

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**



**Actividad antioxidante del aceite esencial de  
*Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. "hierba luisa".  
Ayacucho, 2021.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICA**

**Presentado por la:**

**Bach. QUINTAS RIVERA, Rosmeri**

**Asesor: Dr. Q.F. Edwin Carlos Enciso Roca**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2023**

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### RESOLUCIÓN DECANAL N°143-2023-FCSA-UNSCH-D

BACHILLER: Rosmeri Quintas Rivera

En la ciudad de Ayacucho, siendo las 11:08 de la mañana del día 10 del mes de febrero del año dos mil veintitrés, se reunieron en el auditorium de la Facultad de Ciencias de la Salud los docentes miembros del jurado evaluador, para el acto de sustentación de trabajo de tesis titulado: **“Actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. “hierba luisa”. Ayacucho, 2021.”**; presentando por la bachiller Rosmeri Quintas Rivera, para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. El jurado evaluador está conformado por:

Presidente : Prof. Edgar Cárdenas Landeo

Miembros : Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo

Prof. Marco Rolando Aronés Jara

Prof. Juan Clímaco Paniagua Segovia

Asesor : Prof. Edwin Carlos Enciso Roca

Secretario Docente (e): Prof. Kirianova Godoy Bautista

Con el quorum de reglamento se dio inicio la sustentación de tesis, el presidente de la comisión pide al secretario docente dar lectura a los documentos presentados por el recurrente, resolución decanal y algunas indicaciones al sustentante.

Da inicio la exposición la Bachiller: Rosmeri Quintas Rivera, y una vez concluida, el presidente de la comisión solicita a los miembros del jurado evaluador realizar sus respectivas preguntas, seguidamente se da pase al asesor de tesis, para que pueda aclarar algunas preguntas, interrogantes, aclaraciones.

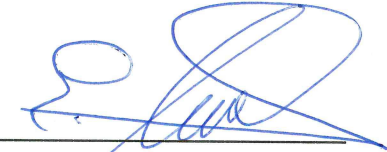
El presidente invita a la sustentante abandonar el auditorium para que pueda proceder con la calificación.

### RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN FINAL

Bachiller: Rosmeri Quintas Rivera

JURADOS	TEXTO	EXPOSICIÓN	PREGUNTAS	P.FINAL
Prof. Edgar Cárdenas Landeo	17	17	17	17
Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo	17	18	18	18
Prof. Marco Rolando Aronés Jara	17	15	16	16
Prof. Juan Clímaco Paniagua Segovia	17	17	17	17
Prof. Edwin Carlos Enciso Roca	17	17	17	17
PROMEDIO FINAL				17

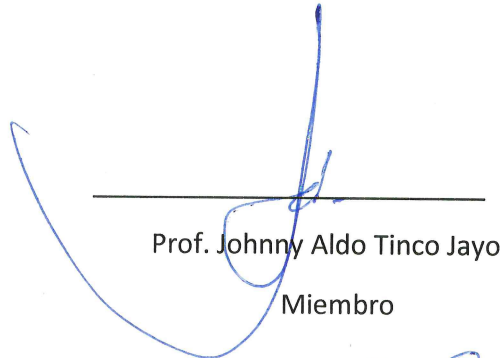
De la evaluación realizada por los miembros del jurado calificador, llegaron al siguiente resultado: Aprobar a la Bachiller Rosmeri Quintas Rivera; quien obtuvo la nota final de 17 para la cual los miembros del jurado evaluador firman al pie del presente, siendo las 12:52 de la tarde, se da por concluido el presente acto académico.



---

Prof. Edgar Cárdenas Landeo

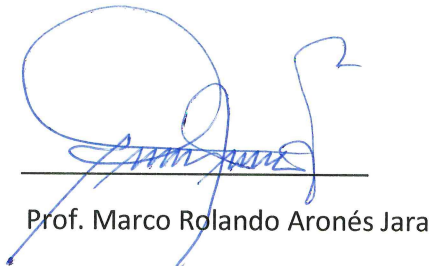
Presidente



---

Prof. Johnny Aldo Tinco Jayo

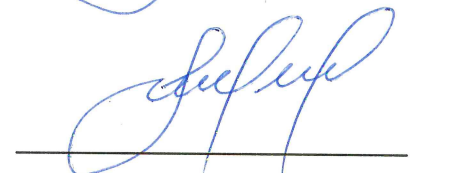
Miembro



---

Prof. Marco Rolando Aronés Jara

Miembro



---

Prof. Juan Clímaco Paniagua Segovia

Miembro



---

Prof. Edwin Carlos Enciso Roca

Miembro asesor



---

Prof. Kirianova Godoy Bautista

Secretaria Docente

A mis padres y abuelos por su apoyo incondicional en este proceso.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por, acogerme en sus aulas durante mi periodo de formación profesional.

A la Facultad de Ciencias de la Salud y la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, su plana docente con una prestigiosa trayectoria profesional por, haberme impartido los conocimientos necesarios en mi proceso de formación profesional.

Al Dr. Q.F. Edwin Carlos ENCISO ROCA, por su indispensable colaboración y asesoramiento en el proceso de elaboración de tesis.

Al Q.F. Aldo TINCO JAYO, docente de la EP de Farmacia y Bioquímica de la UNSCH, por el apoyo y las sugerencias.

Al Q.F. Marco ARONES JARA, docente de la EP de Farmacia y Bioquímica de la UNSCH, por el apoyo y las sugerencias.

A todos aquellos que me apoyaron y guiaron para hacer posible y llegar a esta etapa.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ABREVIATURAS	
EMPLEADAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN	xix
<b>I.</b> INTRODUCCIÓN	1
<b>II.</b> MARCO TEÓRICO	3
<b>2.1.</b> Antecedentes	3
<b>2.2.</b> <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”	5
<b>2.3.</b> Aceites esenciales	6
<b>2.4.</b> Compuestos fenólicos	10
<b>2.5.</b> Flavonoides	13
<b>2.6.</b> Radicales libres	14
<b>2.7.</b> Antioxidantes	14
<b>2.8.</b> Medición de la actividad antioxidante	14
<b>III.</b> MATERIALES Y MÉTODOS	19
<b>3.1.</b> Lugar de ejecución	19
<b>3.2.</b> Definición de la población y muestra	19
<b>3.3.</b> Procedimiento para la recolección de datos	19
<b>3.4.</b> Análisis de datos	26
<b>IV.</b> RESULTADOS	27
<b>V.</b> DISCUSIÓN	37
<b>VI.</b> CONCLUSIONES	45
<b>VII.</b> RECOMENDACIONES	47
<b>VIII.</b> REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
ANEXOS	55

## ABREVIATURAS EMPLEADAS

**AH:** Antioxidante

**RL:** Radical libre

**DPPH:** 1,1 – difenil – picril - hidrazilo

**ABTS:** 2,2' – azinobis – (3 - etilbenzotiazolina) – 6 – sulfónico

**FRAP:** Poder antioxidante reductor del fierro

**TPTZ:** 2,4,6 – tripiridil – triazina

**UV-VIS:** Ultravioleta visible

**°C:** Grados centígrados o Celsius

**GAE:** Equivalente a ácido gálico

**QE:** Equivalente a quercetina

**TEAC:** Capacidad antioxidante equivalente al Trolox

**AE:** Aceite esencial

**H:** Horas

**mL:** Mililitro

**L:** Litro

**g:** gramo

**mg:** Miligramo

**Min:** Minutos

**µg:** microgramo

**µM:** micromol

**µL:** microlitro

**mmol:** milimol

**PM:** Peso molecular

## ÍNDICE DE TABLAS

		Página
<b>Tabla 1</b>	Rendimiento del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022	29
<b>Tabla 2</b>	Características fisicoquímicas del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.	30
<b>Tabla 3</b>	Tamizaje fitoquímico de aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.	31
<b>Tabla 4</b>	Contenido de fenoles totales, flavonoides en el aceite de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.	32
<b>Tabla 5</b>	Actividad antioxidante del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022	35
<b>Tabla 6</b>	Concentración inhibitoria cincuenta (IC <sub>50</sub> ) del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.	36



## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Página</b>
<b>Figura 1</b>	Estructura química de los compuestos activos del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> .	6
<b>Figura 2</b>	Clasificación esquemática de los compuestos fenólicos.	12
<b>Figura 3</b>	Estructura básica de los flavonoides	13
<b>Figura 4</b>	Reducción del radical libre 1,1 difenil – 2 - picril - hidrazilo (DPPH)	15
<b>Figura 5</b>	Estructura de ABTS antes y después de la reacción con el antioxidante.	17
<b>Figura 6</b>	Porcentaje de inhibición del radical DPPH según la concentración del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	33
<b>Figura 7</b>	Porcentaje de inhibición del radical DPPH según la concentración del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

		Página
<b>Anexo 1</b>	Certificado de identificación botánica de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2021.	57
<b>Anexo 2</b>	Recolección de la muestra de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	58
<b>Anexo 3</b>	Secado y obtención del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	59
<b>Anexo 4</b>	Determinación del rendimiento del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022	60
<b>Anexo 5</b>	Determinación de la densidad relativa del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	61
<b>Anexo 6</b>	Determinación del índice de acidez del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	62
<b>Anexo 7</b>	Procedimiento de tamizaje fitoquímico de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022	63
<b>Anexo 8</b>	Protocolo para la determinación del contenido de fenoles totales del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	64
<b>Anexo 9</b>	Protocolo para la determinación del contenido de flavonoides del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	65
<b>Anexo 10</b>	Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante mediante el método de DPPH del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf. Ayacucho 2022.	66
<b>Anexo 11</b>	Protocolo para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de ABTS, del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf. “hierba luisa” Ayacucho 2022.	67
<b>Anexo 12</b>	Protocolo para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de FRAP del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf. “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	68
<b>Anexo 13</b>	Diluciones del ácido gálico para la curva de calibración para la cuantificación del contenido de fenoles totales. Ayacucho 2022.	69
<b>Anexo 14</b>	Curva de calibración del ácido gálico para la determinación del contenido de fenoles totales. Ayacucho 2022.	70
<b>Anexo 15</b>	Muestras para la cuantificación del contenido de fenoles totales del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	71
<b>Anexo 16</b>	Diluciones de la quercetina para elaborar la curva de calibración para la cuantificación del contenido de flavonoides. Ayacucho 2022.	72

<b>Anexo 17</b>	Curva de calibración de la quercetina para la cuantificación del contenido de flavonoides. Ayacucho 2022.	73
<b>Anexo 18</b>	Muestras para la cuantificación del contenido de flavonoides del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	74
<b>Anexo 19</b>	Diluciones del radical DPPH para elaborar la curva de calibración del Trolox. Ayacucho 2022.	75
<b>Anexo 20</b>	Curva de calibración para la determinación de la actividad antioxidante según el método del DPPH con relación a las concentraciones del Trolox. Ayacucho 2022.	76
<b>Anexo 21</b>	Curva de calibración de la actividad antioxidante en función de las concentraciones de Trolox en el método DPPH. Ayacucho 2022.	77
<b>Anexo 22</b>	Muestra para la cuantificación de la actividad antioxidante por el método DPPH del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	78
<b>Anexo 23</b>	Diluciones según el método del ABTS para elaborar la curva de calibración del Trolox. Ayacucho 2022.	79
<b>Anexo 24</b>	Curva de calibración para la cuantificación de la actividad antioxidante según el método ABTS con relación a las concentraciones de Trolox. Ayacucho 2022.	80
<b>Anexo 25</b>	Curva de calibración de la actividad antioxidante en función de las concentraciones de Trolox en el método ABTS. Ayacucho 2022.	81
<b>Anexo 26</b>	Muestras para la cuantificación de la actividad antioxidante por el método ABTS del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf. “hierba luisa”. Ayacucho 2022	82
<b>Anexo 27</b>	Diluciones según el método FRAP para la elaboración de la curva de calibración del Trolox. Ayacucho 2022.	83
<b>Anexo 28</b>	Curva de calibración para la cuantificación de la actividad antioxidante; según el método de FRAP con relación a las concentraciones de Trolox. Ayacucho 2022.	84
<b>Anexo 29</b>	Cuantificación de la actividad antioxidante por el método de FRAP del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.	85
<b>Anexo 30</b>	Análisis de varianza del porcentaje de la actividad secuestradora del radical DPPH y ABTS del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022	86
<b>Anexo 31</b>	Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para determinar la diferencia significativa de la actividad antioxidante mediante los métodos DPPH y ABTS del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022	87

<b>Anexo 32</b>	Estadístico de la actividad antioxidante de FRAP del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.	88
<b>Anexo 33</b>	Matriz de consistencia de la Actividad antioxidante del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2021.	89

## RESUMEN

Los aceites esenciales son los productos de los metabolismos secundarios de las plantas, estos están siendo muy usados en el campo de la industria. Es por ello que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar las características físico químicas, el contenido de fenoles totales, flavonoides y la actividad antioxidante mediante los métodos DPPH, ABTS y FRAP del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”; donde se realizó en los laboratorios de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica. El proceso de ejecución duró un periodo de 3 meses. El aceite esencial se obtuvo por el método de arrastre de vapor, donde se obtuvo un rendimiento de 0,34% de aceite esencial, los siguientes resultados se obtuvieron según el INEN (instituto ecuatoriano de normalización): densidad relativa de  $0,879 \pm 0,001$  g/mL, índice de refracción de  $1,4760 \pm 0,001$ , pH = 5; índice de acidez  $15,75 \pm 0,19$  mg KOH/g de aceite, soluble en alcohol de 96° e insoluble en agua. El contenido de fenoles totales y flavonoides se expresó en gramo de aceite esencial (AE), obteniéndose  $20,85 \pm 0,54$  EAG/g AE y de  $16,26 \pm 0,75$  mg EQ/g AE, respectivamente. La actividad antioxidante para el radical DPPH fue  $7,49 \pm 0,60$  mmol ET/g AE (30 mg/mL); ABTS  $12,45 \pm 0,18$  mmol ET/g AE (20 mg/mL); y para FRAP de  $23,72 \pm 0,15$  mmol ET/g AE (20 mg/mL). La concentración inhibitoria cincuenta (IC<sub>50</sub>) con el radical ABTS fue  $23,19 \pm 0,28$  mg/mL, mientras para el Trolox en ABTS fue:  $67,60$  µg/mL. En conclusión, el aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa” probablemente sea una especie con un potencial antioxidante

**Palabras clave:** *Cymbopogon citratus*, aceite esencial, capacidad antioxidante.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente en el Perú los estudios de las plantas nativas aún son muy nacientes en relación a la existencia de una inmensa variedad de plantas aborígenes, esto motiva a que se hagan estudios más minuciosos. La gran mayoría de las plantas aromáticas presentan actividad antioxidante que, son muy capaces de retrasar la oxidación de los componentes lipídicos.<sup>1,2</sup>

Es así que, los aceites esenciales son fracciones volátiles y muy aromáticas que son responsables de los aromas peculiares de las plantas, en su mayoría son extraídas por el método de arrastre de vapor. De la misma manera, estos aceites son sustancias volátiles que vienen a partir del metabolismo secundario de las plantas.<sup>2</sup>

El aceite esencial de hierba luisa es estudiada debido a que, en diferentes estudios mostró tener actividad farmacológica y de la misma manera que las fracciones de taninos y flavonoides presentan actividad antioxidante<sup>3</sup>, sin embargo no existen estudios de esta actividad en aceite esencial de muestras de nuestra región empleando métodos diversos como DPPH, ABTS y FRAP, de la misma forma se estudió esta actividad debido a que hay una serie de enfermedades que surgieron por la emergencia sanitaria y el estrés que probablemente originaron radicales en el organismo. En éstos últimos años se ha visto que los consumidores y las industrias de alimentos están mostrando mucho interés en reducir el empleo de alimentos sintéticos, es así que de esta manera se busca mejorar la alimentación en dietas saludables para el consumidor. La parte más importante de los antioxidantes está compuesta por una matriz que contiene a los metabolitos secundarios como es el

caso de los fenoles y flavonoides. El aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf está compuesta por varios compuestos, en mayor porcentaje está el geranial, neral y estereoisómeros de citral (terpenoide); el geranial es el que le da el olor característico a limón. Muchos de los componentes de los aceites esenciales de hierba luisa tienen diferentes efectos como: antioxidantes, antibacterianas, antifúngicas y antiprotozoarios.<sup>2</sup> La determinación de la actividad antioxidante se realizó mediante 3 métodos: captación del radical libre de DPPH expresado como mmol ET/g AE de muestra, captación del radical libre ABTS expresado como mmol ET/g AE de muestra y captación reductora del hierro (FRAP) expresado como mmol ET/g AE de muestra.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial extraída de las hojas de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las características físico químicas del aceite esencial de “hierba luisa”.
- Determinar el contenido de fenoles totales y flavonoides en el aceite esencial.
- Determinar la actividad antioxidante del aceite esencial mediante los métodos de DPPH, ABTS y FRAP.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

**Olarte**<sup>2</sup>, realizó el estudio con el objetivo de determinar la actividad antioxidante de extractos de *Cymbopogon citratus* (DC. Stapf) provenientes de matrices tratadas con radiación UV-B. La planta se recolectó en Bogotá, se usó el método de extracción por arrastre de vapor. Se reporta un porcentaje de rendimiento de 0,3250%. De la misma manera, se evidenció la presencia de fenoles totales cuando presentó un aumento porcentual de 19,3 % con respecto al extracto control. La actividad antioxidante se determinó mediante dos ensayos: DPPH (1,1-difenil-2 picril hidrazilo) Y ABTS (2,2-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-ácido sulfónico); el resultado para DPPH obtenido fue  $68,17 \pm 0,94$  %; mientras que para ABTS fue.  $91,78 \pm 0,01$  %.

**Camus et al.**<sup>4</sup>, realizaron el estudio de la caracterización fisicoquímica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus*”, obtenidas en Huaraz-Ancash; en la cual se usó el método por arrastre de vapor; reportan una densidad relativa de 0,8829 y pH 5. Por otro lado, se identificaron compuestos por espectrofotometría de masa (CG/EM), siendo las más resaltantes alfas citral con un (17,40%), beta citral (11,99%) y beta mirceno (56,54%)

**Vásquez et al.**<sup>5</sup>, realizaron el estudio con el objetivo de determinar las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del aceite esencial de *Cymbopogon citratus*; obtenidas en Puebla-México, donde se realizó mediante los métodos de vaporización y destilación asistida por microondas; donde reportan un porcentaje de rendimiento de 0,752%, un índice de refracción ( $1,483 \pm 0,001$ ) a 20 °C y una densidad ( $0,873 \pm 0,005$  g/mL) a 27 °C. Mientras que por la técnica de resonancia magnética se determinó que el citral es el componente mayoritario del aceite y el contenido de compuestos fenólicos fue de  $149,2 \pm 6,0$  mg equivalentes de ácido gálico por 100 mL de aceite.



La actividad antioxidante por el ensayo de DPPH (1,1-difenil-2 picril hidrazilo) fue de  $44,06 \pm 0,20$  mg de Trolox por mL de aceite esencial.

**Anggraeni et al.**<sup>6</sup>, realizaron el estudio con el objetivo de determinar la bioactividad del aceite esencial de limoncillo (*Cymbopogon citratus*) como antioxidante, recolectadas en la finca nativa Cileles Jatinangor-Indonesia; donde por el método de destilación reportan un rendimiento del 0,24%. También se realizó la actividad antioxidante por el ensayo de DPPH (1,1-difenil-2 picril hidrazilo), en la cual se obtuvo un porcentaje de inhibición en las siguientes concentraciones: 10 mg/mL (31,33 %) y a la concentración de 20 mg/mL (60,37%).

**Menut et al.**<sup>7</sup>, realizaron el estudio de plantas aromáticas de África Occidental Tropical. XI. Composición química, propiedades antioxidantes y anti radicales de los aceites esenciales de tres especies de *Cymbopogon* de Burkina Faso, donde el aceite se obtuvo por el método de hidrodestilación; y reportan que los compuestos en mayor porcentaje de *Cymbopogon citratus* fueron: geranial (44,6%), neral (330%) y mirceno (10,7%). También se determinó la actividad antioxidante y antirradical, donde *Cymbopogon citratus* presento mayor actividad antirradical frente a las especies de *C. proximus* y *C. giganteus*.

**Ruiz**<sup>8</sup>, realizó el estudio con el objetivo de determinar la composición química y la actividad antioxidante de aceites esenciales obtenidas de cinco especies de plantas cultivadas en Yucatán, donde reporta que, las muestras recolectadas fueron en época seca y lluviosa. La obtención del aceite fue por el método de hidrodestilación. Los compuestos mayoritarios que se identificaron en el aceite esencial de *Cymbopogon citratus* fueron  $\alpha$  y  $\beta$  citral. Por otro lado, la actividad antioxidante fue determinada por la captación de radical libre DPPH (1,1-difenil-2 picril hidrazilo), donde la especie de *Cymbopogon citratus* obtuvo mayor porcentaje de captación de radicales libres: 90,1 % y 81,3 %; recolectadas en época seca y lluviosa respectivamente.

**Lu et al.**<sup>9</sup>, realizaron un estudio de la determinación de la actividad antioxidante de extractos crudos de citronelal de *Cymbopogon citratus* por tres diferentes métodos cuyas muestras fueron recolectadas en Bukit Putindon, Malasia; las cuales incluye los métodos DPPH Y FRAP; para la extracción de la muestra se usó cloroformo en la proporción de 1:3 y se concentró en un rotavapor; reportan un porcentaje de rendimiento de 1,9 % de aceite esencial; la actividad antioxidante con el método

DPPH fue  $2 \pm 0,01 \mu\text{g/mL}$ , mientras que con el método del FRAP fue  $0,09 \pm 0,002 \text{ mmol/g}$  y un  $\text{IC}_{50}$  con el radical DPPH:  $1998 \pm 0,02 \mu\text{g/mL}$ .

## **2.2. *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf “hierba luisa”**

### **2.2.1. Clasificación taxonómica**

#### **2.2.1.1. Clasificación taxonómica según el sistema Cronquist A. 1998.**

<b>REINO</b>	: PLANTAE
<b>DIVISIÓN</b>	: MAGNOLIOPHYTA
<b>CLASE</b>	: LILIOPSIDA
<b>SUB CLASE</b>	: COMMELINIDAE
<b>ORDEN</b>	: CYPERALES
<b>FAMILIA</b>	: POACEAE
<b>GÉNERO</b>	: <i>Cymbopogon</i>
<b>ESPECIE</b>	: <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf
<b>N. V</b>	: “hierba luisa”

**Fuente:** Certificado emitido por la Bióloga Laura Aucasime Medina, especialista en Taxonomía y Sistemática de Plantas. (ANEXO 1)

### **2.2.2. Nombres comunes**

Hierba luisa, caña santa, lemongrass, té de limón, citronela y otros.<sup>10</sup>

### **2.2.3. Descripción botánica**

*Cymbopogon citratus* es una planta terrestre perenne de 0,5 a 2 m de altura. Presenta hojas aromáticas con peculiar olor a limón de aproximadamente de 60 cm a 1 m de largo aproximadamente, tiene ramas alargadas y son algo penduladas. Presenta espatas lanceoladas con espiguillas en pares, una sécil y la otra pedicelada, racimos bifurcados. También presenta una espiguilla sécil línea lanceolada de 4 a 5 cm de largo. Es una planta que no florece o lo hace de muy rara vez.<sup>11</sup>

### **2.2.4. Propiedades farmacológicas**

Los diversos estudios realizados a hojas de *Cymbopogon citratus* evidenciaron propiedades antioxidantes,<sup>2, 3, 5, 12</sup> antimicrobiana,<sup>2, 13</sup> efecto anti-*Trypanosoma cruzi*,<sup>11</sup> diurético y antidiarreico.<sup>13</sup>

### **2.2.5. Propiedades y uso medicinal**

Las hojas se utilizan en infusión mezclada con limón para tratar el escalofrío, también se usa como coadyuvante en la digestión y es muy efectiva para tratar el dolor de pecho, cabeza; en el caso de problemas estomacales ayuda a tratar las diarreas

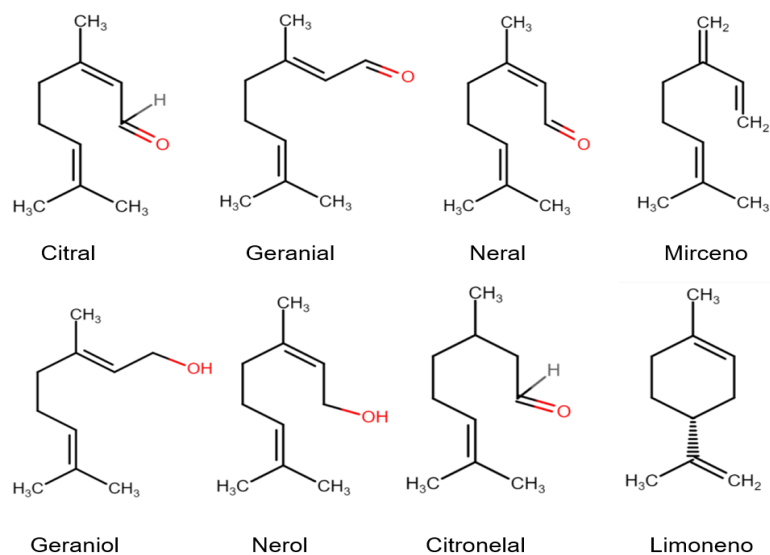
fuerzas, úlceras, gastritis; ayuda a disminuir afecciones de los nervios, corazón, reumatismo; también se usa como diurético y en algunos casos para regular el ciclo menstrual.<sup>14</sup>

### 2.2.6. Hábitat y distribución

Es originaria de la zona tropical del Sureste de Asia, India y Sri Lanka. En el Perú se cultivan en las regiones tropicales y subtropicales.<sup>14</sup>

### 2.2.7. Composición química

Los componentes mayoritarios de esta planta son los monoterpenos geranial (41,8%) y neral (34,9%), que estos constituyen una mezcla de estereoisómeros que se conoce como citral, representando el 76,7% del aceite esencial de *Cymbopogon citratus*.<sup>15,16</sup> También se encuentran varios componentes en menor cantidad tales como; los terpenos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, compuestos aromáticos y también se encuentran los flavonoides (luteolina, isoorientina y derivados).<sup>17</sup>



**Figura 1.** Estructura química de los compuestos activos del aceite esencial de *Cymbopogon citratus*.

**Fuente:** Saldaña y Torres.<sup>17</sup>

### 2.3. Aceites esenciales

Son fracciones líquidas, volátiles y aromáticas naturales que son responsables de los aromas de las flores que, generalmente son extraídas por arrastre con vapor de agua. También se puede contextualizar como unas mezclas de compuestos volátiles que,

son productos del metabolismo secundario de las plantas, éstas están contenidas mayormente por hidrocarburos de la serie polimetilénica del grupo de los terpenos.<sup>18</sup> También se describe a los aceites esenciales como mezclas muy complejas de hasta de 100 componentes que entre ellas se encuentran: los compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), los monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos. Mayormente estos aceites son de un aroma agradable, aunque no todos, tal es el caso del ajo y de la cebolla que contienen sustancias azufradas.<sup>19</sup>

### **2.3.1. Características**

Los aceites esenciales son en su totalidad líquidos a una temperatura ambiente, estos también, prácticamente transparentes, incoloros o casi moderadamente coloreados, se volatilizan, son aromáticos, y mayormente son menos densos que el agua, de la misma manera son solubles en alcoholes de alta graduación y en solventes orgánicos apolares, son muy insolubles en agua (menos los aceites que presentan fenoles), lipofílicos, presentan alto índice de refracción, actividad óptica.<sup>17</sup>

Son oxidables fácilmente y se polimerizan para dar productos de naturaleza resinosa.<sup>17</sup>

### **2.3.2. Localización**

En su mayoría, la presencia de los aceites esenciales se le atribuye a la presencia de unas estructuras especializadas de las plantas, en su mayoría se las pueden encontrar en superficies de las plantas.<sup>20</sup> Podemos encontrar aceites esenciales en:

- Las flores
- Los frutos
- Las hojas
- Las raíces
- En las semillas
- El pericarpio de los frutos
- Los Tallos.<sup>20</sup>

### **2.3.3. Clasificación**

Los aceites esenciales son compuestos muy complejos, debido a esto para la clasificación se tomaron muchos criterios como:

- Según su origen: pueden ser naturales y sintéticas.

- Según su naturaleza química de los compuestos en mayor porcentaje: monoterpenoides, sesquiterpenoides o fenilpropanoides.
- Según la consistencia: se pueden encontrar esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas que, esta última se puede obtener haciendo uso de solventes orgánicos.<sup>17</sup>

#### 2.3.4. Composición química

Mayormente los aceites esenciales se componen por hidrocarburos terpénicos (terpenos y terpenoides), se les puede identificar porque no presentan aroma, son muy volátiles e inflamables.<sup>17</sup> Los aceites que en su composición carecen de oxígeno son los hidrocarburos (monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropano), a diferencia de los hidrocarburos terpénicos son aromáticos y alifáticos.<sup>17</sup> Y los terpenos funcionalizados (compuestos terpenoides) son los que presentan oxígeno en su composición, también estos tienen función alcohol, fenol aldehído, cetona, éter, éster o peróxido. Los monoterpenoides y sesquiterpenoides se componen de 10 y 15 átomos de carbonos que derivan de las biosíntesis de geranilpírofosfato.<sup>17</sup>

Los compuestos de los aceites esenciales que presentan grupos funcionales terpenoides son los responsables del aroma de los aceites, es así que en un estudio se determinó que los compuestos mayoritarios del *Cymbopogon citratus* son: el geranial (27,04 %), mirceno (27,04 %) y neral (19,93 %);<sup>21</sup> también algunas pueden presentar efectos farmacológicos.<sup>17</sup> Se pueden clasificar en:

- **Cetonas:**

Pueden ser mucolíticas y presentan un bajo contenido antiséptico. Ejemplo: tuyona.<sup>17</sup>

- **Aldehídos:**

Pueden ser antiinflamatorios, sedativos, antivirales y presentan fuerte poder antiséptico. Ejemplos: Citral, geraniáceos, aldehído cinámico, propanal, etc.<sup>17</sup>

- **Ésteres:**

Presentan aromas frutales, efecto calmante directo sobre el SNC y antifúngicos. Ejemplo: Acetato de geranilo.<sup>17</sup>

- **Alcoholes:**

Muy volátiles y antiseptia media. Baja toxicidad. Ejemplos: Linalol, geraniol, mentol, etc.<sup>17</sup>

- **Fenoles y ácidos fenólicos:**

Presentan antiseptia elevada, estimulantes, aromatizantes, analgésicos locales y

posibles hepatotóxicos. Ejemplos. Eugenol y atenolol.<sup>17</sup>

- **Polifenoles:**

Flavonoides: antihemorrágico, antiarrítmicos, antiinflamatorios, antirradicales libres, etc.<sup>17</sup>

- **Heterósidos:**

Pueden ser cicatrizantes, antiinflamatorios, etc.<sup>17</sup>

- **Sustancias nitrogenadas**

Alcaloides: tóxicos y presentan actividad farmacológica a muy baja dosis.<sup>17</sup>

### **2.3.5. Método de destilación:**<sup>22</sup>

- **Arrastre de vapor**

Para este método se hace uso del agua, generalmente se hace uso de una muestra vegetal fresca y esta debe estar cortada en trozos pequeños, luego se transfiere a un recipiente cerrado y tiene que estar sometida a una corriente de vapor de agua, posteriormente se arrastra la esencia que luego se condensa y finalmente se recolecta y separa de la fracción acuosa.<sup>22,23</sup>

### **2.3.6. Calidad**

La cantidad de los aceites esenciales varía según los diferentes casos:

- Según qué parte de la planta se va usar.
- Según el lugar de donde se recolectaron.
- Según las condiciones de cultivo.
- Según el método de extracción.
- Como se almacena.
- Según el régimen climático.<sup>24</sup>

### **2.3.7. Aplicaciones y usos**

Antiguamente los aceites esenciales eran denominados por los Alquimistas como “alma de las plantas”, porque contenían muchos compuestos químicos naturales.<sup>17</sup>

Generalmente los aceites esenciales son usados por sus propiedades aromáticas en la industria de los alimentos, en la cosmética y algunos productos para la limpieza; sin embargo, se usa en la industria farmacéutica por sus propiedades farmacológicas,<sup>17</sup> tal es el caso del aceite esencial del geranio que se usa en aromaterapia, también funciona como tónico, antiséptico y tiene muy buenos resultados para el cansancio; también se puede mencionar al aceite de lavanda que está muy ligado con las quemaduras y el tratamiento de algunas enfermedades

cutáneas, del mismo modo; la hierba luisa tiene efectos antifúngicos, antioxidantes, etc. Las características antioxidantes de los aceites esenciales van a depender de su composición química, es así que, los compuestos que presentan fenoles e hidrocarburos terpénicos son capaces de inhibir una oxidación y se puede incluir como un alimento o aditivo que sirve para conservar de una manera natural los productos alimentarios.<sup>25</sup>

### **2.3.8. Toxicidad**

En algunos aceites esenciales se puede apreciar toxicidad, por eso es muy importante que, al momento de hacer uso, se debe tener precaución en la dosis, ya que están contenidas de numerosas sustancias naturales.<sup>17</sup>

La FDA catalogó como segura al aceite esencial de *Cymbopogon citratus* “hierba luisa” por su bajo contenido de toxicidad. Se puede añadir que, el DL50 del extracto fluido al 80% de *Cymbopogon citratus* es de 440,58 mg/Kg. del peso corporal.<sup>26</sup>

## **2.4. Compuestos fenólicos**

Son moléculas que presentan uno o más grupos hidroxilo a un anillo aromático.

Al igual que las vitaminas, los fenoles son considerados antioxidantes muy importantes. Muchos de estos compuestos fenólicos se pueden encontrar en las plantas y son clasificados de acuerdo a su grupo funcional. Son responsables del color y las propiedades sensoriales de las plantas, un ejemplo es la astringencia de las frutas y hortalizas.<sup>27</sup>

Los fenoles se clasifican en fenoles simples, ácidos fenólicos, cumarinas. Xantonas, quinonas, betacianinas, lignanos y ligninas y se demostró que, muchos de estos componentes presentan diferentes actividades, dentro de ellas ser antioxidante. Algunos de los compuestos químicos responsables de la actividad antioxidante de los aceites esenciales son: eugenol, timol y carvacrol. Para entender la estructura de los compuestos fenólicos es de suma importancia empezar con la estructura del fenol, que es la molécula básica que, se compone de un anillo aromático (fenil) unido a un grupo hidroxilo (OH). El anillo aromático tiene funciones muy importantes en las propiedades antioxidantes.<sup>27</sup>

### **2.4.1. Fenoles simples**

Estos componentes se caracterizan por tener dos (en las posiciones 1,2,1,3 o 1,4) o tres (en las posiciones 1,3,5 o 1,2,3) grupos hidroxilo en el anillo aromático.<sup>27</sup>

Así como sus propiedades antibióticas, antiparasitarias, presentan propiedades antioxidantes. Como ejemplo de ello se puede mencionar a los siguientes: Catecol, resorcinol e hidroquinona.<sup>27</sup>

#### **2.4.2. Ácidos fenólicos**

Están conformados por dos grupos tales como: los ácidos hidroxibenzoicos y los ácidos hidroxicinámicos. Es importante decir que, a mayor separación o distanciamiento del grupo carbonilo al anillo aromático y la existencia de más de un grupo hidroxilo aumentan la capacidad antioxidante de los compuestos.<sup>27</sup>

#### **2.4.3. Cumarinas**

Las cumarinas se encuentran solo en trazas en algunos aceites esenciales de los cítricos, presentan un anillo aromático unido a un heterociclo oxígeno. Se denominan compuestos fenólicos cuando en particular, un grupo hidroxilo está unido a un esqueleto de estructura cumarina. Como ejemplo se pueden mencionar a umbeliferona.<sup>27</sup>

#### **2.4.4. Xantonas, estilbenos y benzofenonas**

Los tres tipos de compuestos se pueden encontrar de manera natural en muchas plantas. Por ejemplo, en las raíces y frutas exóticas se hallaron a las xantonas y benzofenonas, mientras que particularmente en las uvas se hallaron a los estilbenos.<sup>27</sup>

#### **2.4.5. Quinonas**

Las quinonas se caracterizan por presentar un anillo aromático diona completamente conjugado; mientras que poseen características antioxidantes.<sup>27</sup>

#### **2.4.6. Betacianinas**

Son pigmentos que se pueden encontrar en los alimentos como es el caso de la remolacha. Como responsable de la coloración de la remolacha se mencionan a la betanidin y la isobetanidin. La betanidin perteneciente a la remolacha presenta un potencial antioxidante, así mismo, también las betacianidinas fueron halladas en las tunas.<sup>27</sup>

#### **2.4.7. Lignanós y ligninas**

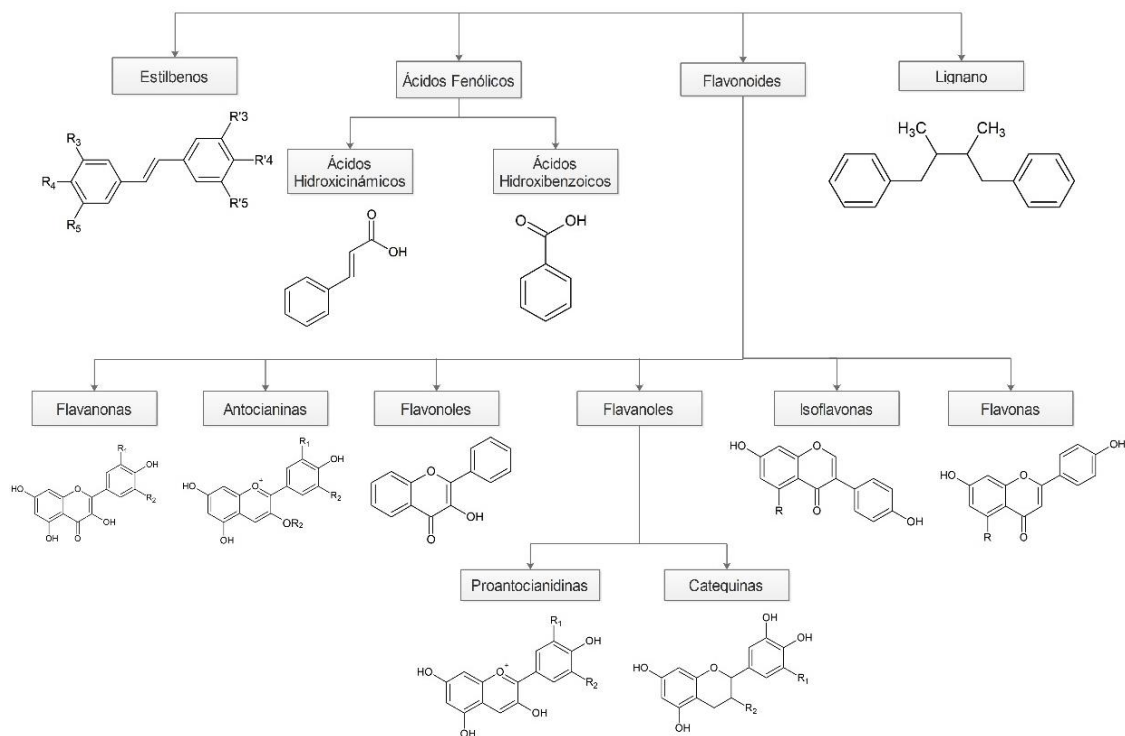
Los lignanos son compuestos fenólicos dímeros, y derivan de la fenilalanina y alcoholes cinámicos que están presentes en muchos alimentos. Los lignanos demostraron tener una capacidad antioxidante muy significativa.<sup>27</sup>



Las ligninas se describen como unos compuestos fenólicos complejos y son consideradas como la segunda más abundante en biopolímeros en el reino vegetal después de la celulosa.<sup>27</sup>

#### 2.4.8. Clasificación de fenoles totales

Los fenoles se clasifican en función a la cantidad de grupos fenoles que presentan, del número y grupo funcional que se une al anillo aromático y de los elementos estructurales que se unen unos anillos a otros.<sup>28</sup>



**Figura 2.** Clasificación de los compuestos fenólicos.

**Fuente:** Santamaria.<sup>28</sup>

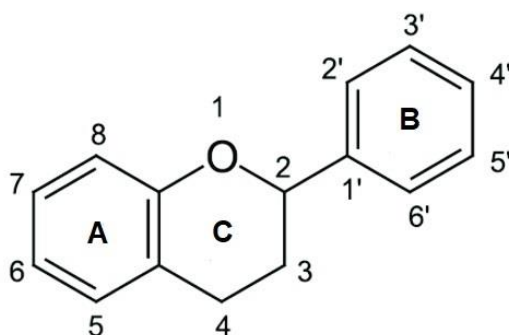
#### 2.4.9. Actividad terapéutica

Los fenoles forman parte de un grupo amplio de antioxidantes que, contribuyen a disminuir el riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares tales como el ácido gálico, resveratrol, y la quercetina que ya han sido certificados por presentar actividad en contra de las alergias, la hipertensión, la inflamación, la artritis, entre otras actividades terapéuticas. Dentro de la actividad antioxidante se demostró que, muchos de estos componentes presentan diferentes actividades; algunos de los

compuestos químicos responsables de la actividad antioxidante de los aceites esenciales son: Eugenol, timol y carvacrol.<sup>27</sup>

## 2.5. Flavonoides

Los flavonoides son un grupo de compuestos polifenólicos que están muy distribuidos en las frutas y vegetales; son responsables de la coloración de las flores y frutas.<sup>29</sup> Pueden presentarse desde moléculas muy simples hasta compuestos muy polimerizados con unos pesos moleculares altos, presentan una estructura química que consta de tres anillos.<sup>29</sup> A la vez son sustancias sintetizadas por la mayoría de las plantas vasculares. Los flavonoides, a excepción de las catequinas, los flavonoides están presentes en las plantas y alimentos. Se estima que, en la dieta diaria se ingiere de uno a dos gramos aproximadamente de flavonoides.<sup>30</sup>



**Figura 3.** Estructura básica de los flavonoides

**Fuente:** Pérez.<sup>29</sup>

### 2.5.1. Clasificación

Son clasificados en: flavonas y flavonoles, auronas, isoflavonas y neoflavonoides, flavan-3-oles, catequinas, leucoantocianinas, antocianidinas, deoxiantocianidinas y antocianinas.<sup>27</sup>

### 2.5.2. Actividad terapéutica

Una de las actividades más destacadas, quizá por ser la más estudiada de los flavonoides; es la antiinflamatoria. A parte de ser antiinflamatoria, los flavonoides presentan las siguientes actividades terapéuticas: antineoplásico (quercetina), cardiotónicos (3-metil-quercetina), antitrombóticas (rutina), disminución del colesterol, protección y regeneración hepática (silimarina), antiulcerosos (kaemferol y quercetina), antimicrobianos (quercetina y baicalina), antibacterial (crisina y rutina),

antiviral (crisoeriol), antifúngica (cloroflavona), anticancerígenos (quercetina), entre otros.<sup>30</sup>

## **2.6. Radicales libres**

Son átomos o grupos de átomos que presentan un electrón desapareado o libre, de esta manera los radicales son muy reactivos ya que tienen la capacidad de captar un electrón de moléculas estables con el propósito de alcanzar su estabilidad electrónica, las moléculas a las que quitó un electrón, también quedan desapareados; así convirtiéndose en un radical libre para luego quitar un electrón a otra molécula; de esta manera formará una reacción en cadena. La vida media de los radicales libres es de microsegundos, aun así, tiene la capacidad de reaccionar con todas las sustancias presentes a su alrededor a su alrededor y de esta manera provoca daños a las moléculas, membranas celulares y tejidos. Algunos terpenos que están presentes en los aceites esenciales presentan actividad antioxidante y antirradicales libres.<sup>31</sup>

Principales especies reactivas del oxígeno o sustancias prooxidantes:<sup>32</sup>

- Radical hidroxilo (OH\*)
- Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- Anión superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>)
- Oxígeno singlete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>)
- Óxido nítrico (NO)
- Peróxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>)
- Ozono (O<sub>3</sub>)

## **2.7. Antioxidantes**

Es cualquier sustancia que previene o aplaza una oxidación de un sustrato o sustancia oxidable. Como se sabe, los órganos y las células del cuerpo también presentan unos sistemas antioxidantes, estos pueden ser enzimáticos o no enzimáticos; todos actúan potenciándose para neutralizar las formas del oxígeno, produciendo un conjunto de antioxidantes.<sup>33</sup>

## **2.8. Medición de la actividad antioxidante**

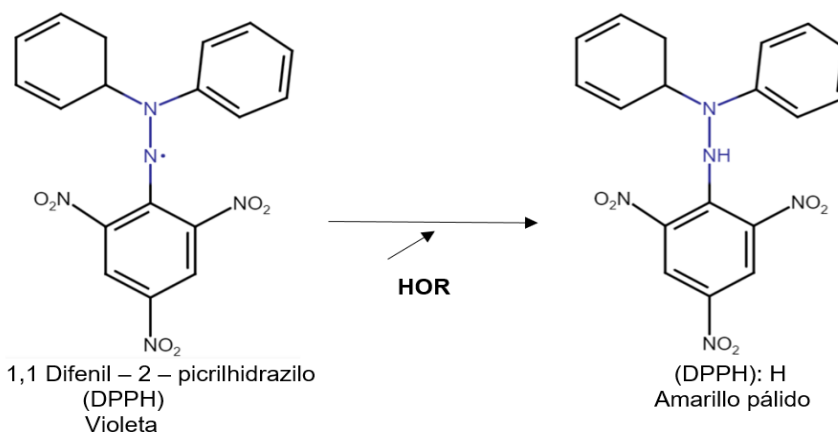
Actualmente gracias al interés que se tiene por los posibles efectos beneficiosos de las plantas se han estado desarrollando un gran número de métodos para determinar esta propiedad que es la capacidad antioxidante de los extractos.

Los métodos que mayormente son utilizados para determinar la actividad antioxidante

se caracterizan por su simplicidad y reproducibilidad; y son FRAP (Poder antioxidante reductor de hierro), DPPH (1,1 difenil-2-picrilhidrazilil) y ABTS (2,2-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfónico). El método FRAP se caracteriza en que los antioxidantes posibles de los extractos vegetales son sustancias capaces de reducir el ion férrico al estado ferroso, de esta manera el ion forma un complejo coloreado dando positivo a la actividad antioxidante del vegetal. Por otra parte, los métodos DPPH y ABTS se basan en medir la capacidad del extracto de la muestra en neutralizar los radicales libres presentes en los reactivos.<sup>34,35</sup> Para la medición de la actividad antioxidante en aceites se debe tener en cuenta la temperatura del ambiente de trabajo ya que, estas son sustancias volátiles y podría mostrar cambios en la absorbancia, dónde se pueden detectar partículas que no son evidentes cuando se trabaja a una temperatura ambiente.<sup>36</sup>

### 2.8.1. Ensayo de DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo)

El principio de este método se basa en la reducción del radical DPPH por los antioxidantes del extracto de la muestra. El radical se presenta en una forma estable, a su vez es soluble en etanol que se neutraliza mediante un proceso de transferencia de hidrógeno y presenta una coloración púrpura, esta coloración va disminuyendo a medida que se va añadiendo la muestra contenida de sustancias antioxidantes. La actividad antioxidante se mide según la decoloración y a una longitud de onda ( $\lambda$ ) 515 nm. Las características ventajosas de este método es que se hace de forma rápida, sencilla y no requiere de un equipamiento mayor; como desventaja presenta que solo se puede disolver en medios orgánicos.<sup>34</sup>



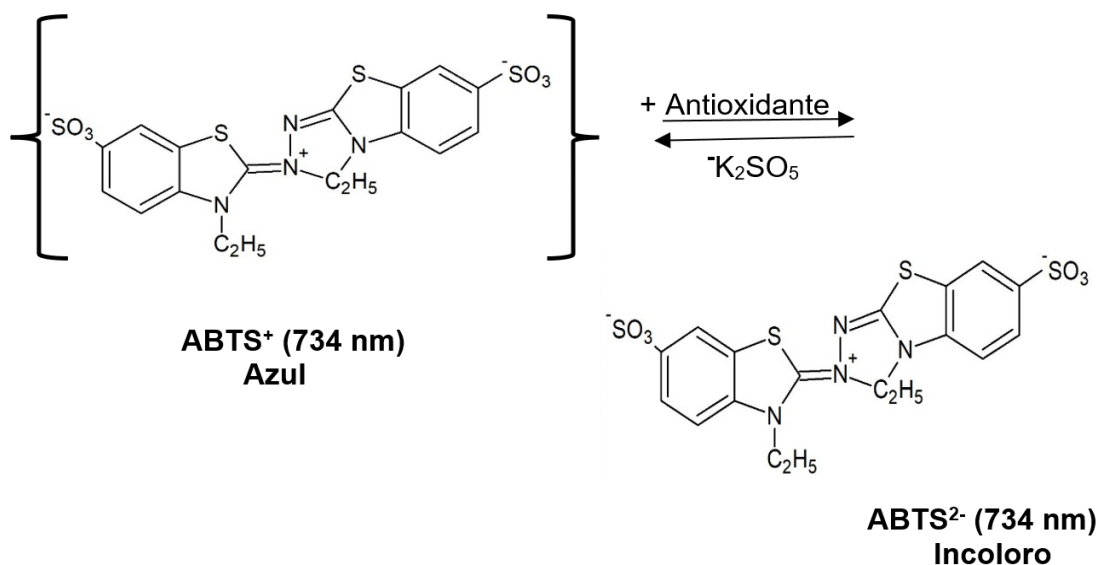
**Figura 4.** Reducción del radical libre 1,1 difenil-2-picril-hidrazilo (DPPH)

**Fuente:** Herrera.<sup>34</sup>

Los resultados obtenidos son presentados de maneras diferentes, en su mayoría, estos resultados son expresados como el valor de la concentración máxima de la media inhibitoria ( $IC_{50}$ ), esto se define como la cantidad usada de antioxidante para disminuir la concentración inicial de DPPH al 50%. El valor de esta actividad se halla de manera gráfica en donde, se incluye el porcentaje de la inhibición versus la concentración del extracto.<sup>37</sup>

### **2.8.2. Ensayo de ABTS (ácido 2,2'azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)**

Este ensayo, originalmente estaba basado en la activación de la metilglobina con peróxido de hidrógeno en presencia de ABTS para posteriormente producir un radical catión en la presencia o ausencia de antioxidantes. Actualmente, este ensayo se basa en una reacción SET y HAT, en la que el radical se genera luego de una reacción que puede ser química (persulfato potasio), enzimática (peroxidasa, mioglobulina) o ya sea electroquímica. Una vez generado el radical ABTS ya sea por medio de enzimas o de manera química pasa a presentar nuevas características y se mide a una longitud de onda  $\lambda$  734 nm. La ventaja de usar este método es que presenta una capacidad de solubilizarse en medios acuosos y en medios orgánicos; este ensayo es más indicado en casos de hacer ensayos coloreados, así como de los compuestos fenólicos, esto se debe a que con estos compuestos presentan una absorción máxima y a la vez próxima a la región infrarroja ( $\lambda$  734 nm), de esta manera se reduce la posibilidad de interferencia de los compuestos coloreados que absorben en la región del visible.<sup>37</sup>



**Figura 5.** Estructura de ABTS antes y después de la reacción con el antioxidante.

**Fuente:** Zutela, *et al.*<sup>38</sup>

### 2.8.3. Ensayo FRAP (poder férrico reductor)

Este método se basa en la reacción SET, que tienen que ver con la reducción del complejo de la tripiridiltriazina férrica al complejo ferroso por medio de un antioxidante en medio ácido. Posteriormente con esta reacción se obtiene un cambio de color que se va controlando mediante una medición de absorbancia a una longitud de onda 593 nm por un periodo de 30 minutos. Como patrón estándar se usa el Trolox y se expresa ( $\mu\text{mol Trolox/g}$  o  $\mu\text{mol Trolox/L}$ ). Este método presenta ciertas críticas tales como: se trabaja a un pH no fisiológico; a una longitud de onda de 593 nm se pueden absorber otros compuestos tales como, la bilirrubina oxidada que, posteriormente podría aumentar el valor del FRAP; por su potencial de reducción de Fe (III) a Fe (II) que es 0,77 V. cualquier sustancia con un potencial redox inferior podría hacer reducir al Fe (III) y de esta manera podría hacer que se presente valores no certeros de FRAP; el ácido ascórbico aparte de reaccionar con el ión férrico podría reaccionar con el ión ferroso para posteriormente formar radicales libre.<sup>34</sup>



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

El presente trabajo de investigación se desarrolló entre los meses de julio a setiembre del año 2022, en los laboratorios de Farmacognosia y Toxicología de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica de la Facultad de Ciencias de las Salud, Ayacucho-Perú.

#### **3.2. Definición de la población y muestra**

##### **3.2.1. Población**

Hojas de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, que crece en el valle del Distrito de Huamanguilla, Provincia de Huanta, Departamento de Ayacucho a una altitud de 2642 msnm.

##### **3.2.2. Muestra**

20 kg de hojas de *Cymbopogon citratus* “hierba luisa”, adquiridas en el mercado de Piscotuna, provenientes del Distrito de Huamanguilla de la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.

##### **3.2.3. Unidad de análisis**

Aceite esencial extraída de las hojas *Cymbopogon citratus* “hierba luisa”

#### **3.3. Procedimiento para la recolección de datos**

##### **3.3.1. Recolección de la muestra vegetal**

La planta (hierba luisa) se adquirió en el mercado de Piscotuna, provenientes del Distrito de Huamanguilla de la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho. Posteriormente, la planta fue llevada a la Bióloga Laura Aucasime Medina, Especialista en Taxonomía y Sistemática de plantas para la identificación correspondiente. (ANEXO 1)



### 3.3.2. Preparación de la muestra

Se recolectó 20 kg de muestra fresca, posterior se hizo el secado sobre papel Kraft (para reducir el porcentaje de humedad) en un ambiente cerrado y se obtuvo una cantidad equivalente a 14,5 kg de muestra en seca.<sup>39</sup>

### 3.3.3. Obtención del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* “hierba luisa”

La obtención del aceite fue a partir del pre secado de las hojas de *Cymbopogon citratus* “hierba luisa”. La obtención del aceite esencial fue por arrastre de vapor, donde la extracción fue realizada en las instalaciones de la institución TERPENS de la Escuela Profesional de Ingeniería Química. El equipo usado para la extracción tuvo una capacidad del tanque de agua: 25 L, capacidad del tanque de almacenamiento de materia prima: 15 Kg, tiempo de espera de la primera gota: 2 horas y tiempo de destilación: 4 horas. Para la extracción se tuvo que calentar el agua destilada por un período de 3 horas, luego se añade la muestra y el procedimiento de destilación duró 4 horas aproximadamente, posterior se obtuvo dos fases (acuosa y oleosa) y finalmente mediante la decantación se separó ambas fases donde; se obtuvo un total de 50 mL de aceite esencial para su estudio. Se almacenó en refrigeración en un frasco ambar.<sup>39</sup>

### 3.3.4. Determinación del rendimiento de aceite esencial de *Cymbopogon citratus* “hierba luisa”

La determinación del rendimiento se realizó a partir del volumen obtenido de la cantidad de muestra en la extracción. Se usó la siguiente fórmula:<sup>39</sup>

$$\%RAE = \frac{Vol\ AE\ (mL)}{P_{muestra\ (g)}} \times 100$$

Donde:

%RAE: Porcentaje del rendimiento del aceite esencial.

Vol. AE (mL): Volumen del aceite esencial obtenido en mililitros.

P<sub>muestra (g)</sub>: Peso de la muestra en gramos.

### 3.3.5. Parámetros fisicoquímicos del aceite esencial

#### 3.3.5.1. Determinación de las características organolépticas

Las características evaluadas fueron:<sup>39</sup>

- **Determinación del olor**

La determinación del color se hizo con una tira de papel secante, seguido se introdujo

el papel a una parte del aceite para determinar si el aceite presenta el olor característico de “hierba luisa”.<sup>39</sup>

- **Determinación del color**

Se realizó en un tubo de ensayo limpio y seco, posterior se tomó una alícuota hasta las tres cuartas partes con la muestra para la evaluación preliminar.<sup>39</sup>

- **Determinación de sabor**

La determinación del sabor se realizó tomando una pequeña alícuota para proceder a probar el sabor.<sup>39</sup>

- **Determinación de la textura**

Para la determinación de la textura se tomó una alícuota y se hizo el uso del tacto.<sup>39</sup>

### **3.3.5.2. Determinación de la densidad relativa**

INEN 38.<sup>40</sup> La determinación de densidad relativa se hizo haciendo el uso de un picnómetro; primero se pesó el picnómetro vacío, picnómetro con agua y picnómetro con la muestra (aceite esencial); la prueba se hizo por triplicado.

Los resultados se expresaron de la siguiente manera:

$$D_{25} = \frac{M_1 - M}{M_2 - M}$$

Donde:

**M1:** peso del picnómetro + muestra (g)

**M2:** peso del picnómetro + (g)

**M:** peso del picnómetro vacío (g)

Los resultados solo se tomaron hasta la tercera cifra.

### **3.3.5.3. Determinación del índice de refracción**

INEN 42.<sup>41</sup> El equipo usado fue de la marca CARL ZEISS JENA. Primero, se ajustó el equipo con una gota de agua destilada, seleccionando la zona del espectro visible, luego se tomó una gota de la muestra y se colocó en el prisma de medición; se cerró el prisma y se realizó la lectura.

### **3.3.5.4. Determinación del pH**

El equipo usado fue de la marca Lutron PH-208 (CONCYTEC). La determinación del pH se realizó haciendo uso de una tira reactiva de pH. Se introdujo el pH-metro en la muestra contenida en el tubo de ensayo.<sup>39</sup>

### **3.3.5.5. Determinación de la solubilidad**

Azaña *et al.*<sup>39</sup> La determinación de la solubilidad se realizó haciendo uso de 3 tubos; en la cual se añadieron una cantidad de 0,5 mL de aceite esencial, luego a estas

muestras se añadió 5 mL de agua, 5 mL de etanol al 70% y 5 mL de etanol al 96%, respectivamente. Finalmente se observó si se produjo algún enturbiamiento en las muestras.

### **3.3.5.6. Determinación del índice de acidez**

INEN 38.<sup>42</sup>La determinación del índice de acidez se realizó haciendo uso del alcohol etílico al 95% (neutralizado). A tres matraces se añadió un peso de 2 gramos de muestra respectivamente, seguido se añadió 60 mL de alcohol etílico neutralizado y 5 gotas de fenolftaleína, luego se realizó la valoración con KOH 0,1 N hasta que se obtuvo una coloración rosada tenue.

La determinación del índice de acidez se calculó con la siguiente formula:

$$IA = \frac{5,61 \times V}{P}$$

Dónde:

**IA:** Índice de acidez

**P:** peso en gramos de la muestra

**V:** volumen de hidróxido de potasio (KOH) 0,1 N usado en mL.

### **3.3.6. Cuantificación del contenido de fenoles totales.**

El contenido de fenoles totales se determinó haciendo el uso del método de Folin-Ciocalteu.<sup>43</sup>

Primeramente, se procedió a preparar muestras en concentraciones diferentes tales como: 10 mg/mL, 20 mg/mL y 30 mg/mL las cuales se conservaron refrigerados hasta su posterior uso. En un tubo de ensayo se tomó una alícuota de 50 µL de muestra, se llevó a un volumen de 1 mL con metanol; se agregó 0,5 mL de reactivo Folin-Ciocalteu (Merk ®) 0,2 N; se llevó al vórtex y se reposó por 5 minutos a una temperatura ambiente. Seguidamente se añadió 2,5 mL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 5% (carbonato de sodio), se mezcló nuevamente y se llevó a incubar en la oscuridad por un periodo de 40 minutos. Pasado el tiempo se hizo las lecturas de las absorbancias de las muestras a una longitud de onda de 725 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC) contra un blanco de reacción. Para la curva de calibración se preparó una solución de ácido gálico a una concentración de 50 µg/mL en metanol; a partir de la solución madre (ácido gálico) se tomaron alícuotas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 mL y se completó con agua destilada a 1 mL para formar concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 µg/mL. Todos los ensayos se expresaron por triplicado y los resultados se

expresaron como miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mg EAG/g de AE).

### **3.3.7. Cuantificación de flavonoides**

Para la cuantificación, se realizó el método descrito por Zhishen *et al.*<sup>44</sup>, con algunas modificaciones.

Se prepararon muestras en concentraciones de 10 mg/mL, 20 mg/mL y 30 mg/mL; se tomó una alícuota de 0,5 mL de muestra de cada concentración y se llevó a un volumen de 1 mL con metanol. Luego se añadió 0,15 mL de nitrito de sodio al 5%, se dejó reposar durante un período de 5 minutos; seguido se añadió 0,15 mL de cloruro de aluminio al 10% y se dejó reposar durante 6 minutos. Pasado el tiempo se agregó 2 mL de hidróxido de sodio al 4%, se mezcló y se llevó todos los tubos a un volumen de 5 mL con metanol. Finalmente, se homogenizó la mezcla en un vórtex y se dejó reposar por 15 minutos a una temperatura ambiente. Las lecturas de las absorbancias se realizaron a una longitud de onda de 510 nm (Espectrofotómetro UV – GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. La curva de calibración fue preparada con una solución de quercetina a una concentración de 200 µg/mL en metanol. A partir de la solución de quercetina se tomaron alícuotas de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; y 1 mL y se completó con agua destilada a un volumen de 1 mL para formar concentraciones de (40, 80, 120, 160 y 200 µg/mL). Finalmente, todos los ensayos se realizaron por triplicado y los resultados se expresaron en (mg QE/g de AE).

### **3.3.8. Método de la actividad secuestradora del radical 1,1 – difenil – 2 – picril – hidrazilo (DPPH)**

El ensayo se realizó de acuerdo al método descrito por Brand – Williams y Col., con algunas modificaciones hechas por Thaipong *et al.*<sup>43</sup>

Para la cuantificación se prepararon muestras en concentraciones de 10 mg/mL, 20 mg/mL y 50 mg/mL que se conservaron en refrigeración. Se preparó una solución patrón (SP) a partir del radical libre DPPH de 24 mg/100 mL en metanol. Luego se procedió a preparar una solución trabajo (ST) en la cual se tomó 10 mL de la SP y se adicionó 45 mL de metanol, se procedió a medir la absorbancia inicial a una longitud de onda de 515 nm en la cual se ajustó a  $1,1 \pm 0,02$  con metanol. Posterior se tomó un alícuota de 150 µL de muestra en un tubo de ensayo, luego se añadió 2850 µL de ST, se homogenizó en un vórtex y se llevó a reposo por un periodo de 30 minutos en la oscuridad. Las lecturas de las absorbancias de las muestras se realizaron a una

longitud de onda 515 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. El porcentaje de la actividad secuestradora del radical libre fue calculada con la siguiente formula.

$$\% \text{ de actividad secuestradora del DPPH} = \left[ \frac{A_{DPPH} - A_{MP}}{A_{DPPH}} \right] \times 100$$

Donde  $A_{DPPH}$  y  $A_{MP}$  corresponde a la absorbancia inicial del DPPH y muestra respectivamente.

De la misma manera, se preparó una curva de calibración con Trolox; se pesó 12,5 mg de Trolox y se llevó a un volumen de 50 mL con metanol. Luego se tomaron unas alícuotas de (0, 1, 2, 4, 6, 8 mL) aforados en una fiola de 10 mL con metanol y se homogenizó. Pasado el tiempo se tomaron 150  $\mu$ L de cada dilución en un tubo de ensayo, a este mismo se le agregó 2850  $\mu$ L de ST para luego homogenizar en un vórtex. Las muestras se incubaron en oscuridad por un período de 30 minutos.

Las lecturas de las absorbancias de las muestras se realizaron a una longitud de onda de 515 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción.

Todas las muestras se realizaron por triplicado. Así mismo los resultados fueron expresados como (mmolET/g AE).

### **3.3.9. Método del secuestro del catión radical de ácido 2,2' – azinobis – (3 – etilbenzotiazolina) – 6 – sulfónico (ABTS<sup>•+</sup>)**

Este método se realizó de acuerdo al método descrito por Arnao y Col., modificado por Thaipong *et al.*<sup>43</sup>

Para la cuantificación se prepararon muestras en concentraciones de 10 mg/mL, 20 mg/mL y 30 mg/mL que se conservaron en refrigeración. Primeramente, se preparó una solución patrón de ABTS (SP), que esta estaba constituida por 40,6 mg de ABTS aforado en una fiola de 10 mL con agua destilada y 7 mg de persulfato de potasio aforado en una fiola de 10 mL con agua destilada, ambas diluciones se mezclaron en un frasco ámbar y se dejó reposar en oscuridad durante un periodo de 12 horas. Se preparó una solución de trabajo (ST) a partir de la SP, se tomó 1 mL de la SP diluido con 60 mL de metanol, se realizó la lectura de la absorbancia inicial a 734 nm, se ajustó a un rango de  $1,1 \pm 0,02$  con metanol. Luego se tomó un alícuota de 150  $\mu$ L de muestra en un tubo de ensayo, se adicionó 2850  $\mu$ L de ST (ABTS), se homogenizó en un vórtex y se dejó reaccionar en la oscuridad por un periodo de 12 horas. Las

lecturas de las absorbancias de las muestras fueron realizadas a una longitud de onda de 734 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción. El porcentaje de la actividad secuestradora del radical libre se calculó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de actividad secuestradora del ABTS} = \left[ \frac{A_{ABTS} - A_{MP}}{A_{ABTS}} \right] \times 100$$

Donde  $A_{ABTS}$  y  $A_{MP}$  corresponde a la absorbancia inicial del DPPH y muestra respectivamente.

De la misma manera, se preparó la curva de calibración a partir de una solución stock que fue preparada con 12,5 mg de Trolox en un volumen de 50 mL de metanol, de esta misma se tomaron alícuotas de (0,5; 1; 2; 3 y 4 mL) las cuales fueron aforadas en una fiola de 10 mL con metanol y se homogenizó. Una vez agitada, se tomaron alícuotas de 150  $\mu$ L de cada dilución en un tubo de ensayo, a este mismo tubo se le añadió 2850  $\mu$ L de ST (ABTS), de la misma manera se homogenizó en un vórtex y se dejó reaccionar en oscuridad por un periodo de 2 horas. Las lecturas de las absorbancias de las muestras se realizaron a una longitud de onda de 734 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción.

Todas las muestras se realizaron por triplicado. A si mismo los resultados se expresaron como (mmolET/g AE)

### **3.3.10. Método de reducción de hierro (FRAP)**

El ensayo se realizó de acuerdo al método establecido por Benzei y Strain, modificado por Thaipong *et al.*<sup>43</sup>

Para la cuantificación se prepararon muestras en concentraciones de 10 mg/mL, 20 mg/mL y 30 mg/mL que se conservaron en refrigeración. Primeramente, se preparó una solución de trabajo (ST) contenida por tres soluciones: la primera solución (S1) fue un buffer acetato con un pH 3,6 (310 mg acetato de sodio + 1,6 mL de ácido acético que fueron aforados a 100 mL con agua destilada); la segunda solución (S2) fue de 2,4,6 tripridyls – triazine (TPTZ) que se preparó (31,2 mg de TPTZ aforados a 10 mL con una solución HCl 40 mM) y mientras que la tercera solución (S3) fue de cloruro férrico hexahidratado que se preparó (54,1 mg de cloruro férrico aforados a 10 mL con metanol). La solución de trabajo (ST) se preparó en una proporción de 25;

2,5 y 2,5 de las soluciones S1, S2 y S3 respectivamente; la mezcla se llevó a baño María a una temperatura de 37 °C por un período de 30 minutos.

Se tomó una alícuota de 150 µL de muestra, se añadió 2850 µL de ST para posteriormente homogenizar en un vórtex, se dejó incubar en un baño María a una temperatura de 37 °C por un periodo de 30 minutos. Las lecturas de las absorbancias de las muestras se realizaron a una longitud de onda de 593 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción.

De la misma manera, se preparó una curva de calibración a partir de una solución stock que fue preparada con 12,5 mg de Trolox que, se aforó a un volumen de 50 mL con metanol; de esta solución stock se tomó alícuotas de 0; 0,5; 1; 2; 4; 6 y 8 mL, las cuales se aforaron a un volumen de 10 mL con metanol y se agitó por un período de 5 minutos. Se tomó una alícuota de 150 µL de cada dilución y se añadió 2850 µL de ST para luego ser homogenizada en un vórtex; se dejó incubar en baño María a una temperatura de 37 °C por un periodo de 30 minutos. Las lecturas de las absorbancias se realizaron a una longitud de onda de 593 nm (Espectrofotómetro UV – Vis GENESYS 10S – THERMO SCIENTIFIC), contra un blanco de reacción.

Todas las muestras se realizaron por triplicado. A si mismo los resultados se expresaron como (mmoleT/g AE).

#### **3.4. Análisis de datos**

Los resultados fueron expresados como las medias ± desviación estándar de tres repeticiones y fueron presentadas en figuras y tablas. Las diferencias entre las medidas de fenoles totales, flavonoides y la capacidad antioxidante por los ensayos del DPPH, ABTS y FRAP se analizaron mediante el análisis de varianza (ANOVA) haciendo uso del programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versión 26,0 en español.

#### **IV. RESULTADOS**





**Tabla 1.** Rendimiento del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

<b>Aceite esencial</b>	<b>Peso de muestra (g)</b>	<b>Peso seco de muestra (g)</b>	<b>Volumen (mL) aceite esencial</b>	<b>Porcentaje de rendimiento (%)</b>
Hierba luisa	20 000 g	14 500 g	50 mL	0,34%

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.

<b>Características fisicoquímicas</b>				
<b>Físicas</b>			<b>Químicas</b>	
<b>Organolépticos</b>	<b>Color</b>	Amarillo cristalino		
	<b>Olor</b>	Característico "hierba luisa"	<b>pH</b>	5
	<b>Sabor</b>	Característico		
	<b>Textura</b>	Oleosa		
<b>Densidad relativa</b>	0,879 ± 0,001 g/mL		<b>Índice de Acidez</b>	15,75 ± 0,19 mg KOH/g AE
<b>Índice de refracción</b>	1,4760 ± 0,001			
<b>Solubilidad</b>	<b>Agua</b>	Insoluble		
	<b>Alcohol 70%</b>	Moderadamente soluble		
	<b>Alcohol 96%</b>	Soluble		

**Tabla 3.** Tamizaje fitoquímico del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

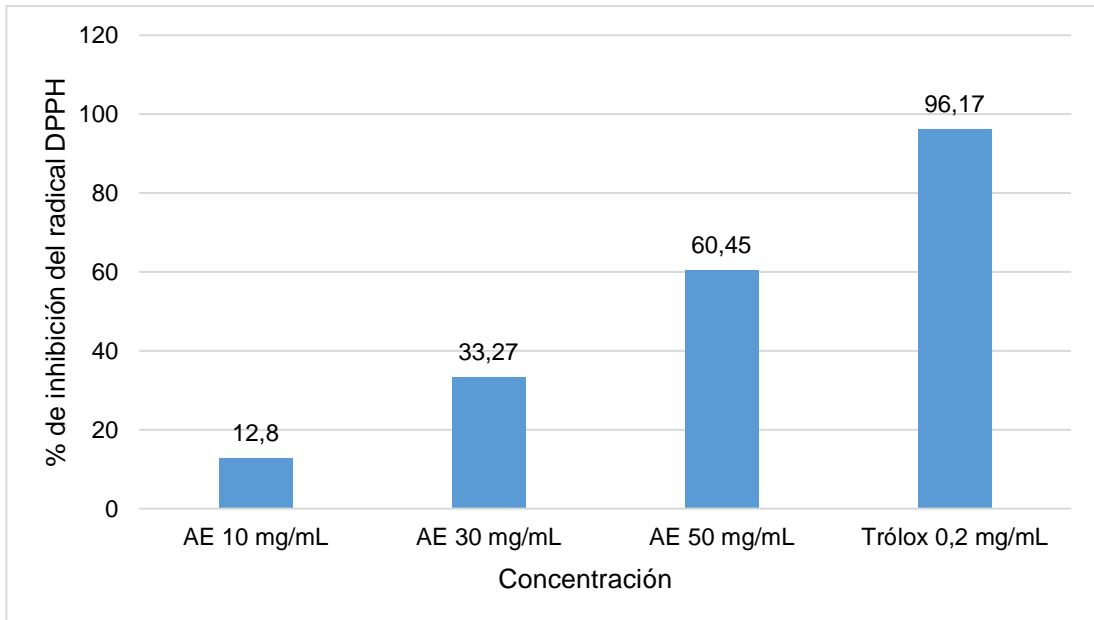
<b>ENSAYO</b>	<b>METABOLITOS</b>	<b>RESULTADO</b>
<b>Ninhidrina</b>	Aminoácidos	-
<b>Kedde</b>	Cardenólidos	<b>+</b>
<b>Wagner</b>	Alcaloides	-
<b>Mayer</b>	Alcaloides	-
<b>Dragendorff</b>	Alcaloides	-
<b>Baljet</b>	Compuesto lactónico (Coumarinas)	-
<b>Shinoda</b>	Flavonoides	<b>+</b>
<b>Lieberman</b>	Terpenos	<b>+</b>
<b>Reacción de FeCl<sub>3</sub></b>	Fenoles	<b>+</b>
<b>Fehling</b>	Azúcares reductores	-
<b>Benedict</b>	Azúcares reductores	-
<b>Prueba de espuma</b>	Saponinas	-

LEYENDA:

- (-) : Ausencia  
 (+) : Presencia

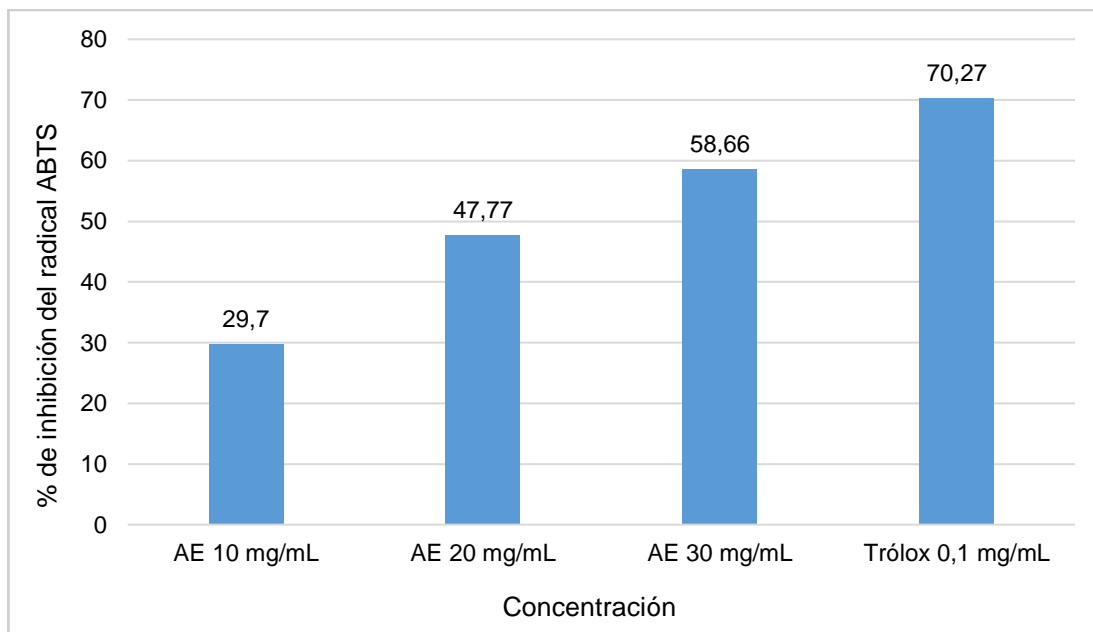
**Tabla 4.** Contenido de fenoles totales, flavonoides en el aceite de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.

Muestra	Fenoles totales mg EAG/g AE	Flavonoides mg EQ/g AE
Aceite esencial "hierba luisa"	20,85 ± 0,54	16,28 ± 0,75



**$p < 0,05$**

**Figura 6.** Porcentaje de inhibición del radical DPPH según la concentración del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.



***p* < 0,05**

**Figura 7.** Porcentaje de inhibición de radical ABTS según la concentración del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.

**Tabla 5.** Actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

<b>Muestra</b>	<b>DPPH</b>	<b>ABTS</b>	<b>FRAP</b>
	<b>mmol ET/g AE</b>	<b>mmol ET/g AE</b>	<b>mmol ET/g AE</b>
<b>Aceite esencial <i>Cymbopogon citratus</i> “hierba luisa”</b>	7,49 ± 0,60	12,45 ± 0,18	23,72 ± 0,15

Los resultados son el promedio ± la D.E. de tres repeticiones.



**Tabla 6.** Concentración inhibitoria cincuenta (IC<sub>50</sub>) del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

Muestra	IC <sub>50</sub>	
Aceite esencial <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa” (mg/mL)	DPPH Media ± D. E	ABTS Media ± D. E
	42,54 ± 0,06	23,19 ± 0,28
Trolox µg/mL	123,78	67,60

Los resultados son el promedio ± la D.E de tres repeticiones.

## V. DISCUSIÓN

Los aceites esenciales son fracciones volátiles que vienen a partir del metabolismo secundario de las plantas,<sup>2</sup> muy aromáticas que a la vez son responsables de los aromas peculiares de las plantas. El aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf está compuesta por varios compuestos, en mayor porcentaje está el geranial, neral, mirceno y estereoisómeros de citral (terpenoides); el geranial es el que le da el olor característico a limón; mientras en menor porcentaje se encuentran algunos derivados fenólicos como el geraniol, citronelol, eugenol, etc.<sup>36,45</sup> Y es así que muchos de los componentes de los aceites esenciales de hierba luisa tienen diferentes efectos tales como: antioxidantes, antibacterianas, antifúngicas y antiprotozoarios.<sup>2</sup>

La obtención de aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf se realizó mediante el método de arrastre de vapor que, es uno de los métodos más conocidos para la obtención de aceites.<sup>46</sup>

**En la tabla 1;** se muestran los resultados del porcentaje de rendimiento al aceite esencial presentes en *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, recolectadas en la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho; donde se obtuvo un porcentaje de rendimiento de 0,34%; este porcentaje se determinó a partir del volumen obtenido en mililitros con relación a la cantidad de muestra en gramos,<sup>47</sup> otro reporte evidenció un rendimiento de 0,69% de una muestra de *Cymbopogon winterianus* recolectada en Guatemala,<sup>48</sup> por otro lado una especie de *C. citratus* recolectada en Colombia evidenció rendimientos diferentes en la cual las muestras fueron expuestas a la radiación solar en la que la muestra con menor exposición a la radiación obtuvo un

rendimiento de 0,2357% y mientras que la muestra con mayor irradiación obtuvo un rendimiento de 0,325%.<sup>2</sup> El rendimiento de los aceites depende de muchos factores, tal es el caso de la época de cosecha, el tratamiento que se le da a la planta o el método utilizado para su extracción, por otro lado, estos resultados se demuestran que las plantas que son cultivadas y expuestas a recibir irradiación presentan mayor rendimiento.<sup>2,39,49</sup>

**En la tabla 2;** se muestran los resultados de las características organolépticas y fisicoquímicas del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, donde se evidenció lo siguiente; color: amarillo cristalino; olor y sabor característico (hierba luisa) y textura: oleosa, el género *Cymbopogon* presenta en su composición química al citronelal que es responsable del olor característico a limón de este género;<sup>9</sup> dicho esto se puede deducir que en este estudio se obtuvo una característica similar en la prueba de olor. Otro reporte evidenció características organolépticas similares como, color: amarillo, olor: suigéneris, sabor: astringente y amargo, y textura: aceitosa.<sup>39</sup> También dentro de las características fisicoquímicas se obtuvieron datos de una densidad relativa de 0,879 g/mL  $\pm$  0,001 g/mL; índice de refracción 1,4760  $\pm$  0,001; en cuanto a la solubilidad se determinó que con el (agua es insoluble, con el alcohol 70% es moderadamente soluble y con el alcohol 96% es soluble); pH de 5 y el índice de acidez 15,75  $\pm$  0,19 mg KOH/g AE; otro estudio evidenció una densidad relativa de 0,898 g/mL; un índice de refracción 1,4730; en cuanto a la solubilidad (es no miscible con el agua, moderadamente miscible con el alcohol de 70% y miscible con el alcohol de 96%); pH de 5 y un índice de acidez de 21,318.<sup>39</sup> Otro estudio evidencio las características organolépticas como olor: fuerte olor a limón; color: amarillo pálido; apariencia: transparente, y dentro de las características físico químicas evidenció una densidad relativa de 0.8793; índice de refracción de 1,485; pH: 5.00.<sup>50</sup> Los aceites presentan una densidad inferior al agua, el índice de refracción oscila entre 1,4830-1,4890 a una temperatura de 20 °C y el pH está alrededor de 5-6.<sup>49</sup> Como se puede observar los resultados que se evidenciaron se asemejan a los valores representados por otros autores.<sup>39,49,50</sup>

**En la tabla 3;** se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, donde se evidenció la presencia de algunos metabolitos como: cardenólidos, flavonoides, terpenos y fenoles (Anexo7).

Mientras que un estudio realizado con muestras recolectadas en el caserío de Trigopampa, distrito de Otuzco -Trujillo, reporta el tamizaje fitoquímico a partir del aceite esencial de *Cymbopogon citratus*, en las cuales se evidenció la presencia de compuestos fenólicos, triterpenos y esteroides, taninos, aminas libres y azúcares reductores;<sup>51</sup> Así mismo en otro estudio se reportan la presencia de metabolitos en tres especies de *Cymbopogon citratus*, *C. cf. martini* y *C. cf. nardus* procedentes de Riobamba – Ecuador, en las cuales se evidenció la presencia positiva de alcaloides (Dragendorff y Mayer) en las tres especies, la presencia de triterpenos y esteroides fue positiva para las especies de *C. citratus* y *C. nardus*, la especie *C. nardus* evidenció la presencia de azúcares reductores (Fehling) como positivo.<sup>46</sup> En los resultados se evidencia la presencia de compuestos fenólicos, esto se considera importante debido a que gracias a este metabolito el aceite esencial de *C. citratus* presenta actividades farmacológicas como antibacterianas y antioxidante.<sup>52</sup>

**En la tabla 4;** se presentan el contenido de fenoles totales, flavonoides presentes en el aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. “hierba luisa”; obteniéndose como resultado  $20,85 \pm 0,54$  mg EAG/g AE para fenoles y  $16,28 \pm 0,75$  mg EQ/g AE para flavonoides. Los resultados fueron obtenidos mediante la curva de calibración, para fenoles totales el estándar usado fue el ácido gálico evidenciando un coeficiente de correlación de 0,9903 (Anexo 14); mientras que para la cuantificación de flavonoides se usó como estándar la quercetina, en donde se evidenció un coeficiente de correlación de 0,9909 (Anexo 17). Los resultados de este estudio superan a los resultados evidenciados de aceite esencial de una muestra de *C. citratus* recolectados en Colombia, dónde reportan el contenido de fenoles totales en un rango de  $13,41 \pm 2,42$  mg EAG/g de AE.<sup>2</sup> Mientras que otras literaturas evidencian resultados obtenidos de una muestra de aceite esencial de *C. citratus* recolectados en Ecuador, dónde se reportó la presencia de fenoles totales y flavonoides con resultados de 10,481 mg EAG/g de AE y 32,613 mg EQ/g AE respectivamente,<sup>53</sup> otro estudio demostró la presencia de fenoles totales de una muestra recolectada en Puebla – México con un resultado de 149,2 mg EAG/g de AE.<sup>5</sup> y otra literatura evidenció resultados de muestras procedentes de Chiapas –México dónde evidenció la presencia de fenoles y flavonoides (extracto metanólico) con los resultados: 6,39 mg EAG/g AE y 4,16 mg EQ/g AE respectivamente.<sup>54</sup> Los resultados obtenidos de los fenoles totales en los

aceites de *C. citratus* es atribuido a que el reactivo Folin – Ciocalteu interactúa con el grupo OH del geraniol, y eugenol ya que éste es el compuesto mayoritario en el aceite esencial de esta especie que le brinda la actividad antioxidante y al tipo de solvente que se usa para la extracción del aceite (extracción metanólica, hidroalcohólico 50:50); también los resultados varían de acuerdo a la parte de la planta usada para la extracción, así como al usar solo una parte específica de la planta así como las hojas que estén en buen estado pues, se obtendrán mejores resultados, también tiene que ver el tipo de tratamiento de la planta y el tiempo de cosecha.<sup>2,13,55</sup> En nuestro caso para la extracción se usaron las hojas y el solvente fue el agua. Finalmente, la propiedad de los fenoles y flavonoides en las plantas es proteger es proteger del daño celular y un estudio demostró que al adicionar estos compuestos en la dieta podría generar una protección parecida en el organismo.<sup>56</sup>

**En la figura 6**, se presentan el porcentaje de inhibición del radical DPPH según la concentración del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, obteniéndose como resultado (10 mg/mL:  $12,80 \pm 0,81\%$ ; 30 mg/mL  $33,27 \pm 2,10\%$  y 50 mg/mL  $60,45 \pm 0,98 \%$ ), mientras que la actividad del Trolox fue 96,17 % a una concentración de 0,2 mg/mL. Los resultados que se evidenciaron presentan diferencias significativas entre la capacidad antioxidante y cada una de las concentraciones. ( $p < 0,05$ ) (Anexo 30). De la misma manera, estos resultados se evidenciaron realizando una curva de calibración usando el Trolox como estándar; y así es como para el método DPPH se obtuvo un coeficiente de correlación de: 0,997 (Anexo 20). En este caso el método de DPPH se fundamenta en que, el ensayo debe ser realizado en un medio orgánico, como el caso metanólico, en la que hay una reacción con los compuestos antirradicales que son poco polares que están presentes en los aceites esenciales, el cual esta actividad se midió espectrofotométricamente mediante la decoloración de las muestras que, se torna de un color violeta a amarillo a una longitud de onda de 517 nm.<sup>35</sup> El radical DPPH es ampliamente usado para así probar la capacidad de eliminación de los radicales libres presentes en diferentes productos naturales y es así que ha sido aceptado como un modelo para el estudio de los radicales.<sup>57</sup> Por otro lado, una literatura evidenció la actividad antioxidante de una muestra de *C. citratus* recolectadas en Colombia, en la cual usó el mismo método de extracción, el resultado para DPPH obtenido fue  $68,17 \pm 0,94 \%$ .<sup>2</sup> Otro estudio

evidencia la actividad antioxidante de los tallos de *C. citratus* por el método DPPH, en la cual mostró una mínima actividad antioxidante con un valor de 809 ppm (no se reporta los resultados en otras concentraciones) y un porcentaje de inhibición en las siguientes concentraciones: 10 mg/mL (31,33 %) y a la concentración de 20 mg/mL (60,37%).<sup>6</sup>

**En la figura 7**, se presentan el porcentaje de inhibición del radical ABTS según la concentración del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, obteniéndose como resultado (10 mg/mL:  $29,70 \pm 0,44$  %, 20 mg/mL  $47,77 \pm 0,56$  % y 30 mg/mL:  $58,66 \pm 0,36$  %), mientras que la actividad del Trólox fue 70,27 % a una concentración de 0,1 mg/mL. Los resultados que se evidenciaron presentan diferencias significativas entre la capacidad antioxidante y cada una de las concentraciones. ( $p < 0,05$ ) (Anexo 30). De la misma manera estos resultados se evidenciaron realizando una curva de calibración usando el Trólox como estándar para el método ABTS, en la cual se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,9987 (Anexo 24). El método de ABTS sugiere ser realizado en medio metanólico para el caso de aceites dónde se evidencia que en la reacción se forma el catión  $ABTS^{+\cdot}$ , este mismo sufre una decoloración que va de verde azulado intenso a verde azulado tenue que posteriormente es medido a una longitud de onda de 734 nm.<sup>35</sup> La presencia de los compuestos aromáticos predomina en esta especie; esto podría ser la explicación a los resultados relativamente bajos, pero la actividad antioxidante se debe a la presencia de los compuestos fenólicos y algunos terpenos de los derivados fenólicos como: geraniol, citronelol, eugenol, etc.;<sup>36,45</sup> también se podría mencionar que los aceites son sustancias volátiles y justamente las sustancias volátiles se encuentran en menor proporción que los compuestos no volátiles, es muy importante el buen almacenamiento de estos aceites, ya que en temperaturas altas podría perderse estas sustancias (volátiles) dónde se encuentran generalmente los compuestos antioxidantes (eugenol, geraniol, citronelol, etc.);<sup>36</sup> dicho esto, posiblemente una de las causas para obtener resultados relativamente bajos en este estudio fue que, probablemente no hubo un buen almacenamiento y el ambiente de trabajo no estuvo en la temperatura indicada. Por otro lado, una literatura evidenció la actividad antioxidante de una muestra de *C. citratus* recolectadas en Colombia, en la cual usó el mismo método de extracción, el resultado obtenido para ABTS fue  $91,78 \pm 0,01$  %.<sup>2</sup>

Mientras que otro estudio evidenció la actividad antioxidante por el método ABTS de muestras de *C. citratus* recolectadas en Colombia dónde se obtuvo el siguiente resultado:  $1477 \pm 4,1$  mg Trolox/L.<sup>12</sup>

**En la tabla 5**, se presenta la actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa” obteniéndose como resultado para los tres métodos: DPPH (30 mg/mL:  $7,49 \pm 0,60$  mmol ET/g AE); ABTS (20 mg/mL:  $12,45 \pm 0,18$  mmol ET/g AE) y FRAP (20 mg/mL:  $23,72 \pm 0,15$  mmol ET/g AE), se puede observar que para el método de DPPH se usa una concentración diferente a los métodos de ABTS y FRAP, esto fue debido a que se obtuvo mejor resultado con respecto a las concentraciones inferiores. De la misma manera se evidenciaron realizando una curva de calibración usando el Trolox como estándar para los tres métodos: DPPH, ABTS y FRAP; en la cual se obtuvieron los siguientes coeficientes de correlación: 0,997 (Anexo 20), 0,9987 (Anexo 24) y 0,9999 (Anexo 28) respectivamente. Según los resultados obtenidos en este estudio por los métodos de DPPH y ABTS, se puede notar que los valores obtenidos con el primer método son inferiores a los valores obtenidos por el segundo; esto podría deberse a que el DPPH es un radical que se obtiene al instante, mientras que el ABTS se obtiene mediante una reacción de 16 horas, debido a esto se considera que el radical DPPH sea más estable con respecto al radical ABTS que es menos estable y transitorio; así mismo, las variaciones que existen en los resultados de estos dos métodos es que el radical ABTS es menos selectivo en comparación al radical DPPH, de este modo el radical DPPH no reacciona con los flavonoides que no presentan grupos hidroxilo, tampoco con ácidos aromáticos que presenten un solo grupo hidroxilo; asimismo el radical ABTS es soluble en un medio orgánico y acuoso, de esta manera permite la evaluación de los antioxidantes hidrofílicos y lipofílicos, de este último se puede deducir que los compuestos presentes en el extracto podrían ser hidrofílicos y ser más sensibles a esta técnica (ABTS); otra razón de los cuales los valores del DPPH son bajas es que la reacción es reversible ya que es una de las características de este radical al momento de interactuar con compuestos fenólico como por ejemplo el Eugenol (compuesto de *C. citratus*) y dando como resultado a lectura bajas en la actividad antioxidante.<sup>35,37</sup> En el caso del método FRAP; la capacidad reductora del catión  $Fe^{3+}$  forma un complejo con el TPTZ, esta formación se evidencia por la

coloración violácea y esta coloración se va intensificando por la reducción de  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$  en la cual se incrementa la absorbancia al ser leídas a una longitud de onda de 593 nm.<sup>35</sup> Por otro lado una literatura evidenció el estudio de la actividad antioxidante por este método (FRAP) de muestras de *C. citratus* recolectadas en Colombia dónde se obtuvo el siguiente resultado  $4146,9 \pm 12,1 \mu\text{mol de Fe}^{2+}/\text{L}$ .<sup>12</sup> Otro estudio evidencia la actividad antioxidante de extractos crudos de *Citronela* y *Cymbopogon citratus*, en las cuales las muestras fueron recolectadas en Malasya; mediante los métodos DPPH y FRAP: se obtuvo un resultado de  $2,00 \pm 0,01 \mu\text{g}/\text{mL}$  y  $0,09 \pm 0,002 \text{ mmol}/\text{g}$ ; es así que, la actividad antioxidante de esta especie es relativamente baja según este estudio.<sup>9</sup> Los resultados relativamente bajos obtenidos en la mayoría de los trabajos posiblemente se deba a la composición química del aceite de esta especie, muy a parte de los métodos de extracción y la determinación de la actividad antioxidante; ya que, en su composición mayormente se encuentran los compuestos aromáticos como: geranial, citronelal, mirceno, etc. Y en un menor porcentaje los compuestos fenólicos y derivados fenólicos tales como: geraniol, eugenol y citronelol.<sup>21,45</sup>

**En la tabla 6**, se presentan la concentración inhibitoria cincuenta ( $\text{IC}_{50}$ ) donde se evidencia los siguientes resultados:  $\text{IC}_{50}$  *Cymbopogon citratus* DPPH ( $42,54 \pm 0,06 \text{ mg}/\text{mL}$ ) y ABTS ( $23,19 \pm 0,28 \text{ mg}/\text{mL}$ ); mientras para el Trolox se obtuvo lo siguiente en los dos métodos DPPH y ABTS:  $123,78$  y  $67,60 \mu\text{g}/\text{mL}$ , respectivamente. Hernández,<sup>54</sup> reporta a partir de la infusión realizada en medio acuoso donde obtuvo un  $\text{IC}_{50}$   $0,325 \pm 0,009 \text{ mg}/\text{mL}$ . Es así que otra literatura reporta una estudio de muestras provenientes de Taiwán donde, determina la actividad antioxidante de los terpenos de la uva como:  $\alpha$ -pineno, limoneno, mirceno y geraniol; donde determina la actividad antioxidante mediante el método de DPPH; obteniendo como resultado un  $\text{IC}_{50}$  de;  $12,57 \pm 0,18 \text{ mg}/\text{mL}$ ;  $13,35 \pm 0,26 \text{ mg}/\text{mL}$ ;  $26,08 \pm 2,28 \text{ mg}/\text{mL}$ ;  $40,83 \pm 1,68 \text{ mg}/\text{mL}$  respectivamente para cada terpeno; demostrando así que el  $\alpha$ -pineno tuvo un valor relativamente más alto en este estudio;<sup>58</sup> de esta manera se puede confirmar que el *Cymbopogon citratus* también presenta en su composición química estos terpenos que tengan actividad antirradical; Ruiz,<sup>8</sup> reporta a partir de la extracción mediante el uso del equipo Clevenger; donde determina la composición química de *Cymbopogon citratus* por cromatografía (HPLC) encontrándose;  $\alpha$ -pineno, limoneno,



mirreno, geraniol y Linalol. A menor concentración inhibitoria 50, mayor será la capacidad antioxidante de la muestra. El  $IC_{50}$  tiene una relación con respecto al contenido de fenoles y flavonoides, es decir a mayor concentración de metabolitos secundarios, menor será el  $IC_{50}$  y esto significa que mayor será la actividad antirradical.<sup>35,54</sup> De este modo según los resultados obtenidos en este estudio comparando con el Trolox se observa evidentemente que, este tiene un potencial antioxidante frente a las muestras con resultados de: DPPH y ABTS con 123.78 y 67,60  $\mu\text{g/mL}$ , teniendo en cuenta estos resultados de Trolox se puede decir que, existe una posible mejor actividad antirradical presentada por el método ABTS (23,19  $\pm$  0,28 mg/mL) frente al método DPPH (42,54  $\pm$  0,06 mg/mL); esto indica que el aceite volátil a la concentración 23,19 mg/mL probablemente es capaz de evitar el daño oxidativo en una sustancia; también si menor es el valor de  $IC_{50}$ , el aceite volátil tendrá mejor eficacia antirradical; factores como el método de extracción, condiciones de cultivo, parte de la planta usada, etc.; afectan la composición química de los aceites esenciales.<sup>8</sup>

## VI. CONCLUSIONES

1. El aceite esencial extraída de las hojas de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, presenta moderada actividad antioxidante que se encuentra en relación al contenido de fenoles y flavonoides
2. Las características físico químicas del aceite esencial “hierba luisa”; fueron las siguientes: rendimiento de 0,34 %, densidad relativa  $0,879 \text{ g/mL} \pm 0,001$ , índice de refracción  $1,4760 \pm 0,001$ , pH 5, índice de acidez  $15,75 \pm 0,19 \text{ mg KOH/g AE}$ , soluble en alcohol 96%.
3. El contenido de fenoles totales y flavonoides fueron de  $20,85 \pm 0,54 \text{ EAG/g AE}$  y  $16,26 \pm 0,75 \text{ mg EQ/g AE}$ .
4. La actividad antioxidante del aceite esencial para los siguientes ensayos fue: DPPH (10 mg/mL:  $12,80 \pm 0,81 \%$ ; 30 mg/mL:  $33,27 \pm 2,10 \%$  y 50 mg/mL:  $60,45 \pm 0,98 \%$ ); ABTS (10 mg/mL:  $29,70 \pm 0,44 \%$ , 20 mg/mL:  $47,77 \pm 0,56 \%$  y 30 mg/mL:  $58,66 \pm 0,36 \%$ ) y DPPH (30 mg/mL:  $7,49 \pm 0,60 \text{ mmol ET/g AE}$ ), ABTS (20 mg/mL:  $12,45 \pm 0,18 \text{ mmol ET/g AE}$ ) y FRAP (20 mg/mL:  $23,72 \pm 0,15 \text{ mmol ET/g AE}$ ), con mejores resultados para el radical ABTS a una concentración de 30 mg/ml:  $58,66 \pm 0,36 \%$ , con una  $IC_{50}$  de  $23,29 \pm 0,28 \text{ mg/mL}$ .



## VII. RECOMENDACIONES

1. Continuar con el estudio de los metabolitos secundarios presentes en la muestra de aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, para determinar con exactitud los metabolitos responsables del aceite.
2. Continuar el estudio de la actividad antioxidante de la muestra de aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”, realizando otro método de extracción del aceite esencial.
3. Caracterizar la composición química de la hierba luisa mediante el uso de HPLC y hacer estudios más profundos sobre los compuestos fenólicos y otros antioxidantes específicos de interés poblacional.
4. Realizar la actividad antioxidante mediante métodos *in vivo* para confirmar el efecto antioxidante.
5. Realizar estudios comparativos de la planta con otras de la misma especie de otras zonas.



## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Miranda K, Ames H, Vergara A, Fukusaki A, Cuba K. Determinación de la actividad antioxidante de extractos de hojas de *Buddleja inkana*, *Oreocallis grandiflora* y *Chuquiraga spinosa*. Rev Soc Quím Perú. 2021;87(2):107-19.
2. Olarte C. Evaluación de la actividad antioxidante de extractos de *Cymbopogon citratus* (DC. Stapf) provenientes de matrices tratadas con radiación UV-B - 10596/19478 [Internet]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD; 2018 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/SiRjGA>
3. Giler I, Perez T. Evaluación de la capacidad antimicrobiana y antioxidante de la mezcla de aceites esenciales, hierba buena (*Mentha Spicata*) y hierba luisa (*Cymbopogon Citratus*), frente a *Salmonella Typhimurium*, *Listeria Monocytogenes* y *Escherichia Coli* [Internet]. Universidad de Guayaquil; 2020 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/QmArxM>
4. Camus E. Caracterización fisicoquímica del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* [Internet]. Repositorio Institucional - UMA. Universidad María Auxiliadora; 2019 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/UbpFUo>
5. Vázquez M, Guerrero J. Efecto del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* sobre propiedades fisicoquímicas en películas de quitosano. *Scientia Agropecuaria* [Internet]. 2017 dic 29 [citado 2023 ene 19];8(4):401-9. Disponible en: <https://acortar.link/8ZO2O8>
6. Anggraeni N, Hidayat I, Rachman S. Bioactivity of essential oil from lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) as antioxidant agent. AIP Conf Proc [Internet]. 2018 feb 9 [citado 2023 ene 19];1927(1):030007. Disponible en: <https://acortar.link/y6jWyF>
7. Menut C, Bessiére JM, Samaté D, Djibo AK, Buchbauer G, Schopper B. Aromatic Plants of Tropical West Africa. XI. Chemical Composition, Antioxidant and Antiradical Properties of the Essential Oils of Three *Cymbopogon Species* from *Burkina Faso*. <http://dx.doi.org/101080/1041290520009699499> [Internet]. 2011 [citado 2023 ene 19];12(2):207-12. Disponible en: <https://acortar.link/Bm6p0t>
8. Ruiz C. Instituto tecnológico de mérida tesis. [Yucatán-México]: Instituto Tecnológico de Mérida; 2017.
9. Lu Y, Khoo J, Wiart C, Lu Y, Khoo J, Wiart C. Antioxidant Activity Determination of Citronellal and Crude Extracts of *Cymbopogon citratus* by 3 Different Methods. Pharmacology & Pharmacy [Internet]. 2014

abr 9 [citado 2023 ene 20];5(4):395-400. Disponible en: <https://acortar.link/Rtiflb>

10. Rojas J, Ronceros S, Palacios O, Sevilla C. Efecto anti-*Trypanosoma cruzi* del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (hierba luisa) en ratones Balb/c. Anales de la Facultad de Medicina [Internet]. 2012 [citado 2023 ene 19];73(1):7-12. Disponible en: <https://acortar.link/HilFqu>
11. Soto R, Vega G, Tamajón A. Instructivo técnico del cultivo de *Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf (caña santa). Revista Cubana de Plantas Medicinales [Internet]. 2002 [citado 2023 ene 19];7(2):0-0. Disponible en: <https://acortar.link/tAtfDX>
12. Alvis A, Martínez W, Arrazola G. Obtención de Extractos Hidro-Alcohólicos de Limoncillo (*Cymbopogon citratus*) como Antioxidante Natural. Información tecnológica [Internet]. 2012 [citado 2023 ene 19];23(2):3-10. Disponible en: <https://acortar.link/IGdEuh>
13. Guerra M, Rodríguez M, García G, Llerena C. Actividad antimicrobiana del aceite esencial y crema de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. Revista Cubana de Plantas Medicinales [Internet]. 2004 [citado 2023 ene 19];9(2). Disponible en: <https://acortar.link/KSuPUC>
14. Torre L, Navarrete H, Muriel P, Macía M, Balslev H. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. 1ra edición. Quito; 2008.
15. Fonnegra G, Jiménez R. Plantas medicinales aprobadas en Colombia. 2da edición. Colombia; 2007.
16. Mendoza M, Taborda M. Composición química y actividad acaricida del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* Stapf contra el ácaro intradomiciliario *dermatophagoides farinae* (acari: *pyroglyphidae*). Biosalud [Internet]. 2010 [citado 2023 ene 19];9(2):21-31. Disponible en: <https://acortar.link/DxaxBu>
17. Saldaña J, Torres M. Efecto analgésico de aceites esenciales de hierba luisa (*Cymbopogon citratus*), ruda (*Ruta graveolens*), formulados como conos nasales [Internet]. [Cuenca]: Universidad de Cuenca; 2012 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/68cv9A>
18. Montoya G. Aceites esenciales: una alternativa de diversificación para el eje cafetero [Internet]. [Colombia]: Universidad Nacional de Colombia; 2010 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/13YcMf>
19. Martínez A. Aceite Esencial [Internet]. 2003 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/4LKgWN>
20. Valverde P. Composición química, potencial antimicrobiano y letal de los aceites esenciales de las hojas de Hierba Luisa (*Cymbopogon Citratus*),

Mastrante (*Ageratum Conyzoides*), Guabiduca (*Piper Carpunya*), Ajenjo (*Artemisia Absinthium*) y Cedrón (*Lippia Citriodora*), cultivados en la República del Ecuador. [Internet]. [Ecuador]: Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud; 2015 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/EG1ao9>

21. Gbenou J, Ahounou J, Akakpo H, Laleye A, Yayi E, Gbaguidi F, et al. Phytochemical composition of *Cymbopogon citratus* and *Eucalyptus citriodora* essential oils and their anti-inflammatory and analgesic properties on Wistar rats. *Mol Biol Rep* [Internet]. 2013 feb [citado 2023 ene 20];40(2):1127-34. Disponible en: <https://acortar.link/lehlbS>
22. Ancalla E, Solis M. Actividad antibacteriana del aceite esencial de hojas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sobre *Streptococcus mutans* ATCC 25175 [Internet]. [Arequipa]: Universidad Privada Autónoma del Sur; 2017 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://n9.cl/r80s>
23. Carrillo E, Jiménez D. Evaluación de la capacidad inhibitoria de mezcla de aceites esenciales de albahaca (*Ocimum basilicum*) y orégano (*Origanum vulgare*) en *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella typhimurium* [Internet]. [Guayaquil]: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química; 2020 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/LErYQs>
24. Kuklinsky C. Farmacognosia estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural. Barcelona: Omega; 2003. 168 p.
25. Guía practica: aromaterapia. Extractos de usos y virtudes de los aceites esenciales de extractos de usos y virtudes de los aceites esenciales. [Internet]. 2018 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/Z7KxrV>
26. Martínez M, Betancourt J, Ramírez A, Barceló H, Meneses R, Lainez A. Evaluación toxicológica aguda de los extractos fluidos al 30 y 80 % de *Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf (caña santa). *Rev cuba plantas med* [Internet]. 2000 [citado 2023 ene 19];97-101. Disponible en: <https://acortar.link/IZOiQq>
27. Peñarrieta J, Alvarado J, Åkesson B, Bergenståhl B. Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in canihua (*Chenopodium pallidicaule*): An Andean pseudocereal. [Internet]. 2008 jun [citado 2023 ene 19];52(6):708-17. Disponible en: <https://acortar.link/fLX3C4>
28. Santamaria L. Identificación de reductasas de ácidos hidroxicinámicos y sus derivados en *Lactobacillus plantarum* WCFS1 [Internet]. [Madrid]: Universidad Complutense de Madrid; 2017 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/OzE7Mz>



29. Perez G. Los flavonoides: antioxidantes o prooxidantes. 2003 [citado 2023 ene 19]; Disponible en: <https://acortar.link/YIEPV9>
30. Estrada R, Ubaldo D, Araujo A. Los flavonoides y el sistema nervioso central. salud mental [Internet]. 2012 [citado 2023 ene 19];35(5):375-84. Disponible en: <https://acortar.link/TkHUaL>
31. Avello M, Suwalsky M. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. 2006 [citado 2023 ene 19];161-72. Disponible en: <https://n9.cl/alefh>
32. Díaz S. Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. 2002 [citado 2023 ene 19]; 31:126-33. Disponible en: <https://n9.cl/6rt2x>
33. Zapata M, Mariaca C, Uribe P. Oxidación y antioxidantes: hechos y controversias. 2013 [citado 2023 ene 19];7(1):343-54. Disponible en: <https://acortar.link/P631SP>
34. Herrera C. Efecto antioxidante y antitumoral in vitro del extracto etanólico de la raíz de *Waltheria ovata cav.* «lucraco» en línea celular de cáncer de próstata DU-145 [Internet]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Lima]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2014 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/tUnYub>
35. Mercado G, Carrillo L, Medrano A, Díaz J, Álvarez E. Compuestos polifenólicos y capacidad antioxidante de especias típicas consumidas en México. [Internet]. 2013 [citado 2023 ene 19];28(1):36-46. Disponible en: <https://n9.cl/0fhfm>
36. Pastene E, Gómez M, Speisky H, Núñez L. Un sistema para la detección de antioxidantes volátiles comúnmente emitidos desde especias y hierbas medicinales. Quim Nova [Internet]. 2009 [citado 2023 ene 20];32(2):482-7. Disponible en <https://acortar.link/KhdXPQ>
37. Tovar del Río J. Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecoregion cafetera [Internet]. [Pereira]: Universidad Tecnológica de Pereira Facultad de Tecnología Escuela de Tecnología química; 2013 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/46VuJ8>
38. Zulueta A, Esteve M, Frígola A. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. [Internet]. 2009 may 1 [citado 2023 ene 19];114(1):310-6. Disponible en: <https://acortar.link/2TbRNq>
39. Azaña V, Castillo L. Características fisicoquímicas de los aceites esenciales de las hojas de *Cymbopogon citratus* y determinación del porcentaje relativo de sus componentes hidrocarbonados y oxigenados.

[Trujillo-Perú]: Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Farmacia y Bioquímica; 2017.

40. INEN 35. Grasas y aceites comestibles. Determinación de la densidad relativa. Norma Ecuatoriana de Normalización.
41. INEN 42. Grasas y aceites comestibles. Determinación del índice de refracción. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
42. INEN 38. Grasas y aceites comestibles. Determinación de la acidez. Norma Ecuatoriana de Normalización.
43. Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros L, Hawkins D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. [Internet]. 2006 ene 1 [citado 2023 ene 19];19(6-7):669-75. Disponible en: <https://acortar.link/DcZfYT>
44. Zhishen J, Mengcheng T, Jianming W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chem [Internet]. 1999 mar 1 [citado 2023 ene 19];64(4):555-9. Disponible en: <https://acortar.link/jeBV3a>
45. Rodríguez W, Castro L, Sánchez Y, Correa M, Gómez J. Composición química del aceite esencial de las hojas de *Cymbopogon nardus* y *Cymbopogon citratus*. Revista Momentos de Ciencia de la Facultad de Ciencias Básicas [Internet]. 2006 [citado 2023 ene 20]; Disponible en: <https://acortar.link/QjT5WL>
46. Hidalgo G, Romero A. Diseño de una planta piloto para la extracción de aceites esenciales mediante destilación por arrastre de vapor [Internet]. [Piura-Perú]: Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ciencias de la Ingeniería; 2016 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/eoMNpT>
47. Castaño M. Evaluación de la capacidad conservante de los aceites esenciales de clavo (*Syzygium aromaticum*) y canela (*Sinnamomum verum*), sobre la levadura (*Rhodotorula mucilaginosa*) en leche chocolatada [Internet]. [Medellín]: Universidad Nacional de Colombia; 2013 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/mqveQH>
48. Pineda W. Comparación del rendimiento y caracterización del aceite esencial crudo de la citronela (*Cymbopogon winterianus*), variando el tamaño de muestra y el contenido de humedad aplicando el método de extracción por arrastre con vapor a nivel laboratorio. [Guatemala]: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005.
49. León A, Vázquez K, Zapata Y, Zenteno M. Extracción del aceite esencial del zacate de limón [Internet]. Chiapas; 2011 [citado 2023 ene 19]. Disponible en: <https://acortar.link/sUcknv>

50. del Pozo X. Zacate Limón [Internet]. Facultad de ciencias aplicadas; 2006 [citado 2023 ene 20]. Disponible en: <https://acortar.link/1OiKOi>
51. Delgado M. Universidad Nacional de Trujillo Facultad de Farmacia y Bioquímica. [Trujillo-Perú]: Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica; 2021.
52. Villacrés Y. Estudio comparativo de la composición química de los aceites esenciales de *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon cf. martini*, *Cymbopogon cf. nardus* aplicado en perfumería. [Internet]. [Riobamba]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2018 [citado 2023 ene 20]. Disponible en: <https://acortar.link/53SMbX>
53. Campo M, Cruz C, Cunalata G, Matute N. Infusiones de *Moringa oleifera* (moringa) combinada con *Cymbopogon citratus* (hierba luisa) y *Lippia alba* (mastranto). [Internet]. 2020 sep 14 [citado 2023 ene 20];13(34):114-26. Disponible en: <https://acortar.link/6R9cUI>
54. Hernández M. "Actividad antioxidante y antiradical de extractos de zacate limón (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf)". [Chiapas]: Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez; 2013.
55. Meyer G, Sarmiento O, Ramírez R, Guevara O. Estimación del contenido de fenoles totales en aceite esencial de Caléndula (*Calendula officinalis* L) obtenido mediante OAH. 2018 [citado 2023 ene 20];7-12. Disponible en: <https://acortar.link/k6rFsD>
56. Castellanos M. Determinación de los compuestos volátiles en *Pentacalia vaccinioides*, su estudio antioxidante y antimicrobiano. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias Departamento de Química; 2014.
57. Pereira R, Fachineto R, de Souza A, Puntel R, Santos G, Heinzmann B, et al. Antioxidant effects of different extracts from *Melissa officinalis*, *Matricaria recutita* and *Cymbopogon citratus*. *Neurochem Res* [Internet]. 2009 [citado 2023 ene 20];34(5):973-83. Disponible en: <https://acortar.link/T8D0MY>
58. Wang C, Chen Y, Hou C. Antioxidant and antibacterial activity of seven predominant terpenoids. 2019 ene 1 [citado 2023 ene 20];22(1):230-8. Disponible en: <https://acortar.link/NaAB9w>

## **ANEXOS**



**Anexo 1.** Certificado de identificación botánica de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2021.

## CONSTANCIA

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

Que, la Bachiller en Farmacia y Bioquímica, Srta. Rosmeri, QUINTAS RIVERA, ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

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

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	LILIOPSIDA
SUB CLASE	:	COMMELINIDAE
ORDEN	:	CYPERALES
FAMILIA	:	POACEAE
GÉNERO	:	Cymbopogon
ESPECIE	:	<i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf
N. V..	:	"hierba luisa."

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

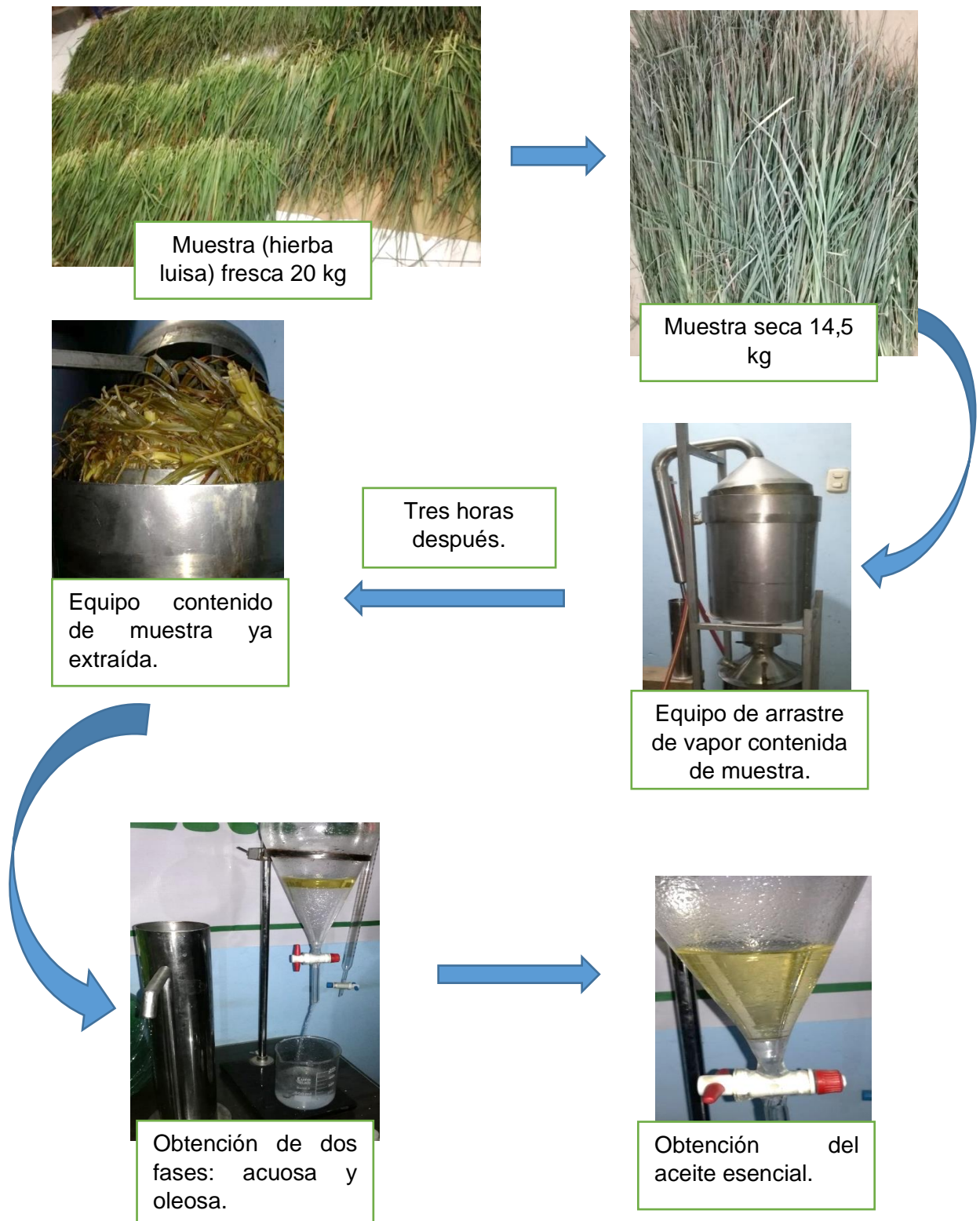
Ayacucho, 22 de Noviembre del 2021

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

**Anexo 2.** Recolección de la muestra de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.



**Anexo 3.** Secado y obtención del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.





**Anexo 4.** Determinación del rendimiento del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

$$\%RAE = \frac{Vol. AE (mL)}{P_{muestra} (g)} \times 100$$

**Dónde:**

**% RAE:** Porcentaje del rendimiento del aceite esencial

**Vol. AE:** Volumen del aceite esencial obtenido en mililitros

**P<sub>muestra</sub>:** Peso de la muestra seca en gramos

**Se obtuvieron los siguientes datos:**

**Vol. A.E:** 50 mL

**P<sub>muestra</sub>:** 14 500 g

$$\%RAE = \frac{50 (mL)}{14\ 500 (g)} \times 100$$

$$\%RAE = 0,34 \text{ v/p}$$



Aceite esencial obtenido (50 mL) de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”

**Anexo 5.** Determinación de la densidad relativa del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

$$D_{25} = \frac{M1 - M}{M2 - M}$$

**Dónde:**

**M1:** Peso del picnómetro + muestra (aceite esencial) (g)

**M2:** peso del picnómetro + agua (g)

**M:** Peso del picnómetro vacío (g)

**Se obtuvieron los siguientes datos:**

**M1:** 18, 2895 g

**M1:** 18, 2863 g

**M1:** 18, 2872 g

**M2:** 18,8192 g

**M2:** 18, 8194 g

**M2:** 18, 8178 g

**M:** 14,4365 g

**M:** 14, 4359 g

**M:** 14, 4357 g

$D_{25}=0,879$	$D_{25}=0,878$	$D_{25}=0,879$
----------------	----------------	----------------

$$D_{25} = \frac{18,2895 - 14,4365}{18,8192 - 14,4365}$$

$$XD_{25} = 0,879 \pm 0,001g/mL$$

**Anexo 6.** Determinación del índice de acidez del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.

$$IA = \frac{5,61 \times V}{P}$$

Dónde:

**IA:** Índice de acidez

**P:** Peso en gramos de la muestra (aceite esencial)

**V:** Volumen en mililitro gastados de KOH

**Se obtuvieron tres datos:**

**P1:** 1,5174 g            V: 4,2 mL

**P2:** 1,5203 g            V: 4,3 mL

**P3:** 1,5217 g            V: 4,3 mL

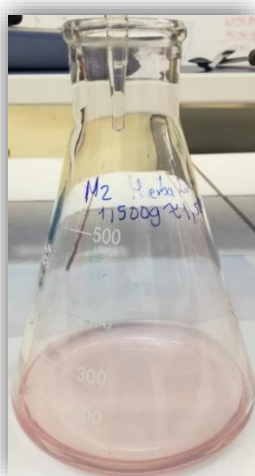
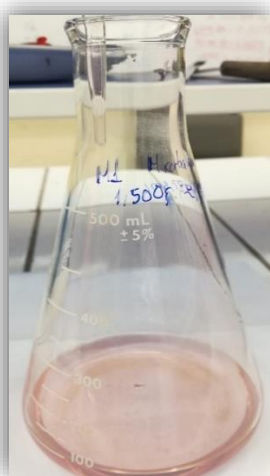
$$IA = \frac{5,61 \times 4,2}{1,5174}$$

IA1 = 15,53

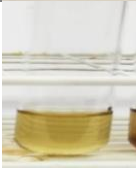

IA2 = 15,87

IA3 = 15,85

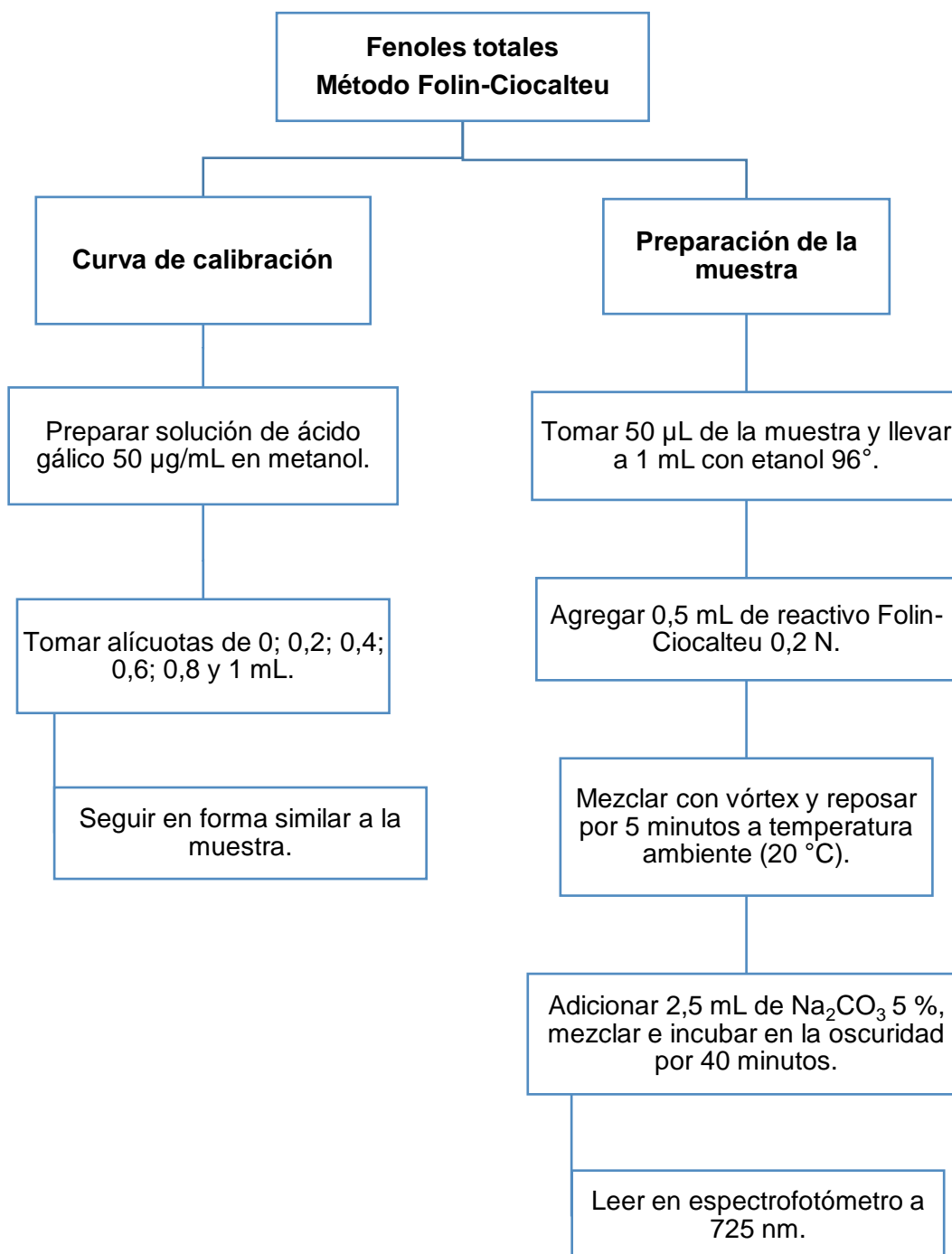
Promedio: 15,75 ± 0,19 mg KOH/g



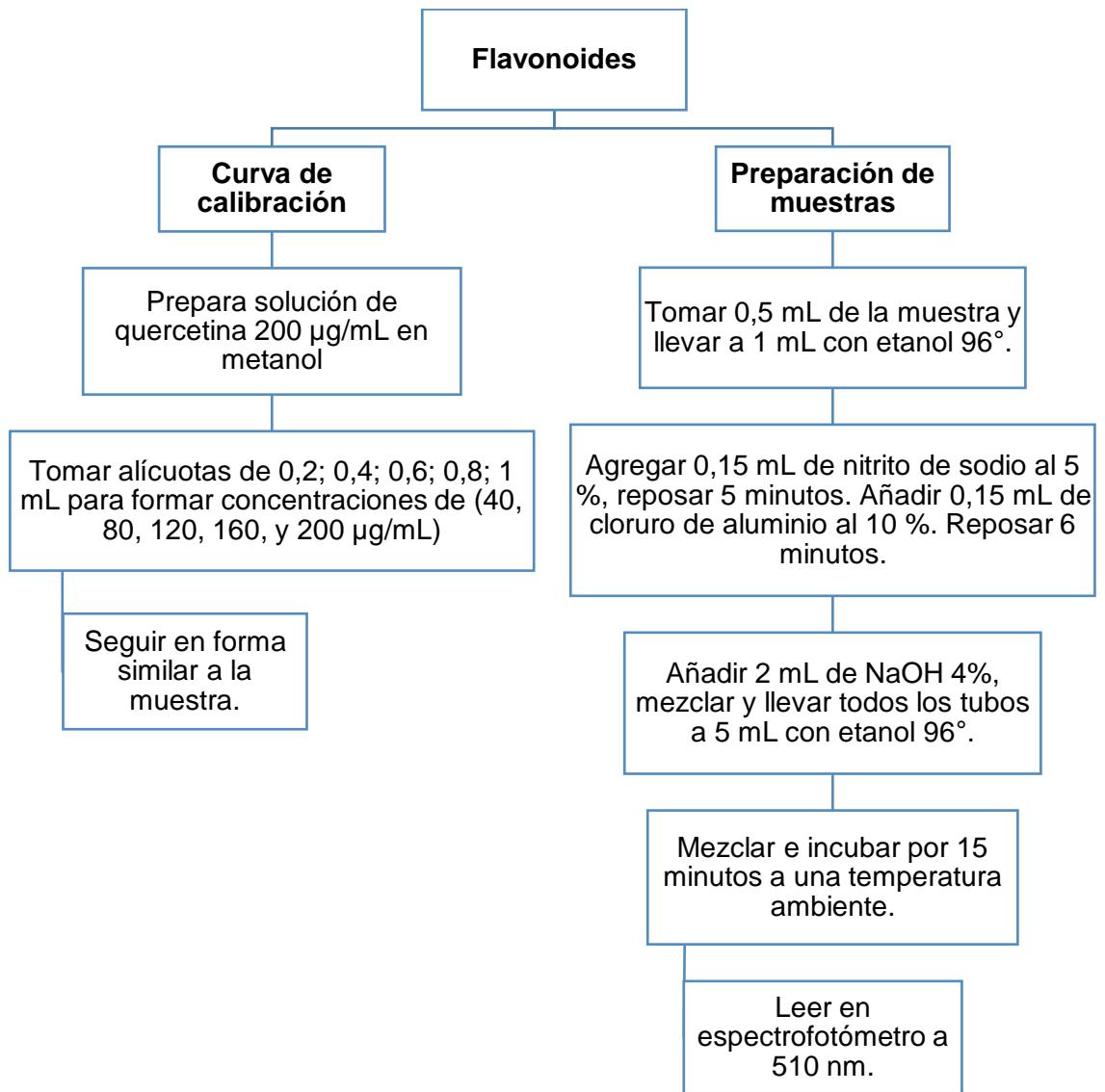
**Anexo 7.** Procedimiento de tamizaje fitoquímico de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022

<b>Ensayo</b>	<b>Reactivo</b>	<b>Característica positiva</b>	<b>Resultado</b>
<b>Kedde-Cardenólidos</b>	1 mL reactivo. Reposar 5-10 min.	Coloración violácea	
<b>Shinoda - Flavonoides</b>	2 mL de muestra + 4 gotas de HCl + pedazo de Mg.	Coloración amarillo, naranja, carmelita o rojo.	
<b>Lieberman - Terpenos</b>	2 mL de muestra + 1 mL de anhídrido acético + gotas de ácido sulfúrico.	Rosado azul, verde intenso, verde oscuro-negro.	
<b>Reacción de FeCl<sub>3</sub> - Fenoles</b>	2 mL de muestra + 3 gotas de cloruro férrico.	Rojo vino (compuestos fenólicos) Verde intenso (taninos)	

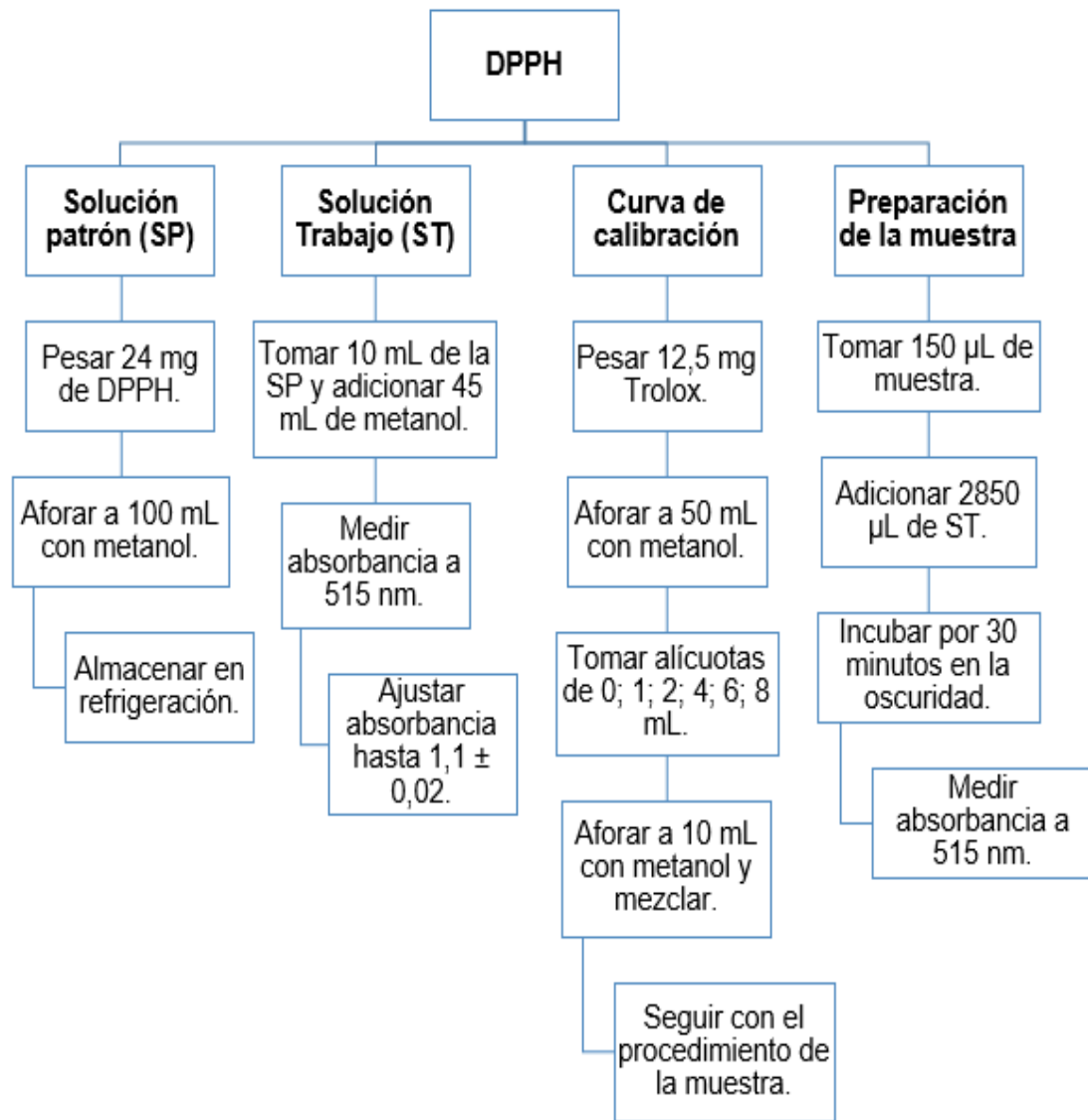
**Anexo 8.** Protocolo para la determinación del contenido de fenoles totales del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.



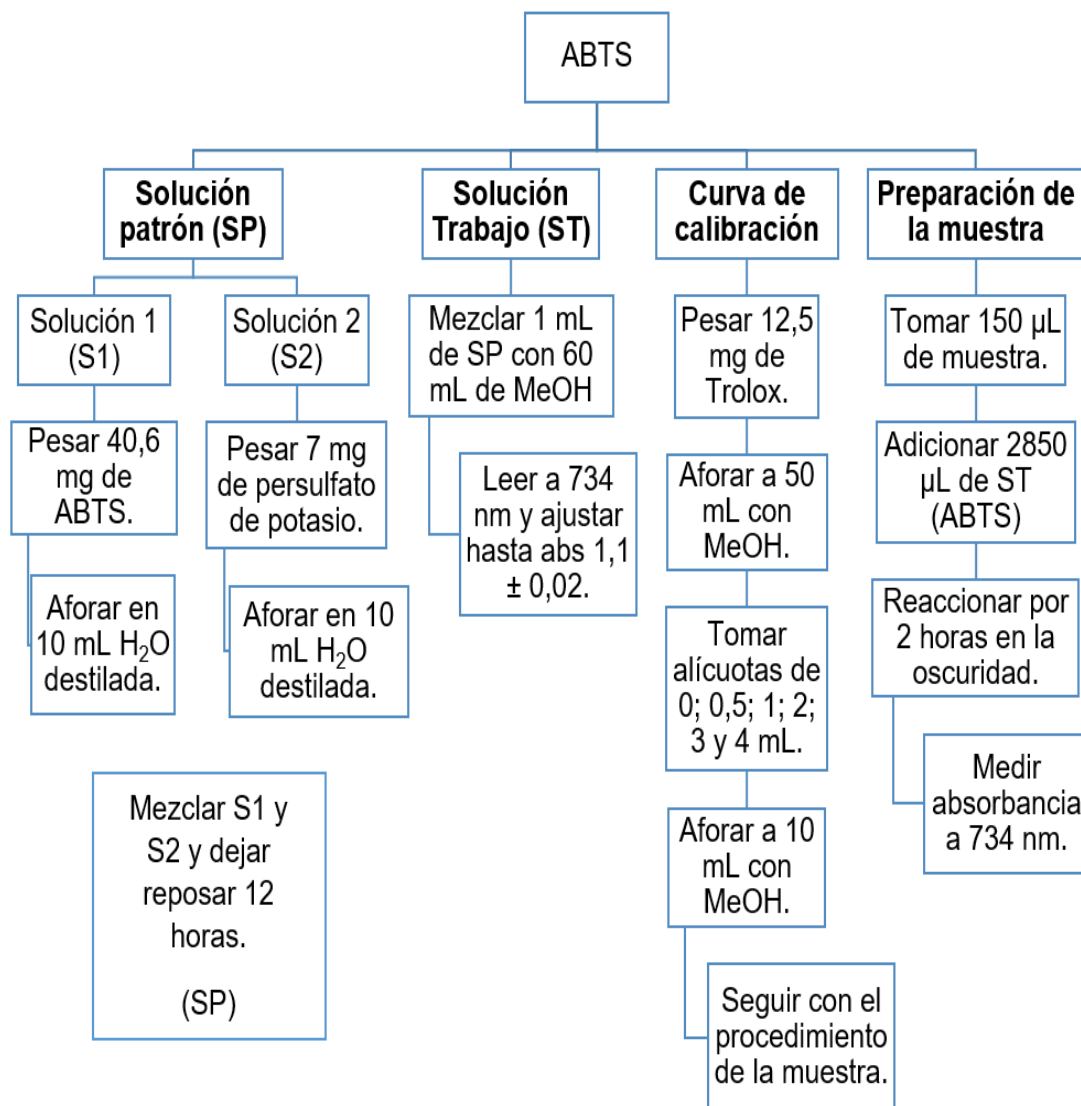
**Anexo 9.** Protocolo para la determinación del contenido de flavonoides del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.



**Anexo 10.** Protocolo para la determinación de la capacidad antioxidante mediante el método de DPPH del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. Ayacucho 2022.

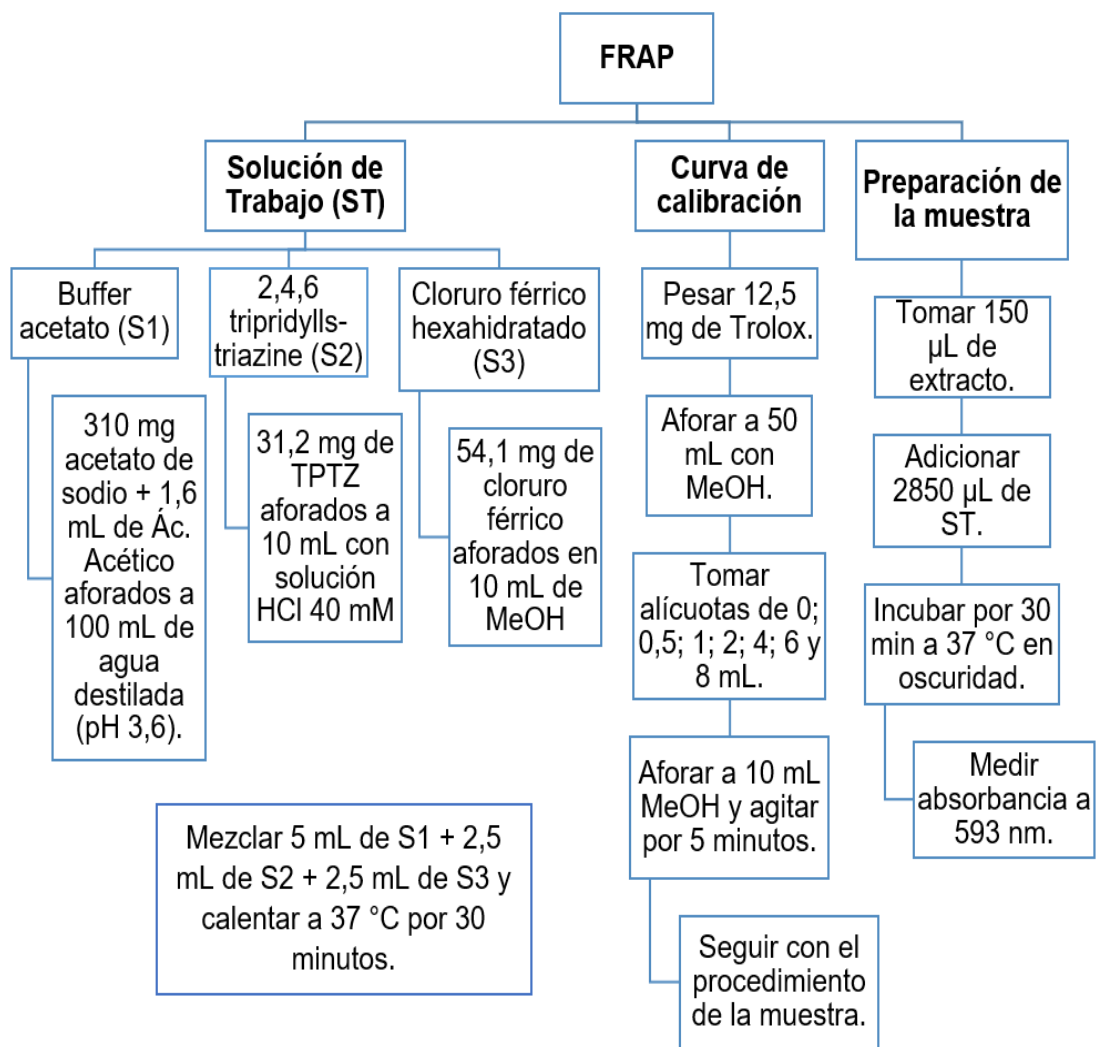


**Anexo 11.** Protocolo para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de ABTS, del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. “hierba luisa” Ayacucho 2022.





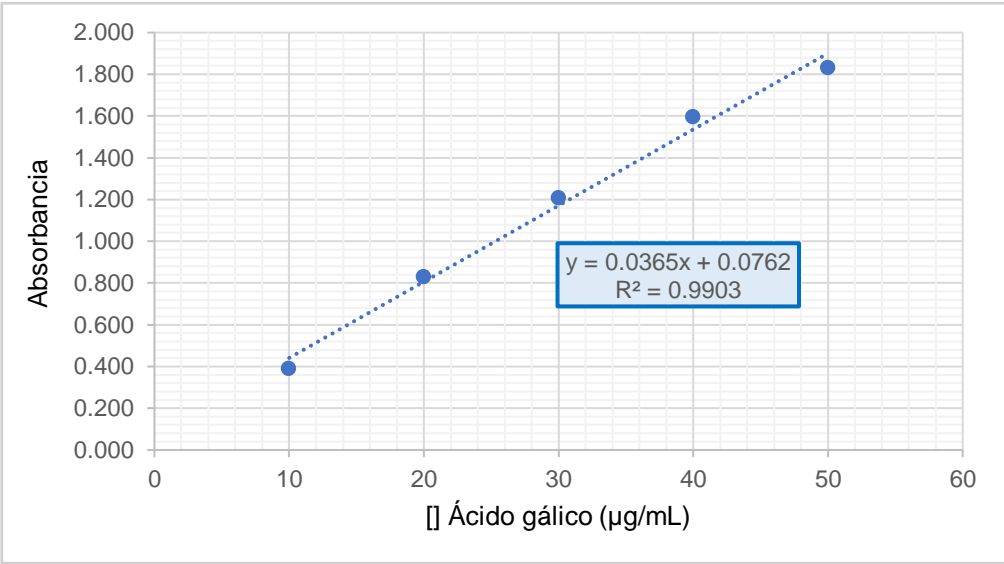
**Anexo 12.** Protocolo para la determinación de la actividad antioxidante mediante el método de FRAP del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. “hierba luisa”. Ayacucho 2022.



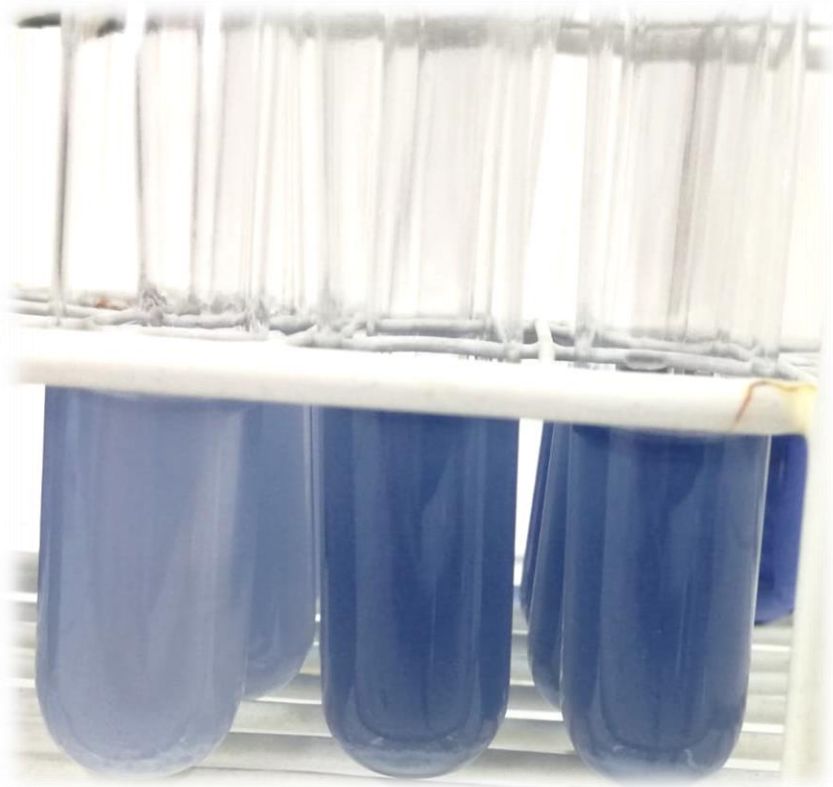
**Anexo 13.** Diluciones del ácido gálico para la curva de calibración para la cuantificación del contenido de fenoles totales. Ayacucho 2022.



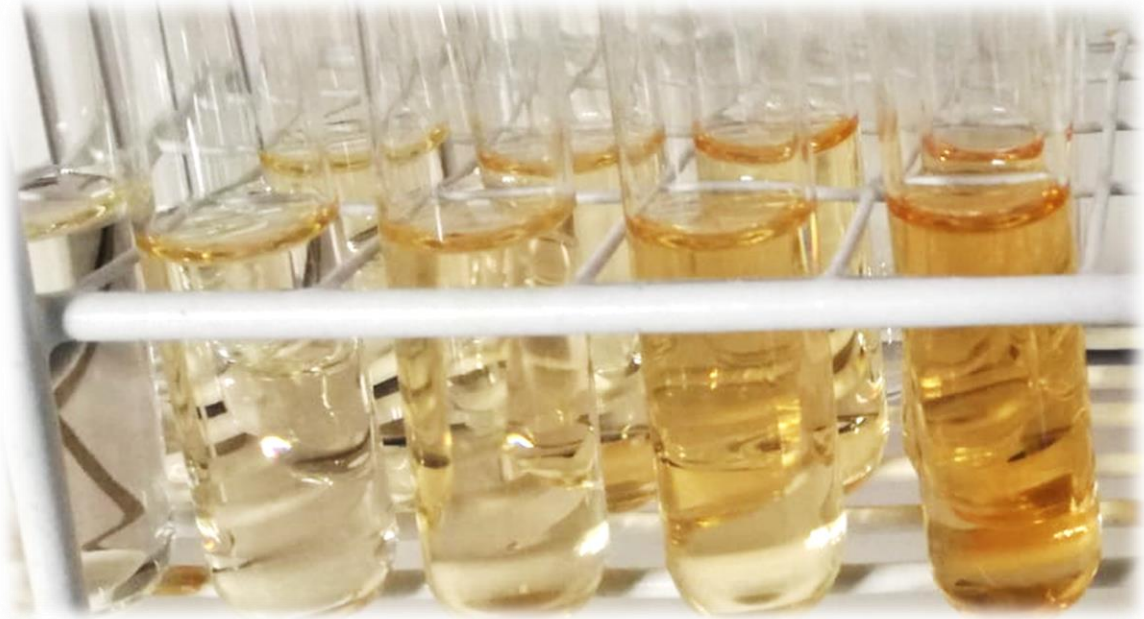
**Anexo 14.** Curva de calibración del ácido gálico para la determinación del contenido de fenoles totales. Ayacucho 2022.



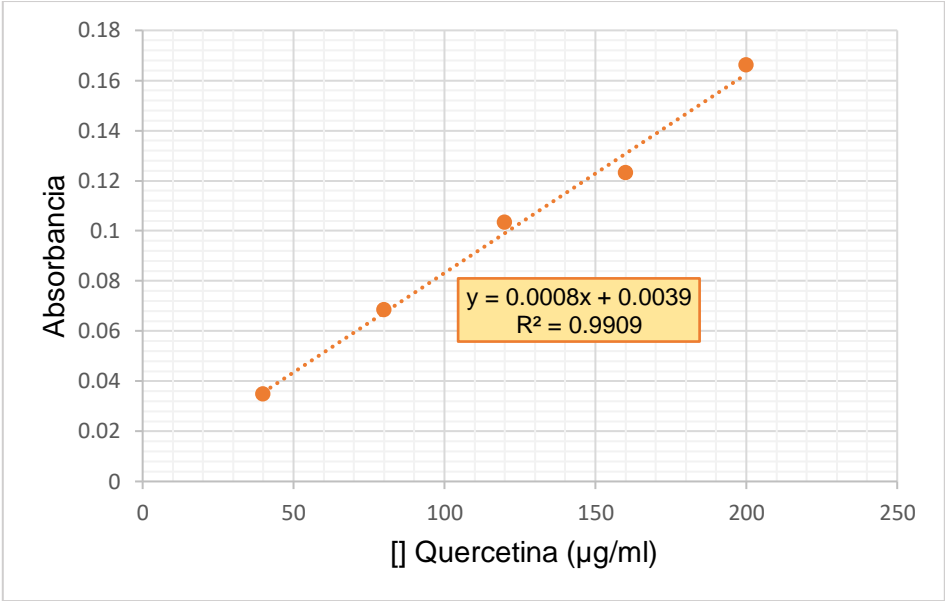
**Anexo 15.** Muestras para la cuantificación del contenido de fenoles totales del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.



**Anexo 16.** Diluciones de la quercetina para elaborar la curva de calibración para la cuantificación del contenido de flavonoides. Ayacucho 2022.



**Anexo 17.** Curva de calibración de la quercetina para la cuantificación del contenido de flavonoides. Ayacucho 2022.



**Anexo 18.** Muestras para la cuantificación del contenido de flavonoides del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf "hierba luisa". Ayacucho 2022.

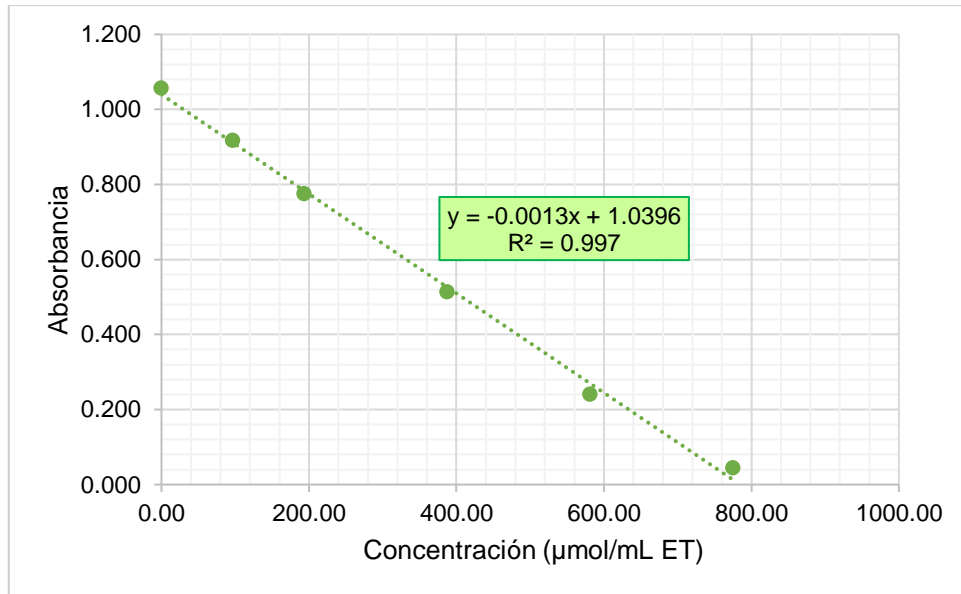


**Anexo 19.** Diluciones del radical DPPH para elaborar la curva de calibración del Trolox. Ayacucho 2022.

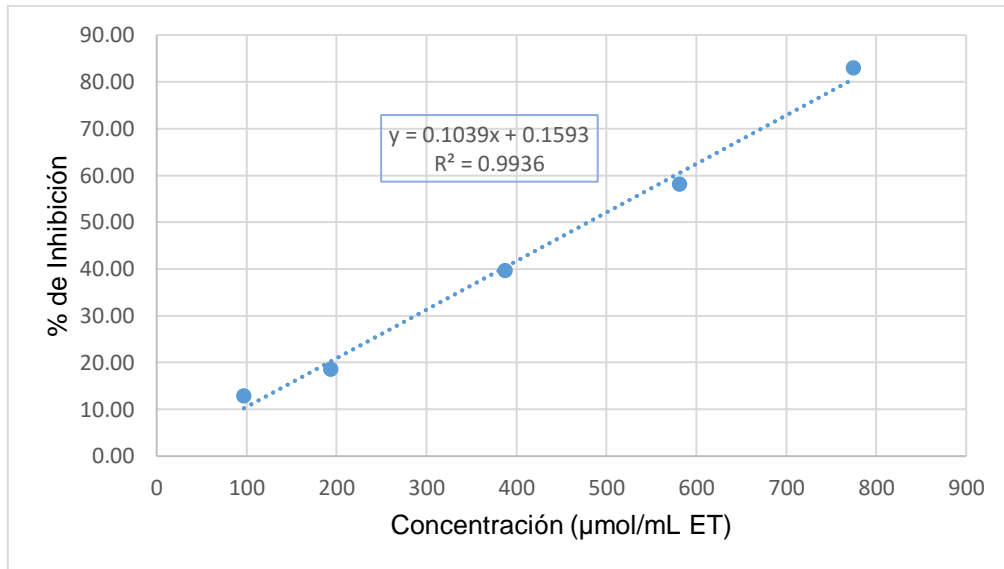




**Anexo 20.** Curva de calibración para la determinación de la actividad antioxidante según el método del DPPH con relación a las concentraciones del Trolox. Ayacucho 2022.



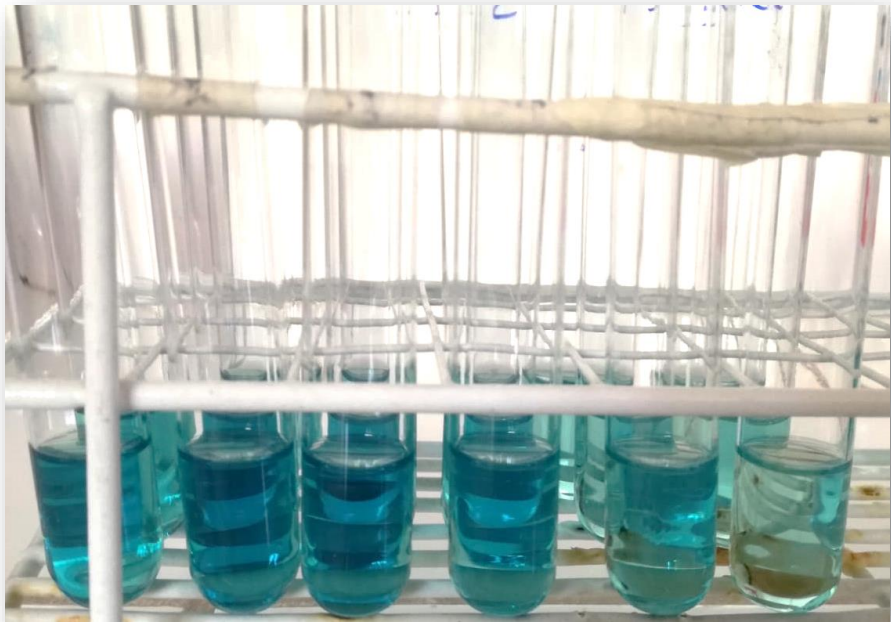
**Anexo 21.** Curva de calibración de la actividad antioxidante en función de las concentraciones de Trolox en el método DPPH. Ayacucho 2022.



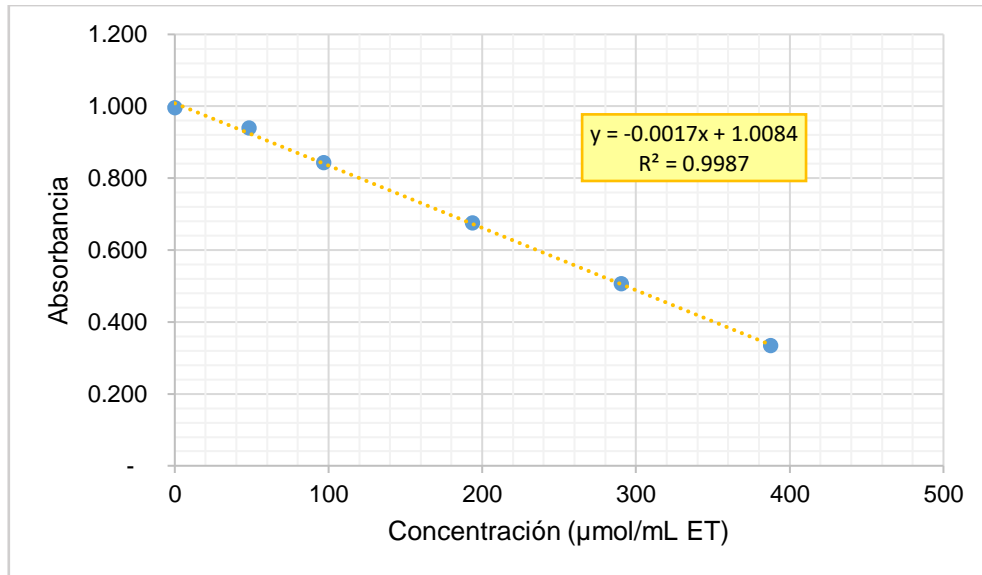
**Anexo 22.** Muestra para la cuantificación de la actividad antioxidante por el método DPPH del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.



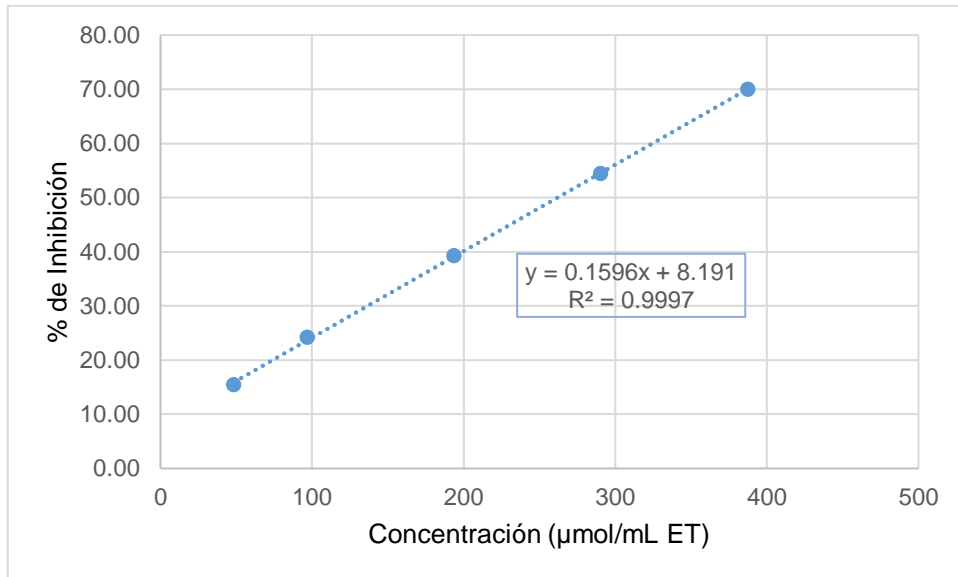
**Anexo 23.** Diluciones según el método del ABTS para elaborar la curva de calibración del Trolox. Ayacucho 2022.



**Anexo 24.** Curva de calibración para la cuantificación de la actividad antioxidante según el método ABTS con relación a las concentraciones de Trólox. Ayacucho 2022.



**Anexo 25.** Curva de calibración de la actividad antioxidante en función de las concentraciones de Trolox en el método ABTS. Ayacucho 2022.



**Anexo 26.** Muestras para la cuantificación de la actividad antioxidante por el método ABTS del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

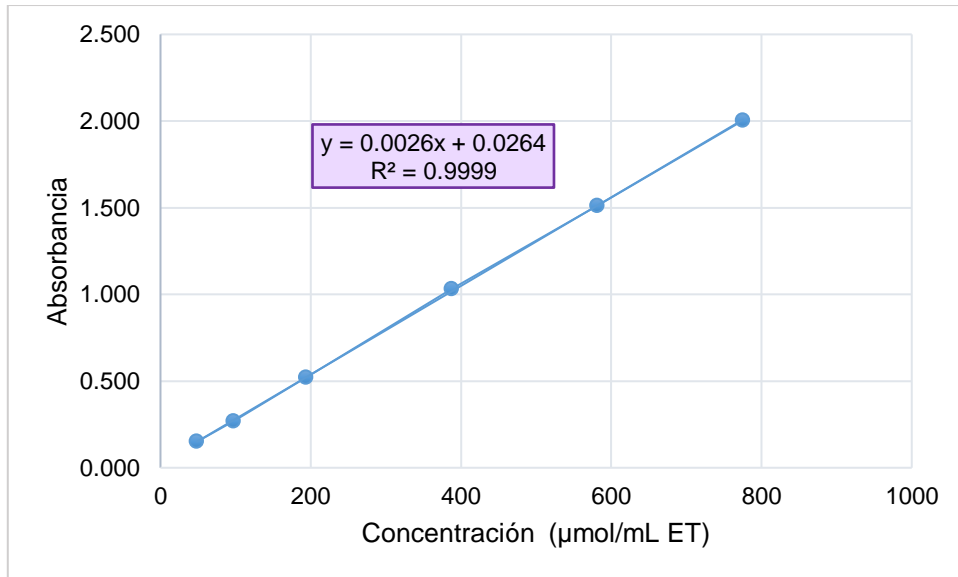


**Anexo 27.** Diluciones según el método FRAP para la elaboración de la curva de calibración del Trolox. Ayacucho 2022.





**Anexo 28.** Curva de calibración para la cuantificación de la actividad antioxidante; según el método de FRAP con relación a las concentraciones de Trolox. Ayacucho 2022.



**Anexo 29.** Cuantificación de la actividad antioxidante por el método de FRAP del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.



**Anexo 30.** Análisis de varianza del porcentaje de la actividad secuestradora del radical DPPH y ABTS del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

### ANOVA

PORCENTAJE DPPH

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11707,690	3	3902,563	2480,837	,000
Dentro de grupos	12,585	8	1,573		
Total	11720,274	11			

### ANOVA

PORCENTAJE ABTS

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2677,713	3	892,571	5057,298	,000
Dentro de grupos	1,412	8	,176		
Total	2679,125	11			

**Anexo 31.** Prueba de comparaciones múltiples de Tukey para determinar la diferencia significativa del porcentaje de la actividad secuestradora del radical DPPH y ABTS del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

### PORCENTJE.DPPH

HSD Tukey

CONCENTRACIÓN	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10	3	12,7967			
30	3		33,2733		
50	3			60,4467	
0,2 mg/mL Trolox	3				96,1667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

### PORCENTJ.ABTS

HSD Tukey<sup>a</sup>

CONCENTRACIÓN	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
10	3	29,7033			
20	3		47,7667		
30	3			58,6600	
0,1 mg/mL Trolox	3				70,2700
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3.000.

**Anexo 32.** Estadístico de la actividad antioxidante de FRAP del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2022.

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
FRAP	3	23,59	23,88	23,7233	,14640	,021
N válido (por lista)	3					

**Anexo 33.** Matriz de consistencia de la actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf “hierba luisa”. Ayacucho 2021.

TÍTULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	DISEÑO DE METOLOGIA
Actividad antioxidante del aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”. Ayacucho, 2021.	¿Tendrá actividad antioxidante el aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”?	<p><b>Objetivos Generales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la capacidad antioxidante del aceite esencial extraída de las hojas de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC) Stapf “hierba luisa”</li> </ul> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las características físico químicas del aceite esencial de “hierba luisa”.</li> <li>• Determinar el contenido de flavonoides y fenoles totales en el aceite esencial.</li> <li>• Determinar la actividad antioxidante del aceite esencial mediante los métodos de DPPH, ABTS y FRAP.</li> </ul>	<p><b>H<sub>1</sub>:</b> El aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> “hierba luisa” tiene actividad antioxidante que se encuentra en relación a su contenido de fenoles totales y flavonoides.</p> <p><b>H<sub>0</sub>:</b> El aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> “hierba luisa” no tiene actividad antioxidante.</p>	<p><b>Variable independiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aceite esencial de <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”</li> </ul> <p><b>Indicador:</b> Concentración mg/mL.</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividad antioxidante <i>Cymbopogon citratus</i> (DC). Stapf “hierba luisa”</li> </ul> <p><b>Indicador:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captación del radical libre de DPPH expresado como mmolET/mg de muestra.</li> <li>• Captación del radical libre ABTS expresado como mmolET/mg de muestra.</li> <li>• Captación reductora del hierro (FRAP) expresado como mmolET/mg de muestra.</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación</b></p> <p>Básico – descriptivo</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de investigación: cuantitativa – comparativo</li> </ul> <p><b>Población</b></p> <p><i>Cymbopogon citratus</i> “hierba luisa”, que crece en el valle de los suelos fértiles de la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho a una altitud de 2642 msnm.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>20 kg de hojas verdes de <i>Cymbopogon citratus</i> “hierba luisa”, recolectadas en la provincia de Huanta, departamento de Ayacucho.</p> <p><b>Métodos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención del aceite esencial.</li> <li>• Determinación del contenido de fenoles y flavonoides.</li> <li>• Determinación de la capacidad antioxidante: DPPH, ABTS Y FRAP.</li> </ul> <p><b>Análisis de datos:</b> Se realizará análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de diferencia múltiple de la significancia será evaluada al 95% de confianza (P&lt;0,05).</p>



**UNSCH**

**FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**DOCENTES INSTRUCTORES  
DEL SOFTWARE ANTIPLAGIO**



## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD PRIMERA INSTANCIA DE TRABAJO DE TESIS - 002 - 2023**

El suscrito docente – instructor responsable de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica designado por Resolución Decanal N° 0331 – 2022 – UNSCH – FCSA/D de fecha 03 de junio de 2022, deja constancia que el trabajo de tesis titulado: “**Actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. “hierba luisa”. Ayacucho, 2021.**”

Autor: Bach. **Rosmeri QUINTAS RIVERA**

Asesor: Profesor **Edwin Carlos ENCISO ROCA**

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **28 % de Índice de Similitud**.

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga es procedente conceder **la Constancia de Originalidad en Primera Instancia**.

Ayacucho, 26 de enero de 2023

Firmado  
digitalmente por  
Mg Enrique Javier  
AGUILAR FELICES  
Fecha: 2023.01.26  
22:40:59 -05'00'

**Mg. Enrique Javier AGUILAR FELICES**  
**Docente – Instructor**

cc. Archivo



**UNSCH**

FACULTAD DE  
CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE  
FARMACIA Y BIOQUÍMICA



**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD SEGUNDA INSTANCIA:**  
**TESIS DE PREGRADO**

(07-2023-EPFB-UNSCH)

La que suscribe, directora de escuela y docente instructor en segunda instancia de Tesis de Pregrado, luego de verificar la originalidad de la tesis de la Escuela profesional de Farmacia y bioquímica de la Facultad de Ciencias de la Salud, deja constancia que el trabajo de tesis titulado:

**Actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. “hierba luisa”. Ayacucho, 2021.**

**Presentado por: Bach. QUINTAS RIVERA, Rosmeri**

Ha sido sometido al análisis mediante el sistema TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de **27% índice de similitud**.

Por lo que, de acuerdo con el porcentaje establecido en el Artículo 13° del Reglamento de Originalidad de Trabajos de investigación de pregrado de la UNSCH, **ES PROCEDENTE** conceder la Constancia de originalidad en segunda instancia.

Ayacucho, 31 de enero del 2023

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA  
  
**Mg. Maricela López Sierralta**  
DIRECTORA

Docente. Instructor  
Segunda instancia

cc.  
Archivo.



# Actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. "hierba luisa". Ayacucho, 2021

*por Rosmeri Quintas Rivera*

---

**Fecha de entrega:** 30-ene-2023 09:06p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2002967290

**Nombre del archivo:** TESIS\_QUINTAS\_RIVERA\_Rosmeri.pdf (2.34M)

**Total de palabras:** 17310

**Total de caracteres:** 89347

# Actividad antioxidante del aceite esencial de *Cymbopogon citratus* (DC). Stapf. "hierba luisa". Ayacucho, 2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

13%

PUBLICACIONES

22%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	10%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repository.unad.edu.co Fuente de Internet	2%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	www.sabiia.cnptia.embrapa.br Fuente de Internet	1%
7	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	1%
8	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1%

9	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://www.scielo.org.pe">www.scielo.org.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://dspace.esPOCH.edu.ec">dspace.esPOCH.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://www.labome.org">www.labome.org</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://patents.google.com">patents.google.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://revistas.sqperu.org.pe">revistas.sqperu.org.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080">repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

21	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1 %
22	1library.co Fuente de Internet	<1 %
23	jbpr.in Fuente de Internet	<1 %
24	dspace.utpl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Catolica De Cuenca Trabajo del estudiante	<1 %
29	archive.org Fuente de Internet	<1 %
30	eujournal.org Fuente de Internet	<1 %
31	aprenderly.com Fuente de Internet	<1 %
32	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %

<1 %

---

33

renatiqa.sunedu.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

34

Submitted to Universidad de Costa Rica

Trabajo del estudiante

<1 %

---

35

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo