

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MEDICA**



**TESIS**

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum* “SACHA JERGON” UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023**

**Para optar** : El Título Profesional de Licenciada en Tecnología Médica  
Especialidad: Radiología

**Autora** : Huaman Quispe Leslie Elena

**Asesor** : Mtro. Guerra Condor Wilhelm Vladimir

**Línea de investigación  
Institucional** : Salud y Gestión de la Salud

**Fecha de inicio** : 01 de Julio 2023

**Fecha de culminación** : 30 de diciembre 2023

Huancayo, Perú

Enero 2024

## **DEDICATORIA**

*A Dios, Rey de reyes, mi padre celestial quien fue mi guía y soporte en todo momento.*

*A mis padres Edgar Rogelio Huaman Meza y Esther Elena Huaman Quispe por su amor, educarme y estar ahí siempre.*

*A mis hermanos Stefany, Valeska y Jordy por llenar mi vida de felicidad.*

*A mi Abuelo Mario Quispe Arauco por todos esos momentos maravillosos compartidos y a toda mi familia Quispe y Huaman fuente de mi motivación.*

*A mi mentor académico Marco Elías Espinoza Zevallos quien creyó en mi desde el principio.*

*Leslie Huaman*

## **AGRADECIMIENTO**

*Es difícil reunir estos años de trabajo en un simple listado de personas e instituciones a quien agradecer ya que fueron muchos que de una forma u otra contribuyeron de manera especial a la realización de este trabajo de investigación.*

*En primer lugar, quiero mostrar mi agradecimiento a mi mentor académico Marco Elías Espinoza Zevallos, Biólogo Citogenetista y único radiobiólogo peruano por su confianza, compromiso y soporte académico sin dejar de mencionar que creyó en mi desde el principio.*

*Paralelamente mi gratitud al Dr. Johan Ruiz Espinoza quien me guio por el camino de la investigación en ciencias, al Mg. Cesar Torres Cuya quien dedico su tiempo a instruirme en dicho proyecto presentado, así como en otros temas en ciencias, al Mg. José Núñez Romero quien siempre estuvo enseñándome, aconsejándome, apoyando e instruyéndome.*

*A mi asesor de Tesis Wilhelm Guerra por su apoyo en el proceso de titulación del grado académico.*

*Agradecer también a mi escuela profesional de Tecnología Médica, a mis docentes por las enseñanzas y todos los momentos compartidos, así como a IREN- Centro que fue el lugar donde realicé el internado y donde conocí a licenciados, Magísteres y Doctores y demás profesionales de la salud de quienes aprendí siendo pilar fundamental de mi formación académica-profesional.*

*A mis pastores Richard y Juckler por sus consejos y guía, así como a toda la iglesia IACYM por su compromiso, ejemplo y amor en todas las cosas de Dios.*

*A todos los profesionales, amigos, compañeros y colegas quienes siempre me enseñaron con su ejemplo y motivaron.*

*Y quiero terminar agradeciendo al Centro Médico Camposano y todos los buenos profesionales y amigos que laboran ahí.*

*Leslie Huaman*

# CONSTANCIA DE TURNITID



NUEVOS TIEMPOS  
NUEVOS DESAFIOS  
NUEVOS COMPROMISOS

## CONSTANCIA DE SIMILITUD

N° 00422-FCS -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis** Titulada:

**CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum* "SACHA JERGON" UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023**

Con la siguiente información:

Con autor(es) : **BACH. HUAMAN QUISPE LESLIE ELENA**  
Facultad : **CIENCIAS DE LA SALUD**  
Escuela profesional : **TECNOLOGIA MEDICA**  
Asesor : **MTRO. GUERRA CONDOR WILHELM VLADIMIR**

Fue analizado con fecha **15/10/2024** con **58 pág.**; en el Software de Prevención de Plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

<b>Excluye Bibliografía.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Excluye Citas.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Excluye Cadenas hasta 20 palabras.</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
Otro criterio (especificar)	<input type="checkbox"/>

El documento presenta un porcentaje de similitud de **18** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N° 15 del Reglamento de Uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: ***Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.***

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 15 de junio de 2024.



**MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI**  
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

## CONTENIDO

<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	9
1.2. Delimitación del problema .....	10
1.3. Formulación del problema .....	10
1.3.1. Problema General.....	10
1.3.2. Problemas Específicos .....	10
1.4. Justificación .....	11
1.4.1. Social.....	11
1.4.2. Metodológica .....	11
1.4.3. Teórica .....	11
1.5. Objetivos .....	12
1.5.1. Objetivo General .....	12
1.5.2. Objetivos Específico .....	12
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	13
2.1. <b>Antecedentes Nacionales</b> .....	13
2.2 Antecedentes Internacionales .....	14
2.2. BASES TEÓRICAS.....	16
2.3. Marco Conceptual .....	23
<b>3. SISTEMA DE VARIABLES</b> .....	23
3.1 Variable principal.....	23
<b>IV. METODOLOGÍA</b> .....	24
4.3 Nivel de investigación.....	24
4.4 Diseño de investigación .....	24
4.5 Población y muestra .....	25
4.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	26
4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	26
4.8 Aspectos éticos de la Investigación.....	28
<b>V.- RESULTADO</b> .....	29
<b>VI.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	36
<b>ANEXO</b> .....	43
<b>ANEXO 2: MATRIZ DE CONSITENCIA</b> .....	45
<b>ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES</b> .....	47
<b>ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N° 1</b> .....	48
<b>ANEXO 4: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N° 2</b> .....	49
<b>ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N° 3</b> .....	50
<b>ANEXO 6: INSTRUMENTO PARA LA VALIDACION POR JUEZ – EXPERTO N° 1</b> ... 51	

<b>ANEXO 7: INSTRUMENTO PARA LA VALIDACION POR JUEZ – EXPERTO N° 2...</b>	<b>52</b>
<b>ANEXO 8: INSTRUMENTO PARA LA VALIDACION POR JUEZ – EXPERTO N° 3...</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO 9: FOTOGRAFIAS DE LA EJECUCION DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>54</b>

### CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 01. Clasificación taxonómica <i>Dracontium spruceanum</i> .....	1
Figura 02. <i>Dracontium spruceanum</i> (Schott) GH Zhu.....	14
Figura 03. Espectro electromagnético donde se observa el rango de energías de radiación y frecuencias.....	15
Figura 04. Proceso de formación de rayos x característicos.....	16

### CONTENIDO DE TABLAS

Tabla n° 01. Aplicaciones del Análisis elemental de fluorescencia de rayos x. Fuente: Elaboración propia .....	20
Tabla n° 02. Concentración porcentual (%) de los componentes químicos determinados en cada una de las muestras.....	28
Tabla n° 3. Resultados de las pruebas estadígrafas descriptivas aplicados en la concentración porcentual (%) óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O) de las 3 muestras de <i>Dracontium spruceanum</i> .....	29
Tabla n° 04. Tabla 4. Resultados de las pruebas estadígrafas descriptivas aplicados en la concentración porcentual (%) del óxido de Calcio (CaO) de las 3 muestras de <i>Dracontium spruceanum</i> .....	29
Tabla n° 5. Resultados de las pruebas estadígrafas descriptivas aplicados en la concentración porcentual (%) del óxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) de las 3 muestras de <i>Dracontium spruceanum</i> .....	30

## RESUMEN

Dentro de las innumerables especies botánicas de uso medicinal nos interesó realizar un estudio de la planta herbácea conocida como “sacha jergón”, cuyo nombre científico es *Dracontium spruceanum* (Schott) G. H. Zhu. A pesar de las investigaciones realizadas en los últimos años evidenciando importantes propiedades como antiofídico, antimicrobiano, antioxidante y anticanceroso, no hay evidencia del estudio de los componentes químicos de la harina de “sacha jergón”.

Este trabajo de investigación tiene como objetivo describir las características de la concentración de los compuestos químicos de la harina de *Dracontium spruceanum*.

El método general de la investigación fue el científico de tipo descriptivo transversal prospectivo, se empleó la técnica de la observación y para ello utilizó un equipo de espectroscopia de tipo WDXRF BRUKER y con 50Kv y 4Ma. Se irradiaron 3 muestras de 10g de harina de *Dracontium spruceanum*, dichos resultados porcentuales que se encontró se registró en una ficha de recolección de datos. Como resultado se identificó un total de 11 compuestos presentes en la harina de sacha jergon que presentaron elementos químicos con un rango que va desde el Sodio Z=11 hasta el Uranio Z=92. Dichos compuestos detectados fueron K<sub>2</sub>O, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO, SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Cl, MnO, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. También se encontró que el componente químico de mayor concentración fue K<sub>2</sub>O representado por un 0.79 %, 0.86% y 0,82; seguido del CaO con un 0.27%, 0.24% y 0.26% y el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> con un 0.18%, 0.21% y 0,19% para la muestra 1, 2 y 3 y en menor porcentaje se encuentre MgO, SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> y Cloro y como elementos minoritarios se encontró al MnO, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Se concluye resaltando la naturaleza pionera del presente trabajo con relación a la composición química elemental de la harina de “sacha jergón”, *D. spruceanum*, los resultados obtenidos constituyen una línea de base para estudios químicos similares en el futuro además de resaltar la importancia de la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda, ya que demostró tener características de precisión y rapidez para la obtención de los resultados, siendo un procedimiento no invasivo y eficiente.

**Palabras clave:** harina de *Dracontium spruceanum*, componentes químicos y fluorescencia de rayos x.

## ABSTRACT

Among the countless botanical species for medicinal use, we were interested in carrying out a study of the herbaceous plant known as “sacha jergón”, whose scientific name is *Dracontium spruceanum* (Schott) G. H. Zhu. Despite the research carried out in recent years showing important properties such as antivenom, antimicrobial, antioxidant and anticancer, there is no evidence of the study of the chemical components of “sacha jergón” flour.

This research work aims to describe the characteristics of the concentration of chemical compounds in *Dracontium spruceanum* flour.

The general method of the research was the scientific, prospective cross-sectional descriptive type, the observation technique was used and for this purpose WDXRF BRUKER type spectroscopy equipment was used with 50Kv and 4Ma. Three 10g samples of *Dracontium spruceanum* flour were irradiated, the percentage results found were recorded in a data collection form. As a result, a total of 11 compounds present in sacha jergon flour were identified that presented chemical elements with a range from Sodium Z=11 to Uranium Z=92. These detected compounds were K<sub>2</sub>O, CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO, SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Cl, MnO, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. It was also found that the chemical component with the highest concentration was K<sub>2</sub>O represented by 0.79%, 0.86% and 0.82; followed by CaO with 0.27%, 0.24% and 0.26% and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> with 0.18%, 0.21% and 0.19% for sample 1, 2 and 3 and in a lower percentage MgO, SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> and Chlorine were found and MnO, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were found as minor elements.

It is concluded by highlighting the pioneering nature of the present work in relation to the elemental chemical composition of the flour of “sacha jergón”, *D. spruceanum*, the results obtained constitute a baseline for similar chemical studies in the future in addition to highlighting the importance of the wavelength x-ray fluorescence technique, since it proved to have characteristics of precision and speed for obtaining results, being a non-invasive and efficient procedure.

**Keywords:** *Dracontium spruceanum* flour, chemical components and x-ray fluorescence.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La especie *Dracontium spruceanum* “sacha jergón” tiene importantes usos médicos en las poblaciones rurales de la selva peruana como, por ejemplo: agente antifúngico, agente antioxidante, agente anticancerígeno y cicatrizante. <sup>(1,2,3)</sup>

La técnica de análisis por fluorescencia de rayos X es poco conocida y difundida en Perú sin embargo en países Europeos su aplicación ha ido en aumento los últimos años, su principal aplicación es analizando la concentración de metales en la industria de la minería y construcción y actualmente se está impulsando su aplicación en el campo de la arqueología, no obstante, la fluorescencia de rayos x tiene aplicaciones relacionadas con el campo de la medicina ya que ciertas concentraciones de elementos químicos como el (calcio, hierro, entre otros) tienen propiedades beneficiosas para la salud.

Hasta la actualidad, se han publicado investigaciones de dicha especie donde se hicieron análisis por otras técnicas como la resonancia magnética nuclear (RMN), análisis por cromatografía gaseosa (CG) y análisis por espectrometría de masas. Sin embargo, no existe evidencia de los resultados con respecto a la concentración química elemental analizadas por la técnica de fluorescencia de rayos x. <sup>(4)</sup>

Se conoce muy poco de la estructura química y del funcionamiento biológico molecular de esta especie por falta de estudios científicos. En consecuencia, en este trabajo se hace necesario conocer los resultados del análisis semicuantitativo de los elementos químicos presentes en *Dracontium spruceanum* determinados por la fluorescencia de rayos x, especialmente porque es una técnica rápida, no destructiva, que no modifica la muestra, que cuantifica los elementos químicos mayoritarios, minoritarios y trazas.

Con la información obtenida de los resultados de la investigación se analiza la concentración porcentual de los elementos químicos presentes en dicha muestra; no obstante, también se analizan los elementos químicos mayoritarios en la harina de *Dracontium spruceanum*.

Finalmente, dichos resultados nos ayudaran a deducir el o los probables mecanismos de acción en relación al efecto protector que tendría la planta de *Dracontium spruceanum* (Schott) GH Zhu.

## 1.2. Delimitación del problema

a. Delimitación Espacial: El trabajo de investigación se desarrolló en ciudad de Lima, Departamento Lima, en un laboratorio privado especializado en la técnica de fluorescencia de rayos x que contaba con el equipamiento y los accesorios necesarios para el presente estudio.

b. Delimitación Temporal: El trabajo de investigación se inició el 01 de julio del 2023 y culminó el 31 de diciembre del 2023.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema General

1. ¿Qué características químicas elementales tiene la harina de *Dracontium spruceanum*, detectables por la técnica de análisis por Fluorescencia de Rayos X de longitud de onda?

### 1.3.2. Problemas Específicos

1. ¿Cuál es la concentración de los compuestos químicos por muestra de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?
2. ¿Cuál es el porcentaje de óxido de potasio de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?
3. ¿Cuál es el porcentaje de óxido de calcio de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?
4. ¿Cuál es el porcentaje de óxido de fósforo de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?

## 1.4. Justificación

### 1.4.1. Social

La investigación nos ayudara a identificar y analizar el rol de los elementos químicos encontrados en *Dracontium spruceanum* “sacha jergón” dentro del mecanismo de acción biológica de esta planta medicinal en las diversas patologías para las cuales se usa.

Un estudio estadístico del porcentaje de la población que ha sido beneficiado con el tratamiento de sus enfermedades por esta especie daría una indicación sumamente valiosa para la estimación del impacto social en la salud de los pobladores de esta región.

### 1.4.2. Metodológica

Para el desarrollo de la investigación se usó la técnica de análisis por fluorescencia de rayos X, utilizando un equipo de marca BRUKER de Espectrometría de fluorescencia de rayos x de Longitud de onda dispersiva (WDRXF), el equipo presenta un ánodo de Rh (150 mADC), tensión de 4Kw); colimadores: 023° y 0.46°; Temperatura de Trabajo: 24 °C; detectores: Contador de centelleo y de flujo y cristales: PET. LIF200, XS-55, LIF220 y Ge. Esta técnica nos permite obtener resultados cuantitativos y cualitativos de la presencia de diversos elementos químicos constitutivos de *Dracontium spruceanum* “sacha jergón”.

### 1.4.3. Teórica

En el Perú, en las últimas décadas, es creciente el uso de diversas especies vegetales por sus propiedades curativas. Este uso tradicional tiene importancia porque estas especies son utilizadas para el tratamiento y eventual curación de enfermedades de diversa etiología tales como enfermedades inmunológicas, infecciosas, fisiológicas y principalmente oncológicas, con resultados muy positivos que obligan a una investigación científica de las propiedades curativas de estas plantas con miras a su industrialización y utilización dentro de la medicina humana.

Sin embargo, es necesario profundizar en el conocimiento de la naturaleza química y el funcionamiento bioquímico de los principios activos de estas plantas medicinales partiendo

por el conocimiento de los elementos que están presentes en ellas. En el presente trabajo abordamos el estudio de la estructura química elemental de la especie *Dracontium spruceanum* “sacha jergón” con el objetivo de conocer cuáles son los elementos químicos más abundantes en esta especie y cuál sería su implicancia para las propiedades curativas de esta planta.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo General

- ✓ Determinar la concentración de los compuestos químicos presentes en la harina de *Dracontium spruceanum*, usando la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.

### 1.5.2. Objetivos Específico

1. Identificar la concentración de los compuestos químicos por muestra de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.
2. Describir la concentración porcentual del óxido de potasio de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.
3. Describir la concentración porcentual del óxido de calcio de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.
4. Describir la concentración porcentual del óxido de fosforo de la harina de *Dracontium spruceanum* obtenida por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes Nacionales

Pérez L. <sup>(6)</sup>. publicó un estudio de tipo experimental con el objetivo de determinar la toxicidad aguda del extracto de *D. spruceanum* por vía oral en ratones hembra que tuvo una duración de aproximadamente 30 días, tiempo durante el cual la autora realizó la evaluación de toxicidad utilizando la guía de la (OECD – 453). En el proceso de elaboración del extracto solo se utilizaron las hojas, cabe mencionar que estas fueron recolectadas de la localidad de Lamas, Región San Martín. Dicho estudio tuvo como resultado que 5000 mg/kg de extracto de *D. spruceanum* administrado a los ratones es una dosis letal media, en conclusión, las dosis de (300, 2000 y 5000 mg/kg) de las hojas del espécimen estudiado no evidencian toxicidad con las dosis estudiadas y también es importante mencionar el nivel de toxicidad en las hojas y en el bulbo no son iguales.

Acuña B. y Untol V. <sup>(7)</sup> realizaron un estudio en la ciudad de Lima cuyo objetivo principal fue evaluar el efecto cicatrizante del gel a base del extracto etanólico de las hojas de “jergón sacha”. Este fue un estudio experimental cuantitativo *in vivo*, se utilizó una población de 30 roedores que fueron agrupados según criterio de los investigadores. Los resultados evidenciaron que a una dosis de 5%, 10% y 15% tiene 0.39 cm, 0.23 cm y 0.06 cm de efecto cicatrizante respectivamente. La investigación concluyó que a una concentración mínima (5%) y una máxima de (15%) tiene un efecto cicatrizante siendo una opción natural para el tratamiento de heridas.

Mixar J. <sup>(8)</sup>. realizó un estudio titulado “Identificación de metabolitos secundarios presentes en *Dracontium spruceanum*, el autor se enfocó en determinar los metabolitos secundarios de *D. spruceanum*. La investigación se consistió en un tamizaje fitoquímico y (GC-MS) utilizando como solvente el metanol. En conclusión, los principales metabolitos secundarios del cormo del sacha jergón fueron los flavonoides, antocianinas, alcaloides y leucoantocianidinas. Cabe resaltar que se halló 12 compuestos en forma de ésteres

Barreto G. y Vílchez R. <sup>(9)</sup>. trabajaron sobre la caracterización de los componentes del extracto hidroalcohólico de las hojas y tallos de *D. spruceanum*, para lo cual realizaron

ecuaciones químicas de las reacciones que posteriormente fueron interpretadas según un análisis químico cualitativo por las investigadoras. Como metodología, la investigación fue un análisis descriptivo, cuasi experimental y analítico. Trabajaron con muestras de 500g. Las muestras fueron maceradas y preparadas en forma de extracto por 7 días. Finalmente, las principales sustancias constituyentes que se encontraron fueron los flavonoides, grupos aminos y sustancias esteroides siendo el de mayor interés los componentes encontrados en las hojas.

Caballero C. et al. <sup>(10)</sup> la investigación realizada en la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (Huánuco) tuvo como resultado que el consumo de harina de “jergón sacha” a una dosis de 400mg/kg con metformina disminuye los niveles de glucosa en la sangre de manera significativa, también un resultado importante de dicha investigación fue que del grupo de pacientes con diabetes los adultos mayores y del sexo femenino son el grupo más predominante a padecer diabetes. Para esta investigación se realizó un diseño cuasi - experimental contando con una población de 30 pacientes de un Centro de salud dividiéndose en un grupo control y otro experimental, como herramienta estadística se utilizó el software SSPS.

## **2.2 Antecedentes Internacionales**

Mutlu C. et al. estudio por fluorescencia de rayos X muestras de polen procedente de 47 puntos de muestreo en Turquía. El análisis de la composición elemental en estas muestras determinó que los elementos más abundantes fueron el calcio, potasio y silicio, con valores de concentración promedio de 1556, 1383 y 731 mg/kg, respectivamente. También hubo un alto grado de correlación de aluminio con azufre (0.925) y hierro (0.926), así como, de calcio con magnesio (0.970). En conclusión, elementos tóxicos como el Pb y el W se encontraron en muy mínimas concentraciones sin embargo su presencia podría ser un parámetro que indicaría un fenómeno de tipo ambiental. <sup>(11)</sup>

Kieliszek, M., y Bano, I. Por mucho tiempo se ha venido estudiando la captación del selenio en los seres humanos por lo que se sabe que tanto su captación en exceso, así como su deficiencia pueden causar ciertas patologías. Recientemente, realizaron una investigación descriptiva sobre el selenio (Se) donde hacen una revisión de todas las investigaciones en los últimos años, mencionando que en general, un estado nutricional adecuado de selenio, y

en algunos casos la suplementación con selenio, se ha relacionado con un mejor pronóstico y un menor riesgo de desarrollar varias enfermedades. En conclusión <sup>(12)</sup>

Aguilar A. En México se evaluó el efecto tras la administración del selenio y el zinc en relación con el aprendizaje-memoria. La investigación realizada fue de tipo experimental. Este fue un estudio experimental en el que se utilizaron ratas de laboratorio que posteriormente fueron divididas en 7 grupos, los investigadores emplearon el protocolo del (UPEAL). Se tuvo como resultado que la administración profiláctica de ambos oligoelementos evito el daño de obliteración de la arteria carótida primitiva en las ratas mediante mecanismos antioxidantes. <sup>(13)</sup>

Allegretta I. et al. En los últimos años se ha incluido a los micro-vegetales en los menús de los mejores restaurantes del mundo, debido a que pueden su contenido puede llegar a tener 40 veces más vitaminas y minerales que las plantas adultas. Investigadores italianos analizaron las hojas del tomate y col blanco mediante TXRF siendo esta técnica confiable y rápida en muestras orgánicas. Los resultados del análisis cuantificaron elementos como (P, S, K, Zn y Mn). <sup>(14)</sup>

Adeniyi S. et al. En Nigeria se realizó un estudio comparativo de 6 muestras de hortalizas de la zona, estas fueron analizadas mediante la FRX de tipo dispersión de energía, el objetivo fue comparar que elementos predominaban en cada muestra de las hortalizas según su estado de cocción (crudas, cocidas y al vapor). Los resultados evidenciaron que el mayor contenido de oligoelementos se encuentran en las verduras en su estado crudo, también se mediante el análisis de FRX reveló que de los 6 vegetales analizados *C. oleraceus* presentaba mayor cantidad de K y *T. occidentalis* mayor cantidad de mg. <sup>(15)</sup>

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1 Generalidades de *Dracontium spruceanum* (Schott) GH Zhu “sacha jergón”

El Perú es un país maravilloso dotado con una variedad tan grande de especies vegetales medicinales, debido a nuestra diversidad geográfica.

El uso de plantas medicinales para aliviar o sanar ciertas patologías, ha sido importante porque: Es una práctica tradicional, que destaca en las poblaciones de bajos recursos económicos inicialmente, pero ahora con las características de ser muy útiles ha dejado de ser una moda para ser una opción de salud, es por ello que estas especies vegetales medicinales fueron analizadas y estudiadas por investigadores peruanos y extranjeros. <sup>(5,16,17)</sup>

#### **Distribución geográfica**

“Sacha jergón” es una planta nativa, que se encuentra en nuestra selva peruana cuyo clima es cálido y templado, cuya temperatura promedio anual es de 18 a 24°C aproximadamente. Los departamentos donde se encontró esta papa nativa son: Amazonas, Huánuco, Loreto, Madre de Dios y San Martín. <sup>(16)</sup>

#### **Descripción botánica**

Planta herbácea de 1.5 a 2 m. de altura, hojas multipartidas, con divisiones laterales oblongas de 10 a 15cm de largo y 40 a 60 cm de ancho, las terminales profundamente bilobadas, peciolo delgado en función al terminal del tallo de hasta 2 cm; coloreada a semejanza de la piel de la serpiente jergón. Inflorescencia en espádice de 4 cm de largo y 12 mm de espesor, espata estrechamente lancéola de 25 cm de largo aproximadamente y pedúnculo floral de casi 1 cm de largo. La morfología de *D. spruceanum* se muestra en detalle en el gráfico del anexo 1. <sup>(18)</sup>

## Descripción taxonómica

<b>División XVII :</b>	<i>Angiospermae</i>
<b>Clase :</b>	<i>Monocotiledónea</i>
<b>Orden :</b>	<i>Alismatales</i>
<b>Familia :</b>	<i>Aráceas</i>
<b>Subfamilia :</b>	<i>Lasioideae.</i>
<b>Género :</b>	<i>Dracontium.</i>
<b>Especie :</b>	<i>Dracontium spruceanum (Schott)</i>
<b>Nombre común :</b>	<i>Sacha jergón</i>

Figura 1. Clasificación taxonómica *Dracontium spruceanum (Schott)* GH Zhu. Elaboración propia

### **Familia: Aráceas**

Es una familia tropical conformada por monocotiledóneas, conformada por 106 géneros, generalmente esta familia crece en zonas húmedas, pero también hay presencia en zonas tropicales y en zonas rocosas. Como característica morfológica esta familia de plantas herbáceas posee hojas espiraladas que emerge de los tallos aéreos o también son basales, están pueden ser simples o compuestas; la inflorescencia es espata y también algunas especies presentan un sistema bien radicular rizomatoso sin embargo otras son acuáticas flotantes como (*Pistia stratiotes*).<sup>(18,19)</sup>

### **Género: Dracontium**

El género *Dracontium* está conformado por 29 especies. Evolutivamente todas las especies conocidas de este género existen solo en el continente americano, creciendo en regiones de selva tropical húmeda. Como característica morfológica presentan tallos tuberosos (tubérculo subterráneo) con un peciolo que tiene la textura de un reptil y con hojas grandes multilobuladas que alcanza hasta los 3 m de diámetro, también presenta una inflorescencia del que emana un olor fétido.<sup>(18,19)</sup>



Figura 2. *Dracontium spruceanum* (Schott) GH Zhu. Fuente propia

### **Componentes químicos identificados en la literatura científica**

Flavonas, flavanonas, antranoles, fenoles simples, esteroides, heterósidos, cianogénicos, triterpenoides, saponinas, xantonas y alcaloides. <sup>(16,20)</sup>

### 2.2.2 Generalidades de los rayos x

En 1895 se descubrieron los rayos X por el profesor alemán de física Wilhelm C. Röntgen. EN uno de sus tantos experimentos observo que algunos cristales de Ba que estaban sellados por papel negro emitían una luminiscencia bastante particular producto de una descarga generada por un tubo de rayos catódicos. Este descubrimiento le hizo merecedor del premio nobel de física en 1901. <sup>(21,22)</sup>

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas cuya longitud de onda va desde unos 10 nm hasta 0,001 nm (1 nm o nanómetro equivale a  $10^{-9}$  m). Cuanto menor es la longitud de onda de los rayos X, mayores son su energía y poder de penetración. Los rayos de mayor longitud de onda, cercanos a la banda ultravioleta del espectro electromagnético, se conocen como rayos X blandos; los de menor longitud de onda, que están más próximos a la zona de rayos gamma o incluso se solapan con ésta, se denominan rayos X duros. <sup>(23)</sup>

La radiación X tal y como se produce en un tubo de rayos X. Se produce cuando una carga en movimiento experimenta una aceleración como ocurre con los electrones, al chocar contra la superficie del anticátodo, donde son frenados interiormente hasta terminar su trayecto. Superpuesta a esta radiación continua existen unas líneas cuya estructura depende de la naturaleza del anticátodo. Se trata del espectro característico. <sup>(24)</sup>

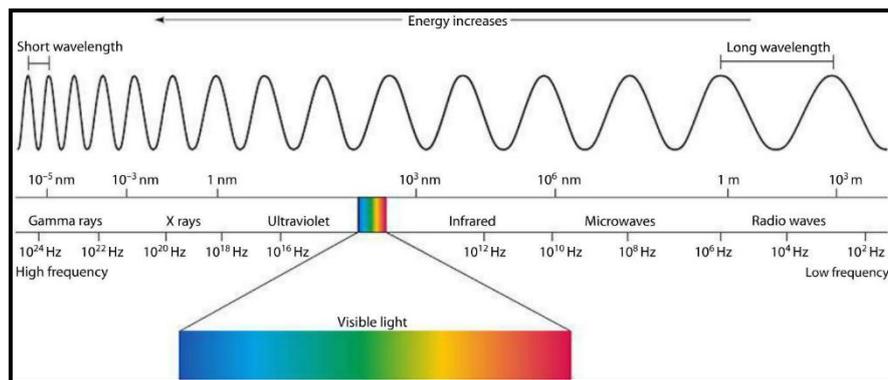


Fig. 3. Espectro electromagnético donde se observa el rango de energías de radiación y frecuencias.). Fuente: Mini Physics (2016).

### Propiedades de los rayos x

Los rayos X son radiaciones electromagnéticas producidas por la interacción de partículas cargadas con los electrones y/o con el núcleo de los átomos de un material (blanco), así como, en los procesos de captura electrónica y conversión interna.

- Efecto biológico: La radiación se atenúa al atravesar la materia, lo que significa que parte de ella es absorbida, produciendo lesiones en los organismos vivos.
- Efecto luminiscente: Producen fluorescencia en ciertas sustancias llamadas fósforos.
- Efecto fotográfico: Impresionan y producen imágenes sobre las películas fotográficas.
- Efecto ionizante: Pueden ionizar los gases. <sup>(24,25)</sup>

## **Características de los rayos x**

Los rayos X tienen ciertas características que son propias al tipo de radiación, y a su vez funcionalmente tienen ciertas propiedades que nos permiten obtener este elemento empleados áreas como la medicina, arqueometría, industria alimentaria entre otros.

- Rectilíneos: los rayos se desplazan en línea recta
- Divergentes: iniciando su punto de salida del punto focal los rayos son rectilíneos, pero a la vez se van abriendo.
- Intermitentes: la corriente alterna tiene 50 ciclos y la polaridad va cambiando por lo que cuando el cátodo sea positivo y el ánodo negativo no habrá producción de rayos.
- Heterogéneos: los rayos no son todos de la misma longitud de onda y por lo tanto tampoco de la misma penetrabilidad. <sup>(26)</sup>

### **2.2.3 Generalidades de la Fluorescencia de rayos X**

La técnica de tipo espectroscópica de análisis por Fluorescencia de Rayos X, permite conocer la composición química elemental de una muestra sin alterarla, mediante la emisión de rayos x de tipo característico. <sup>(27)</sup>

Se aplica a muestras sólidas o líquidas, orgánicas o inorgánicas, tales como líticos, cerámicos, pastas, pigmentos, vegetales, huesos, metales, etc. <sup>(28)</sup>

#### **Emisión de los rayos X característicos**

Los rayos X característicos se forman cuando la interacción es suficientemente violenta como para ionizar el átomo del blanco arrancando totalmente un electrón de la capa interna. Esto ocasiona “vacíos” de electrones en las capas internas del átomo, las cuales se “rellenan” con los electrones más externos produciéndose una liberación de energía electromagnética con un valor característico propia de cada elemento químico. Es gracias a esta energía característica que se puede identificar inequívocamente a cada elemento <sup>(29)</sup>.

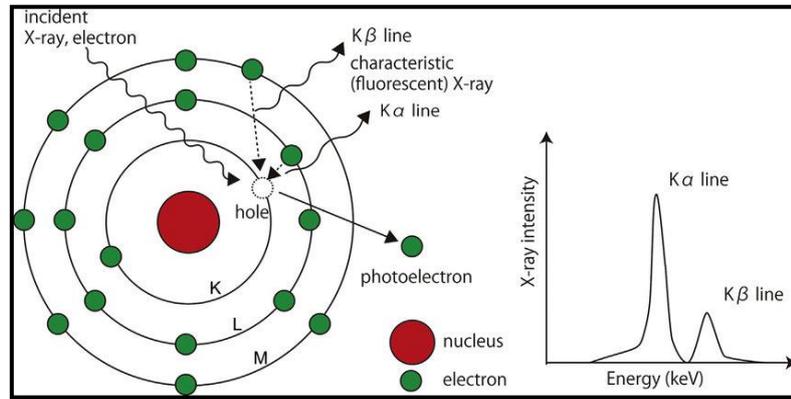


Fig4. Proceso de formación de rayos x característicos. Fuente: Obtenido de Mayer et al. (25).

En el mecanismo de generación de rayos x característico la probabilidad de producción fluorescente  $w$  se define como la cantidad de fotones fluorescentes (característicos) emitidos por cada vacancia generada en una capa ( $0 \leq w \leq 1$ )

El valor de  $w$  es muy próximo a 0 para elementos de bajo  $Z$ , aproximadamente de 0.5 para elementos intermedios (como Cu,  $Z=29$ ) y valores próximos a 1 o 0.96 para las capas K de los elementos pesados (alto  $Z$ )<sup>(30)</sup>.

$$E(n, l, j) = K hc \frac{M_Z}{M_Z + m_e} \left[ \frac{(Z - \sigma_A)^2}{n^2} + \frac{\alpha^2 (Z - \sigma_B)^4}{n^4} \left( \frac{n}{j + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4} \right) \right]$$

### Tipos de Fluorescencia de rayos x

- Fluorescencia de rayos X de dispersión de longitud de onda (WDXRF)

La característica principal de este tipo es que en lugar de que los rayos X emitidos por la muestra impacten directamente en el detector, primero se encuentran con un cristal analítico, de tal manera que la diferencia de trayectoria entre los rayos que se reflejan desde capas consecutivas en la red es igual a un número integral de longitudes de onda.<sup>(31,32,33)</sup>

- Fluorescencia de rayos X de dispersión de energía (EDXRF)

Este tipo de XFR son por lo general utilizados en instrumentación portátil en la mayoría de los casos, es suficiente para orientar trabajos de restauración y conservación. <sup>(31,32,33)</sup>

### Aplicaciones:

APLICACIONES DEL ANALISIS ELEMENTAL DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X	
Análisis medioambiental:	Aguas, sedimentos, suelos, aerosoles, filtros
Análisis forense:	Análisis de micro muestras en cualquier tipo de matriz
Análisis biológico:	Tejidos, fluidos, plantas, cultivos
Análisis arqueológico:	Monedas, utensilios, huesos.
otros:	Mineralógicas, geológicas
	Cerámicas y refractarios
	Cementos, yesos, lodos, metales

Tabla N° 1. Aplicaciones del Análisis elemental de fluorescencia de rayos x. Fuente: Elaboración propia

### Análisis semicuantitativo

En primera aproximación es razonable pensar que la intensidad  $I_i$  correspondiente a un determinado analito  $i$  será mayor cuanto mayor sea su concentración másica  $C_i$  en el material irradiado. Se propone entonces como válida la proporcionalidad  $I_i \propto C_i$ , aunque como veremos más adelante sólo puede justificarse para muestras muy delgadas. Comparando las intensidades registradas con las  $I_i^0$  correspondientes a un patrón de concentración  $C_i^0$  se tiene para la razón de intensidades. <sup>(34)</sup>

$$R_i \equiv \frac{I_i}{I_i^0} = \frac{C_i}{C_i^0}$$

En el caso de que el patrón sea puro,  $C_i^0 = 1$ , de modo que desaparece el denominador en la expresión de la derecha. <sup>(34)</sup>

### 2.3. Marco Conceptual

a. Fluorescencia de rayos X: Es una técnica de tipo espectroscópica, su principio se basa en excitar la muestra ya sea biológica, mineral, metálica, etc., con rayos x secundarios. <sup>(35)</sup>

b. Liofilización: Es un método de preservación de elementos biológicos en el que se congelan y deshidratan haciendo que no se altere la estructura físico química. <sup>(36)</sup>

c. sachajergón: planta herbácea que crece en gran parte de la amazonia peruana.

d. Especie nativa: Es una especie autóctona perteneciente exclusivamente a un ecosistema específico. <sup>(37)</sup>

e. Analito: hace referencia a un término empleado en química para indicar una sustancia o compuesto que se analizara.

## 3. SISTEMA DE VARIABLES

### 3.1 Variable principal

Caracterización química de la muestra de harina de *D. spruceanum* “sachajergón” mediante la técnica de Fluorescencia de rayos x

Definición conceptual:

- Muestras de harina de *D. spruceanum* “sachajergón” analizados por la técnica de fluorescencia de rayos x de tipo de longitud de onda, dicho método detectara los elementos químicos presentes en la muestra biológica con un  $Z \geq 11$ . <sup>(25,28)</sup>

Definición operacional:

- Harina de *D. spruceanum*: que es la muestra analizada mediante un equipo de espectrometría de fluorescencia de rayos x que emitirá radiación de tipo característica que será analizada por el software donde se obtendrán los resultados porcentuales de los elementos químicos detectables. <sup>(25,28)</sup>

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 Método de investigación

- La investigación corresponde al método científico e inductivo ya que se realizó técnicas como la observación, recolección y se análisis de los datos para llegar a una conclusión general. <sup>(38)</sup> <sup>(39)</sup>

### 4.2 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo básico porque genero conocimientos sobre el tema que se investigó. <sup>(40)</sup>

- Prospectivo porque los datos se obtuvieron con la intención de su utilización futura en el tratamiento médico de enfermedades.
- Es transversal porque los resultados que se obtuvo solo fue en un tiempo determinado. <sup>(41)</sup>
- Analítico por que trata de analizar y explicar cómo los resultados, también se sustenta en hechos comprobables y fundamentos racionales. <sup>(42)</sup>

### 4.3 Nivel de investigación

Nivel descriptivo, porque describió las características fundamentales de la población que nos permitieron poder deducir el comportamiento de la población estudiada. <sup>(43)</sup>

### 4.4 Diseño de investigación

- El diseño de la investigación fue observacional descriptivo, se observan los fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos. <sup>(44)</sup>

## Descriptivo simple

M → 0

Donde:

M = 10 gramos de harina de *D. spruceanum*.

0 = Caracterización química de la muestra de harina de *D. spruceanum* “sacha jergón”

mediante la técnica de Fluorescencia de rayos x

### 4.5 Población y muestra

La **población** estuvo conformada por todas plantas herbáceas de *Dracontium spruceanum* “sacha jergon” convertidas en harina que fueron procedentes de la ciudad de Moyobamba, región San Martin.

La **muestra** estuvo conformada por 10g de 3 muestras de harina de *Dracontium spruceanum* “sacha jergon”.

El tipo de **muestreo** que se empleó en la investigación fue de tipo no probabilístico por conveniencia por que la cantidad de la muestra es la suficiente y necesaria para la irradiación de estas mismas y conocer los compuestos químicos que contiene *Dracontium spruceanum* “sacha jergon”. (44) (45)

### **Criterio de inclusión**

Fueron incluidos todas plantas herbáceas pertenecientes al género y especie de *Dracontium spruceanum* “sacha jergon” procesadas en harina que fueron procedentes de la ciudad de Moyobamba, región San Martin.

### **Criterio de exclusión**

Fueron excluidas del presente estudio todas plantas herbáceas que no pertenecieron al género y especie de *Dracontium spruceanum* “sacha jergon” a si mismo las que no estén dentro del territorio de la ciudad de Moyobamba, región San Martín y que presenten hongos o estas estén contaminadas.

#### 4.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

##### *Técnica de recolección de datos: la observación*

La actividad comenzó con una caminata por la ciudad de Moyobamba, región San Martín, donde me dirigí a un vivero donde venden harina de *Dracontium spruceanum* “sacha jergon” donde se observó el color y la textura de la harina, por último, se realizó un registro fotográfico de la compra de la harina del espécimen a investigar. <sup>(46)</sup>

##### *Instrumento de recolección de datos: ficha de recolección de datos*

Se elaboró una ficha de recolección que fue nuestro instrumento donde recolectamos información de los resultados luego de la irradiación de las muestras mediante la técnica de fluorescencia de rayos x que nos dio como resultados la concentración porcentual de los componentes químicos de cada muestra analizada. <sup>(46)</sup>

#### 4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

##### 4.7.1 Procedimiento para la recolección de datos

##### **Selección y preparación de la muestra**

El proceso de secado, trituración, así como la elaboración de la pastilla de *D. spruceanum* fueron de vital importancia debido a que estos procedimientos nos ayudaron al correcto análisis por fluorescencia de rayos x.

Para el estudio la muestra estuvo en polvo fino y seco para pasar al proceso de irradiación en el equipo de fluoroscopia de rayos x en el laboratorio Inkalloys Perú. El volumen requerido para cada ensayo fue de 10 gramos de polvo en las condiciones mencionadas.

El procedimiento de fluorescencia de rayos x requirió de la preparación de la muestra en polvo a manera de una pastilla muy compacta que fue ubicada en el dispositivo porta muestra del equipo.

### **Proceso de pastillado**

El procedimiento comenzó con el rotulado de las muestras, luego estas se secaron en una estufa a una temperatura de 60° por dos días.

Posteriormente se esperó a que enfríen para ser pesadas en una balanza digital utilizando una luna de reloj, luego fueron trituradas en un mortero de ágata hasta que queden en nano partículas.

Finalmente, la muestra pulverizada se llevó en una bagueta de plástico a la matriz y se realizó una presión de 15 T durante 5 min y una vez obtenida la pastilla primero se enjuaga con agua destilada y luego con acetona, dicho procedimiento se realizó en el laboratorio de Fluorescencia de rayos Inkalloys Perú <sup>(47)</sup>.

### **Irradiación**

Las pastillas de la harina de *D. spruceanum* fueron analizadas por el equipo BRUKER de Espectrometría de fluorescencia de rayos x de longitud de onda dispersiva (WDRXF), el equipo presenta un ánodo de Paladio (150 mADC), tensión de 4Kw); colimadores: 023° y 0.46°; Temperatura de Trabajo: 24 °C; detectores: Contador de centelleo y de flujo y cristales: PET. LIF200, XS-55, LIF220 y Ge del laboratorio de fluorescencia de rayos x Inkalloys Perú.

#### **4.7.2 Procedimiento para el análisis de datos**

##### **Análisis semicuantitativo**

La harina de *Dracontium Spruceanum* fue una muestra desconocida para el equipo de Fluorescencia de rayos x por lo que no existe un estándar de referencia y una curva de

calibración, es por ello que se empleó el método Standardless también conocido como semicuantitativo, este método se emplea la investigación de muestras desconocidas ya que trabaja con parámetros fundamentales. <sup>(45)</sup>

Para el análisis semicuantitativo se utilizó software SMART – QUANT FP, este software nos permitió tener especificaciones de medida, programación de análisis y presentación de resultados. <sup>(48)</sup>

### **Análisis estadístico**

Luego de los resultados semicuantitativos, los mismos se analizaron utilizando el programa Microsoft Excel donde se realizó la tabla de los resultados de las muestras de la harina de *Dracontium spruceanum*.

#### 4.8 Aspectos éticos de la Investigación

Según el reglamento general de investigación de la Universidad Peruana los Andes, el artículo N° 27 enfatiza los principios que rigen la actividad investigativa, dentro de ello la presente investigación se relacionó directamente con el principio de beneficencia y no maleficencia ya que se aportó con nuevos conocimientos principalmente el de determinar la composición química elemental de *D. spruceanum* <sup>(49)</sup>. Otro principio fundamental concerniente al artículo N° 27 es la Protección al medio ambiente y el respeto de la biodiversidad ya que no se dañó a la naturaleza ni a la biodiversidad, si bien es cierto nuestra población o material biológico de estudio es el *D. spruceanum*, no se depredó ya que solo se utilizó los especímenes necesarios para el estudio, respetando todas las especies, variedades y diversidad genética. Cabe resaltar que se tuvo en cuenta los principios de responsabilidad y veracidad en toda la ejecución de la investigación por qué no se alteró los resultados.

El artículo N° 28, enfatiza las normas de comportamiento ético de quienes contribuyeron en la ejecución de este estudio, siendo importante resaltar que en toda la ejecución del proyecto se cumplió y aplicó las 11 normas de ética con responsabilidad y respeto presentes en el reglamento de investigación cumpliendo los procedimientos ya detallados en la sección de técnicas de procesamiento y análisis de datos.

El presente trabajo de investigación respetó la LEY N° 28028 - LEY DE REGULACION DEL USO DE FUENTES DE RADIACION IONIZANTE. Cabe resaltar que el estudio cumplió con dichos requerimientos en observancia del respeto a los preceptos de la bioética y de los derechos de autor de todas las fuentes consultadas ya que solo se irradiaron las muestras vegetales necesarias con una dosis mínima para el ya descrito proyecto de investigación, añadido a ello se cumplió con todos los pilares básicos de protección radiológica.

## V.- RESULTADO

**Del objetivo N° 1:** Se empleó el método Standardless también conocido como semicuantitativo, este método se emplea en investigaciones donde se analizan muestras desconocidas como es el caso del estudio de FRX en *Dracontium spruceanum*.

COMPUESTOS QUIMICOS	CONCENTRACION (%)											
	K2O	CaO	P2O5	MgO	SO3	SiO2	Cl	MnO	ZnO	Al2O3	Fe2O3	LOI
MUESTRA 1	0.79	0.27	0.18	0.12	0.09	0.05	0.02	< L. D	< L. D	< L. D	< L. D	<b>98.00</b>
MUESTRA 2	0.86	0.24	0.21	0.12	0.10	0.04	0.01	< L. D	< L. D	< L. D	0.01	<b>95.00</b>
MUESTRA 3	0.82	0.26	0.19	0.13	0.09	0.04	0.02	0.01	< L. D	< L. D	< L. D	<b>97.00</b>

Tabla N°2. Concentración porcentual (%) de los componentes químicos determinados en cada una de las muestras

### Descripción:

En la tabla N° 2 podemos observar un total de 11 compuestos químicos identificados por técnica de XRF, estos compuestos detectados fueron K2O, CaO, P2O5, MgO, SO3, SiO2, Cl, MnO, ZnO, Al2O3 y Fe2O3.

También podemos visualizar que en la muestra 1, 2 y 3 de *Dracontium spruceanum* el componente químico de mayor concentración es el K2O representado por un 0.79 %, 0.86% y 0,82; seguido del CaO con un 0.27%, 0.24% y 0.26% luego continua el P2O5 con un 0.18%, 0.21% y 0,19% para la muestra 1, 2 y 3, en menor porcentaje se encuentre (MgO,

SO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub> y Cloro) y como elementos trazas (límite de detección) identificados por la técnica de FRX está el MnO, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

En cuanto a la pérdida por ignición (LOI) que es la pérdida de peso por cada muestra esta fue 98, 95 y 97 respectivamente; esta variación indica que cada muestra tiene un distinto contenido de carbonatos a pesar de que las 3 muestras orgánicas y que todas conformen una sola población que es la harina de *D. spruceanum*.

### Del objetivo N° 2:

OXIDO DE POTACIO (K <sub>2</sub> O)	CONCENTRACION (%)	MEDIANA $M_e$	MODA $M_o$	MEDIA $\bar{X}$	DESVIACION ESTANDAR
MUESTRA 1	0.79	0.82	0	0,82	0.04
MUESTRA 2	0.86				
MUESTRA 3	0.82				

Tabla N° 3. Resultados de las pruebas estadígrafas descriptivas aplicados en la concentración porcentual (%) óxido de Potasio (K<sub>2</sub>O) de las 3 muestras de *Dracontium spruceanum*.

### Descripción:

El óxido de potasio fue el componente químico de mayor concentración porcentual en las 3 muestras de *Dracontium spruceanum* representado por un 0,79%; 0,86% y 0,82%, en cuanto a los estadígrafos descriptivos se obtuvo una desviación estándar de 0.04, la mediana fue 0.82, la moda fue 0 y la media fue de 0,82.

### Del objetivo N° 3:

OXIDO DE CALCIO (CaO)	CONCENTRACION (%)	MEDIANA $M_e$	MODA $M_o$	MEDIA $\bar{X}$	DESVIACION ESTANDAR
MUESTRA 1	0.27	0.26	0	0,26	0.19
MUESTRA 2	0.24				
MUESTRA 3	0.26				

Tabla N° 4. Resultados de las pruebas estadígrafas descriptivas aplicados en la concentración porcentual (%) del óxido de Calcio (CaO) de las 3 muestras de *Dracontium spruceanum*.

### Descripción:

En la segunda tabla observamos al oxido de calcio (CaO) que es el segundo componente químico mayoritario, dichas concentraciones están representados por 0.27%, 0,24% y 0,26%

respectivamente, luego de los procedimientos estadígrafos descriptivos se tuvo como resultado una desviación estándar de 0.04, la mediana fue 0.82, la moda fue 0 y la media fue de 0,82.

#### Del objetivo N° 4:

OXIDO DE FOSFORO (III) (P2O5)	CONCENTRACION (%)	MEDIANA $M_e$	MODA $M_o$	MEDIA $\bar{X}$	DESVIACION ESTANDAR
MUESTRA 1	0.18	0.19	0	0,19	0.02
MUESTRA 2	0.21				
MUESTRA 3	0.19				

- Tabla N° 5. Resultados de las pruebas estadígrafas descriptivas aplicados en la concentración porcentual (%) del óxido de Fosforo (P2O5) de las 3 muestras de *Dracontium spruceanum*.

#### Descripción:

El óxido de fosforo fue el tercer componente químico de mayor concentración porcentual en las 3 muestras analizadas por la técnica de fluorescencia de rayos x, los valores resultantes fueron 0,79%; 0,86% y 0,82% respectivamente, finalmente se obtuvo una desviación estándar de 0.02, la mediana fue 0.19, la moda fue 0 y la media fue de 0,19.

## DISCUSION

Las plantas nativas con propiedades medicinales fueron un recurso valioso utilizados por los antiguos originarios en diversas comunidades del Perú, en la actualidad existen diversas evidencias científicas que demuestran que las plantas pueden ser usadas con fines terapéuticos o para aliviar algún problema de salud, evidenciando así diversas capacidades como son: efecto antibacteriano, antioxidante, anticancerígeno, antiproliferativo, antiinflamatorio, citoprotector, entre otros.

La determinación de diferentes elementos en cantidades de trazas o ppm en sistemas biológicos es de gran importancia. Estos elementos pueden ser esenciales, necesarios en ciertas cantidades para el buen funcionamiento biológico, o pueden ser no esenciales y responsables de ciertos tipos de enfermedades si están presentes en el cuerpo. Los elementos esenciales pueden formar parte de algunas enzimas y afectar las interacciones químicas en los sistemas biológicos. Los resultados que se muestran en la tabla N° 1 nos animan a profundizar las investigaciones del contenido elemental de *Dracontium spruceanum* en muestras provenientes de otras poblaciones biogeográficas de esta especie, en la búsqueda de correlacionar con mucha más precisión la presencia de elementos que puedan explicar las propiedades curativas de “sacha jergón”.

Algunos elementos como cadmio (Cd), níquel (Ni), arsénico (As), el berilio (Be) y el cromo (Cr) son cancerígenos y tienen efectos tóxicos para la salud humana y animal, mientras que la acumulación de algunos elementos en cantidades mínimas como el zinc (Zn), el estroncio (Sr) y el plomo (Pb) podría afectar la progresión de algunas enfermedades. Varios tipos de minerales y oligoelementos esenciales como Zn, Fe, Cu, Mg, en cambio, podrían actuar como componentes catalíticos o estructurales de grandes moléculas bioquímicas (enzimas, por ejemplo) y, por tanto, son oligoelementos esenciales.

Siendo la harina de “sacha jergón” un producto de consumo cada vez más amplio en nuestra sociedad como sustancia curativa, los resultados obtenidos en este trabajo son una primera aproximación al conocimiento de la naturaleza química de este producto natural. La continuación de estos estudios en futuros proyectos de investigación debe llevarnos a la caracterización química completa de “sacha jergón”, tarea que sería de gran necesidad porque se conoce que en nuestro país la harina de “sacha jergón” se produce en varios lugares de nuestra amazonia y teniendo en cuenta que en el Perú existen por lo menos 10 especies del género *Dracontium*, morfológicamente similares y todas ellas agrupadas bajo la

denominación “sacha jergón”, podrían haber varios “tipos” de harinas y por ende diferente contenido de sustancias químicas moleculares y elementales.

Finalmente, con respecto al método de análisis que elegimos para este estudio, la identificación de la composición elemental por fluorescencia de rayos X (XRF) de la harina de “sacha jergón” ha proporcionado información elemental útil sobre las muestras sin causar daño o pérdida de información química a las mismas. La determinación de los elementos necesarios en los sistemas biológicos se puede realizar de forma no destructiva utilizando XRF con mucha ventaja y a un costo relativamente bajo.

## CONCLUSIONES

- Con la técnica de espectrometría de fluorescencia de rayos x de longitud de onda se pudo identificar un total de 11 compuestos presentes en la harina de *Dracontium spruceanum* que presentaron elementos químicos con un rango que va desde el Sodio Z=11 hasta el Uranio Z=92. Dichos compuestos detectados fueron  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $P_2O_5$ ,  $MgO$ ,  $SO_3$ ,  $SiO_2$ ,  $Cl$ ,  $MnO$ ,  $ZnO$ ,  $Al_2O_3$  y  $Fe_2O_3$ .
- El componente químico de mayor concentración fue el óxido de potasio ( $K_2O$ ) representado con un 0.79%, 0.89% y 0,82% respectivamente por cada muestra analizada.
- El óxido de calcio ( $CaO$ ) que es el segundo componente químico mayoritario, dichas concentraciones están representados por 0.27%, 0,24% y 0,26% respectivamente, luego de los procedimientos estadígrafos descriptivos se tuvo como resultado una desviación estándar de 0.04, la mediana fue 0.82, la moda fue 0 y la media fue de 0,82.
- El óxido de fósforo fue el tercer componente químico de mayor concentración porcentual en las 3 muestras analizadas por la técnica de fluorescencia de rayos x, los valores resultantes fueron 0,79%; 0,86% y 0,82% respectivamente, finalmente se obtuvo una desviación estándar de 0.02, la mediana fue 0.19, la moda fue 0 y la media fue de 0,19.
- Los componentes químicos menos abundantes (< L. D.), fueron  $MnO$ ,  $ZnO$ ,  $Al_2O_3$  y  $Fe_2O_3$ .
- La técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda demostró tener características de precisión y rapidez para la obtención de los resultados, siendo un procedimiento no invasivo y eficiente.
- Considerando la naturaleza pionera del presente trabajo con relación a la composición química elemental de la harina de “sacha jergón”, *D. spruceanum*, los resultados obtenidos constituyen una línea de base para estudios químicos similares en el futuro.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda formar un grupo de investigación multidisciplinario que trabaje en todos los aspectos biológicos, bioquímicos y biofísicos de esta especie. Dicho grupo de investigación podría estar conformado por la Universidad Peruana los Andes, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y el Instituto Peruano de Energía Nuclear, instituciones que de alguna colaboraron con el presente trabajo y tienen interés de seguir trabajando en la investigación del tema de esta tesis.
- Se recomienda evaluar la harina de *Dracontium spruceanum* con el equipo de espectrometría de masa con plasma acoplado Inductivamente (ICP-MS) debido a su especificidad multielemental que nos permitirá determinar y cuantificar la mayoría de elementos químicos a nivel de traza. Este tema cae dentro del campo de acción del Instituto Peruano de Energía Nuclear que cuenta con un laboratorio de Espectrometría de rayos X.
- Se recomienda promover un proyecto de investigación con la Universidad Nacional Mayor de San Marcos para el estudio de la distribución biogeográfica de las especies de “sacha jergon” presentes en nuestra Amazonía porque existe la posibilidad de caracterizar adecuadamente las poblaciones de esta especie eventualmente la diversidad de su contenido elemental.

## VI.-REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lovera A., Bonilla C. y Hidalgo J. Efecto neutralizado del extracto acuoso de *Dracontium lorentense* (JERGÓN SACHA) sobre la actividad letal del veneno de *Bothrops atrox*. 2006 [citado 02 de noviembre 2022]; 23(3): 177-181. Consultado en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342006000300007&script=sci\\_abstract](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-46342006000300007&script=sci_abstract)
2. Baldeón N. y Montañez M. Efecto gastroprotector del extracto etanolico de hojas seca de *dracontium lorentense* (jergon sachá) en ratas albinas cepa holtzman. [Tesis]. Huancayo. Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt. [citado 16 de noviembre 2022]. Consultado en: <https://repositorio.uoosevelt.edu.pe/handle/20.500.14140/381>
3. Molina Y. Estudio etnobotánico y etnofarmacológico de plantas medicinales de Tambopata, Madre de Dios, Perú. Ciencia y Desarrollo [Internet]. 2021 [citado 5 de noviembre del 2022]; 24(1):80-98. Consultado en: <file:///C:/Users/a/Downloads/Dialnet-EstudioEtnobotanicoYEtnofarmacologicoDePlantasMedi-7789000.pdf>
4. Collantes I., Gonçalves E. y Massayoshi Y. Constituyentes químicos del tubero de *Dracontium spruceanum* (Schott) G.Zhu ex *Dracontium lorentense* Krause (Araceae). Rev Soc Quím Perú [Internet]. 2011 [citado 6 de agosto del 2023]; 77(2):117-126.
5. San Martín: resaltan propiedades medicinales de planta nativa jergón sachá. Andina Agencia Peruana de Noticias [en línea]. 2023 [citado 5 de noviembre del 2022] 18 de agosto del 2023; sección noticias nacionales.

6. Pérez L. Toxicidad aguda oral del extracto metanólico de hojas de *Dracontium spruceanum* L. *Revista Científica* [Internet]. 2020 [citado 14 de abril del 2023]; 15(3):48-52. Consultado en: <https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/cientifica/article/view/805>
7. Acuña B. y Untol V. Efecto cicatrizante in vivo de un gel a base del extracto etanólico de las hojas de *Dracontium Loretense* Krause (jergón sacha). [Tesis]. Lima. Universidad Maria Auxiliadora [citado 14 de abril del 2023]. Consultado en: <https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/1446>
8. Mixan J. Identificación de metabolitos secundarios presentes en el *Dracontium spruceanum* (jergón sacha). [Tesis]. Tingo Maria. Universidad Nacional Agraria de la Selva. [citado 14 de abril del 2023]. Consultado en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3389411>
9. Barreto G. y Vélchez R. Caracterización química analítica del extracto vegetal hidroalcohólico de las hojas y tallos de *Dracontium aff. spruceanum* (Schott) G.H. Zhu. [Tesis]. Lima. Universidad Norbert Wiener. [citado 14 de abril del 2023]. Consultado en: <https://repositorio.uwiener.edu.pe/handle/20.500.13053/5668>
10. Caballero C., Espinoza N. y Fano E. Efecto hipoglucemiante de la harina de Sacha Jergón (*Dracontium Spruceanum* (Schott) G.H.Zhu) adicionado al tratamiento de metformina en pacientes diabéticos del Clas Pillco Marca [Tesis]. Huánuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizán. [citado 14 de abril del 2023]. Consultado en: <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6160>
11. Mutlu, C., Özer-Atakoğlu, Ö., Erbaş, M. et al. Avances en el Análisis de Composición Elemental de Muestras de Propóleos de Diferentes Regiones de Turquía por Espectrometría de Fluorescencia de Rayos X. Springer Nature. [Internet]. 2023 [citado

- 14 de abril del 2023]; 201(1):435-443. Consultado en:  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s12011-022-03152-3#citeas>
12. Kieliszek, M. y Bano, I. El selenio como un factor importante en varios estados de enfermedad. EXCLI Journal. [Internet]. 2022 [citado 14 de abril del 2023]; 21: 948–966. Consultado en: <https://www.excli.de/index.php/excli/article/view/5137>
13. Aguilar A. Efecto de zinc, selenio y aprendizaje-memoria sobre la actividad enzimática, activación glial y neuroplasticidad inducida por un modelo de infarto cerebral severo. [Tesis]. México. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. [citado 15 de abril del 2023]. Consultado en:  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/16938>
14. Allegretta I., Gatullo C., Y Rena M. Caracterización rápida de elementos múltiples de microvegetales mediante espectrometría de fluorescencia de rayos X de reflexión total (TXRF). 2019. [citado 15 de abril del 2023]; 296: 86-93. Consultado en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619310027>
15. Adeniyi S., Muhammad W. y Solola S. Estudio comparativo de la composición mineral de hortalizas de hoja verde básicas seleccionadas en Nigeria. 2021. [citado 15 de abril del 2023]; 20(12): 61-68. Consultado en: <http://stmllibrarypress.com/id/eprint/290/>
16. Jurado B. Contribución al estudio farmacognóstico de *Dracontium lorentense krause* (jergón sachá). [Tesis]. [Lima]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos [citado 10 de octubre de 2019]. Consultado en:  
[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS\\_7e300429f115e2ca39d3eae2a95f6c2](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNMS_7e300429f115e2ca39d3eae2a95f6c2)
17. Aranda A, Villacrés Y, Barreto C, et al. Revisión de reportes etnomédicos antitumorales de las plantas del Jardín Botánico del Instituto de Medicina Tradicional de EsSalud en

- Iquitos, Perú. Rev Peru Med Integrativa. [citado 15 setiembre del 2023] 2023; 8(1):52-63. Consultado en: <https://rpmpe.pe/index.php/rpmpe/article/view/709>
18. GH Shu y Croat T. Revision of *Dracontium* (Araceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 2004 [citado 16 de setiembre del 2023]; 91(1):593–667. Consultado en: [https://www.researchgate.net/publication/288271650\\_Revision\\_of\\_Dracontium\\_Araceae](https://www.researchgate.net/publication/288271650_Revision_of_Dracontium_Araceae)
19. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Jardín Botánico [Internet]. Lima. [citado 5 de octubre de 2023] 2023. Consultado en: <https://jardinbotanicooffybb.jimdo.com/clasificaci%C3%B3n-por-familia/araceae/>
20. Mixan J. Identificación de metabolitos secundarios presentes en el *Dracontium spruceanum* (jergón sacha). [Tesis]. [Tingo Maria]. Universidad Nacional Agraria de la Selva [citado 10 de octubre de 2023]. Consultado en: [https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2279/TS\\_JRMC\\_2022.PDF?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/2279/TS_JRMC_2022.PDF?sequence=1&isAllowed=y)
21. Mould R. La historia temprana del diagnóstico por rayos X con énfasis en las contribuciones de la física 1895-1915. *National Center for Biotechnology Information*. 1995. [citado 17 de abril del 2023]; 40(11): 1741-87. Consultado en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8587931/>
22. Álvarez J. El salto de röntgen: de würzburg a Santiago. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2013. [citado 15 de abril del 2023]; 24(1): 178-180. Consultado en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-el-salto-roentgen-wurzburg-santiago-S0716864013701457>
23. Martino A. Radiología: de la imagen convencional a la digital. [Tesis]. Argentina. Universidad Nacional de San Martín. [citado 18 de abril del 2023]. Consultado en:

- [https://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/\(RX\)%20MARTINO%20ANALIA.pdf](https://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/PUBLIC.1999-2006-%20Alumnos%20P.F.I/(RX)%20MARTINO%20ANALIA.pdf)
24. León R. Los rayos X característicos: una revisión. iMedPub Journals. 2011. [citado 18 de abril del 2023]; 7(3): 1-10. Consultado en: <file:///C:/Users/a/Downloads/Dialnet-LosRayosXCaracteristicos-3708276.pdf>
25. Pardell X. Propiedades de los rayos x. [Internet]. Apuntes de electromedicina Blog. 2023. [citado 18 de abril del 2023]. Consultado en: <https://www.pardell.es/imsitemap.html>
26. Herzberg Irene. Propiedades y características de los rayos x. [Internet]. Universidad de Chile. 2003. [citado 18 de abril del 2023]. Consultado en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-daniel-alcides-carrion/anatomia-humana/propiedades-y-caracteristicas-de-los-rayos-x/10419468>
27. Fluorescencia de rayos x [Internet]. Universidad de Almería. 2023. Consultado en: <https://www.ual.es/universidad/serviciosgenerales/stecnicos/analisis-elemental/fluorescencia-de-rayos-x>
28. Fluorescencia de rayos X y su aplicación en la determinación de elementos químicos en determinadas muestras. [Tesis]. [Lima]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, [citado 10 de mayo del 2023]. Consultado en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/>
29. Bushong S. Manual de radiología para técnicos: Física, biología y protección radiológica. 9 ed. Barcelona: Elsevier; 2010. 652p.
30. Curso Dosimetría en la Radioterapia. Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación (FAMAF-UNC). 2018. [citado 15 de setiembre de 2023]. Consultado en:
31. Fluorescencia de rayos x [Internet]. Universidad de Almería. 2023. Consultado en: <https://www.ual.es/universidad/serviciosgenerales/stecnicos/analisis-elemental/fluorescencia-de-rayos-x>

32. Fluorescencia de rayos X y su aplicación en la determinación de elementos químicos en determinadas muestras. [Tesis]. [Lima]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, [citado 10 de mayo del 2023]. Consultado en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/>
33. Introducción a la espectroscopia de rayos X dispersiva de energía. Libre Texts. 2023. Consultado en: <https://espanol.libretexts.org/>
34. Castellano G. Caracterización de materiales mediante fotones y electrones. [Internet] Universidad Nacional de Córdoba. Castellano G. 2009 [citado 10 de setiembre del 2023]. Consultado en: <https://www.famaf.unc.edu.ar/~gcas/esp2/clases/clasesp2.html>
35. Fluorescencia De Rayos X (XRF); Fundamento Y Sus Usos. Analitek. 2023. Consultado en: <https://blog.analitek.com/fluorescencia-de-rayos-x-fundamento-0-0>
36. Liofilización de alimentos. Ministerio de Economía Argentina. 2000. Consultado en: <https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/>
37. Distribución de las especies. Biodiversidad mexicana. 2023. Consultado en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp>
38. Cañón W. El método científico en las Ciencias de la Salud. Revista Cuidarte. [citado 20 de agosto del 2023]; 2(1): 94-95. Consultado en: <https://www.redalyc.org/pdf/3595/359533178001.pdf>
39. Dávila G. El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. Redalyc. 2006. [citado 18 de diciembre del 2023]; 12(1): 180-205. Consultado en: <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
40. Gonzáles C. La Investigación básica. La Investigación en Ciencias Fisiológicas: Bioquímica, Biología Molecular y Fisiología. Cuestiones previas. Educación Médica. [citado 20 de agosto del 2023]; 7(2): 41-50. Consultado en: <https://scielo.isciii.es/pdf/edu/v7s1/art7.pdf>

41. Lopera J., Ramírez C., Zuluaga M. y Ortiz J. Método analítico. Centro de Investigaciones Sociales y Humanas. 2010 [citado 17 de diciembre del 2023]; 2(2) :88-90. Consultado en: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2145-48922010000200008](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-48922010000200008)
42. Guevara G., Verdesoto A. y Castro N. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Recimundo. 2020. [citado 15 de diciembre del 2023] 4(3), 163-173. Consultado en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
43. Veiga J., Fuente E. y Zimmermann M. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. Medicina y Seguridad del Trabajo 2008. [citado 20 de agosto del 2023]; 54(210): 81-88. Consultado en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2008000100011](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011)
44. Crespo C. y Salamanca A. El muestreo en la investigación cualitativa. NURE investigación: Revista Científica de enfermería. 2007 [citado 20 de octubre del 2023] 1(7): 1-4. Consultado en: <http://www.sc.ehu.es/plwllumuj/ebalECTS/praktikak/muestreo>
45. Quispe G. Análisis espectral de Lemna spp “lenteja de agua” por el método de fluorescencia de rayos x. [Tesis]. Puno. Universidad Nacional del Antiplano. [citado 14 de diciembre del 2023].
46. Hernández S. y Duana D. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ICEA. 2020 [citado 21 de diciembre de 2023];9(17):51-3. Consultado en: <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>
47. Bowles, J. Guide to plant collection and identification. Herbarium workshop in plant collection and identification. University of Western Ontario 2004. Disponible en: <http://www.uwo.ca/biology/facilities/herbarium/collectingguide.pdf>

48. Software para Fluorescencia de Rayos X. [Internet]. 2023. Bruker. Consultado en: <https://www.bruker.com/es/products-and-solutions/elemental-analyzers/xrf-spectrometers/xrf-software.html>
49. Sánchez O., Linares P., Sánchez A. y Cano L. Consideraciones bioéticas para la investigación científica de plantas medicinales contra el cáncer en México. Revista Latinoamericana De Bioética. [citado 01 de setiembre del 2023], 21(1), 45–60. Consultado en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rlbi/article/view/5010>

## ANEXO

---

# ANEXO

---



## ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO	BASES TEORICAS
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Qué características químicas elementales tiene la harina de <i>Dracontium spruceanum</i>, detectables por la técnica de análisis por Fluorescencia de Rayos X de longitud de onda?</li> </ul> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la concentración de los compuestos químicos por muestra de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i> obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?</li> </ul>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Describir las características de la concentración de los compuestos químicos de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i>, usando la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.</li> </ul> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar la concentración de los compuestos químicos por muestra de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i> obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>La investigación será de tipo básico por que generará conocimientos sobre el tema que está siendo investigado. Prospectivo porque los datos se obtendrán con la intención de su utilización futura en el tratamiento médico de enfermedades. Es transversal porque la aplicación de los nuevos conocimientos generados será de interés para los grupos de personas que requieran de tratamientos con esta especie.</p>	<p><b>VARIABLE PRINCIPAL</b></p> <p>-Caracterización de los compuestos químicos de la muestra de harina de <i>D. spruceanum</i> “sacha jergón” mediante la técnica de Fluorescencia de rayos x</p>	<p><b>MÉTODO</b></p> <p>La investigación corresponde al método científico e inductivo ya que se realizó técnicas como la observación, recolección y se análisis de los datos para llegar a una conclusión general.</p> <p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>La población estará conformada por todas plantas herbáceas de <i>Dracontium spruceanum</i> “sacha jergon” convertidas en harina procedentes de la ciudad de Moyobamba, región San Martín.</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <p>La muestra estará conformada por 10g de 3 muestras de harina de <i>Dracontium spruceanum</i> “sacha jergon” que es la cantidad y</p>	<p><b>D. spruceanum</b></p> <p>Planta herbácea de 1.5 a 2 m. de altura, hojas multipartidas, con divisiones laterales oblongas de 10 a 15cm de largo y 40 a 60 cm de ancho, las terminares profundamente bilobadas, peciolo delgado en función al terminal del tallo de hasta 2 cm; coloreada a semejanza de la piel de la serpiente jergón.</p> <p><b>TECNICA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b></p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el porcentaje de óxido de potasio de la harina de Dracontium spruceanum obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?</li> <li>• ¿Cuál es el porcentaje de óxido de calcio de la harina de Dracontium spruceanum obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?</li> <li>• ¿Cuál es el porcentaje de óxido de fosforo de la harina de Dracontium spruceanum obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓Describir la concentración porcentual del óxido de potasio de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i> obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.</li> <li>✓Describir la concentración porcentual del óxido de calcio de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i> obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.</li> <li>✓Describir la concentración porcentual del óxido de fosforo de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i> obtenidas por la técnica de fluorescencia de rayos x de longitud de onda.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>NIVEL DE INVESTIGACION</b></p> <p>Descriptivo por que trata de especificar las características del fenómeno o hecho problemático por investigar.</p>		<p>volumen solicitado para la realización del proceso de irradiación mediante la técnica de fluorescencia de rayos x.</p> <p>El tipo de muestreo que se empleará en la investigación será de tipo no probabilístico por conveniencia por que la cantidad de la muestra es la suficiente y necesaria para la irradiación de estas mismas y conocer los compuestos químicos que contiene <i>Dracontium spruceanum</i> “sacha jergón”</p>	<p>La técnica de tipo espectroscópica de análisis por Fluorescencia de Rayos X, permite conocer la composición química elemental de una muestra sin alterarla, mediante la emisión de rayos x de tipo característico.</p>
				<p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• observación</li> <li>• ficha de recolección de datos</li> </ul>	

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE PRINCIPAL	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA
Caracterización química de la muestra de harina de <i>D. spruceanum</i> “sacha jergón” mediante la técnica de Fluorescencia de rayos x	Muestras de harina de <i>D. spruceanum</i> “sacha jergón” analizados por la técnica de fluorescencia de rayos x de tipo de longitud de onda, dicho método detectara los elementos químicos presentes en la muestra biológica con un $Z \geq 11$ . (25,28)	Harina de <i>D. spruceanum</i> : que es la muestra analizada mediante un equipo de espectrometría de fluorescencia de rayos x que emitirá radiación de tipo característica que será analizada por el software donde se obtendrán los resultados porcentuales de los elementos químicos detectables. (25,28)	Concentración de compuestos químicos por muestra	Porcentaje por muestra (%)	Cuantitativa	Razón
			Describir la concentración porcentual del óxido de potasio de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i>	Porcentaje (%)	Cuantitativa	Razón
			Describir la concentración porcentual del óxido de calcio de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i>	Porcentaje (%)	Cuantitativa	Razón
			Describir la concentración porcentual del óxido de fosforo de la harina de <i>Dracontium spruceanum</i>	Porcentaje (%)	Cuantitativa	Razón

### ANEXO 3: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N° 1



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MEDICA - RADIOLOGIA



#### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

**TITULO:** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum* "SACHA JERGON"

UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023.

**AUTORA:** HUAMAN QUISPE LESLIE ELENA

#### ANALISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

*Tipo:* Standarless

*Instrumento:* Espectrometro BRUKER

*Forma:* polvo

*Espectrómetro:* WDXRF

*Método:* pastilla prensada

*Muestra:* 001

#### PARAMETROS DE MEDIDA

*Anodo:* Pd(50kv, 4 mA)

*Temperatura Ambiente:* 24° C

*Cristales:* RX25, PET, LIF 200

*Spot Size:* colimador S2 de 8 mm *Detectores:* Contador de Centelleo y de Flujo

#### INDICACION:

- ✓ Rellenar la tabla con los resultados del análisis de fluorescencia de rayos x

MUESTRA N° .....	
COMPONENTES QUIMICOS	CONCENTRACION (%)
K <sub>2</sub> O	0.79
CaO	0.27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.18
MgO	0.12
SO <sub>3</sub>	0.09
SiO <sub>2</sub>	0.05
Cl	0.02
MnO	< L.D
ZnO	4.0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< L.D
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< L.D
LOI	98.00

FECHA: 22 / 01 / 2024

## ANEXO 4: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N° 2



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MEDICA - RADIOLOGIA



### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

**TITULO:** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum* "SACHA JERGON"

UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023.

**AUTORA:** HUAMAN QUISPÉ LESLIE ELENA

#### ANALISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Tipo: *Standarless*

Instrumento: *Espectrometro BRUKER*

Forma: *polvo*

Espectrometro: *WDXRF*

Método: *pastilla prensada*

Muestra: *002*

#### PARAMETROS DE MEDIDA

Anodo: *Pd(50kv, 4 mA)*

Temperatura Ambiente: *24° C*

Cristales: *RX25,PET, LIF 200*

Spot Size: *colimador S2 de 8 mm* Detectores: *Contador de Centelleo y de Flujo*

#### INDICACION:

- ✓ Rellenar la tabla con los resultados del análisis de fluorescencia de rayos x

MUESTRA N° .....	
COMPONENTES QUIMICOS	CONCENTRACION (%)
$K_2O$	0.86
$CaO$	0.24
$P_2O_5$	0.21
$MgO$	0.12
$SO_3$	0.10
$SiO_2$	0.04
Cl	0.01
$MnO$	< L.D
$ZnO$	< L.D
$Al_2O_3$	< L.D
$Fe_2O_3$	0.01
LOI	95.00

FECHA: 22/01/24

**ANEXO 5: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS N° 3**



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE TECNOLOGIA MEDICA - RADIOLOGIA



**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

**TITULO:** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum* "SACHA JERGON"  
UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023.  
**AUTORA:** HUAMAN QUISPE LESLIE ELENA

ANALISIS DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X		
Tipo: <i>Standarless</i>	Instrumento: <i>Espectrometro BRUKER</i>	Forma: <i>polvo</i>
Espectrometro: <i>WDXRF</i>	Método: <i>pastilla prensada</i>	Muestra: <b>003</b>
PARAMETROS DE MEDIDA		
Anodo: <i>Pd(50kv, 4 mA)</i>	Temperatura Ambiente: <i>24° C</i>	Cristales: <i>RX25,PET, LIF 200</i>
Spot Size: <i>colimador S2 de 8 mm</i>	Detectores: <i>Contador de Centelleo y de Flujo</i>	

**INDICACION:**

- ✓ Rellenar la tabla con los resultados del análisis de fluorescencia de rayos x

MUESTRA N° .....	
COMPONENTES QUIMICOS	CONCENTRACION (%)
K <sub>2</sub> O	0.82
CaO	0.26
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.19
MgO	0.13
SO <sub>3</sub>	0.09
SiO <sub>2</sub>	0.04
Cl	0.02
MnO	0.01
ZnO	< L.D
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< L.D
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	< L.D
L.OI	97.00

FECHA: 22 / 01 / 2024

## ANEXO 6: INSTRUMENTO PARA LA VALIDACION POR JUEZ – EXPERTO N° 1



### UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**Nombre del instrumento:** Ficha de recolección de datos  
**Nombre de la investigadora:** Huaman Quispe Leslie Elena  
**Título:** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum*  
 “SACHA JERGON” UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023

CRITERIOS		VALORACION		OBSERVACION
		SI	NO	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje claro y apropiado	✓		
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables	✗		
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia y la pedagogía	✗		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica	✗		
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad	✗		
6. ADECUACION	Adecuado para valorar en constructo o variable a medir.	✗		
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos y científicos.	✗		
8. COHERENCIA	Entre las dimensiones, indicadores y los ítems.	✗		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la medición.	✗		
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación.	✗		

#### CRITERIO DE VALORACION DEL JUEZ

Procede su aplicación (X)

No procede su aplicación ( )

Nombres y apellidos del juez:	Johan Edgar Ruiz Espinoza	
Dirección:	Jr. Reduza N° 335 - Huancayo	
Título profesional:	Químico Farmacéutico	
Grado académico:	Maestro en Investigación + Docencia Universitaria	
N° DNI:	43895620	N° de celular: 979778231

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

## ANEXO 7: INSTRUMENTO PARA LA VALIDACION POR JUEZ – EXPERTO N° 2



### UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**Nombre del instrumento:** Ficha de recolección de datos

**Nombre de la investigadora:** Huaman Quispe Leslie Elena

**Título:** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum*  
“SACHA JERGON” UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023

CRITERIOS		VALORACION		OBSERVACION
		SI	NO	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje claro y apropiado	X		
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables	X		
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia y la pedagogía	X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica	X		
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad	X		
6. ADECUACION	Adecuado para valorar en constructo o variable a medir.	X		
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos y científicos.	X		
8. COHERENCIA	Entre las dimensiones, indicadores y los ítems.	X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la medición.	X		
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación.	X		

### CRITERIO DE VALORACION DEL JUEZ

Procede su aplicación (X)

No procede su aplicación ( )

Nombres y apellidos del juez:	JEISSY KATHERINE CHAVEZ DE LA CRUZ	
Dirección:	JR. JOSÉ GALVEZ #260 - 140	
Título profesional:	TECNOLOGO MEDICO -RADIOLOGIA	
Grado académico:	MAESTRA EN GESTION DE LOS SERVICIOS DE LA SAUD	
N° DNI:	72683141	N° de celular:

  
 -----  
**Jeissy Chavez De la Cruz**  
 TECNOLOGO MEDICO  
 STMP 11858 116 11 11 16 IPEN  
 ESP. FARMACIA

## ANEXO 8: INSTRUMENTO PARA LA VALIDACION POR JUEZ – EXPERTO N° 3



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**Nombre del instrumento:** Ficha de recolección de datos

**Nombre de la investigadora:** Huaman Quispe Leslie Elena

**Título:** CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum*  
"SACHA JERGON" UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA 2023

CRITERIOS		VALORACION		OBSERVACION
		SI	NO	
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje claro y apropiado	X		
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en conductas observables	X		
3. PERTINENCIA	Adecuado al avance de la ciencia y la pedagogía	X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica	X		
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad	X		
6. ADECUACION	Adecuado para valorar en constructo o variable a medir.	X		
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos y científicos.	X		
8. COHERENCIA	Entre las dimensiones, indicadores y los ítems.	X		
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la medición.	X		
10. SIGNIFICATIVIDAD	Es útil y adecuado para la investigación.	X		

### CRITERIO DE VALORACION DEL JUEZ

Procede su aplicación

No procede su aplicación

Nombres y apellidos del juez:	Luis Cesar Torres Cuya	
Dirección:	Calle Milan Veliz Poma de la Cruz 126674	
Título profesional:	Licenciado Tecnología Médica	
Grado académico:	Maestría Salud Pública	
N° DNI:	09630971	N° de celular: 951540436

  
FIRMA

## ANEXO 9: FOTOGRAFIAS DE LA EJECUCION DE LA INVESTIGACIÓN



*Foto 1. Vivero de la Universidad Nacional de Agraria de la Selva donde se observan plantas pequeñas de “sacha jergon” *Dracontium spruceanum* para su análisis morfológico.*



*Foto 2. Mercado de abastos de la ciudad de Moyobamba donde se comercializa harina de “sacha jergon”*

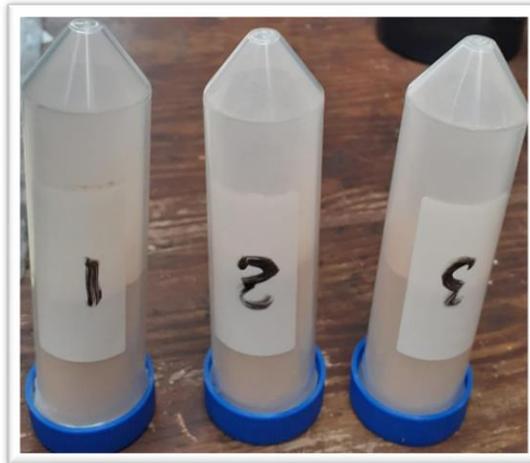


Foto 3. Se observan las 3 muestras rotuladas en frascos estériles de harina de sachá jergon previamente medidas.



Foto 4. Se observa la muestra 1 (pastilla) donde se está introduciendo al equipo de espectrometría XRF para la irradiación



Foto 4. Observamos el equipo de mufla donde se está secando las muestras de la harina de sachá jergon a una temperatura de secado 950° por 2 horas.

## ANEXO 10: DECLARACIÓN JURADA DE CONFIDENCIALIDAD



### DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Yo, **LESLIE ELENA HUAMAN QUISPE**, identificada con DNI N° 72672129, egresada de la escuela profesional de **TECNOLOGÍA MÉDICA - RADIOLOGÍA**, quien realizo la tesis titulado: **CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum* “SACHA JERGON” UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA- 2023** en este entorno expreso bajo juramento que la información generada como resultado de estudio, así como los especímenes de *Dracontium spruceanum* fueron cuidados y únicamente usados con fines de investigación conforme a lo detallado en los artículos 27 y 28 del Reglamento General de Investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes.

Huancayo 27 de mayo de 2024



**Bach. TM. Huaman Quispe Leslie Elena**  
**DNI N°: 72672129**

## ANEXO 11: COMPROMISO DE AUTORIA



### COMPROMISO DE AUTORÍA



Yo, **Huaman Quispe Leslie Elena** identificada con DNI N° 72672129 domiciliada en Av. Flor de mayo #935, El tambo, Huancayo, egresada de la carrera profesional de Tecnología Médica en la especialidad de Radiología de la Universidad Peruana Los Andes, quien realizo la tesis titulada: **CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LA HARINA *Dracontium spruceanum* “SACHA JERGO” UTILIZANDO FLUORESCENCIA DE RAYOS X EN LIMA- 2023**, se haya considerado datos falsos, falsificación, plagio, etc. Y declaro bajo juramento que mi trabajo de investigación es de mi autoría y los datos presentados son reales y he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

Huancayo 27 de mayo del 2024

**Bach. TM. Huaman Quispe Leslie Elena**  
**DNI N°: 72672129**



