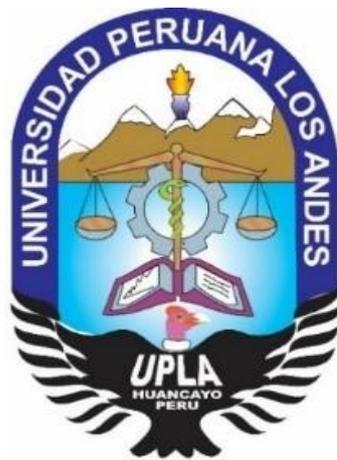


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD**



**TESIS**

**ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DEL *Aloe vera*  
“SÁBILA” Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN  
RELACIÓN AL PERFIL FITOQUÍMICO**

**Para Optar : EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
CIENCIAS DE LA SALUD, MENCIÓN: SALUD  
PÚBLICA**

**Autor : BACH. IVO ANTONY FIOROVICH ARCOS**

**Asesor : DR. PEDRO GONZALO RENGIFO GRATELLI**

**Línea de Investigación: Salud y Gestión de la Salud**

**HUANCAYO - PERÚ**

**2019**

# **JURADOS DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Dr. Juan Manuel Sánchez Soto  
Presidente

Dr. Washington Manuel Ordoñez Hospinal  
Miembro

Dra. Carmela Haydee Velásquez Ledesma  
Miembro

Mg. Fernando Polo Orellana  
Miembro

Dr. Jesús Armando Caveró Carrasco  
Secretario Académico

**ASESOR:**

**DR. PEDRO GONZALO RENGIFO GRATELLI**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por haberme dado la sabiduría, salud y la fortaleza espiritual de obtener otro triunfo personal, el sacrificio fue grande, pero tú siempre me diste la fuerza necesaria para continuar y lograrlo.

A mis Padres Marco y Juana y mi hermana Olenka, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mi esposa Araceli Córdova, siendo la mayor motivación en mi vida encaminada al éxito, fue el ingrediente perfecto para lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida, el poder haber culminado esta tesis con éxito.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Le doy gracias a mis padres y hermana por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi amor Araceli, por ser una parte muy importante de mi vida, por haberme apoyado en las buenas y en las malas, sobre todo por su paciencia y amor incondicional.

A mi asesor, Dr. Q.F. Pedro Gonzalo Rengifo Gratelli, por todo el apoyo brindado en la realización de mi proyecto, sus orientaciones y por impulsar el desarrollo de mi formación personal.

A mis Docentes Mtblgo. Jaime Martin Wester Campos y M. Sc. Br. Luis Artica Mallqui, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que me transmitieron para la realización y culminación de mi investigación.

## RECONOCIMIENTO

Agradezco infinitamente a la Universidad Peruana Los Andes, mi *alma mater* por brindarme todas las facilidades otorgadas y la autorización para realizar mi investigación. Esto me permitió adquirir nuevos conocimientos.

A la Universidad Nacional del Centro del Perú, mi agradecimiento por apoyarme en la utilización de sus laboratorios de Industrias Alimentarias para la extracción de mis muestras.

# ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
JURADOS	i
ASESOR	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RECONOCIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	Xii

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1	Planteamiento del problema	13
	1.1.1 Formulación del problema	16
	A. Problema general	16
	B. Problemas específicos	16
1.2	Objetivos	16
	1.2.1 Objetivo general	16
	1.2.2 Objetivos específicos	16
1.3	Justificación	17
	1.3.1 Teórica	17
	1.3.2 Social	17
	1.3.3 Metodológica	18

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

2.1	Antecedentes de estudio	19
2.2	Base teórica	22
2.3	Definición de términos	42

2.4	Sistema de variables	44
2.4.1	Variable 1	44
2.4.2	Variable 2	44

### **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

3.1	Tipo de investigación	46
3.2	Diseño de la investigación	46
3.3	Lugar y periodo de la investigación	46
3.4	Población y muestra	47
3.4.1	Criterios de inclusión	47
3.4.2	Criterios de exclusión	47
3.5	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	48
3.5.1	Métodos y técnicas	48
3.5.2	Instrumentos	48
3.6.	Validación de los instrumentos de recolección de datos	48
3.7	Procesamiento de datos	48
3.7.1	Descripción de las características etnobotánicas de <i>A. vera</i> “Sábila”	48
3.7.2	Determinación del perfil fitoquímico de <i>A. vera</i> “Sábila”	49
3.7.3	Determinación de la actividad antioxidante total de <i>A. vera</i> “Sábila”	51
3.8	Análisis estadístico	53
3.8.1	Análisis descriptivo	53

### **CAPÍTULO IV RESULTADOS**

4.1	Identificación de las características etnobotánicas de <i>A. Vera</i> “Sábila”	54
4.2	Determinación del perfil fitoquímico de <i>A. vera</i> “Sábila”	56
4.3	Determinación de la actividad antioxidante total de <i>A. vera</i> “Sábila”	59

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

5.1 Discusión	61
CONCLUSIONES	65
RECOMENDACIONES	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS	77
Nº1 Matriz de consistencia	78
Nº2 Matriz de operacionalización de variables	80
Nº3 Identificación taxonómica de la especie vegetal	81
Nº4 Instrumento de recolección de datos	82
Nº5 Cuestionario encuesta	83
Nº6 Validación de los Instrumentos de recolección de datos	85
Nº7 Formulario de consentimiento informado	90
Nº8 Diagrama experimental para la obtención del extracto de sábila	91
Nº9 Galería fotográfica de la preparación del agua y materiales	92
Nº10 Galería fotográfica de la preparación del perfil fitoquímico	93
Nº11 Galería fotográfica de las pruebas cualitativas fitoquímicas	94

## ÍNDICE DE TABLAS

		<b>Página</b>
Tabla N°1.	Clasificación botánica de <i>Aloe vera</i>	24
Tabla N°2.	Características fitoquímicas del extracto de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en Huancayo	56
Tabla N°3.	Características fitoquímicas del gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en Huancayo	57
Tabla N°4.	Contenido de fenoles en gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en Huancayo	57
Tabla N°5.	Contenido de antraquinonas en gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en Huancayo	58
Tabla N°6.	Contenido de flavonoides en gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en Huancayo	58
Tabla N°7.	Caracterización de la actividad antioxidante del gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila” mediante el radical DPPH	59
Tabla N°8.	Caracterización de la actividad antioxidante del gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila” mediante el radical ABTS	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura N°1. Planta de <i>Aloe vera</i>	23
Figura N°2. Interior de una hoja de <i>Aloe vera</i> (A) y sus partes principales (B)	24
Figura N°3. Algunos metabolitos secundarios aislados de <i>A. vera</i>	32
Figura N°4. Estructura básica de una cumarina	37
Figura N°5. Estructura general de una antraquinona	42
Figura N°6. Parte de la planta de “Sábila” más utilizada por pobladores de Huancayo	54
Figura N°7. Principales formas de preparación de la “Sábila” por pobladores de Huancayo	55
Figura N°8. Enfermedades o afecciones tratadas con “Sábila” por pobladores de Huancayo	55
Figura N°9. Actividad antioxidante del gel de <i>A. vera</i> “Sábila” mediante el radical DPPH	59
Figura N°10. Actividad antioxidante del gel de <i>A. vera</i> “Sábila” mediante el radical ABTS	60

## RESUMEN

La investigación determinó las características etnofarmacológicas y actividad antioxidante que presenta *Aloe vera* “Sábila” en relación a su perfil fitoquímico, fue un estudio básico, transversal, prospectivo, de nivel descriptivo; cuya población fue el total de *A. vera* “Sábila” comercializada en Huancayo durante el periodo de estudio. Se trabajó con 20 kg de ejemplares escogidos mediante muestreo no probabilístico intencional procedentes de siete zonas de recolección; con tres fechas de muestreo y 21 controles. Se emplearon métodos y técnicas de análisis instrumental para evaluar el perfil fitoquímico y para determinar la actividad antioxidante a partir de extractos del mucílago de las hojas de “Sábila”. Mediante la aplicación de un cuestionario encuesta, validado por juicio de expertos, se identificaron las características etnobotánicas del uso de *A. vera* encontrando que mayormente se emplea la pulpa de la hoja (89%) consumida en forma de jugo (78,5%) para el tratamiento de trastornos hepáticos (10,29%). El perfil fitoquímico demostró mayor presencia de glucósidos de saponina y quinonas en todos los tipos de extractos, alta evidencia de mucílago en el extracto acuoso, sin hallarse alcaloides, resinas ni glucósidos cianogénicos en ningún tipo de extracto, a diferencia de aquellos hidroalcohólicos y metanólicos. La muestra N°7 presentó mayor contenido de polifenoles (668,693), en N°1 hubo mayor concentración de terpenoides (0,265), mientras que la N°4 tuvo mayor presencia de flavonoides (84,917). El análisis de la actividad antioxidante mostró variaciones de 67,100% de inhibición de radicales libres en promedio hasta un máximo de 77.221 % según el radical DPPH.

**Palabras clave:** Etnofarmacológico, *Aloe vera*, perfil fitoquímico, actividad antioxidante.

## ABSTRACT

The investigation determined the ethnopharmacological characteristics and antioxidant activity that *Aloe vera* "Sábila" presents in relation to its phytochemical profile, it was a basic, transversal, prospective, descriptive level study; whose population was the total of *A. vera* "Aloe" marketed in Huancayo during the study period. We worked with 20 kg of specimens chosen through intentional non-probabilistic sampling from seven collection areas; with three sampling dates and 21 controls. Instrumental analysis methods and techniques were used to evaluate the phytochemical profile and to determine the antioxidant activity from extracts of the mucilage of the "*Aloe vera*" leaves. By applying a survey questionnaire, validated by expert judgment, the ethnobotanical characteristics of the use of *A. vera* were identified, finding that the pulp of the leaf (89%) consumed in the form of juice (78.5%) is mostly used for the treatment of liver disorders (10.29%). The phytochemical profile showed a greater presence of saponin and quinone glycosides in all types of extracts, high evidence of mucilage in the aqueous extract, without finding alkaloids, resins or cyanogenic glycosides in any type of extract, unlike those hydroalcoholic and methanolic. Sample N°7 had a higher polyphenol content (668,693), in N°1 there was a higher concentration of terpenoids (0.265), while N°4 had a greater presence of flavonoids (84,917). The analysis of the antioxidant activity showed variations of 67,100% inhibition of free radicals on average up to a maximum of 77,221% according to the DPPH radical.

**Key words:** Ethnopharmacological, *Aloe vera*, phytochemical profile, antioxidant activity.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

En nuestra región se presentan diferentes ecosistemas en los que se desarrollan una gran variedad de plantas, las cuales son empleadas para múltiples aplicaciones ornamentales, tradicionales, gastronómicas y terapéuticas conocidas.

“Las especies del género Aloe han sido usadas desde hace más de 5000 años en medicina tradicional principalmente por las civilizaciones egipcia y mediterránea. En medicina popular se les atribuyen muchos beneficios, entre los que destacan la inhibición del dolor y alergia, efecto antiinflamatorio, disminución de la retención de líquidos y olores de sudoración, contención de hemorragias, cicatrización de heridas y regeneración celular; capacidad antiparasitaria, antibacteriana y antimicótica en el tracto intestinal, alivio de la

tensión intestinal ayudando al peristaltismo, hidratación de la piel, aumento del flujo sanguíneo, eliminación de toxinas y tejidos muertos”.<sup>1</sup>

Además, teniendo en cuenta que muchas especies vegetales pueden tener potencial para desarrollar nuevos medicamentos en el tratamiento de diversas enfermedades, resulta de suma importancia la realización de un estudio que recopile los conocimientos acerca de *Aloe vera* “*Sábila*”, lo cual conducirá al desarrollo de posteriores estudios de nivel científico en todos sus aspectos.

Por otro lado, las enfermedades crónicas degenerativas son un problema de salud pública, siendo uno de los factores que contribuyen a incrementarlas la generación de radicales libres, caracterizados por ser especies reactivas del oxígeno como el anión superóxido ( $O_2^-$ ), el radical hidroxilo (OH) y los radicales peroxilo ( $ROO^\cdot$ ), razón por la cual es importante buscar alternativas para mejorar la calidad de vida de pacientes con dichos padecimientos.

El daño que generan se relaciona con el origen y desarrollo de ciertas enfermedades de carácter crónico, asociadas con el estrés oxidativo, como cáncer, enfermedades coronarias, artritis reumatoide, diabetes, enfermedad crónica del tracto digestivo, Alzheimer y otros desórdenes neurológicos; cuyo impacto negativo sobre la calidad de vida, así como su elevada incidencia las convierten en la principal preocupación de los sistemas de atención a la salud a nivel mundial.<sup>2-4</sup>

“Los antioxidantes naturales son sustancias capaces de prevenir o inhibir el proceso de oxidación en el cuerpo humano, así como en los productos alimenticios, con un rol muy importante en el sistema de defensa del cuerpo humano, protegiendo contra el daño causado por las especies reactivas de oxígeno (ROS), bioproductos dañinos generados durante la respiración de las células aeróbicas que pueden oxidar biomoléculas hasta llegar a la muerte de celular y causar daño tisular”.<sup>5,6</sup>

“Se encuentran en casi todas las partes de las plantas, ya que las protegen contra lesiones del tejido, oxidándose y combinándose con otros componentes, también pueden servir como defensa contra herbívoros; siendo los polifenoles el grupo más numeroso de componentes antioxidantes que están presentes en frutas, vegetales, semillas leguminosas, granos, té, hierbas, especias y vinos”.<sup>7,8</sup> Se cree que algunas dietas, especialmente aquellas basadas en el uso de plantas medicinales, aumentan la defensa antioxidante del organismo evitando el daño oxidativo y de ésta forma previenen o disminuyen la presencia de las enfermedades relacionadas con la presencia de las ROS.<sup>9</sup>

“Los antioxidantes provenientes de fuentes naturales son preferidos por los consumidores debido a la actual preocupación por los efectos tóxicos y carcinogénicos presentes en aquellos procedentes de fuentes sintéticas.<sup>10</sup> Los más comunes que se encuentran en vegetales son las vitaminas C y E, carotenoides, flavonoides y compuestos fenólicos. El ácido ascórbico y los compuestos fenólicos son conocidos como antioxidantes hidrofílicos, mientras que los carotenoides son conocidos como antioxidantes lipofílicos”.<sup>11</sup>

### 1.1.1 Formulación del problema

#### A. Problema general

¿Qué características etnofarmacológicas y actividad antioxidante presenta *Aloe vera* “Sábila” en relación a su perfil fitoquímico?

#### B. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características etnobotánicas de *Aloe vera* “Sábila” comercializada en la provincia de Huancayo?
- ¿Cuál es el perfil fitoquímico de *Aloe vera* “Sábila”?
- ¿Cuál es la actividad antioxidante total de *Aloe vera* “Sábila”?

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Determinar las características etnofarmacológicas y actividad antioxidante que presenta *Aloe vera* “Sábila” en relación a su perfil fitoquímico.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Describir las características etnobotánicas de *Aloe vera* “Sábila” comercializada en la provincia de Huancayo.
- Determinar el perfil fitoquímico de *Aloe vera* “Sábila”

- Determinar la actividad antioxidante total de *Aloe vera* “Sábila”.

### **1.3 Justificación**

#### **1.3.1 Teórica**

Los antioxidantes son sustancias que cuando están presentes en las plantas medicinales o en el cuerpo a concentraciones bajas, comparadas con las de un sustrato oxidable, retardan o previenen su oxidación; por lo que han sido utilizados para atenuar el deterioro de la calidad de los productos y mantener su valor biológico. También tienen importancia en la salud ya que ayudan al cuerpo a protegerse contra el daño causado por especies reactivas del oxígeno (ROS) y las consecuentes enfermedades degenerativas.

Por ello, esta investigación permitió enriquecer el conocimiento acerca de las características fitoquímicas y antioxidantes que presentan los ejemplares de *A. vera* comercializada en la provincia de Huancayo, con la finalidad de resaltar su importancia terapéutica.

#### **1.3.2 Social**

En la zona andina se cultivan muchas plantas medicinales, entre las que se encuentra la “Sábila”, que se consume principalmente en forma natural sin mayor grado de procesamiento, cuya revalorización de esta planta medicinal así como de sus componentes vegetales, es poco conocida o desconocida fuera de sus regiones de origen. En tal sentido, será de gran

beneficio para la población de la región central del país, conocer la calidad química, fitoquímica y antioxidante con la finalidad de incrementar y promover su uso para prevenir o controlar las enfermedades degenerativas.

Por otro lado, dentro del desarrollo sostenible ambiental, la reutilización de los residuos vegetales, permite que la industria farmacéutica otorgue un valor agregado a los desechos; evitando de este modo la polución ambiental. La potencial transferencia del resultado de esta investigación hacia la industria cosmética y farmacéutica permitirá su incorporación a productos cosméticos y nutracéuticos que la población requiere, especialmente niños y adultos mayores, mejorando así su estado nutricional, de salud y por ende su calidad de vida.

### **1.3.3 Metodológica**

En el presente trabajo se aplicaron diversos métodos y técnicas de uso frecuente en las investigaciones en el campo de la química y bioquímica de sistemas vegetales, las cuales se encuentran validadas. La evaluación de la actividad antioxidante de los extractos se realizó a través del método DPPH en las condiciones descritas por Chu Y. y col., (2002),<sup>12</sup> considerando la desnaturalización de las moléculas termosensibles. Así mismo, se tuvo en cuenta el manejo estadístico de las muestras, empleando un diseño aleatorio con el objeto de optimizar variables de evaluación que proporcionen los valores máximos en rendimiento de extraíbles, polifenoles y actividad antioxidante en los extractos de los distintos componentes analizados; incluyendo sólo aquellos efectos que resultaron significativos a un nivel de confianza del 95%.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de estudio

Domínguez R. y col. (2012),<sup>13</sup> en el estudio sobre el gel de *Aloe vera* resalta su importancia y usos en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética; así mismo, la parte que más se usa de esta planta es el gel, debido a sus propiedades funcionales, antioxidantes y terapéuticas. Un adecuado aprovechamiento de la planta, está asociado al contenido de sus componentes bioactivos, microestructura y los métodos para preservar y estabilizar los productos obtenidos a partir del gel.

Anirban R. y col. (2013),<sup>14</sup> en una descripción actualizada de *Aloe vera* indican que es un arbusto perenne suculento de la familia Asphodelaceae (comúnmente conocido como "Curandero natural", "Lirio del desierto",

"Planta de la inmortalidad", "Planta milagrosa", " La Varita del Cielo", etc.), con inmensos usos terapéuticos, así como en industria cosmética y alimentaria. La planta es la fuente de dos productos: gel y látex obtenidos de sus hojas carnosas; teniendo en cuenta los usos farmacológicos y otros usos potenciales de *A. vera*, se está realizando una visión general actualizada sobre las especies que involucran todos los aspectos esenciales para proporcionar la información necesaria a los investigadores para la utilización efectiva de las especies en el bienestar humano.

Di Scala K. y col. (2013),<sup>15</sup> analizaron las propiedades químicas y físicas del gel de *Aloe barbadensis* Miller almacenado post procesamiento a elevada presión hidrostática, encontrando que las características del gel presurizado mostraron cambios significativos después del período de almacenamiento. El contenido fenólico más elevado se encontró a 550 MPa; con disminución en su capacidad antioxidante en comparación a la muestra de control ( $p < 0,05$ ). Los menores cambios en el color se observaron a presiones entre 150 y 250 MPa. La aplicación de elevada presión hidrostática resultó en una menor firmeza del gel, cuyo valor más bajo se encontró a 150 MPa ( $p < 0,05$ ). La muestra no tratada demostró mayor disminución en la firmeza, indicando que el procesamiento a alta presión preserva esta propiedad. La aplicación de alta presión hidrostática exhibió modificaciones en la matriz alimenticia, evaluada en términos de relación de rehidratación y capacidad de retención de agua.

Vidic D. y col. (2014),<sup>16</sup> analizaron el perfil fenólico, flavonoides totales y actividad antioxidante a partir de extractos etanólicos de cáscaras de

las hojas y gel de Aloe spp. En comparación con un producto comercial a base de *Aloe vera*; encontrando que el extracto de cáscara tuvo contenido fenólico y de flavonoides total más alto (7,99 mg y 9,17 mg, respectivamente); el menor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides se observó en extracto de gel. Los ensayos *in vitro*, determinados por el 1,1-difenil-2-picrilhidrazilo (DPPH) y 2,2'-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico (ABTS) revelaron que todos los extractos mostraron baja actividad antioxidante en comparación con quercetina y timoquinona como estándares. La mejor actividad antioxidante se encontró en la cáscara, presentando correlación con el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides.

Muthukumaran P. y col. (2018),<sup>17</sup> realizaron estudios sobre el contenido total de fenoles y flavonoides de *Aloe vera* procesada por membrana. En el cribado fitoquímico preliminar se analizaron cualitativamente fenoles, taninos, saponinas, flavonoides, esteroides, terpenoides; cuyos resultados de la evaluación fitoquímica con 10 kDa MWCO, demostraron contenido fenólico de 0,07 y 0,03 mg de equivalente de ácido gálico (GAE)/g.

Del mismo modo, a 30 kDa el contenido fenólico total de MWCO fue de 0,05 – 0,027 mg GAE/g a 0,2 – 0,8 tmp. En contenido total de flavonoides en la caja fue de 0,05 - 0,01 mg de quercetina/g en 10 kDa de MWCO y de 0,033 - 0,013 mg Quercetina/g en 30 kDa MWCO, respectivamente.

## 2.2 Base teórica

### A. *Aloe vera*

#### 1. Características generales

“El Aloe es un género de plantas que abarca más de 400 especies. Suelen tener tallos cortos, hojas carnosas lanceoladas que se disponen formando rosetones en el extremo apical de los tallos y flores tubulares de color rojo o amarillo agrupadas en densos ramilletes. La altura varía de unas especies a otras, desde algunos centímetros hasta más de 9 metros. Se cultivan mucho como plantas de jardín y en maceta”.<sup>18</sup>

“La planta de *Aloe vera* (Figura N°1) presenta aspecto suculento, el rizoma es largo y el tallo es corto, en torno al cual se agrupan un rosetón de hojas que pueden formar de 12 a 16 niveles. Su tamaño puede variar de 30 cm a 3 m dependiendo de la variedad. Las hojas son finamente lanceoladas de 30 a 60 cm de longitud; son turgentes, verdes, márgenes con dientes espinosos separados. Las flores pueden ser amarillas, anaranjadas, púrpuras y rojas dependiendo de la variedad y de 2,5 cm de largo”.<sup>19</sup>

“Presentan androceo regular y simétrico, sépalos y pétalos generalmente de color semejante. Los estambres son seis, poco más o menos del largo del periantio con filamentos delgados y anteras oblongas. El ovario es sésil, trilobulado: los óvulos son numerosos en cada cavidad del ovario. El fruto es capsular, las semillas son numerosas

y negras. Las plantas alcanzan su madurez alrededor de los cuatro años de edad y pueden llegar a vivir alrededor de unos doce años”.<sup>20</sup>

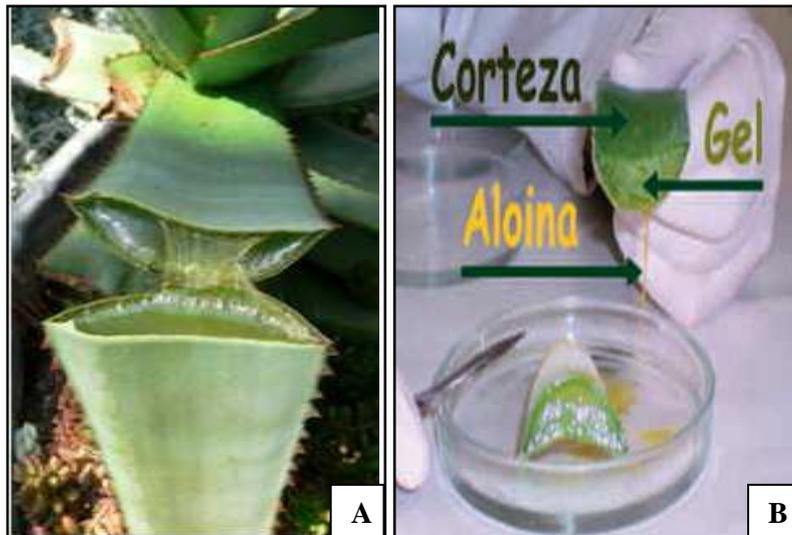


Fuente: Alonso J. (2004)<sup>21</sup>

**Figura N°1.**

**Planta de *Aloe vera***

“*A. vera* es una planta perenne y xerofítica, la primera porque se desarrolla a largo plazo y la segunda porque se adapta a vivir en áreas de poca disponibilidad de agua y se caracteriza por poseer tejidos para el almacenamiento de agua, por lo tanto, prefiere las condiciones áridas muy secas. La planta contiene dos materiales separados del jugo, un látex amarillo (exudado), extraído de los paquetes vasculares en la ensambladura entre la corteza y los prendedores y un gel mucilaginoso transparente, sacado de la pulpa interna (Figura N°2). En la Tabla N°1 se puede observar su clasificación botánica”.<sup>22</sup>



Fuente: Alvarez K. y Varón J. (2006)

**Figura N°2.**

**Interior de una hoja de *Aloe vera* (A) y sus partes principales (B)**

**Tabla N°1.**

**Clasificación botánica de *Aloe vera***

<b>Reino</b>	Plantae
<b>División</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Liliopsida
<b>Subclase</b>	Liliidae
<b>Orden</b>	Asparagales
<b>Familia</b>	Asphodelaceae
<b>Subfamilia</b>	Asphodeloideae
<b>Género</b>	Aloe
<b>Especie</b>	<i>Aloe vera</i> (L.) Burm F.
<b>Nombre común</b>	Sábila

Fuente: Álvarez K. y Varón J. (2006)

## 2. Producción mundial

“De las más de 400 especies de *A. vera* que existen, actualmente sólo se comercializan, *A. barbadensis* Miller y *A. aborescens* que son las más conocidas<sup>24,25</sup>. La planta del género *Aloe* crece en áreas tropicales y no puede sobrevivir a temperaturas de congelación.<sup>23</sup> En Estados Unidos, la mayor parte es cultivada en el Valle del Río Grande del sur de Tejas, en Florida y en el sur de California. Internacionalmente, se puede encontrar en México, en los países a lo largo del pacífico, la India, América del sur, América central, el Caribe, África y Australia. Los mercados más atractivos para productos derivados son los Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Alemania, Italia, Canadá, Japón, España, Suecia y Corea”.<sup>24</sup>

“El uso comercial original de esta planta radica en la producción de una sustancia celuloide llamada Aloína, una savia amarilla usada durante muchos años como laxante (Figura N°2). Este producto se convirtió en un sinónimo del nombre aloe y se registró en el campo comercial, técnico y gubernamental a principios del siglo XX. Esta terminología creó mucha confusión cuando el otro ingrediente principal, el gel semisólido transparente, fue estabilizado y puesto a la venta. A comienzos de los años 50, este gel había ganado importancia en la producción de bebidas nutritivas, crema hidratante, agente curativo en cosméticos y medicamentos”.<sup>25</sup>

“La industria basada en productos obtenidos a partir de *A. vera* en la actualidad cuenta con mucha fuerza, existen empresas dedicadas a la elaboración de todo tipo de derivados para diferentes áreas: alimenticia, farmacológica, cosmética, entre otras; comercializándose diversos subproductos a base de aloe: concentrados para bebidas, acondicionadores y shampoo, cremas para manos y cuerpo, jugos, cosméticos, gel liofilizado, entre otros”.<sup>26</sup>

### **3. Generalidades sobre su cultivo<sup>27</sup>**

“Los cultivos de *A. vera* crecen en alturas de 400 a 2500 msnm, aunque en algunas regiones se obtienen buenos rendimientos en plantaciones a alturas inferiores a 400 msnm, presentando un alto rango de adaptabilidad frente a diferentes condiciones ambientales; con climas desde tropicales y subtropicales hasta desérticos”.

“Se establecen perfectamente en áreas con temperaturas medias anuales de 18 a 25°C con una precipitación media anual de 400 a 800 mm; encontrándose en sitios hasta de 200 mm al año, donde su desarrollo es más lento. Aunque esta planta puede encontrarse en bosques ecuatoriales, climas templados y montañas, se adapta bien a zonas de pronunciada sequía, a la intensidad de los rayos solares y suelos con altas concentraciones de sales, condiciones que caracterizan a grandes superficies localizadas en las zonas áridas y semiáridas”.

“La sábila, se desarrolla en suelos de roca de origen sedimentario, principalmente en calizas y conglomerados; puede crecer en suelos someros, pedregosos y poco profundos, escasos en materia orgánica, bien drenados, con pH que va de alcalino a neutro o ligeramente ácido y de diferentes texturas. Aunque se puede establecer y sobrevivir en suelos pobres, los suelos ideales para el crecimiento de la sábila deben ser profundos, con buen drenaje, de textura media, preferentemente franco-arenosos y de un pH ligeramente alcalino”.

Es una planta que se propaga en forma sexual y asexual. La reproducción sexual es menos eficaz y poco utilizada. Consiste en depositar las semillas en suelos arenosos, bien drenados, teniendo lugar la germinación en un lapso de 3 a 4 semanas, a una temperatura de 20°C. La reproducción asexual consiste en cortar las hojas grandes más viejas de la planta y trozarlas en pedazos de 10 cm, se dejan suberizar para que al plantarlas no se pudran. Este método es conocido como “estaca de hoja”.

#### **4. Usos de *Aloe vera***

“Históricamente este vegetal ha sido utilizado en la medicina tradicional para el tratamiento de muchas enfermedades. Es conocido como un buen antiinflamatorio, gracias a la acción de la manosa-6-fosfato presente en su gel y como un poderoso cicatrizante del tejido epitelial, debido a la actividad de sus aminoácidos que estimulan la producción de nuevas células y a la habilidad de sus enzimas para

promover la regeneración de la piel”.<sup>28</sup> “El gel de *A. vera* es usado en el tratamiento de heridas, quemaduras e irritaciones en la piel en general, con una extensa aplicación en la industria cosmética donde es considerado como un emoliente efectivo, tanto para la piel como para el cabello”.<sup>29</sup>

“El uso del *A. vera* ha sido descrito en el campo de la medicina veterinaria, ya que el extracto del gel ha sido usado en el tratamiento de muchos animales en casos externos tales como alergias, abscesos, infecciones por hongos, varios tipos de inflamaciones, dolores y comezón.<sup>30</sup> En numerosos estudios se ha reportado el uso del aloe en la cura de las úlceras gástricas, problemas gastrointestinales y de riñones, gracias a su efecto antiséptico. Muchas evidencias científicas sugieren además que *A vera* incrementa la fuerza de la contracción cardíaca decreciendo los niveles de colesterol y triglicéridos, revirtiendo desordenes cardiovasculares y estimulando la regeneración celular”.<sup>31</sup>

“Estudios recientes indican que *A. vera* puede usarse en el tratamiento de enfermedades como el VIH-SIDA. Esto es atribuido a las propiedades antivirales e inmunológicas de un grupo de polisacáridos que actúan directamente en las células del sistema inmunológico, activando y estimulando macrófagos, monocitos, anticuerpos y células-T.<sup>32</sup> Así mismo, el aloe se ha usado en tratamientos del cáncer, donde ha demostrado que tiene un efecto positivo en la inhibición de crecimiento de tumores”.<sup>33</sup>

“Investigaciones realizadas en España revelaron que el gel de la planta tropical puede usarse como una capa que además de ser comestible, protege la calidad de las frutas frescas. El gel, que al parecer no afecta el gusto ni la apariencia de los alimentos, promete ser una alternativa natural segura frente a los preservativos sintéticos”.<sup>34</sup>

## 5. Composición química de la hoja de *Aloe vera*<sup>35-37</sup>

“La planta contiene entre el 99 y 99,5% de agua con un pH promedio de 4,5. La materia sólida remanente contiene aproximadamente 75 ingredientes diferentes donde se incluyen vitaminas, minerales, enzimas, azúcares, antraquinonas o compuestos fenólicos, lignina, saponinas, esteroides, aminoácidos y ácido salicílico. Entre los principales componentes hallados” destacan:

**a. Vitaminas.-** “La planta contiene muchas vitaminas, excluyendo la vitamina D pero incluye importantes antioxidantes como las vitaminas A, C y E. Vitamina B (Tiamina), niacina, vitamina B2 (riboflavina), colina y ácido fólico, están también presentes. Algunas autoridades sugieren que también contiene trazas de vitamina B<sub>12</sub>”.

**b. Enzimas.-** “Cuando es tomada oralmente, varios de estos catalizadores bioquímicos, tales como la amilasa y lipasa, pueden ayudar en la digestión rompiendo grasas y azúcares. Una importante enzima, una carboxipeptidasa, inactiva la bradykinina (hormona que produce dolor asociado con vasodilatación durante el proceso

inflamatorio) y produce un efecto antiinflamatorio. Por tanto, su hidrólisis reduce el dolor y vasodilatación, de allí su efecto analgésico”.

**c. Minerales.-** “Se encuentran en la planta: sodio, potasio, calcio, magnesio, manganeso, cobre, zinc, hierro y cromo. El lactato de magnesio inhibe la descarboxilación de la histidina y previene la formación de la histamina del aminoácido histidina. La histamina es liberada en muchas reacciones alérgicas y causa intensa picazón y dolor. La prevención de su formación podría explicar el efecto antipurítico de *A. vera*”.

**d. Azúcares.-** “Los azúcares se encuentran en el mucílago o gel y forman el 25% de la fracción sólida donde hay presencia de mono y polisacáridos. Los más importantes son los polisacáridos de cadena larga que están constituidos por la glucosa y la manosa, conocidos como glucomananos”.

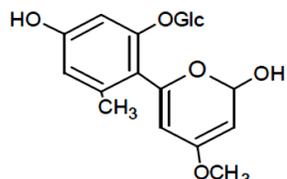
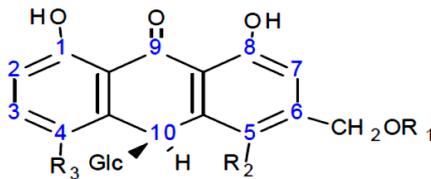
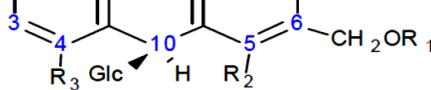
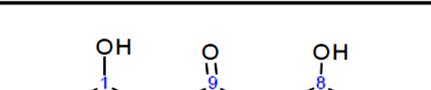
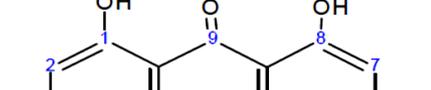
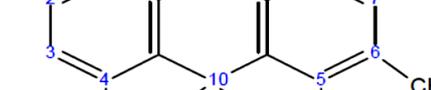
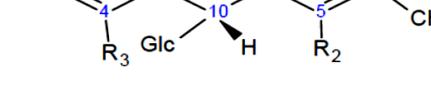
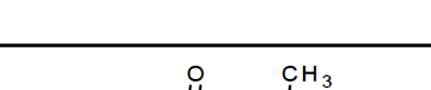
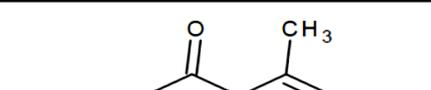
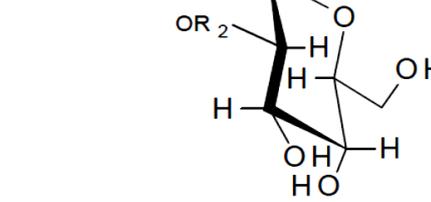
**e. Saponinas.-** “Las saponinas son glicósidos de esteroides o de triterpenoides, llamadas así por sus propiedades como las del jabón. Las plantas contienen saponinas muy diversas, entre ellas la acacia, la saponaria o jabonera, el castaño de Indias y muchas otras. Ciertos azúcares y saponinas son materias primas utilizadas en la síntesis de

hormonas esteroides. Estas sustancias jabonosas forman el 3% del gel y son en general limpiadoras, teniendo propiedades antisépticas”.

**f. Ácido salicílico.-** “Se puede encontrar en el mucilago. Este es el compuesto de la común “Aspirina” el cual posee propiedades anti-inflamatorias y anti-bacteriales”.

**g. Aminoácidos.-** “*A. vera* provee 20 de los 22 aminoácidos necesarios requeridos por el cuerpo humano y 7 de los 8 aminoácidos esenciales, los cuales el cuerpo no puede sintetizar. Estos deben ser ingeridos en la alimentación diaria. Las proteínas formadas por estos aminoácidos tienen efectos que inhiben el crecimiento de tumores y úlceras e incrementan la proliferación normal de las células de la piel humana”.

Otros metabolitos aislados de *A. vera* se muestran en la Figura N°3.

Nombre	Estructura
Aloenina	
Aloína A (R <sub>1</sub> : H; R <sub>2</sub> : H; R <sub>3</sub> : H; C <sub>10</sub> : S)	
Aloinosido A (R <sub>1</sub> : α-L-Rhamnosil; R <sub>2</sub> : H; R <sub>3</sub> : H; C <sub>10</sub> : S)	
Aloína B (R <sub>1</sub> : H; R <sub>2</sub> : H; R <sub>3</sub> : H; C <sub>10</sub> : R)	
4-Hidroxialoína (R <sub>1</sub> : H; R <sub>2</sub> : OH; R <sub>3</sub> : H)	
5-Hidroxialoína (R <sub>1</sub> : H; R <sub>2</sub> : H; R <sub>3</sub> : OH; C <sub>10</sub> : R)	
Aloinosido B (R <sub>1</sub> : α-L-Rhamnosil; R <sub>2</sub> : H; R <sub>3</sub> : H; C <sub>10</sub> : R)	
Aloesina (R <sub>1</sub> : H; R <sub>2</sub> : H; R <sub>3</sub> : COCH <sub>3</sub> )	
Aloeresina A (R <sub>1</sub> : H; R <sub>2</sub> : p-Coumaroil; R <sub>3</sub> : COCH <sub>3</sub> )	
8-C-glucosil-7-O-metil-(S)-aloesol (R <sub>1</sub> : CH <sub>3</sub> ; R <sub>2</sub> : H; R <sub>3</sub> : CH(OH)CH <sub>3</sub> )	

Fuente: Bozzi A. y col. (2006),<sup>38</sup> Kozuya H. y col (2001)<sup>39</sup>

**Figura N°3.**

**Algunos metabolitos secundarios aislados de *A. vera***

## **B. Antioxidantes naturales**

### **1. Definición<sup>40</sup>**

“Un antioxidante es una molécula capaz de retardar o prevenir la oxidación de otras moléculas. La oxidación es una reacción química de transferencia de electrones de una sustancia a un agente oxidante. Las reacciones de oxidación pueden producir radicales libres que comienzan reacciones en cadena que dañan las células. Los antioxidantes terminan estas reacciones eliminando intermedios del radical libre e inhiben otras reacciones de oxidación, oxidándose ellos mismos”.

“Uno de los principales factores que afectan a la actividad de los antioxidantes que capturan radicales libres está relacionado a su comportamiento frente al agua y a los lípidos. Por ejemplo, los antioxidantes hidrofílicos son a menudo menos eficaces en emulsiones de aceite-agua que los antioxidantes liposolubles, mientras que los antioxidantes liposolubles son menos eficaces en los sistemas cuyo componente principal es hidrofílico”.

“Las diferencias en la eficacia de los antioxidantes en aceites y emulsiones se deben a su ubicación física en los dos sistemas. Los antioxidantes polares son más eficaces en la mayor parte de aceites, ya que pueden acumularse en la interfase aire-aceite. En cambio, los antioxidantes no polares son más eficaces en las emulsiones, ya que se mantienen en las gotitas de aceite y pueden acumularse en la interfase aceite-agua. Los hidroperóxidos se producen en la superficie de interacción aceite/agua. Los agentes pro-oxidantes (como metales de transición) se producen en la fase acuosa”.

## 2. Radicales libres y su implicancia en la salud

**a. Estrés oxidativo en salud humana.**<sup>41,42</sup> “El oxígeno es esencial para los organismos vivos. Sin embargo, la generación de especies reactivas del oxígeno (ROS) y radicales libres (RL) es inevitable en el metabolismo aeróbico”.

“Estas especies oxidantes provocan daños acumulativos en moléculas fundamentales para el funcionamiento del organismo, tales como proteínas, lípidos y ADN. Pese a esto, el organismo tiene sus propios mecanismos de defensa para hacer frente a la acción de las especies oxidantes. En determinadas situaciones las defensas antioxidantes pueden verse desbordadas por la excesiva generación de ROS. Este desequilibrio entre especies oxidantes y antioxidantes se conoce como estrés oxidativo, el cual está asociado a numerosas enfermedades y al proceso normal de envejecimiento”.

La dieta juega un papel importante en la prevención de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, fundamentalmente a través del aporte de compuestos bioactivos de origen vegetal. Entre ellos, las vitaminas hidrosolubles y liposolubles, carotenoides y una gran variedad de compuestos fenólicos, cuya actividad antioxidante y potenciales efectos beneficiosos están siendo ampliamente investigados en los últimos años. Es así, como las industrias alimentarias están diseñando alimentos funcionales que proporcionen un aporte adicional de estos antioxidantes naturales.

## **b. Especies oxidantes, reactivas del oxígeno y radicales libres.-<sup>43</sup>**

“Una especie oxidante es aquella capaz de aceptar electrones de modo que va a generar un desequilibrio electrónico en las moléculas vecinas. El término antioxidante hace referencia a cualquier sustancia que, estando presente a una concentración más baja comparada con la de un sustrato oxidable, es capaz de retrasar o prevenir la oxidación de dicho sustrato”.

“Los radicales libres se definen como especies químicas que poseen uno o más electrones desapareados, lo cual las hace altamente inestables y reactivas. Para estabilizarse reaccionarán rápidamente con moléculas adyacentes mediante reacciones de óxidoreducción”.

“El término especies reactivas del oxígeno es un término colectivo que incluye radicales libres y ciertas especies no radicales que son oxidantes y/o se convierten fácilmente en radicales libres, como por ejemplo HClO, HBrO, O<sub>3</sub>, ONOO<sup>-</sup>, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.”

## **C. Perfil fitoquímico**

### **1. Compuestos fenólicos<sup>44</sup>**

“Son compuestos orgánicos en cuyas estructuras moleculares contienen al menos un grupo fenol, un anillo aromático unido a lo menos a un grupo hidroxilo. Muchos son clasificados como metabolitos secundarios de las plantas, aquellos productos biosintetizados en las plantas que poseen la característica biológica de ser productos

secundarios de su metabolismo. En general son sintetizados por una de dos vías biosintéticas: la ruta del ácido shikímico o la vía del ácido malónico” (o por las dos, por ejemplo, los flavonoides).

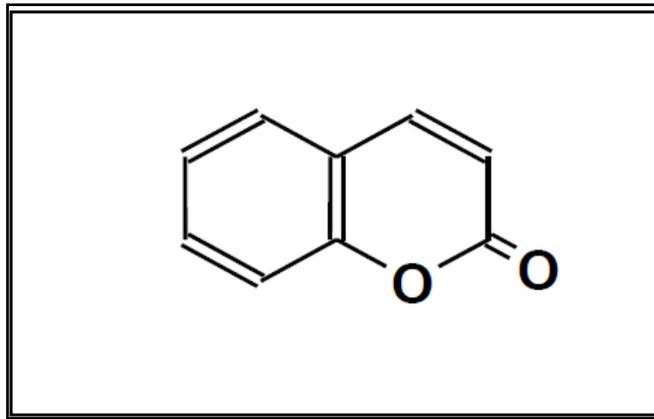
“Los compuestos fenólicos de las plantas son un grupo heterogéneo de productos con más de 10.000 compuestos. Algunos son solubles en solventes orgánicos, otros son glucósidos o ácidos carboxílicos y por lo tanto solubles en agua, y otros son polímeros muy grandes e insolubles”.

“Este grupo también juega una variedad muy heterogénea de roles en las plantas, roles que son atribuidos en general a los productos secundarios de las plantas: muchos son productos de defensa ante herbívoros y patógenos, otros proveen soporte mecánico a la planta, otros atraen polinizadores o dispersores de frutos, algunos de ellos absorben la radiación ultravioleta, o actúan como agentes alelopáticos” (por ejemplo reducen el crecimiento de plantas competidoras que estén cerca).

## **2. Cumarinas<sup>45</sup>**

“Se emplea el término “cumarina” para referirnos tanto a las geninas como a sus heterósidos. El origen del nombre cumarina deriva del habla Tonka (“coumarona”, en indígena), de la cual se extrajo la primera de ellas. Éstas son derivados de la  $\alpha$ -benzo-pirona y muchas de ellas son fenólicas, por lo que se incluyen dentro de los derivados fenólicos”.

“Presentan un olor característico a heno fresco. Las cumarinas se clasifican, según la genina, en hidroxycumarinas, metoxycumarinas, furanocumarinas y piranocumarinas, pudiendo encontrarse en el vegetal en forma de heterósidos. Son sólidos cristalizables de color blanco o amarillento. Las hidroxycumarinas son solubles en disolventes orgánicos (éter, cloroformo y alcoholes), las furanocumarinas y piranocumarinas sólo son solubles en disolventes orgánicos apolares (éter etílico, cloroformo) y los heterósidos son solubles en agua y mezclas hidroalcohólicas. Las cumarinas presentan fluorescencia a la luz ultravioleta (azul, amarilla, verde, púrpura), lo cual permite su reconocimiento”.



Fuente: Murray R. y col (1982)<sup>46</sup>

**Figura N°4.**

**Estructura básica de una cumarina**

### 3. Flavonoides<sup>47</sup>

“Son un tipo de pigmentos vegetales cuya estructura, en un sentido amplio, se basa en el esqueleto C6-C3-C6. Su nombre deriva del latín *flavus*: “amarillo”. Los principales grupos estructurales que entran a formar parte del mencionado término genérico son: flavonas (leño de *Prunus*, perejil), flavonoles (Sen), isoflavonas, flavanonas (regaliz), catequinas, leucoantocianos, antocianos, chalconas y auronas. Las catequinas, leucoantocianos y antocianos, aunque se pueden considerar incluidos dentro del amplio grupo de los flavonoides, se suelen estudiar como grupos fitoquímicos independientes”.

“La estructura presenta dos anillos aromáticos (bencénicos) unidos entre sí por una cadena de tres carbonos, ciclada a través de un oxígeno. Se considera que su estructura deriva de la  $\gamma$ -cromona (o benzo- $\gamma$ -pirona) con un fenilo en posición 2 y un carbonilo en posición 4. Son estructuras hidroxiladas en el anillo aromático y, por lo tanto, son polifenólicas. Se pueden encontrar como geninas libres o en forma de O-heterósidos o heterósidos, unidos generalmente a la glucosa, que es el azúcar más frecuente”.

### 4. Taninos<sup>48,49</sup>

“Los taninos están constituidos por un amplio grupo de compuestos de origen vegetal, sin nitrógeno, hidrosolubles, con

estructura polifenólica, capaces de precipitar las macromoléculas (proteínas, celulosa, gelatina), alcaloides y metales pesados”.

“Esta capacidad para precipitar las proteínas es la base de sus dos propiedades principales: su capacidad de curtir la piel y su poder astringente. El curtido de la piel se basa en que los taninos se intercalan entre las fibras de colágeno, estableciendo uniones reversibles (interacciones hidrófobas, puentes de hidrógeno, etc.) e irreversibles (enlaces covalentes), haciéndola impermeable e imputrescible”.

“Dichas fibras adquieren así una gran resistencia frente al agua y el calor y la piel se convierte en cuero. Los taninos son capaces de precipitar las proteínas salivares y las glucoproteínas de la boca, por lo que la saliva pierde su poder lubricante y se obtiene un sabor astringente. Para que una estructura polifenólica se pueda considerar tanino debe tener un peso molecular comprendido entre 500 y 3000 Daltons aproximadamente. Por debajo o por encima de estos valores, la estructura no se intercala entre las macromoléculas, o si lo hace, no forma estructuras estables”. Estructuralmente, se clasifican en:

**a. Taninos hidrolizables o pirogálicos.-** Los más importantes están combinados con el ácido gálico (galotaninos), que se encuentran en el ruibarbo (*Rheum sp.*), en el hamamelis (*Hamamelis virginiana L.*), en el castaño (*Castanea vesca L.*) o en las agallas del roble (*Quercus robur L.*). Otros forman complejos con el ácido elágico

(elagitaninos), también se encuentran en el castaño y en la salicaria (*Lythrum salicaria* L.).

**b. Taninos no hidrolizables, condensados o catéquicos.**- “Algunas de las plantas que los poseen son el fresno (*Fraxinus excelsior* L.), el eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), la nuez de cola (*Kola vera* Schum) o la ratania (*Krameria triandra* Ruiz et Pavon)”.

“Los taninos hidrolizables son ésteres de ácidos fenólicos como el gálico y el elágico, que se unen por enlace éster a un núcleo central de glucosa. Pueden ser hidrolizados por ácidos o por enzimas, como la tanasa”. Pueden establecerse dos tipos de taninos hidrolizables:

- Derivados del ácido gálico (galitaninos): son ésteres del ácido gálico y del ácido digálico con osas, generalmente la glucosa. Se encuentran en los clavos, hojas de gayuba, hammamelis, castaño, arce y otros.
- Derivados del ácido elágico, dépsido del ácido gálico (elagitaninos): el ácido elágico se encuentra normalmente como diéster de su forma abierta o ácido hexahidroxidifénico. Los contienen las cortezas de granado, hojas de eucaliptos, corteza de roble y otros.

“Los taninos condensados (proantocianidinas) son polímeros de componentes fenólicos, menos solubles en agua que los pirogálicos

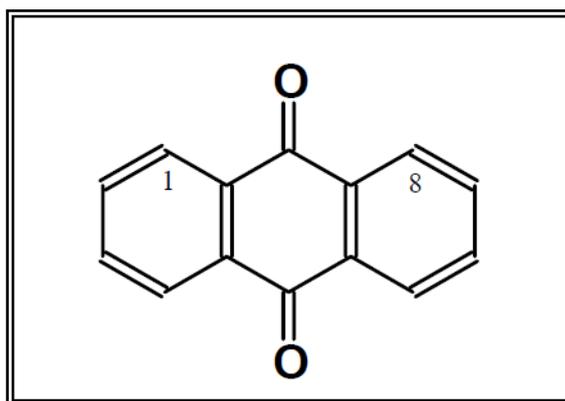
y se oxidan en medio ácido a ebullición formando unos polímeros insolubles de color rojo conocidos como “flobafenos”. Sus moléculas son más resistentes a la ruptura que los hidrolizables (no son hidrolizados por ácidos ni por la tanasa) y parecen ser intermediarios en su biosíntesis las catequinas y los flavan-3, 4-dioles, por tanto, están relacionados con los flavonoides. Se encuentran en la canela, sauce, acacia, roble, hammamelis (en la corteza), krameria (ratania), helecho macho (en raíz y rizoma), cacao, guaraná, cola (en las semillas), hammamelis y té verde (en las hojas)”.

## 5. Antraquinonas<sup>50</sup>

“Son los componentes más frecuentes entre el grupo de las quinonas vegetales. Las antraquinonas son compuestos aromáticos con dos grupos cetona, frecuentemente en para (1,4) y en muy pocos casos en orto (1,2). Están formadas por dicetonas insaturadas que por reducción se convierten en polifenoles”.

“De todos los compuestos que presentan estructura quinónica, destacan las benzoquinonas (estructura derivada del benceno, con poco interés en farmacia), naftoquinonas (estructura derivada del naftaleno, con poder antiséptico, de ahí su interés en farmacia tanto antibacteriano y antifúngico), antraquinonas (su estructura deriva del antraceno y las 1,8-dihidroxi-antraquinonas tienen propiedades laxantes) y fenantraquinonas (su estructura deriva del fenantreno y se encuentran en el hipérico)”.

“La estructura química de las antraquinonas se caracteriza porque tienen el sistema tricíclico del antraceno, pero con el anillo central más o menos oxidado, lo cual permite diferenciar los distintos tipos de derivados antracénicos. Generalmente están en forma de heterósido. Hay O-heterósidos, C-heterósidos e incluso O y C-heterósidos a la vez”.



Fuente: Hamman J. (2008)<sup>51</sup>

**Figura N°5.**

**Estructura general de una antraquinona**

## **2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS<sup>52-54</sup>**

### **A. Sustancias fitoquímicas**

Moléculas que al ingresar al organismo a través de la dieta induce una respuesta o efecto funcional de los diversos órganos o sistemas.

### **B. Actividad antioxidante**

Un nutriente tiene propiedades antioxidantes cuando es capaz de neutralizar la acción oxidante de una molécula inestable es decir, de un radical libre, sin perder su propia estabilidad electroquímica.

### **C. Radical libre**

Los radicales libres son átomos y moléculas extremadamente reactivas, debido a que en el orbital más externo de su estructura tienen uno o más electrones sin aparear. Esta inestabilidad les confiere una avidez por la captura de un electrón de cualquier otra molécula de su entorno, ocasionando que la estructura afectada quede inestable.

### **D. Antioxidantes endógenos**

Los antioxidantes que se encuentran naturalmente en el organismo y pueden bloquear parte del daño celular, entregando electrones que estabilizan y neutralizan los efectos dañinos de los radicales libres. Pueden ser mecanismos enzimáticos, llamados antioxidantes endógenos que incluyen a las enzimas superóxidodismutasa, catalasa, glutatión, peroxidasa y la coenzima Q.

### **E. Antioxidantes exógenos**

Son sustancias que se encuentran presentes en los diversos alimentos, especialmente de origen vegetal. Dentro de los más importantes antioxidantes se tiene a: Vitamina C, vitamina E, betacaroteno, melatonina, flavonoides y estrógenos. Los minerales selenio y zinc también juegan un papel importante en el organismo como antioxidantes.

## **F. Etnofarmacología**

Es definida como la exploración científica interdisciplinaria de los agentes biológicamente activos y tradicionalmente empleados o conocidos por el hombre.

### **2.4 SISTEMA DE VARIABLES**

#### **2.4.1 Variable 1**

##### **Perfil fitoquímico de *Aloe vera* “Sábila”**

- **Definición conceptual.-** Resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de los principales metabolitos con actividad presentes en el mucílago de *A. vera*.
  
- **Definición operacional.-** Se consideran tres dimensiones:
  - Polifenoles
  - Flavonoides
  - Terpenoides

#### **2.4.2 Variable 2**

##### **Actividad antioxidante de *Aloe vera***

- **Definición conceptual.-** Es la medida de los efectos de un compuesto antioxidante en un proceso de oxidación controlado, pudiendo usarse intermediarios o productos finales para valorar su actividad.

➤ **Definición operacional.-** Se consideran dos dimensiones:

- DPPH

- ABTS

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo básico, transversal y de carácter prospectivo. El presente estudio se ubicó en el nivel descriptivo.<sup>55</sup>

#### **3.2 Diseño de la investigación**

Se empleó un diseño descriptivo transversal.<sup>56</sup>

#### **3.3 Lugar y periodo de la investigación**

La investigación se desarrolló en la ciudad de Huancayo, departamento de Junín, entre los meses de noviembre del año 2017 a marzo del año 2018.

### **3.4 Población y muestra**

La población estuvo conformada por el total de *Aloe vera* “Sábila” comercializada en la ciudad de Huancayo durante el periodo de estudio.

Se trabajó con muestras de 20 kg de ejemplares escogidos mediante muestreo no probabilístico intencional procedentes de siete zonas de recolección; con tres fechas de muestreo y 21 controles; teniendo en cuenta los siguientes criterios:

#### **3.4.1 Criterios de inclusión**

Ejemplares completos de *A. vera* “Sábila” que presentaban mayor demanda por la población, empleadas frecuentemente en diferentes formas para combatir enfermedades o afecciones en pobladores, comercializadas en puestos de venta fijos y dedicados a la venta de plantas medicinales, en el distrito de Huancayo y dentro del periodo de estudio.

#### **3.4.2 Criterios de exclusión**

Plantas de otras características, ejemplares comercializados en puestos de venta ambulatorios o dedicados a diversos rubros, fuera del distrito de Huancayo y del periodo de estudio.

### **3.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1 Métodos y técnicas**

Se emplearon métodos y técnicas de análisis instrumental para evaluar el perfil fitoquímico y para determinar la actividad antioxidante a partir de extractos del mucílago de las hojas de *A. vera*.

#### **3.5.2 Instrumentos**

Se aplicó un cuestionario encuesta, validado por juicio de expertos, para identificar las características del uso de *A. vera*. Los datos obtenidos a lo largo del desarrollo del estudio fueron almacenados en un Instrumento de recolección de datos (Anexo N°4).

### **3.6 Validación de los instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos utilizados en la recolección de datos fueron sometidos a la validación por Juicio de Expertos (Anexo N°6).

### **3.7 Procesamiento de datos**

#### **3.7.1 Descripción de las características etnobotánicas de *A. vera* “Sábila”**

Se elaboraron encuestas con los siguientes datos:

Población en estudio, Número de la encuesta, fecha, localidad, región, departamento, comunidad, nombre del informante para el encabezado; en cuanto a los datos requeridos para la aplicación de la

metodología planteada, nombre de la planta, tipo de enfermedad tratada, parte utilizada, formas de preparación. (Anexo N°5).

### **3.7.2 Determinación del perfil fitoquímico de *A. vera* “Sábila”**

#### **Preparación de la muestra**

“Se pesaron 2 g de Sábila y se mezclaron con 250 mL de agua destilada en un vaso de precipitación, llevando a ebullición durante 10 minutos hasta obtener el extracto acuoso que contenía los metabolitos solubles (flavonoides totales, polifenoles y terpenoides). Inmediatamente se liofilizó y posteriormente se procedió a la caracterización fitoquímica según la metodología recomendada por Ruiz S. (2008)”.<sup>57</sup>

#### **Metodología para evaluar el perfil fitoquímico**

##### **Marcha fitoquímica preliminar**

“Se realizó la marcha fitoquímica para la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios presentes en el extracto crudo mediante reacciones de precipitación y coloración. 500 mg del extracto crudo se redisolvió en etanol al 96% y con esta solución se realizaron los ensayos que se describen a continuación (Sanabria, López y Gualdron, 1997)”.<sup>58</sup>

### • Flavonoides

“Ensayo de Shinoda: A 1 mL del extracto crudo se le adicionaron 0,1 g de magnesio en polvo y dos gotas de HCl. Una coloración rojiza, violeta o naranja, se considera positiva para compuestos con el núcleo de la  $\gamma$  benzopirona (flavonas, flavonoles, flavanonas, flavanonoles, isoflavonoides y xantonas) (Carvajal et al., 2009)”.<sup>59</sup>

### • Polifenoles

➤ “Ensayo de Cloruro férrico: A 0.5 mL del extracto crudo se le adicionaron 3 gotas de solución de cloruro férrico al 5% en solución etanólica. Una coloración verde-azul es positiva para taninos y una coloración rojo-vino indica la presencia de compuestos fenólicos (Delporte, 2010)”.<sup>60</sup>

➤ “Ensayo de Gelatina-sal: Se tomó 1 mL del extracto crudo y se adicionó 1 mL del reactivo gelatina-sal, la formación de precipitado es confirmatoria para esa prueba (Orantes, 2008)”.<sup>61</sup>

### • Carotenoides y Terpenoides

“Ensayo de Salkowski: Se tomó 1mL de ácido sulfúrico adicionando 1mL del extracto etéreo por las paredes del tubo, la prueba es positiva si se observa cambio a coloración amarilla o roja para esteroides (González, 1995)”.<sup>62</sup>

### 3.7.3 Determinación de la actividad antioxidante total de *A. vera* “Sábila”

#### Método ABTS

“Para medir la capacidad antioxidante de los extractos de *A. vera* se usó el método ABTS propuesto por Re et al. (1999), incluyendo ciertas modificaciones para adaptarlo al análisis en microplacas descritas por González-Centeno et al. (2012)”.<sup>63</sup>

Para la preparación del reactivo ABTS se mezcló (1:1, v/v) una disolución 7 mM de ABTS (ácido 2,2'-Azinobis-(3-etilBenzoTiazolina-6-Sulfónico) con otra disolución de 2.45 mM de K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>. La mezcla se incubó durante 24 h en oscuridad. Para la determinación de la capacidad antioxidante se realizó una dilución del reactivo (2:25, v/v) con EtOH:H<sub>2</sub>O (25:75, v/v) en el momento de hacer las lecturas.

“En cada pozo de la microplaca se introdujeron 190 µL del reactivo ABTS resultante y se incubó durante 20 min a 25 °C. Pasado este tiempo se realizó una medida de la absorbancia a 734 nm. Posteriormente se adicionaron 10 µL del extracto concentrado de aloe vera o de la recta de calibrado a cada pozo correspondiente. Cada microplaca estaba formada por dos filas para la recta de calibrado y seis filas con las muestras (12 muestras con seis replicados de cada una). El blanco utilizado para este análisis fue EtOH:H<sub>2</sub>O (25:75, v/v). Se dejó reaccionar a 25 °C y se realizó una lectura de absorbancia a la misma longitud de onda pasados 30 min”.

El incremento de absorbancia se calculó por diferencia entre la segunda medida de absorbancia y la lectura inicial del blanco y se correlacionaron con la recta de calibrado obtenida a partir de concentraciones conocidas del estándar de Trolox (comprendidas entre 0 y 0.8 mM).

## **Método DPPH**

### **Actividad antioxidante por el método de DPPH**

La determinación de la actividad antioxidante usando el método de DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazil) se basa en la reacción de reducción del radical DPPH por parte del compuesto antioxidante. Esta reducción implica un cambio de color: de violeta (con un pico de absorbancia a 517 nm) a amarillo.

Se realizó según el método descrito en El-Abbassi et al., (2012).<sup>64</sup> Se mezclaron, dentro de una cubeta, 100 µL de muestra a la dilución adecuada con 3 mL de una solución de DPPH (4 mg de DPPH 100 mL de etanol). La mezcla se incubó protegida de la luz durante 60 minutos. Se midió su absorbancia a 517 nm con un espectrofotómetro ultravioleta/visible (SHIMADZU UV/Vis.).

La actividad antioxidante de la muestra se calculó en % de inhibición del radical sobre un control con etanol siguiendo la siguiente relación donde I es la inhibición y A es la absorbancia de la muestra con DPPH

### **3.8 Análisis estadístico**

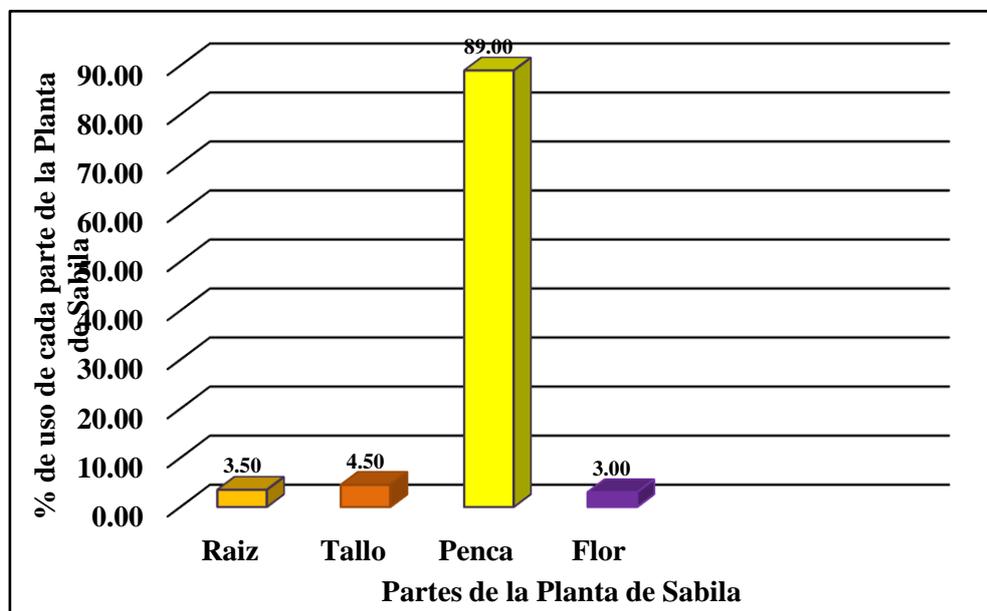
#### **3.8.1 Análisis descriptivo**

Se empleó la media aritmética y desviación estándar para los datos de peso y concentraciones de los compuestos identificados en el perfil fitoquímico.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

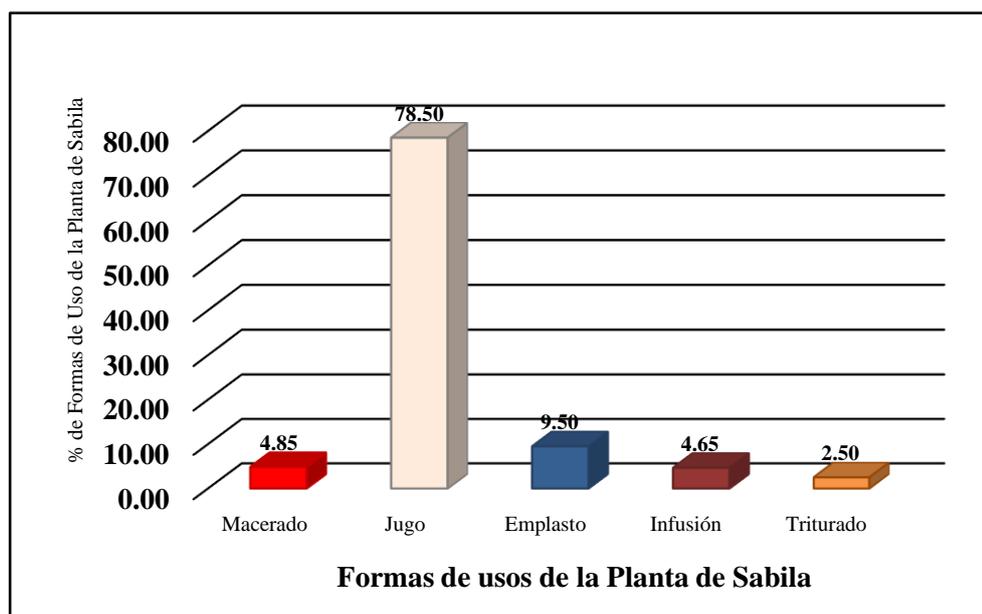
#### 4.1 Identificación de las características etnobotánicas de *A. vera* “sábila”



Fuente: Cuestionario encuesta, diciembre 2018

Figura N°6

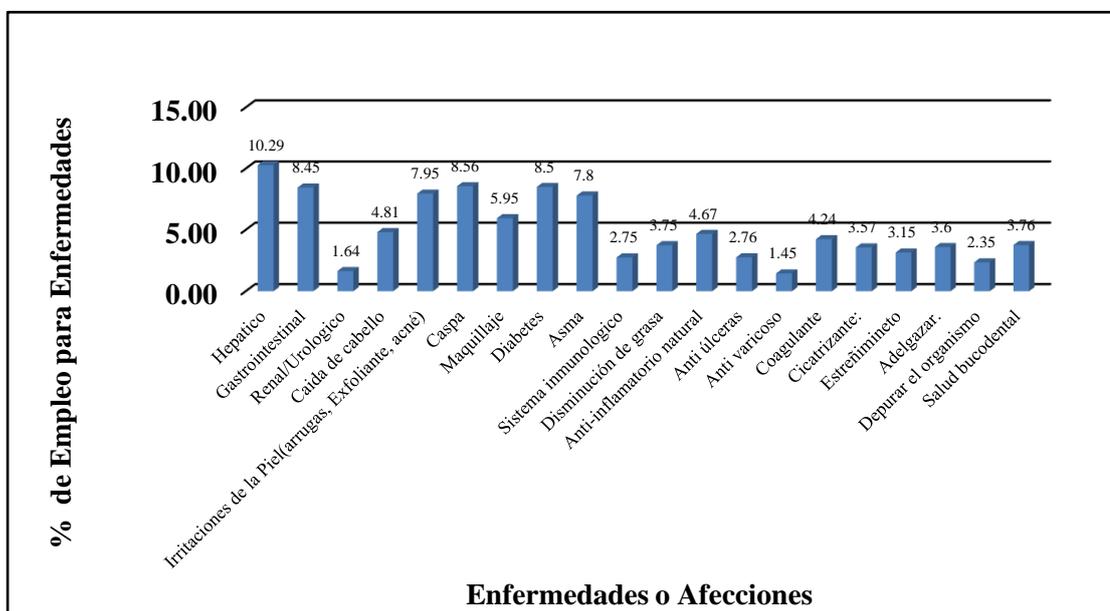
Parte de la planta de “Sábila” más utilizada por pobladores de Huancayo



Fuente: Cuestionario encuesta, diciembre 2018

Figura N°7

Principales formas de preparación de la “Sábila” por pobladores de Huancayo



Fuente: Cuestionario encuesta, diciembre 2018

Figura N°8

Enfermedades o afecciones tratadas con “Sábila” por pobladores de Huancayo

## 4.2 Determinación del perfil fitoquímico de *A. vera* “sábila”

**Tabla N°2.**

**Caracterización fitoquímica de tres tipos de extractos de *A. vera* “Sábila”  
comercializada en Huancayo**

Compuesto fitoquímico	Reacción	Tipo de extracto		
		Hidroalcohólico	Metanólico	Acuoso
Aminoácidos	Ninhidrina	+	+	+
Azúcares reductores	Fehling	+	+	+
Triterpenos y/o esteroides	Lieberman Buchard	+	+	+
Compuestos fenólicos y/o taninos	Cloruro férrico	+	+	+
Flavonoides	Shinoda	+	+	+
Taninos	Cloruro férrico	+	+	+
Glucósidos cardíacos	Ácido Cianhídrico	+	+	+
Alcaloides	Dragendorff	-	-	-
Glucósidos de saponina	Espuma	++	++	++
Compuestos lactónicos y cumarinas	Baljet	+	+	+
Quinonas	Bortrager	++	++	++
Resinas	Ácido oxálico	-	-	-
Glucósidos cianogénicos	Acido pícrico	-	-	-
Mucilago	Agua	-	-	+++

(+) Baja evidencia, (++) evidencia, (-) negativo

Fuente: Instrumento de recolección de datos febrero 2019

**Tabla N°3.**  
**Caracterización fisicoquímica del mucílago de *A. vera* “Sábila” comercializada en Huancayo**

Características fisicoquímicas	Gel de sábila				
	Repeticiones			Media aritmética	Desviación estándar
	R1	R2	R3		
<b>Sólidos totales</b>	0,9765	1,0876	0,9784	1,0142	0,0636
<b>Índice de refracción a 20°C</b>	1,3360	1,3350	1,3370	1,3360	0,0010
<b>Densidad relativa</b>	1,0242	1,0213	1,0224	1,0226	0,0015
<b>pH a 20°C</b>	4,6700	4,5800	4,7200	4,6567	0,0709

Fuente: Instrumento de recolección de datos febrero 2019

**Tabla N°4.**  
**Contenido de polifenoles en el mucílago de *A. vera* “Sábila” comercializada en Huancayo**

Muestra	Fenoles (mg EAG/100 g de muestra)				
	Repeticiones			Media aritmética	Desviación estándar
	R1	R2	R3		
<b>1</b>	323,56	347,82	362,45	344,610	19,643
<b>2</b>	356,74	352,53	362,48	357,250	4,995
<b>3</b>	338,72	340,71	357,63	345,687	10,391
<b>4</b>	364,62	363,86	371,28	366,587	4,082
<b>5</b>	574,34	534,83	582,49	563,887	25,492
<b>6</b>	289,57	279,56	301,63	290,253	11,051
<b>7</b>	648,81	675,34	681,93	668,693	17,532

Fuente: Instrumento de recolección de datos febrero 2019

**Tabla N°5.**  
**Contenido de antraquinonas (terpenoides) en el mucílago de *A. vera* “Sábila”**  
**comercializada en Huancayo**

Muestra	Antraquinonas (%)				
	Repeticiones			Media aritmética	Desviación estándar
	R1	R2	R3		
1	0,257	0,264	0,273	0,265	0,008
2	0,198	0,189	0,202	0,196	0,007
3	0,229	0,230	0,228	0,229	0,001
4	0,236	0,245	0,249	0,243	0,007
5	0,234	0,245	0,232	0,237	0,007
6	0,218	0,228	0,223	0,223	0,005
7	0,229	0,231	0,252	0,237	0,013

Fuente: Instrumento de recolección de datos febrero 2019

**Tabla N°6.**  
**Contenido de Flavonoides en gel de *A. vera* “Sábila” comercializada en Huancayo**

Muestra	Flavonoides (mg de Quercetina/100 g de muestra)				
	Repeticiones			Media aritmética	Desviación estándar
	R1	R2	R3		
1	62,87	60,23	59,65	60,917	1.716
2	74,35	73,17	75,89	74,470	1.364
3	54,76	55,72	61,94	57,473	3,898
4	84,65	88,31	81,79	84,917	3,268
5	79,52	83,25	78,52	80,430	2,493
6	57,38	54,75	60,34	57,490	2,797
7	81,67	86,37	85,65	84,563	2,531

Fuente: Instrumento de recolección de datos febrero 2019

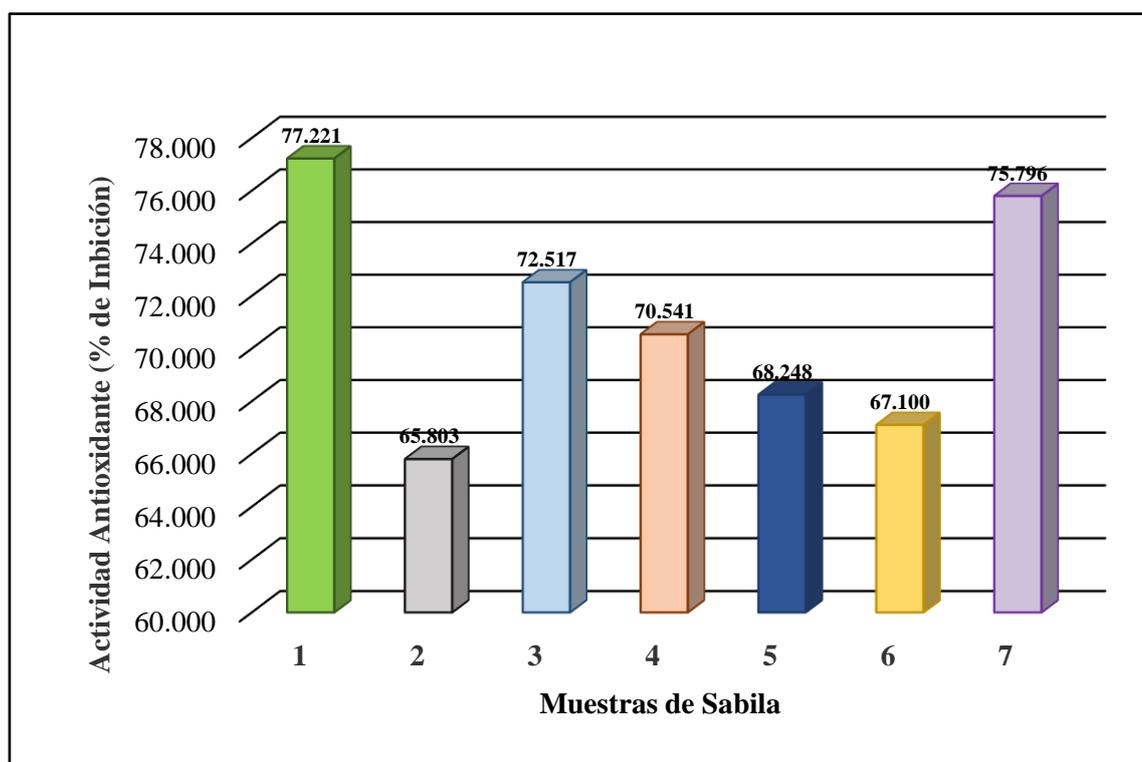
### 4.3 determinación de la actividad antioxidante total de *A. vera* “sábila”

Tabla N°7.

Caracterización de la actividad antioxidante del gel de *A. vera* “Sábila” mediante el radical DPPH

Muestras	Actividad antioxidante			Porcentaje de inhibición promedio	Desviación estándar
	Porcentaje de inhibición I	Porcentaje de inhibición II	Porcentaje de inhibición III		
M1	77,507	76,074	78,080	77,221	1,033
M2	67,530	64,329	65,549	65,803	1,616
M3	72,566	73,156	71,829	72,517	0,665
M4	70,085	71,111	70,427	70,541	0,522
M5	67,932	69,260	67,552	68,248	0,897
M6	67,472	67,100	66,729	67,100	0,372
M7	76,274	75,796	75,318	75,796	0,478

Fuente: Instrumento de recolección de datos febrero 2019



Fuente: Datos de la Tabla N°6

Figura N°9

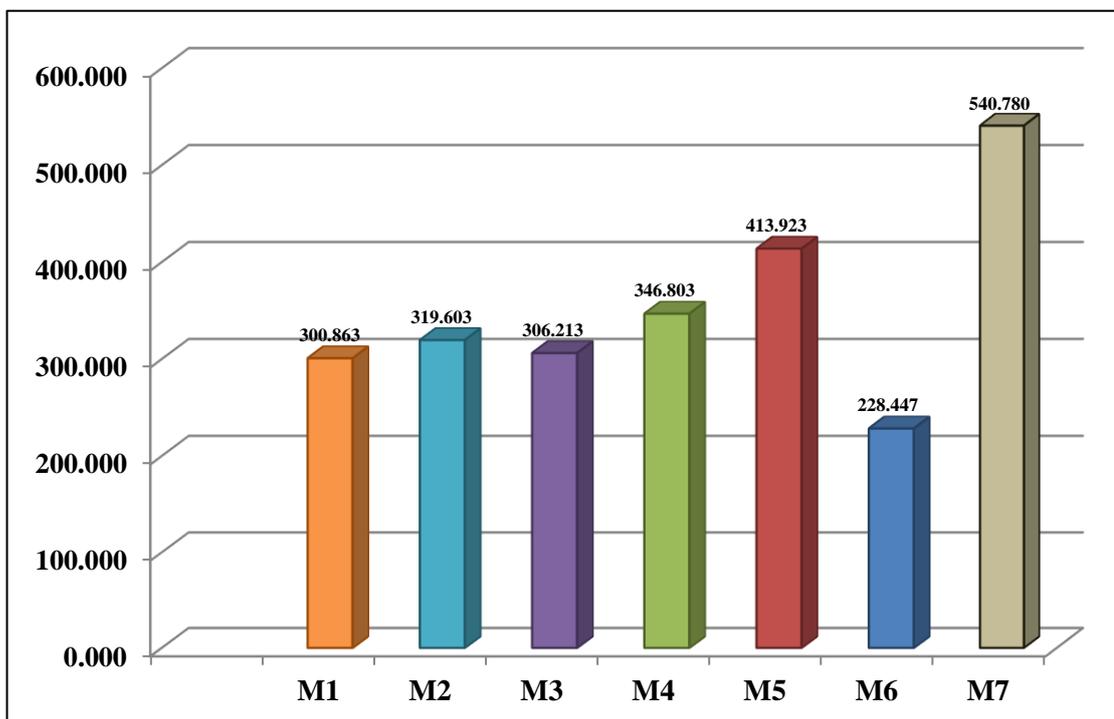
Actividad antioxidante del mucílago de *A vera* “Sábila” mediante el radical DPPH

**Tabla N°8.**

**Caracterización de la actividad antioxidante del gel de *A. vera* “Sábila” mediante el radical ABTS**

Muestras	Actividad antioxidante			Porcentaje de inhibición promedio	Desviación estándar
	Porcentaje de inhibición I	Porcentaje de inhibición II	Porcentaje de inhibición III		
M1	264,23	315,65	322,71	300,863	31,921
M2	328,56	317,58	312,67	319,603	8,136
M3	298,73	302,45	317,46	306,213	9,916
M4	353,79	355,28	331,34	346,803	13,412
M5	405,83	410,47	425,47	413,923	10,265
M6	215,47	232,68	237,19	228,447	11,462
M7	579,68	515,83	526,83	540,780	34,134

Fuente: Instrumento de recolección de datos febrero 2019



Fuente: Datos de la Tabla N°7

**Figura N°10**

**Actividad antioxidante del mucílago de *A. vera* “Sábila” mediante el radical ABTS**

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN**

#### **5.1 Discusión**

En la Figura N°6, con base en las encuestas realizadas en la provincia de Huancayo se evidenció que las Pencas (hojas) son las estructuras más utilizadas, donde se encuentra la pulpa de la hoja de sábila mayormente empleada con fines medicinales, representando el 89% del total de las partes evaluadas; seguida por la utilización del tallo (4,50%), raíz (3,5%) y con un 3% la flor; lo cual resulta similar a lo reportado por Nafeesa Z. y col (2017)<sup>65</sup>, quienes en sus investigaciones señalan a las pencas como las partes más utilizadas como sustancia medicinal.

A su vez, la Figura N°7 muestra que las formas de uso y preparación de la planta de sábila como sustancia medicinal en la provincia de Huancayo son variadas, la mayoría de preparaciones son realizadas en forma fresca utilizando la pulpa y/o mucilago de la penca en forma de jugo (78,50%), seguida con la otra forma de uso en forma de emplasto (9,50%), en la forma de

macerado (4,85%), como infusión y triturado en un 4,65% y 2,50%, respectivamente; estos resultados tienen concordancia con lo reportado por las investigaciones de Di Scala K. y col. (2013),<sup>66</sup> donde indican que la forma de mayor uso de la pulpa de sábila es en forma de jugo y fresco.

En la Figura N°8 se reportan los resultados de la forma en que suele emplearse la planta de sábila como agente medicinal para diversas enfermedades o afecciones comunes de la población de Huancayo, observando que el sistema hepático ocupa un 10,29%; seguido de control de la caspa (8,56%), diabetes (8,5%) y afecciones gastrointestinales (8,45%); en concordancia con los reportes de Vidic D. y col. (2014),<sup>67</sup> donde mencionan que una de las enfermedades o afecciones tratadas con la penca de sábila son los problemas hepáticos y gastrointestinales.

Los resultados de la Tabla N°2 señalan la presencia de catequinas, lactonas, cumarinas, triterpenos, taninos y flavonoides en sus extractos hidroalcohólico, metanólico y acuoso, resultados que son similares a los análisis realizados por Vidic D. y col. (2014), quienes reportaron la presencia de lactonas; así mismo, Anirban R. y col. (2013),<sup>68</sup> hallaron derivados cumarínicos; Domínguez R. y col. (2012)<sup>69</sup> destacaron la presencia de terpenos; Di Scala K. y col. (2013) encontraron catequinas y taninos en mucilago de sábila. En las muestras sometidas a estudio no se encontraron resinas, quinonas, alcaloides y saponinas; los cuales son metabolitos con actividad antioxidante señalados por Muthukumaran P. y col. (2018).<sup>70</sup>

A su vez, Franco C. y col. (2016)<sup>71</sup> “en su investigación sobre las características fitoquímicas y capacidad antioxidante *in vitro* de *Aloe vera*, *Plukenetia volubilis*, *Caiophora carduifolia*, *Cecropia membranacea*, encontraron que *A. vera* y *P. volubilis* tuvieron capacidad antioxidante dependiente de la dosis, demostrando también aquella de *A. vera* fue en comparación a las otras muestras vegetales estudiadas”.

Entre los compuestos fitoquímicos presentes en extractos de plantas, los alcaloides son los más eficientes y terapéuticamente significantes. Estos constituyentes y sus derivados sintéticos son empleados como agentes medicinales predominantes, debido a sus propiedades antiespasmódicas, analgésicas y antibacterianas.<sup>72</sup>

Un estudio corrobora que debido a la presencia de estos compuestos la planta de *A. vera* contiene antipalúdicos efectivos, tales como la quinina. Por otro lado, algunos extractos, incluido el etanólico, sus fracciones, aceites esenciales y algunas otras resinas se han documentado como potenciales antifúngico.<sup>73,74</sup>

Las plantas tienen la tendencia a depender de ciertos mecanismos para protegerse de los efectos tóxicos de patógenos; es por eso que en el caso de infección por hongos las plantas preparan sus compuestos orgánicos bioactivos, péptidos y proteínas antifúngicas.<sup>75,77</sup>

En la Taba N°7 los resultados muestran en las siete zonas de muestreo que la actividad antioxidante varía de 65,803% de inhibición de radicales libres en promedio hasta un máximo de 77.221% según el radical DPPH. Al respecto,

Briones V. y col (2011),<sup>78</sup> indican que la capacidad antioxidante fue  $80,25 \pm 0,13\%$ . El grado de inhibición indica el potencial de barrido del extracto antioxidante, que se debe a la capacidad de donar hidrógeno.

Los compuestos antioxidantes reaccionan con DPPH (radicales libres) reduciendo un número de moléculas de DPPH igual a la cantidad de grupos hidroxilo disponibles. Por lo tanto, la absorción a 517 nm fue proporcional a la cantidad de residuo; en concordancia con lo reportado por Moreno E. (2014),<sup>79</sup> “quien determinó la capacidad antioxidante mediante el método ABTS, cuyos resultados fueron:  $82 \pm 2.8\%$ ,  $638 \pm 91$  mg AG/100 g de muestra y  $1099 \pm 66$  mg TROLOX/100 g de muestra, respectivamente”.

## CONCLUSIONES

1. Se describieron las características etnobotánicas de siete muestras diferentes de *Aloe vera* “Sábila” comercializada en la provincia de Huancayo y taxonomizada en el Herbario del Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, encontrando que mayormente se emplea la pulpa de la hoja (89%) consumida en forma de jugo (78,5%) para el tratamiento de trastornos hepáticos (10,29%).
2. El perfil fitoquímico de *A. vera* “Sábila” demostró mayor presencia de glucósidos de saponina y quinonas en todos los tipos de extractos, así como alta evidencia de mucílago en el extracto acuoso. No se encontraron alcaloides, resinas ni glucósidos cianogénicos en ningún tipo de extracto, a diferencia de los extractos hidroalcohólicos y metanólicos. La muestra 7 presentó mayor contenido de polifenoles (668,693), en la muestra 1 se encontró mayor concentración de terpenoides (0,265), mientras que en la muestra 4 hubo mayor presencia de flavonoides (84,917).
3. El análisis de la actividad antioxidante total de *A. vera* “Sábila” mostró variaciones de 67,100% de inhibición de radicales libres en promedio hasta un máximo de 77.221 % según el rad

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a futuros investigadores, considerar otras posibilidades que resulten eficaces para la obtención de extractos con actividad farmacológica, teniendo en cuenta las características de cada especie vegetal.
2. Se sugiere desarrollar posteriores y profundos estudios relacionados con la fitoquímica y antioxidante de diversas plantas de interés farmacológico en nuestra región.
3. Se recomienda realizar ensayos *in vitro* con aquellos metabolitos de origen vegetal que presentan significativa actividad antioxidante.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. López A, Vega D, Suárez de Tangil A, Rico M. Estudio de la capacidad antioxidante del *Aloe vera* cultivado en Canarias. Vector plus. 2010, 94-100.
2. Berliner J, Heinecke J. The role of oxidized lipoproteins in atherogenesis. Free Radic. Biol. Med. 1996; 20:707-727.
3. Naczki M, Shahidi F. Phenolics in cereals, fruits and vegetables: occurrence, extraction and analysis. J. Pharm. Biomed. Anal. 2006; 41:1523–1542.
4. Gutteridge J, Halliwell B. Free radicals and antioxidants in the year 2000 – A historical look to the future. Ann. N. Y. Acad. Sci. 2000; 899:136-147.
5. O'Brien M. Physical and chemical characteristics of Aloe gels. 2005. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10210/245>. Consultado 8 de septiembre de 2018.
6. Morrissey P, O'Brien M. Dietary antioxidant in health and disease. International Dairy Journal. 1998; 8:463.
7. Horubala A. Antioxidant capacity and their changes in fruit and vegetables processing. Przemysl Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny. 1999; 3:30–31.
8. Borowska J. Fruits and vegetables as source of natural antioxidants. Przemysl Fermentacyjny i OwocowoWarzywny. 2003; 1:11–12.
9. Jampol L, Ferris F. Antioxidants and zinc to prevent progress of age-elated macular degeneration. Journal of the American Medical Association, 2001; 286(19):2466-2468.

10. Kranl K, Schlesier K, Bitsch R, Hermann H, Rohe M, Böhm V. Comparing antioxidative food additives and secondary plant products-use of different assays Food Chem. 2005; 93:171-175.
11. Halliwell B. Antioxidants in human health and disease. Annual Reviews. 1996; 16:33-50.
12. Chu Y, Sun J, Wu X, Liu R. Antioxidant and antiproliferative activities of common vegetables. J Agric Food Chem. 2002; 50:6910-6916.
13. Domínguez R, Arzate I, Chanona J, Welti J, Alvarado J, Calderón G, Garibay V, Gutiérrez G. El gel de *Aloe vera*: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 2012; 11(1):23-43.
14. Anirban R, Dutta G, Sampad G. Evaluation of anti-oxidative activity and UV absorption potential of the extracts of *Aloe vera* L. gel from different growth periods of plants. Industrial Crops and Products. 2013; 49:712-719.
15. Di Scala K, Vega A, Ah-hen K, Núñez Y, Tabilo G, Pérez M, Giovagnoli C. Chemical and physical properties of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) gel stored after high hydrostatic pressure processing. Food Sci. Technol. 2013; 33(1): 52-59.
16. Vidic D, Tarić E, Alagić J, Maksimović M. Determination of total phenolic content and antioxidant activity of ethanol extracts from *Aloe* spp. Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina. 2014; 42:5-10.

17. Muthukumaran P, Divya R, Indhumathi E, Keerthika C. Total phenolic and flavonoid content of membrane processed *Aloe vera* extract: a comparative study. *International Food Research Journal*.2018; 25(4):1450-1456.
18. Bozzi A, Perrin C, Austin S, Arce F. Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. *Food chemistry*. 2006; 103:22-30.
19. Eshun K, He Q. *Aloe vera*: a valuable ingredient for the food, pharmaceutical and cosmetic industries. A review. *Critical Reviews in food science and nutrition*. 2004; 44(2):91-96.
20. Bernal Y, Correa J. *Especies vegetales promisorias: Convenio Andrés Bello*. Colombia; 1994.
21. Alonso J. *Tratado de Fitofármacos y nutracéuticos*. 2<sup>da</sup> ed. Buenos Aires. Editorial Corpus; 2004.
22. Álvarez K, Varón J. *Obtención de algunos parámetros de referencia del suelo y del mucílago del *Aloe vera* cultivado en el corregimiento de Combia municipio de Pereira Risaralda*. [Tesis]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira; 2006.
23. Ávila L, Díaz J. *Sondeo del Mercado mundial de sábila (*Aloe vera*)*. Colombia; 2002.
24. Avaro D. *El mercado mundial del Aloe. Artículos y noticias de Hoodia, Aloe, Noni y Chía en español*. Colombia; 2005.
25. García H. *Flora medicinal de Colombia*; 1992.
26. Duke J. *La Farmacia natural*. Fulton: Rodale; 1998.

27. Álvarez K, Varón J. Obtención de algunos parámetros de referencia del suelo y del mucílago del *Aloe vera* cultivado en el corregimiento de Combia municipio de Pereira Risaralda. [Tesis]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira; 2006.
28. Davis R, Didonato J, Hartman G, Haas R. Antiinflammatory and wound healing activity of a growth substance in *Aloe vera*. Journal of the American Pediatric Medical Association. 1994; 84:2-80.
29. Feil C. Aloe cosmetics. USA: Bestways; 1980.
30. Anderson B. *Aloe vera* juice: A veterinary medicament?. The compendium on continuing education for the practicing veterinarian; 1983; 5:364-368.
31. Blitz J, Smith J, Gerard J. *Aloe vera* gel in peptic ulcer therapy: preliminary report. Journal of the American Osteopathic association. 1963; 62:731-735.
32. Pittman J. Immune enhancing effects of Aloe. Health consciousness; 13(1):28-30.
33. Wolfgang W. Healing with Aloe. Ennsthaler. 1995; 44:3-5.
34. He Q, Changhong L, Kojo E, Tian Z. Quality and safety assurance in the processing of *Aloe vera* gel juice. Food control. 2005; 16:95-104.
35. Bozzi A, Perrin C, Austin S, Arce F. Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. Food chemistry. 2006; 103:22-30.
36. Atherton P. *Aloe vera*: magic or medicine?. Nursing standard. 1998; 12(41):49-54.

37. Gampel R. Propiedades y utilidad del *Aloe vera*. Conocer Arganzuela; 2002.
38. Bozzi A, Perrin C, Austin S, Arce F. Quality and authenticity of commercial *Aloe vera* gel powders. Food chemistry. 2006; 103:22-30.
39. Kuzuya H, Tamai I, Beppu H, Shimpo K, Chihara K. Determination of aloenin, barbaloin and isobarbaloin in *Aloe* species by micellar electrokinetic chromatography. Journal of Chromatography 2001; 752:91-97.
40. Fuchs J, Schöfer H, Milbradt R, Freisleben H, Buhl R, Siems W, Grune T. Studies on lipoate effects on blood redox state in human immunodeficiency virus infected patients. Arzneimittelforschung. 1993; 43:1359-1362.
41. Lee A, Chung S. Contributions of polyol pathway to oxidative stress in diabetic cataract. FASER. 1999; 13:23-30.
42. Halliwell B, Gutteridge J, Cross C. Free radicals, antioxidants, and human disease: Where are we now?. J Lab Clin Med. 1992; 119:598-620.
43. Halliwell B, Whiteman M. Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture: how should you do it and what do the results mean? Br J Pharmacol. 2004; 142:231-255.
44. Secondary metabolites and plant defense. En: Taiz, Lincoln y Eduardo Zeiger. Plant Physiology. 4<sup>th</sup> ed. Sinauer Associates, Inc. 2006. Capítulo 13.
45. Marles R, Compadre C, Farnsworth N. Coumarin in vanilla extracts: Its detection and significance. 1986; 41(1):41-47.
46. Murray R, Méndez J, Brown S. The Natural Coumarins. Norwich: John Wiley & Sons Ltd.; 1982.

47. Williams C, Grayer R. Anthocyanins and other flavonoids. *Nat. Prod. Rep.* 2004; 21:539-573.
48. Corder R, Douthwaite J, Lees D. Endothelin-1 synthesis reduced by red wine. *Nature.* 2001; 414:863-864.
49. Dey J, Harborne J. *Methods in plant biochemistry. Vol 1: Plant Phenolics.* Academic Press; 1989.
50. Sánchez V, Santa J. Estudio de antraquinonas presentes en extractos de mucílago y hojas de *Aloe vera* de plantas cultivadas en la región cafetera [Tesis]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira; 2009.
51. Hamman J. Composition and applications of *Aloe vera* leaf gel. *Molecules.* 2008; 13: 1599-1616.
52. Wallace H, Kendall B. The chemical reactivity of radicals. *Free Radical Toxicology.* 1997; 3-14.
53. Wolf G. The discovery of the antioxidant function of vitamin E: the contribution of Henry A. Mattill. *J Nutr.* 2005: 135(3):363-366.
54. Osorio D, Edison J. Aspectos básicos de farmacognosia. Antioquía; 2009.
55. Hernández R, Fernández-Collado C, Baptista P. Metodología de la Investigación. 4<sup>ta</sup> ed. México: Editorial Mc Graw-Hill; 2006.
56. Sánchez H, Reyes C. Metodología y Diseños en la Investigación científica. Lima: Editorial Visión Universitaria; 2009.

57. Ruiz S., Determinación de la Técnica de extracción de flavonoides totales de las hojas de *Mangifera indica* L. [Trabajo de Habilitación para el ingreso a la docencia en Facultad de Farmacia y Bioquímica]. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 2008. p.12.
58. Sanabria, A., López, S., & Gualdrón, R., Estudio fitoquímico preliminar y letalidad sobre *Artemia salina* de plantas colombianas. *Revista colombiana de ciencias químico-farmacéuticas*. 1997; 26(1), 15-19.
59. Carvajal, L., Hata Y., Sierra, N., Rueda D., Análisis fitoquímico preliminar de hojas, tallos y semillas de cupatá (*Strychnos schultesiana* Krukoff). *Colombia forestal*. 2009; 12(1), 161-170.
60. Delporte, C., Farmacognosia, Trabajos prácticos. Departamento de farmacología y toxicología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. 2010; 31.
61. Orantes, E., "Tamizaje fitoquímico de la especie vegetal guatemalteca *quararibea yunckeri standley* subsp. *izabalensis* w.s. *alverson* ex *véliz* (Bombacaceae). Universidad de San Carlos de Guatemala facultad de ciencias químicas y farmacia. Guatemala. 2008.
62. González, H., & René, E., Contribución al estudio fitoquímico y determinación de la acción antimicrobiana de *Senecio candidissimus* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León). 1995.
63. González-Centeno, M. R., Jourdes, M., Femenia, A., Simal, S., Rosselló, C., & Teissedre, P.-L., Proanthocyanidin Composition and Antioxidant Potential of the Stem Winemaking Byproducts from 10 Different Grape Varieties (*Vitis*

- vinifera L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2012; 60(48), 11850-11858.
64. El-Abbassi, A., Kiai, H., Hafidi, A., Phenolic profile and antioxidant activities of olive mill wastewater. *Food Chemistry*. 2012; 132(1), 406–412.
65. Nafeesa Z, Muhammad R, Qum Qum N, Neelum R, Qurrat U, Hussain A. Morphological, phytochemical and antifungal analysis of *Aloe vera* L. leaf extracts. *Asian J Agri & Biol*. 2017; 5(4):177-187.
66. Di Scala K, Vega A, Ah-hen K, Núñez Y, Tabilo G, Pérez M, Giovagnoli C. Chemical and physical properties of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) gel stored after high hydrostatic pressure processing. *Food Sci. Technol*. 2013; 33(1): 52-59.
67. Vidic D, Tarić E, Alagić J, Maksimović M. Determination of total phenolic content and antioxidant activity of ethanol extracts from *Aloe* spp. *Bulletin of the Chemists and Technologists of Bosnia and Herzegovina*. 2014; 42:5-10.
68. Anirban R, Dutta G, Sampad G. Evaluation of anti-oxidative activity and UV absorption potential of the extracts of *Aloe vera* L. gel from different growth periods of plants. *Industrial Crops and Products*. 2013; 49:712-719.
69. Domínguez R, Arzate I, Chanona J, Welti J, Alvarado J, Calderón G, Garibay V, Gutiérrez G. El gel de *Aloe vera*: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria *Revista Mexicana de Ingeniería Química* 2012; 11(1):23-43.

70. Muthukumaran P, Divya R, Indhumathi E, Keerthika C. Total phenolic and flavonoid content of membrane processed *Aloe vera* extract: a comparative study. *International Food Research Journal*. 2018; 25(4):1450-1456.
71. Franco C, Muñoz D, Gómez C, Chau G, Cueva L, Guardia E, Saavedra S, Arroyo J, Herrera O. Características fitoquímicas y capacidad antioxidante in vitro de *Aloe vera*, *Plukenetia volubilis*, *Caiophora carduiifolia*, *Cecropia membranacea*. *An Fac med*. 2016; 77(1):9-13.
72. Stray F. *The natural guide to medicinal herbs and plants*. London: Tiger Books International; 1998.
73. Robinson T. *The organic constituents of higher plants*. NorthAmherst: Cordus press; 1983.
74. Rojas B. Actividad antimicótica del acíbar de las hojas de *Aloe vera* L. “Sávilas” frente a *Candida albicans* ATCC 10231 [Tesis]. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; 2017.
75. Morrissey J, Osbourn A. Fungal resistance to plant antibiotics as a mechanism of pathogenesis. *Microbiol Mol Biol Rev*. 1999; 63(3):708-24.
76. Broekaert W, Terras F, Cammue B, Osborn R. Plant defensins: novel antimicrobial peptides as components of the host defense system. *Plant Physiol*. 1995; 108:1353-1358.
77. Selitrennikoff C. Antifungal proteins. *Appl. Env. Microbiol*. 2001; 67:2883-2894.

78. Briones V, Venegas G, Ortiz S, Chacana M, Maureira H. Effects of high hydrostatic pressure (HHP) on bioaccessibility, as well as antioxidant activity, mineral and starch contents in Granny Smith Apple. *Food Chemistry*. 2001; 128: 520–529.

79. Moreno E. Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas Tropicales. 2014 [En línea]. Disponible en:

<http://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/article/viewFile/53615/53238>

Consultado 8 de marzo de 2019.

# **ANEXOS**

## ANEXO N°1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DEL *Aloe vera* “SÁBILA” Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN RELACIÓN AL PERFIL FITOQUÍMICO

**AUTOR:** Bachiller IVO ANTONY FIOROVICH ARCOS

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN			METODOLOGÍA
		VARIABLES	Dimensión	Indicador	
<p><b>Problema general</b> ¿Qué características etnofarmacológicas y actividad antioxidante presenta <i>Aloe vera</i> “Sábila” en relación a su perfil fitoquímico?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características etnobotánicas de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en la provincia de Huancayo?</li> <li>• ¿Cuál es el perfil fitoquímico de <i>Aloe vera</i> “Sábila”?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar las características etnofarmacológicas y actividad antioxidante que presenta <i>Aloe vera</i> “Sábila” en relación a su perfil fitoquímico.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Describir las características etnobotánicas de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en la provincia de Huancayo.</li> </ul>	Perfil fitoquímico de <i>Aloe vera</i> “Sábila”	• Polifenoles	mg AG/100 g de muestra	<p><b>1. Tipo de investigación.-</b> Tipo básico, transversal y de carácter prospectivo, de nivel descriptivo.</p> <p><b>2. Diseño de la investigación.-</b> Diseño descriptivo transversal.</p> <p><b>3. Lugar y periodo de la investigación.-</b> La investigación se desarrollará en la ciudad de Huancayo, departamento de Junín, entre los meses de noviembre del año 2017 a marzo del año 2018.</p> <p><b>4. Población y muestra.-</b> La población conformada por el total de <i>Aloe vera</i> “Sábila” comercializada en la ciudad de Huancayo durante el periodo de estudio. Se trabajará con muestras de 20 kg de ejemplares escogidos mediante muestreo no probabilístico intencional procedentes de siete zonas de recolección; con tres fechas de muestreo y 21 controles.</p> <p><b>5. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos</b></p> <p><b>5.1 Métodos y técnicas.-</b> Métodos y técnicas de análisis instrumental para evaluar el perfil fitoquímico y determinar la actividad antioxidante a partir de extractos del mucílago de las hojas de <i>A. vera</i>.</p> <p><b>5.2 Instrumentos.-</b> Cuestionario encuesta, validado por juicio de expertos, para identificar las características del uso de <i>A. vera</i>.</p>
			• Flavonoides	mg Quercetina/100 g de muestra	
		• Terpenoides	% (p/p:p/v)		
		Actividad antioxidante de <i>Aloe vera</i> “Sábila”	• DPPH	% de inhibición	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la actividad antioxidante total de <i>Aloe vera</i> “Sábila”?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el perfil fitoquímico de <i>Aloe vera</i> “Sábila”</li> <li>• Determinar la actividad antioxidante total de <i>Aloe vera</i> “Sábila”.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ABTS</li> </ul>	<p>mg TROLOX/ 100 g de muestra</p>	<p>Los datos obtenidos serán almacenados en un Instrumento de recolección de datos.</p> <p><b>6. Procesamiento de datos</b></p> <p><b>6.1 Descripción de las características etnobotánicas de <i>A. vera</i> “Sábila”</b></p> <p><b>6.2 Determinación del perfil fitoquímico de <i>A. vera</i> “Sábila”</b></p> <p><b>6.3 Determinación de la actividad antioxidante total de <i>A. vera</i> “Sábila”</b></p> <p><b>7. Análisis estadístico</b></p> <p><b>7.1 Análisis descriptivo.-</b> Media aritmética y desviación estándar para los datos de peso y concentraciones de los compuestos identificados en el perfil fitoquímico.</p>
--	---	--	--	--	--

**ANEXO N°2**

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**“ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DEL Aloe vera “SÁBILA” Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN RELACIÓN AL PERFIL FITOQUÍMICO”**

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA Y TIPO DE VARIABLE DE MEDICIÓN</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> Perfil fitoquímico del gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila”	Resultado del análisis cualitativo y cuantitativo de los principales metabolitos con actividad presentes en el gel de <i>A. vera</i>	Polifenoles	mg AG/100 g de muestra	Cuantitativa continua
		Flavonoides	mg Quercetina/ 100 g de muestra	
		Terpenoides	% (p/p:p/v)	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> Actividad antioxidante del gel de <i>Aloe vera</i> “Sábila”	Medida de los efectos de un compuesto antioxidante en un proceso de oxidación controlado, pudiendo usarse intermediarios o productos finales para valorar su actividad	DPPH ( $\lambda$ 517 nm)	% de inhibición	Cuantitativa continua
		ABTS* ( $\lambda$ 414 nm)	mg TROLOX/ 100 g de muestra	

Fuente: Elaboración propia, octubre 2017

**ANEXO N°3**  
**IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA ESPECIE VEGETAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**  
Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO  
**MUSEO DE HISTORIA NATURAL**



"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

**CONSTANCIA N° 349-USM-2018**

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

La muestra vegetal (hojas y flor ), recibida de **Ivo Antony Fiorovich Arcos**; de la Universidad Peruana Los Andes; ha sido estudiada y clasificada como: ***Aloe vera*** (L.) Burm.f. y tiene la siguiente posición taxonómica, según el Sistema de Clasificación de Cronquist (1988):

**DIVISION: MAGNOLIOPHYTA**

**CLASE: LILIOPSIDA**

**SUB CLASE: LILIIDAE**

**ORDEN: LILIALES**

**FAMILIA: LILIACEAE**

**GENERO: Aloe**

**ESPECIE: *Aloe vera* (L.) Burm.f.**

Nombre vulgar: "Sábila"

Determinado por: Mg. María I. La Torre Acuy

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

Lima, 25 de setiembre de 2018



  
**Mag. ASUNCIÓN A. CANO ECHEVARRIA**  
JEFE DEL HERBARIO SAN MARCOS (USM)

ACE/ddb

**ANEXO N°4**  
**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>Número de muestra:</b>	<b>Fecha de recolección:</b>			
<b>Lote de muestra:</b>	<b>Fecha de análisis:</b>			
<b>Compuesto fitoquímico</b>	<b>Reacción</b>	<b>Tipo de extracto</b>		
		<b>Hidroalcohólico</b>	<b>Metanólico</b>	<b>Acuoso</b>
Aminoácidos	Ninhidrina			
Azúcares reductores	Fehling			
Triterpenos y/o esteroides	Lieberman Buchard			
Compuestos fenólicos y/o taninos	Cloruro férrico			
Flavonoides	Shinoda			
Taninos	Cloruro férrico			
Glucósidos cardíacos	Ácido Cianhídrico			
Alcaloides	Dragendorff			
Glucósidos de saponina	Espuma			
Compuestos lactónicos y cumarinas	Baljet			
Quinonas	Borntrager			
Resinas	Ácido oxálico			
Glucósidos cianogénicos	Acido pícrico			
Mucilago	Agua			
<b>Características fisicoquímicas</b>				
<b>Sólidos totales</b>				
<b>Índice de refracción a 20°C</b>				
<b>Densidad relativa</b>				
<b>pH a 20°C</b>				
<b>Observaciones:</b>				

Fuente: Elaboración propia, octubre 2017

## ANEXO N°5

### CUESTIONARIO ENCUESTA



### UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD

**Objetivo.-** Identificar el estudio Etnofarmacológico del *Aloe vera* “Sábila” y su actividad antioxidante en relación al perfil fitoquímico.

**Instrucciones.-** Por favor lea detenidamente cada una de las pregunta y responda o marque con una “X” dentro del paréntesis con absoluta sinceridad solo una de las alternativas presentadas en el presente cuestionario.

#### ENCUESTA ETNOBOTÁNICA

**1. Número de Encuesta:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Pobladores de Huancayo: \_\_\_\_\_ Distrito: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

**2. Datos de informante:**

Nombre: \_\_\_\_\_ Número de hijos: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Ocupación: \_\_\_\_\_

Sexo: masculino ( ) femenino ( ) Estado civil: \_\_\_\_\_

Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_ Tiempo en la comunidad: \_\_\_\_

Grado de instrucción: \_\_\_\_\_

**3. Datos sobre la planta utilizada**

Nombre local: Sábila

Uso que dan a la planta: Enfermedades y Afecciones

**4. Tipo de enfermedad que cura:**

Hepático ( ) Gastrointestinal ( ) Renal/urológico ( ) Caída de cabello ( )

Irritaciones de la piel ( ) Caspa ( ) Maquillaje ( ) Salud bucodental ( )

Sistema inmunológico ( ) Disminución de la grasa ( ) Anti úlceras ( )

Antiinflamatorio natural ( ) Antivarico ( ) Coagulante ( ) Cicatrizante ( )

Estreñimiento ( ) Adelgazar ( ) Depurar el organismo ( ) Diabetes ( )

Asma ( ) Otros \_\_\_\_\_

**5. Parte empleada:**

Penca ( )

Flores ( )

Raíz ( )

Tallo ( )

Toda la planta ( )

Otros: \_\_\_\_\_

**6. Forma de preparación:**

Triturado ( )

Jugo ( )

Infusión ( )

Macerado ( )

Emplasto ( )

**7. Vía de administración:**

Externo ( )

Interno ( )

**8. Forma de aplicación:**

Emplastos ( )

Baños ( )

Gárgaras ( )

Lavados ( )

Otros \_\_\_\_\_

**9. Dosificación:**

(Cuanto tiempo y veces al día): \_\_\_\_\_

**10. Edad de uso:**

Tierna ( )

Joven ( )

Adulta ( )

**11. Época de uso:**

\_\_\_\_\_

**ANEXO N°6**  
**VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**ESCUELA DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**Jurado de Expertos**  
**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: Dra. Mónica Evelyn Poma Vivas  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Coordinadora de Farmacia IESTP SAM  
 1.3. Título Profesional: S.F. Registro Colegio profesional: 94083  
 1.4. Grado Académico: Doctora Mención: Educación  
 1.5. Nombre del Instrumento: Ficha de Recolección de datos AMAGZDQ  
 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.  
 Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado					X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables					X
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos				X	
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica					X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento					X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención					X
7.- Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
<b>TOTAL Parcial</b>					4	45
<b>Total</b>						

II. OPCIÓN DE APLICABILIDAD: VALIDO APLICABLE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9

*Mónica Poma Vivas*  
 Dra. Mónica Poma Vivas  
 Guano Poma Vivas  
 C.O.F.P. N° 08612

Firma del Experto

Puntuación

11-20	No válido, reformular
21-30	No válido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**ESCUELA DE POSGRADO DE LA UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**Juicio de Expertos**  
**VALIDACION DE INSTRUMENTO**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: PERALTA PINOUEL PAOLA CAROL  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UPLA  
 1.3. Título Profesional: Químico Farmacéutico Registro Colegio profesional: 12234  
 1.4. Grado Académico: MAESTRO Mención: Salud Pública y Gestión de Salud  
 1.5. Nombre del Instrumento: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALÍTICOS

1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado					X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables					X
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos			X		
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica					X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento					X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención					X
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
TOTAL Parcial					4	45
Total						49

II. OPIÓN DE APLICABILIDAD: VALIDO = APLICAR

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9

  
Paola Peralta P.  
 Mg. Paola Caril Arzuola Pinoel  
 QUÍMICO FARMACÉUTICO  
 C.O.F.P. 12234

Firma del Experto

Puntuación

11-12	No valido, reformular
21-30	No valido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**UNIDAD DE POST GRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**Juicio de E**  
**VALIDACION DE INSTRUMENTO**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: Dr. M.Sc. HERMES AMADEO ROSALES PAPA  
 1.2. Cargo e institución donde labora: FAIA - UNCP.  
 1.3. Título Profesional: Ingeniero Registro Colegio profesional 08039  
 1.4. Grado Académico: MAGISTER, Mención: TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
 1.5. Nombre del Instrumento: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALITICOS  
 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de a 5 donde

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado					X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables					X
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos					X
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica					X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento					X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención					X
7.- Consistencia	Se basa en aspectos teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
TOTAL Parcial						
Total						

II. OPIÓN DE APLICABILIDAD: VALIDO APLICABLE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 50

  
 \_\_\_\_\_  
 Firma del Experto

Puntuación	
11-12	No válido, reformular
21-30	No válido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**UNIDAD DE POSTGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**Juicio de Expertos**  
**VALIDACION DE INSTRUMENTO**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: M.Sc. MERY LUZ BAQUERIZO CANCHUMANVA
- 1.2. Cargo e institución donde labora: FACAP - TARMA - UNCP.
- 1.3. Título Profesional: Ingeniero Registro Colegio profesional:
- 1.4. Grado Académico: MAGISTER. Mención: CIENCIA Y INGENIERIA DE ALIMENTOS
- 1.5. Nombre del Instrumento: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS ANALITICOS
- 1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de a 5 donde

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTUACIÓN				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado				X	
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables					X
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos					X
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica					X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento					X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención					X
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico					X
TOTAL Parcial						9
Total						90

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: Valioso aplicable

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9

  
 Firma del Experto

Puntuación	
11-12	No válido, reformular
21-30	No válido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**ESCUELA DE POSGRADO DE LA UNIV PERUANA LOS ANDES**

Julio de Exp  
**VALIDACION DE INSTRUMENTO**

**I. Datos generales**

- 1.1. Apellido y nombre del Experto: ARICA MALCOSA JUAN  
 1.2. Cargo e institución donde labora: U.N.S.P. - UGAP - C. CALLESA  
 1.3. Título Profesional: INGENIERO Registro Colegio profesional: 42058  
 1.4. Grado Académico: MAGISTER Mención: PSICOMOTRICIDAD  
 1.5. Nombre del Instrumento: Examen de conocimientos de datos cualitativos

1.6. Instrucciones: Luego de analizar el instrumento y cotejar la investigación con la matriz de consistencia de la presente, le solicitamos que, en base a su criterio y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

Nota: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

INDICADORES	CRITERIOS	PUNTAJES				
		1	2	3	4	5
1.- Claridad	El instrumento esta formulado con un lenguaje apropiado					X
2.- Objetividad	El instrumento evidencia recojo de datos observables					X
3.- Actualidad	El instrumento se adecua a los criterios científicos y tecnológicos					X
4.- Organización	El instrumento tiene una organización lógica					X
5.- Suficiente	Son suficientes en cantidad y calidad los elementos que conforman el instrumento					X
6.- Intencionalidad	Es adecuado para relacionar las variables en mención					X
7.- Consistencia	Se basa en aspecto teóricos científicos de la farmacéutica como de la bioquímica					X
8.- Coherencia	Existe coherencia y relación de los ítems, indicadores, las dimensiones y las variables.					X
9.- Metodología	La estrategia responde al propósito de la problemática de la investigación					X
10.- Pertinencia	El instrumento muestra a la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al método científico				X	
TOTAL Parcial						
Total					4	45

II. OPIÓN DE APLICABILIDAD: VALIDO APLICABLE

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.9

  
 Firma del Experto

Puntuación

11-12	No válido, reformular
21-30	No válido, modificar
31-40	Válido, mejorar
41-50	Válido, aplicar

**ANEXO N°7**  
**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD**

---



**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACION VOLUNTARIA EN LA INVESTIGACIÓN “ESTUDIO ETNOFARMACOLÓGICO DEL *ALOE VERA* “SÁBILA” Y SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE EN RELACIÓN AL PERFIL FITOQUÍMICO”**

El presente estudio ayudará a identificar el estudio Etnofarmacológico del *Aloe vera* “Sábila” y su actividad antioxidante en relación al perfil fitoquímico, a cuyo personal trabajador se les solicitará responder un cuestionario-encuesta. La participación en esta investigación no representa ningún riesgo para la salud y se desarrollará entre los meses de enero a marzo del año 2019. El autor y responsable del estudio es el Sr. Bachiller en Farmacia y Bioquímica de la Universidad Peruana Los Andes (UPLA): Ivo Antony Fiorovich Arcos, identificado con DNI N° 20023445; ante quien se puede acudir en caso de solicitar mayor información. El asesor apoyará y vigilará el desarrollo ético de la encuesta.

La confidencialidad y la difusión de toda información recopilada en este estudio se mantendrán de acuerdo a la ética y los reglamentos vigentes. La UPLA, el bachiller y el asesor serán los únicos que tendrán acceso a la información confidencial. Los nombres de los participantes serán mantenidos en absoluta reserva.

Yo:....., identificado con DNI N°....., declaro conocer los alcances del presente estudio y asimismo acepto participar en el mismo. En señal de mi aceptación, firmo a continuación.

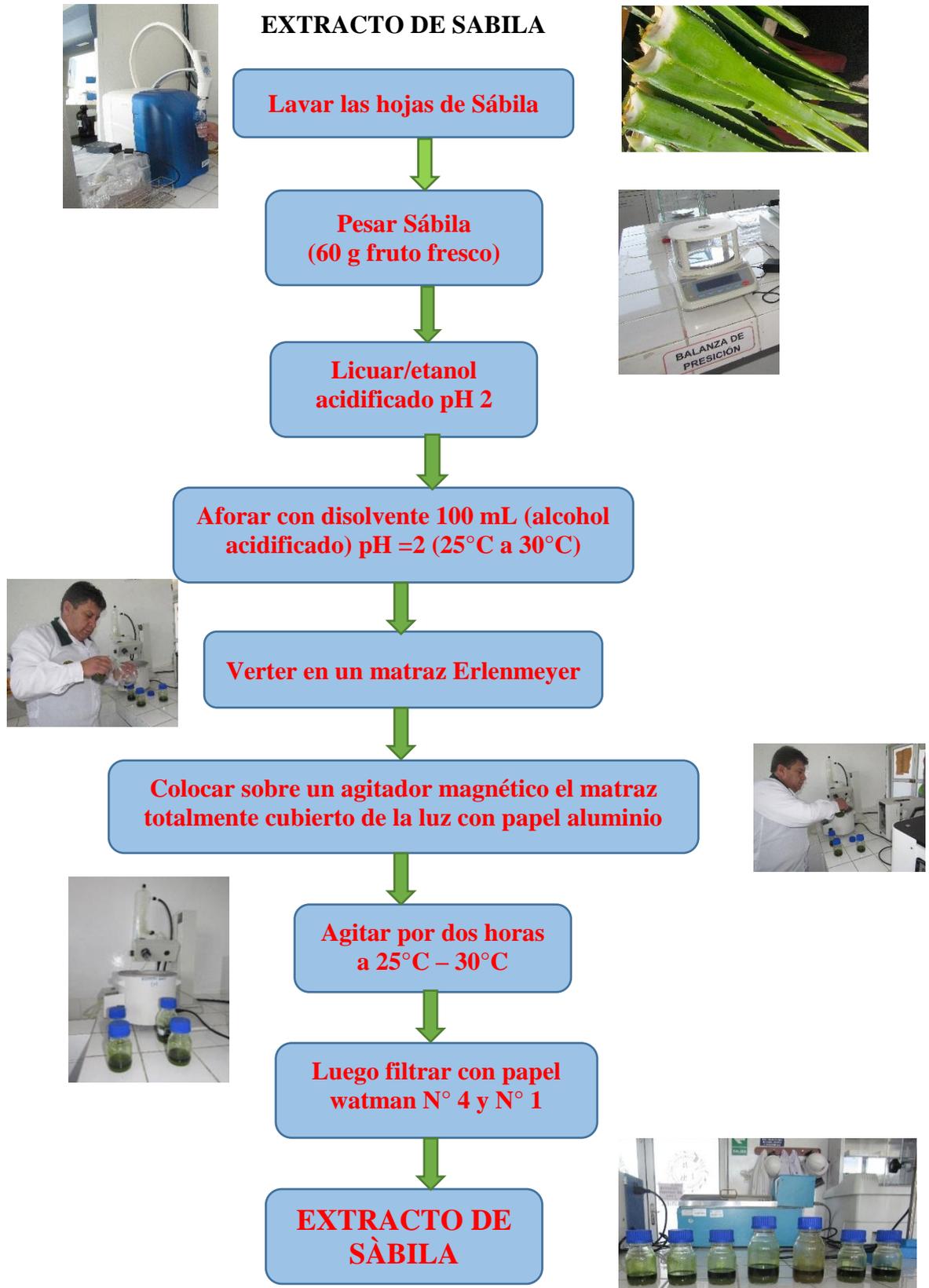
Huancayo, .....de.....del 2019.

.....  
Firma y Huella digital

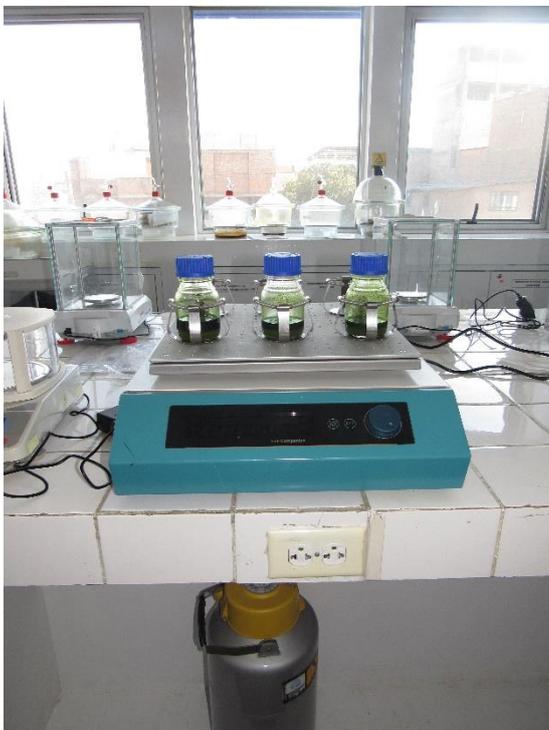
## ANEXO N°8

### DIAGRAMA EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DEL

#### EXTRACTO DE SÁBILA



**ANEXO N°9**  
**GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA PREPARACIÓN DEL AGUA Y**  
**MATERIALES**



Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N°10**  
**GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LA PREPARACIÓN DEL PERFIL**  
**FITOQUÍMICO**



Fuente: Elaboración propia

**ANEXO N°11**  
**GALERÍA FOTOGRÁFICA DE LAS PRUEBAS CUALITATIVAS**  
**FITOQUIMICAS**



Fuente: Elaboración propia