufa automática marca Memmert SN30 previamente programada a 105,5°C durante un periodo de 24 horas.
- ✓ Después de este periodo se procedió apagar la estufa y dejar enfriar por un periodo aproximado de 30 minutos.
- ✓ Luego se retiró la muestra para poder pesar teniendo el peso del crisol más la muestra seca (P_3).
- ✓ Se aplicó la siguiente fórmula para el porcentaje de humedad:

$$\%H = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} * 100$$

Donde:

P_1 : Peso del crisol vacío

P_2 : Peso del crisol + muestra triturada

P_3 : Peso del crisol + muestra después de 24 horas

b. Determinación del porcentaje de ceniza

Se determinó el porcentaje de ceniza de acuerdo al método oficial de la A.O.A.C. 930,05 (Latimer, 2023). La determinación consistió en calcinar 5g de muestra en una mufla a 550°C por dos horas.

- ✓ Se pesaron tres crisoles de porcelana de 50ml en la balanza analítica que fueron previamente etiquetadas (P_1).
- ✓ Se procedió a pesar en la balanza analítica el crisol con la muestra triturada (P_2).
- ✓ Se pusieron los crisoles a la mufla automática marca Muffle Furnace modelo FO210CR previamente programada a 550°C por un periodo de dos horas.
- ✓ Finalmente se esperó un periodo de 24 horas para que el equipo de la mufla descienda la temperatura, se pesó en la balanza analítica los crisoles más la muestra de ceniza (P_3).

✓ Se aplicó la siguiente fórmula para el porcentaje de ceniza:

$$\%C = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} * 100$$

Donde:

P₁: Peso de crisol vacío

P₂: Peso de crisol + muestra triturada

P₃: Peso de crisol + muestra de ceniza

3.5 Tipo de investigación

La investigación fue no experimental, ya que las variables ocurren por sí solas y no es posible manipularlas, estos son recogidos en su estado natural (Sampieri et al., 2002).

3.6 Nivel de investigación

Descriptivo, porque busca especificar la determinación de hierro por el método colorimétrico de Munsey, de calcio y magnesio por el método de titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) en la hoja, tallo y flor de *Otholobium pubescens* “wallwa”; es de corte transversal porque los datos fueron obtenidos en un tiempo determinado en la provincia de Huamanga, región Ayacucho del año 2023 (Sampieri et al., 2002).

3.7 Análisis estadístico de los datos

Para la interpretación de resultados se utilizó la estadística descriptiva elaborando tablas y figuras en el paquete estadístico Microsoft Excel 2019. Mientras que para la comparación de hierro, calcio y magnesio entre hojas, tallos y flores se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey, con el programa Minitab versión 21.

IV. RESULTADOS

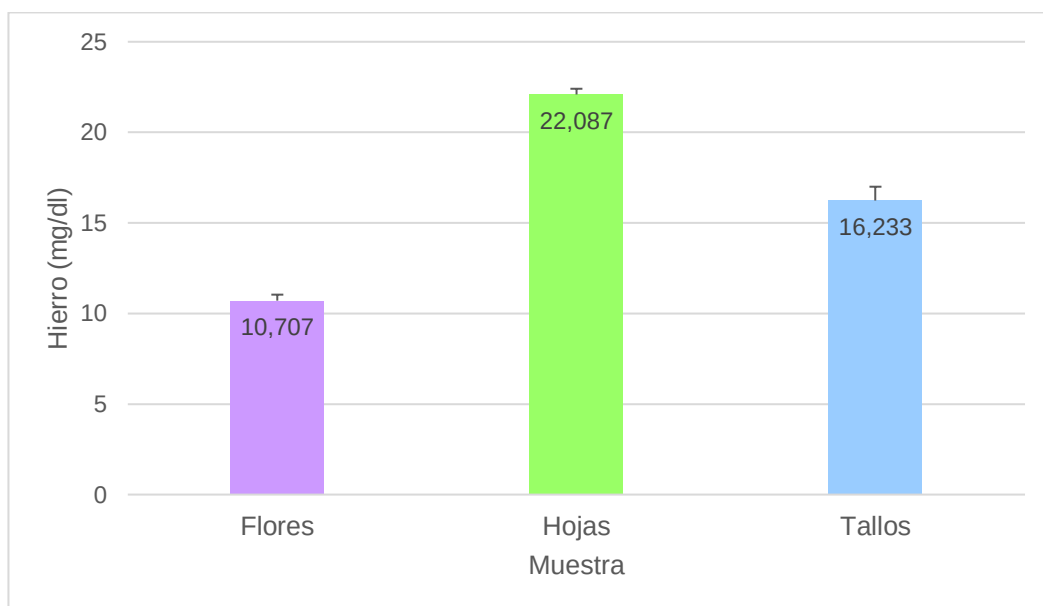


Figura 4. Determinación de hierro en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* "wallwa" por el método colorimétrico de Munsey, Ayacucho - 2023

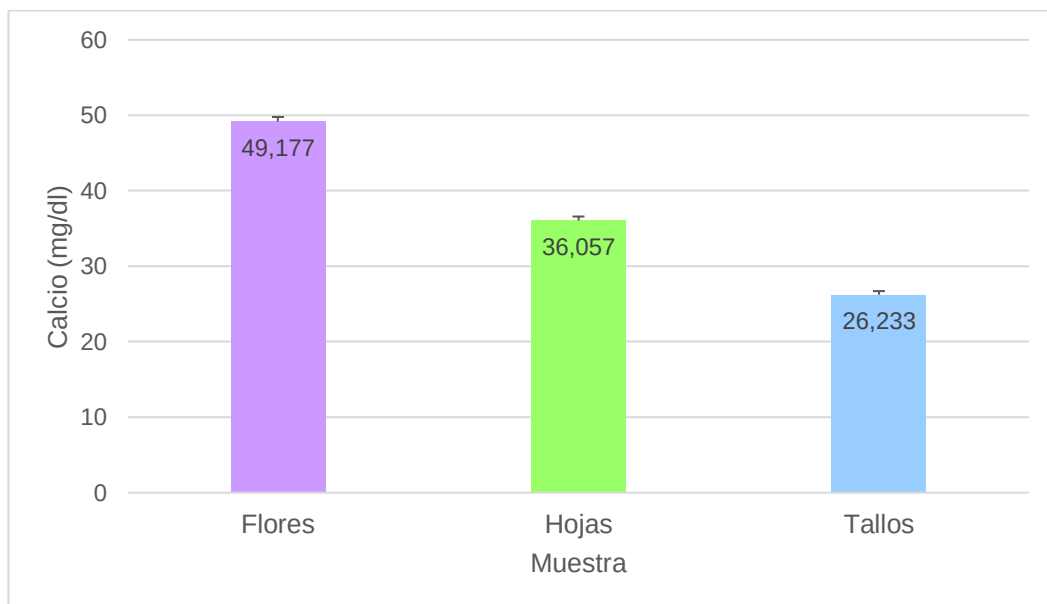


Figura 5. Determinación de calcio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* "wallwa" por el método de titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético), Ayacucho - 2023

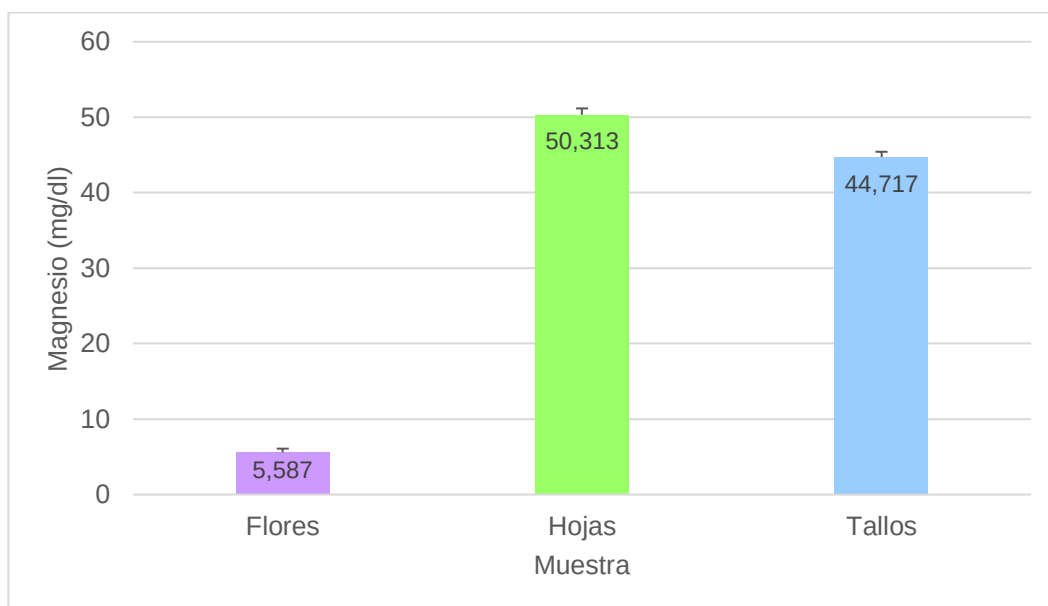


Figura 6. Determinación de magnesio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa” por el método por titulación con EDTA, Ayacucho - 2023

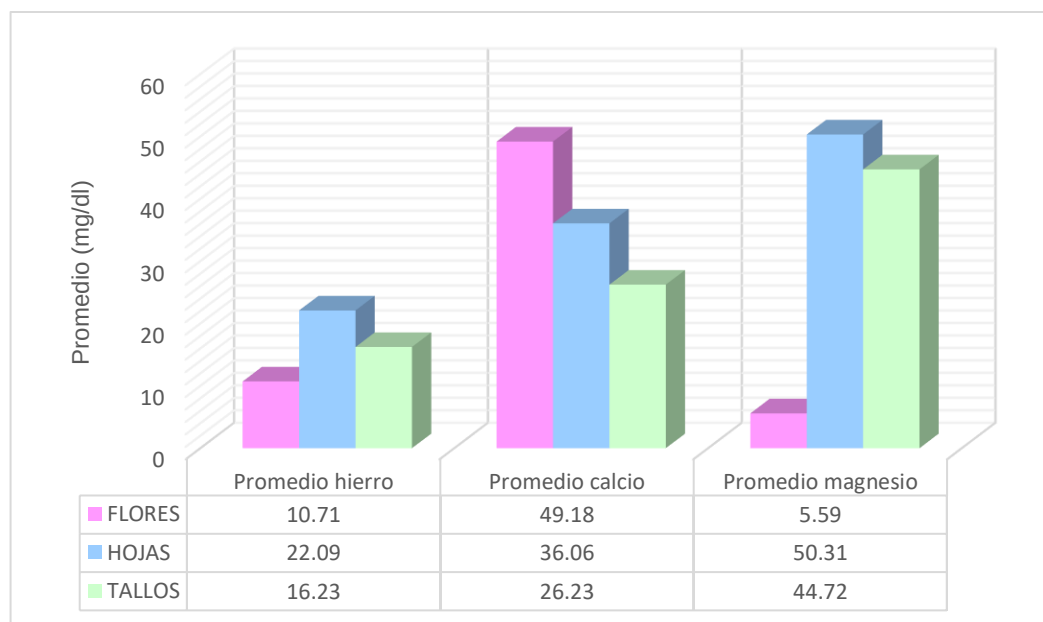


Figura 7. Promedio en mg/dl de hierro, calcio y magnesio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho - 2023

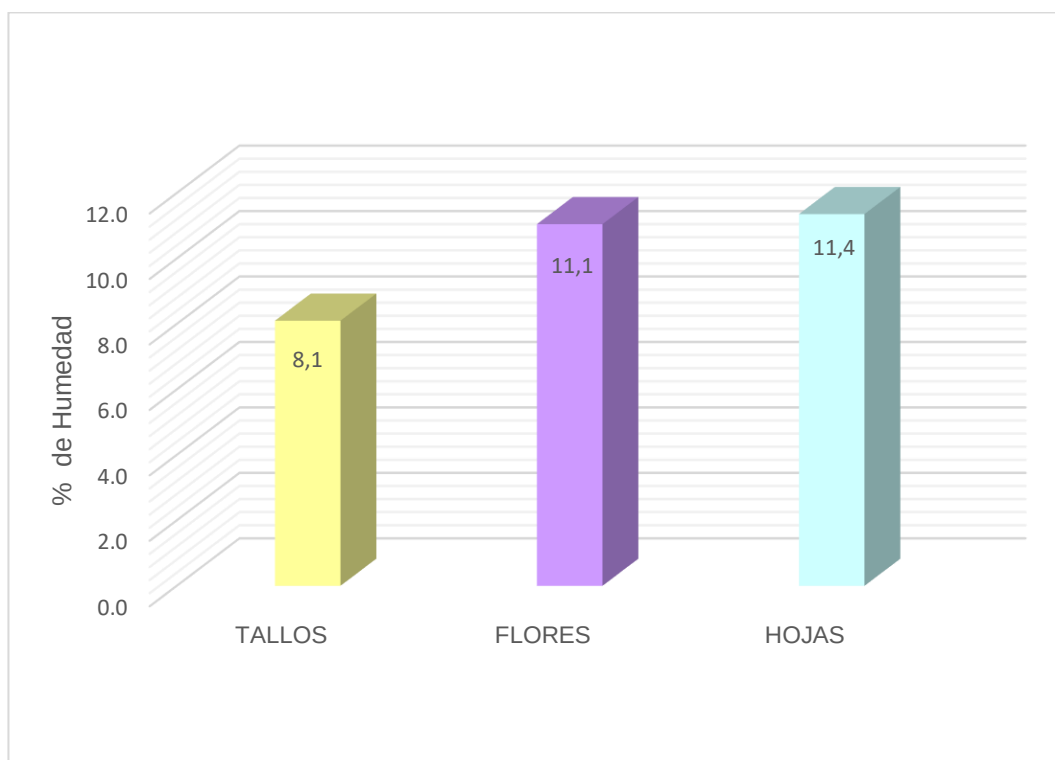


Figura 8. Porcentaje de humedad en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho - 2023

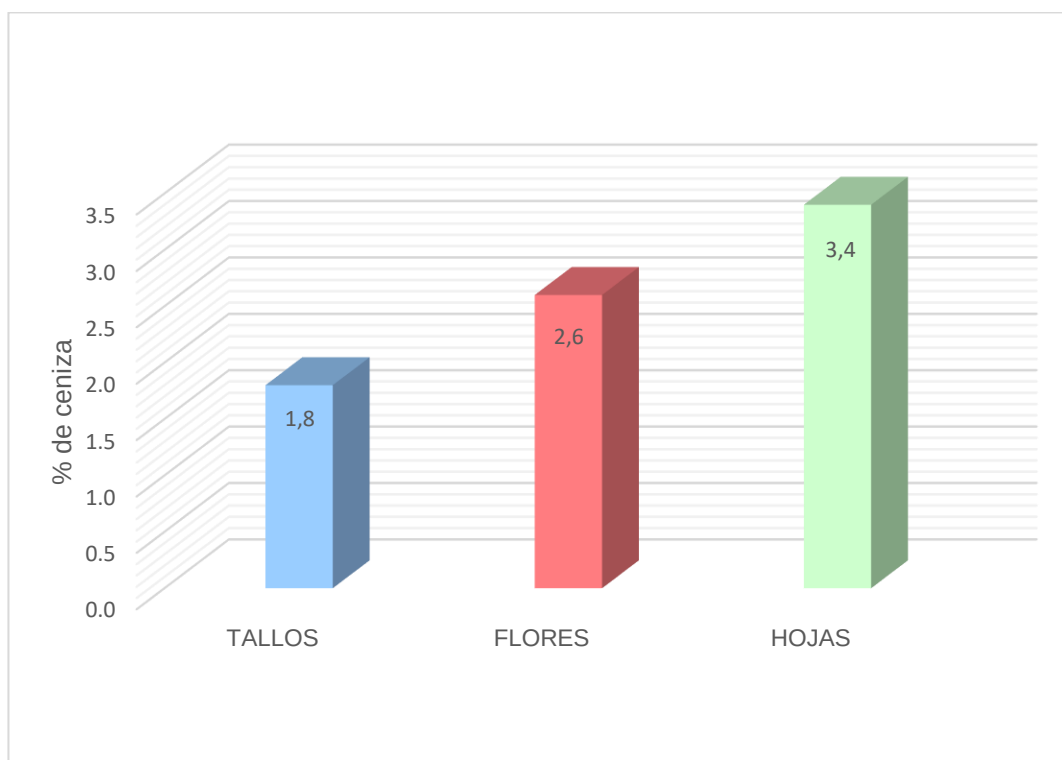


Figura 9. Porcentaje de ceniza en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho - 2023

V. DISCUSIÓN

En la figura 4, se visualiza el contenido de hierro determinado en *Otholobium pubescens* “wallwa”, registrando 22,09mg/dl en hojas; 16,23mg/dl en tallos y 10,71mg/dl en flores por el método colorimétrico de Munsey; los resultados muestran que en la hoja se encuentra un alto contenido de hierro que es significativamente mayor a la flor y tallo porque en las plantas el hierro se almacena en mayor cantidad en las hojas debido a que desempeña un papel importante en la formación de clorofila que es responsable del color verde de las hojas y del proceso de fotosíntesis (Torre et al., 1991). Además, el hierro contribuye a la formación de lignina, que proporciona fuerza y rigidez a los tallos de las plantas (Bowman & Russell, 2003). Mientras que en las flores es responsable de los colores rojo, azul y morado (Gulec et al., 2014).

El contenido de hierro en un individuo normal en la mujer es de 4g y en varón 5g en cuanto a su valor nutricional el 2,5mg/dl forma parte de la hemoglobina, el 8,0mg/dl en el contenido de las enzimas; 1,0mg/dl en la ferritina y finalmente el 3,0mg/dl se encuentra unido con la transferrina como hierro circulante (Roach, 2004).

Según los resultados obtenidos en *Otholobium pubescens* “wallwa” presenta un alto contenido de hierro que cubre los requerimientos que necesita un individuo para realizar sus funciones vitales. Estos resultados son respaldados por Enríquez & Cueva (2022) quienes refieren que la cuantificación de hierro en hoja de *Vicia faba* “haba” y *Pisum sativum* “arveja”, son un alimento que contienen 1,7 y 1,1mg/dl de hierro respectivamente, por la técnica de espectroscopía de absorción atómica.

Así mismo; estos resultados son similares a lo encontrado por Sabino (2016) quien indicó que en *Lepidium peruvianum* “maca” presentó un promedio de hierro de 16,2mg/dl, en *Minthostachys mollis* “muña” 20,64mg/dl y *Chenopodium pallidicaule* “cañihua” 16,2mg/dl por el método de espectroscopía de absorción atómica.

También Alegre (2019) consideró que el contenido de hierro en muestra seca de *Nostoc sphaericum* “cushuro” presentó una concentración de 15,72mg/dl por el método colorimétrico basado en reacciones con ortofenantrolina. Como afirma Pérez et al. (2013) que *Lupinus exaltatus* “tarwi” contiene elevados niveles de hierro 8,13mg/dl en las semillas por la técnica de espectroscopía de absorción atómica.

Finalmente Muñoz et al. (2015) señalaron la cuantificación de hierro en extractos etanólicos de las hojas de *Erythroxylum coca* “coca” con 6,8mg/dl y en *Medicago sativa* “alfalfa” 5mg/dl.

Estas investigaciones realizadas por los autores mencionados anteriormente muestran resultados inferiores a la investigación realizada.

En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se encuentran en su mayoría en las proporciones necesarias para el buen funcionamiento del cuerpo humano para evitar enfermedades como anemia ferropénica, fatiga, debilidad muscular y problemas cognitivos. El conocimiento de la cantidad de hierro presente en diferentes partes de la planta puede ser de utilidad para la industria alimentaria y farmacéutica, ya que el hierro es un componente esencial en la producción de algunos alimentos y medicamentos.

Por el contrario, Tataje (2022) quien indicó que el contenido de hierro en extractos etanólicos en semillas secas de *Caesalpinia praecox* “espino verde” por el método colorimétrico de Musey donde la concentración de hierro fue de 80,10mg/dl, la investigación de este autor muestra un resultado superior al trabajo realizado, esto se debe a que las semillas secas contienen una mayor concentración de minerales que sus homólogas frescas. Se debe al hecho de que cuando las semillas se secan, se reduce el contenido de humedad y los minerales se concentran más (Bowman & Russell, 2003).

Además, el proceso de secado también puede ayudar a preservar el contenido nutricional de las semillas, convirtiéndolas en una fuente excelente de vitaminas,

minerales y otros nutrientes esenciales (Bowman & Russell, 2003). De hecho, los minerales que se encuentran en las semillas secas suelen ser más biodisponibles, lo que significa que el organismo lo absorbe y utiliza con facilidad (Torre et al., 1991). Esto hace que las semillas secas sean una parte importante de una dieta sana, sobre todo para quienes desean aumentar su ingesta de minerales esenciales como el calcio, hierro y magnesio.

También el contenido de hierro en los extractos de etanol de plantas medicinales varía según la especie vegetal, el método de extracción puede aumentar o disminuir en función del disolvente (metanol, etanol y agua) utilizado y la ubicación geográfica puede estar influido por la composición del suelo y los factores ambientales (González, 2005).

En la figura 5, se muestra el contenido de calcio de *Otholobium pubescens* “wallwa”, registrando 49,18mg/dl en flores; 36,06mg/dl en hojas y 26,23mg/dl en tallos determinado por el método de titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). Los resultados muestran un alto contenido de calcio en la flor que es significativamente mayor a la hoja y tallo; esto debido a que esta parte de la planta es importante para los procesos reproductivos. Este mineral es importante en el desarrollo de los tubos polínicos y la formación del fruto. En cambio, en las demás estructuras de la planta le da mecanismos de defensa contra patógenos y plagas a su vez aumenta su tolerancia a factores estresantes ambientales como la sequía y salinidad (Lara et al., 2013).

El calcio se necesita consumir más de 100mg/día. La concentración normal de calcio en la sangre es de 10mg/dl con un rango entre 8,8 y 10,6mg/dl (Torún et al., 1994) y en la biodisponibilidad de calcio en la leche de vaca es de 30mg/dl, en la leche materna es de 35mg/dl y 5mg/dl en la espinaca (Theobald, 2005). Según los resultados obtenidos en *Otholobium pubescens* “wallwa” presenta un alto contenido de calcio comparada por ejemplo con la biodisponibilidad de calcio en leche materna.

El calcio es un mineral esencial que desempeña un papel vital en el cuerpo humano. Es necesario para el buen funcionamiento del sistema nervioso, la contracción muscular y la salud ósea. La carencia de calcio puede provocar diversos problemas de salud, como la osteoporosis. Por tanto, el descubrimiento de que *Otholobium pubescens* es rico en calcio es significativo y puede tener importantes implicaciones para la salud humana (Theobald, 2005).

Del mismo modo, Enríquez & Cueva (2022) informaron de que *Vicia faba* “haba” y *Pisum sativum* “arveja”, contienen 23,0 y 23,8mg/dl de calcio en la hoja, respectivamente, por la técnica de espectroscopía de absorción atómica.

De manera similar Pérez et al. (2013) mencionaron que las semillas de *Lupinus exaltatus* “tarwi” contiene 0,16mg/dl de calcio, utilizando la técnica de espectroscopía de absorción atómica, asimismo Tataje (2022) indicó que en los extractos etanólicos en semillas secas de *Caesalpinia praecox* “espino verde” una concentración de calcio de 16,7mg/dl por el método complexométrico por titulación con EDTA.

Estos estudios ponen de relieve la importancia de conocer el contenido de calcio en diversas especies vegetales, ya que este mineral es esencial para mantener sanos huesos y dientes, así como para otros numerosos procesos fisiológicos del organismo (Martínez de Victoria, 2016).

En definitiva, las investigaciones mencionadas anteriormente presentan resultados inferiores comparadas con la investigación realizada dándonos a entender que *Otholobium pubescens* “wallwa” abre nuevas posibilidades de investigación y exploración en torno a sus propiedades y usos potenciales.

En cambio, Muñoz et al. (2015) encontraron que en extractos etanólicos de *Medicago sativa* “alfalfa” de Huancavelica y *Erythroxylum coca* “coca” de Ayacucho, contienen 335 y 176mg/dl de calcio en la hoja, respectivamente, utilizando el método de espectroscopía de absorción atómica.

Del mismo modo Alegre (2019) informó que en las muestras secas de *Nostoc sphaericum* “cushuro” tienen una concentración de calcio de 1260,13 mg/dl utilizando el método complexométrico por titulación con EDTA, esto se debe a que el calcio es un mineral esencial para el crecimiento y el desarrollo de las plantas, y su concentración varía según la especie vegetal y la parte de la planta analizada. Es necesario seguir investigando para determinar la concentración óptima de calcio para las distintas especies vegetales (Bowman & Russell, 2003).

En la figura 6, se muestra que el contenido de magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa”, registrando 50,31mg/dl en hojas, 44,72mg/dl en tallos y 5,59mg/dl en flores, por el método de titulación con EDTA. Los resultados muestran un alto contenido de magnesio en la hoja que es significativamente mayor a la flor y tallo; esto debido a que cumple un papel importante en el proceso de la fotosíntesis, ya

que es un componente básico de la clorofila, la molécula que provee a las plantas su color verde (Llanos, 2018).

El requerimiento diario de magnesio es de 3,6mg/dl y solo el 50mg/dl es absorbido en el tracto gastrointestinal, a nivel del yeyuno proximal y el íleo; finalmente la concentración de magnesio en el plasma esta entre 1,7 a 2,2mg/dl (Santos et al., 2009).

Este descubrimiento es significativo porque el magnesio es un mineral esencial que desempeña un papel crucial en muchos procesos corporales. Por ejemplo, interviene en la síntesis de ADN y ARN, la producción de ATP (la principal fuente de energía del organismo) y la regulación de la función muscular y nerviosa (Aranda et al., 2000). Además, el magnesio también es necesario para la absorción de otros minerales importantes, como el calcio y el potasio.

Este alto contenido de magnesio en la hoja del *Otholobium pubescens* puede ser una posible explicación de por qué se ha utilizado durante tanto tiempo en la medicina tradicional para tratar una variedad de afecciones, incluyendo dolores musculares, fatiga, estrés y ansiedad (Llanos, 2018). Además, el magnesio también es conocido por sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes, lo que lo convierte en un posible tratamiento complementario para enfermedades crónicas como la diabetes y la enfermedad cardiovascular (Flatman, 1991). La presencia de magnesio en esta planta podría explicar su uso tradicional para tratar dolores de cabeza, ya que se ha demostrado que el magnesio puede ayudar a reducir la frecuencia y la intensidad de las migrañas. Además, el magnesio también puede ser beneficioso para mejorar la digestión y prevenir la osteoporosis (Rude, 2012).

Según Enríquez & Cueva (2022) mencionaron que en *Pisum sativum* “arveja” y *Vicia faba* “haba” se encontró 16,0 y 2,8mg/dl de magnesio en la hoja respectivamente, utilizando la técnica de espectroscopía de absorción atómica.

Según los resultados de Pérez et al. (2013), las semillas de *Lupinus montanus* también conocido como “tarwi”, contiene 0,30mg/dl de magnesio cuando se analizan mediante la técnica de espectroscopía de absorción atómica.

La presente investigación realizada ha arrojado resultados que superan las investigaciones por estos autores mencionados anteriormente. De hecho, hemos

comprobado que la concentración de magnesio en el *Otholobium pubescens* "wallwa", cubre los rangos necesarios para una función corporal óptima.

En la figura 7, se aprecia la comparación de hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* "wallwa", cuyo resultado refleja la predominancia de hierro con 22,09mg/dl y magnesio con 50,31mg/dl en la hoja, mientras que en el calcio predomina la flor con 49,18mg/dl en tanto con menor promedio en el mineral de calcio se observa en el tallo con 26,23mg/dl, en el hierro y magnesio la flor presenta 10,71mg/dl y 5,59mg/dl respectivamente.

Según Ordoñez et al. (2021) las hojas de *Chenopodium ambrosioides* "paico", contienen altos niveles de calcio, con una concentración de 19,499mg/dl y también descubrieron que las hojas contenían 4,413mg/dl de magnesio y 0,402mg/dl de hierro. Las hojas de *Pimpinella anisum* "anis", tenían una concentración menor de calcio 10,724mg/dl; pero niveles altos de magnesio 1,652mg/dl y hierro 0,556mg/dl. Además, las flores de *Matricaria chamomilla* "manzanilla" contenían 5,211mg/dl de calcio; 1,386mg/dl de magnesio y 0,327mg/dl de hierro. Mientras que las hojas de *Bixa orellana* "achiote" contenían 9,632mg/dl de calcio; 1,136mg/dl de magnesio y 0,171mg/dl de hierro por el método de espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente.

Además, el estudio realizado por García et al. (2022) descubrió que *Prosopis laevigata* conocido comúnmente como "mezquite blanco" tenía concentraciones variables de hierro, calcio y magnesio en sus distintas estructuras. En la hoja seca de *Prosopis laevigata*, la concentración de hierro era de 0,25mg/dl, calcio 7,53mg/dl y magnesio 3,08mg/dl. Por otra parte, el fruto de *Prosopis laevigata* presentó una concentración de hierro de 0,073mg/dl, calcio 6,75mg/dl y magnesio 1,75mg/dl. Por último, la semilla de *Prosopis laevigata* tenía una concentración de hierro de 0,081mg/dl, calcio 2,18mg/dl y magnesio 1,82mg/dl mediante el método de espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente.

Como resultado de ello estos investigadores obtuvieron resultados inferiores frente a la presente investigación. La concentración de estos minerales en las plantas puede tener importantes implicaciones para la salud humana. El calcio, por ejemplo, es esencial para mantener huesos y dientes fuertes, mientras que el magnesio interviene en una amplia gama de procesos fisiológicos, como la función muscular y nerviosa (Bowman & Russell, 2003).

El hierro también es crucial para la producción de glóbulos rojos y el transporte de oxígeno por todo el cuerpo. Estos hallazgos ponen de relieve la importancia de incluir en nuestra dieta una variedad de alimentos de origen vegetal para garantizar una ingesta adecuada de minerales esenciales (Flatman, 1991). Analizando el contenido mineral de distintas especies vegetales, los científicos pueden proporcionar información valiosa a los nutricionistas y profesionales de la salud para promover hábitos alimentarios saludables y prevenir las carencias de nutrientes (Martínez de Victoria, 2016).

Por otra parte, Cuello et al. (2017) realizaron un estudio sobre la hoja seca de *Annona muricata* conocida como “guanábana”, comprobaron que contiene 11,5mg/dl de hierro y 31mg/dl de magnesio. En cuanto al calcio, obtuvieron un resultado de 426mg/dl mediante el método de espectroscopía de absorción atómica. Este hallazgo es superior a los resultados de nuestra investigación, lo que puede deberse a diferencias en los métodos utilizados o al lugar donde se obtuvieron las muestras.

En conclusión, se podría decir que los hallazgos de dichos autores mencionados anteriormente destacan una riqueza nutricional y medicinal de estas diversas plantas que fueron estudiadas en sus diferentes estructuras; a su vez se necesitan más estudios para comprender plenamente los beneficios para la salud de estas plantas, así como para determinar las formas óptimas de incorporarla a una dieta sana o como remedio natural.

En la figura 8, la determinación del porcentaje de humedad en *Otholobium pubescens* “wallwa” fue de 11,4% en la hoja, 11,1% en la flor y finalmente 8,1% en el tallo, el porcentaje de humedad determinado por el método directo para la especie vegetal *Urtica urens* fue de 2,59%. Este valor, por ser menor a 10%, se encontraría dentro del rango establecido en farmacopeas para garantizar su estabilidad vegetal (Gutiérrez & Gonzáles, 2021) y de igual manera Enríquez & Cueva (2022) indicaron que el porcentaje de humedad en la hoja de *Vicia Faba* “haba” es de 11,4% y en *Pisum sativum* “arveja” 9,6%.

Así mismo García et al. (2022) indicaron que el porcentaje de humedad en *Prosopis laevigata* “mezquite blanco”, de la hoja fue de 15,50%, flor 19,27% y fruto 10,61%, del mismo modo Cuello et al. (2017) mencionaron que en la hoja seca de *Annona muricata* “guanábana” se encuentra un porcentaje de humedad de 7,8%.

De la misma manera Sabino (2016) manifestó que en promedio del porcentaje de humedad en *Lepidium peruvianum* “maca” es 10,64% y en *Chenopodium pallidicaule* “cañihua” es de 9,80%.

Por el contrario Tataje (2022) indica que en los extractos etanólicos en semillas secas de *Caesalpinia praecox* “espino verde” presenta 34,14% de humedad en relación con nuestra investigación estos resultados mencionados por el ultimo autor el porcentaje de humedad supera los resultados de nuestra investigación.

El porcentaje de humedad de las plantas medicinales afecta directamente a su calidad, eficacia y vida útil. El contenido de agua en las plantas está directamente relacionado con su proceso metabólico y es responsable de la absorción de nutrientes, fotosíntesis y respiración (Macías, 1988). Las plantas con un alto nivel de humedad tienden a estropearse rápidamente, mientras que las que tienen un bajo nivel de humedad pueden mantener su frescura durante más tiempo. A su vez el porcentaje de humedad de una planta afecta a su valor nutritivo, un alto nivel de humedad tiende a tener un mayor contenido de agua, lo que diluye su valor nutritivo. En cambio, las plantas con un bajo nivel de humedad tienen una mayor concentración de nutrientes, lo que las hace más nutritivas (Malik et al., 2014).

Por tanto, la determinación del porcentaje de humedad de una planta es esencial para evaluar su calidad, vida útil, valor nutritivo y garantizar que sus propiedades medicinales no se degraden. En las plantas el calcio es importante ya que en su composición presenta pectatos de calcio le confieren consistencia y cierto grado de rigidez a la pared celular protegiendo a los tejidos contra el ataque de hongos (Latimer, 2023).

En la figura 9, la determinación del porcentaje de ceniza en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa” fue de 3,4%, 2,6% 1,8% respectivamente, de forma similar Enríquez & Cueva (2022) indicaron el porcentaje de ceniza en la hoja de *Vicia Faba* “haba” 3,2% y en *Pisum sativum* “arveja” 3,5%.

En ese sentido Tataje (2022) indicó que en los extractos etanólicos en semillas secas de *Caesalpinia praecox* “espino verde” presenta 1,18% de ceniza, en ese mismo contexto los autores mencionados anteriormente respaldan a la investigación realizada.

Por el contrario García et al. (2022) indicaron que el porcentaje de ceniza en *Prosopis laevigata* “mezquite blanco”, de la hoja fue de 5,05%, flor 5,87% y fruto 3,62%, asimismo Cuello et al. (2017) mencionaron que en la hoja seca de *Annona muricata* “guanábana” se encuentra un porcentaje de ceniza de 8,71% los resultados de estos últimos autores superan nuestros resultados obtenidos en la investigación.

El contenido de ceniza es una medida del contenido mineral total del material vegetal que representa el residuo inorgánico que queda tras la incineración de la materia orgánica (Braja, 2012).

El porcentaje de cenizas en un material vegetal varía según la especie vegetal, la parte de la planta analizada y las condiciones ambientales en que se cultivó la planta. Por lo tanto, la determinación del contenido de cenizas proporciona información valiosa sobre las características nutricionales y de calidad del material vegetal (Latimer, 2023).

En general, la determinación del contenido de cenizas en el material vegetal es una herramienta valiosa para evaluar las características nutricionales y de calidad del material. Tiene importantes aplicaciones en diversos campos, como la agricultura, alimentación y medicina (Bowman & Russell, 2003).

En el anexo 22, respecto a la interrogante uso de esta planta un 57% indicaron que lo utilizan para el dolor estomacal, el 7% manifestaron que lo utilizan como purgante, para el estreñimiento y la gastritis finalmente un 3% lo utilizan para el dolor de ojo, puquio, mal de aire, diarrea, heridas, hierba aromática y dolor de cabeza y en el anexo 23 respecto a la pregunta parte utilizada de esta planta manifestaron con un 70% la utilización de las hojas, flores y tallos de *Otholobium pubescens* “wallwa” del total de encuestados, como lo menciona (Sung, 2003), el uso de la infusión de tallos es para la anorexia, diarrea y almorranas; en cambio la infusión de hojas y flores se recomienda para empachos y heridas; pero la raíz es buena para la jaqueca, carminativo y emético; finalmente la utilización de la ceniza de tallo sirve como purgante. Así mismo (Castañeda, 2011) indica que la infusión de hojas, tallos y flores sirve contra la diarrea. De igual forma (Llanos, 2018) las hojas son utilizadas para el dolor de estómago, cólicos, infecciones estomacales, favorece en la digestión, elimina células cancerígenas y es buena para lavar heridas, limpiar las vías respiratorias de alguna infección, las flores y ramas tiernas son utilizados para la diarrea y diabetes.

VI. CONCLUSIONES

1. El contenido de hierro en *Otholobium pubescens* “wallwa” en hojas fue 22,09mg/dl, tallos 16,23mg/dl y flores 10,71mg/dl.
2. El contenido de calcio en *Otholobium pubescens* “wallwa” en hojas fue 36,06mg/dl, tallos 26,23mg/dl y flores 49,18mg/dl.
3. El contenido de magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa” en hojas fue 50,31mg/dl, tallos 44,72mg/dl y flores 5,59mg/dl.
4. Al comparar el contenido de hierro, calcio y magnesio entre hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa” se encontró en mayor proporción al mineral magnesio en hojas con 50,31mg/dl, seguido de calcio en flores con 49,18mg/dl y finalmente hierro en hojas con 22,09mg/dl.

VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la investigación de *Otholobium pubescens* “wallwa” con otros minerales en la raíz y semilla, debido a que no hay mucha información sobre esta planta, también interrelacionar la etnobotánica con la bioquímica para responder de manera científica sobre las enfermedades que cura *Otholobium pubescens* “wallwa” dando así respuestas verídicas.
2. Realizar investigaciones por la técnica de espectroscopía de absorción atómica.
3. Realizar pruebas de toxicidad para emplearlas como producto alimenticio.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alegre, R. (2019). *Contenido de hierro y calcio de Nostoc sphaericum (cushuro) procedente de la Laguna de Conococha, Catac—Huaraz* [Tesis para optar el título, Universidad de César Vallejo, Trujillo - Perú]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/40357/Alegre_CRE.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- Aranda, P., Planells, E., & Llopis, J. (2000). Magnesio. *Revista Ars Pharmaceutica*, 41(1), 91-100. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5736/13246>
- Baudillo, J. (1995). *Guía de la flora medicinal* (2.^a ed., Vol. 3). Aedos S.A. <https://www.iberlibro.com/gu%C3%8da-flora-medicinal-juscafresa-baudillo/11367446422/bd>
- Binkley, N., Ringe, D., Reed, I., Ljunggren, O., Holick, F., Minne, W., Liu, M., Lamotta, A., West, A., & Santora, C. (2009). Alendronate vitamin D₃ and without additional 2800 IU vitamin D₃ for osteoporosis. *Bone*, 44(4), 639-647. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2008.05.002>
- Blanco, L., Montalván, C., Montalván, P., & Penado, J. (2016). Desarrollo de un método analítico alternativo para la determinación del porcentaje humedad y materia volátil en aceite vegetal de uso comestible. *Revista Científica de la UNAN León*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.5377/universitas.v7i1.13685>
- 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 Nutrición*, 53(2), 119-132. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06222003000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Bowman, B., & Russell, R. (2003). *Conocimientos actuales sobre nutrición* (8.^a ed., Vol. 2). Editorial Organización Panamericana de la Salud. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3150/Conocimientos%20actuales%20sobre%20nutricion%20octava%20edicion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Braja, M. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones*. (7.^a ed.). Editorial México. https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_cimentaciones_braja_d

- Castañeda, R. (2011). *Valor de uso de las plantas silvestres en Pamparomás, Áncash*. [Tesis para optar el título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima - Perú]. https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/8794/Castaneda_sr.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carral, F., Oliveira, G. & Aguilar, M. (2000). Homeostasis del calcio, fósforo y magnesio. *Revista elsevier*, 7(36), <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-homeostasis-del-calcio-fosforo-magnesio-12960>
- Chilón, N. & Tingal, A. (2020). *Cuantificación de hierro en los extractos de Beta vulgaris "acelga" y Spinacia oleracea "espinaca" para incentivar su consumo en la prevención de anemia*. [Tesis para optar el título, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca - Perú]. <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/1383>
- Criollo, I., Orellana, G., & Sarmiento, K. (2010). *Evaluación de la ingesta de calcio en mujeres de 19 a 30 años que acuden a los hospitales "Vicente Corral" y "José Carrasco" Cuenca - 2009* [Tesis para optar el título, Universidad de Cuenca, Austro del Ecuador - Ecuador]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3861/1/TECN16.pdf>
- Cuello, M., Jaramillo, G., Canchingre, E., Pérez, J., Castro, C., & Cabrera, O. (2017). *Determinación de componentes nutricionales presentes en las hojas secas de Annona muricata L. (Guanábana)*. 1(3), 09-16. <https://doi.org/file:///C:/Users/HP/Downloads/DialnetDeterminacionDeComponentesNutricionalesPresentesEn-6550744.pdf>
- Enríquez, H., & Cueva, G. (2022). Cuantificación del contenido de hierro, sodio, calcio, zinc, potasio y magnesio por espectroscopía de absorción atómica en alimentos recolectados en Chugchilán (Sigchos-Ecuador). *Infoanalítica*, 4(2), 1-45. <http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/20904>
- Flatman, P. W. (1991). Mechanisms of magnesium transport. *Annual Review of Physiology*, 53(9), 259-271. <https://doi.org/10.1146/annurev.ph.53.030191.001355>
- FAO/OMS. (2002). Human vitamin and mineral requirements. <https://www.fao.org/3/Y2809E/y2809e00.htm>

- García, L., Montalvo, E., Loza, S., García, L., Montalvo, E., & Loza, S. (2022). Caracterización nutricional y fitoquímica de hojas, flor y fruto de *Prosopis laevigata*. *Botanical Sciences*, 100(4), 1014-1024. <https://doi.org/10.17129/botsci.3000>
- González, R. (2005). Biodisponibilidad del hierro. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 14(26), 6-12. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292005000100003
- Grimes, J. W. (1990). A revision of the New World species of Psoraleeae (Leguminosae and Papilionoideae). *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 61, 1-113. <https://www.tropicos.org/reference/Search>
- Gulec, S., Anderson, G., & Collins, J. (2014). Mechanistic and regulatory aspects of intestinal iron absorption. *American Journal of Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology*, 307(4), 397-409. <https://doi.org/10.1152/ajpgi.00348.2013>
- Gutiérrez, M., & González, E. (2021). Estudio de los parámetros de calidad de la especie vegetal *Urtica urens* L. recolectada en la provincia Ingavi del departamento de La Paz. *Revista Con-ciencia*, 9(2), 33-49. <https://doi.org/10.53287/roct1421ti19p>
- Harris, D. (2007). *Análisis químico cuantitativo* (3.^a ed.). Editorial Reverté. <https://dokumen.pub/analisis-quimico-cuantitativo-tercera-edicion-9788429194159-8429194150.html>
- Hoffmann, A., Farga, C., Lastra, J., & Veghazi, E. (1992). *Plantas medicinales de uso común en Chile* (3.^a ed.). Editorial Santiago de Chile: Fundación Claudio Gay. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/32553>
- Lara, E., Osorio, P., Jiménez, A., & Bautista, S. (2013). Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(3), 197-208. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222013000300002
- Latimer, W. (2023). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22.^a ed.). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>
- Llanos, J. (2018). *Etnobotánica de la flora arbórea y arbustiva del departamento de Cajamarca* [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de

- Cajamarca, Cajamarca - Perú].
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2607/etnobot%20nica%20de%20la%20flora%20arb%20c3%93rea%20y%20arbustiva%20del%20departamento%20de%20cajamarca.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Macías, E. (1988). *La Humedad sobre los Tejidos y su relación con la Epifitología de la Escoba de Bruja en Cacao tradicional*. [Tesis para optar el título, Universidad de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador].
https://www.google.com.pe/books/edition/La_Humedad_sobre_los_Tejidos_y_su_relaci/LHMzAQAAMAAJ?hl=es&gbpv=1
- Malik, F., Hussain, S., & Mahmood, S. (2014). Valoración de plantas medicinales utilizadas en sistemas alternativos de medicamentos para la contaminación microbiana, parámetros fisicoquímicos y metales pesados. *Pak. J. Bot.*, 46(2), 645-658.
[https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/46\(2\)/35.pdf](https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/46(2)/35.pdf)
- Martínez, C., Gaspar, R., Periago, M., & López, G. (1999). Biodisponibilidad del hierro en los alimentos. *Revista reverté*, 49(2), 1-23.
https://www.researchgate.net/profile/Gaspar-Ros/publication/270959331_Biodisponibilidad_del_hierro_de_los_alimentos/links/54ba9ffa0cf29e0cb04bd42f/Biodisponibilidad-del-hierro-de-los-alimentos.pdf
- Martínez de Victoria, M. (2016). El calcio, esencial para la salud. *Nutrición Hospitalaria*, 33(2), 26-31. <https://doi.org/10.20960/nh.341>
- Miyahira, J. (2018). Magnesio, un electrolito algo olvidado. *Revista Médica Herediana*, 29(2), 67-68. <https://doi.org/10.20453/rmh.v29i2.3344>
- Morales, C., & Moreno, A. (2019). *Cuantificación de hierro en músculo de Cavia porcellus "cuy" de las razas Andinas, Perú e Inti*. [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo - Perú].
<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/15777/Morales%20Chavez%20Christian%20Alejandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz, R., Arroyo, J., & Cisneros, C. (2015). Hierro y calcio en extractos etanólicos de *Erythroxylum coca* "hoja de coca" y *Medicago sativa* L. "alfalfa". *Revista Elsevier*. 6(2), 105-112.
<https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/85>

- Nielsen, S. (2017). *Water Hardness Testing by Complexometric Determination of Calcium*. En *Food Analysis Laboratory Manual* (3.^a ed., pp. 147-152). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6_16
- Ordoñez, E. S., Menacho, T., & Reategui, D. (2021). Cuantificación de minerales en plantas medicinales y sus infusiones, utilizando Espectroscopía de Emisión Óptica con Plasma Acoplado Inductivamente (ICP-OES). *Agroindustrial Science*, 11(3), Article 3. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.03.09>
- Palacios, C. (2009). *Valoración económica ambiental de las plantas medicinales de la zona de influencia de tres lagunas en Huancabamba – Piura*. [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de Piura, Piura - Perú]. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/621/CIE-PAL-ZAP-09.pdf?sequence=1>
- Pérez, A., Lagunes, L., López, J., Ramos, J., & Aranda, E. (2013). Morfometría, germinación y composición mineral de semillas de *Lupinus silvestres*. *Bioagro*, 25(2), 101-108. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S13163361201&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Planells, E., Llopis, J., Perán, F., & Aranda, P. (1995). Changes in tissue calcium and phosphorus content and plasma concentrations of parathyroid hormone and calcitonin after long-term magnesium deficiency in rats. *Journal of the American College of Nutrition*, 14(3), 292-298. <https://doi.org/10.1080/07315724.1995.10718510>
- Roach, B. (2004). *Lo esencial en metabolismo y nutrición* (2.^a ed.). Elsevier España. https://www.google.com.pe/books/edition/Lo_esencial_en_metabolism_y_nutrici%C3%B3n/Y75uwsbgwQC?hl=es&gbpv=1&dq=Lo+esencial+en+metabolismo+y+nutrici%C3%B3n&printsec=frontcover
- Rosas, U., & López, R. (2002). *El Herbario* (2.^a ed.). Editorial Reverté. https://www.google.com.pe/books/edition/El_Herbario/e8oOAQAIAAJ?hl=es&gbpv=1&dq=El+Herbario&printsec=frontcover
- Rude, R. (2012). *Componentes específicos de la dieta* (3.^a ed.). Editorial Panamericana.

- [https://www.berri.es/pdf/NUTRICION%20EN%20LA%20SALUD%20Y%20LA%20ENFERMEDAD%20\(Con%20Acceso%20Online\)/978841600406](https://www.berri.es/pdf/NUTRICION%20EN%20LA%20SALUD%20Y%20LA%20ENFERMEDAD%20(Con%20Acceso%20Online)/978841600406)
- Sabino, A. (2016). *Determinación de hierro y cobre en alimentos: Lepidium peruvianum "maca", Minthostachys mollis "muña" y Chenopodium pallidicaule "cañihua" por espectroscopía de absorción atómica a la llama*. [Tesis para optar el título, Universidad Nacional del Santa, Áncash – Perú].
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2991/42906.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sampieri, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2002). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). Mc Graw Hill Education. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Santos, F., Pérez, E., & Coto, E. (2009). Homeostasis del magnesio: Etiopatogenia, clínica y tratamiento de la hipomagnesemia. A propósito de un caso. *Nefrología (Madrid)*, 29(6), 518-524. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S021169952009000600004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Spencer, H., Norris, C., & Williams, D. (1994). Inhibitory effects of zinc on magnesium balance and magnesium absorption in man. *Journal of the American College of Nutrition*, 13(5), 479-484. <https://doi.org/10.1080/07315724.1994.10718438>
- Sung, I. (2003). *Fitomedicina 1100 plantas medicinales* (1.^a ed.). Editorial Isabel. https://www.sancristoballibros.com/libro/fitomedicina-1100-plantas-medicinales-2-tms_15573
- Tataje, M. (2022). *Determinación químico-bromatológico de semillas secas de Caesalpinia praecox "espino verde" que crece en el valle de Ica*. [Tesis para optar el título, Universidad Nacional San Luis Gonzaga, Ica - Perú]. <https://repositorio.unica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13028/4186/Determinaci%C3%B3n%20qu%C3%ADmicobromatol%C3%B3gica%20de%20semillas%20secas%20de%20Caesalpinia%20praecox%20%28espino%20verde%29%20que%20crece%20en%20el%20valle%20de%20Ica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Tenorio, L. (2017). *Etnobotánica y fitoquímica de plantas medicinales en dos centros poblados del distrito de Santa Rosa, provincia La Mar, Ayacucho 2017*. [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho - Perú]. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/4978/1/TESIS%20B909_Ten.pdf
- Theobald, H. (2005). Dietary calcium and health. *Nutrition Bulletin*, 30(3), 237-277. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x>
- Torre, M., Rodriguez, A., & Saura, F. (1991). Effects of dietary fiber and phytic acid on mineral availability. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 30(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/10408399109527539>
- Torún, B., Menchú, M., & Luis, E. (1994). *Recomendaciones dietéticas diarias del INCAP* (45.^a ed.). Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) y Organización Panamericana de la Salud (OPS). <http://www.bvs.hn/Honduras/Nutricion/Recomendaciones.Dieteticas.Diarias.pdf>
- 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. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0186-23912015000300008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Unguer, M., & Chiappe, A. (2008). Importancia fisiológica de los microminerales en el metabolismo óseo. *Revista Redvet*, 9(10), 1695-7504. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617098006.pdf>

ANEXOS

Anexo 1.

Certificado de identificación botánica



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
MUSEO DE HISTORIA NATURAL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA N° 202-USM-MHN-2023

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

La muestra vegetal (fértil) recibida de **Ruth Mily Casas Nuñez**, estudiante de pregrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga ha sido estudiada y clasificada como: *Otholobium pubescens* (Poir.) J.W.Grimes y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación APG IV (2016).

ORDEN : Fabales

FAMILIA : FABACEAE

GÉNERO : *Otholobium*

ESPECIE : *Otholobium pubescens* (Poir.) J.W.Grimes

Nombre vulgar: “Wallwa”

Procedencia: Mercado de Abasto Carlos F. Vivanco, Ayacucho

Determinado por: MSc. Hamilton Beltrán Santiago.

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada, para los fines que estime conveniente.

Lima, 24 de agosto de 2023

Dra. Joaquina Alban Castillo

JEFA DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

Av. Arenales 1256, Jesús María
Apdo. 14-034, Lima 14, Perú

Telfs. (511) 471-0117, 470-4471
265-6819, 619-7000 anexo 5703

e-mail: herbariousm@unmsm.edu.pe
<https://museo.hn.unmsm.edu.pe>

ANEXO 2.

Esquema del procedimiento para determinar Hierro

Preparación del estándar



En 8 fioles se añadió 1,25; 2,5; 3,75; 5; 6,25; 7,5; 8,75; 10ml de solución patrón



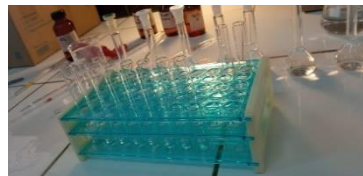
Se agregó 0,05ml de HCl concentrado

Obtención de la curva

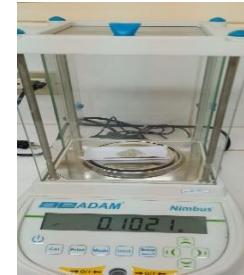
Preparación de la muestra



Se le añadió 2,5ml de solución buffer de acetato 0,2M y 0,5ml de solución fenantrolina 0,1% se aforó con agua destilada



Se tomó 1ml de cada uno de los estándares y se agregó a cada fiola 0,5ml de la solución de clorhidrato de hidroxilamina



Se pesó 0,1g de ceniza



Se agregó 5ml de HCl concentrado y se aforó a una fiola de 100ml

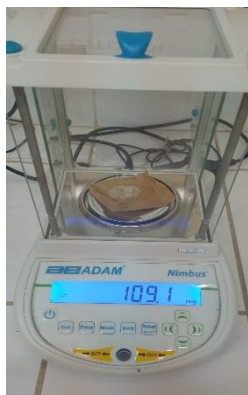


Añadir 2ml de la solución anterior agregar 1ml de clorhidrato de hidroxilamina

Leer en el espectrofotómetro a 510 nm.

ANEXO 3.

Esquema del procedimiento para determinar calcio



Se pesó 0,1g de ceniza



Tomar 5ml de la muestra anterior y aforar a 25ml



Añadir 2,5ml de hidróxido de sodio 4N para un pH 11 a 12

Anotar gasto de EDTA 0,04N



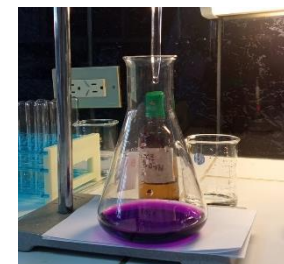
Añadir 5ml de alcohol etílico



Filtrar y aforar a 100ml



Añadir dos gotas de indicador murexida al 1%



Titular con EDTA 0,04N hasta observar cambio de color a malva

ANEXO 4.

Esquema del procedimiento para determinar magnesio



Se pesó 0,1g de ceniza



Añadir 5ml de alcohol
etílico



Tomar 10ml de la
muestra problema



Filtrar y aforar a 100ml



Añadir cinco gotas de
solución buffer cloruro
de amonio



Añadir indicador negro
de eriocromo T



Titular con EDTA 0,1M
hasta observar cambio
de color a azul



Anotar gasto de EDTA
0,1M

ANEXO 5.

Esquema de la determinación del porcentaje de humedad



Pesar el crisol y anotar



Pesar el crisol más la muestra triturada



Poner las muestras en una estufa a 105,5°C por 24 horas



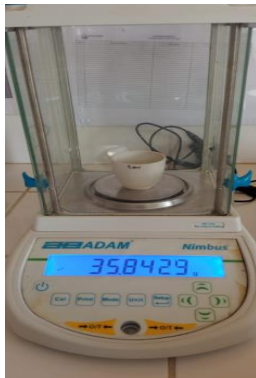
Pesar el crisol más la muestra seca



Muestras después de las 24 horas

ANEXO 6.

Esquema de la determinación del porcentaje de Ceniza



Pesar el crisol y anotar



Pesar el crisol más la muestra triturada



Poner las muestras en la mufla a 550°C por dos horas



Pesar el crisol más la muestra de ceniza



Muestra de flor después de dos horas

Anexo 7.

Análisis estadístico para el hierro

Prueba de normalidad de Anderson-Darling

	A-cuadrado	Valor p
Hojas	0,32	0,224
Tallos	0,48	0,060
Flores	0,30	0,285

Prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett

	Estadística	
Método	de prueba	Valor p
Bartlett	1,72	0,423

Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	194,310	97,1550	365,84	0,000
Error	6	1,593	0,2656		
Total	8	195,903			

Prueba de Tukey

Muestra	N	Media	Agrupación
Hojas	3	22,087	A
Tallos	3	16,233	B
Flores	3	10,707	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 8.

Análisis estadístico para el calcio

Prueba de normalidad de Anderson-Darling

	A-cuadrado	Valor p
Hojas	0,27	0,356
Tallos	0,19	0,607
Flores	0,30	0,277

Prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett

	Estadística	
Método	de prueba	Valor p
Bartlett	0,09	0,954

Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	795,029	397,514	1358,71	0,000
Error	6	1,755	0,293		
Total	8	796,784			

Prueba de Tukey

Muestra	N	Media	Agrupación
Flores	3	49,177	A
Hojas	3	36,057	B
Tallos	3	26,233	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 9.

Análisis estadístico para el magnesio

Prueba de normalidad de Anderson-Darling

	A-cuadrado	Valor p
Hojas	0,19	0,613
Tallos	0,30	0,276
Flores	0,31	0,253

Prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett

	Estadística	
Método	de prueba	Valor p
Bartlett	0,46	0,794

Análisis de Varianza (ANOVA)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Muestra	2	3562,95	1781,48	3617,21	0,000
Error	6	2,95	0,49		
Total	8	3565,91			

Prueba de Tukey

Muestra	N	Media	Agrupación
Hojas	3	50,313	A
Tallos	3	44,717	B
Flores	3	5,587	C

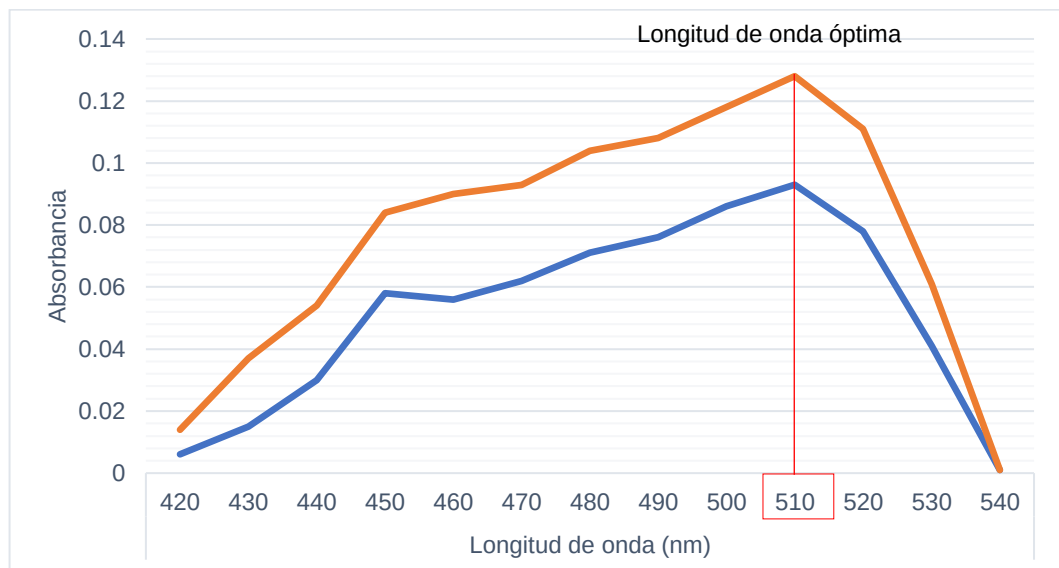
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 10.

Espectro de absorción

Longitud de onda (nm)		420	430	440	450	460	470
Absorbancia	Muestra 1	0,006	0,015	0,03	0,058	0,056	0,062
	Muestra 2	0,014	0,037	0,054	0,084	0,09	0,093

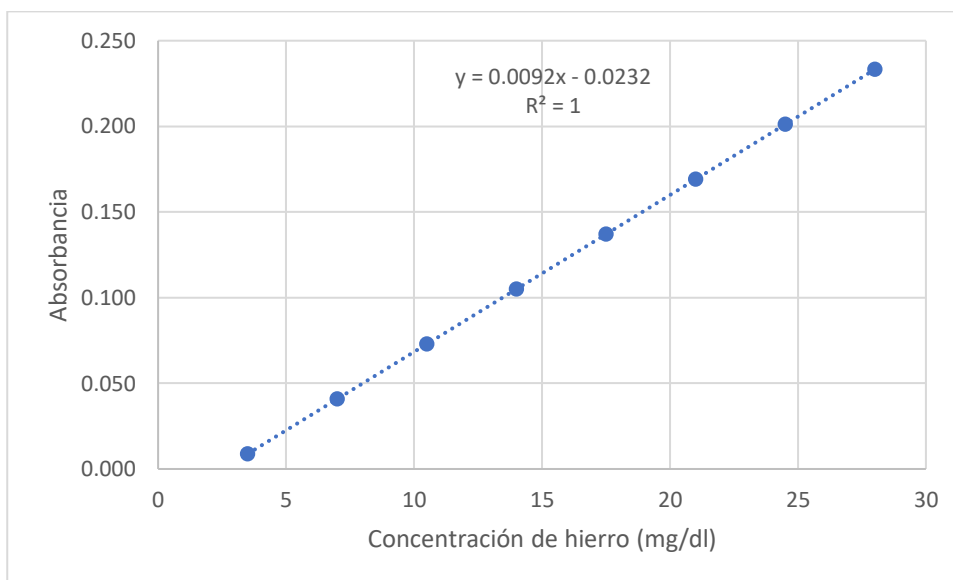
Longitud de onda (nm)		480	490	500	510	520	530	540
Absorbancia	Muestra 1	0,071	0,076	0,086	0,093	0,078	0,041	0,001
	Muestra 2	0,104	0,108	0,118	0,128	0,111	0,061	0,001



Anexo 11.

Curva de calibración de hierro

X	3,5	7,0	10,5	14,0	17,5	21,0	24,5	28,0
Y corregida	0,009	0,041	0,073	0,105	0,137	0,169	0,201	0,233



Anexo 12.

Datos del contenido de hierro en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho -2023

Muestra	R1 mg/dl	R2 mg/dl	R3 mg/dl	Promedio de hierro (mg/dl)
Flores	11,08	10,45	10,59	10,71
Hojas	21,85	22,45	21,96	22,09
Tallos	16,67	16,68	15,35	16,23

Donde:

R1: Repetición 1

R2: Repetición 2

R3: Repetición 3

Anexo 13.

Datos del contenido de calcio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho -2023

Muestra	R1 mg/dl	R2 mg/dl	R3 mg/dl	Promedio de calcio (mg/dl)
Flores	48,71	49,86	48,96	49,18
Hojas	35,46	36,49	36,22	36,06
Tallos	25,74	26,27	26,69	26,23

Donde:

R1: Repetición 1

R2: Repetición 2

R3: Repetición 3

Anexo 14.

Datos del contenido de magnesio en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho -2023

Muestra	R1 mg/dl	R2 mg/dl	R3 mg/dl	Promedio de magnesio (mg/dl)
Flores	5,21	5,40	6,15	5,59
Hojas	49,43	50,37	51,14	50,31
Tallos	45,26	44,97	43,92	44,72

Donde:

R1: Repetición 1

R2: Repetición 2

R3: Repetición 3

ANEXO 15.

Datos del porcentaje de humedad en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho – 2023

Muestra	R1 %	R2 %	R3 %	Promedio % de humedad
Hojas	11,5	11,4	11,3	11,4
Tallos	8,1	7,8	8,3	8,1
Flores	11,3	11,1	11,0	11,1

Donde:

R1: primera repetición

R2: segunda repetición

R3: tercera repetición

ANEXO 16.

Datos del porcentaje de ceniza en hojas, tallos y flores de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho – 2023

Muestra	R1 %	R2 %	R3 %	Promedio % de ceniza
Hojas	3,4	3,3	3,5	3,4
Tallos	1,6	1,8	2,1	1,8
Flores	2,6	2,8	2,5	2,6

Donde:

R1: primera repetición

R2: segunda repetición

R3: tercera repetición

ANEXO 17.

Formato de encuesta

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

Cuantificación de hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa”,
Ayacucho – 2023.

1. **Edad (años):** (18-27).....(28-37).....(38-47).....(48 a más).....
2. **Género:** Femenino (.....) Masculino (.....)
3. **¿A través de quienes llegaste a conocer esta planta?**
 - a. ☐ Enseñanza en la escuela
 - b. ☐ Por tus padres
 - c. ☐ Por tus abuelos
 - d. ☐ Por observación propia
 - e. ☐ Por tus amigos
 - f. ☐ Curanderos – herbolarios
4. **¿Recomendarías el uso de esta planta medicinal a otras personas?**
 - a. ☐ si
 - b. ☐ no

Porque.....

.....

5. **¿Al utilizar que resultados te dio?**
 - a. ☐ Bueno
 - b. ☐ Malo
 - c. ☐ Ninguno
 - d. ☐ Regular
6. **Datos etnobotánicos**

Nombres vulgares de esta planta	Uso	Parte utilizada	Tipo de preparado	Modo de aplicación	Dosis
Colin, culen	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Hervida o en infusión	Oral	Agua de tiempo

Fuente: (Tenorio, 2017) modificado

ANEXO 18.

Datos etnobotánicos de la encuesta realizada sobre *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho - 2023

N°	Nombres vulgares de esta planta	Uso	Parte utilizada	Tipo de preparado	Modo de aplicación	Dosis
1	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
2	Wallwa	*Dolor de ojo *Dolor estomacal	*Brote de la flor *Hojas	*Quemar en el fogón *Infusión	*Reposar el brote de la flor caliente en los párpados *Oral	*Una flor de brote *1 taza
3	Wallwa	Puquio	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
4	Wallwa	mal de aire	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
5	Colin	*Diarrea *Dolor estomacal	Hojas	Infusión	Oral	1 taza
6	Wallwa	Heridas	Hojas y flores	Hervido	Externo	Lavar con 1 litro de agua
7	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
8	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
9	Wallwa	Hierba aromática	Hojas	Infusión	Oral	en los desayunos es un reemplazo de la canela
10	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
11	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
12	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
13	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza

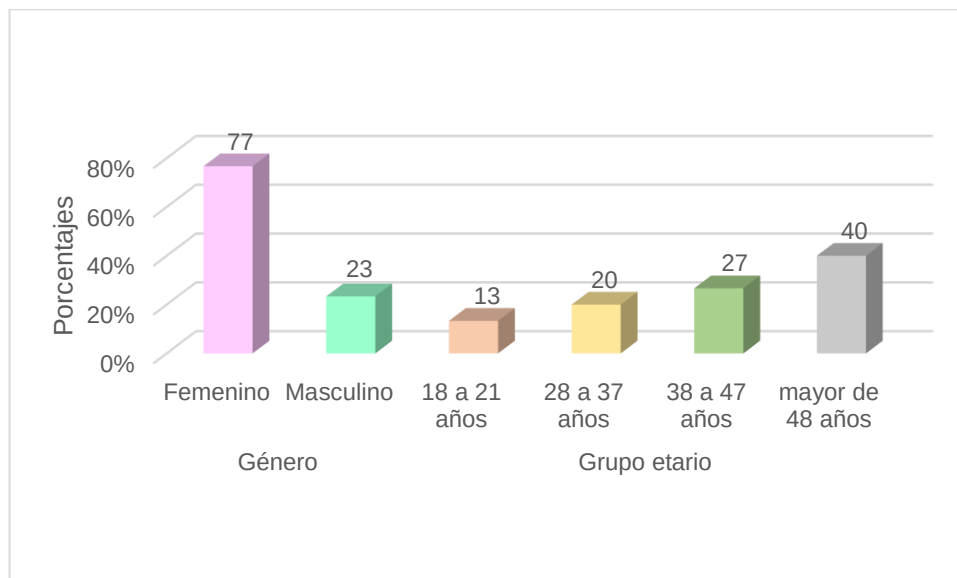
14	Wallwa	Dolor de cabeza	Raíz	Hervido	Externo	lavado de la cabeza con 1 litro de agua
15	Wallwa	Purgante	Tallo	Infusión	Oral	1 taza
16	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
17	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
18	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
19	Wallwa	Estreñimiento o empacho	Flores, hojas y tallos frescos	Infusión	Oral	1 taza
20	Wallwa	Gastritis	Hojas	Infusión	Oral	1 taza
21	Wallwa	Purgante	tallo	Infusión	Oral	1 taza
22	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
23	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
24	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
25	Colin	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
26	Wallwa	Gastritis	hojas	Infusión	Oral	1 taza
27	Wallwa	Estreñimiento o empacho	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
28	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
29	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza
30	Wallwa	Dolor estomacal	Flores, hojas y tallos	Infusión	Oral	1 taza

Anexo 19.

Datos demográficos de la encuesta realizada sobre *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho - 2023

Grupo etario (años)	N	%
18 a 21	4	13
28 a 37	6	20
38 a 47	8	27
mayor de 48	12	40
TOTAL	30	100

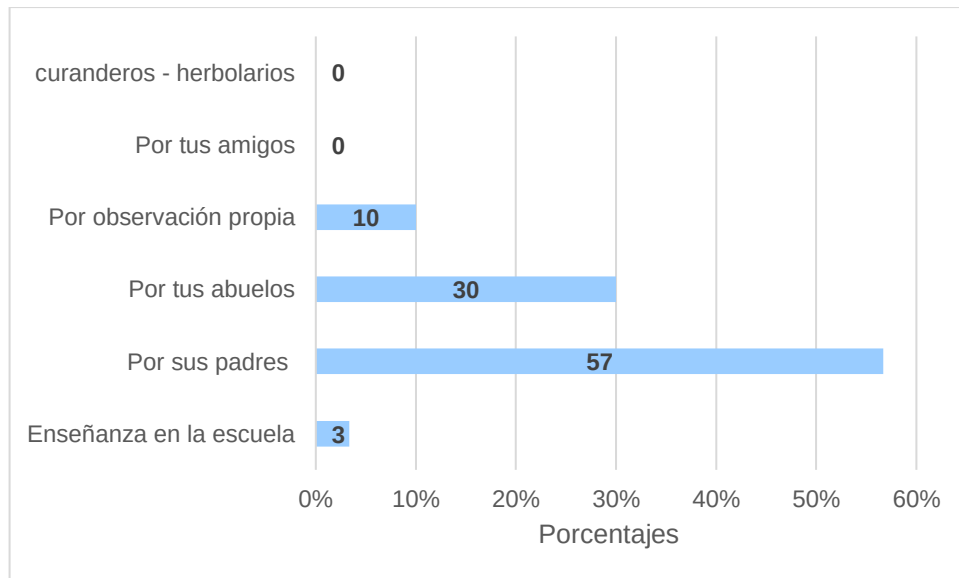
Género	N	%
Femenino	23	77
Masculino	7	23
TOTAL	30	100



Anexo 20.

Datos de la pregunta ¿A través de quienes llegaste a conocer esta planta?
de la encuesta realizada sobre *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho
- 2023

¿A través de quienes llegaste a conocer esta planta?	N	%
Enseñanza en la escuela	1	3
Por sus padres	17	57
Por tus abuelos	9	30
Por observación propia	3	10
Por tus amigos	0	0
curanderos - herbolarios	0	0
TOTAL	30	100

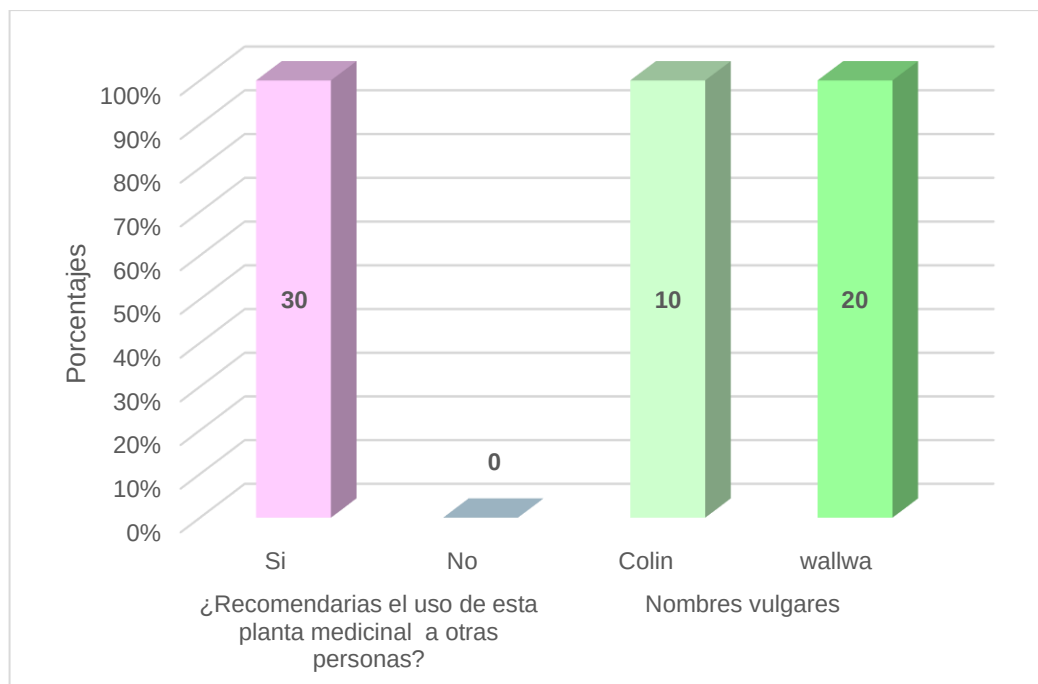


Anexo 21.

Datos de la pregunta ¿Recomendarías el uso de esta planta medicinal a otras personas? y nombres comunes de la encuesta realizada sobre *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho – 2023

¿Recomendarías el uso de esta planta medicinal a otras personas?	N	%
SI	30	100
NO	0	0
TOTAL	30	100

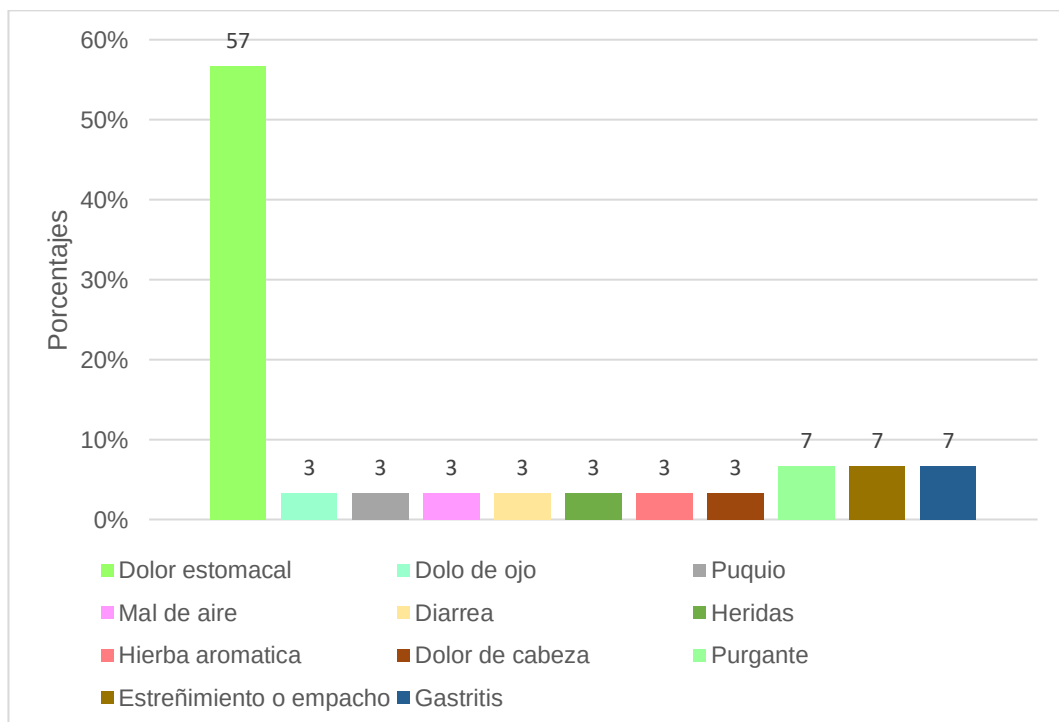
Nombre común	N	%
Wallwa	20	67
Colin	10	33
TOTAL	30	100



Anexo 22.

Datos de la pregunta uso de esta planta de la encuesta realizada sobre *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho - 2023

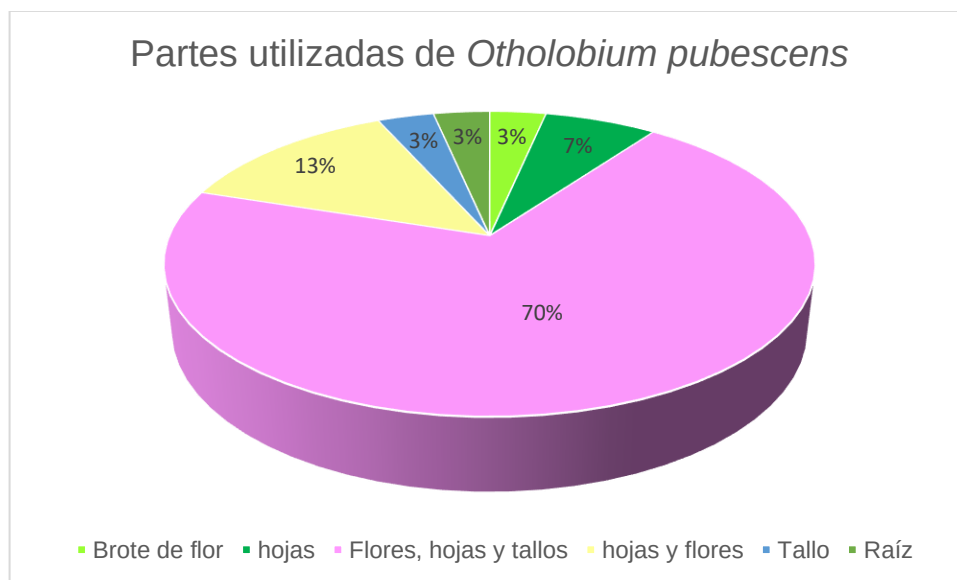
Uso de esta planta medicinal	N	%
Dolor estomacal	17	57
Dolor de ojo	1	3
Puquio	1	3
Mal de aire	1	3
Diarrea	1	3
Heridas	1	3
Hierba aromática	1	3
Dolor de cabeza	1	3
Purgante	2	7
Estreñimiento o empacho	2	7
Gastritis	2	7
TOTAL	30	100



Anexo 23.

Datos de la pregunta parte utilizada de esta planta de la encuesta realizada sobre *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho, 2023

Parte utilizada de la planta	N	%
Brote de flor	1	3
hojas	2	7
Flores, hojas y tallos	21	70
hojas y flores	4	13
Tallos	1	3
Raíz	1	3
TOTAL	30	100



Anexo 24.

Características botánicas de *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho –
2023



a)Ramas con inflorescencia, b)inflorescencia, c)Hoja haz, d)Hoja envés

Anexo 25.

Matriz de consistencia

Título: Cuantificación de hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho – 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cuál será el contenido de hierro, calcio y magnesio en <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”?	Objetivo general Evaluar el contenido de hierro, calcio y magnesio en <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”. Objetivos específicos - Determinar el contenido de hierro en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” por el método colorimétrico de Musey. - Determinar el contenido de calcio en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” por el método complexométrico por titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). - Determinar el contenido de magnesio en hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” por el método complexométrico por titulación con EDTA. - Comparar el contenido de hierro, calcio y magnesio entre hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”.	2.1 Antecedentes 2.1.1 A nivel internacional 2.1.2 A nivel nacional 2.2 Marco conceptual 2.2.1 Método colorimétrico de Musey para determinar hierro 2.2.2 Humedad 2.2.3 Ceniza 2.2.4 Método por titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) para determinar calcio y magnesio 2.2.5 Método Oficial A.O.A.C. 930,05 para determinar el porcentaje de ceniza 2.2.6 Método Oficial A.O.A.C. 930,04 para determinar el porcentaje de humedad 2.3 Base teórica 2.3.1 <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” 2.3.2 Hierro 2.3.3 Calcio 2.3.4 Magnesio 2.3.5 La ingesta dietética de referencia para hierro, calcio y magnesio	El contenido de magnesio presenta un promedio superior de 50mg/dl en hojas; calcio con 49mg/dl en flores y hierro con 22mg/dl en hojas mostrando diferencias en <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa”	Variable 1: <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” Indicadores: Flores Hojas Tallos Variable 2: Concentración de hierro, calcio y magnesio Indicador: Concentración (mg/dl)	Tipo y diseño de investigación Descriptivo - Transversal Población Plantas de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” Muestra 1 kg de hojas, tallos y flores de <i>Otholobium pubescens</i> “wallwa” Metodología y recolección de datos a. Obtención, herborización y autenticación botánica de la muestra biológica b. Concentración de hierro, calcio y magnesio Se aplicó el método colorimétrico de Munsey para determinar el contenido de hierro y por titulación con EDTA para determinar el contenido de calcio y magnesio. c. Determinación del porcentaje de humedad y ceniza Se aplicó el método oficial A.O.A.C 930,04 para el porcentaje de humedad y el método oficial A.O.A.C 930,05 para el porcentaje de ceniza. Análisis estadístico Para el análisis estadístico, se utilizó la estadística descriptiva elaborando tablas y figuras en el paquete estadístico Microsoft Excel 2019. Mientras que para la comparación de hierro, calcio y magnesio entre hojas, tallos y flores se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey, con el programa Minitab versión 21.



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

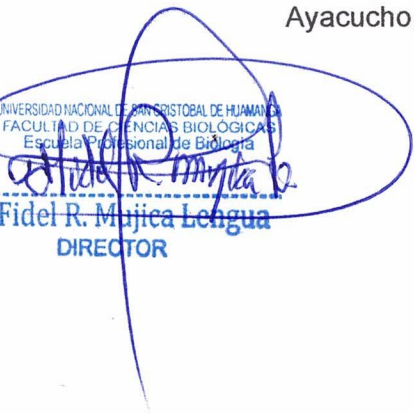
CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 41-2024-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, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* "wallwa", Ayacucho – 2023**, por RUTH MILY CASAS NUÑEZ; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 16%, 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-C.

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 junio 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, calcio y magnesio en *Otholobium* *pubescens* “wallwa”, Ayacucho – 2023

por RUTH MILY CASAS NUÑEZ

Fecha de entrega: 24-jun-2024 07:08p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2408140263

Nombre del archivo: CASAS-NUÑEZ-Ruth-Mily-_pregrado_tesis-_2024_TURNITIN_word.docx (1.24M)

Total de palabras: 11277

Total de caracteres: 59676

Cuantificación de hierro, calcio y magnesio en Otholobium pubescens “wallwa”, Ayacucho – 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	2%	13%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	6%
	Trabajo del estudiante	
2	ri.ues.edu.sv	2%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.unsch.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	docplayer.es	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.ucv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
6	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca	1%
	Trabajo del estudiante	
7	repositorio.unica.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
8	farmacia.ugr.es	<1%
	Fuente de Internet	

9	esiatecamachalco.foroactivo.com	<1 %
	Fuente de Internet	
10	www.coursehero.com	<1 %
	Fuente de Internet	
11	alicia.concytec.gob.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
12	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA	<1 %
	Trabajo del estudiante	
13	Submitted to Universidad TecMilenio	<1 %
	Trabajo del estudiante	
14	repositorio.unbosque.edu.co	<1 %
	Fuente de Internet	
15	nanopdf.com	<1 %
	Fuente de Internet	
16	ebin.pub	<1 %
	Fuente de Internet	
17	www.scribd.com	<1 %
	Fuente de Internet	

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo

**UNSCH**FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Ruth Mily CASAS NUÑEZ
RESOLUCIÓN DECANAL N° 143-2024-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del veintisiete de marzo 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; Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ (Miembro-Jurado); Dra. Edna LEÓN PALOMINO (Miembro-Jurado); Mg. Rebelino ACUÑA MARTINEZ (Miembro-Jurado); Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI (Miembro – Asesor); actuando como secretaria docente encargada la Blga. Rosana Luzia VENTURA CAVERO con Memorando N° 124-UNSCH(IN) FCB con fecha veintisiete de marzo del dos mil veinticuatro; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Cuantificación de hierro, calcio y magnesio en *Otholobium pubescens* “wallwa”, Ayacucho - 2023** ; presentado por la Bach. **Ruth Mily CASAS NUÑEZ**; el Presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó a la secretaria docente 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 a preguntas	Promedio
Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ	17	16	17
Dra. Edna LEÓN PALOMINO	17	14	16
Mg. Rebelino ACUÑA MARTINEZ	17	17	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 las seis y veinte de la tarde; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

Dr. Saturnino Martín TENORIO BAUTISTA
Presidente

Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ
Miembro – Jurado

Dra. Edna LEÓN PALOMINO
Miembro – Jurado

Mg. Rebelino ACUÑA MARTINEZ
Miembro – Jurado

Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI
Miembro – Asesor

Blga. Rosana Luzia VENTURA CAVERO
Secretaria – Docente