



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS**

### **ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

#### **“EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA Y HEMOAGLUTINANTE DE LOS EXTRACTOS DE *Solanum phureja*, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa* Y *Ullucus tuberosus*.”**

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:

### **BIOQUÍMICA FARMACÉUTICA**

**AUTORA:** JOSELIN MAGALI SILVA GUADALUPE

**TUTOR:** DR. GERARDO EMILIO MEDINA RAMÍREZ

**Riobamba-Ecuador**

**2018**

© 2018, Joselin Magali Silva Guadalupe

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE BIOQUÍMICA Y FARMACIA**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA Y HEMOAGLUTINANTE DE LOS EXTRACTOS DE *Solanum phureja*, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa* Y *Ullucus tuberosus*”, de responsabilidad de la señorita Joselin Magali Silva Guadalupe, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación quedando autorizada su presentación.

**FIRMA**

**FECHA**

Dr. Gerardo Medina Ph. D

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**DIRECTOR DE TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

Dra. Elizabeth Escudero

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Yo, Joselin Magali Silva Guadalupe, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Riobamba, 02 de marzo de 2018

---

**JOSELIN MAGALI SILVA GUADALUPE**

**060425739-4**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Marlene, Rosita y Wilson quienes me inculcaron sus costumbres y valores con mucho amor, cariño, paciencia y gracias a ello puedo ofrecer lo mejor de mí.

A mis hermanas Britany, Paola y Verónica quienes siempre están conmigo apoyándome, aconsejándome, amándome mucho.

A mi hija Victoria quien es la fuerza, el motivo de superación de cada día y a su padre Anthony, compañero de vida, por su amor, es un gran apoyo incondicional.

Joselin Silva

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por guiarme en cada paso, sentir su presencia en mi corazón y por permitirme realizar las acciones que tiene preparadas para mí.

A mis padres, por demostrarme que siempre están conmigo de alguna u otra manera y por su apoyo incondicional.

A mis hermanas e hija por ser el motor, la alegría y razón de mi vida, son quienes me impulsan a ser mejor día tras día.

Al Doctor Gerardo Medina por orientarme en el proyecto de titulación, compartir sus conocimientos, amistad y paciencia; quien a más de ser un excelente profesor es un extraordinario ser humano, me hizo crecer mucho como persona.

A la Ingeniera Lourdes Benítez y BQF Yolanda Buenaño por su colaboración, apertura y ayuda para poder realizar el proyecto de titulación.

Joselin Silva

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Páginas</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>RESUMEN</b> .....	xvi
<b>SUMMARY</b> .....	xvii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
 <b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL</b> .....	5
<b>1.1. Medicina Tradicional</b> .....	5
<b>1.2. Plantas medicinales</b> .....	6
<i>1.2.1. Extractos vegetales</i> .....	7
<i>1.2.1.1. Tipos de Extractos</i> .....	7
<i>1.2.1.2. Métodos de extracción</i> .....	8
<i>1.2.1.3. Concentración de extractos</i> .....	9
<i>1.2.2. Actividad Antibacteriana en Plantas</i> .....	9
<b>1.3. Tamizaje Fitoquímico</b> .....	9
<i>1.3.1. Terpenos</i> .....	10
<i>1.3.2. Cumarinas</i> .....	10
<i>1.3.3. Saponinas</i> .....	10
<i>1.3.4. Antocianidinas</i> .....	11
<i>1.3.5. Glucósidos</i> .....	11
<i>1.3.6. Mucílagos</i> .....	11
<i>1.3.7. Alcaloides</i> .....	11

<b>1.3.8.</b>	<b><i>Quinonas</i></b> .....	12
<b>1.3.9.</b>	<b><i>Compuestos fenólicos</i></b> .....	12
1.3.9.1.	<i>Flavonoides</i> .....	12
1.3.9.2.	<i>Taninos</i> .....	13
<b>1.4.</b>	<b>Bacterias</b> .....	13
1.4.1.	<i>Staphylococcus aureus</i> .....	14
1.4.2.	<i>Escherichia coli</i> .....	14
1.4.3.	<i>Proteus mirabilis</i> .....	15
1.4.4.	<i>Salmonella typhimurium</i> .....	15
<b>1.5.</b>	<b>Antibióticos</b> .....	16
1.5.1.	<i>Mecanismo de acción de los antibióticos</i> .....	16
1.5.2.	<i>Resistencia Bacteriana a Antibióticos</i> .....	17
<b>1.6.</b>	<b>Tubérculos andinos</b> .....	17
1.6.1.	<i>Tropaeolum tuberosum</i> .....	17
1.6.1.1.	<i>Nombre Vernáculo</i> .....	17
1.6.1.2.	<i>Antecedentes</i> .....	18
1.6.1.3.	<i>Descripción botánica</i> .....	18
1.6.1.4.	<i>Clasificación Taxonómica</i> .....	19
1.6.1.5.	<i>Usos Medicinales</i> .....	19
1.6.2.	<i>Solanum phureja</i> .....	19
1.6.2.1.	<i>Nombre Vernáculo</i> .....	19
1.6.2.2.	<i>Antecedentes</i> .....	20
1.6.2.3.	<i>Descripción botánica</i> .....	20
1.6.2.4.	<i>Clasificación Taxonómica</i> .....	21
1.6.2.5.	<i>Usos Medicinales</i> .....	21
1.6.3.	<i>Ullucus tuberosus</i> .....	21
1.6.3.1.	<i>Nombre Vernáculo</i> .....	21
1.6.3.2.	<i>Antecedentes</i> .....	22



1.6.3.3.	<i>Descripción botánica</i> .....	22
1.6.3.4.	<i>Clasificación Taxonómica</i> .....	23
1.6.3.5.	<i>Usos Medicinales</i> .....	23
<b>1.6.4.</b>	<b><i>Oxalis tuberosa</i></b> .....	<b>23</b>
1.6.4.1.	<i>Nombre Vernáculo</i> .....	23
1.6.4.2.	<i>Antecedentes</i> .....	24
1.6.4.3.	<i>Descripción botánica</i> .....	24
1.6.4.4.	<i>Clasificación Taxonómica</i> .....	25
1.6.4.5.	<i>Usos Medicinales</i> .....	25
<b>1.7.</b>	<b>Actividad Hemoaglutinante</b> .....	<b>25</b>
1.7.1.	<i>Historia</i> .....	25
1.7.2.	<i>Lectinas Vegetales</i> .....	26
1.7.2.1.	<i>Aplicaciones</i> .....	27
1.7.2.2.	<i>Utilidad terapéutica frente al cáncer</i> .....	28
1.7.2.3.	<i>Efectos Adversos de Lectinas</i> .....	28

## CAPÍTULO II

<b>2.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>29</b>
2.1.	<b>Lugar de la investigación</b> .....	29
2.2.	<b>Materiales, equipos y reactivos</b> .....	29
2.2.1.	<i>Material vegetal</i> .....	29
2.2.2.	<i>Microorganismos (Bacterias) Monitores</i> .....	30
2.2.3.	<i>Materiales de Laboratorio</i> .....	30
2.2.4.	<i>Equipos de Laboratorio</i> .....	31
2.2.5.	<i>Reactivos</i> .....	32
2.2.6.	<i>Medios de Cultivo</i> .....	33
2.2.7.	<i>Grupos Sanguíneos</i> .....	33
2.3.	<b>Técnicas y Métodos</b> .....	33

<b>2.3.1.</b>	<b><i>Recolección y Tratamiento del Material Vegetal</i></b> .....	34
<b>2.3.2.</b>	<b><i>Preparación de extractos vegetales</i></b> .....	35
2.3.2.1.	<i>Preparación de Extractos Acuosa</i> .....	35
2.3.2.2.	<i>Obtención de Extractos Alcohólicos – Método de Maceración</i> .....	35
2.3.2.3.	<i>Concentración de los Extractos Etanólicos</i> .....	35
<b>2.3.3.</b>	<b><i>Tamizaje Fitoquímico</i></b> .....	36
2.3.3.1.	<i>Ensayo de Sudan</i> .....	36
2.3.3.2.	<i>Ensayo de Dragendorff</i> .....	36
2.3.3.3.	<i>Ensayo de Mayer</i> .....	36
2.3.3.4.	<i>Ensayo de Wagner</i> .....	37
2.3.3.5.	<i>Ensayo de Baljet</i> .....	37
2.3.3.6.	<i>Ensayo de Borntrager</i> .....	37
2.3.3.7.	<i>Ensayo de Liebermann-Burchard</i> .....	37
2.3.3.8.	<i>Ensayo de catequinas</i> .....	38
2.3.3.9.	<i>Ensayo de resinas</i> .....	38
2.3.3.10.	<i>Ensayo de Fehling</i> .....	38
2.3.3.11.	<i>Ensayo de la espuma</i> .....	38
2.3.3.12.	<i>Ensayo del cloruro férrico</i> .....	39
2.3.3.13.	<i>Ensayo de la ninhidrina</i> .....	39
2.3.3.14.	<i>Ensayo de Shinoda</i> .....	39
2.3.3.15.	<i>Ensayo de antocianidinas</i> .....	40
2.3.3.16.	<i>Ensayo de mucílagos</i> .....	40
<b>2.3.4.</b>	<b><i>Ensayo de la Actividad Hemoaglutinante</i></b> .....	40
<b>2.3.5.</b>	<b><i>Ensayo de la Actividad Antibacteriana</i></b> .....	42

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	45
-----------	-------------------------------------	----

<b>3.1. Resultado del proceso de extracción y concentración de los extractos de mashua, papa chaucha, melloco y oca.</b> .....	45
<b>3.2. Resultados del Tamizaje Fitoquímico</b> .....	46
<b>3.3. Resultados de la Actividad Hemoaglutinante</b> .....	51
<b>3.4. Ensayo de la Actividad Antibacteriana</b> .....	55
<b>CONCLUSIONES</b> .....	58
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	59
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ATCC</b>	American type culture collection
<b>cm</b>	Centímetros
<b>CMI</b>	Concentración mínima inhibitoria
<b>CMB</b>	Concentración máxima bactericida
<b>EDA</b>	Enfermedades diarreicas agudas
<b>Ext.</b>	Extracto
<b>Conc.</b>	Concentración
<b>g</b>	Gramos
<b>IRAs</b>	Infecciones respiratorias agudas
<b>m</b>	Metros
<b>mg</b>	Miligramos
<b>mL</b>	Mililitros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>rpm</b>	Revoluciones por minuto
<b>SCOPE</b>	Comité Permanente de intercambios clínicos
<b>SOLCA</b>	Sociedad de Lucha contra el cáncer
<b>µg</b>	Microgramos
<b>µL</b>	Microlitros
<b>µm</b>	Micrómetros
<b>UV</b>	Luz Ultravioleta
<b>°C</b>	Grados Celsius
<b>%</b>	Porcentaje

## ÍNDICE DE TABLAS

	Páginas
<b>Tabla 1-1:</b> Clasificación taxonómica de <i>Tropaeolum tuberosum</i> .....	19
<b>Tabla 2-1:</b> Clasificación taxonómica de <i>Solanum phureja</i> .....	21
<b>Tabla 3-1:</b> Clasificación taxonómica de <i>Ullucus tuberosus</i> .....	23
<b>Tabla 4-1:</b> Clasificación taxonómica de <i>Oxalis tuberosa</i> .....	25
<b>Tabla 1-2:</b> Criterio de expresión del resultado de la actividad hemoaglutinante .....	42
<b>Tabla 1-3:</b> Resultado de pesos y volúmenes empleados en la extracción con agua y etanol .....	45
<b>Tabla 2-3:</b> Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de <i>Tropaeolum tuberosum</i> .....	46
<b>Tabla 3-3:</b> Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de <i>Solanum phureja</i> .....	47
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de <i>Ullucus tuberosus</i> .....	48
<b>Tabla 5-3:</b> Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de <i>Oxalis tuberosa</i> .....	49
<b>Tabla 6-3:</b> Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de <i>Tropaeolum tuberosum</i> .....	51
<b>Tabla 7-3:</b> Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de <i>Solanum phureja</i> .....	52
<b>Tabla 8-3:</b> Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de <i>Ullucus tuberosus</i> .....	533
<b>Tabla 9-3:</b> Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de <i>Oxalis tuberosa</i> .....	544
<b>Tabla 10-3:</b> Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a <i>S. aureus</i> .....	555
<b>Tabla 11-3:</b> Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a <i>E. coli</i> .....	566
<b>Tabla 12-3:</b> Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a <i>P. mirabilis</i> .....	56
<b>Tabla 13-3:</b> Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a <i>S. typhimurium</i> .....	577

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Páginas</b>
<b>Figura 1-1:</b> Estructura química del lapachol .....	12
<b>Figura 2-1:</b> Estructura química de la quercetina .....	13
<b>Figura 3-1:</b> Planta <i>Tropaeolum tuberosum</i> .....	18
<b>Figura 4-1:</b> Planta <i>Solanum phureja</i> .....	20
<b>Figura 5-1:</b> Planta <i>Ullucus tuberosus</i> .....	22
<b>Figura 6-1:</b> Planta <i>Oxalis tuberosa</i> .....	24
<b>Figura 7-1:</b> Reacción de aglutinación.....	26
<b>Figura 8-1:</b> Tipos de lectinas.....	27
<b>Figura 1-2:</b> Esquema de Técnicas y Métodos.....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

**ANEXO A:** Selección de las plantas

**ANEXO B:** Elaboración de los extractos

**ANEXO C:** Concentración de los extractos etanólicos

**ANEXO D:** Resultados del tamizaje fitoquímico

**ANEXO E:** Resultados de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso de *Solanum phureja*

**ANEXO F:** Resultados de la actividad antibacteriana de *Solanum phureja* frente a *S. typhimurium*

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la actividad antibacteriana y hemoaglutinante de los extractos acuoso y etanólico de *Solanum phureja*, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa* y *Ullucus tuberosus*. La actividad antibacteriana se evaluó a través del método de difusión en discos contra bacterias American type culture collection (ATCC) de: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* y *Salmonella typhimurium*, esta actividad fue comparada con controles positivos: amoxicilina (25µg), ciprofloxacina (5µg) y controles negativos: agua estéril y etanol. Las placas inoculadas se incubaron a 37 °C por un lapso de 18 a 24 horas. Para la actividad hemoaglutinante se trabajó con el extracto acuoso y sus diluciones utilizando una suspensión de eritrocitos al 5% de los grupos sanguíneos (O<sup>+</sup>, A<sup>+</sup> y B<sup>+</sup>). El efecto antibacteriano fue estimado midiendo los halos de inhibición, mientras que la presencia de lectinas se valoró de acuerdo a la intensidad de aglutinación que sufrieron los eritrocitos. Se concluye que todos los extractos tienen acción antibacteriana para *S. aureus* y *S. typhimurium*, excepto para *E. coli* y *P. mirabilis*, las cuales no fueron inhibidas por ningún extracto. Se determinó también que entre los extractos acuosos provenientes de las cuatro plantas, el extracto de *S. phureja* presentó mayor actividad hemoaglutinante por lo que se recomienda un estudio y análisis de las lectinas presentes en dicha planta.

**Palabras clave:** <BIOQUIMICA>, <FARMACIA>, <PAPA CHAUCHA (*Solanum phureja*)>, <MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*)>, <OCA (*Oxalis tuberosa*)>, <MELLOCO (*Ullucus tuberosus*)>, <ACTIVIDAD ANTIBACTERIANA>, <LECTINAS>, <HEMOAGLUTINANTE>, <DIFUSIÓN EN DISCOS>



## SUMMARY

The main objective of the present investigation was to evaluate the antibacterial and haemagglutinating activity of the aqueous and ethanolic extracts of *Solanum phureja*, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa* and *Ullucus tuberosus*. The antibacterial activity was evaluated through the disc diffusion method against American type culture collection (ATCC) bacteria of: *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* and *Salmonella typhimurium*, this activity was compared with positive controls: amoxicillin (25µg), ciprofloxacin (5µg) and negative controls: sterile water and ethanol. The inoculated plates were incubated at 37 °C for a period of 18 to 24 hours. For the haemagglutinating activity, it is worked with the aqueous extract and its dilutions using a suspension of 5% erythrocytes of the blood groups (O<sup>+</sup>, A<sup>+</sup> and B<sup>+</sup>). The antibacterial effect was estimated by measuring the halos of inhibition, while the presence of lectins was assessed according to the agglutination intensity suffered by the erythrocytes. It is concluded that all the extracts have an antibacterial action for *S. aureus* and *S. typhimurium*, except for *E. coli* and *P. mirabilis*, which were not inhibited by any extract. It was also determined that, among the aqueous extracts from the four plants, the extract of *S. phureja* showed a higher haemagglutinating activity, therefore, a study and analysis of the lectins present in such plant is recommended.

**Key Words:** <BIOCHEMISTRY>, <PHARMACY>, <PAPA CHAUCHA (*Solanum phureja*)>, <MASHUA (*Tropaeolum tuberosum*)>, <OCA (*Oxalis tuberosa*)>, <MELLOCO (*Ullucus tuberosus*)>, <ANTIBACTERIAL ACTIVITY>, <LECTINS>, <HAEMAGGLUTINATING>, <DISSEMINATION ON DISCS>

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad el hombre ha empleado las plantas o parte de ellas para aliviar, curar, prevenir y tratar muchas enfermedades, práctica que se continua realizando hasta nuestros días buscando nuevos principios activos en plantas con el afán de encontrar moléculas responsables de alguna actividad biológica frente a una patología, favoreciendo a la síntesis de un medicamento que beneficie a la salud de un paciente. (Gallegos, 2016, p.328)

El conocimiento sobre medicina ancestral constituye una base fundamental en la química farmacéutica ya que es el punto de partida de posibles investigaciones con plantas que puedan poseer actividades terapéuticas, utilizadas ampliamente en sitios alejados de la ciudad donde los pacientes no pueden recibir la debida atención como en un Subcentro o casa de salud, constituyendo su única alternativa para aliviar y curar su afección o patología. (OMS, 2014, pp.14-24)

La medicina alternativa va ligada a la medicina convencional, es por ello que se continúa realizando estudios en plantas, buscando especies con actividades variadas, entre ellas antibacteriana por su importancia en la inhibición del crecimiento de microorganismos patógenos para el hombre. También estudios actuales muestran la presencia de lectinas en los vegetales, moléculas capaces de actuar contra enfermedades como el cáncer al participar como inmunomoduladores e inclusive como antifúngicos y antivirales. (Castillo & Abdullaev, 2004, p.55)

En América Latina, el 60 % de las bacteriemias nosocomiales son producidas por las cepas bacterianas de: *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus aureus* y *Enterococcus faecium* según el reporte de SCOPE (Proyecto de vigilancia de agentes patógenos de importancia epidemiológica) y en los últimos años ésta cifra tiende a incrementarse. (Casellas, 2011, p.520)

En Ecuador, según la fuente de datos de morbilidad del Ministerio de Salud Pública del año 2014, las enfermedades que han sido prevalentes por diez años consecutivos son diarreas y

gastroenteritis pudiendo ser de origen infeccioso con un índice de 18.89% y las enfermedades respiratorias y neumonía con un valor del 18,71%, datos que resultan altos y alarmantes. (INEC, 2014, pp.54-56)

La incidencia de las EDA (Enfermedades diarreicas agudas) e IRAs (Infecciones respiratorias agudas) es mayor en las zonas rurales de la Sierra y Amazonía siendo el 30% y 50% respectivamente. En la provincia de Chimborazo de igual manera en los sectores rurales, las EDA e IRAs son las principales responsables de la morbi - mortalidad infantil, que el 61.1% son tratadas con medicamentos caseros y el 27.8% con antibióticos de origen sintético. (SANOFI, 2013, <http://www.sanofi.com.ec/l/ec/sp/layout.jsp?scat=56B67321-AACE-4BBD-9B84-83932DD36F11>)

En la actualidad, las infecciones de vías urinarias también constituyen un problema de salud que afecta con mayor frecuencia a las mujeres con una tasa media de 10.72 (INEC, 2014, pp.54-56), siendo relevante en mujeres embarazadas, dado que el 27% de partos pretérmino tienen una correlación clínica con las infecciones de vías urinarias (Macejko & Schaeffer, 2007, pp.35-42).

Actualmente, el uso irracional de antibióticos es considerado un problema a nivel mundial, mismo que puede derivarse de factores como: forma inadecuada e incorrecta en la toma de estos medicamentos, automedicación, etc, desencadenando la resistencia antibacteriana que se genera tanto en el ser humano como en los animales y varía de acuerdo a la localidad pero en general se reporta que las bacterias Gram negativas tales como: *Escherichia* spp, *Klebsiella* spp, *Pseudomona* spp, entre otras, muestran mayor resistencia que las bacterias Gram positivas. (Nikaido, 2003, pp.593-656)

Otra patología que aqueja a toda la población es el cáncer, producido por el crecimiento incontrolado de células anormales como producto de una alteración en el ADN, esta división celular forma tumores, invade órganos y tiende a diseminarse por la linfa, terminando en una metástasis. En el año 2008, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) esta enfermedad ocupaba el segundo lugar en mortalidad (7.7 millones de defunciones), para el año 2030 se estima que sobrepasará los 13.1 millones de defunciones (De la Garza & Juárez, 2014, pp.11-18).

La segunda causa de mortalidad en el Ecuador es el cáncer, según las estadísticas de SOLCA se presentan 134.9 casos en mujeres (cáncer de mama, piel y útero) y 125.9 casos en hombres (cáncer de próstata, piel y estómago) por cada 100 000 habitantes y ésta enfermedad en su gran mayoría es tratada con medicamentos convencionales. (SOLCA, 2013, <http://www.estadisticas.med.ec/webpages/index.jsp>)

Los tubérculos andinos presentan una gran variedad de nutrientes tales como: carbohidratos, proteínas, fibra, vitaminas y minerales por lo que son considerados esenciales en la dieta diaria; a más de esto son utilizados en la medicina indígena ancestral para ayudar a prevenir o curar enfermedades, es decir en la Región Andina todavía se puede rescatar los usos tradicionales de los tubérculos y sus plantas. (Alecívar, 2013, p.4)

La mashua (*Tropaeolum tuberosum*), el melloco (*Ullucus tuberosus*), la oca (*Oxalis tuberosa*) y la papa chaucha (*Solanum phureja*) al ser tubérculos propios de la región Andina, son utilizados tradicionalmente como antibacterianos, antiinflamatorios, cicatrizantes y antineoplásicos pero carecen de estudios científicos, excepto la *T. tuberosum* que presenta actividad antimicrobiana frente a *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Candida albicans*, efecto que puede deberse a que en su estructura contiene glucosinolatos y fenoles. (Poma & Paz, 2017, pp.17-24) (Chávez, 2013, pp.22-23)

La presente investigación se enmarca en el área biofarmacéutica encaminadas a las políticas del Plan Nacional del Buen Vivir establecidas por el organismo pertinente mediante el potenciamiento del bioconocimiento, al emplear los conocimientos acompañados de la preservación y sustentabilidad de del uso adecuado de los bienes naturales y también va proyectada hacia el tercer objetivo de éste Plan, mejorar la calidad de vida de la población y en particular la salud. (SENPLADES, 2013, p.326)

En este contexto, se ha propuesto evaluar la actividad antibacteriana de los extractos de *Solanum phureja*, *Tropaeolum tuberosum*, *Oxalis tuberosa* y *Ullucus tuberosus*, especies vegetales autóctonas de la región Andina frente a bacterias que afectan a la salud del hombre y

la actividad hemoaglutinante en los grupos sanguíneos O, A y B RH +, con la finalidad de encontrar lectinas para una posible utilidad terapéutica.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **Objetivo general**

Evaluar la actividad antibacteriana y hemoaglutinante de los extractos de las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus*.

### **Objetivos específicos**

1. Realizar el extracto acuoso y etanólico de las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus* y su correspondiente análisis fitoquímico.
2. Evaluar la actividad hemoaglutinante de los extractos acuosos de las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus* frente a los grupos sanguíneos O, A y B RH +.
3. Determinar la actividad antibacteriana de los extractos de las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus* frente a *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis* y *Salmonella typhimurium*.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

### 1.1. Medicina Tradicional

La medicina tradicional según la Organización Mundial de la Salud (OMS) constituye el conjunto de conocimientos, aptitudes y prácticas basados en teorías, creencias y experiencias indígenas de diferentes culturas, sean o no explicables, usados para el mantenimiento de la salud, así como prevención, diagnóstico, mejora o tratamiento de enfermedades físicas o mentales. (OMS, 2014, pp.14-24)

A través del tiempo la medicina ancestral se ha practicado en distintas regiones del mundo existiendo entre ellas la medicina china, árabe, el ayurveda hindú, etc. En cada continente se han desarrollado diferentes culturas con particulares formas de medicina ancestral indígena originadas por factores como: historia, filosofía, actitudes y creencias que varían de acuerdo a su manera de practicarla. (OMS, 2014, pp.14-24)

La medicina tradicional se clasifica en dos tipos: terapia con el uso de medicamentos al utilizar tratamientos a base de plantas, partes de animales, minerales y terapia sin el empleo de medicamentos al realizar actividades como acupuntura, gingong, terapia termal, entre otras. (OMS, 2014, pp.14-24)

La medicina tradicional se utiliza a lo largo del mundo, tanto en países desarrollados y subdesarrollados. Según la OMS cerca del 80% de la población de los países en desarrollo

acude a la medicina tradicional como forma de atención primaria. En Latinoamérica se utiliza debido a circunstancias históricas y creencias culturales. (Bermúdez, et al, 2005, pp.453-459)

La medicina tradicional en países Latinoamericanos hoy en día muestra un aumento e impacto social, representando un aporte importante en atención a la salud, llegando a ser reconocida por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud, ésta medicina se encuentra presente en las zonas rurales de los países latinos pero también se registra su práctica en las zonas urbanas. (Becerra, 2014, pp.14-16)

El Ecuador es un país intercultural y pluricultural, de creencias ancestrales por lo que existe una fuerte idiosincrasia en cuanto a la medicina ancestral y a la utilización de plantas medicinales, esto permite obtener una base sólida de conocimientos, las cuales deberían ser corroborados científicamente, investigando las moléculas o compuestos responsables de las actividades terapéuticas observadas por los habitantes tanto de las zonas rurales como urbanas. (Becerra, 2014, pp.14-16)

## **1.2. Plantas medicinales**

Las plantas tienen un gran valor en la medicina actual, ya que son el origen de los agentes terapéuticos, empleados como materia prima para la elaboración de medicamentos semisintéticos más complejos, de manera que la estructura química de los principios activos naturales sería un prototipo para la elaboración de los fármacos sintéticos. (Bermúdez, et al, 2005, pp.453-459)

Son plantas medicinales, todas aquellas que contienen en alguno de sus órganos, principios activos, los cuales administrados en dosis suficientes, producen efectos curativos sobre enfermedades humanas y animales. (Pérez, 2008, pp.23-24)

De acuerdo con la OMS (1979) una planta medicinal es definida como “Cualquier especie vegetal que contiene sustancias que pueden ser empleadas para propósitos terapéuticos o cuyos principios activos pueden servir de precursores para la síntesis de nuevos fármacos”. (Bermúdez, et al, 2005, pp.453-459)

### ***1.2.1. Extractos vegetales***

Extracto vegetal es una preparación líquida, semisólida o sólida que procede de la acción de solventes como agua, etanol, acetato de etilo, éter, entre otros, sobre una planta, sus hojas, flores u otros componentes de la misma, proporcionando los principios activos presentes en ella. (Álvarez & Bagueé, 2012, p.145)

#### ***1.2.1.1. Tipos de Extractos***

- a) **Extractos Fluidos:** Es una preparación de consistencia líquida, en la cual 1 g de planta equivale a 1 g de extracto de la misma. Para la obtención de éste preparado se utiliza como solvente etanol, agua, entre otros; se almacena en frascos de vidrio, bien sellados sin contacto directo con la luz y en un ambiente seco para una conservación apropiada. (Álvarez & Bagueé, 2012, p.145)
  
- b) **Extractos Semisólidos o Blandos:** Es una preparación de consistencia semisólida, que se obtiene por evaporización parcial o total del solvente de extracción donde el contenido de agua se encuentra aproximadamente en un 60% por lo que es de difícil manipulación y conservación. (Álvarez & Bagueé, 2012, p.145)
  
- c) **Extractos Secos:** Es una preparación de consistencia seca, que resulta de la evaporación total o completa del solvente empleado para conseguir un residuo con una humedad menor o igual al 5%. Es un extracto muy estable pero es higroscópico. (Álvarez & Bagueé, 2012, p.145)



### 1.2.1.2. Métodos de extracción

La extracción es el método más utilizado para la separación de componentes, compuestos, líquidos, entre otros de una mezcla. (Caldas, 2012, p.19)

1. Extracción mecánica: Se obtiene un extracto líquido de la planta empleada, en el cual la materia prima atraviesa por el proceso mecánico de cortar, exprimir, moler, licuar, realizar incisiones o someter al calor. (Marcano & Hasegawa, 2002, pp. 60-62)
  
2. Destilación: Consiste en la separación de distintos líquidos, aceites esenciales de una planta en función de la diferencia de presión de vapor y su punto de ebullición, mediante la vaporización y condensación. Se basa en la distinta polaridad de los compuestos (volátiles y no volátiles). (Marcano & Hasegawa, 2002, pp. 60-62)
  
3. Extracción con solventes: Se utiliza para la obtención de principios y metabolitos activos presentes en la planta, mediante el empleo de solventes como alcohol, acetona, agua, éter, entre otros, que poseen la capacidad de solubilizar componentes activos, de manera que, los principios activos solubilizados se encuentran suspendidos en el solvente y se obtiene un residuo. Existe dos tipos: Continua (Soxhlet) y discontinua (maceración). (Marcano & Hasegawa, 2002, pp. 60-62)
  - Extracción continua – Soxhlet: El equipo Soxhlet recircula los vapores condensados a la fuente de disolvente que se encuentra en evaporación continua, acarreado consigo los principios activos presentes en la muestra vegetal. (Caldas, 2012, p.19)
  
  - Extracción discontinua – Maceración: Es un tipo de extracción sólido – líquido, donde la planta es cubierta en su totalidad por el solvente, ocasionando la difusión de los principios activos solubles en dicho solvente hasta alcanzar un equilibrio entre el

residuo y la concentración del extracto líquido. Este proceso se lleva a cabo por varios días y no requiere equipos sofisticados. (Marcano & Hasegawa, 2002, pp. 60-62)

#### *1.2.1.3. Concentración de extractos*

Consiste en la evaporación del solvente empleado en la extracción de principios activos de la planta, mediante el equipo rotavapor que concentra con parámetros como: temperatura, movimiento y presión. La velocidad de rotación y la presión incrementan la velocidad del proceso de evaporación del solvente y evitan la ebullición. (Marcano & Hasegawa, 2002, pp. 60-62)

#### *1.2.2. Actividad Antibacteriana en Plantas*

Las plantas han sido utilizadas desde la antigüedad para la curación de dolencias o enfermedades, algunas tienen la capacidad de combatir microorganismos patógenos. (Bermúdez, et al, 2005, pp.453-459)

Alrededor del 60% de la población mundial utiliza plantas con la propiedad antibacteriana. En muchos casos se utiliza directamente la planta o algún tipo de extracto que presente ésta actividad. (Bermúdez, et al, 2005, pp.453-459)

A continuación en el tamizaje fitoquímico se hará énfasis en los metabolitos secundarios que poseen la actividad biológica antibacteriana.

### **1.3. Tamizaje Fitoquímico**

Se denomina también screening fitoquímico, es un análisis cualitativo que determina la presencia de metabolitos secundarios, identifica las sustancias activas y contribuye a establecer

los compuestos que deben ser aislados y fraccionados de la planta. Los metabolitos secundarios pueden ser: Alcaloides, aceites y grasas, lactonas y cumarinas, triterpenos, esteroides, catequinas, resinas, azúcares reductores, fenoles y taninos, saponinas, aminoácidos, quinonas, flavonoides, antocianidinas, mucílagos y principios amargos. (Palacios, 2008, <http://farmacognosia-farmacialadech.blogspot.com/>)

### ***1.3.1. Terpenos***

Los terpenos son compuestos estructurados por la unión de diversas unidades de isopreno (5 carbonos) (Ávalos & Pérez-Urria, 2009, pp.122-123), se encuentran en el reino vegetal y poseen propiedades: Antiulcerosas, antimalariales, anticarcinogénesis y antimicrobianas. (Eisenreich, et al, 2001, pp.78-84)

### ***1.3.2. Cumarinas***

Son compuestos fenólicos presentes en plantas, poseen la estructura base benzo- $\alpha$ -pirona, se disponen sustituyentes de distinta naturaleza química y se clasifican en sencillos y complejos. Pueden actuar como vasodilatadores, anticoagulantes y fotosensibilizantes tónicos. (UPM, 2010, pp.60-65)

### ***1.3.3. Saponinas***

Son sustancias anfifílicas de naturaleza triterpénica policíclica o glucósida esteroide, es decir poseen una parte liposoluble (triterpenos o esteroide) y una parte hidrosoluble (carbohidrato), de manera que disminuye la tensión superficial, debido a esta particularidad se atribuye la acción detergente y emulsificante. (Schenkel, et al, 2001, p. 27)

#### ***1.3.4. Antocianidinas***

Son pigmentos naturales derivados del ion flavilio, producto de metoxilaciones y oxhidrilaciones, dan coloración a los vegetales, cereales y frutas. Tienen propiedades antineoplásicas, antiinflamatorias y antidiabéticas; también contribuyen a la disminución de la cardiopatía coronaria, mejoran la visión y la conducta cognitiva. (Garzón, 2008, pp.27-36)

#### ***1.3.5. Glucósidos***

Son compuestos formados por una fracción glucídica, que se encuentra entrelazada a otra fracción de naturaleza variable (aglucon) mediante un enlace éster. Poseen propiedades anticoagulantes, tónicovenosas, antiespasmódicas, antibacterianas y cuando son de tipo esteroideal tienen propiedades cardiotónicas. (Stoll, 1948, pp.64-73)

#### ***1.3.6. Mucílagos***

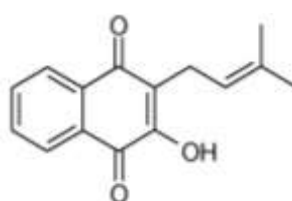
Se localizan en las plantas y se encuentran formados por polisacáridos, contienen principalmente azúcares y ácidos urónicos. Tienen la capacidad de formar geles en contacto con el agua y disoluciones de consistencia viscosa. Poseen propiedades demulcentes, emolientes y antiinflamatorias. (UPM, 2010, pp.60-65)

#### ***1.3.7. Alcaloides***

Son compuestos orgánicos nitrogenados, de carácter básico, la gran mayoría provienen de aminoácidos y se encuentran en la naturaleza en forma de sales en los vegetales. Debido a su estructura química poseen efectos estimulantes (cafeína) y depresores (morfina) sobre el Sistema Nervioso Central, de modo que actúan como analgésicos, anestésicos y también como pesticidas e insecticidas. (Pacheco, 2013, pp.7-11)

### 1.3.8. *Quinonas*

Son metabolitos secundarios que se hallan en la corteza, madera, raíces y hojas de las plantas. Presentan coloraciones que varían desde amarillo hasta casi negro. Actúan sobre los polipéptidos y enzimas ligadas a la membrana, también sobre las adhesinas de la superficie bacteriana, un ejemplo de ellas es el lapachol, el cual tiene actividad citostática, bacteriostática y fungistática, otro ejemplo es la plumbagina, la cual actúa contra la leishmaniasis y la shikonina es un antimicótico. (Lock de Ugaz, 1994, pp. 114-182)



lapachol

**Figura 1-1:** Estructura química del lapachol

**Fuente:** (Chamy & Rosenkranz, 2013)

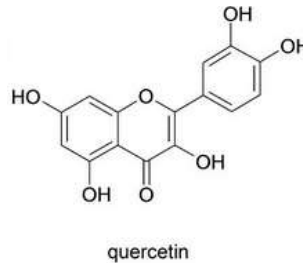
### 1.3.9. *Compuestos fenólicos*

Comprenden a todos los metabolitos secundarios que poseen en su composición el grupo fenol, se establecen varias estructuras alifáticas y aromáticas. Son solubles en solventes polares y en bases como NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (debido a su acidez) y dan coloración a las plantas. Se clasifican en mono y polifenoles y actúan como bactericidas y fungicidas (ácido cafeico y cinámico) o bacteriostáticos (catecoles y eugenoles) e insecticidas. (Facundo, 2016, pp.3-5)

#### 1.3.9.1. *Flavonoides*

Son compuestos polifenólicos derivados del fenil propano, solubles en agua y etanol, cuyo peso molecular es bajo y poseen la estructura benzo- $\gamma$ -pirano. Están distribuidos en el reino vegetal en forma de glicósidos (Cartaya & Reynaldo, 2001, pp.5-12), dentro de este grupo están las catequinas.

Actúan como antibacterianos y antifúngicos (apigenina, luteolina, quercetina, dihidroquercetina, dihidrorobinetina y faseolinisoflavano) (Ferraro, 1983, pp.97-103).



**Figura 2-1:** Estructura química de la quercetina

**Fuente:** (Chamy & Rosenkranz, 2013)

#### 1.3.9.2. *Taninos*

Son compuestos fenólicos hidrofílicos, tienen en su estructura grupos hidroxilo y otros grupos funcionales forman complejos con las proteínas. Poseen propiedades astringentes, antisépticas, vasoconstrictoras, cicatrizantes y sirven como defensa frente a bacterias y hongos, se cree que es debido a la interacción sobre las proteínas (adhesinas) y polisacáridos. (UPM, 2010, pp.60-65)

### 1.4. Bacterias

Las bacterias son microorganismos unicelulares que se reproducen por fisión binaria, poseen mecanismos propios de producción de energía para su crecimiento y desarrollo, la gran mayoría son de vida libre. (Pérez & Mota, 2008, pp.23-36)

Producen enfermedades de origen infeccioso que aunque poco letales, sin embargo continúan siendo una amenaza importante para la supervivencia ya que existen muertes debido a infecciones como la tuberculosis, neumonía y otras enfermedades respiratorias, síndromes diarreicos severos y por patógenos con resistencias múltiples que conllevan a una sepsis. (Madigan, et al, 2009, p.9)

#### **1.4.1. *Staphylococcus aureus***

Son cocos Gram positivos, que miden entre 0.5 a 1.5  $\mu\text{m}$ , se hallan como células únicas o agrupadas como racimos irregulares parecidos a los racimos de uvas, sus colonias son cremosas con bordes enteros y lisos. El *S. aureus* puede producir carotenoides que otorgan una coloración amarilla o dorada a sus colonias y además presentar  $\beta$  hemólisis. Crecen en medios de enriquecimiento no selectivos como caldo cerebro corazón, agar sangre, agar chocolate, entre otros (Cervantes, et al, 2014, pp.28-40), durante 18 – 24 horas en un intervalo de temperatura de 7 – 40  $^{\circ}\text{C}$  con un óptimo de 35 – 37  $^{\circ}\text{C}$  (Baeza, et al, 2010, p.2).

*S. aureus* puede provocar infecciones como: Neumonía, meningitis, infecciones piógenas, endocarditis, abscesos, infecciones profundas, piel escaldada, intoxicación alimentaria, artritis séptica, pericarditis, osteomielitis, síndrome de choque tóxico. *S. aureus* resistente a la meticilina (SARM) produce bacteriemia (Cervantes, et al, 2014, pp.28-40), causando alrededor del 11 – 33 % de las bacteriemias intrahospitalarias y un porcentaje significativo en la comunidad (Tibavizco, et al, 2007, pp.294-307).

Las distintas cepas de *S. aureus* han generado resistencia a varios fármacos, tales como: tetraciclinas, clindamicina,  $\beta$ -lactámicos, quinolonas, cetólidos, azálidos y aminoglucósidos. (Casellas, 2011, p.520)

#### **1.4.2. *Escherichia coli***

Es un bacilo Gram negativo, anaerobio facultativo, que pertenece a la familia Enterobacteriaceae. Sus colonias son de color blanco opaco, convexas, circulares con un tamaño de 2 – 4 mm. Su temperatura óptima crecimiento es de 37  $^{\circ}\text{C}$ . Se halla en la flora intestinal de los animales y el hombre. Se clasifican de acuerdo a su patogenicidad, virulencia y toxicidad en: Enteroagregativa, entopatógena, enterotoxigénica, enterohemorrágica y adherencia difusa. (Rodríguez-Ángeles, 2002, pp.464-475)

*E. coli* produce infecciones intestinales como diarreas hemorrágicas que perjudican con mayor frecuencia a niños de entre 1 a 8 años y extraintestinales, tales como mastitis, neumonía, peritonitis, septicemia, meningitis, infecciones de vías urinarias. (Torres, 2013, pp.15-17)

Las cepas de *E. coli* presentan multirresistencia a los antibióticos en un 32,5%, como a sulfatrimetoprim, penicilinas + IBL y cefalosporinas. (García Rodríguez & García Sánchez, 1997, pp. 39-50)

#### **1.4.3. *Proteus mirabilis***

Es un bacilo Gram negativo, con amplia motilidad, aerobio facultativo propio de la microbiota fecal. Sus colonias son blanquecinas traslúcidas, redondeados, circulares y convexas. Crece en medios nutritivos como agar sangre, caldo cerebro corazón. (Lennette, 2008, p. 246)

*P. mirabilis* produce infecciones del tracto urinario, bacteriemias, infección en heridas, neumonía y septicemias. (Murray, et al, 2009, pp. 9-23)

Las cepas de *P. mirabilis* presenta multirresistencia a antibióticos como sulfatrimetoprim y cefalosporinas de tercera y cuarta generación (Acosta, 2014, pp.15-17), ésta resistencia se debe a la adquisición de las beta lactamasas plasmídicas (Rodríguez, 2005, pp. 135-251).

#### **1.4.4. *Salmonella typhimurium***

Es una bacteria anaeróbica facultativa, produce ácido sulfhídrico a partir de maltosa, sorbitol y glucosa pero no produce gas; no fermenta sacarosa, ramnosa ni lactosa. Elabora nitrito a partir de nitrato. Su temperatura óptima de crecimiento es de 37 °C. (Calva, 2014, <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap4/>)



*S. typhimurium* provoca la fiebre tifoidea debido a una septicemia. La gran parte de las cepas son móviles porque tienen flagelos peritricos, que envuelven a la célula, sin embargo hay cepas no móviles. (Calva, 2014, <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap4/>)

Las cepas de *S. typhimurium* presentan resistencia a antibióticos como las cefalosporinas y quinolonas de tercera generación, cotrimoxazol, amoxicilina y cloranfenicol. (Calva, 2014, <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap4/>)

## **1.5. Antibióticos**

Son sustancias químicas que se obtienen a partir de varios microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos) o pueden ser sintetizados químicamente en el laboratorio, detienen el crecimiento y desarrollo de microorganismos al inhibirlos (bacteriostáticos) o erradicarlos (bactericidas) (Jawetz, 1989, pp. 110-113). Estas sustancias varían de acuerdo a sus propiedades fisicoquímicas y efectos farmacológicos, también se distinguen en su mecanismo de acción y espectro antimicrobiano (Madigan, et al, 2009, p.9).

### ***1.5.1. Mecanismo de acción de los antibióticos***

Los antibióticos se encuentran formados por distintos compuestos, inhiben varios procesos metabólicos o actúan sobre partes específicas de la célula bacteriana (Cuadros, 2010, p.4). Entre los principales mecanismos de acción de antibióticos tenemos:

- a. Inhiben la síntesis de la pared bacteriana.
- b. Afectan la permeabilidad de la membrana celular y permiten la fuga de compuestos intracelulares.
- c. Afectan la función de las subunidades ribosomales 30 S o 50 S causando inhibición reversible de la síntesis proteínica.

- d. Perjudican el metabolismo del ácido nucleico al bloquear las enzimas bacterianas que son esenciales para la síntesis de DNA y así impiden la replicación del ADN bacteriano.
- e. Bloquean fases metabólicas específicas que son esenciales para los microorganismos como los antimetabolitos (Trimetoprim y las sulfonamidas). (Pesantes, 2015, pp.19-24)

### ***1.5.2. Resistencia Bacteriana a Antibióticos***

Es la condición alcanzada por una bacteria al tolerar los efectos del antibiótico ante el cual habitualmente muestra sensibilidad. Esta condición es provocada por genes de resistencia producto de intercambios genéticos. (Madigan, et al, 2009, p.9)

## **1.6. Tubérculos andinos**

Los tubérculos conocidos por las culturas indígenas como papa chaucha, mashua, oca y melloco tienen su origen en la Región Andina donde desde la antigüedad además de ser utilizados como alimentos, han sido empleados como remedios naturales dando resultados positivos para contrarrestar ciertos tipos de dolencias, infecciones, entre otros. (Alcívar, 2013, p.4)

### ***1.6.1. Tropaeolum tuberosum***

#### ***1.6.1.1. Nombre Vernáculo***

El *T. tuberosum* ó mashua es un tubérculo que se le conoce también como mashuar, Añú, Anyú, Majua, Mafua, Mauja, Maxua, Isaño (en español) y como Apiñu, Apiña-mama, Yanaoca (en quechua). (Aquise, 2011, pp.5-16)



**Figura 3-1:** Planta *Tropaeolum tuberosum*

**Fuente:** (RHS, 2002)

#### *1.6.1.2. Antecedentes*

Originaria de la región andina desde Ecuador hasta Bolivia. Es un cultivo muy importante en las comunidades indígenas alto andinas del Ecuador. Es considerada como medicina natural y alimento nutritivo preparado con diversos productos como panela, canela y leche. Existe una gran variedad de especies como la mashua amarilla (mashua chaucha), la variedad zapallo y en escala reducida la mashua morada. Su crecimiento se da en suelos que no necesitan el empleo de fertilizantes ni pesticidas, resiste a heladas y repele insectos y nemátodos. (Cueva & Groten, 2010, p. 69)

#### *1.6.1.3. Descripción botánica*

Es una planta herbácea perenne, semirastrera que puede crecer hasta los 2 metros de altura. Proporciona tubérculos que miden de 5 a 15 cm, tienen colores púrpura, violeta, anaranjado, amarillo, blanco, rojizo, punteadas con rojo brillante y líneas moradas. Tienen una estructura elipsoidal y pueden estar ramificados. Sus tallos aéreos poseen forma cilíndrica, ramificaciones y tienen un color violeta. Sus hojas son alternas de coloración verde con puntas rojas. Las flores son bisexuales contienen matices que van desde el color naranja al escarlata y pueden ser polinizadas por aves e insectos. El fruto es un esquizocarpo. (Beltrán & Mera, 2014, pp.4-12)

#### 1.6.1.4. Clasificación Taxonómica

**Tabla 1-1:** Clasificación taxonómica de *Tropaeolum tuberosum*

Reino	Plantae
Phylum	Angiospermae
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Brassicales
Familia	Tropaeolaceae
Género	Tropaeolum
Especie	<i>Tropaeolum tuberosum</i>

Fuente: (Aquise, 2011, pp.5-16)

#### 1.6.1.5. Usos Medicinales

La mashua actúa contra los cálculos renales, reduce las dolencias del tracto genitourinario e inhibe el crecimiento de las bacterias *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* y hongos como *Candida albicans*. Se utiliza también para combatir la anemia y se presume que si es alto su consumo con poca cantidad de yodo se podría adquirir el bocio. (Aquise, 2011, pp.5-16)

#### 1.6.2. *Solanum phureja*

##### 1.6.2.1. Nombre Vernáculo

La *S. phureja* ó papa chaucha es un tubérculo conocido también como papa criolla, papa amarilla, yema de huevo, ajiaco y piqueteadores. (Pérez, 2013, <http://www.botanicayjardines.com/etiqueta/papa-chaucha/>)



**Figura 4-1:** Planta *Solanum phureja*

**Fuente:** (Wagner, 2008)

#### *1.6.2.2. Antecedentes*

Es una planta originaria de los Andes, con mayor relevancia en su producción en Perú, Ecuador y Chile, su cultivo se inició miles de años atrás en la cuenca del lago Titicaca, (área comprendida entre Perú y Bolivia). La papa es uno de los alimentos indispensables en la dieta tanto en América como en Europa donde fue introducida en el siglo XVI durante la conquista española. (Rivadeneira, 2013, p.6)

#### *1.6.2.3. Descripción botánica*

La planta mide 60 cm de alto, compuesta por numerosos tallos de color verde, ramificada en la parte baja donde nacen flores de color lila, blanca o roja, puede tener un crecimiento erecto o semierecto. La morfología del follaje y de los órganos reproductores es variada en cuanto a color, forma, crecimiento y tamaño, también difiere en el sabor de los tubérculos, éstos pueden tener un tamaño pequeño, de aspecto redondo u ovoide, con matices amarillos y en algunos casos con tintes rojos; esta planta produce hasta 40 tubérculos. (Tapia & Fries, 2007, p.25)

#### 1.6.2.4. Clasificación Taxonómica

**Tabla 2-1:** Clasificación taxonómica de *Solanum phureja*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Phylum</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase</b>	Asteridae
<b>Orden</b>	Solanales
<b>Familia</b>	Solanaceae
<b>Género</b>	Solanum
<b>Especie</b>	<i>Solanum phureja</i>

Fuente: (Rodríguez & Llanos, 2013, p.6)

#### 1.6.2.5. Usos Medicinales

La papa chaucha posee propiedades antioxidantes y antineoplásicas por tener en su composición un bajo contenido de compuestos fenólicos. Reduce los niveles de glucosa y colesterol. (Ramírez, 2010, pp.44-46)

### 1.6.3. *Ullucus tuberosus*

#### 1.6.3.1. Nombre Vernáculo

El *U. tuberosus* ó melloco es un tubérculo conocido en el idioma quechua y en aymara como ullucu o ulluma y en español es conocido como melloco, olluco, ulluco, rubas, rubia, ruba, tiquiño, mucuchi, michurui muguri, camarones de tierra, ruhuas, hubas, chugas, chigua, ulluca, ulluma o papa lisa. (Aquise, 2011, pp.5-16)



**Figura 5-1:** Planta *Ullucus tuberosus*

**Fuente:** (Carton, 2016)

### *1.6.3.2. Antecedentes*

Es una planta nutraceutica cuyo cultivo se inici6 en la regi6n Andina hace unos 5000 a6os. Es un cultivo ampliamente expandido por Sudam6rica y en el Ecuador es consumido por su sabor agradable y versatilidad para la gastronomía, tambi6n tiene resistencia a plagas y no requiere de la utilizaci6n de pesticidas en grandes cantidades. (Aguise, 2011, pp.5-16)

### *1.6.3.3. Descripci6n bot6nica*

Es una planta anual, posee un sistema radicular abundante, alargado y fibroso, que abarca de 3 a 6 tallos a6reos, su altura oscila entre 30 a 80 cm, son carnosos, de color verde, p6rpura o rosado y tienen de 3 a 5 aristas. Crece de manera erecta, rastrera y semirastrera. Las hojas son alternas con peciolo largo, grueso, de color verde y puede tener pigmentaciones p6rpuras en el envés. Los tub6rculos tienen un tama6o que varía entre 4 a 8 cm de largo y distintas formas ovoides u ovaladas. (P6rez, 2017, p.10)

#### 1.6.3.4. Clasificación Taxonómica

**Tabla 3-1:** Clasificación taxonómica de *Ullucus tuberosus*

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Phylum</b>	Magnoliophyta
<b>Clase</b>	Magnoliopsida
<b>Orden</b>	Caryophyllales
<b>Familia</b>	Basellaceae
<b>Género</b>	Ullucus
<b>Especie</b>	<i>Ullucus tuberosus</i>

Fuente: (Aquise, 2011, pp.5-16)

#### 1.6.3.5. Usos Medicinales

A más del consumo del tubérculo también se puede consumir las hojas de la planta las cuales aportan un alto contenido de hierro y vitaminas por lo que es considerado un alimento nutracéutico. Facilita el trabajo de parto y actúa contra los dolores de estómago, cabeza y tumores. Se utiliza como cicatrizante, antiinflamatorio y antibacteriano. (Pérez, 2017, p.10)

#### 1.6.4. *Oxalis tuberosa*

##### 1.6.4.1. Nombre Vernáculo

La *O. tuberosa* u oca es un tubérculo andino, su nombre común tiene procedencia quechua, también se le conoce como: apio, cavi, cuíba, huisisai, ibia, quiba. (Casado & Romero, 2007. p.544)





**Figura 6-1:** Planta *Oxalis tuberosa*

**Fuente:** (Valley, 2010)

#### *1.6.4.2. Antecedentes*

Es una planta originaria de la región Andina, su cultivo y consumo en ésta región comprende el segundo lugar después de la papa y se cultiva fundamentalmente en tierras altas de Ecuador, Perú, Bolivia, Venezuela y Chile, donde se viene cultivando mucho antes de los tiempos de los Incas. Los tubérculos poseen un agradable sabor y una amplia gama de colores brillantes. (Aquise, 2011, pp.5-16)

#### *1.6.4.3. Descripción botánica*

Es una planta que crece entre 0.20 a 0.40 m. Sus tallos son de forma cilíndrica y color verde, posee un diámetro que varía de 0.5 a 1.5 cm, éstos germinan de la base a la planta proporcionándole una estructura cónica o semiesférica. Sus hojas son alternas, trifoliadas que miden de 2 a 9 cm. Los tubérculos miden de 5 a 15 cm, pueden ser de aspecto cilíndrico u ovoide y tienen un color morado, negro, blanco, amarillo o rosado. Las yemas son de tamaño, color y profundidad distinta, según el clon. (Rosero, 2010, p.19)

#### 1.6.4.4. Clasificación Taxonómica

**Tabla 4-1:** Clasificación taxonómica de *Oxalis tuberosa*

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Geraniales
Familia	Oxalidaceae
Género	Oxalis
Especie	<i>Oxalis tuberosa</i>

Fuente: (Aquise, 2011, pp.5-16)

#### 1.6.4.5. Usos Medicinales

Se utiliza como astringente. El zumo de las hojas desinflama los testículos y la cocción de éstas ayuda a contrarrestar el dolor de oídos. El almidón sirve para la preparación a nivel industrial de un almidón fino. (Aquise, 2011, pp.5-16)

### 1.7. Actividad Hemoaglutinante

#### 1.7.1. Historia

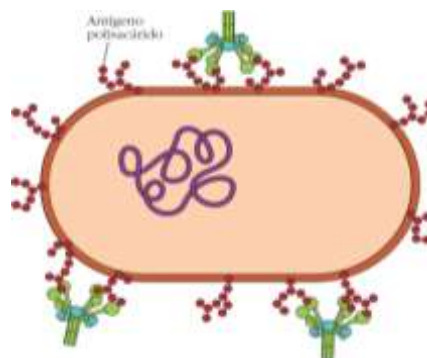
En el año de 1919 James Summer aisló una fitohemaglutinina en forma cristalina de la especie *Canavalia ensiformis*. Posteriormente William Boyd en 1954, denominó lectinas a éstas fitohemaglutininas, su nombre proviene del latín legere = elegir. (Reyes & Gallegos, 2011, pp.179-182)

Peter Nowel en 1960 descubrió que la lectina del frijol rojo poseía la capacidad mitógena. En 1963 se indicó que las lectinas tienen la propiedad de diferenciar células normales de células cancerígenas. Hoy en día se utilizan las lectinas en análisis bioquímicos, biomédicos, genéticos. (Reyes & Gallegos, 2011, pp.179-182)

La hemaglutinación es la aglutinación de los hematíes. Las lectinas son glicoproteínas que tienen la capacidad de aglutinar células y/o precipitar glicoconjugados; muestran afinidad por los glúcidos de la membrana de los hematíes. (Charzeddine & Fariñas, 2001, pp.49-54)

### 1.7.2. *Lectinas Vegetales*

Son un grupo de proteínas de procedencia no inmune diferenciadas por la unión específica y reversible a los hidratos de carbono que se hallan en forma libre o a los que forman parte de estructuras complejas. Las lectinas tienen al menos dos puntos de unión: a una molécula glicosilada o a un glúcido determinado. (Castillo & Abdullaev, 2004, p.55)



**Figura 7-1:** Reacción de aglutinación

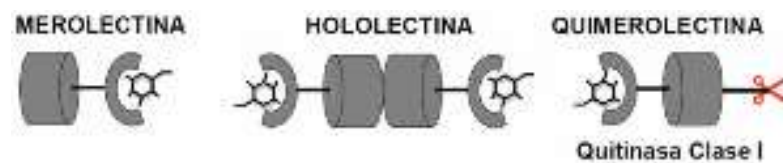
**Fuente:** (Owen, et al, 2014, p.427)

El fundamento por la actividad realizada de las lectinas vegetales está basado en sus propiedades biológicas, como ejemplo tenemos la identificación e interacción de los grupos sanguíneos, aglutinación de linfocitos, hematíes, bacterias, células anormales (cancerígenas) entre otras. (Castillo & Abdullaev, 2004, p.55)

En los vegetales, las lectinas cumplen funciones como la regulación fisiológica, agentes antimicrobianos, inducen los procesos de división y proliferación de la célula. En la actualidad, un gran número de lectinas vegetales han sido purificadas y caracterizadas en relación a sus propiedades bioquímicas, especificidades de unión a hidratos de carbono y funciones biológicas. (Castillo & Abdullaev, 2004, p.55)

Las lectinas vegetales con relación a su estructura pueden clasificarse en:

- 1) Merolectina: Consta de un único sitio de unión a los hidratos de carbono y no aglutina a la célula que se une.
- 2) Hololectina: Consta de dos sitios de unión y aglutinan a la célula a la que se adhieren.
- 3) Quimerolectina: Pueden aglutinar o no, contienen un sitio de unión específico a carbohidratos y otro a otros compuestos. (Nagano, 2007, p.35)



**Figura 8-1:** Tipos de lectinas

**Fuente:** (Nagano, 2007, p.35)

Recientemente las lectinas vegetales han sido utilizadas como instrumentos clínicos para la diferenciación de tumores malignos de benignos. Diversos estudios han demostrado evidencias de actividades anti-tumorales de lectinas vegetales como la Ricina y WGA, mediante la estimulación de la apoptosis en células cancerígenas. (Liu, et al, 2010, pp.1-3)

#### *1.7.2.1. Aplicaciones*

Por su selectividad y sencilla purificación las lectinas se utilizan para:

Purificar glicoproteínas, glicolípidos y glucanos a través del método cromatográfico por afinidad, también se puede emplear como marcadores fluorescentes en métodos histoquímicos o para detectar alteraciones malignas, precisamente las lectinas de *Vicia villosa* se adhieren al antígeno Tn propio para células cancerígenas. Las lectinas se pueden emplear también en el tratamiento anticancerígeno al ser sustancias inactivadoras de ribosomas. (Nagano, 2007, p.35)

#### *1.7.2.2. Utilidad terapéutica frente al cáncer*

Las glicoproteínas son fundamentales por su acción de identificar, comunicar y adherirse a la célula, estas actividades resultan indispensables en la formación, propagación y metástasis del tumor, en el transcurso de este proceso los oligosacáridos de glicoproteínas de la superficie celular de los tumores cancerígenos están alterados, modificación que puede ser detectada por lectinas. (Castillo & Abdullaev, 2004, p.55)

#### *1.7.2.3. Efectos Adversos de Lectinas*

A más de la gran contribución de las lectinas en cuanto al diagnóstico del cáncer, poseen un grado de toxicidad al producir inactivación de los ribosomas, éstas proteínas al ser ingeridas por el humano o animal puede provocar parenquimatosis, produciendo hemorragias y coágulos, además pueden unirse a grupos glicosilados de las células del epitelio del tracto digestivo impidiendo la absorción de nutrientes. (Castillo & Abdullaev, 2004, p.55)

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Lugar de la investigación

La investigación se realizó en:

- Laboratorio de Productos Naturales – Escuela de Bioquímica y Farmacia – ESPOCH.
- Laboratorio de Bromatología – Escuela de Nutrición y Dietética – ESPOCH.
- Laboratorio de Análisis Clínico y Bacteriológico – Escuela de Bioquímica y farmacia – ESPOCH.

#### 2.2. Materiales, equipos y reactivos

##### 2.2.1. *Material vegetal*

1. Mashua (*Tropaeolum tuberosum*).- El material vegetal se obtuvo en el mes de Octubre del 2017 en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, se utilizó las raíces, tallos, hojas y flores.
2. Papa chaucha (*Solanum phureja*).- La materia prima se obtuvo en el mes de Octubre del 2017 en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, se utilizó las raíces, tallos, hojas y flores.

3. Melloco (*Ullucus tuberosus*).- El material vegetal se obtuvo en el mes de Octubre del 2017 en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, se utilizó las raíces, tallos y hojas.
4. Oca (*Oxalis tuberosa*).- La materia prima se obtuvo en el mes de Octubre del 2017 en la ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo, se utilizó las raíces, tallos, hojas.

### **2.2.2. Microorganismos (Bacterias) Monitores**

- *Escherichia coli* ATCC 25922
- *Staphylococcus aureus* ATCC 25923
- *Salmonella typhimurium* ATCC 14028
- *Proteus mirabilis* ATCC 25933

### **2.2.3. Materiales de Laboratorio**

- Vasos de precipitación 600 mL.
- Vasos de precipitación de 250 mL.
- Vasos de precipitación de 100 mL.
- Tubos de ensayo.
- Gradillas.
- Balones esmerilados de 250 mL.
- Pipetas graduadas de 10 mL.
- Pipetas graduadas de 5 mL.
- Pera de succión.
- Probeta 500 mL.
- Probeta 100 mL.
- Mangueras.
- Piseta.
- Jeringas.
- Frascos de vidrio ámbar 120 mL.
- Matraz Erlenmeyer 500 mL.
- Reverberos eléctricos.
- Termómetro.

- Parafilm.
- Guantes descartables.
- Mascarilla.
- Pipeta automática de 500  $\mu\text{L}$ .
- Pipeta automática de 100  $\mu\text{L}$ .
- Puntas azules para pipeta automática.
- Puntas amarillas para pipeta automática.
- Papel aluminio.
- Licuadora.
- Capilares sin heparina.
- Asa de Platino.
- Pinza para tubos.
- Cajas Petri.
- Papel filtro. Marca: wagtech international.

#### ***2.2.4. Equipos de Laboratorio***

- Balanza analítica.
- Cámara de Reflujo Laminar.
- Autoclave.
- Cámara Fotográfica.
- Baño maría.
- Rotavapor.
- Refrigerador.
- Estufa.
- Computadora. Congelador.
- Centrífuga.



### 2.2.5. *Reactivos*

- Etanol 96%.
- Agua destilada.
- Agua.
- Solución Salina 0,9%.
- Cloroformo.
- Acetato de Etilo.
- Ácido acético Glacial.
- Reactivo de Dragendorff.
- Reactivo de Mayer.
- Reactivo de Wagner.
- Reactivo de Baljet.
- Reactivo de Borntrager.
- Reactivo de Libermann-Burchard.
- Solución de Fehling A –B.
- Cloruro férrico 5%.
- Reactivo de Shinoda.
- Alcohol amílico.
- Ácido Sulfúrico 1%.
- Cloruro de Bario dihidrato.
- Cloruro de Sodio dihidratado.

### **2.2.6. Medios de Cultivo**

- Agar Muller Hinton.
- Caldo Cerebro Corazón.

### **2.2.7. Grupos Sanguíneos**

- A Tipo Rh<sup>+</sup>.
- B Tipo Rh<sup>+</sup>.
- Tipo Rh<sup>+</sup>.

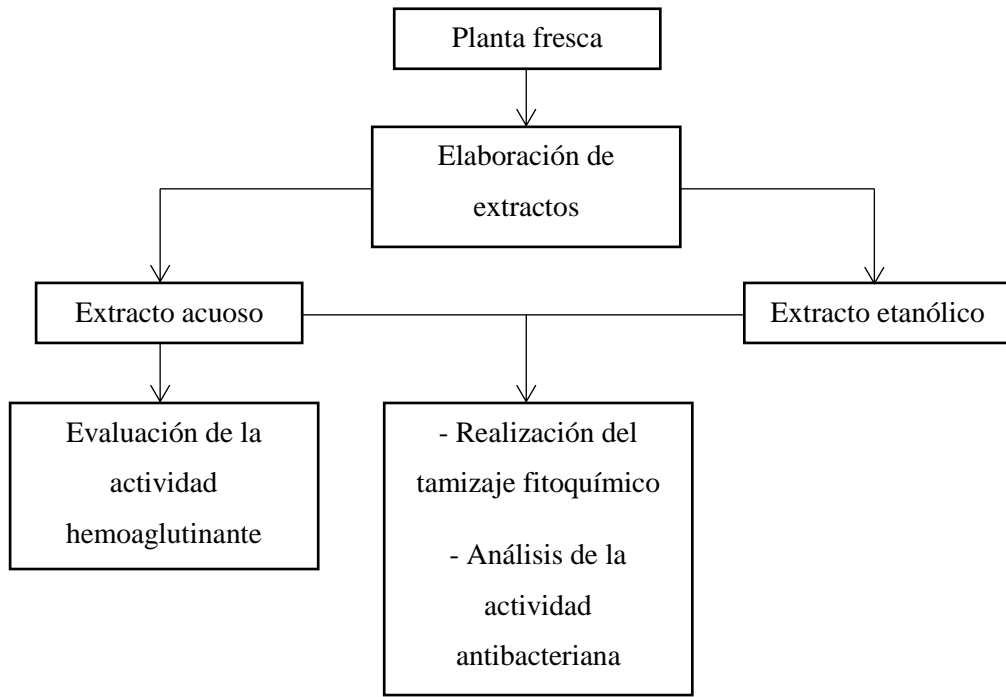
## **2.3. Técnicas y Métodos**

La investigación se realizó de la siguiente manera:

Elaboración de los extractos acuosos y etanólicos de las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus* y su correspondiente análisis fitoquímico.

Evaluación de la actividad hemoaglutinante de los extractos acuosos de las cuatro plantas frente a los grupos sanguíneos (A Rh +, B Rh + y O Rh +), considerando como pauta la formación de grumos (aglutinación), tapiz o aparición de botón en el fondo del tubo de ensayo de los extractos.

Análisis de la actividad antibacteriana en bacterias monitores ATCC a través del método de test de sensibilidad bacteriana a partir del método de difusión en discos.



**Figura 1-2:** Esquema de Técnicas y Métodos

Realizado por: Joselin Silva, 2018

### 2.3.1. *Recolección y Tratamiento del Material Vegetal*

Las muestras de las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus* fueron adquiridas en el Mercado Mayorista de la ciudad de Riobamba.

El tratamiento de las muestras se efectuó en el Laboratorio de Bromatología de la Escuela de Nutrición y Dietética. Se seleccionaron las raíces, tallos, hojas y las flores de aquellas plantas que las poseían (*S. phureja* y *T. tuberosum*) en buen estado. En el caso de las plantas *O. tuberosa* y *U. tuberosus* se necesitó un lavado para eliminar impurezas. Se pesó y se dividió en dos partes iguales para su posterior extracción (agua y etanol).

### ***2.3.2. Preparación de extractos vegetales***

#### *2.3.2.1. Preparación de Extractos Acuosa*

Se tomó la muestra vegetal y se homogenizó en una licuadora, con la mínima cantidad del buffer colocándose paulatinamente hasta que todo el material fue homogenizado (solvente - muestra).

Concluido el proceso se retiró el homogenato del vaso, se filtró con la ayuda de una tela (tul), se llevó a centrifugación a 2500 rpm durante 10 minutos, se midió el volumen filtrado y se guardó en congelación a -20 °C para ensayos posteriores.

#### *2.3.2.2. Obtención de Extractos Alcohólicos – Método de Maceración*

Se tomó la muestra vegetal, se cortó en pedazos pequeños, se colocó en un recipiente de vidrio, se agregó etanol hasta 5 mm por encima del material y se almacenó en un lugar oscuro por 5 días, a continuación se obtuvo el sobrante por decantación, se midió el volumen obtenido y se guardó en congelación (-20 °C) para análisis posteriores.

#### *2.3.2.3. Concentración de los Extractos Etanólicos*

Los extractos etanólicos fueron sometidos a concentración, utilizando un rotavapor a una temperatura no mayor a 50 °C.

### **2.3.3. Tamizaje Fitoquímico**

Para conocer de manera cualitativa los componentes químicos de los extractos vegetales se procedió a realizar un tamizaje fitoquímico con una alícuota de extracto acuoso y extracto etanólico.

#### *2.3.3.1. Ensayo de Sudan*

Para determinar la presencia de compuestos grasos se tomó una alícuota del extracto alcohólico, se le añadió 1 mL de una solución diluida en agua del colorante Sudan III o Sudan IV y se calentó en baño maría hasta evaporación del solvente. Se consideró positivo si aparecieron gotas o una película coloreada de rojo en el seno del líquido o en las paredes del tubo de ensayo. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### *2.3.3.2. Ensayo de Dragendorff*

Para la determinación de alcaloides, a una alícuota del extracto acuoso se le añadió 1 gota de ácido clorhídrico concentrado (calentar suavemente y dejar enfriar). Sobre la solución acuosa ácida se realizó el ensayo, añadiendo 3 gotas del reactivo de Dragendorff. Se consideró positivo la aparición de opalescencia, turbidez o un precipitado. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### *2.3.3.3. Ensayo de Mayer*

Para determinar la presencia de alcaloides, se procedió de la forma descrita anteriormente hasta obtener la solución acuosa ácida. Se añadió una pequeña cantidad de cloruro de sodio en polvo, se agitó y filtró. Se añadió 3 gotas de la solución reactiva de Mayer. Se consideró positivo la aparición de opalescencia, turbidez o un precipitado. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.4. *Ensayo de Wagner*

Para determinar la presencia de alcaloides, se partió igual que en los casos anteriores de la solución acuosa ácida, se añadió 3 gotas del reactivo de Wagner y se consideró el resultado positivo la aparición de opalescencia, turbidez o un precipitado. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.5. *Ensayo de Baljet*

Para valorar la presencia de compuestos con grupos lactónicos (cumarinas), a una alícuota de extracto alcohólico se le adicionó 1 mL del reactivo de Baljet, se consideró un resultado positivo la aparición de una coloración roja o un precipitado. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.6. *Ensayo de Borntrager*

Para la determinación de la presencia de quinonas, una alícuota de extracto alcohólico se evaporó en baño maría y el residuo se disolvió con 1 mL de cloroformo. Se adicionó 1 mL de una solución de amonio al 5 % en agua, se agitó mezclando las fases y se dejó reposar hasta su ulterior separación. Se consideró un resultado positivo la aparición de tonalidades rosado o rojo. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.7. *Ensayo de Liebermann-Burchard*

Para determinar la presencia de triterpenos y/o esteroides, a una alícuota de extracto alcohólico se evaporó en baño maría y el residuo se disolvió con 1 mL de cloroformo. Se adicionó 1 mL de anhídrido acético y se mezcló bien. Por la pared del tubo de ensayo se dejó resbalar 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado sin agitar. El resultado se consideró positivo bajo el siguiente criterio de cambio de coloración: Rosado - azul muy rápido, verde intenso visible rápido, verde oscuro - negro final de la reacción. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.8. *Ensayo de catequinas*

Para la determinación de catequinas, se tomó una gota del extracto alcohólico con la ayuda de un capilar, se aplicó sobre papel filtro y se colocó una solución de carbonato de sodio encima de la mancha. Se consideró un resultado positivo la aparición de una mancha verde carmelina a la luz UV. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.9. *Ensayo de resinas*

Para la determinación de resinas, a una alícuota del extracto alcohólico se adicionó 10 mL de agua destilada. Se consideró un resultado positivo la aparición de un precipitado. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.10. *Ensayo de Fehling*

Para determinar la presencia de azúcares reductores, a una alícuota del extracto acuoso se adicionó 2 mL del reactivo (1 mL de Fehling A y 1 mL de Fehling B) y se calentó en baño maría a 85°C por 10 minutos. Se consideró un resultado positivo la aparición de un precipitado o la coloración roja de la mezcla. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.11. *Ensayo de la espuma*

Para determinar la presencia de saponinas, una alícuota del extracto alcohólico se diluyó con 5 veces su volumen en agua y se agitó la mezcla fuertemente por 5 minutos. Se consideró un resultado positivo la aparición de espuma en la superficie del líquido de 2 mm de altura como mínimo y persistente por más de 2 minutos. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.12. *Ensayo del cloruro férrico*

Para la determinación de compuestos fenólicos y taninos, a una alícuota del extracto alcohólico se le adicionó 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5% en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0.9% en agua). Los resultados se reportaron basándose en el siguiente criterio:

- a. Desarrollo de una coloración rojo – vino, compuestos fenólicos en general.
- b. Desarrollo de una coloración verde intensa, taninos del tipo pirocatecólicos.
- c. Desarrollo de una coloración azul, taninos del tipo pirogalotánicos. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.13. *Ensayo de la ninhidrina*

Para la determinación de la presencia de aminoácidos libres o de aminas en general, una alícuota del extracto alcohólico se mezcló con 2 mL de solución al 2% de ninhidrina en agua y se calentó por 10 minutos en baño maría. Se consideró un resultado positivo la aparición de un color azul violáceo. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.14. *Ensayo de Shinoda*

Para determinar la presencia de flavonoides, una alícuota del extracto alcohólico se diluyó con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado y un pedacito de cinta de magnesio metálico. Después de la reacción se esperó 5 minutos, se añadió 1 mL de alcohol amílico, se mezclaron las fases y se dejó reposar hasta que se separaron. Se consideró un resultado positivo la coloración amarilla, naranja, carmelina o roja del alcohol amílico. (Miranda, 2002, pp.18-22)



#### 2.3.3.15. *Ensayo de antocianidinas*

Para determinar la presencia de las estructuras de secuencia C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> del grupo de los flavonoides, se calentaron 2 mL del extracto alcohólico por 10 minutos con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado. Se dejó enfriar, se adicionó 1 mL de agua y 2 mL de alcohol amílico. Se agitó y se dejó separar las dos fases. Se consideró un resultado positivo la coloración roja a marrón en la fase amílica. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.3.16. *Ensayo de mucílagos*

Para la determinación de la presencia de mucílagos de tipo polisacárido, una alícuota del extracto acuoso se enfrió a 0 – 5 °C. Se consideró un resultado positivo la aparición de una consistencia gelatinosa. (Miranda, 2002, pp.18-22)

#### 2.3.4. *Ensayo de la Actividad Hemoaglutinante*

El ensayo de la actividad hemoaglutinante se llevó a cabo en tubos de vidrio de base redonda, según la siguiente metodología:

##### a) Preparación de una Suspensión de Glóbulos Rojos

1. Se tomó una muestra de sangre de cada uno de los tipos de glóbulos rojos (A, B y O Rh +) y se agregó en tubos con anticoagulante EDTA.
2. Se adicionó 15 mL de solución salina al 0.9% a cada tubo.
3. Se centrifugó a 1000 rpm por 10 minutos, se desechó el sobrenadante, nuevamente se adicionó la misma cantidad de solución salina y se mezcló la solución de glóbulos rojos suavemente por inmersión. Este proceso se repitió 3 veces con la finalidad de retirar el

plasma en su totalidad, es decir hasta conseguir un sobrenadante acuoso translúcido, se separó y se midió la cantidad de glóbulos rojos.

4. Con el pelet de glóbulos rojos se preparó una solución al 5% con la solución salina estéril (0,9%) por lo que se hizo los cálculos pertinentes de acuerdo a la cantidad de sangre que obtuvimos.
5. La solución de glóbulos rojos se almacenó bajo refrigeración para los ensayos de hemoaglutinación. (Nagano, 2007, p.35)

b) Estimación del Título máximo de aglutinación de los extractos

1. Se rotularon tubos de vidrio siguiendo el orden de dilución que se expresa a continuación: 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256 y 1/512. Empleando como volumen de dilución 200  $\mu$ L de solución salina estéril (0,9%).
2. Se adicionó al primer tubo (1/2) 200  $\mu$ L de extracto acuoso, se mezcló con la misma pipeta automática, se tomó nuevamente 200  $\mu$ L y se trasvasó al segundo tubo (1/4), esta técnica se realizó de la misma manera hasta alcanzar la dilución 1/512.
3. Se agitó suavemente los recipientes que contienen la solución de glóbulos rojos de cada grupo sanguíneo anteriormente preparados y para cada dilución de extractos se agregó 200  $\mu$ L.
4. Se colocaron los tubos a una temperatura de 37 °C alrededor de 60 minutos.
5. Se agitó despacio los tubos y se observó la presencia de botón o formación de grumos en la base de los tubos.
6. Con el fin de aumentar la sensibilidad del método de aglutinación se centrifugaron los tubos a 1000 rpm por 10 minutos.
7. Se agitó los tubos suavemente otra vez. Se evaluó el resultado de acuerdo al siguiente criterio:

**Tabla 1-2:** Criterio de expresión del resultado de la actividad hemoaglutinante

<b>Designación</b>	<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
3+	Abundante hemaglutinación	No se observan glóbulos rojos libres, formación de una masa compacta.
2+	Mediana hemaglutinación	Grumos grandes.
1+	Leve hemaglutinación	Flóculos muy pequeños (aspecto arenilla).
0	Ausencia de hemaglutinación	Al agitar se disuelve.

**Realizado por:** Joselín Silva

8. La comparación se realizó frente a blancos (controles negativos) de cada grupo sanguíneo: 200  $\mu$ L de solución salina (0,9%) y 200  $\mu$ L de la solución de glóbulos rojos.
9. El método fue el mismo para todos los grupos sanguíneos, el ensayo de hemoaglutinación se realizó por triplicado y se comprobó los resultados en cada repetición. (Nagano, 2007, p.35)

### **2.3.5. Ensayo de la Actividad Antibacteriana**

a) Preparación del medio de cultivo Agar Mueller – Hinton.

1. El Agar se preparó de acuerdo a las especificaciones del fabricante y se autoclavó por 15 minutos, a 15 psi y 121  $^{\circ}$ C.
2. Luego de esterilizar el medio se dejó enfriar a temperatura ambiente hasta que pueda soportar el calor del Erlenmeyer la palma de la mano.
3. Se vació el medio ligeramente tibio en las cajas Petri de plástico de base plana hasta las tres cuartas partes para conseguir una uniformidad de volumen cercano a los 20 mL/caja.
4. Se dejó reposar dentro de la cámara, alrededor de 15 -20 minutos y se guardó en refrigeración a 2 - 8  $^{\circ}$ C para los análisis posteriores.

b) Reactivación de microorganismos monitores (Preparación de tubos con Caldo Cerebro Corazón).

1. El medio nutritivo se pesó y preparó de acuerdo a las indicaciones del fabricante.
2. Se disolvió el caldo, se puso 5 mL en cada tubo, se tapó los tubos y se autoclavó por 15 minutos a 121 °C y 15 psi.
3. Se dejó enfriar los tubos de igual manera dentro de la cámara de flujo laminar por unos minutos, se tomó las colonias con el asa de platino una vez flameada de los tubos (pico de flauta) y se transfirió al tubo que contenía el caldo, moviendo el asa de platino en el medio ligeramente.
4. Se tapó, se rotuló y posteriormente se procedió a incubar a las bacterias por un lapso de 18 – 24 horas a 37 °C.

c) Determinación de la Sensibilidad Bacteriana (Método Difusión en Discos)

1. Se tomaron los inóculos bacterianos de los tubos del medio líquido cultivados toda la noche y con la ayuda de hisopos estériles se sembraron en cajas Petri.
2. Las placas inoculadas se dejaron reposar por 5 a 10 minutos en la cámara de flujo laminar.
3. Se procedió a colocar discos de papel filtro estériles de 5 mm diámetro con una pinza estéril por encima de la superficie del medio y en estos discos se agregó 30 µL de cada extracto a evaluar.
4. Se dejó reposar nuevamente por un lapso de 10 minutos.
5. Se incubó las placas en posición invertida a 37 °C por un lapso de 18 a 24 horas. Transcurrido el tiempo, se observó cada placa para determinar la presencia de halos de inhibición.
6. Los resultados se expresaron en relación al diámetro medido, lo que permitió determinar el efecto tóxico de los extractos para cada bacteria.

d) Preparación y siembra de Controles

1. Se empleó como controles positivos Amoxicilina (25  $\mu\text{g}$ ) para *Staphylococcus aureus* y Ciprofloxacina (5  $\mu\text{g}$ ) para el resto de bacterias Gram negativas, los controles negativos fueron los solventes empleados en los extractos: Agua destilada estéril, etanol 1/2 y etanol 1/4.
2. Se incubó en las mismas condiciones que las cajas Petri con los extractos y de igual manera se observó los halos de inhibición.

## CAPÍTULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultado del proceso de extracción y concentración de los extractos de mashua, papa chaucha, melloco y oca.

**Tabla 1-3:** Resultado de pesos y volúmenes empleados en la extracción con agua y etanol

Especies vegetales	Extracto acuoso		Extracto etanólico (Maceración)	Extracto etanólico	
	Peso - volumen	Conc. (g/mL)		Volumen (Rotavapor)	Conc. (g/mL)
<i>T. tuberosum</i>	251g – 750mL	0.3	251g – 73mL	21mL	12
<i>S. phureja</i>	200g – 500mL	0.4	200g – 161mL	13mL	15.4
<i>U. tuberosus</i>	430g – 390mL	1.1	430g – 262mL	74mL	5.8
<i>O. tuberosa</i>	453g – 330mL	1.4	453g – 223mL	55mL	8.2

Realizado por: Joselin Silva

La tabla 1-3 muestra los pesos y volúmenes empleados para la preparación de los extractos acuosos y etanólicos de las diferentes muestras así como el volumen obtenido del extracto etanólico concentrado en rotavapor.

### 3.2. Resultados del Tamizaje Fitoquímico

**Tabla 2-3:** Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de *Tropaeolum tuberosum*

Ensayos	Extracto acuoso	Extracto etanólico
<b>Sudan</b> Compuestos grasos		+
<b>Dragendorff</b> Alcaloides	+	
<b>Mayer</b> Alcaloides	+	
<b>Wagner</b> Alcaloides	+	
<b>Baljet</b> Coumarinas		+
<b>Borntrager</b> Quinonas		-
<b>Liebermann-Burchard</b> Triterpenos y/o esteroides		-
<b>Catequinas</b>		-
<b>Resinas</b>		-
<b>Fehling</b> Azúcares reductores	+	
<b>Espuma</b> Saponinas		+
<b>Cloruro férrico</b> Taninos pirocatecólicos		+
<b>Ninhidrina</b> Aminas		-
<b>Shinoda</b> Flavonoides		+
<b>Antocianidinas</b> Flavonoides		+
<b>Mucílagos</b> Polisacáridos	+	

Equivalencia: (+) Presencia, (-) Ausencia

Realizado por: Joselin Silva

Los resultados de la tabla 2-3 correspondiente al tamizaje fitoquímico muestran que en los extractos de *Tropaeolum tuberosum* existe la presencia de compuestos grasos, alcaloides, coumarinas, saponinas, taninos pirocatecólicos, flavonoides y polisacáridos, lo que concuerda con lo reportado por Inostroza et al., (2015). En el tubérculo de *T. tuberosum* se encuentran saponinas, triterpenos y esteroides en grandes cantidades y las leucoantocianidinas están en la corteza amarilla con violeta o con rojo (Espín, et al, 2004, pp.91-116).

**Tabla 3-3:** Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de *Solanum phureja*

Ensayos	Extracto acuoso	Extracto etanólico
<b>Sudan</b> Compuestos grasos		+
<b>Dragendorff</b> Alcaloides	+	
<b>Mayer</b> Alcaloides	+	
<b>Wagner</b> Alcaloides	+	
<b>Baljet</b> Coumarinas		+
<b>Borntreger</b> Quinonas		-
<b>Liebermann-Burchard</b> Triterpenos y/o esteroides		+
<b>Catequinas</b>		+
<b>Resinas</b>		+
<b>Fehling</b> Azúcares reductores	+	
<b>Espuma</b> Saponinas		+
<b>Cloruro férrico</b> Taninos pirocatecólicos		+
<b>Ninhidrina</b> Aminas		+
<b>Shinoda</b> Flavonoides		+
<b>Antocianidinas</b>		+



Flavonoides		
<b>Mucílagos</b>	-	
Polisacáridos		

**Equivalencia:** (+) Presencia, (-) Ausencia

**Realizado por:** Joselin Silva

En la tabla 3-3 se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico, observándose que los extractos de *Solanum phureja* presentan ácidos grasos, coumarinas, alcaloides, triterpenos y/o esteroides, catequinas, resinas, saponinas, azúcares reductores, taninos pirocatecólicos, aminoácidos libres o aminos y flavonoides, lo que coincide con lo encontrado por Tapia, (2017). En general las variedades del género *Solanum* presentan compuestos fenólicos, antocianidinas, flavonoides y taninos (Soto, et al, 2014, pp.3-9).

Según los resultados del tamizaje fitoquímico, *S. phureja* posee catequinas particularmente con respecto a las otras plantas evaluadas.

**Tabla 4-3:** Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de *Ullucus tuberosus*

Ensayos	Extracto acuoso	Extracto etanólico
<b>Sudan</b> Compuestos grasos		+
<b>Dragendorff</b> Alcaloides	+	
<b>Mayer</b> Alcaloides	+	
<b>Wagner</b> Alcaloides	+	
<b>Baljet</b> Coumarinas		+
<b>Borntrager</b> Quinonas		+
<b>Liebermann-Burchard</b> Triterpenos y/o esteroides		+
<b>Catequinas</b>		-

<b>Resinas</b>		-
<b>Fehling</b> Azúcares reductores	-	
<b>Espuma</b> Saponinas		+
<b>Cloruro férrico</b> Taninos pirocatecólicos		+
<b>Ninhidrina</b> Aminoácidos libres o aminas		+
<b>Shinoda</b> Flavonoides		-
<b>Antocianidinas</b> Flavonoides		-
<b>Mucílagos</b> Polisacáridos	+	

**Equivalencia:** (+) Presencia, (-) Ausencia

**Realizado por:** Joselin Silva

Los resultados de la tabla 4-3 correspondiente al tamizaje fitoquímico muestran que en los extractos de *Ullucus tuberosus* existe la presencia de compuestos grasos, alcaloides, coumarinas, quinonas, triterpenos y /o esteroides, saponinas, taninos pirocatecólicos, aminoácidos libres o aminas y polisacáridos. En el tubérculo de *U. tuberosus* las saponinas y flavonoides se encuentran en aquellos que poseen las accesiones de color rojo; además posee un bajo contenido de mucílago (Espín, et al, 2004, pp.91-116).

**Tabla 5-3:** Resultados del Análisis Fitoquímico de los extractos obtenidos a partir de *Oxalis tuberosa*

Ensayos	Extracto acuoso	Extracto etanólico
<b>Sudan</b> Compuestos grasos		+
<b>Dragendorff</b> Alcaloides	+	
<b>Mayer</b> Alcaloides	+	
<b>Wagner</b> Alcaloides	+	

<b>Baljet</b> Coumarinas		+
<b>Borntrager</b> Quinonas		+
<b>Liebermann-Burchard</b> Triterpenos y/o esteroides		+
<b>Catequinas</b>		-
<b>Resinas</b>		+
<b>Fehling</b> Azúcares reductores	+	
<b>Espuma</b> Saponinas		+
<b>Cloruro férrico</b> Compuestos fenólicos		+
<b>Ninhidrina</b> Aminoácidos libres o aminas		+
<b>Shinoda</b> Flavonoides		-
<b>Antocianidinas</b> Flavonoides		-
<b>Mucílagos</b> Polisacáridos	-	

**Equivalencia:** (+) Presencia, (-) Ausencia

**Realizado por:** Joselin Silva

En la tabla 5-3 se muestran los resultados del tamizaje fitoquímico, donde los extractos de *Oxalis tuberosa* presentan compuestos grasos, alcaloides, coumarinas, quinonas, triterpenos y/o esteroides, resinas, azúcares reductores, saponinas, compuestos fenólicos y aminoácidos libres o aminas. En el tubérculo de *O. tuberosa* se encuentra saponinas, flavonoides, leucoantocianinas en grandes cantidades y también los triterpenos y esteroides que posiblemente influye la presencia de  $\beta$ -caroteno (Espín, et al, 2004, pp.91-116).

### 3.3. Resultados de la Actividad Hemoaglutinante

**Tabla 6-3:** Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de *Tropaeolum tuberosum*

Tipo de sangre	Número de dilución									
	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512
<b>O +</b>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
<b>A +</b>	2+	2+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
<b>B +</b>	2+	2+	2+	2+	2+	1+	1+	1+	1+	1+

**Equivalencia:** (3+) Abundante hemaglutinación, (2+) Mediana hemaglutinación, (1+) Leve hemaglutinación, (0) Ausencia de hemaglutinación

**Realizado por:** Joselin Silva

En la tabla 6-3 se muestran los resultados obtenidos de la actividad aglutinante para el extracto acuoso, en todos los grupos existió actividad hemoaglutinante pero se observó mayor potencia en el grupo sanguíneo B+, alcanzando una evidencia media hasta la titulación de 1/16, seguido del grupo B+ hasta la titulación 1/2, evidenciando la presencia de lectinas en *T. tuberosum*, ya que estas glicoproteínas al ligarse a los glóbulos rojos aglutinan su estructura. (Nagano, 2007, p.35)

**Tabla 7-3:** Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de *Solanum phureja*

Tipo de sangre	Número de dilución									
	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512
<b>O +</b>	3+	3+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	1+
<b>A +</b>	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	2+	1+	1+
<b>B +</b>	3+	3+	2+	2+	1+	1+	1+	1+	0	0

**Equivalencia:** (3+) Abundante hemaglutinación, (2+) Mediana hemaglutinación, (1+) Leve hemaglutinación, (0) Ausencia de hemaglutinación

**Realizado por:** Joselin Silva

En la tabla 7-3 se muestran los resultados obtenidos de la actividad aglutinante para el extracto acuoso, en todos los grupos existió actividad hemoaglutinante pero se observó mayor actividad, potencia y una alta evidencia en los grupos sanguíneos O+ y B+, ambos hasta la titulación 1/2, teniendo las lectinas alta especificidad por estos grupos. La especificidad de unión entre hematíes, está ligada a la composición de la membrana de cada glóbulo rojo y a la especificidad de la lectina por un determinado azúcar. (Nagano, 2007, p.35)

**Tabla 85-3:** Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de *Ullucus tuberosus*

Tipo de sangre	Número de dilución									
	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512
<b>O +</b>	1+	1+	1+	1+	0	0	0	0	0	0
<b>A +</b>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+
<b>B +</b>	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+

**Equivalencia:** (3+) Abundante hemaglutinación, (2+) Mediana hemaglutinación, (1+) Leve hemaglutinación, (0) Ausencia de hemaglutinación

**Realizado por:** Joselin Silva

En la tabla 8-3 se muestran los resultados obtenidos de la actividad aglutinante para el extracto acuoso, en todos los grupos existió actividad hemoaglutinante pero se observó mayor potencia en los grupos sanguíneos A+ y B+ que presentan actividad en todas sus diluciones, mientras que el grupo sanguíneo O+ indicó una menor potencia llegando la actividad hasta la dilución 1/8 en comparación a los demás grupos sanguíneos. Corrales, (2004), evaluó algunas semillas de leguminosas y de manera similar mostraron actividad hemoaglutinante en cuatro grupos sanguíneos: O+, A+, B+ y AB+.

**Tabla 96-3:** Resultados del ensayo de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso obtenido a partir de *Oxalis tuberosa*

Tipo de sangre	Número de dilución									
	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512
<b>O +</b>	2+	2+	1+	1+	1+	0	0	0	0	0
<b>A +</b>	1+	1+	1+	1+	0	0	0	0	0	0
<b>B +</b>	2+	2+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+	1+

**Equivalencia:** (3+) Abundante hemaglutinación, (2+) Mediana hemaglutinación, (1+) Leve hemaglutinación, (0) Ausencia de hemaglutinación

**Realizado por:** Joselin Silva

En la tabla 9-3 se muestran los resultados obtenidos de la actividad aglutinante para el extracto acuoso, en todos los grupos existió actividad hemoaglutinante pero se observó mayor actividad en los grupos sanguíneos O+ y B+, mostrando ambos grupos una evidencia media hasta la titulación de 1/2 y mayor potencia existe en el grupo B+ por lo que muestra actividad en todas sus diluciones. La presencia de lectinas en plantas se encuentra evidenciada pero se enfoca al mecanismo de reconocimiento y especificidad como moléculas de señalización, aunque se ha intentado elucidar su secuencia de aminoácidos no se ha comprobado como tratamiento contra el cáncer. (Castillo & Abdullaev, 2004, p.55)

### 3.4. Ensayo de la Actividad Antibacteriana

**Tabla 107-3:** Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a *S. aureus*

Extractos	Medición de halos (mm)		Controles	Medición de halos (mm)
	Ext. Acuoso	Ext. Etanólico		
<i>T. tuberosum</i>	0	11	Agua destilada	0
<i>S. phureja</i>	10	8	Etanol 1/2	10
<i>U. tuberosus</i>	10	0	Etanol 1/4	0
<i>O. tuberosa</i>	0	0	Amoxicilina	19

**Equivalencia:** Ext = Extracto, mm = milímetros

**Realizado por:** Joselin Silva

La tabla 10-3 indica los resultados promedio del efecto tóxico que mostraron todos los extractos tanto acuosos como etanólicos frente a la bacteria *S. aureus*, en tanto que el extracto etanólico de *T. tuberosum* mostró un halo de inhibición de mayor diámetro (11 mm) lo que concuerda con Chávez, (2013), quien determinó la concentración mínima inhibitoria 500 mg/mL mediante el método de microdilución en caldo.

Existen estudios en donde confirman que la presencia de etanol potencia la inhibición bacteriana de *S. aureus* (Shapero, et al, 1978, pp.1467-1469), por lo que en este ensayo se presume que el etanol produce un sinergismo que aumenta la acción de los metabolitos responsables de la actividad. Es importante mencionar la presencia de polisacáridos libres de *T. tuberosum* podrían aumentar la respuesta a la infección. (Yang, et al, 2001, pp.937-942).

Cabe recalcar que los diámetros de los halos de inhibición que presentaron los extractos frente a *S. aureus* corresponden a la mitad del diámetro del halo de inhibición presentado por el control positivo (Amoxicilina) que fue de 19.



**Tabla 81-3:** Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a *E. coli*

Extractos	Medición de halos (mm)		Controles	Medición de halos (mm)
	Ext. Acuoso	Ext. Etanólico		
<i>T. tuberosum</i>	0	0	Agua destilada	0
<i>S. phureja</i>	0	0	Etanol 1/2	0
<i>U. tuberosus</i>	0	0	Etanol 1/4	0
<i>O. tuberosa</i>	0	0	Ciprofloxacina	25

**Equivalencia:** Ext = Extracto, mm = milímetros

**Realizado por:** Joselin Silva

La tabla 11-3 indica que ningún extracto tanto acuoso como etanólico presentó efecto tóxico frente a la bacteria *E. coli* lo que coincide con Díaz & Garzón, (2017), quien de igual manera no encontró actividad antibacteriana de *T. tuberosum* frente a ésta bacteria por el mismo método de difusión en discos.

Según Murray et al., (2009), la erradicación de la bacteria Gram negativa *E. coli* es compleja, debido a los componentes de su pared celular (peptidoglicano, lipopolisacáridos y lipoproteínas) y escasa permeabilidad.

**Tabla 92-3:** Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a *P. mirabilis*

Extractos	Medición de halos (mm)		Controles	Medición de halos (mm)
	Ext. Acuoso	Ext. Etanólico		
<i>T. tuberosum</i>	0	0	Agua destilada	0
<i>S. phureja</i>	0	0	Etanol 1/2	10
<i>U. tuberosus</i>	0	0	Etanol 1/4	9
<i>O. tuberosa</i>	0	0	Ciprofloxacina	20

**Equivalencia:** Ext = Extracto, mm = milímetros

**Realizado por:** Joselin Silva

La tabla 12-3 indica que ningún extracto tanto acuoso como etanólico presentó efecto tóxico frente a la bacteria *P. mirabilis*, en tanto que el etanol 1/2 mostró un halo de inhibición de mayor diámetro (10 mm) en comparación con el etanol 1/4 lo que demuestra que en sí el etanol presentó efecto tóxico frente a esta bacteria.

**Tabla 103-3:** Resultados de la medición de los halos de inhibición de los extractos frente a *S. typhimurium*

Extractos	Medición de halos (mm)		Controles	Medición de halos (mm)
	Ext. Acuoso	Ext. Etanólico		
<i>T. tuberosum</i>	0	9	Agua destilada	0
<i>S. phureja</i>	0	11	Etanol 1/2	9
<i>U. tuberosus</i>	0	12	Etanol 1/4	9
<i>O. tuberosa</i>	0	8	Ciprofloxacina	24

**Equivalencia:** Ext = Extracto, mm = milímetros

**Realizado por:** Joselin Silva

La tabla 13-3 indica los resultados promedio de la actividad bactericida que mostraron todos los extractos etanólicos frente a la bacteria *S. typhimurium*, en tanto que *U. tuberosus* mostró un halo de inhibición de mayor diámetro (12 mm). Se presume que el efecto tóxico puede deberse a la composición fitoquímica de la planta (Tabla 4-3), *U. tuberosus* que a más de los taninos y quinonas, posee triterpenos y/o esteroides los cuales según Conolly & Hill, (2013) son responsables de actividad antibacteriana y pueden actuar en sinergia con los polisacáridos incrementando la respuesta a bacterias, parásitos, virus u hongos, información comprobada por Skalicka et al., (2012).

Cabe recalcar que los diámetros de los halos de inhibición que presentaron los extractos frente a *S. typhimurium* corresponden a la mitad del diámetro del halo de inhibición presentado por el control positivo (Ciprofloxacina) que fue de 24.

## CONCLUSIONES

- En el tamizaje fitoquímico realizado en las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus* se encontró sustancias en común, tales como: compuestos grasos, alcaloides, coumarinas y saponinas; mientras que los compuestos como: quinonas en *O. tuberosa* y *U. tuberosus*, aminoácidos y triterpenos y/o esteroides en *S. phureja*, *O. tuberosa* y *U. tuberosus*, resinas y azúcares reductores en *S. phureja* y *Oxalis tuberosa*, taninos pirocatecólicos en *S. phureja*, *T. tuberosum* y *U. tuberosus*, flavonoides en *S. phureja* y *T. tuberosum* y polisacáridos en *S. phureja* y *T. tuberosum*, siendo las catequinas el compuesto diferente en *S. phureja* y los compuestos fenólicos en *O. tuberosa*.
- Las cuatro plantas evaluadas demostraron poseer actividad hemoaglutinante frente a los tres grupos sanguíneos O, A y B Rh +, haciéndose notar que *S. phureja* mostró la mayor actividad y por ende una alta evidencia con respecto a las demás plantas evaluadas, siguiendo el orden decreciente de la actividad *T. tuberosum*, *U. tuberosus* y finalmente *O. tuberosa*.
- Se demostró que el extracto acuoso de *U. tuberosus*, etanólico de *T. tuberosum* y además del acuoso y etanólico de *S. phureja* poseen efecto antibacteriano in vitro contra la bacteria *S. aureus*, en cambio todos los extractos etanólicos de las plantas *S. phureja*, *T. tuberosum*, *U. tuberosus* y *O. tuberosa* tienen actividad antibacteriana contra *S. typhimurium*.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda la utilización de otros solventes de distinta polaridad como éter, metanol, acetato de etilo, entre otros para la extracción de principios activos.
- Se recomienda un estudio más profundo de las lectinas presentes en *S. phureja*. Aislar, purificar, analizar su composición aminoacídica y su posible utilidad terapéutica.
- Se recomienda la fracción de los metabolitos secundarios y la cuantificación e identificación de los principios activos presentes en los extractos con la finalidad de determinar los compuestos responsables de la acción antibacteriana o si actúan en sinergia entre ellos.
- Se recomienda la determinación de la CMI y CMB de los extractos.

## BIBLIOGRAFÍA

**ACOSTA, Luis.** *Determinar la resistencia antimicrobiana de las enterobacterias y el uso de antibióticos en pacientes de UCI de la Clínica D.A.M.E. 2014.* [En línea]. (tesis). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia. Ecuador. 2014. p. 15. [Consulta: 19 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/3890/1/56T00499%20UDCTFC.pdf>

**ALCÍVAR, Fanny.** *Propuesta De Una Guía Culinaria Basada En El Uso De Tubérculos Producidos En El Ecuador.* [En línea]. (tesis). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Carrera de Licenciatura en Gastronomía. Ecuador. 2013. p. 4. [Consulta: 12 Octubre 2017]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6072/1/Gs048.pdf>

**ÁLVAREZ, Néstor & BAGUÉ, Ana.** *Tecnología Farmacéutica.* [En línea]. Cuba: Club Universitario, 2012. p. 145. [Consulta: 20 Octubre 2017]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books/about/Tecnolog%C3%ADa\\_Farmac%C3%A9utica.html?id=w19eIC1H0IC&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/Tecnolog%C3%ADa_Farmac%C3%A9utica.html?id=w19eIC1H0IC&redir_esc=y)

**AQUISE, Eduardo.** *Cultivos andinos oca, mashua y olluco.* [En línea]. Perú: 2011. pp. 5-16. [Consulta: 27 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/yeseniadiazquiroz1/108565205-cultivoandinosmashuaocayolluco>

**ÁVALOS, Adolfo & PÉREZ - URRÍA, Elena.** "Metabolismo secundario de plantas". *Reduca (Biología)*. [En línea], 2009, (España) 2 (3), pp. 122-123. [Consulta: 29 Octubre 2017]. ISSN 1989-3620. Disponible en: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/798/814>

**BAEZA, R., et al.** *Predicción del crecimiento de Staphylococcus aureus en un alimento cárnico dejado a temperatura ambiente por varias horas: aplicación a varias ciudades argentinas de climas cálidos.* [En línea]. (tesis). Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Agrarias. Argentina. 2010. p. 2. [Consulta: 16 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/investigacion/prediccion-crecimiento-de-staphylococcus-aureus.pdf>

**BECERRA, Martha.** *Costumbres y Prácticas que utilizan los agentes de la Medicina Ancestral y su Relación en la Salud de los moradores, en la Parroquia Chinga Recinto Chingue de la Provincia de Esmeraldas del año 2014.* [En línea]. (tesis). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Enfermería, Escuela de Enfermería. Ecuador. 2014. pp. 14-16.

[Consulta: 15 Octubre 2017]. Disponible en:  
<https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/304/1/BECERRA%20PALMA%20MARTHA%20ELIZABETH.pdf>

**BELTRÁN, Andrés & MERA, Julio.** *Elaboración del tubérculo mashua (Tropaeolum tuberosum) troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante.* [En línea]. (tesis). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Carrera de Ingeniería Química. Ecuador. 2014. pp. 4-12. [Consulta: 28 Noviembre 2017]. Disponible en:  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3504/1/1095.pdf>

**BERMÚDEZ, Alexis, et al.** "La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales". *Interciencia.* [En línea], 2005, (Venezuela) 30 (8), pp. 453-459. [Consulta: 18 Octubre 2017]. ISSN 0378-1844. Disponible en:  
<http://www.redalyc.org/pdf/339/33910703.pdf>

**BULLAÍN, Mijail, et al.** "Evaluación de la actividad antibacteriana de las fracciones hexánica, diclorometánica, clorofórmica y etanólica de las hojas de *Faramea occidentalis* (L.) A. Rich". *Química viva.* [En línea], 2015, (Cuba) 14 (3), pp. 73-79. [Consulta: 31 Diciembre 2017]. ISSN 1666-7948. Disponible en: <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/v14n3/bullain-galardis.pdf>

**CALDAS, Adriana.** *Optimización, Escalamiento y Diseño de una Planta Piloto de Extracción Sólido Líquido.* [En línea]. (tesis). Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Ingeniería Química. Ecuador. 2012. p. 19. [Consulta: 26 Octubre 2017]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2468/1/tq1111.pdf>

**CALVA, Edmundo.** *Salmonella typhi y la fiebre tifoidea: de la biología molecular a la salud pública.* [En línea]. México: 2014. [Consulta: 20 Noviembre 2017]. Disponible en:  
<http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap4/>

**CARTAYA, O. & REYNALDO, Inés.** "Flavonoides: Características químicas y aplicaciones". *Cultivos tropicales.* [En línea], 2001, (Cuba) 22 (2), pp. 5-12. [Consulta: 8 Noviembre 2017]. ISSN 0258-5936. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193215009001.pdf>

**CARTON, Wim.** *The batata gardener Ulluco.* [En línea]. 2016. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <http://thebatatagardener.blogspot.com/2016/01/inconspicuous-failures-and-lesser.html>

**CASADO, Pilar & ROMERO, Federico.** *Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería.* Barcelona-España: Océano Grupo Editorial, S.A., 2007. p. 544.

**CASELLAS, José María.** "Resistencia a los antibacterianos en América Latina: consecuencias para la infectología". *Scielo*. [En línea], 2011, 30 (6), p.520. [Consulta: 9 Octubre 2017]. Disponible en: [https://scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892011001200004&script=sci\\_arttext](https://scielosp.org/scielo.php?pid=S1020-49892011001200004&script=sci_arttext)

**CASTILLO, Adriana & ABDULLAEV, Fikrat.** "Lectinas vegetales y sus efectos en el cáncer". *Scielo*. [En línea], 2004, (México) 57 (1), p. 55. [Consulta: 7 Octubre 2017]. ISSN 0034-8376. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0034-83762005000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0034-83762005000100007&script=sci_arttext)

**CERVANTES, Estrella, et al.** "Características generales del *Staphylococcus aureus*". *Patología Clínica Medicina de Laboratorio*. [En línea], 2014, (México) 61 (1), pp. 28-40. [Consulta: 15 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2014/pt141e.pdf>

**CHAMY, Rolando & ROSENKRANZ, Francisca.** *Phenolic Extractives and Natural Resistance of Wood*. [En línea]. 2013. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <https://www.intechopen.com/books/biodegradation-life-of-science/phenolic-extractives-and-natural-resistance-of-wood>

**CHARZEDDINE, Lina & FARIÑAS, Milagros.** "Propiedades Bioactivas de algas marinas del Nororiente de Venezuela". *Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela*. [En línea], 2001, (Venezuela) 40 (1-2), pp. 49-54. [Consulta: 4 Diciembre 2017]. ISSN 0798-0639. Disponible en: <http://www.bionica.info/biblioteca/Charzeddine2001PropiedadesBioactivasDeAlgasMarinas.pdf>

**CHÁVEZ, Patricia.** *Actividad antibacteriana y caracterización química de los extractos de las plantas tradicionales del Ecuador*. [En línea]. (tesis). (Maestría) Universidad d Pavía. Italia. 2013. pp. 22-23. [Cosulta: 13 Octubre 2016]. Disponible en: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1462/1/T-SENESCYT-00595.pdf>

**CONOLLY, Joseph & HILL, Robert.** "Triterpenoids". *Natural Product Reports*. [En línea], 2013, (Escocia) 30 (7), pp. 1028-1065. [Consulta: 29 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2010/np/b808530g/unauth#!divAbstract>

**CORRALES, Istar.** *Evaluación De La Presencia De Agentes Hemoaglutinantes Y De Otras Moléculas Biológicamente Activas En Extractos Acuoso Preparados A Partir De Semillas De Leguminosas*. (tesis). Universidad de los Andes, Raculta de Farmacia y Bioanálisis, Carrera de Farmacia. Venezuela. 2004. pp. 32-34.

**CUADROS, Adriana.** *Evaluación antibacteriana de metabolitos secundarios de extractos de cepas híbridas de Pleurotus spp.* [En línea]. (tesis). (Maestría). Universidad Politécnico Nacional. México. 2010. p. 4. [Consulta: 22 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/19722/1/ADRIANA-CUADROS-MORENO.pdf>

**CUEVA, Kelvin & GROTEN, Úrsula.** *Saberes y Prácticas Andinas.* Quito-Ecuador: Corporación ECOPAR, 2010, p. 69.

**DE LA GARZA, Jaime & JUÁREZ, Paula.** *El cáncer.* [En línea]. Monterrey (México): Padre Mier, 2014. pp. 11-18. [Consulta: 11 Enero 2018]. Disponible en: [http://eprints.uanl.mx/3465/1/El\\_Cancer.pdf](http://eprints.uanl.mx/3465/1/El_Cancer.pdf)

**DÍAZ, Leesly & GARZÓN, Daniela.** *Capacidad antimicrobiana del extracto de la parte aérea de Tropaeolum tuberosum (mashua) frente a Staphylococcus aureus y Bacillus cereus.* [En línea]. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería. Colombia. 2017. pp. 41-63. [Consulta: 23 Diciembre 2017]. Disponible en: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21260/43121001\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21260/43121001_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**EISENREICH, Wolfgang, et al.** "Deoxyxylulose phosphate pathway to terpenoids". *Trends in plant science.* [En línea], 2001, (Alemania) 6 (2), pp.78-84. [Consulta: 30 Octubre 2017]. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1360138500018124>

**ESPÍN, Susana, et al.** *Caracterización Físico - Química, Nutricional y Funcional de Raíces y Tubérculos Andinos.* [En línea]. Ecuador: 2004. pp. 91-116. [Consulta: 16 Diciembre 2017]. Disponible en: [http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/RTAs\\_Ecuador\\_04.pdf](http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/06/RTAs_Ecuador_04.pdf)

**FACUNDO, Rassangella.** *Compuestos fenólicos.* [En línea]. Perú: 2016. pp. 3-5. [Consulta: 7 Noviembre 2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/NIMIAMEDALYBRAVODAVI/compuestos-fenolicos>

**FERRARO, Graciela.** "Flavonoides: Actualización de su uso en terapéutica". *Bonaerense.* [En línea], 1983, (Argentina) 2 (2), pp. 97-103. [Consulta: 10 Noviembre de 2017]. ISSN 0326-2383. Disponible en: [http://www.latamjpharm.org/trabajos/2/2/LAJOP\\_2\\_2\\_2\\_1\\_3600T617IF.pdf](http://www.latamjpharm.org/trabajos/2/2/LAJOP_2_2_2_1_3600T617IF.pdf)

**GALLEGOS, Maritza.** "Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador". *Scielo* [En línea], 2016, (Ecuador) 77 (4), p. 328. [Consulta: 7 Octubre 2017]. ISSN 1609-9419. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/anales/article/view/12647/11458>



**GARCÍA RODRÍGUEZ, J. & GARCÍA SÁNCHEZ, E.** *Resistencias bacterianas y antibioterapia*. Madrid-España: Doyma S.A., 1997, pp. 39-50.

**GARZÓN, Gloria.** "Las Antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: Revisión". *Scielo*. [En línea], 2008, (Colombia) 13 (3), pp.27-36. [Consulta: 4 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v13n3/v13n3a2.pdf>

**INOSTROZA, Luis, et al.** "Actividad antioxidante de *Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón (Mashua) y su aplicación como colorante para yogur". *Ciencia e Investigación*. [En línea], 2015, (Perú) 18 (2), pp. 83-89. [Consulta: 15 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/13615/12021>

**ECUADOR. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS.** *Anuario de Estadísticas Vitales - Nacimientos y defunciones*. [En línea]. 2014. (Ecuador). pp. 54-56. [Consulta: 9 Octubre 2017]. Disponible en: [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion\\_y\\_Demografia/Nacimientos\\_Defunciones/Publicaciones/Anuario\\_Nacimientos\\_y\\_Defunciones\\_2014.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Poblacion_y_Demografia/Nacimientos_Defunciones/Publicaciones/Anuario_Nacimientos_y_Defunciones_2014.pdf)

**JAWETZ, E.** *Quimioterapia antimicrobiana*. 9ª ed. DF-México: El Manual Moderno, 1989, pp. 110-113.

**LENNETTE, E.** *Manual de Microbiología Clínica*. Argentina: Médica Panamericana, 2008, p. 246.

**LIU, Bo, et al.** "Plant lectins: Potential antineoplastic drugs from bench to clinic". *Cancer Letters*. [En línea], 2010, (China) 287 (1), pp. 1-3. [Consulta: 6 Diciembre 2017]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304383509003450>

**LOCK DE UGAZ, Olga.** *Investigación Fitoquímica*. 2ª ed. Lima-Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica, 1994, pp. 114-182.

**MACEJKO, Amanda & SCHAEFFER, Anthony.** "Asymptomatic Bacteriuria and Symptomatic Urinary Tract Infections During Pregnancy". *Urologic Clinics of North America*. [En línea], 2007, (Estados Unidos) 34 (1), pp. 35-42. [Consulta: 10 Octubre 2017]. Disponible en: [http://www.urologic.theclinics.com/article/S0094-0143\(06\)00107-8/abstract](http://www.urologic.theclinics.com/article/S0094-0143(06)00107-8/abstract)

**MADIGAN, Michael, et al.** *Biología de los microorganismos*. Madrid-España: Pearson educación, 2009, p. 9.

**MARCANO, Deanna & HASEGAWA, Masahisa.** *Fitoquímica Orgánica*. 2ª ed. Caracas-Venezuela: Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, 2002, pp. 60-62.

**MIRANDA, Migdalia.** *Métodos de Análisis de drogas y extractos*. [En línea]. Cuba: Club Universitario, 2002. pp. 18-22. [Consulta: 8 Diciembre 2017]. Disponible en: <https://docslide.com.br/documents/metodos-de-analisis-de-drogas-y-extractos-de-dra-migdalia-miranda-martinez.html>

**MURRAY, Patrick, et al.** *Microbiología Médica*. 6ª ed. Barcelona-España: Elsevier, 2009, pp. 9-23.

**NAGANO, Celso.** *Estudios Estructurales de Lectinas de Algas Marinas y de Vegetales Superiores*. [En línea]. (tesis). (Doctoral). Universidad de Valencia. España. 2007. p. 35. [Consulta: 5 Diciembre 2017]. Disponible en: [http://digital.csic.es/bitstream/10261/22764/1/Tesis\\_Celso\\_Nagano.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/22764/1/Tesis_Celso_Nagano.pdf)

**NIKAIDO, Hiroshi.** "Molecular basis of bacterial outer membrane permeability revisited". *Pubmed*. [En línea], 2003, (Estados Unidos) 67 (4), pp. 593-656. [Consulta: 11 Octubre 2017]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14665678>

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD.** *Estrategia de la OMS sobre medicina tradicional*. [En línea]. Suiza: 2014. pp. 14-24. [Consulta: 14 Octubre 2017]. Disponible en: <http://apps.who.int/medicinedocs/documents/s21201es/s21201es.pdf>

**OWEN, Judith, et al.** *Inmunología*. [En línea]. 7ª ed. (España): McGraw-Hill, 2014. p. 427. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1953&sectionid=143394677&jumpsectionID=143394722>

**PACHECO, René.** *Los Alcaloides*. [En línea]. (tesis). Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Biofarmacia. Ecuador. 2013. pp. 7-11. [Consulta: 6 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/5294/4/Los%20Alcaloides.pdf>

**PALACIOS, María.** *Farmacognosia*. [En línea]. España: 2008. [Consulta: 28 Octubre 2017]. Disponible en: <http://farmacognosia-farmaciaciuladech.blogspot.com/>

**PÉREZ, Iraís.** "El uso de las Plantas Medicinales". *Intercultural*. [En línea], 2008, (México), pp. 23-24. [Consulta: 16 Octubre 2017]. Disponible en: [http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/8921/1/tra6\\_p23-26\\_2010-0.pdf](http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/8921/1/tra6_p23-26_2010-0.pdf)

**PÉREZ, Micaela.** *Solanum phureja*. [En línea]. 2013. [Consulta: 30 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.botanicayjardines.com/etiqueta/papa-chaucha/>

**PÉREZ, Telmo.** *Efectos del distanciamiento de siembra en el desarrollo productivo del cultivo de melloco (Ullucus tuberosus L.) en la parroquia Julio Andrade, provincia del Carchi*. [En línea]. (tesis). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Ecuador. 2017. p. 10. [Consulta: 2 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/49000/3206/1/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000065.pdf>

**PÍREZ, M. & MOTA, M.** *Morfología y estructura bacteriana*. [En línea]. Uruguay: 2008. pp. 23-36. [Consulta: 12 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://www.higiene.edu.uy/cefa/2008/MorfologiayEstructuraBacteriana.pdf>

**POMA, Lisa & PAZ, Claudia.** *Efecto antimicrobiano del extracto de cubio (Tropaeolum tuberosum) frente a Listeria monocytogenes en carne de hamburguesa*. [En línea]. (tesis). Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería de Alimentos. Bogotá. 2017. pp. 17-24. [Consulta: 13 Octubre 2017]. Disponible en: [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21223/43121011\\_2017.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21223/43121011_2017.pdf?sequence=1)

**RAMÍREZ, Diana.** *Caracterización física, química y nutricional de la papa chaucha (Solanum phureja) cultivado en dos suelos edafoclimáticos del Ecuador, como base de estudio para la elaboración de una norma técnica (Papa chaucha fresca requisitos 2010) por parte del INEN*. [En línea]. (tesis). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería de Alimentos. Ecuador. 2010. pp. 44-46. [Consulta: 1 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5198>

**REYES, Blanca & GALLEGOS, Ruth.** "Lectinas vegetales: Una alternativa terapéutica para el Cáncer". *Práctica Clínica*. [En línea], 2011, (México) 19 (5), pp. 179-182. [Consulta: 4 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.index-f.com/dce/19pdf/19-179.pdf>

**RIVADENEIRA, Alberto.** *Comportamiento Agronómico de la papa yema de huevo (Solanum tuberosum L. Var. Phureja) con la aplicación de tres tipos de abonos orgánicos en el cantón Salcedo*. [En línea]. (tesis). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ecuador. 2013. p. 6. [Consulta: 30 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://biblioteca.uteq.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2258>

**RODRÍGUEZ-ANGELES, Guadalupe.** "Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli". *SciELO*. [En línea], 2002, (México) 44 (5), pp. 464-475.

[Consulta: 18 Noviembre 2017]. ISSN 0036-3634. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342002000500011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342002000500011)

**RODRÍGUEZ, E.** *Bacteriología general: Principios y Prácticas de laboratorio*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2005, pp. 135-251.

**RODRÍGUEZ, Laura & LLANOS, Sindy.** *Clasificación taxonómica y descripción botánica de la papa*. [En línea]. 2013. p. 6. [Consulta: 5 Enero 2018]. Disponible en: <https://prezi.com/fwte5rnmglmn/clasificacion-taxonomia-y/>

**ROSERO, María.** *Colección, caracterización y conservación de variabilidad genética de oca (Oxalis tuberosa Mol) en agroecosistemas paramunos del departamento de Nariño - Colombia*. [En línea]. (tesis). (Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Colombia. 2010. p. 19. [Consulta: 3 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3643/1/7507003.2010.pdf>

**ROYAL HORTICULTURAL SOCIETY.** *Tropaeolum tuberosum var. lineamaculatum*. [En línea]. 2002. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <https://www.rhs.org.uk/Plants/85985/Tropaeolum-tuberosum-var-lineamaculatum-Ken-Aslet/Details>

**SANOFI.** *Gastropediatría*. [En línea]. Ecuador: 18 Marzo 2013. [Consulta: 9 Octubre 2017]. Disponible en: <http://www.sanofi.com.ec/l/ec/sp/layout.jsp?scat=56B67321-AACE-4BBD-9B84-83932DD36F11>

**SCHENKEL, E., et al.** *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Brasil-Port Alegre: UFRGS, 2001, p. 27.

**ECUADOR. SECRETARÍA NACIONAL DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO.** *Plan Nacional del Buen Vivir*. [En línea]. Ecuador: 2013. p. 326. [Consulta: 13 Octubre 2017]. Disponible en: [https://www.unicef.org/ecuador/Plan\\_Nacional\\_Buen\\_Vivir\\_2013-2017.pdf](https://www.unicef.org/ecuador/Plan_Nacional_Buen_Vivir_2013-2017.pdf)

**SHAPERO, M., et al.** "Ethanol inhibition of Staphylococcus aureus at limited water activity". *Journal of food science*. [En línea], 1978, (Estados Unidos) 43 (5), pp. 1467-1469. [Consulta: 21 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1978.tb02520.x/full>

**SKALICKA-WOZNIAK, K., et al.** "Evaluation of polysaccharides content in fruit bodies and their antimicrobial activity of four Ganoderma lucidum (W Curt.: Fr.) P. Karst. strains cultivated on different wood type substrates". *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. [En línea],

2012, (Polonia) 81 (1), p. 19. [Consulta: 30 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.agro-185efd35-4167-4cae-80b1-6fa5b4091973>

**SOCIEDAD DE LUCHA CONTRA EL CÁNCER.** *Registro de tumores Solca Matriz.* [En línea]. Ecuador: 2013. [Consulta: 11 Octubre 2017]. Disponible en: <http://www.estadisticas.med.ec/webpages/index.jsp>

**SOTO, Marilú, et al.** "Capacidad antioxidante in vitro de cuatro variedades de tubérculos de *Solanum tuberosum* l. "papa" (cruda y cocida, con y sin cáscara) frente al 2,2-difenil-1-picrilhidrazil". *Pharmaciencia.* [En línea], 2014, (Perú) 2 (1), pp. 3-9. [Consulta: 19 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/farmabioq/article/view/651/597>

**STOLL, A.** *Los glucósidos cardioactivos y sus aplicaciones terapéuticas.* [En línea]. España: 1948. pp. 64-73. [Consulta: 9 Enero 2018]. Disponible en: [http://www.samorini.it/doc1/alt\\_aut/sz/stoll.pdf](http://www.samorini.it/doc1/alt_aut/sz/stoll.pdf)

**TAPIA, Diana.** *Análisis del extracto de nogal por CG-EM (Método Cromatográfico) y su potencial uso en el control de la brotación de tubérculos de papa variedad yema de huevo (*Solanum tuberosum* l. var. *phureja*).* [En línea]. (tesis). Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. Ecuador. 2017. p. 25. [Consulta: 18 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/26356/1/Tesis-171%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20516.pdf>

**TAPIA, Mario & FRIES, Ana.** *Guía de campo de los cultivos andinos.* [En línea]. Perú: 2007. p. 25. [Consulta: 1 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/ai185s/ai185s04.pdf>

**TIBAVIZCO, Diego, et al.** "Enfoque terapéutico de la bacteriemia por *Staphylococcus aureus*". *Scielo.* [En línea], 2007, (Colombia) 27 (2), pp. 294-307. [Consulta: 17 Noviembre 2017]. ISSN 0120-4157. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-41572007000200016](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572007000200016)

**TORRES, Cristina.** *Regeneradores de la flora intestinal.* [En línea]. (tesis). Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Biofarmacia. Ecuador. 2013. pp. 15-17. [Consulta: 18 Noviembre 2017]. Disponible en:

<http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/6495/1/Regeneradores%20de%20la%20flora%20intestinal.pdf>

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID.** *Uso Industrial de Plantas Aromáticas y Medicinales*. [En línea]. España: 2010. pp. 60-65. [Consulta: 3 Noviembre 2017]. Disponible en: <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/uso-industrial-de-plantas-aromaticas-y-medicinales/contenidos/material-de-clase/tema6.pdf>

**VALLEY, Chehalis.** *Growing Oca (Oxalis tuberosa)*. [En línea]. 2010. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <http://chehalisvalley-altcrops.blogspot.com/2010/12/growing-oca-oxalis-tuberosa.html>

**WAGNER, Tom.** *Potato Skagit Valley Gold (Solanum phureja)*. [En línea]. 2008. [Consulta: 5 Febrero 2018]. Disponible en: <https://davesgarden.com/guides/pf/showimage/181595/>

**YANG, Byung-Keun, et al.** "Hypoglycemic Effect of a Lentinus edodes Exopolymer Produced from a Submerged Mycelial Culture". *Journal Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. [En línea], 2001, (Japón) 66 (2), pp. 937-942. [Consulta: 21 Diciembre 2017]. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1271/bbb.66.937>

## ANEXOS

### ANEXO A: Selección de las plantas



**Realizado por:** Joselin Silva

### ANEXO B: Elaboración de los extractos



**Realizado por:** Joselin Silva

### **ANEXO C: Concentración de los extractos etanólicos**



**Realizado por:** Joselin Silva

### **ANEXO D: Resultados del tamizaje fitoquímico**



**Realizado por:** Joselin Silva



**ANEXO E:** Resultados de la actividad hemoaglutinante del extracto acuoso de *Solanum phureja*



**Realizado por:** Joselin Silva

**ANEXO F:** Resultados de la actividad antibacteriana de *Solanum phureja* frente a *S. typhimurium*



**Realizado por:** Joselin Silva