



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUÍMICA

DETERMINACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE LA
SELENICEREUS MEGALANTHUS, PARA BRINDARLE UN VALOR
AGREGADO

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

QUÍMICA

AUTORA: DIANA MARIBEL CARCELÉN MOROCHO

DIRECTORA: Ing. LINDA MARIUXI FLORES FIALLOS MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

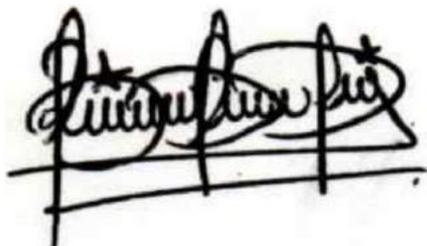
©2022, Diana Maribel Carcelén Morocho

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.

Yo, DIANA MARIBEL CARCELÉN MOROCHO, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 19 de enero de 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Diana Maribel Carcelén Morocho', written over a horizontal line.

Diana Maribel Carcelén Morocho
C.I.: 140075067-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
CARRERA QUÍMICA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **DETERMINACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DE LA SELENICEREUS MEGALANTHUS, PARA BRINDARLE UN VALOR AGREGADO**, realizado por la señorita: **DIANA MARIBEL CARCELÉN MOROCHO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

| | FIRMA | FECHA |
|--|--------------|--------------|
| Ing. Carlos Alcibar Medina Serrano MSc. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL | _____ | 2022-01-19 |
| Ing. Linda Mariuxi Flores Fiallos MSc. DIRECTORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR | _____ | 2022-01-19 |
| Dr. Robert Alcides Cazar Ramírez PhD. MIEMBRO DE TRIBUNAL | _____ | 2022-01-19 |

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado a Dios por regalarme la vida, sabiduría y paciencia para alcanzar esta etapa de mi vida. A mi madre, por enseñarme que el camino de la Vida tiene altibajos, pero que con Fe y confianza en Dios es posible llegar hasta la meta final, a nuestros hermanos ya que ellos me han dado el ejemplo de superación día a día y siempre han estado apoyándome en todo, aunque a veces a la distancia, y demás familiares por alentarme y creer en mí, a mis amigas y amigos que siempre nos han brindado su afecto y deseos de superación. A mi tutora Ing. Linda Flores, por la disposición con la que atendió cada una de las inquietudes, por guiarme durante la realización de este trabajo. En especial al Dr. Robert Cazar por el tiempo, los consejos y las recomendaciones brindadas y por su apoyo para hacer de esta investigación una realidad.

Diana

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por brindarme la vida, y en ella todas las inolvidables experiencias. A mi madre, a mis hermanas y hermanos, quienes son el pilar fundamental de todos mis logros en el estudio y en la vida misma, y mucho más en esta meta alcanzada. Quiero agradecer a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas, la cual me abrió las puertas del aprendizaje científico y humano. Extiendo un agradecimiento profundo mi directora de tesis Ing. Linda Flores y mi asesor Dr. Robert Cazar, los cuales han sabido llevar adelante este trabajo de investigación, aportando con conocimiento técnico y científico, además con responsabilidad, virtudes y valores enmarcados en la ética humana. A los docentes de laboratorio que me brindaron su apoyo y conocimiento para el desarrollo de la investigación en particular a la Ing. Erika Cazorla y Dr. Patricia Layedra. No puedo dejar de lado agradecer a mis amigos que siempre me han dado su aliento, cariño y ánimo para seguir adelante con todos los propósitos planteados y así a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta tesis.

Diana

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|-------------------------|-------|
| ÍNDICE DE TABLAS..... | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xi |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | xiii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xiv |
| RESUMEN..... | xvii |
| ABSTRACT..... | xviii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |

CAPÍTULO I

| | | |
|-----------------|---|-----------|
| 1. | MARCO TEÓRICO REFERENCIAL..... | 10 |
| 1.1. | Generalidades de la Pitahaya..... | 10 |
| 1.1.1. | <i>Características de la fruta.....</i> | <i>11</i> |
| 1.1.2. | <i>Especies de Pitahaya.....</i> | <i>12</i> |
| 1.1.2.1. | <i>Pitahaya Amarilla.....</i> | <i>12</i> |
| 1.1.2.2. | <i>Pitahaya roja.....</i> | <i>12</i> |
| 1.1.2.3. | <i>Pitahaya rosada.....</i> | <i>13</i> |
| 1.2. | Descripción de la Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)..... | 14 |
| 1.2.1. | <i>Definición y Origen.....</i> | <i>14</i> |
| 1.2.2. | <i>Clasificación taxonómica.....</i> | <i>16</i> |
| 1.2.3. | <i>Composición nutricional de la Pitahaya amarilla.....</i> | <i>17</i> |
| 1.2.4. | <i>Aplicaciones de la Pitahaya amarilla.....</i> | <i>18</i> |
| 1.2.4.1. | <i>Aplicación farmacológica-medicinal.....</i> | <i>18</i> |
| 1.2.4.2. | <i>Aplicación industrial.....</i> | <i>19</i> |
| 1.2.5. | Características botánicas de la Pitahaya amarilla..... | 20 |
| 1.2.5.1. | <i>Raíces.....</i> | <i>20</i> |
| 1.2.5.2. | <i>Tallos (esquejes).....</i> | <i>21</i> |
| 1.2.5.3. | <i>Flores.....</i> | <i>22</i> |
| 1.2.5.4. | <i>Frutos.....</i> | <i>23</i> |
| 1.2.5.5. | <i>Semillas.....</i> | <i>24</i> |
| 1.2.5.6. | <i>Cáscara.....</i> | <i>24</i> |
| 1.2.6. | Exigencias bioclimáticas y edáficas de la Pitahaya amarilla..... | 25 |

| | | |
|----------|---|----|
| 1.2.6.1. | <i>Sustrato-Suelo</i> | 25 |
| 1.2.6.2. | <i>Acidez</i> | 25 |
| 1.2.6.3. | <i>Luminosidad</i> | 25 |
| 1.2.6.4. | <i>Riego</i> | 26 |
| 1.2.7. | <i>Propagación</i> | 27 |
| 1.2.8. | <i>Ciclo de cultivo</i> | 27 |
| 1.2.9. | <i>Cosecha</i> | 28 |
| 1.2.9.1. | <i>Manejo de pos cosecha</i> | 29 |
| 1.2.10. | <i>Conservación</i> | 29 |
| 1.2.11. | <i>Ventajas competitivas</i> | 29 |
| 1.2.12. | <i>Producción de Pitahaya en el Ecuador</i> | 30 |
| 1.2.13. | <i>Sector de cultivo Nacional y Regional en el Ecuador</i> | 31 |
| 1.2.14. | <i>Exportaciones de la Pitahaya hacia mercados internacionales</i> | 32 |
| 1.3. | Estudio Fitoquímico | 33 |
| 1.4. | Principios Activos | 33 |
| 1.5. | Metabolismo | 33 |
| 1.6. | Metabolitos Primarios | 34 |
| 1.7. | Metabolitos Secundarios | 34 |
| 1.7.1. | <i>Tipos de Metabolitos Secundarios</i> | 35 |
| 1.7.1.1. | <i>Terpenoides y Esteroides</i> | 36 |
| 1.7.1.2. | <i>Compuestos Fenólicos</i> | 39 |
| 1.7.1.3. | <i>Alcaloides</i> | 43 |
| 1.7.1.4. | <i>Mucílagos o gomas</i> | 44 |
| 1.8. | Metodología de preparación de especies vegetales | 45 |
| 1.8.1. | <i>Método de recolección</i> | 45 |
| 1.8.3. | <i>Molienda</i> | 46 |
| 1.8.4. | <i>Método de acondicionamiento</i> | 46 |
| 1.8.4.1. | <i>Almacenamiento y Conservación</i> | 46 |
| 1.9. | Técnicas y métodos para la identificación de metabolitos secundarios | 47 |
| 1.9.1. | <i>Marcha Fitoquímica</i> | 47 |
| 1.9.2. | <i>Métodos de extracción</i> | 47 |
| 1.9.3. | <i>Solventes</i> | 48 |
| 1.9.4. | <i>Maceración</i> | 49 |
| 1.9.5. | <i>Análisis químico utilizado para identificar metabolitos secundarios</i> | 49 |

| | | |
|----------|--|----|
| 1.9.5.1. | <i>Alcaloides</i> | 49 |
| 1.9.5.2. | <i>Glucósidos cardiotónicos</i> | 50 |
| 1.9.5.3. | <i>Triterpenoides y/o esteroides</i> | 51 |
| 1.9.5.4. | <i>Taninos</i> | 51 |
| 1.9.5.5. | <i>Fenoles</i> | 52 |
| 1.9.5.6. | <i>Flavonoides</i> | 52 |
| 1.9.5.7. | <i>Quinonas</i> | 53 |

CAPÍTULO II

| | | |
|-----------|--|----|
| 2. | MARCO METODOLÓGICO | 54 |
| 2.1. | Localización de la Investigación | 54 |
| 2.1.1. | <i>Coordenadas Geográficas</i> | 54 |
| 2.2. | Población de estudio | 55 |
| 2.3. | Muestra de estudio | 55 |
| 2.4. | Factores de estudio | 55 |
| 2.5. | Tipo de Investigación | 56 |
| 2.6. | Diseño de la Investigación | 56 |
| 2.7. | Unidad de análisis | 57 |
| 2.8. | Hipótesis | 57 |
| 2.8.1. | <i>Hipótesis alterna</i> | 57 |
| 2.8.2. | <i>Hipótesis nula</i> | 58 |
| 2.9. | Variables y Operacionalización | 58 |
| 2.9.1. | <i>Variable independiente (causa)</i> | 58 |
| 2.9.2. | <i>Variable dependiente (efecto)</i> | 58 |
| 2.9.3. | <i>Operacionalización de variables</i> | 58 |
| 2.10. | Materiales, equipos y reactivos | 59 |
| 2.10.1. | <i>Material vegetal</i> | 59 |
| 2.10.2. | <i>Materiales e Instrumentos de Laboratorio</i> | 59 |
| 2.10.3. | <i>Equipos de Laboratorio</i> | 60 |
| 2.10.4. | <i>Reactivos Químicos de Laboratorio</i> | 61 |
| 2.11. | Diseño Experimental: Métodos y técnicas | 62 |
| 2.11.1. | <i>Fase I: Metodología de tratamiento del tallo y cáscara de la pitahaya</i> | 64 |
| 2.11.1.1. | <i>Método de Recolección del Material Vegetal</i> | 64 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.11.1.2. | <i>Método de Secado del Material Vegetal</i> | 64 |
| 2.11.1.3. | <i>Molienda</i> | 65 |
| 2.11.1.4. | <i>Método de Acondicionamiento del Material Vegetal</i> | 65 |
| 2.11.2. | <i>Fase II: Identificación cualitativa de los metabolitos secundarios</i> | 65 |
| 2.11.2.1. | <i>Tamizaje Fitoquímico (Marcha Fitoquímica)</i> | 66 |

CAPÍTULO III

| | | |
|-----------------|--|-----|
| 3. | MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 84 |
| 3.1. | Resultados | 84 |
| 3.1.1. | <i>Metodología de preparación de la especie vegetal</i> | 84 |
| 3.1.2. | <i>Tamizaje Fitoquímico</i> | 86 |
| 3.1.2.1. | <i>Agrupamientos lactónicos (Cumarinas)</i> | 100 |
| 3.1.2.2. | <i>Alcaloides</i> | 100 |
| 3.1.2.3. | <i>Triterpenos y/o Esteroides</i> | 100 |
| 3.1.2.4. | <i>Fenoles y Taninos</i> | 101 |
| 3.1.2.5. | <i>Saponinas</i> | 101 |
| 3.1.2.6. | <i>Flavonoides</i> | 101 |
| 3.1.2.7. | <i>Azúcares Reductores</i> | 102 |
| 3.1.2.8. | <i>Catequinas</i> | 102 |
| 3.1.3 | <i>Análisis estadístico</i> | 103 |
| 3.2. | Análisis y discusión de resultados | 112 |

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------------------|--|-----|
| Tabla 1-1: | Diferencias entre ecotipos de Pitahaya amarilla cultivadas en el Ecuador..... | 15 |
| Tabla 2-1: | Clasificación taxonómica de la <i>Selenicereus megalanthus</i> | 17 |
| Tabla 3-1: | Composición nutricional en 100 g de la parte comestible de la Pitahaya fresca..... | 18 |
| Tabla 4-1: | Condiciones óptimas para el cultivo de Pitahaya | 26 |
| Tabla 5-1: | Ciclo de cultivo de la Pitahaya..... | 27 |
| Tabla 6-1: | Zonas de producción de la Pitahaya en Ecuador..... | 31 |
| Tabla 7-2: | Operacionalización de variables | 58 |
| Tabla 8-2: | Descripción de los materiales e instrumentos de laboratorio..... | 59 |
| Tabla 9-2: | Equipos utilizados en la investigación..... | 60 |
| Tabla 10-2: | Descripción de los reactivos químicos utilizados en la investigación..... | 61 |
| Tabla 11-2: | Leyenda designada a la concentración de metabolitos secundarios de la Pitahaya.. | 66 |
| Tabla 12-3: | Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del extracto etéreo..... | 87 |
| Tabla 13-3: | Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del extracto alcohólico..... | 88 |
| Tabla 14-3: | Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del extracto acuoso..... | 90 |
| Tabla 15-3: | Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del extracto etéreo..... | 92 |
| Tabla 16-3: | Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del extracto alcohólico..... | 93 |
| Tabla 17-3: | Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del extracto acuoso | 95 |
| Tabla 18-3: | Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del tallo y cáscara..... | 97 |
| Tabla 19-3: | Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del tallo..... | 98 |
| Tabla 20-3: | Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico de la cáscara..... | 99 |
| Tabla 21-3: | Análisis estadístico de estudios realizados de la pitahaya amarilla y roja..... | 104 |
| Tabla 22-3: | Análisis estadístico de saponinas..... | 105 |
| Tabla 23-3: | Análisis estadístico de taninos..... | 106 |
| Tabla 24-3: | Análisis estadístico de flavonoides..... | 107 |
| Tabla 25-3: | Análisis estadístico de az. Reductores..... | 108 |
| Tabla 26-3: | Análisis estadístico de alcaloides..... | 109 |
| Tabla 27-3: | Análisis estadístico de triterpenos/esteroides..... | 110 |
| Tabla 28-3: | Análisis estadístico de cumarinas..... | 111 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figura 1-1. | Fruta de la Pitahaya amarilla..... | 12 |
| Figura 2-1. | Fruta de la Pitahaya roja..... | 13 |
| Figura 3-1. | Fruta de la Pitahaya rosada..... | 13 |
| Figura 4-1. | Cultivo de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo amazónico..... | 14 |
| Figura 5-1. | Ubicación Geográfica del cantón Palora..... | 16 |
| Figura 6-1. | Raíces primarias y secundarias de la Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”..... | 21 |
| Figura 7-1. | Tallos (esquejes) de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”..... | 22 |
| Figura 8-1. | Flores de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”..... | 23 |
| Figura 9-1. | Fruto de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”..... | 23 |
| Figura 10-1. | Semillas de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”..... | 24 |
| Figura 11-1. | Cáscara de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”..... | 24 |
| Figura 12-1. | Grados de maduración de la Pitahaya amarilla..... | 28 |
| Figura 13-1. | Unidad básica de los terpenoides (isopreno)..... | 36 |
| Figura 14-1. | Esqueleto de triterpenos- Sapogenina triterpenoide..... | 37 |
| Figura 15-1. | Descomposición de esteroides por la presencia de luz solar..... | 37 |
| Figura 16-1. | Unidad básica de los glicósidos cardiotónicos..... | 38 |
| Figura 17-1. | Estructura básica de las saponinas esteroides y enumeración de los carbonos..... | 39 |
| Figura 18-1. | Unidad básica de un flavonoide "flavano"..... | 40 |
| Figura 19-1. | Estructura química de las antocianinas..... | 41 |
| Figura 20-1. | Estructura química de una quinona..... | 42 |
| Figura 21-1. | Lactonización del ácido cumárico..... | 43 |
| Figura 22-1. | Estructura general de la morfina..... | 44 |
| Figura 23-1. | Técnicas generales extractivas de especies vegetales..... | 48 |
| Figura 24-1. | Reacción de precipitación con reactivo de Mayer..... | 50 |
| Figura 25-1. | Reacción de Dragendorff para determinación de alcaloides..... | 50 |
| Figura 26-1. | Reacción de Baljet para detección de terpenos y esteroides..... | 51 |
| Figura 27-1. | Reacción de Liebermann-Burchard para identificación esteroides y esteroides..... | 51 |
| Figura 28-1. | Formación de complejo de fenoles con cloruro férrico acuoso..... | 52 |
| Figura 29-1. | Reacción química prueba de Shinoda para detección de flavonoides..... | 52 |
| Figura 30-1. | Reacción química de Borntrager..... | 53 |
| Figura 31-2. | Zona de recolección del tallo y frutas de Pitahaya amarilla..... | 55 |
| Figura 32-3. | Recolección de los esquejes y frutas de la especie vegetal..... | 84 |

| | | |
|---------------------|--|----|
| Figura 33-3. | Método de secado de la especie vegetal..... | 85 |
| Figura 34-3. | Reducción de tamaño de la especie vegetal..... | 85 |
| Figura 35-3. | Método de acondicionamiento de la especie vegetal..... | 85 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|---------------------|--|----|
| Gráfico 1-2. | Fases generales de un estudio Fitoquímico..... | 63 |
| Gráfico 2-2. | Tamizaje Fitoquímico del tallo y cáscara de la planta de Pitahaya Amarilla..... | 67 |
| Gráfico 3-2. | Ensayos del Extracto Etéreo del tallo y cáscara de la planta de Pitahaya Amarilla (por separado)..... | 68 |
| Gráfico 4-2. | Ensayos del Extracto Alcohólico del tallo (esqueje) y cáscara (por separado) de la fruta de la planta de Pitahaya Amarilla (<i>Selenicereus Megalanthus</i>)..... | 69 |
| Gráfico 5-2. | Ensayos del Extracto Acuoso del tallo y cáscara de la Pitahaya Amarilla..... | 74 |

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** LUGAR DE RECOLECCIÓN DEL TALLO (ESQUEJE) Y FRUTOS DE LA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO B:** EQUIPOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN
- ANEXO C:** REACTIVOS Y SOLUCIONES QUÍMICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN
- ANEXO D:** METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO E:** PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO; PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO F:** RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO G:** PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO; OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO H:** RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO I:** PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO; OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO J:** RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO K:** SEGUNDO TAMIZAJE FITOQUÍMICO; PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO L:** RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL SEGUNDO TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA
- ANEXO M:** SEGUNDO TAMIZAJE FITOQUÍMICO; OBTENCIÓN DEL

EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA
DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA

ANEXO N: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL SEGUNDO
TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL
TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA

ANEXO Ñ: SEGUNDO TAMIZAJE FITOQUÍMICO; OBTENCIÓN DEL EXTRACTO
ACUOSO DEL TALLO (ESQUEJE) Y CÁSCARA DE LA PLANTA
DE PITAHAYA AMARILLA

ANEXO O: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL SEGUNDO
TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO
Y CÁSCARA DE LA PLANTA DE PITAHAYA AMARILLA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|--------------|--|
| % | Porcentaje |
| g | Gramos |
| kg | Kilogramos |
| mL | Mililitros |
| °C | Temperatura |
| mm | Milímetros |
| msnm | Metros sobre el nivel del mar |
| cm | Centímetros |
| mg | Miligramos |
| °Brix | Grados Brix= Porcentaje de Sólidos solubles (azúcares) |
| pH | Logaritmo negativo de la concentración de iones de Hidrogeno |

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue determinar los metabolitos secundarios presentes en el tallo (esqueje) y cáscara del fruto de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*); por medio de un estudio fitoquímico. La identificación de los metabolitos secundarios se llevó a cabo en dos fases; en la primera fase se realizó la metodología de tratamiento del tallo (esqueje) y cáscara de la fruta, procediendo con la recolección, secado, molienda y acondicionamiento de la especie vegetal mencionada. En la segunda etapa se identificaron cualitativamente las familias de metabolitos secundarios presentes en los extractos (etéreo, alcohólico y acuoso) del tallo y cáscara (por separado). Para el análisis estadístico se utilizó estudios fitoquímicos previos sobre la pulpa y semilla de la pitahaya amarilla y pitahaya roja en comparación con este estudio fitoquímico del tallo y cáscara de la pitahaya amarilla, dando como resultado la presencia de compuestos químicos tanto en la pulpa, semillas, tallo y cáscara de la pitahaya en concentraciones (+/++/+++). Los compuestos químicos encontrados en altas concentraciones (+++) fueron: alcaloides, triterpenos y/o esteroides, saponinas, az. reductores, cumarinas, fenoles y flavonoides. Se concluye que los metabolitos secundarios identificados en el tallo y cáscara tienen mayor concentración que los analizados en la pulpa y semillas, por lo que se visualiza un gran potencial de uso en la industria farmacéutica. Se recomienda prospectivamente realizar la caracterización de los componentes químicos del tallo y cáscara, con el fin de establecer sus principios activos y sus futuras aplicaciones en las diferentes industrias.

Palabras clave: <ESTUDIO FITOQUÍMICO>, <TAMIZAJE FITOQUÍMICO>, <PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*)>, <METABOLITOS SECUNDARIOS>, <MACERACIÓN>.

LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.01.21 11:30:00 -05'00'



0093-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the secondary metabolites present in the stem (cutting) and peel of the fruit of the Yellow Pitahaya plant (*Selenicereus megalanthus*); using a phytochemical study. The identification of secondary metabolites was carried out in two phases; in the first phase, the methodology of treatment of the stem (cutting) and peel of the fruit was carried out, proceeding with the collection, drying, grinding and conditioning of the aforementioned plant species. In the second stage, the families of secondary metabolites present in the extracts (ethereal, alcoholic and aqueous) of the stem and shell (separately) were qualitatively identified. For the statistical analysis, previous phytochemical studies were used on the pulp and seed of the yellow pitahaya and red pitahaya compared to this phytochemical study of the stem and shell of the yellow pitahaya, resulting in the presence of chemical compounds in both the pulp, seeds, stem and shell of the pitahaya in concentrations (+/++/+++). The chemical compounds found in high concentrations (+++) were: alkaloids, triterpenes and/or steroids, saponins, az. redoubts, coumarins, phenols and flavonoids. It is concluded that the secondary metabolites identified in the stem and shell have a higher concentration than those analyzed in the pulp and seeds, so a great potential for use in the pharmaceutical industry is visualized. It is prospectively recommended to carry out the characterization of the chemical components of the stem and shell, in order to establish their active ingredients and their future applications in the different industries.

Keywords: PHYTOCHEMICAL STUDY, PHYTOCHEMICAL SCREENING, YELLOW PITAHAYA (*Selenicereus megalanthus*), SECONDARY METABOLITES, MACERATION.

EDISON
RENATO
RUIZ
LOPEZ

Firmado digitalmente por
EDISON RENATO RUIZ LOPEZ
Fecha: 2022.01.28 10:09:20
-05'00'

INTRODUCCIÓN

Las plantas han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la humanidad, ya sea con fines de un uso artesanal o en el campo de la investigación, como en el siguiente estudio siendo una fuente de materia prima para las industrias farmacéuticas.

El reino vegetal posee muchas especies de plantas que contienen sustancias de valor medicinal y económico, derivado esté último de su uso en la industria cosmética, alimentaria y farmacéutica. En la actualidad, una gran cantidad de plantas se analizan constantemente en relación con el posible valor farmacológico (Chávez y Eustaquio, 2010: pp.2-3).

La fitoquímica estudia los metabolitos secundarios presentes en especies vegetales, los cuales participan en sus mecanismos de defensa contra la depredación por microorganismos, insectos y herbívoros. Estos metabolitos son compuestos que no están directamente relacionados con los procesos de crecimiento y desarrollo, sino que les otorgan a las plantas propiedades biológicas. El estudio de estas propiedades fue el punto de partida para la búsqueda de nuevos medicamentos, antibióticos, aditivos nutricionales, tintes, insecticidas y herbicidas etc. El tipo de compuestos con actividad biológica detectada en las plantas puede influir en varios factores, entre ellos, la técnica utilizada para obtener el extracto y el tipo de solvente utilizado para su reconstitución. Hay una variedad de técnicas utilizadas para explicar la naturaleza química de los metabolitos mencionados anteriormente, desde el llamado estudio fitoquímico que se llevó a cabo en esta presente investigación, hasta los más avanzados, que utilizan equipos muy específicos como Cromatografía de gases, Cromatografía de capa delgada, Espectrofotometría infrarroja entre otros. Los principales metabolitos secundarios que se encuentran en especies vegetales son: alcaloides, fenoles, polifenoles, quinonas, taninos, flavonas y flavonoides, cumarinas, terpenoides, aceites esenciales, lectinas, polipéptidos, saponinas y glucósidos, etc (Castillo y Medina, 2013: p.11).

La planta de Pitahaya Amarilla es un cultivo que está adquiriendo gran importancia en Ecuador especialmente en el Cantón Palora, por ser no tradicional y tener un gran potencial de exportación. Esto se debe a que las frutas contienen fuentes de vitaminas y nutrientes además de su sabor dulce y agradable. La fruta entre sus componentes tiene glucosa, fructosa, lípidos, potasio, sodio, magnesio, calcio, ácido cítrico, ácido láctico, y vitamina C. También tiene propiedades medicinales, de las cuales se puede mencionar, que es laxante, y disminuye el nivel de colesterol en la sangre. A nivel mundial se distinguen dos tipos de pitahayas: roja y amarilla. Entre las rojas se encuentran como principales especies a: *Hylocereus undatus*, *H. costaricensis*, *H. polyrhizus*, *H. purpussi*, e *H. ocamponis* y, dentro de las amarillas la más cultivada es *H. megalanthus*, sinónimo *Selenicereus megalanthus*. (Trujillo, 2014, p.1).

La Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*) también se conoce como fruta Dragón. Fue descubierto por primera vez por los conquistadores españoles en México, Colombia, América Central y Antillas, que dieron el nombre de Pitahaya. El cultivo de la planta de Pitahaya por lo general se suele ubicarse en áreas subtropicales y amazónicas (Andrade y Ruano, 2016: p.3).

En este contexto, la Pitahaya Amarilla se describe como una fruta nativa del sur de la Amazonía Ecuatoriana, que está perfectamente adaptada al clima caliente de la región. Esta fruta es un cultivo perenne que el segundo año de siembra entra en producción comercial, no requiere tecnología muy compleja. La planta de Pitahaya Amarilla es un cultivo con buenas perspectivas económicas para pequeños y medianos productores. Dado que los productores crean sus propias fuentes de trabajo manipulando los recursos que obtienen de acuerdo con los principios de solidaridad y equidad (Dífilo, 2017, p.1).

Debido al gran impacto que ha ido adquiriendo la fruta de la planta de Pitahaya Amarilla por sus propiedades nutricionales y medicinales es por ello que nace el interés de este presente estudio para dar a conocer la presencia de metabolitos secundarios que aún no han sido investigados de las partes aéreas de la planta de Pitahaya Amarilla (tallo y cáscara), ya que puede ser aprovechada la materia prima en desuso y aplicarlos en procesos productivos cuyo fin sea generar economía y mejorar la estabilidad del ambiente erradicando la contaminación y desperdicios que se generan. Además, da lugar a una información exhaustiva y beneficiosa para posteriores investigaciones farmacéuticas, cosmética etc.

En el presente estudio se realizó la “Determinación de metabolitos secundarios existentes en el tallo (esqueje) y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*)”, por medio de un estudio fitoquímico y el análisis de estudios realizados de otras variedades de pitahaya (amarilla y roja) y así poder brindar información útil y certera para futuras investigaciones relacionadas con procesos de transformación farmacológicas, industrial entre otras.

Este trabajo de investigación se divide en tres capítulos:

Capítulo I, contiene el marco teórico referencial que corresponde a las bases teóricas y bases conceptuales respecto al tema de interés, específicamente sobre la determinación de los metabolitos secundarios de la planta de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

Capitulo II, se describe el marco metodológico a seguir para realizar adecuadamente las diferentes metodologías, técnicas y ensayos para así alcanzar los objetivos propuestos para esta investigación.

Capitulo III, abarca los resultados del trabajo experimental y la discusión de los datos obtenidos.

Finalmente se presenta las conclusiones y las recomendaciones respectivas en concordancia con los objetivos propuestos. Además, se adjunta la bibliografía y anexos recolectados en el trabajo de estudio.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿La concentración de metabolitos secundarios en el tallo y cáscara del fruto de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es mayor respecto a otras partes de la planta (pulpa, semilla) en estudios descritos?

JUSTIFICACIÓN

Las plantas han desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la humanidad, ya sea para fines de un uso artesanal o medicinal.

Actualmente existe un mayor interés en los estudios de metabolitos secundarios provenientes de fuentes vegetales, entre los cuales se encuentran los alcaloides, quinonas, flavonoides, taninos, cumarinas, esteroides, terpenoides, aceites esenciales, fenoles glucósidos y saponinas etc. Para determinar la naturaleza química de estos metabolitos, los ensayos fitoquímicos tradicionales (Tamizaje fitoquímico) sigue siendo una forma confiable y rentable de llevar a cabo un análisis cualitativo de los extractos, porque cumplen información preliminar sobre su composición de las especies vegetales y nos permite descartar todas aquellas especies que no tienen un potencial para algunos beneficios industrializados. Lo más importante que puede rescatarse de estos productos secundarios es ser una fuente importante de principios activos de los medicamentos y otros productos químicos valiosos como esencias, colorantes, insecticidas o aditivos nutritivos.

La sociedad civil vive en una búsqueda constante de conocimiento con el fin de adaptarlo de una u otra forma a sus modos de vida; en el Cantón Palora, Provincia de Morona Santiago los productores agrícolas de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), no son conscientes de la utilidad de su producto que hoy en día es de demanda internacional, apreciada tanto por su sabor, propiedades y estética; aunque poco se sabe de la composición química de las partes aéreas de esta planta como el tallo (esqueje) y cáscara de la fruta, es por ello que la presente investigación se desarrolla con el fin de determinar si existe la presencia de metabolitos secundarios en el tallo y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla, así como existe en la pulpa y semillas de la pitahaya (amarilla y roja) de previos estudios y en que concentraciones se encuentran estos compuestos químicos. Además de ello son estructuras vivas y por lo tanto se ven afectadas por las condiciones del medio y el manejo de los agricultores. La identificación de estas sustancias (metabolitos secundarios) se realiza mediante un tamizaje fitoquímico cuya técnica proporciona información confiable de los resultados obtenidos para futuras investigaciones farmacéuticas, cosméticas, alimentos, entre otras.

Por lo antes mencionado se considera de suma importancia la realización de esta investigación ya que en Ecuador no existen estudios fitoquímicos relacionados de los esquejes y cáscara de la fruta de la planta (*Selenicereus megalanthus*) son completamente escasos y limitados, por lo que esté presente estudio está dirigido al beneficio de la sociedad incorporando información útil publicada por primera vez.

ANTECEDENTES

En el 2004 Santizo, realizó la identificación de familias de Metabolitos Secundarios en la *Myrica cerifera*. Lo efectuó con el propósito de implementar metodologías para identificar la presencia de familias de metabolitos secundarios ya que estos datos son viables y confiables en nuestro entorno, con técnicas químicas cualitativas utilizadas en tres extractos con solventes diferentes que obtuvo de un grupo de investigadores de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y comparó los extractos obtenidos por agitación en frío (lixiviación) y en caliente (extracción soxleth). Demostrando de esta manera la presencia de familias de metabolitos secundarias en la planta *Myrica cerifera*., de naturaleza apolar, semipolar y polar en lixiviación son: aceites esenciales, carotenoides, ácidos grasos, cumarinas; taninos en general, compuestos reductores, antocianinas, leucoantocianinas, antracénoides, chalconas, uronas lactonas insaturadas, principios amargos; polisacáridos, saponinas y esteroides triterpenos; de naturaleza apolar a 40, semipolar 60 y polar 100 grados Celsius: carotenoides, ácidos grasos, cumarinas, taninos en general, catéquicos, compuestos reductores, antocianinas, leucoantocianinas, antracénoides, chalconas, uronas, principios amargos, polisacáridos, saponinas, antocianinas, chalconas, uronas y esteroides triterpenos. En conclusión, la técnica en frío es mejor para obtener los metabolitos secundarios de la planta *Myrica Cerifera* a diferencia del método de extracción soxleth los aceites esenciales eran volátiles, degradando así a los esteroides, triterpenos, esteroides insaturados, lactonas insaturadas, taninos gálicos (Santizo, 2004, pp.1-2).

En el año 2010 Chávez & Eustaquio, realizaron la identificación preliminar de los Metabolitos Secundarios de los extractos acuosos y etanólicos del fruto y hojas de la *Morinda citrifolia* L. “Noni” y la Cuantificación Espectrofotométrica de los Flavonoides Totales”. La especie vegetal de estudio fue recolectada en el jardín botánico de las plantas medicinales “*Rosa Elena de los Ríos Martínez*” de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Trujillo. En la identificación preliminar de los metabolitos secundarios encuentro la presencia de esteroides, quinonas, flavonoides y leucoanthocianidinas. Además de la realización del tamizaje fitoquímico hizo una cuantificación espectrofotométrica de los flavonoides totales donde el extracto con alto % fue la extracción a reflujo de hoja 0.191% seguido del acuoso 0.114% y el etanólico 0.115% y con respecto a la extracción Soxhlet de la hoja con 0.007% y el liofilizado del extracto acuoso del fruto 0.032% (Chávez y Eustaquio, 2010: p.7).

En el 2013 se realizó una investigación sobre la identificación de metabolitos secundarios presentes en la planta nativa Cucharilla (*Oreocallis grandiflora*). El objetivo de este estudio fue la identificación

de metabolitos secundarios presentes en la planta cucharilla nativa del departamento de Cajamarca, ya que esta planta es utilizada por sus propiedades de curación. Realizaron un tamizaje fitoquímico de las flores, hojas y ramas (por separado) donde el punto de análisis fue las reacciones de color y precipitación. De la misma manera ejecutaron un segundo análisis fitoquímico de las flores, hojas y ramas por medio de la técnica de maceración estática, filtración, evaporación de disolventes, y cromatografía de capa fina. En la identificación de los componentes activos en la segunda fase utilizaron reactivos, la luz UV, donde el punto de análisis fue la coloración. Logrando así de esa manera la identificación cualitativamente los metabolitos secundarios presentes en la planta nativa cucharilla los cuales son: alcaloides, compuestos fenólicos, catequinas, taninos, flavonoides, quinonas, triterpenos y esteroides como además glucósidos cardiotónicos (Castillo y Medina, 2013: p.9).

En 2014 Guerrero, realizó una caracterización fitoquímica y actividad biológica *Oryctanthus spicatus* (Loranthaceae)" en donde determinó la composición química de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso obtenidos de la maceración de las hojas de *Oryctanthus spicatus*, recolecto las muestras en la provincia de Morona Santiago, mediante la técnica de Tamizaje fitoquímico encontró la existencia de aceites y grasas, alcaloides, triterpenos y esteroides, catequinas, azúcares reductores, lactonas y Cumarinas, saponinas, polifenoles y taninos, quinonas, flavonoides y principios amargos. Además, utilizó la técnica de espectrofotometría Uv-Vis determinando fenoles totales y cromatografía en capa fina para comprobar el perfil cromatográfico de los metabolitos secundarios que se hallan en cada extracto. Con los resultados obtenidos evaluó la actividad antimicrobiana mediante el método de difusión en agar y la técnica de dilución doble seriada con lo cual demostró la actividad antibacteriana de amplio espectro, pero en baja proporción a los estándares de comparación. Llegando así a comprobar que en el extracto alcohólico de las hojas de *Oryctanthus spicatus* la actividad antioxidante mediante el método DPPH es superior al té verde el cual fue el estándar natural e inferior a la vitamina C (Guerrero, 2014, p.14).

En 2015 Cruz & Gutiérrez, llevaron a cabo una investigación en la cual relizaron la evaluación fitoquímica de los metabolitos secundarios para la determinación de la DL50, en la raíz de la especie vegetal Mata de piedra (*Anthurium cubense*), TILGÜE, isla de OMETEPE, debido a que no hay estudios químicos científicos de la planta Mata de piedra ya que son los responsables de los efectos farmacológicos. Es por ello que consideraron la importancia de la realización de un Tamizaje Fitoquímico, usando el protocolo de Hinojosa Dávalos et al: Biotecnia / XV (2): 53-60 (2013), donde caracterizaron que en el extracto metanol-agua y etéreo de la raíz los metabolitos secundarios fueron: cumarinas, alcaloides y esteroides por reacciones de colorimetría. Además de esto consideraron

importante saber el grado de toxicidad por medio del método de la determinación de la DL50 con pruebas en *Artemia salina*, obteniendo que en su dosis media de letalidad es de 7.94 ppm y según el CYTED como altamente tóxico en referencia con la *Artemia salina*, demostrando así que su trabajo de investigación es una gran contribución para la población de Tilgüe y futuros trabajos de investigación realizados por la farmacéutica y biología (Cruz y Gutiérrez, 2015: p.5).

En el 2018 Armando & Pilligua, realizaron un estudio farmacognóstico y fitoquímico, preliminar del rizoma de Zarparrilla (*Smilax china*). El objetivo de esta investigación fue determinar los compuestos activos existentes en el rizoma *Smilax china* que se cultiva en la provincia de Orellana. Realizaron un lavado, secado y pulverización del rizoma de la especie vegetal; utilizaron métodos de percepción y características organolépticas del rizoma donde hicieron estudios farmacognóstico en los cuales realizaron diferentes análisis para identificar el contenido húmedo y cenizas totales. Con respecto al tamizaje fitoquímico identificaron cualitativamente la presencia de saponinas y flavonoides entre otros metabolitos por duplicado, también efectuaron el método Soxhlet, la cromatografía de gases – masa y la cromatografía líquida para cuantificar ácidos grasos (Armando y Pilligua, 2018: p.21).

En 2020 Peláez ejecuto un trabajo sobre los costos de producción y la rentabilidad en los productores de Pitahaya del Cantón Palora, provincia de Morona Santiago, donde realizó un diagnóstico del sector productivo de la pitahaya amarilla a nivel Nacional y la provincia de Morona Santiago, demostrando de esta manera que en el periodo 2017-2018 las exportaciones por tonelada de pitahaya amarilla aumento en 205.56%. A partir del año 2015, las exportaciones tuvieron un incremento importante, en el año 2016 se exporta 871 toneladas recaudando un valor de 6,95 millones de dólares, para el año 2017 siguió aumentando a 1.811 toneladas por un valor de 11,9 millones, en el 2018 progresaron el triple en a diferencia del año 2017, se exportaron 5.535 toneladas, recaudando una cifra de 35,4 millones de dólares. En el año 2019, desde enero a septiembre lograron exportar 5.895 toneladas métricas recaudando 32.240 millones de dólares. Estados Unidos y Hong Kong son los primordiales destinos de las exportaciones de pitahaya, en el año 2019 con el 43% cada país, Singapur importa el 5%, Canadá un 3% y 6% otros países como España, Países bajos, Francia, Malasia entre otros. Estados unidos empezó a importar la pitahaya del Ecuador a partir del año 2017 cuando se empezó a realizar la producción de pitahaya orgánica, en la cual importo 228 toneladas en ese año, evolucionando hasta las 2.955 toneladas en el 2019, los envíos a Hong Kong han crecido desde 512 toneladas en el año 2016 hasta llegar a 2.238 en el año 2019, a Singapur en el año 2019 de enero a diciembre se ha exportado 249 toneladas, 80 toneladas más que del año 2018, a Malasia y España las

exportaciones también se incrementaron a 54 y 106 toneladas respectivamente. Las exportaciones a Francia decrecieron de 158 toneladas a 97 toneladas en el periodo 2018-2019. En Morona Santiago en el año 2017 el producto más exportado fue la pitahaya con un 94%, recaudando un valor de 2.7 millones de dólares con una producción de 301,42 toneladas. Hasta julio del 2018 la pitahaya sigue siendo el producto más exportado de la provincia de Morona Santiago abarcando el 92,12% del total de las exportaciones, recaudando un total de 1,3 millones de dólares. La mayor producción de Pitahaya en la provincia de Morona Santiago se encuentra en el cantón Palora (Peláez, 2020, p.15).

OBJETIVOS

General

- ✓ Determinar los metabolitos secundarios presentes en el tallo (esqueje) y cáscara de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*); por medio de un estudio fitoquímico.

Específicos

- ✓ Ejecutar la metodología de recolección, secado, molienda y acondicionamiento del tallo y cáscara de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).
- ✓ Extraer e identificar cualitativamente los compuestos químicos (metabolitos secundarios) existentes tanto en el tallo y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) provenientes del extracto etanólico, alcohólico y acuoso; mediante la técnica del tamizaje fitoquímico.
- ✓ Comparar los resultados obtenidos del tamizaje fitoquímico respecto a otros análisis en diferentes extractos y variedad de pitahaya

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades de la Pitahaya

La Pitahaya pertenece a la familia de los cactus, constituyen el grupo más grande de plantas identificadas como suculentas. Se denominan plantas grasas o suculentas a tejidos aparentemente carnosos y jugosos, se define la especie por notar su riqueza en agua y mucílagos. Crece en un ambiente húmedo o seco, sostenido por troncos, árboles y piedras. También responde a la intensidad de la luz, por lo que puede soportar largos periodos de sequía. Esta planta produce una de las frutas más exóticas y deliciosas del mundo; por su sabor dulce y aromático, esta fruta se puede almacenar a una temperatura de 4 a 6 ° C con una humedad aproximada del 83%, por lo que puede ser almacenado en condiciones óptimas hasta por 4 semanas, el proceso de maduración es rápido con nutrientes a temperatura ambiente 20 ° C. El fruto de la fruta del dragón es alargado, redondo y ovalado, existen dos variedades de frutos con diferentes colores: rojo y amarillo, ambos con nutrientes. En el campo del uso medicinal, las semillas actúan como laxantes por su alto contenido en aceite, además la fruta del dragón ayuda a reducir el ácido úrico (Medina y Mendoza, 2011: pp.12-16).

La familia de cactus nativa de América se encuentra en América del Norte, América Central y América del Sur. La fruta del dragón fue descubierta por primera vez en la naturaleza por los conquistadores españoles en México, Colombia y América Central, y la llamaron "fruta del dragón", que significa fruta escamosa. Las variedades amarillas se cultivan en regiones tropicales y tropicales altas (Colombia, Bolivia, Ecuador, Perú, Venezuela y en toda América Central), y las variedades rojas se cultivan en México, Nicaragua y Vietnam (Andrade, 2015, p.7).

Según Jiménez (2011, p.3), la pitahaya se compone de 2000 especies en el mundo. La mayoría están ubicadas en el continente americano y en menor proporción en el continente asiático, de las cuales solo dos tienen destinos comerciales internacionales la roja y amarilla. En Asia, la fruta de dragón se encuentra en países como Vietnam, Malaya, Tailandia y Taiwan, pero el país con mayor producción mundial es Vietnam (Peláez, 2020, p.47).

En Ecuador, se cultiva la pitahaya roja (*Hylocereus undatus* Britt et Rose) y la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), esta última se caracteriza por tener una corteza de color amarillo con espinas y una pulpa blanca aromática y semillas negras. Por otro lado, aunque que la pitahaya roja se diferencia en que tiene brácteas en lugar de espinas, su pulpa puede ser blanca o rojo claro (según la variedad), con pequeñas semillas negras (Rodríguez et al., 2005: p.2827).

En el año 2014 según Trujillo, determinó que las especies de fruta de dragón más cultivadas en el mundo son: *Hylocereus undatus*, y *H. megalanthus* (sinónimo *Selenicereus megalanthus*) (Trujillo, 2014, p.1).

En el Ecuador se cultiva tanto la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) como pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). La fruta de dragón roja se cultiva en la provincia del Guayas. La producción de pitahaya amarilla se concentra en Pichincha y la región Amazónica. Entre las pitahayas amarillas más plantadas en Ecuador, existen dos ecotipos: la "Pichincha", también conocida como variedad "Columbia", y el ecotipo "Palora", que se cultiva principalmente en Palora, provincia de Morona Santiago. Entre las frutas del dragón que se producen en este país, no existe investigación botánica para determinar su correspondiente especie (Trujillo, 2014, p.7).

- ✓ La pitahaya roja con pulpa blanca (*H. undatus*), conocida como Dragón Fruit, esta especie es originaria de partes de América Central y del Sur. Los principales países productores de esta pitahaya son: Vietnam, Tailandia, Malasia, México e Israel (Trujillo, 2014, p.1).
- ✓ La segunda variedad de pitahaya más sembrada es la pitahaya roja con pulpa roja (*H. costaricensis*). Se la cultiva principalmente en Tailandia, Malasia, y Nicaragua, esta fruta del dragón proviene de Costa Rica y Nicaragua (Trujillo, 2014, p.1).
- ✓ La pitahaya amarilla con pulpa blanca *H. megalanthus* (sinónimo *Selenicereus megalanthus*). Los principales países que cultivan son Colombia, Israel, y Ecuador. *H. megalanthus* es originario de Colombia, Perú, Bolivia, Ecuador y Venezuela (Trujillo, 2014, p.1).

1.1.1. Características de la fruta

a) Forma: Ambas especies tienen forma ovoide. El amarillo se caracteriza por una corteza espinosa y el rojo se caracteriza por una corteza gruesa con brácteas; la pulpa de ambos es muy aromática y llena de semillas.

b) Tamaño y peso: La fruta de dragón roja es más grande que la fruta de dragón amarilla, la fruta de dragón amarilla mide unos 90 mm de largo y entre 65 y 70 mm de diámetro. La fruta de dragón rojo mide 12 cm de largo y 75 a 80 mm de diámetro; los frutos rojos y amarillos de pitahaya pesan entre 200 g y 1000 g.

c) Color: Las variedades amarillas son verdes y amarillas en la madurez, ambas tienen la pulpa de color blanco y repleto de diminutas semillas negras, las variedades rojas se caracterizan por tener una piel roja y gruesa con brácteas verdes, a diferencia de las variedades amarillas que presentan espinas y se tornan amarillas cuando maduran con una apariencia muy decorativa.

d) Sabor: Dulce y fragante, es exquisito como el agua azucarada (Medina y Mendoza, 2011: p.15).

1.1.2. Especies de Pitahaya

1.1.2.1. Pitahaya Amarilla

La *Selenicereus megalanthus* de pulpa blanca y piel amarilla (Nolivos, 2012, p.11), es un cactus trepador de tallo largo que crece en áreas tropicales, sus flores son únicas, el fruto es de color amarillo ovalado y la pulpa es blanca de textura suave con muchas semillas pequeñas de color negro, alto contenido de agua y rico en sabor, además de contener principalmente vitamina C (Ramos, 2018, p.23).



Figura 1-1. Fruta de la Pitahaya amarilla

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.1.2.2. Pitahaya roja

La *Hylocereus monacanthus* de pulpa roja y piel rosa (Nolivos, 2012, p.11), comúnmente conocida como fruta del dragón, goza de un alto valor en el mercado internacional. Se diferencia de la fruta del dragón amarilla porque su piel es roja y también la pulpa, pero cabe mencionar que sus semillas no deben masticarse porque son un laxante vigoroso se cultiva principalmente en México y tiene un valor medicinal en la digestión (Ramos, 2018, p.24).



Figura 2-1. Fruta de la Pitahaya roja

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.1.2.3. Pitahaya rosada

La *Hylocereus undatus* de pulpa blanca y piel rosa (Nolivos, 2012, p.11), quizás no sea muy conocida, pero, al igual que las otras su forma es ovalada, la diferencia es que su piel es rosada, con pulpa blanca y semillas negras, tienden a madurar rápidamente y por lo tanto se parten, su proceso de recolección comienza en mayo y tarda varios meses en llegar a la producción. Se puede encontrar en México, Nicaragua, España y Ecuador. El momento para encontrarlo en el mercado es entre junio y agosto. Contiene vitamina B3, tiamina y riboflavina, y es rico en fibra. También se le llama la Reina de la Noche, se originó en Centroamérica y crece en regiones tropicales. Esta fruta del dragón es muy especial porque solo florece durante la noche y es muy fragante en el mercado ecuatoriano, la pitaya amarilla tiene más presencia y consumo (Alvarado y Vizhco, 2019: p.37).



Figura 3-1. Fruta de la Pitahaya rosada

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2. Descripción de la Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

1.2.1. Definición y Origen

La Pitahaya amarilla se la conoce con el nombre biológico *Selenicereus megalanthus*, pertenece a la familia Cactus. Es una planta perenne espinosa y succulenta que se adapta bien a zonas con lluvias escasas y medias, produce frutas tropicales y es ampliamente aceptada en los mercados nacionales y extranjeros. El fruto es de forma ovalada y de color amarillo, su pulpa es consistente y espumosa, con semillas pequeñas, suaves y comestibles. Unos años más tarde, esta fruta apareció en el oriente de Ecuador la diferencia es que tiene más pulpa, mayor peso y mayor Brix (miden la relación de sacarosa total del líquido), y tiene mejor apariencia que la fruta colombiana (Andrade y Ruano, 2016: pp.29-32).

Esta fruta es considerada exótica por su dulzura, apariencia, calidad y propiedades nutricionales, contiene 80% de vitamina C, fibra, carbohidratos y agua. Se puede consumir fresco o añadido a zumos de frutas, cócteles, helados, yogures y mermeladas; además, el aceite de sus semillas tiene efecto laxante y ayuda a bajar el colesterol en sangre (Guzmán et al., 2012: p.150 y Trujillo, 2014, p.4). Es bien sabido que puede aliviar problemas de estómago, hormonas endocrinas y mejorar la función del tracto digestivo; el beneficio más famoso es su capacidad antioxidante, que se atribuye al alto contenido de ácidos grasos naturales en sus semillas, especialmente ácido linoleico, por eso actúa como un amortiguador en el cuerpo, captura el colesterol y produce un efecto de fortalecimiento del corazón (Huachi et al., 2015: p.54 y Sotomayor et al., 2019: p.90).



Figura 4-1. Cultivo de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo amazónico

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

Así mismo, Huachi et al., (2015: pp.51-52) y Morillo et al., (2017: p.13) señalaron que estas especies están bien adaptadas a las condiciones de vida en áreas desérticas y gran parte de se producen originalmente en los trópicos y subtropicos. *H. megalanthus* es originario de partes de América Central y del Sur, se distribuye ampliamente en la naturaleza en países como Venezuela, Colombia, México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Brasil y Ecuador.

En Ecuador existe poca información sobre la calidad de la fruta del dragón, pero se ha determinado que la fruta del dragón madura tipo ecológico Palora tiene alta dureza, acidez titulable, sólidos solubles, pH, vitamina C, capacidad antioxidante y polifenoles totales; es la mayor cantidad de frutas exportables con mínima pérdida poscosecha (1.5). Crece entre 500 y 1900 msnm, la temperatura está entre 18 y 25 °C, las precipitaciones del primer año fluctúan entre 1200 y 2500 mm, y la humedad relativa está entre 70% y 80% (Bolaños y Calero, 2015: p.14-18 y Vásquez et al., 2016: pp.S1081-S1082).

Por otro lado, Medina y Mendoza (2011: p.27) afirmaron que la pitahaya amarilla tiene mayores beneficios económicos y comerciales por su sabor y mayor resistencia al transporte y almacenamiento.

Según Trujillo (2014, p.7), existen dos tipos ecológicos de pitahaya amarilla en el Ecuador: la primera se llama "Pichincha", también llamada "Nacional" (su peso de fruto puede llegar a 150 g). Se cultiva al noroeste de Pichincha; el segundo se denomina ecotipo "Palora" (su peso de fruto puede llegar a 350 g), se cultiva en una gran superficie en el estado de Palora (Morona Santiago), y en menor medida en Pichincha. Las principales diferencias morfológicas entre los dos ecotipos son las siguientes:

Tabla 1-1: Diferencias entre ecotipos de Pitahaya amarilla cultivados en el Ecuador

| Parte aérea | Características | Ecotipo “Pichincha” | Ecotipo “Palora” |
|-------------|-----------------|---------------------|------------------|
| Fruto | Largo (cm) | 8 – 10 | 12 |
| | Peso (g) | Hasta 250 | Hasta 1000 |
| Tallo | Grosor (cm) | 5 | Hasta 10 |

Fuente: (Trujillo, 2014, p.7).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

A este ecotipo “Palora” recibió la Declaración de Origen Pitahaya Amazónica de Palora (Oficina Nacional de Propiedad Intelectual [SENADI, 2018]) en junio de 2018, lo que le otorgó una identidad y un sentido de pertenencia únicos. La pitahaya de Palora es de alta calidad, y el 80% del área se exporta a los mercados europeo, asiático y norteamericano (Graciela, 2018). En la figura 5-1 se observa la ubicación geográfica del cantón Palora.



Figura 5-1. Ubicación Geográfica del cantón Palora

Fuente: (Pelález, 2020, p.69).

Según Dífilo (2017, pp.30-32) indica que:

La fruta del dragón amarilla producida en Ecuador crece en la Amazonía y la costa de Ecuador. El origen del nombre fruta del dragón no está claro, pero puede entenderse como una fruta espinosa. En Ecuador, existe una especie de fruta del dragón llamada "indígena", también llamada ecotipo "Palora", que se encuentra en el estado de Palora. Esta variedad es aceptada por el mercado internacional por su dulzor y gran cantidad de humedad. Los principales consumidores de esta fruta se encuentran en Europa, Estados Unidos y Japón. Su siembra y crecimiento se realiza en un clima entre 14 y 40 grados centígrados, desde el inicio de la siembra se tarda un promedio de 10 meses en cosechar. Las características de la fruta del dragón son diversas, por lo que existe una necesidad creciente de su presencia en los mercados nacionales e internacionales. La creación de una microempresa que fortalezca su cultivo y comercialización es vista como una oportunidad de mercado que traerá importantes créditos financieros a quienes participan en el proyecto. Además de cuidar la salud de las personas, también se puede utilizar para preparar diferentes productos, como batidos, jugos, helados, mermeladas y conservas, así como diferentes postres. Por su aspecto exótico, es muy utilizado para decorar platos gourmet de alta cocina nacional e internacional. También se puede consumir de forma natural y se favorece por su sabor dulce y gran cantidad de agua.

1.2.2. Clasificación taxonómica

Según Santarrosa (2013, p.1) y Alvarado (2014, p.9), la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se clasifica de la siguiente manera:

Tabla 2-1: Clasificación taxonómica de la *Selenicereus megalanthus*

| Taxonomía | |
|-----------------------|---|
| Taxón | Nombre |
| Reino | Plantae |
| División | Magnoliophita |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | <i>Caryophyllale</i> |
| Familia | Cactaceae – cactácea |
| Género | <i>Selenicereus</i> |
| Especie | <i>Megalanthus</i> |
| Tribu | <i>Hylocereeae</i> |
| Categoría | Fruta |
| Nombre científico | <i>Selenicereus megalanthus</i> |
| Nombre común o vulgar | Pitahaya amarilla, Pitajaya, Pitaya, Pitaja, Pitayayá, Fruta del dragón, Cardo ananás, Flor del cáliz. Entre los más conocidos. |

Fuente: (Santarrosa, 2013. p.1 y Alvarado, 2014: p.9).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.3. Composición nutricional de la Pitahaya amarilla

El contenido de agua de la fruta del dragón es aproximadamente del 90%, lo que es muy refrescante e hidratante. El dulzor está entre el 10% y el 19%. La fruta del dragón amarilla tiene la dulzura más alta; no engorda porque es una especie de muy bajo valor calórico, la fruta casi no contiene carbohidratos y es rica en fibra, calcio, fósforo, vitaminas B1, B2 y A (Huamani y Paucar, 2018: p.4).

A continuación, en la tabla 3-1, se detalla un cuadro del valor nutricional de la Pitahaya amarilla en 100 g de su parte comestible (pulpa y semillas).

Tabla 3-1: Composición nutricional en 100 g de la parte comestible de la Pitahaya fresca

| COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA PITAHAYA AMARILLA | |
|--|---|
| COMPONENTES | CONTENIDO DE 100G DE LA PARTE COMESTIBLE |
| Agua | 85.4 g/100g |
| Carbohidratos | 13.2 g/100g |
| Proteínas | 0.4 g/100g |
| Cenizas | 0.4 g/100g |
| Fibra | 0.5 g/100g |
| Grasas | 0.1 g/100g |
| Calorías | 50.0 |
| Ácido ascórbico | 4.0 mg/100g |
| Fósforo | 16.0 mg/100g |
| Calcio | 10.0 mg/100g |
| Hierro | 0.3 mg/100g |
| Niacina | 0.2 mg/100g |
| Riboflavina | 0.0 mg/100g |
| Tiamina | 0.0 mg/100g |
| Vitamina A | -U.I. |

Fuente: (Cañamero y Arévalo, 2014: p.25).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.4. Aplicaciones de la Pitahaya amarilla

1.2.4.1. Aplicación farmacológica-medicinal

Esta fruta es rica en fibra, calcio, fósforo y vitamina C. Tiene efectos antitumorales, antiinflamatorios y antioxidantes, y contiene mucosidades y sustancias fenólicas. En términos de valor medicinal, es una fruta muy especial con una amplia gama de usos, proviene del alivio de enfermedades estomacales comunes como la gastritis, y está recomendada para personas con diabetes y problemas endocrinos. En México, además de la fruta, el tallo de la fruta del dragón se usa como verdura y medicina; la parte licuada del tallo se menciona para tratar problemas renales; trata los dolores de cabeza y elimina la caspa. El tallo es más nutritivo que la zanahoria y la lechuga; se utiliza en la ganadería de vacas lecheras que retienen la placenta, y se prepara con sal para rejuvenecer a la vaca y alimentarla; las flores se utilizan para preparar diferentes infusiones para aliviar enfermedades cardíacas (Huamani y Paucar, 2018: pp.8-9).

Según Alvarado (2014, p.28) y Perea et al., (2010: p.109) coinciden en que la fruta contiene cactina (hordenina), que puede utilizarse como cardiotónico. Además, debido a que las espinas contienen una gran cantidad de material de dióxido de silicio, se puede usar para hacer porcelana dental, las semillas contienen aceite con efecto laxante y los tallos y flores se usan para tratar la enfermedad mal de Londa

una enfermedad causada por la falta de vitamina C. En México, el tallo licuado también se usa para tratar cálculos renales, eliminar amebas y fatiga de los pies también se usa como desinfectante y tratamiento de llagas y tumores de piel.

Por otro lado, Jordan et al., (2009: p.19) también demostraron que en la medicina se puede utilizar como cardiotónico regulando la presión arterial, como laxante, cicatrizante, protector de úlceras y acidez de estómago. Además, también ayuda a combatir las enfermedades de las branquias.

Así mismo, Andrade (2015, p.9) señaló que el látex extraído de la corteza de los árboles puede limpiar, hidratar y prevenir el envejecimiento cutáneo aplicándola como crema y perfume.

El beneficio más famoso de esta fruta es la capacidad antioxidante de sus semillas ya que contiene un alto contenido de ácidos grasos naturales, así como 64,5% de ácido linoleico, 13,9% de ácido oleico y 14,4% de ácido palmítico (Chemah et al., 2010: p.1007) siendo el ácido linoleico más importante ya que actúa como amortiguador en el cuerpo captura el colesterol y produce un efecto de fortalecimiento del corazón. Otro compuesto importante presente en la cáscara y la pulpa es la betalaínas, un bioflavonoide derivado de la quercetina se presentan como pigmentos rojos y amarillos indol. La diversidad estructural de estos pigmentos permite disolverse en agua y formar dos grupos estructurales: rojo-violeta (betacianinas) y naranja (betaxantinas) son sustancias similares a las vitaminas que pueden actuar sinérgicamente con antioxidantes (como la vitamina C) para prevenir la muerte celular prematura. La betalaínas ayuda a producir colágeno, hace que la piel luzca más joven, fortalece los vasos sanguíneos y ayuda a combatir las alergias y las infecciones causadas por virus y bacterias (Huachi et al., 2015: p.54).

1.2.4.2. Aplicación industrial

La fruta del dragón tiene una variedad de aplicaciones industriales según su país de origen, por lo que se utiliza de forma ancestral, ornamental, comercial e industrial (Huachi et al., 2015: p.54).

Perea et al., (2010: p.109) y Montesinos et al., (2015: p.68) señalaron que el uso principal de la pitahaya es la alimentación, especialmente la fruta, aunque también se ha reportado el consumo de flores como legumbres y Los brotes del tallo se utilizan como hortalizas frescas. El extracto de sus ramas (tallos) disuelto en agua se puede utilizar como jabón. También se utiliza como una capacidad fotosintética para injertar cactus que carecen de clorofila.

Según Alvarado (2014, p.28) y Jordán et al., (2009: p.19) los usos mas famosos de la pitahaya amarilla son:

- Los tallos y las flores se utilizan para preparar champús casero.
- En la industria de refrescos y colorantes.

- Helado, gelatina, yogur y néctar.
- Producción de vino, cerveza y miel.
- Industrialización de pulpa y cáscara.
- Sus extractos se utilizan para preparar jarabes, conservas y licor.
- Se utiliza para tratar el acné.
- Calma la piel bronceada.
- Para cabellos teñidos.
- Conservación simple.
- El precio es asequible para la mayoría de los hogares del país.
- Se utiliza para decoración y arreglo floral en alimentos, ensaladas, jaleas, postres y frutas exóticas.

1.2.5. Características botánicas de la Pitahaya amarilla

Las principales características morfológicas de la planta de pitahaya son: raíces, tallos, flores, frutos, semillas y cáscara.

1.2.5.1. Raíces

Una de las principales características de la fruta del dragón es que tiene dos tipos diferentes de raíces, que se denominan primarias y secundarias. Las raíces primarias están directamente en el suelo y las raíces secundarias están fuera del suelo (Dífilo, 2017, p.33).

De manera similar, Orozco y Palacios (2019: p.5) mostraron que la raíz principal crece horizontalmente con el suelo para proporcionar nutrientes a las plantas, y se desarrolla a una profundidad de 5 a 10 cm desde la superficie del suelo y su área de expansión es de aproximadamente 30 cm de diámetro. Las raíces secundarias o adventicias se producen después de una sequía prolongada su función es fijar y mantener la corteza de otras plantas, absorbiendo los nutrientes y el agua del medio.



Figura 6-1. Raíces primarias y secundarias de la Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.5.2. Tallos (esquejes)

Se llaman tallos porque reemplazan a las hojas y realizan la fotosíntesis (Trujillo, 2014, p.7).

Dífilo, (2017, p. 33) señaló que los tallos de la fruta del dragón contienen agua y pueden adaptarse a las condiciones ambientales en climas áridos. Las investigaciones realizadas en torno a esta planta confirman que tienen la capacidad de convertirse en trepadoras para así poder ramificarse y colgarse, además también producen más frutos.

La planta consta de varios tallos triangulares largos y gruesos, el tejido interno tiene la apariencia de moco carnoso (baboso) de color verde esmeralda, los tallos también son conocidos como pencas o esquejes, puede alcanzar de 1 a 2 m de longitud y 10 cm de grosor. Los esquejes son muy jugosos; la epidermis es gruesa con estomas o pequeños hoyos, regulan la pérdida de agua durante la sequía en la época más calurosa las estomas se cierran y la planta pierde menos agua (Orozco y Palacios, 2019: p.4). Así mismo Jordan et al., (2009: p.15) señalaron que existen areolas en los bordes de los tallos que tienen espinas de 2 a 4 mm las cuales se consideran hojas modificadas lo que ayuda a distinguir sus variedades. En la parte superior de la areola se forman los botones donde nacen las flores y ramas al igual que el tallo actúa como regulador de la humedad.



Figura 7-1. Tallos (esquejes) de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.5.3. Flores

Es una hermafrodita hermosa, fragante e independiente, tubular o en forma de trompeta, con un solo ovario lobulado, numerosos estambres, brácteas completamente verdes, bordes rojos y pétalos de color amarillo blanco brillante. La flor crece hasta 40 cm y solo florece por la noche, por lo que se la conoce como la "Reina de la Noche". Las flores no tenían fragancia al principio, pero luego se tornan muy fragantes, su fragancia y miel atraen a muchos insectos. Se pueden autofertilizar, pero también se pueden fecundar de forma cruzada; durante el día cuando las flores están cerradas se han encontrado abejas en su interior. Los capullos (flores) crecen a partir de tallos debajo de las axilas de las espinas en áreas donde hay más luz solar; aproximadamente seis semanas después de que aparecen los capullos y durante una sola noche ocurre la apertura floral. Las flores polinizadas comienzan a secarse y colgar, formando frutos en la base. La floración está en función de la humedad, luz, temperatura y la fertilización; la floración ocurre cuando estos factores son favorables (Guevara, 2010, p.13 y Dífilo, 2017, p.33).

Puede haber 5-6 ciclos de floración, en los que pueden superponerse varias etapas fenológicas en una misma planta.



Figura 8-1. Flores de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.5.4. Frutos

Es una baya ovoide que es verde cuando crece y se vuelve amarilla cuando madura, con un centro redondeado y puntas alargadas (Dífilo, 2017, p.34).

Según Trujillo (2014, p.8), el fruto tiene protuberancias llamadas mamilas o brácteas cada bráctea produce de 4 a 8 espinas. Estas espinas son inicialmente de color púrpura y a medida que las frutas maduran se tornan marrones.

Huachi et al., (2015: p.54) señalaron que, dependiendo de la calidad del suelo el crecimiento puede tener entre 8 y 12 cm de largo y 7 cm de ancho, pesa hasta 1000 gramos. La maduración de la fruta se produce desde la polinización que dura de 4 a 8 meses dependiendo de la temperatura y la luz solar. La pulpa es cerosa y blanca con muchas semillas comestibles que contienen sustancias altamente digestibles. Esta cualidad combinada con su sabor dulce y delicado la convierte en una fruta muy solicitada.



Figura 9-1. Fruto de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.5.5. Semillas

Las semillas se distribuyen en la pulpa del fruto entero, son muy blandas, comestibles y abundantes cubiertas de moco, muy delicadas y suelen tener una buena tasa de germinación, pero esto no es recomendable. En la pitahaya amarilla en su desarrollo son de color negro y cuando la fruta esté completamente madura lucirán brillantes de color negro mate. Contienen un aceite que se considera uno de los mejores laxantes producidos por la naturaleza (Huamani y Paucar, 2018: p.7).

Por otro lado, Jordan et al., (2009: p.16) señalaron que la siembra con semillas lleva mucho tiempo ya que su crecimiento al inicio es lento y tardío de la producción (cosecha).



Figura 10-1. Semillas de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.5.6. Cáscara

Su cáscara es escamosa con brácteas u orejas de consistencia carnososa y cerosa. Son amarillas en su madurez, el número y tamaño de las brácteas depende de la variedad. El látex extraído de la corteza puede limpiar, hidratar y prevenir el envejecimiento de la piel utilizándolo como crema y perfume (Jordan et al., 2009: pp.16-19).

Santarrosa (2013, p.4), indica que la cáscara se puede utilizar como forraje para el ganado.



Figura 11-1. Cáscara de la planta de Pitahaya amarilla ecotipo “Palora”

Fuente: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.6. Exigencias bioclimáticas y edáficas de la Pitahaya amarilla

Las características del clima y del suelo constituyen una ventaja comparativa que afecta la calidad de la fruta, por lo que se puede determinar que la pitahaya producida en la región amazónica tiene un contenido de ° Brix más alto y es más grande que la fruta de pitahaya cultivada en otras regiones. Según la zonificación de cultivos, las áreas de potencial amazónico y subtropical tienen excelentes características para el desarrollo de la fruta de pitahaya.

En Ecuador, los productores están comprometidos con la protección de los recursos naturales que no han sido interferidos por el ser humano: suelo, agua, vegetación y vida silvestre. Sin embargo, para evitar el saqueo de estos recursos y prevenir la inconveniente expansión de las fronteras agrícolas, es necesario adoptar nuevos métodos para promover el desarrollo de tecnologías alternativas en el sector agrícola. Estos métodos incluyen dimensiones ambientales y cambios tecnológicos apropiados para incrementar competitividad, generar reciclaje y reciclar (Santarrosa, 2013, pp.2-3).

1.2.6.1. Sustrato-Suelo

Es una especie de planta, por su naturaleza prístina, es apta para suelos secos, estériles y pedregosos. Deben tener buen drenaje y buena humedad, por eso los suelos de textura franca: franco arenoso y franco son los mejores. La humedad, por ser sensible al encharcamiento, tiene un buen drenaje y es rica en más del 7% de materia orgánica, lo que favorece el mejor desarrollo de la fruta del dragón. La profundidad efectiva del suelo debe ser superior a 50 cm para facilitar el desarrollo de las raíces (Orozco y Palacios, 2019: p.14).

1.2.6.2. Acidez

El mejor pH es un suelo ligeramente ácido, que varía de 5,5 a 6,5 (Huachi et al., 2015: p.52).

1.2.6.3. Luminosidad

El cultivo de la fruta del dragón requiere una alta luminosidad para favorecer el desarrollo de diferentes procesos fisiológicos. La luz adecuada estimula la brotación de los cogollos. La exposición prolongada a la radiación solar directa puede ser dañina para la pitahaya, por lo que se recomienda la exposición localizada (30% de sombra). Sin embargo, demasiada sombra resultará en una disminución de la producción (Orozco y Palacios, 2019: p.14).

Por otra parte, Andrade y Ruano (2016: p.37) fundamentan que la duración de la luz en relación con la temperatura influye tanto en el crecimiento de las plantas, inducción floral, fecundación de flores y ritmo de absorción de elementos nutritivos además está muy relacionada con los °BRIX de la fruta y por lo tanto su calidad.

1.2.6.4. Riego

Es una planta que no requiere mucha agua, el riego de apoyo debe administrarse en los primeros dos años de la siembra para estimular el crecimiento vegetativo suficiente. Durante los próximos años, solo se riega durante el período de floración, porque si riega en la estación seca, puede reducir la floración (Orozco y Palacios, 2019: p.14). En la tabla 4-1 presenta los requerimientos mínimos para el cultivo de la Pitahaya amarilla.

Tabla 4-1: Condiciones óptimas para el cultivo de Pitahaya

| CONDICIONES ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO DE PITAHAYA | |
|--|---|
| Clima | Sub cálido, húmedo |
| Temperatura | 18-25 °C |
| Humedad Relativa | 70% - 80%. |
| Pluviosidad | 1200 - 2500 mm/año |
| Altitud | 700 - 1800 m.s.n.m. |
| Formación ecológica | Su desarrollo óptimo se tiene en el bosque húmedo pre montado (bh-PM) y bosque húmedo Montano Bajo (bh-MB). |
| Luz | Altos niveles de luminosidad |

Fuente: (Jordan et al., 2009: p.20).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.7. Propagación

Suárez (2011, p.41) confirmó que la reproducción de la fruta del dragón se puede realizar de forma sexual y asexual. Para la forma sexual se utilizan semillas de frutos cuidadosamente seleccionados, aunque este método de propagación no es el más adecuado debido a la gran variabilidad de las plantas y la producción tardía de los frutos. Por otro lado, existen varios métodos de reproducción de la fruta del dragón a través de formas asexuales (enraizamiento, injerto, in vitro); sin embargo, la principal forma de reproducción es la reproducción asexual, a partir de esquejes (tallos), pencas o ramas, consiste en cortar esquejes aproximadamente 25-30 cm de longitud procedentes de la planta madre, por siembra directa o también puede colocar los esquejes en bolsas de polietileno rellenas de tierra, arena y materia orgánica para que los esquejes sean fáciles de enraizar (los tallos seleccionados deben tener al menos dos años de la edad). Antes de eso, se recomienda desinfectar los tallos con fungicidas, además es importante inocular micorrizas.

1.2.8. Ciclo de cultivo

En la tabla 5-1 muestra el ciclo de cultivo de la pitahaya este cultivo no requiere de técnicas muy complicadas y difíciles de aplicar. Se puede cultivar con otros cultivos (como frijoles, piñas, tomates) en los dos primeros años; por esta razón, el cultivo de pitahaya es una buena opción para pequeños y medianos productores. Los requisitos del suelo para su cultivo; el nitrógeno favorece el crecimiento de los tallos y aumenta el porcentaje de flores; el fósforo favorece la floración y la fructificación; el potasio favorece el aumento del grosor de la corteza del tallo (Santarrosa, 2013, p.5).

Tabla 5-1: Ciclo de cultivo de la Pitahaya

| FASE | DURACIÓN – TIEMPO ÓPTIMO |
|-----------------------------|---|
| Desarrollo de la plantación | Un año y Medio |
| Inicio de la cosecha | Un año y medio de plantas provenientes de vivero de 6-7 meses de edad |
| Producción óptima | Al cuarto año y se estabiliza |
| Vida económica | Veinte años o más dependiente del tipo de manejo |

Fuente: (Santarrosa, 2013, p.5).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

1.2.9. Cosecha

Las frutas se cosechan de acuerdo con el mercado para el cual se desea comercializar; en términos generales, la exportación requiere el estado de madurez cuatro y el consumo nacional requiere el estado de madurez cinco y seis (Norma Técnica de Colombiana NTC-3554, 1996) (Figura 12-1). Cuando la fruta se cosecha al 70% de madurez (cáscara amarilla), se considera una fruta climatérica, pero cuando se cosecha en una etapa más baja, aparece como una fruta no climatérica (Sotomayor et al., 2019: p.91).



Figura 12-1. Grados de maduración de la Pitahaya amarilla

Fuente: (Sotomayor et al., 2019: p.91).

Según Sotomayor et al., (2019: p.91) es importante conocer la madurez óptima (dureza, calibre, color y sabor) de la región donde se produce este fruto, pues la calidad organoléptica, nutricional y poscosecha del fruto depende principalmente de la madurez del fruto al momento del corte. En cuanto a la calidad, los requisitos mínimos que se deben cumplir al momento de la recolección del fruto son: ovalados, intactos, libres de heridas, frescos y de apariencia saludable (sin plagas ni enfermedades), debe estar limpio y libre de espinas, sin objetos extraños visibles, pedúnculo de 15 a 20 mm de largo y sin olor ni olor peculiar.

Las operaciones básicas de cosecha y poscosecha son: cosecha y despeinado, transporte al centro de poscosecha, selección y clasificación, preenfriamiento, lavado y desinfección, secado, empaque y almacenamiento. Según Vásquez et al., (2016: pp. S1081-S1083), el porcentaje de descarte o desperdicio de la variedad Palora es de 1,5%, que es bajo, lo que se logra mediante un buen manejo precosecha y poscosecha, así también como las condiciones ambientales favorables donde se cultiva la pitahaya. De igual forma, Alvarado (2014, p.24) mencionó que la recolección de la fruta del dragón debe realizarse principalmente en la madrugada (8:00 am) y las últimas horas de la tarde (15:00 pm), el producto debe ser retirado lo antes posible transportando al lugar de comercialización y/o intermediarios. La recolección se realiza de forma manual, en una cesta o gavetas de plástico con una

capacidad máxima de 5 kg, la maduración irregular y las espinas en la planta hacen que la recolección sea la actividad más delicada del cultivo. La fruta tiene un péndulo muy corto, lo que dificulta su separación del tallo. Por eso no se debe cortar la fruta retorciéndola, porque dañará el tallo y reducirá la próxima cosecha; use guantes de cuero y tijeras de podar; haga un pequeño corte en la vaina, y ponemos la fruta cortada en la gaveta no debe colocarse el fruto en el suelo

Las frutas no deben exponerse a la luz solar, ya que aumentará la temperatura de la fruta y acelerará su maduración. Para obtener frutos de exportación de alta calidad, es necesario comprender el desarrollo y la fructificación de las flores. Se recomienda encarecidamente recolectar frutos con la misma madurez durante la cosecha. En términos de exportación, la cosecha debe completarse a 1/4 de madurez (pintonas). Nunca se debe permitir que las plantas maduren, porque la fruta será atacada por plagas y enfermedades, y su vida útil en el mostrador se acortará considerablemente (Medina y Mendoza, 2011: p.37).

1.2.9.1. Manejo de pos cosecha

Utilice un cepillo suave para limpiar la fruta y eliminar espinas, basura, restos de flores, hormigas u otras impurezas. Se clasifica según tamaño y madurez la pitahaya debe verse fresca, con un color fuerte y brillante; la fruta debe estar libre de picaduras y protuberancias, y no mostrar signos de marchitamiento (Huamani y Paucar, 2018: p.8).

Finalmente, su proceso de comercialización se realiza mediante etiquetado, peso, empaquetamiento y almacenamiento. La selección se basa en su tamaño y peso y se separan los frutos en mal estado.

1.2.10. Conservación

La maduración se realiza a temperatura ambiente 20 °C y debe mantenerse a 4-6 °C y 80-89% de humedad alta; de esta manera, se puede almacenar hasta por 5 semanas. Cuando el color de su piel se vuelve amarillo, la fruta está madura; debe mantenerse en un lugar fresco y protegido de la luz solar. Al exportar por vía aérea se requieren temperaturas cálidas, pero cuando se trata de una gran cantidad de exportaciones, exportar vía marítima en contenedor refrigerado a 8 °C (Huamani y Paucar, 2018: p.7).

1.2.11. Ventajas competitivas

Las ventajas que tiene Ecuador referente a la producción de la fruta dragón o pitahaya son las siguientes:

- ✓ Su forma es completamente ovalada, la pulpa es suave y el sabor es dulce, lo que hace muy agradable a los consumidores.
- ✓ En Ecuador, el productor cumple con los requisitos necesarios para que la pitahaya sea empacada de forma limpia, sana y segura para evitar cualquier daño a la fruta y esté lista para la exportación
- ✓ El precio de la pitahaya ecuatoriana es competitivo con la calidad de la fruta.
- ✓ Las fincas autorizadas para exportar fruta cuentan con la debida certificación (Orozco y Palacios, 2019: p.13).

1.2.12. Producción de Pitahaya en el Ecuador

Hace unos años se descubrió una especie nativa del oriente ecuatoriano en la región del Cantón Palora de la provincia de Santiago, Morona. El mayor porcentaje de la cosecha en el oriente de Ecuador (60%) sale entre el 15 de febrero y el 15 de marzo, lo que dificulta su comercialización en cualquier mercado internacional. El 5% se produce en junio, el 15% entre septiembre y la primera semana de octubre y el 20% entre mediados de noviembre y la primera semana de diciembre. Además, hay dos variedades que crecen en el noroeste del país (Mindo, Nanegalito) y la región amazónica (Morona Santiago y Puyo), la nacionalidad ecuatoriana y la nacional Palora, pero también hay otras variedades de Colombia (Medina y Mendoza, 2011: pp.22-24).

De la misma manera Ramos (2018, p.3) describió este descubrimiento de exclusividad de pitahaya impulsó a la gente a desarrollar las tierras, lo que llevó a los agricultores de los estados vecinos a ir a Palora a plantar esta fruta que pronto se convirtió en un producto estrella para el cantón. Si bien esto es cierto, Palora tiene un suelos privilegiados y óptimos para la agricultura. La inversión de los agricultores en las plantaciones de fruta es muy grande por lo que buscan el apoyo de instituciones del estado para comprar semillas de alta calidad.

El mercado de comercialización de la pitahaya se está expandiendo tanto a nivel nacional como internacional. Por ello, la provincia de Morona Santiago, y los productores de esta fruta del Cantón Palora en particular, creen que es necesario unir fuerzas para lograr un mayor potencial en su producción.

Según los datos publicados por el diario "El Telégrafo", el costo de producción de una hectárea de pitahaya puede llegar a los 32 mil dólares. Por cada hectárea sembrada en un año, el rendimiento puede alcanzar las 10 toneladas. Dos años después de iniciar el proceso de siembra, la ganancia del productor es visible. El costo de la fruta depende de la temporada, en temporada alta el precio del kilogramo puede llegar a US \$ 5,00 y fuera de temporada el precio oscila entre US \$ 2,50 y US \$ 3,50. El precio de una sola fruta puede ser de 0,80 ctvs. Hasta \$ 1,50 (Dífilo, 2017, p.34).

1.2.13. Sector de cultivo Nacional y Regional en el Ecuador

Según Medina y Mendoza (2011: p.20) indican que el área agroecológica del Ecuador presenta las mejores condiciones para el cultivo de pitahaya amarilla por sus características climáticas se considera una ventaja que afecta la calidad de la fruta. Se ha comprobado que la pitahaya que se cultiva en el cantón Palora son más grandes que las colombianas y tienen un mayor contenido de grados Brix. Según a las zonas donde se cultiva la fruta son área potencial como la Amazonia subtropical que brindan condiciones ideales y excelentes características para el buen desarrollo de la fruta. En la península de Santa Elena, la cantidad de áreas desérticas aptas para el cultivo de la fruta del dragón está aumentando.

Ecuador tiene la suerte de tener un lugar ideal para cultivar la fruta en mención, lo que lo convierte en un país potencial de esta fruta. En la tabla 6-1 detalla las principales regiones del país donde la producen:

Tabla 6-1: Zonas de producción de la Pitahaya en Ecuador

| PROVINCIA | LUGAR |
|---------------------------------------|-------------------------|
| Imbabura | García Moreno |
| Pichincha | Nanegalito |
| | Nanegal |
| | Nono |
| | Los Bancos |
| Bolívar | Pedro Vicente Maldonado |
| Loja | Puerto Quito |
| | Echeandia |
| | Vilcabamba |
| Napo | El Tena |
| Morona Santiago | Puyo |
| | Palora |
| Santo Domingo de los Tsáchilas | La Concordia |
| Manabí | Julio Moreno |
| | San Isidro |
| Los Ríos | San Clemente |
| | Quinsaloma |
| | La Maná |
| Santa Elena | Ventanas |
| Guayas | Santa Elena |
| | Cerecita |

Fuente: (Orozco y Palacios, 2019: p.9).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En cuanto a la variedad amarilla, su producción se distribuye en varias provincias del país, como se muestra en la tabla 6-1, pero en el cantón Palola ubicado en Morona Santiago la producción de esta variedad es la más alta.

En Ecuador se cultivan dos tipos de pitahaya, la variedad roja y la variedad amarilla. La variedad roja se comercializa más a nivel nacional debido a que las hectáreas utilizadas para su producción son muy pequeñas, lo que limita la exportación de esta variedad (Orozco y Palacios, 2019: pp.9-10).

1.2.14. Exportaciones de la Pitahaya hacia mercados internacionales

A nivel mundial, los proveedores de Pitahaya amarilla en el mercado internacional incluyen a Colombia, Israel, Ecuador, Nicaragua, Tailandia y Vietnam. Los países europeos y los Estados Unidos son los principales mercados de importación del mundo de pitahaya tanto fresca o como pulpa congelada. En Europa, los principales mercados son Bélgica, Dinamarca, Francia, Suecia, Reino Unido, Holanda, España, Suiza, Alemania y Finlandia. Colombia produce todo el año, mientras que Nicaragua cosecha la fruta de junio a octubre, este país exporta pulpa congelada durante todo el año, principalmente a Estados Unidos (Ramos, 2018, p.2).

De acuerdo con Orozco y Palacios (2019: pp.21-22) la pitahaya amarilla es uno de los últimos productos en oferta de exportación y es una de las frutas no tradicionales. En la actualidad, la pitahaya ha sido ampliamente reconocida en el mercado internacional siendo Ecuador uno de los principales países productores de esta fruta. El período pico de producción de frutas suele ser entre enero y marzo, y en verano, las exportaciones durante todo el año, especialmente en diciembre. En Estados Unidos solo se produce pitahaya roja no producen pitahaya amarilla. Esto brinda una oportunidad para que los productores ecuatorianos introduzcan esta variedad (pitahaya amarilla) en el mercado estadounidense. De igual manera, Hernández (2015) cree que en lo que respecta a las exportaciones de pitahaya amarilla producidas en Ecuador, México y Colombia lideran las exportaciones, hasta 2015 México sembró 2,000 hectáreas, y obtuvieron 6,400 toneladas entre frutos de pitahaya amarilla y roja, lo que equivale a ingresos de 80 millones de pesos mexicanos.

Ecuador exportó 345 toneladas de pitahaya amarilla en 2016, similar a Colombia con 356 toneladas, sin embargo, al analizar las exportaciones de Colombia de 2013 a 2016, se redujo en un 9% (Arrieta et al., 2018: p.44), mientras que Ecuador logró aumentar sus exportaciones de frutas a 1.811 toneladas para 2017, un aumento de más del 50% (Peláez, 2020, p.49).

Según Trujillo (2014, p.6) entre los principales países que más importan pitahaya para el consumo se encuentran: Holanda, Francia, Alemania, Bélgica, España, Reino Unido, Japón, Estados Unidos, Canadá, Hong Kong y Brasil.

1.3. Estudio Fitoquímico

La fitoquímica es una disciplina científica, es el inicio de la fase de investigación que se permite detectar o determinar cualitativamente los principales metabolitos secundarios presentes en las especies vegetales que pueden ser alcaloides, aceites esenciales, cumarinas etc. Y a partir de esto extraer, aislamiento, analizar, purificar, la elucidación de la estructura y caracterización de diversas sustancias producidas por las plantas. Para comprender los tipos de compuestos presentes en las plantas se pueden utilizar diferentes técnicas, como el tamizaje fitoquímico tradicional, cromatografía de gases, cromatografía en capa fina, cromatografía líquida de alta resolución, espectrometría de masas, espectrofotometría infrarroja, etc. Esta investigación puede denominarse de diferentes formas: marcha fitoquímica, tamizaje fitoquímico, screening fitoquímico, cribado, etc (Toledo, 2015, p.11).

Del mismo modo Castillo y Medina (2013: p.30) coincide de la misma forma en que el propósito de la investigación fitoquímica es determinar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios en especies vegetales. Analizar la composición química de las plantas, como principios activos, olores, pigmentos, etc. Se deriva de la carrera de farmacognosia, dedicada a la investigación química de plantas medicinales.

Según Cañon y Menco (2018: p.33) cree que la investigación fitoquímica se puede utilizar para guiar la investigación de seguimiento y determinar las actividades biológicas específicas de especies relacionadas y los principios activos involucrados.

1.4. Principios Activos

Son sustancias químicas puras separadas de las drogas son responsables de la actividad farmacológica y usos terapéuticos que se atribuye a una droga. Estas drogas son materiales de origen natural, ya sean materias primas, como hojas, cortezas, flores de una especie vegetal u obtenida mediante semillas, operaciones como extractos para la preparación de medicamentos (Castillo y Medina, 2013: p.31).

1.5. Metabolismo

Una de las características de los seres vivos es la existencia de actividad metabólica. El metabolismo no es más que una serie de reacciones químicas que tienen lugar en las células. En lo que respecta a las células vegetales, el metabolismo suele dividirse en primario y secundario. El metabolismo primario se entiende como un conjunto de procesos metabólicos que juegan un papel importante en las plantas, como la fotosíntesis, la respiración y el transporte de solutos. Los compuestos implicados

en el metabolismo primario se distribuyen ampliamente en las plantas. Este es el caso de los aminoácidos, nucleótidos, lípidos, carbohidratos y clorofila. Por otro lado, los compuestos producidos por el metabolismo secundario no tienen una distribución universal porque no son necesarios para todas las plantas. En general, los metabolitos primarios y secundarios pueden tener determinadas actividades biológicas: medicinales, tóxicas, comestibles; en definitiva, puede ser utilizado en hogares o industrias, es necesario conocer los vegetales en nuestro país y utilizarlas correctamente, una producción sustentable y sostenible; aprovechar y disfrutar de los recursos que nos brinda la naturaleza (Quispillo, 2013, pp.2-4).

1.6. Metabolitos Primarios

Algunos autores lo describen como compuestos para bioquímicos. Esto está relacionado con la producción de componentes esenciales para la vida vegetal, porque interfieren directamente con la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de las plantas (Castillo y Medina, 2013: p.32).

Alvarado, (2017, p.8) señaló que el principio del metabolismo primario existe en todas las plantas y juega un papel importante en el desarrollo de las plantas, como la obtención de energía, morfogénesis o reproducción. Aquí, incluyen bases nitrogenadas, ácidos grasos, aminoácidos y osas, así como sus respectivos derivados finales; ácidos nucleicos, lípidos, proteínas, grasas, etc.

1.7. Metabolitos Secundarios

Los metabolitos secundarios son compuestos de bajo peso molecular que no tienen un papel reconocido en el proceso vital básico, pero debido a que participan en la interacción con el medio ambiente, son importantes para la supervivencia de las plantas que los producen. Estos metabolitos se acumulan de manera diferente en los órganos de las plantas (hojas, raíces, flores, frutos, semillas o cortezas), diferentes niveles de crecimiento (germinación, nutrición, reproducción y madurez) y condiciones ambientales. Algunos de estos metabolitos tienen efectos ecológicos específicos, como la pigmentación en flores y frutos como señal visible que atrae insectos y aves para la polinización y dispersión de semillas; otros brindan soporte estructural a las plantas o previenen la exposición directa a la radiación ultravioleta y la fotooxidación. Los metabolitos secundarios también participan en la defensa química de las plantas contra herbívoros, insectos, virus, hongos, bacterias y otras plantas. Muchos de estos compuestos son constitutivos, otros pueden requerir una modificación enzimática para activarse o su producción puede inducirse en presencia de patógenos específicos. Las plantas producen una variedad de metabolitos secundarios (actualmente se conocen más de 200.000). Estos

metabolitos también se denominan productos naturales y son una fuente importante de fármacos y aditivos alimentarios (como aromas, pigmentos y productos agroindustriales, etc.) (Morales & León, 2021).

De manera similar Vázquez (2014, pp.8-9), explicó que los metabolitos secundarios se caracterizan por una distribución limitada en el reino vegetal. En otras palabras, ciertos metabolitos secundarios se encuentran a menudo en una sola especie vegetal o en un grupo de especies relacionadas, mientras que los metabolitos primarios se encuentran en todo el reino vegetal. Estos metabolitos determinan el olor, sabor y color de la planta, así como sus propiedades medicinales. Otros metabolitos secundarios también son fisiológicamente importantes o sirven como señales para la diferenciación celular y el metabolismo en diferentes partes del organismo vegetal. La relación entre los metabolitos secundarios y el metabolismo primario de los grupos químicos que pueden formar parte de sus moléculas, así como los cambios que se pueden experimentar, y considerar el número y tipos de precursores, enzimas y coenzimas involucradas en la su-biogénesis, así como muchos Factores físicos, químicos y biológicos, externos e internos afectarán su producción, siendo los más importantes:

- ✓ Radiación
- ✓ Intensidad de la luz.
- ✓ Fotoperiodo.
- ✓ Edad, estado fenológico y órgano de la planta.
- ✓ Deficiencias minerales (N, S, P, K, Mg, B, Ca).
- ✓ Temperatura.
- ✓ Estrés hídrico.
- ✓ Compuestos orgánicos diversos presentes en el medio.
- ✓ Factores genéticos.
- ✓ Interacciones bióticas intra e interespecíficas.
- ✓ Contaminantes sintéticos.

Según Perea (2010: pp.109-111) en la pitahaya, hay muchos de estos compuestos que se consideran importantes en la medicina y la industria, entre ellos: cactina (hordenina), triterpeno o saponinas esteroides (glucósidos) y pectina.

1.7.1. Tipos de Metabolitos Secundarios

Según Castillo y Medina (2013: p.38), los metabolitos secundarios se dividen en tres partes según sus componentes funcionales, a saber: terpenoides y esteroides, compuestos fenólicos y alcaloides.

Se agrupan según su biosíntesis: aceites-grasas, alcaloides, lactonas-cumarinas, triterpenos-esteroides, resinas, fenoles-taninos, saponinas, quinonas, flavonoides, antocianos, azúcares reductores, catequinas, mucílagos entre otros, que están presentes en diferentes órganos de las plantas y tienen propiedades bioquímicas, antioxidantes, antifúngicos, antibacterianos, antileucemia, citotoxicidad, antipiréticos, coagulantes y muchos otros beneficios en el campo de la farmacología y industria (Villarreal, 2015, p.6).

1.7.1.1. *Compuestos Terpenoides y Esteroides*

Los triterpenos son terpenos con seis unidades de isopreno, y pueden ser tetracíclicos o pentacíclicos con grupos hidroxilo, cetona, aldehído o ácido carboxílico. Los esteroides son derivados de triterpenoides con una estructura de cuatro anillos que consta de tres anillos de seis miembros y un anillo de cinco miembros fusionados. Las estructuras que presentan grupos alcohólicos en los esteroides se denominan esteroides, se encuentran en las plantas: el estigmasterol y el sitosterol forman parte de las membranas celulares y tienen un efecto protector sobre los insectos (como la ecdisona). Otros esteroides (como la limonina) son el principio amargo de los cítricos y pueden utilizarse como resistencia a los herbívoros.

Efectos farmacológicos: Se han estudiado las actividades citotóxicas, antibacterianas, anticonceptivas y antiinflamatorias de los triterpenoides y los esteroides (Ochoa y Sarmiento, 2018: pp.20-21).

En la figura 13-1 indica la unidad fundamental que define estos esqueletos contiene cinco átomos de carbono y se la conoce como isopreno.

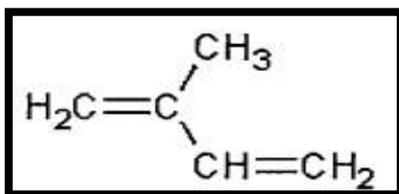


Figura 13-1. Unidad básica de los terpenoides (isopreno)

Fuente: (Castillo y Medina, 2013: p.39).

a) Triterpenoides: Son los llamados aceites esenciales, que se componen de diversas sustancias orgánicas volátiles o aromáticas, que se producen y almacenan en los canales de secreción de las plantas. Preferiblemente se extraen mediante arrastre con vapor de agua o con disolventes orgánicos. Las plantas que contienen aceites esenciales se encuentran principalmente en las Lamiaceae y

Umbelliferae. Las propiedades terapéuticas son diversas y abundantes. Suelen tener propiedades sedantes, antiespasmódicas y antisépticas. Dado que son compuestos volátiles, son eliminados por el tracto respiratorio y actúan como expectorantes. Algunas plantas tienen aceites esenciales (caléndula) que aumentan la diuresis, mientras que otras tienen antihistamínicos (manzanilla). Puede usarse en la preparación de perfumes, productos farmacéuticos y ciertos alimentos. Pueden prevenir la caries dental y actuar como agentes anti-ulcerativos. Se unen al estrógeno e inhiben el proceso inflamatorio al inhibir la actividad de ciertas enzimas (Santizo, 2004, p.6).

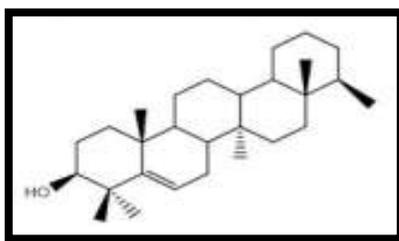


Figura 14-1. Esqueleto de triterpenos- Sapogenina triterpenoide

Fuente: (Cruz y Gutiérrez, 2015: p.12).

b) Esteroides: La mayoría de los esteroides conocidos son sólidos cristalinos incoloros, solubles en disolventes orgánicos relativamente no polares (cloroformo, benceno, etc.), tienen baja solubilidad en alcoholes de bajo peso molecular y no se descomponen (forma libre o esterificada). Debido a su carbono asimétrico, también tienen actividad óptica. Los esteroides se pueden recrystalizar a partir de metanol caliente o mezclas de metanol-tetrahidrofurano 10:1. Forman cristales incoloros y brillantes en forma de agujas. El color con dobles enlaces conjugados es amarillo pálido y se descompone fácilmente bajo la acción de la luz. Por ejemplo, los esteroides insaturados C-5 y C-7 son propensos a reacciones de oxidación fotoquímica, como se muestra en la Figura 15-1. Los esteroides se derivan de la biogénesis del acetil-CoA a través del mevalonato y el escualeno. Los fitoesteroides utilizan cicloartenol como su precursor directo.

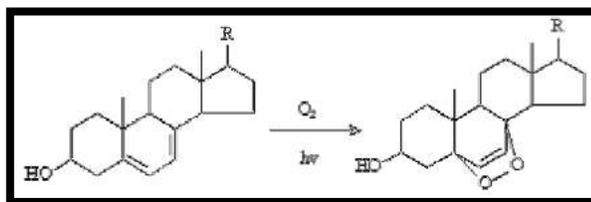


Figura 15-1. Descomposición de esteroides por la presencia de luz solar

Fuente: (Santizo, 2004, pp.14-15).

c) **Glucósidos Cardiotónicos:** Es un grupo de metabolitos secundarios de tipos de esteroides (C23 o C24) que contienen uno o más azúcares. Se dividen en butenólidos y bufadieniólidos. Existen en especies de plantas como Apocynaceae, Rosaceae, Liliaceae etc.

Efectos farmacológicos: Demostraron la aplicación de la insuficiencia cardíaca, la actividad antitumoral y antiviral (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.20).

Villarreal (2015, p.10) describió que los glucósidos cardíacos suelen ser solubles en agua y etanol, pero casi insolubles en cloroformo. En la figura 16-1 se observa la unidad básica de los glucósidos cardiotónicos.

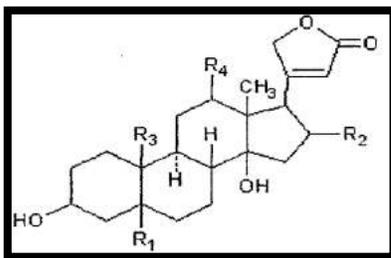


Figura 16-1. Unidad básica de los glucósidos cardiotónicos

Fuente: (Castillo y Medina, 2013: p.42).

d) **Saponinas:** Son estructuras formadas por una parte glucósido y una parte no glucósida (glucósido), y su nombre se debe a sus propiedades jabonosas (Carrión y García, 2010: p.12).

Asimismo, Cruz y Gutiérrez (2015: p.12) señalaron que las saponinas o saponósidos son glucósidos de triterpenos y esteroides, aportan soluciones jabonosas, se ha encontrado que algunos extractos crudos de plantas se utilizan como detergentes y se utilizan para generar espuma. Estables, incluso en soluciones muy diluidas, pueden provocar hemólisis sanguínea.

Están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, especialmente en legumbres. Las saponinas esteroides se encuentran principalmente en la familia de las Discoraceae, Liliaceae y Amarilidaceae, Solanaceae, etc. Las saponinas triterpénicas son especialmente abundantes en Caryophyllaceae, Sapindaceae, Polygalaceae y Sapotaceae. Las saponinas esteroides tienen propiedades biológicas similares a los triterpenoides, pero son menos abundantes en la naturaleza. Las saponinas esteroides se pueden utilizar como materias primas para la producción de fármacos. Agitando una solución acuosa de una muestra que contiene saponinas, se forma una espuma estable, por ejemplo, la espuma obtenida agitando una solución acuosa de jabón. Dado que hay otras sustancias que también forman espuma, se debe suponer que esta prueba es una presunta evidencia de la presencia de saponinas esteroides (Canepa, 2018, pp. 20-22).

La estructura básica de las saponinas (glucósidos esteroides) con un núcleo de espiroetano se muestra en la Figura 17-1.

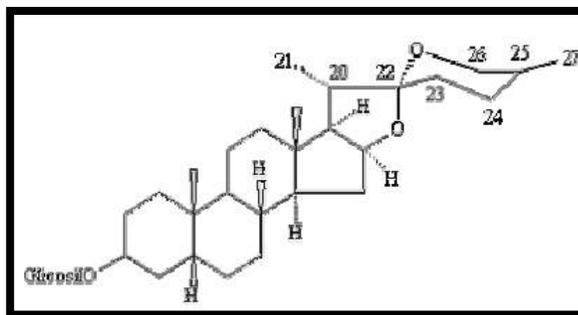


Figura 17-1. Estructura básica de las saponinas esteroides y enumeración de los carbonos

Fuente: (Santizo, 2004, p.41).

Efectos farmacológicos: Tienen un valor de aplicación importante debido a sus actividades biológicas, como antimicrobianas, antifúngicas, antiinflamatorias, analgésicas, adrenocorticotrópica, antiulcerosas, hemólisis y espermicidas, hipoglucemiante, insecticida, anticonceptivo, cardiovascular, cicatrizante, citotoxicidad, antiespasmódico, expectorante (Jaramillo, 2014, p.27).

e) Compuestos reductores: Son importantes en la dieta, glucosa y fructosa y pueden asimilarse directamente. La glucosa se produce a escala industrial por hidrólisis ácida del almidón. Se utiliza para preparar suero glucosilado en medicamentos y fluidos fisiológicos (Santizo, 2004, p.25).

f) Lactonas: Estos pueden estar relacionados con los terpenos que forman lactonas sesquiterpénicas; tienen un esqueleto básico de 15 carbonos derivado de tres unidades de isopreno, y son insolubles en agua, pero solubles en metanol, etanol y cloroformo. Se encuentran principalmente en las partes aéreas de las plantas, especialmente en las asteráceas.

Efectos farmacológicos: Este grupo de metabolitos se caracteriza por su actividad citotóxica, antibacteriana, antifúngica y repelente de insectos (Villarreal, 2015, p.10).

1.7.1.2. Compuestos Fenólicos

Los compuestos fenólicos se refieren a un grupo de sustancias con un anillo aromático común con uno o más sustituyentes hidroxilo, generalmente en forma de glucósidos, combinados con unidades de azúcar. Son relativamente polares y tienden a ser fácilmente solubles en agua. Cuando se agrega una solución acuosa de cloruro férrico al 1% o una solución de alcohol, producirán un fuerte color verde, violeta, azul o negro, por lo que pueden detectarse. Su aromaticidad hace que tengan una fuerte absorción en la región ultravioleta del espectro siendo este método muy importante para su identificación.

Algunas características de los compuestos fenólicos son:

- Es posible que algunos compuestos fenólicos no contengan fenol OH libre.
- Varios grupos de materiales vegetales poliméricos como la lignina son polifenólicos.
- Las unidades fenólicas se encuentran a veces en proteínas, alcaloides y terpenoides.
- Algunos tipos de compuestos fenólicos son flavonoides, cumarinas, cromenos y benzofuranos, xantonas, y quinonas (Castillo y Medina, 2013: pp.43-44).

Efectos farmacológicos: Los compuestos fenólicos tienen una actividad fisiológica significativa debido a sus propiedades desinfectantes (Guerrero, 2014, p.11).

a) Flavonoides: La estructura general de los flavonoides incluye un anillo A derivado de una cadena del policétido, un anillo B derivado del ácido shikímico, con sustituciones orto como ácido cumárico, ácido cafeico y ácido gálico, y tres átomos de carbono que unen los anillos A y B, correspondiente a la parte alquilo del fenilpropano, está conectado por una unidad de tres carbonos, que puede o no formar un tercer anillo, si existe, se llama anillo C, por lo que se denominan unidad C1s: Cs-C3 -Cs y el esqueleto se denominan núcleos flavanos, como se muestra en la Figura 18-1.

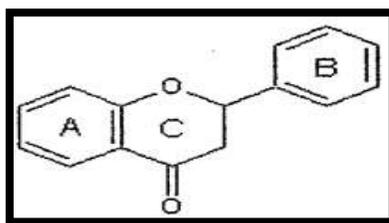


Figura 18-1. Unidad básica de un flavonoide "flavano"

Fuente: (Castillo y Medina, 2013: p.46).

Según Villarreal (2015, p.7), dijo que los flavonoides son compuestos fenólicos responsables de la coloración de flores, frutos y hojas, que además de proteger a las plantas de la oxidación UV, suelen ser solubles en agua. Los flavonoides lipófilos presentes en los tejidos de la superficie de las hojas se pueden extraer con un disolvente de polaridad media como el diclorometano. La caracterización de los flavonoides se suele realizar en cromatografía en papel, el vapor de amoníaco producirá colores amarillo, naranja y rojo.

Eftecos farmacológicos: Según informes, los flavonoides tienen el efecto de inhibir la agregación plaquetaria, tienen efectos vasodilatadores, antiarrítmicos, la chalcona tiene efectos antimicótica y antibacterianos, y la 3- ramnosilquercetina tiene actividad antidiarreica. La isoflavanquinonas tiene un potente antiinflamatorio y actividades antialérgicas, los flavonoles tienen efectos antiespasmódicos, las flavonas e isoflavonas, antimicótica, isoflavanos antimicrobianos y flavanos

con actividad leishmanicida. Se han sugerido las antocianinas como colorantes alimentarios debido a sus propiedades. Además, también se ha informado del uso potencial de ciertos flavonoides en cosméticos (Santizo, 2004, p.31).

Tipos de Flavonoides: Existen varios tipos de flavonoides, los representantes más abundantes de los flavonoides naturales son los flavonoles y las flavonas. Se han separado de los glucósidos libres y se han formado glucósidos, y se distribuyen en todos los órganos vegetales de varios géneros y familias. Las agliconas, especialmente cuando están altamente oxigenadas, se encuentran en la capa más externa de las plantas (Castillo y Medina, 2013: p.47).

a1. Antocianinas: Son polihidroxi-flavilio en las que el enlace glicosídico se localiza principalmente en C-3. Constituyen los principales pigmentos de las flores y hojas otoñales, y su color varía del rojo al azul. Debido a las restricciones sanitarias sobre el uso de colorantes sintéticos, las antocianinas representan un factor importante en la industria alimentaria. La sensibilidad al color se debe principalmente a cambios en el pH y productos de fermentación que provocan cambios estructurales en estos tintes. A continuación, la Figura 19-1 muestra su estructura.

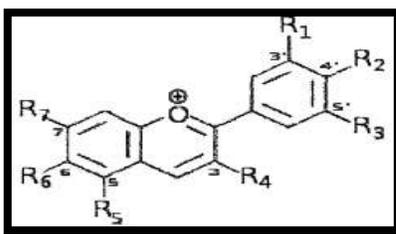


Figura 19-1. Estructura química de las antocianinas

Fuente: (Castillo y Medina, 2013: p.48).

Según Celestino y López (2018: p.33), estos pigmentos vegetales protegen el tejido conectivo potenciando el colágeno; también pueden neutralizar los radicales libres y reducir la inflamación y el dolor.

a2. Taninos - Flavonoides poliméricas: Los taninos se encuentran ampliamente en vegetales, generalmente en hojas, frutos (inmaduros) y tallos. Los taninos se recomiendan para proteger las plantas por sus efectos bactericidas, y por la alta concentración de hojas en las plantas caducifolias (destinadas a la caída), también son desechos vegetales. Compuestos formados a partir de polifenoles, algunos de los cuales pueden ser glucósidos no cristalizables por naturaleza y pueden formar soluciones coloidales con agua. Forman una solución azul oscuro o gris-negruzca con sales de hierro y una solución roja con ferricianuro de potasio y amoníaco. Cuando se mezclan con soluciones

acuosas concentradas de sal de cobre, sal de plomo, sal de estaño y bicarbonato de potasio, forman un precipitado (Villarreal, 2015, p.7).

Ochoa y Sarmiento (2018: pp.21-22), describen que los taninos producen tres grupos estructurales a través de diferentes vías biosintéticas: los taninos hidrolizables se derivan de la vía del shikimato, los florotaninos derivan el malonilco A y los taninos condensados se derivan de la biosíntesis mixta.

Efectos farmacológicos: El tanino tiene astringente, antidiarreico, antioxidante natural, conservante y vasoconstrictor en las áreas locales e internas (Santizo, 2004, p.14).

b) Quinonas: Las quinonas son compuestos que contienen oxígeno, que son el producto de la oxidación de derivados aromáticos. Su color va desde el amarillo claro, generalmente lo encontramos en la corteza de las plantas hasta casi el negro. Pero contribuyen poco al color de las plantas y suelen existir en estado libre. Las quinonas se pueden dividir en benzoquinonas, naftoquinonas, antraquinonas (la mayoría) y fenantrenoquinonas (menos) de acuerdo con el sistema aromático producido durante la reducción. La estructura química de la quinona se muestra en la Figura 20-1 a continuación.

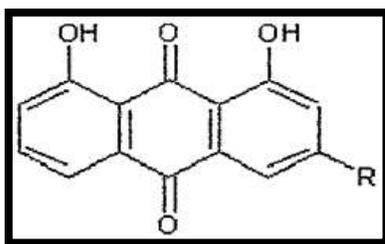


Figura 20-1. Estructura química de una quinona

Fuente: (Castillo y Medina, 2013: p.51).

Efectos farmacológicos: Las naftoquinonas son causadas por heterosídica de plantas superiores y tienen actividades farmacológicas, como la plumbagina y juglona, y se utilizan para tratar la tos. La antraquinona tiene propiedades laxantes y colorantes. Otro tipo de quinonas son las N-heterocíclicas con actividad anticancerígena (Ochoa y Sarmiento, 2018: pp.23-24).

c) Cumarinas: Este compuesto se distribuye ampliamente en el reino vegetal y el contenido es más abundante después del secado. Tienen la estructura básica de 2H-1-benzopiran-2-ona. Son causadas por la lactonización del ácido cis-O-hidroxicinámico o del ácido cumárico, como se muestra en la figura 21-1.

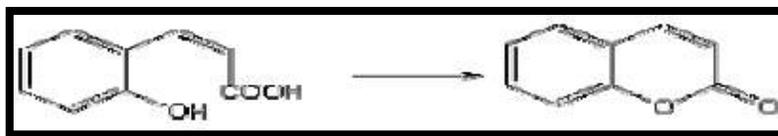


Figura 21-1. Lactonización del ácido cumárico

Fuente: (Santizo, 2004, p.23).

Cruz y Gutiérrez (2015: p.13) describieron en detalle que las cumarinas existen en todas las partes de las plantas desde raíces, flores y frutos, muchas de las cuales son sustancias fenólicas, por lo que están contenidas en derivados fenólicos y, a menudo se presentan como mezclas de forma libre o como glucósido.

Según Villarreal (2015, p.9), las cumarinas libres son soluble en alcohol y disolventes orgánicos, y pueden purificarse utilizando las propiedades específicas de las lactonas; la disolución en medios alcalinos (como KOH) puede detectarse mediante luz ultravioleta por medio de cromatografía en capa fina, produciendo colores que van desde el azul, el amarillo hasta el violeta en presencia de amoníaco.

Efectos farmacológicos: Estos compuestos son muy importantes por sus propiedades farmacológicas, especialmente por sus actividades fisiológicas, antibacterianas y antitumorales. Debido a sus efectos vasodilatadores e inhibidores de la agregación plaquetaria, se han estudiado muchas cumarinas por sus propiedades cardioprotectoras, como la warfarina y el pigmento de carbono. La regulación del anillo cumarínico permite obtener fármacos antiinflamatorios o antioxidantes, especialmente cuando se introduce un anillo heteroaromático de tipo pirazol. Las cumarinas tienen actividad antibacteriana, como la novobiocina y sus análogos, la clorobiocina y la cumermicina A1 (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.24).

1.7.1.3. Alcaloides

Son compuestos orgánicos que contienen nitrógeno, que generalmente contienen un átomo de nitrógeno en un grupo amino, aunque algunos pueden contener más de cuatro nitrógenos. Generalmente, los alcaloides son solubles en disolventes no polares tales como éter, alcohol, cloroformo o hexano, y son insolubles o casi insolubles en agua, pero forman sales solubles en presencia de ácido. También forman sales con compuestos de mercurio, oro, platino y otros metales pesados, lo que produce precipitación. Los reactivos o reveladores de alcaloides más comunes son: reactivo de Wagner (yodo en yoduro de potasio), reactivo de Mayer (yoduro de potasio mercurio) y reactivo de Dragendorff (bismuto y yoduro de potasio) (Villarreal, 2015, p.8).

Según Santizo (2004, p.26), los alcaloides están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, aunque se ha demostrado que algunos grupos están característicamente libres de ellos. En 1803, Derosne aisló por primera vez un alcaloide: la morfina. Su alta actividad requiere mucho cuidado al usarlo, ya que puede causar intoxicación en muchas situaciones fatales (Figura 22-1). Actualmente se conocen más de 4000 alcaloides, aunque su presencia puede reducirse a menos del 10% de las especies vegetales. Algunas familias de plantas destacan por ser ricas en alcaloides: Buxacáceas, Amarilidáceas, Euforbiáceas, leguminosas, Liliáceas, Papaveraceas, Ranunculáceas, Solanáceas y Asteráceas entre otras.

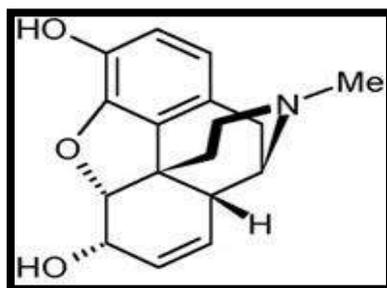


Figura 22-1. Estructura general de la morfina

Fuente: (Santizo, 2004, p.26).

Ochoa y Sarmiento (2018: p.19) creen que los alcaloides constituyen los metabolitos secundarios de las plantas más grandes y existen en semillas, raíces, cortezas y hojas en estado libre o como glucósidos. Las funciones biológicas de los alcaloides incluyen: defensa química contra herbívoros o enemigos naturales (insectos y parásitos), agentes antibacterianos, antifúngicos y antivirales.

Efectos farmacológicos: En la industria farmacéutica, los alcaloides juegan un papel importante debido a sus diferentes actividades farmacológicas, como disminuir la presión arterial, estimular la circulación y la respiración, y otros efectos antitumorales y analgésicos.

Por otro lado, Santizo (2004, p.26) determinó que en la medicina, farmacología y fitoterapia, se utilizan como fármacos botánicos (quinina, morfina) en estado puro o mediante síntesis química.

1.7.1.4. Mucílagos o gomas

Sustancia similar a un gel secretada por ciertas plantas. La goma está compuesta de ácidos orgánicos complejos, llamados ácidos de la goma o por sus sales. Cuando se hidrolizan, estos ácidos, como la arabina o ácido arábico, producirán azúcares (arabinosa, galactosa, xilosa) y monoácidos. Las gomas tienen una consistencia similar a la del pegamento cuando están mojadas, pero se endurecen cuando

están secas. Son incoloros, inodoros, insolubles en disolventes orgánicos, pero extremadamente solubles en agua. Se utilizan como sustrato para la producción de mucílagos, para la confección de textiles, estampados sobre tejidos de algodón y como emulsionantes y calmantes en medicamentos (Santizo, 2004, p.42).

1.8. Metodología de preparación de especies vegetales

1.8.1. Método de recolección

La recolección de especies vegetales depende de las características de cada especie y se puede realizar de forma manual o mecánica. Dado que depende de cada especie, es necesario considerar las partes de la planta a utilizar y el momento óptimo de cosecha para encontrar el mayor número de activos, además se debe considerar que las plantas no estén contaminadas ni mezcladas con otras especies.

a) Hojas: Se recolectan al inicio de la floración, cuando la fotosíntesis es más activa, contienen más ingredientes activos y deben realizarse antes de que maduren los frutos y semillas. Deben estar completos, intactos y libres de insectos.

b) Raíces y Rizomas: Debe recolectarse cuando el proceso de nutrición se detiene, es decir, cuando las partes aéreas están completamente marchitas.

c) Flores: Antes o durante la polinización, justo antes de que se abran por completo.

d) Frutos: Antes o después del periodo de maduración.

e) Semillas: Se cosechan antes de que estén completamente maduros, pero antes de que caigan al suelo.

f) Cortezas: Por lo general, se recolectan después del período húmedo porque son más fáciles de separar de los troncos.

g) Gomas: Su recolección se debe realizar cuando aumente la producción, lo que dependerá de cada especie (Rubio, 2013, pp.13-14).

1.8.2. Método de secado

El secado de las plantas implica extraer el agua que contienen para evitar su posible deterioro, contagio de enfermedades o pérdida de sus principios activos, además de ser almacenadas durante un tiempo antes de su uso. Esto se puede hacer mediante calentamiento natural o artificial, sea cual sea el sistema, el propósito es eliminar gradualmente el agua en la parte útil a través de la tecnología aplicable a cada especie, para que el material a extraer no se pierda ni se devalúe (Rubio, 2013, p.15).

1.8.3. Molienda

El proceso de trituración es un método para reducir el tamaño de las partículas de la droga vegetal mediante procedimientos mecánicos o manuales. El proceso de moler y triturar el material vegetal seco hasta el tamaño óptimo para la maceración del mismo (Rubio, 2013, p.17).

Cañón y Menco (2018: p.31) señalaron que, para clasificar las drogas molidas en función del tamaño de partícula, este debe ser suficiente para el proceso de extracción. La trituración de material vegetal, independientemente de su naturaleza y del tipo de trituración utilizada, producirá unas partículas muy finas.

Según Castillo y Medina (2013: p.60), en términos de trituración, los trituradores de cuchillas son los más adecuados para la mayoría de las plantas medicinales, como hojas, ramas (tallos), cortezas y raíces. Otra opción es un triturador de disco.

1.8.4. Método de acondicionamiento

1.8.4.1. Almacenamiento y Conservación

Las condiciones de almacenamiento y conservación de las plantas dependen de las características de cada especie y de las partes vegetales utilizadas, pero las condiciones generales de almacenamiento y conservación son:

- **Almacenar en un lugar fresco:** La temperatura es un factor importante en la conservación de drogas, que favorece el deterioro de las drogas
- **Almacenar en un lugar seco:** La presencia de humedad excesiva suele ser beneficiosa para la hidrólisis y degradación del fármaco.
- **Preservar de la luz:** Principalmente a partir de la luz ultravioleta, cataliza muchos procesos de reacción en las plantas y acelera su degradación.
- **Aislar de la atmósfera:** Porque el contacto con el aire favorece la oxidación de principios activos, la llegada de parásitos, mohos, roedores, insectos, etc (Rubio, 2013, p.17).

1.9. Técnicas y métodos para la identificación de metabolitos secundarios

1.9.1. Marcha Fitoquímica

Es una de las etapas iniciales de la investigación fitoquímica, que permite la determinación cualitativa de los principales grupos de componentes químicos presentes en las plantas, y desde allí dirige la extracción y / o fraccionamiento de extractos para separar los grupos más interesantes. El tamizaje fitoquímico implica el uso de solventes apropiados (como agua, acetona, alcohol, cloroformo y éter) para obtener extractos de plantas. Después de la extracción, se realiza reacciones de coloración, que son sensible, reproducible y de bajo costo. La reacción de coloración evalúa la presencia de compuestos, como alcaloides, catequinas, azúcares reductores, saponinas, mucílagos entre otros (Cruz y Gutiérrez, 2015: p.9).

De la misma manera, Parra (2010, p.30) señaló que estas reacciones se caracterizan porque son selectivas para la clase o grupo de compuestos en estudio, son simples y rápidas, pueden detectar la menor cantidad y utilizar el menor equipo de laboratorio.

1.9.2. Métodos de extracción

La extracción sólido-líquido es una operación que existe en casi todos los procesos técnicos relacionados con las industrias química y farmacéutica; entre ellos, los métodos de extracción por maceración y percolación o lixiviación son los más utilizados (Guerrero, 2014, p. 15).

Por otra parte, Castillo y Medina (2013: p.60) consideran que los extractos de plantas son una mezcla compleja de componentes activos. Pueden ser líquidos, semisólidos o en polvo, y se obtienen de fuentes vegetales mediante procesos físicos, químicos o microbiológicos, y utilizarse en cualquier campo técnico. El proceso de extracción se realiza para identificar metabolitos secundarios directamente de la droga. La extracción implica la separación de diferentes componentes presentes en la matriz de la planta mediante disolventes (polares o no polares). Se utilizan diferentes técnicas, como maceración, percolación, infusión, digestión, decocción, extracción Soxhlet, extracción con alcohol acuoso fermentado, extracción en contracorriente, extracción ultrasónica, extracción con fluidos supercríticos, etc. La figura 23-1 enumera brevemente las técnicas generales de extracción de plantas.

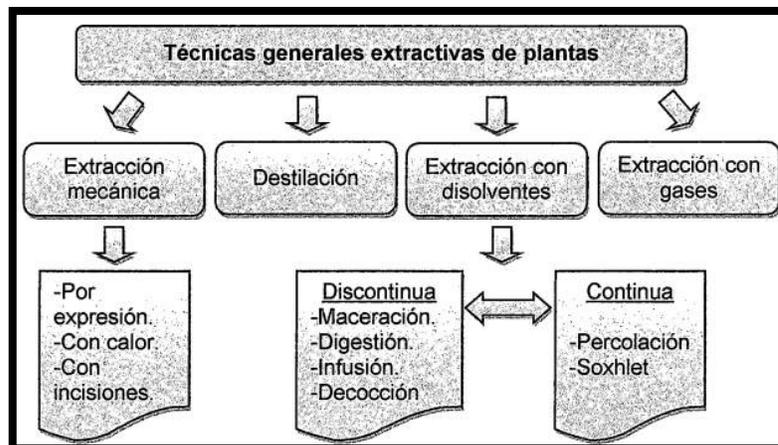


Figura 23-1. Técnicas generales extractivas de especies vegetales

Fuente: (Castillo y Medina, 2013: p.61).

1.9.3. Solventes

En cuanto al disolvente utilizado, la polaridad está estrechamente relacionada con la solubilidad, por lo que los compuestos que forman enlaces de hidrógeno con el agua son más solubles en ellos que los compuestos que no forman enlaces de hidrógeno con el agua. Por tanto, se puede decir que el agua es un excelente disolvente para compuestos iónicos. Además, el metanol forma enlaces de hidrógeno y puede disolver compuestos iónicos, pero en menor medida; mientras que el éter no puede disolver compuestos iónicos, por lo que se utiliza para extraer compuestos no polares. Dependiendo del propósito deseado, el solvente usado selectivamente o no extrae ciertas clases de compuestos. Estos solventes lograron extraer la mayoría de las sustancias naturales de interés (Guerrero, 2014, p.15).

Es por eso que Castillo y Medina (2013: pp.61-62) describen la extracción como el contacto de la droga con un solvente que puede disolver el ingrediente activo. Los principios activos deben deslizarse por la droga al disolvente para obtener un extracto líquido. Posteriormente, el extracto se puede concentrar eliminando más o menos disolvente. La extracción por solvente es uno de los métodos más utilizados para obtener ingredientes activos. En la mayoría de los casos, las materias primas vegetales en la industria farmacéutica vegetal están representadas en drogas secas, de modo que cuando el medicamento entra en contacto con el solvente, iniciará un proceso opuesto al proceso de secado, que tiende a reconstruir las células en el estado original. Inicialmente, el solvente penetra en las células vegetales y libera el aire contenido en el citoplasma, iniciando así el proceso de extracción. La penetración del disolvente en la célula provoca un momento dipolar en la molécula del compuesto a extraer.

1.9.4. Maceración

La técnica de maceración consiste en poner en contacto la droga o material vegetal (pulverizado) con un disolvente durante varios días. Este es un proceso, y el resultado es un equilibrio de concentración entre los componentes presentes en la droga y el solvente, que depende de factores como la naturaleza de la droga y el tamaño de partícula que debe ser apropiado para que el solvente pase los tejidos de la droga, el contenido de humedad y la cantidad suficiente requerida de extracto, así como los factores relacionados con el solvente, como su selectividad que posea hacia los activos a extraer y el gran proceso volumétrico requerido para el extracto. Cuando aumenta la relación droga/disolvente, el rendimiento del extracto disminuye porque para una pequeña cantidad de droga, el contenido colocado es ligeramente superior, por lo que una vez que se hinchan, difícilmente quedarán cubiertos por el líquido durante unos centímetros (Guerrero, 2014, p.17).

Según Ochoa y Sarmiento (2018: p.25), señalaron que la maceración consume mucho solvente, lo que puede resultar en la pérdida de metabolitos y material vegetal. Además, si ciertos compuestos son poco solubles a temperatura ambiente, es posible que no se extraigan de manera eficaz. Por otro lado, dado que la extracción se realiza a temperatura ambiente, es poco probable que la maceración provoque la degradación de los metabolitos termolábiles, y se puede realizar con o sin agitación magnética, consiguiendo extraer todo lo que necesite macerar. La principal desventaja de la maceración es que el proceso puede durar de varias horas a varias semanas. Por lo general, la técnica de extracción se usa en frío, lo que significa que se utiliza un solvente específico en la muestra durante mucho tiempo, tiene la ventaja del uso de equipos simples y no desperdicia energía, y puede extraer la mayoría de las propiedades de las plantas.

1.9.5. Análisis químico utilizado para identificar metabolitos secundarios

Para determinar la presencia o ausencia de metabolitos secundarios de los esquejes (tallos) y cáscaras de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), se realizan ensayos de coloración y precipitación que se detallan a continuación:

1.9.5.1. Alcaloides

Debido a la naturaleza de los alcaloides que se combinan con metales pesados como el bismuto, el mercurio y el yodo, ocurren las siguientes reacciones:

a) Reacción de precipitación con reactivo de Mayer

Este reactivo precipita la mayoría de los alcaloides en un medio ácido, lo que favorece la formación de precipitados cristalinos blancos. Cuando el yoduro de potasio reacciona con el cloruro de mercurio, forma un precipitado rojo de yoduro de mercurio, que puede disolverse en iones de yoduro en exceso para formar un anión compuesto incoloro, como se muestra en la figura 24-1.

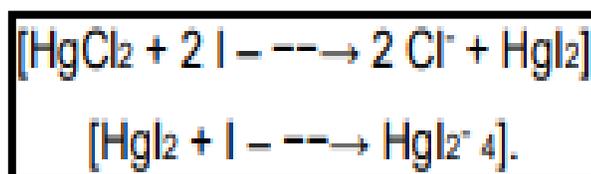


Figura 24-1. Reacción de precipitación con reactivo de Mayer

Fuente: (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.27).

b) Reacción de precipitación con reactivo de Dragendorff

Este reactivo contiene yoduro de bismuto de potasio, en el que $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ reacciona con ácido (HCl) y yoduro de potasio para formar un complejo naranja, como se muestra en la Figura 25-1.

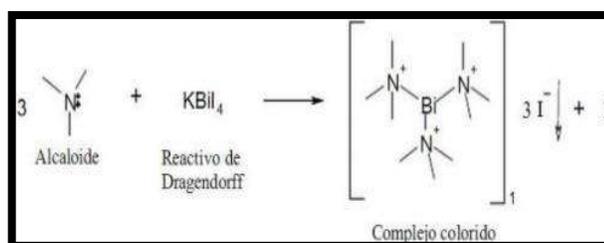


Figura 25-1. Reacción de Dragendorff para determinación de alcaloides

Fuente: (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.27).

1.9.5.2. Glucósidos cardiotónicos

En la identificación de estos compuestos se realiza la prueba de Baljet para identificar las lactonas α , β -insaturadas, que se basa en la formación de complejos entre el ácido pícrico y las lactonas α , β , γ insaturadas, que aparecen de color rojo claro y oscuro, como se muestra en la Figura 26-1.

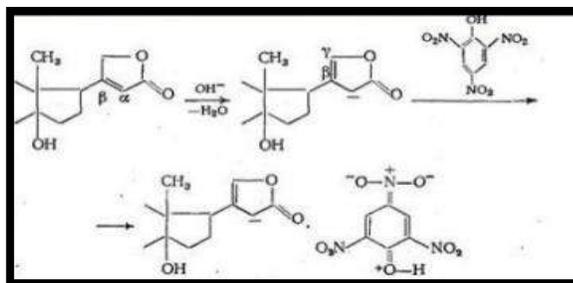


Figura 26-1. Reacción de Baljet para detección de terpenos y esteroides

Fuente: (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.28).

1.9.5.3. Triterpenoides y/o esteroides

La identificación de estos metabolitos secundarios se realiza mediante la prueba de Liebermann-Burchard, que consiste en una reacción en la que el esteroide se oxida en presencia de ácido sulfúrico para formar una molécula con un doble enlace extra. En la etapa inicial de esta prueba, el grupo OH del esteroide se protona, perdiendo agua y obteniendo el carbocatión 3,5 colestadieno, que constituye la primera parte de la formación de color, como se muestra en la Figura 27-1.

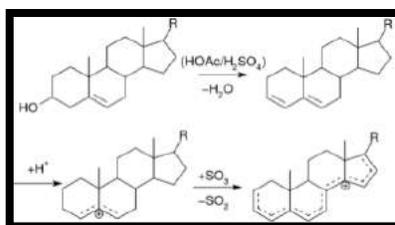


Figura 27-1. Reacción de Liebermann-Burchard para identificación esteroides y esteroides

Fuente: (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.28).

1.9.5.4. Taninos

La prueba de gelatina-sal implica observar el precipitado porque los taninos tienen la propiedad de reaccionar con las proteínas para formar compuestos insolubles (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.29).

1.9.5.5. Fenoles

Los fenoles reaccionan con el cloruro férrico para producir diferentes colores, dependiendo del compuesto con el que reaccionen. El gris-negro puede corresponder al catecol, pero si su color es azul-negro, puede estar presente el pirogalol. Esta prueba identifica compuestos fenólicos formando complejos de fenol, como se muestra en la Figura 28-1.

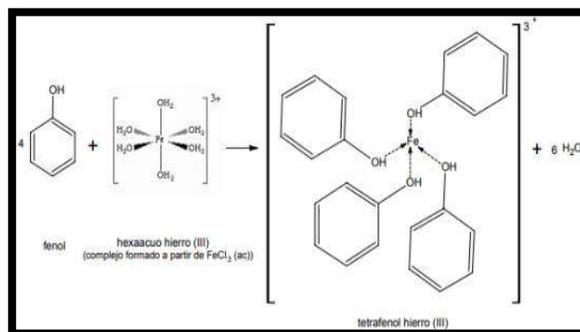


Figura 28-1. Formación de complejo de fenoles con cloruro férrico acuoso

Fuente: (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.30).

1.9.5.6. Flavonoides

La identificación de estos metabolitos secundarios se realizó mediante pruebas de Shinoda (Zn / HCl) y Leucoantocianidinas. La primera es la reacción del magnesio en un medio ácido, que reduce los flavonoides y produce productos de color que van del rojo anaranjado a la púrpura, y ocurren la siguiente reacción química (figura 29-1).

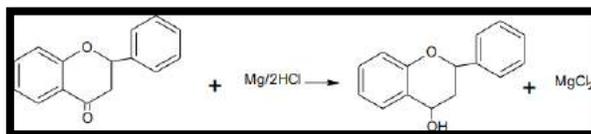


Figura 29-1. Reacción química prueba de Shinoda para detección de flavonoides

Fuente: (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.31).

1.9.5.7. Quinonas

Se identifica mediante la prueba de Borntrager, que se basa en la hidrólisis de enlaces glicosídicos y la oxidación de antrona y antranoles hasta antraquinona, formando un complejo rojo, como se muestra en la figura 30-1.

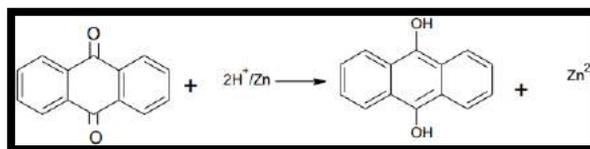


Figura 30-1. Reacción química de Borntrager

Fuente: (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.31).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Localización de la Investigación

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Productos Naturales, Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) de la Ciudad de Riobamba, Provincia de Chimborazo.

El sitio de recolección del material vegetal tanto tallo (esquejes) y frutas de la especie vegetal denominada *Selenicereus megalanthus* conocida como Pitahaya amarilla, fue en la finca “Santa Rosita” ubicada en la comunidad San Luis, parroquia Arapicos, cantón Palora, que también se conoce como Edén Amazónico, dicho cantón se ubica al noroccidente de la provincia de Morona Santiago entre los ríos Palora y Pastaza, Ecuador. Con un clima tropical húmedo y una temperatura promedio de 22. 5°C.

Aquí es donde se encuentra los cultivos de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) del productor señor Gabriel Carcelén, consta de 3 lotes:

- **Lote 1:** 900 plantas de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)
- **Lote 2:** 800 plantas de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)
- **Lote 3:** 1.200 plantas de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

Localizadas específicamente en:

2.1.1. Coordenadas Geográficas

- **Longitud (X):**843963
- **Latitud (Y):** 9794971
- **Altitud:** 915 m.s.n.m.



Figura 31-2. Zona de recolección del tallo y frutas de la planta de Pitahaya amarilla

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

2.2. Población de estudio

Se consideró como la población del presente estudio, a las áreas de cultivo de las plantas de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) provenientes de la finca “Santa Rosita” de la comunidad de San Luis, parroquia Arapicos, cantón Palora de la provincia de Morona Santiago; las cuales se encuentran ubicadas en la Figura 31-2.

2.3. Muestra de estudio

Para determinar la muestra se seleccionó el material vegetal, como es el tallo (esqueje) y frutas de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) que estén en óptimas condiciones físicas notables a simple vista para su utilización y descartando toda materia extraña que puede estar presente.

2.4. Factores de estudio

Los factores de estudio de esta investigación son:

- ✓ Metodología de tratamiento del tallo (esqueje) y cáscara
- Recolección: Muestras óptimas
- Secado: Temperatura
- Molienda
- Acondicionamiento: Almacenamiento y conservación
- ✓ Identificación cualitativa de los metabolitos secundarios

- Tamizaje Fitoquímico (Marcha Fitoquímica): Preparación de tres extractos diferentes; extracto etéreo, extracto alcohólico y extracto acuoso; con disolventes de distinta polaridad creciente; polar, apolar y semipolar (éter etílico, etanol, agua destilada respectivamente) extraídos por maceración del tallo (esqueje) y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).
- ✓ Estudios fitoquímicos previos de la pulpa y semillas de pitahaya amarilla y pitahaya roja.

2.5. Tipo de Investigación

La presente investigación por el método de investigación se basa en un método cualitativo debido a la determinación y recaudación de los datos obtenidos de las variables causa y efecto de la presente investigación, que se obtiene de la realización del análisis fitoquímico del tallo (esqueje) y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y estudios fitoquímicos previos de la pulpa de pitahaya amarilla y pitahaya roja. Según el objetivo la investigación es de tipo aplicada ya que se realizó con la finalidad de solucionar la situación problemática, empleando un estudio fitoquímico del tallo y cáscara de la pitahaya amarilla junto con el análisis de estudios fitoquímicos previos de la pulpa de la pitahaya (amarilla y roja) y así poder darle un uso potencial a esta especie. Según el nivel de profundización en el objetivo de estudio, la investigación es de tipo descriptiva debido a los objetivos descritos en la presente investigación ya que se va a describir las características de la problemática. Según la manipulación de variables, esta investigación es de tipo cuasi-experimental, ya que la metodología en la presente investigación se caracteriza por ser descriptiva, adaptándose así de la mejor manera al presente estudio. Según por la condición de estudio o lugar, es de tipo laboratorio debido a que las muestras de tallo (esqueje) y frutas recogidas en la finca “Santa Rosita” se trasladó al Laboratorio de Productos Naturales de la ESPOCH para su respectivo estudio. Según el periodo temporal, es de tipo transversal ya que el estudio fitoquímico del tallo (esqueje) y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se efectuó en un momento determinado. Según el tipo de inferencia, es de tipo inductivo debido a la observación y análisis de los datos recopilados del diseño experimental y estudios previos, para de esta manera llegar a conclusiones al final del proceso de investigación.

2.6. Diseño de la Investigación

El trabajo de investigación “Determinación de metabolitos secundarios de la *Selenicereus megalanthus*”, se empleó un diseño descriptivo ya que se realizó un estudio fitoquímico para la

identificación cualitativa de los metabolitos secundarios existentes en los extractos etéreo, alcohólico y acuoso de las muestras de tallo y cáscara, donde las reacciones de coloración y precipitado fueron el punto de análisis. Además de ello se realizó un análisis estadístico de comparación de diferentes investigaciones fitoquímicas previas sobre la pulpa y semillas de pitahaya (amarilla y roja).

El diseño experimental estuvo comprendido por la variable independiente y la variable dependiente de la investigación con sus respectivos métodos y técnicas.

Para la cual mostró dos fases experimentales:

- **Fase 1:** Metodología de tratamiento para el tallo (esqueje) y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

Se realizó la recolección, secado, preparación y acondicionamiento.

- **Fase 2:** Identificación cualitativa de los metabolitos secundarios presentes en el tallo (esqueje) y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

Donde se realizó un Tamizaje fitoquímico junto con los ensayos correspondientes para cada extracto y así poder identificar cualitativamente la presencia o ausencia de los constituyentes químicos.

2.7. Unidad de análisis

Una vez recopilados los datos que toman las variables causa y efecto de la presente investigación se realiza un análisis descriptivo de los resultados obtenidos del tallo y cáscara de la pitahaya amarilla en comparación con estudios fitoquímicos previos de la pulpa y semillas de la pitahaya amarilla y pitahaya roja.

2.8. Hipótesis

2.8.1. Hipótesis alterna

La concentración de metabolitos secundarios en el tallo y cáscara del fruto de la planta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es mayor respecto a otras partes de la planta (Pulpa, semilla) en estudios descritos.

2.8.2. Hipótesis nula

La concentración de metabolitos secundarios en el tallo y cáscara del fruto de la planta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) no es mayor respecto a otras partes de la planta (Pulpa, semilla) en estudios descritos.

2.9. Variables y Operacionalización

2.9.1. Variable independiente (causa)

- ✓ Extracto etéreo
- ✓ Extracto alcohólico
- ✓ Extracto acuoso

2.9.2. Variable dependiente (efecto)

- ✓ Metabolitos secundarios

2.9.3. Operacionalización de variables

Tabla 7-2: Operacionalización de variables

| VARIABLES INDEPENDIENTES | DEFINICIÓN DE VARIABLES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|---------------------------------|---|----------------------|--------------------|
| EXTRACTO ETÉREO | Extracto de una muestra obtenida con un solvente etéreo | Ensayos Fitoquímicos | Reactivos químicos |
| EXTRACTO ALCOHÓLICO | Extracto de una muestra obtenida con un solvente etanólico al 96% | Ensayos Fitoquímicos | Reactivos químicos |
| EXTRACTO ACUOSO | Extracto de una muestra obtenida con un solvente acuoso | Ensayos Fitoquímicos | Reactivos químicos |

| VARIABLES DEPENDIENTES | DEFINICIÓN DE VARIABLES | INDICADORES | INSTRUMENTO |
|--------------------------------|--|---|--|
| METABOLITOS SECUNDARIOS | Compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros | Aceites y grasas Alcaloides Agrupamiento Lactónico(Cumarinas) Triterpenos- Esteroides Resinas Fenoles y Taninos Saponinas Quinonas Flavonoides Az. Reductores Antocianos Aminoácidos Catequinas Amargo y astringente Mucílagos | Reacciones de Coloración y Precipitación |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

2.10. Materiales, equipos y reactivos

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron los siguientes materiales, equipos y reactivos:

2.10.1. Material vegetal

Se utilizó tallos (esquejes) y 20 frutas maduras de la Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*); teniendo en cuenta que se encuentren en buenas condiciones físicas notable a simple vista. Provenientes de la Finca “Santa Rosita” de la comunidad San Luis, parroquia Arapicos, Cantón Palora de la Provincia de Morona Santiago.

2.10.2 Materiales e Instrumentos de Laboratorio

Tabla 8-2: Descripción de los materiales e instrumentos de laboratorio

| CANTIDAD | MATERIALES E INSTRUMENTOS | MÉTODOS Y TÉCNICAS |
|----------|---------------------------|---|
| Paquete | Pañitos húmedos | METODOLOGÍA DE TRATAMIENTO DE LA ESPECIE VEGETAL |
| 1 | Cuchilla | |
| 8 | Bandejas de Al medinas | |
| 1 | Pliego de papel periódico | |
| 2 | Fundas Ziploc medianas | |

| | | |
|---------|---------------------------------|---|
| Paquete | Etiquetas adhesivas | TAMIZAJE FITOQUÍMICO (ENSAYOS) |
| 1 | Pliego de papel filtro | |
| 1 | Pera de succión | |
| 1 | Funda de hielo | |
| 1 | Termómetro | |
| 1 | Espátula | |
| 2 | Vidrio reloj | |
| 4 | Frasco ámbar medianos | |
| 2 | Embudo | |
| 2 | Trípode | |
| 1 | Reverbero y malla de asbesto | |
| 2 | Gradilla | |
| 2 | Pinza de tubo de ensayo | |
| 5 | Pipetas de 1 mL | |
| 5 | Pipetas de 5 mL | |
| 2 | Vaso de precipitación de 250 mL | |
| 1 | Vaso de precipitación de 500 mL | |
| 1 | Probeta 100 mL | |
| 1 | Matraz Kitazato de 250 mL | |
| 1 | Embudo de porcelana | |
| 40 | Tubos de ensayos | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

2.10.3. Equipos de Laboratorio

Tabla 9-2: Equipos utilizados en la investigación

| CANTIDAD | EQUIPO | ANÁLISIS |
|----------|---|--|
| 1 | Estufa de Secado y Esterilización Marca FANEM | TRATAMIENTO DE LA ESPECIE VEGETAL |
| 1 | Molino Marca ARTHUR H. THOMAS CO. | |
| 1 | Balanza Analítica Marca OHAUS | TAMIZAJE FITOQUÍMICO |
| 1 | Sorbona | |
| 1 | Sonicador Marca BRANSON 3510 | |
| 1 | Bomba de vacío | |
| 1 | Espectro UV-VISIBLE | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

2.10.4. Reactivos Químicos de Laboratorio

Tabla 10-2: Descripción de los reactivos químicos utilizados en la investigación

| CANTIDAD | REACTIVO QUÍMICO | ANÁLISIS |
|----------|--|---|
| 355 mL | Éter Etilico G.R. (C ₂ H ₅) ₂ O | TAMIZAJE FITOQUÍMICO (ENSAYOS) |
| 22 mL | Alcohol Amílico (C ₅ H ₁₂ O) | |
| 18 mL | Ácido Clorhídrico G.R. (HCl) | |
| 5 mL | Ácido Sulfúrico G.R. (H ₂ SO ₄) | |
| 18 mL | Cloroformo (CHCl ₃) | |
| 10 mL | Anhídrido Acético G.R. (CH ₃ CO) ₂ O | |
| 1 g | Cloruro de Sodio (NaCl) | |
| 10 mL | Ácido clorhídrico (HCl) al 1% | |
| 4 g | Cinta de Magnesio | |
| 1 L | Agua destilada | |
| 1 L | Etanol al 96% | |
| 2 mL | Reactivo de Carbonato de sodio (Na ₂ CO ₃) | |
| 1 g | Reactivo de acetato de sodio (C ₂ H ₃ NaO ₂) | |
| 15 mL | Reactivo de Ninhidrina al 2% | |
| 10 mL | Reactivo Sudan III | |
| 10 mL | Reactivo de Dragendorff A | |
| 10 mL | Reactivo de Dragendorff A | |
| 10 mL | Reactivo de Mayer | |
| 10 mL | Reactivo de Wagner | |
| 10 mL | Reactivo de Baljet A | |
| 10 mL | Reactivo de Baljet B | |
| 10 mL | Reactivo de Fehling A | |
| 10 mL | Reactivo de Fehling B | |
| 10 mL | Reactivo de Tricloruro Férrico (FeCl ₃) al 5% | |
| 10 mL | Reactivo de Borntrager | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

2.11. Diseño Experimental: Métodos y técnicas

En el gráfico 1-2 está dividido en dos fases; en la cual se resume el proceso experimental que se llevó a cabo para la determinación de metabolitos secundarios presentes en el tallo (esqueje) y cáscara de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

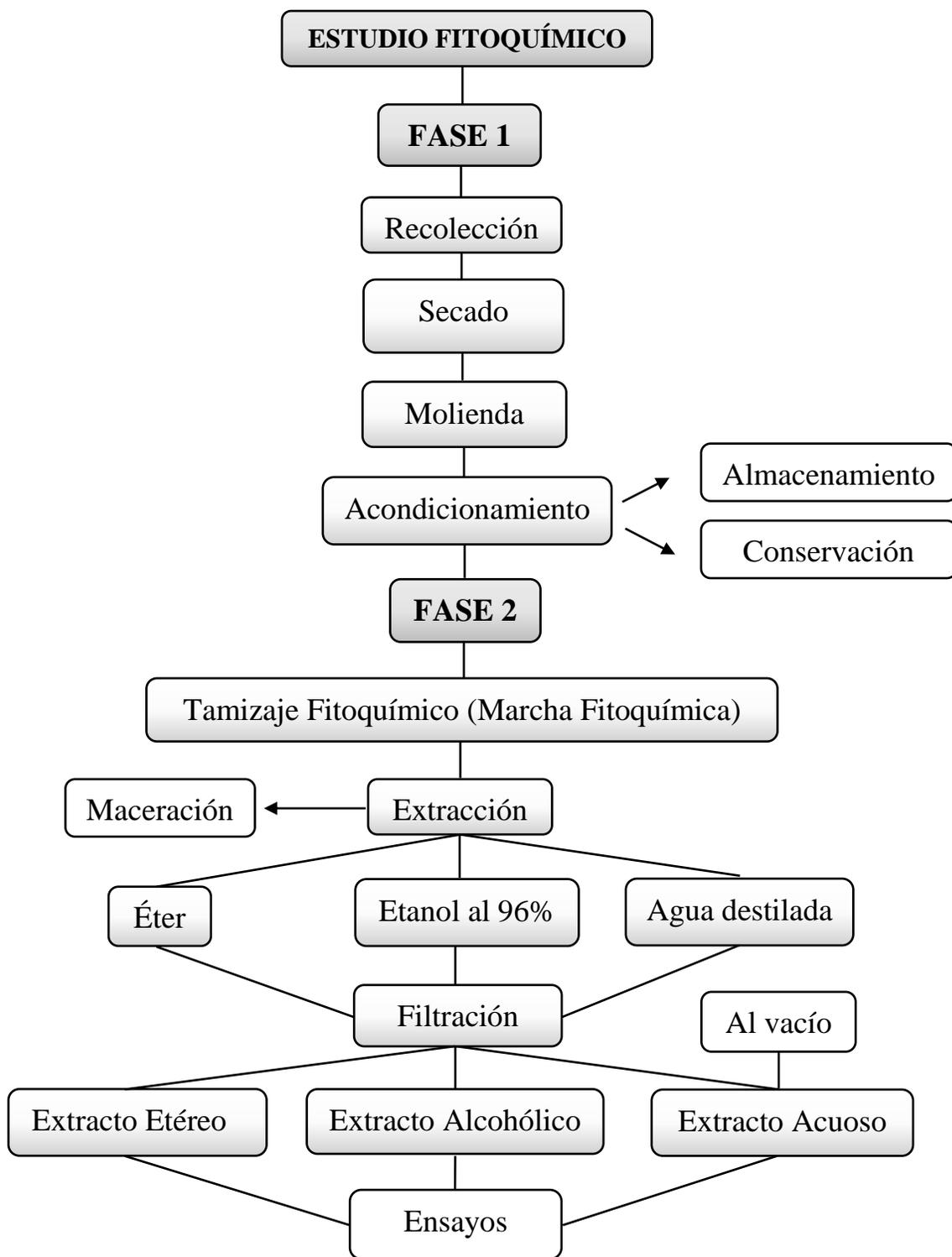


Gráfico 1-2. Fases generales de un estudio Fitoquímico

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

2.11.1. Fase I: Metodología de tratamiento del tallo y cáscara de la pitahaya

En esta fase se cumple con el primer objetivo de la investigación; ya que se va a realizar la recolección, secado, molienda y acondicionamiento de la especie vegetal. A continuación, se detalla los métodos y procesos utilizados.

2.11.1.1. Método de Recolección del Material Vegetal

En el método de recolección de los tallos (esquejes) y frutas de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se tomó en cuenta lo siguiente:

- El mejor momento de recolección de las frutas fue en el mes de noviembre temporada de desarrollo y maduración, en las primeras horas de la mañana de 6 a 9 am.
- Para el caso de los tallos el mejor momento de recolección fue igual que de las frutas en horas de la mañana de 6 a 9 am.

Procedimiento:

- Para la recolección del tallo y frutas se utilizó una tijera de podar y guantes de nitrilo.
- Se recolectó 200 cm del tallo y 20 frutas.
- Las muestras vegetales recolectadas se llevaron al laboratorio de Productos Naturales de la ESPOCH.
- En el laboratorio se revisó la especie vegetal y se clasificó entre tallos y frutas
- Se procedió con el lavado de la especie hasta que estén totalmente libres de sustancias extrañas (impurezas), con la ayuda de paños húmedos.
- Con la ayuda de un estilete se cortó los tallos en pedazos pequeños y se colocó en bandejas de Al.
- Se retiró la pulpa de las frutas con una espátula, se precedió a cortar en trozos pequeños la cáscara y se colocó en bandejas de Al.

2.11.1.2. Método de Secado del Material Vegetal

En el método de secado de los tallos (esquejes) y cáscara de la fruta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se realizó mediante la estufa.

Procedimiento:

- **Secado:** Para el secado de las muestras vegetales se utilizó una estufa. Las muestras fueron colocadas en la estufa a una temperatura de 40°C durante un lapso de 48 horas (hasta que estén completamente crujientes). Luego del secado, las muestras se almacenaron con papel periódico empaquetando con masking (por separado), evitando de esta manera la humedad, luz, calor, moho, polvo, insectos o putrefacción.

2.11.1.3. Molienda

Para reducir el tamaño de la droga vegetal se utilizó un molino.

Procedimiento:

- **Molienda:** Las muestras fueron trituradas por separado, hasta conseguir un tamaño moderadamente semi-fino.

2.11.1.4. Método de Acondicionamiento del Material Vegetal

En el método de acondicionamiento de los tallos (esquejes) y cáscara de la fruta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se tuvo en cuenta el almacenamiento y conservación.

Procedimiento:

- **Almacenamiento:** Para el almacenamiento de las muestras de tallo y cáscara se ocupó fundas ziploc. Se colocó las muestras molidas en fundas ziploc (por separado) debidamente etiquetadas, ya que de esta manera el material vegetal está protegido de la luz, humedad, calor, polvo, microbios y roedores.
- **Conservación:** El objetivo de la conservación es de mantener las características químicas, físicas, farmacológicas y organolépticas de la droga vegetal (tallos y cáscara).

2.11.2. Fase II: Identificación cualitativa de los metabolitos secundarios

En esta fase se cumple con el segundo objetivo de la presente investigación, mediante la técnica del “tamizaje” (screening) de los extractos etéreo, alcohólico y acuoso. A continuación, se describen los procedimientos y ensayos que se llevó a cabo.

2.11.2.1. Tamizaje Fitoquímico (Marcha Fitoquímica)

Una vez efectuada la Fase 1, se realizó la técnica del Tamizaje Fitoquímico o “screening”, se ayuda de la microquímica para demostrar la presencia o ausencia de los grupos de metabolitos secundarios que contienen las especies vegetales; mediante reacciones de precipitación y coloración con el uso de los diferentes reactivos específicos para cada ensayo. Los modelos experimentales utilizados para la identificación cualitativa de los metabolitos secundarios existentes en los extractos etanólico, alcohólico y acuoso estuvieron basados por Miranda (2006, pp. 32-62).

Nota: De acuerdo a los procedimientos pertenecientes al Tamizaje Fitoquímico (Marcha Fitoquímica) propuesta por (Miranda, 2006, pp.32-62) el número de repeticiones fue de dos veces. En la segunda repetición los ensayos se realizaron por duplicado.

La identificación de los datos se realizó por medio de ensayos Fitoquímicos (en tubo), por lo tanto, la leyenda que se designa según la concentración de metabolitos secundarios presente en el tallo (esqueje) y cáscara en la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es la siguiente:

Tabla 11-2: Leyenda designada a la concentración de metabolitos secundarios de la Pitahaya

| VALORACIÓN | CONCENTRACIÓN (COLORACIÓN Y PRECIPITADO) |
|---------------------|---|
| Presencia Abundante | Abundante (+++) |
| Presencia Moderada | Moderado (++) |
| Presencia Leve | Leve (+) |
| No existe presencia | Nulo (-) |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Las muestras molidas fueron sometidas a tres extracciones sucesivas (tallo y cáscara de forma separada) según lo que indica el Tamizaje Fitoquímico (Grafico 2-2). Para cada tipo de extracto obtenido tanto etéreo, alcohólico y acuoso se realizó los ensayos correspondientes (Gráficos: 3-2, 4-2 y 5-2).

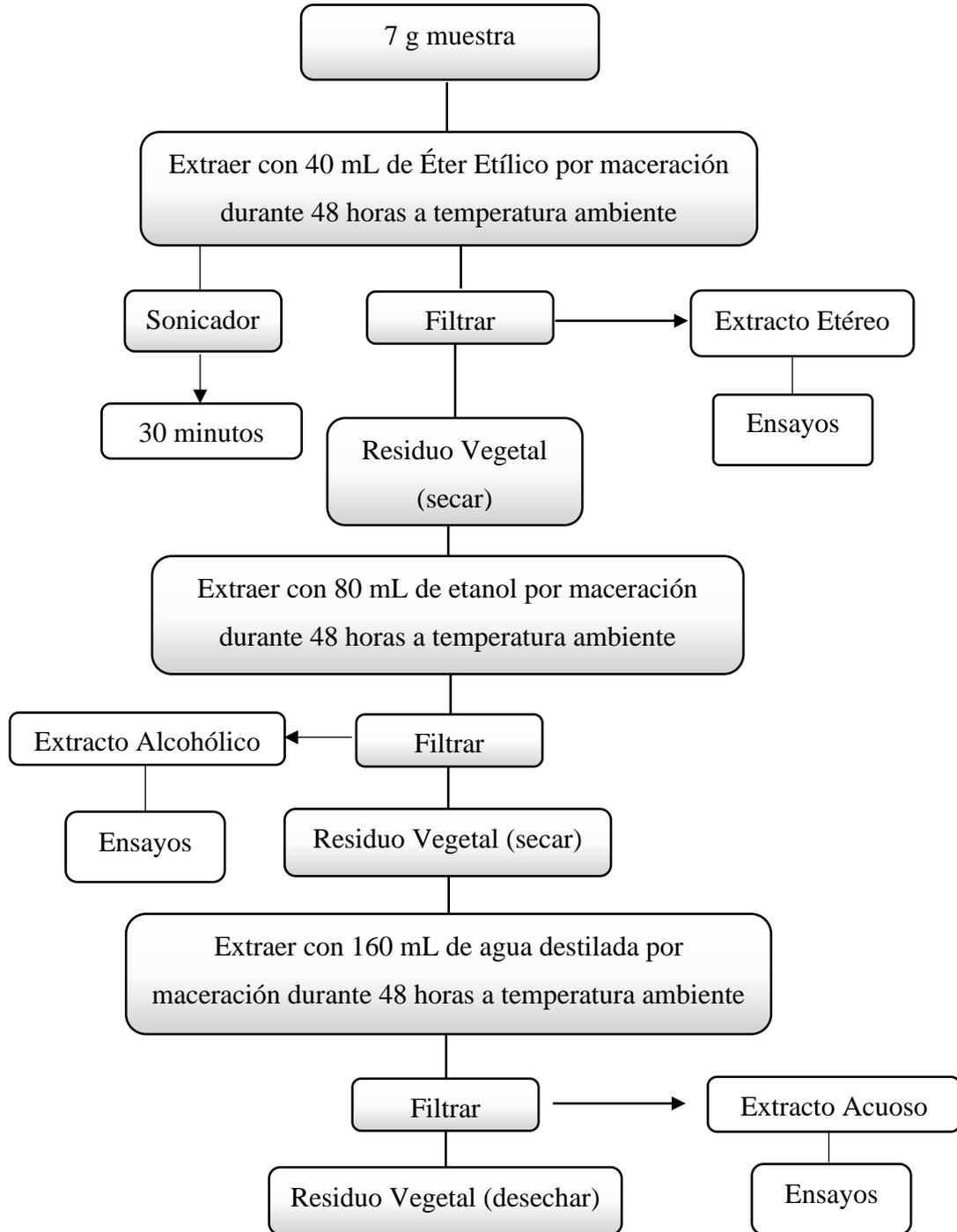


Gráfico 2-2. Tamizaje Fitoquímico del tallo y cáscara de la planta de Pitahaya amarilla

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

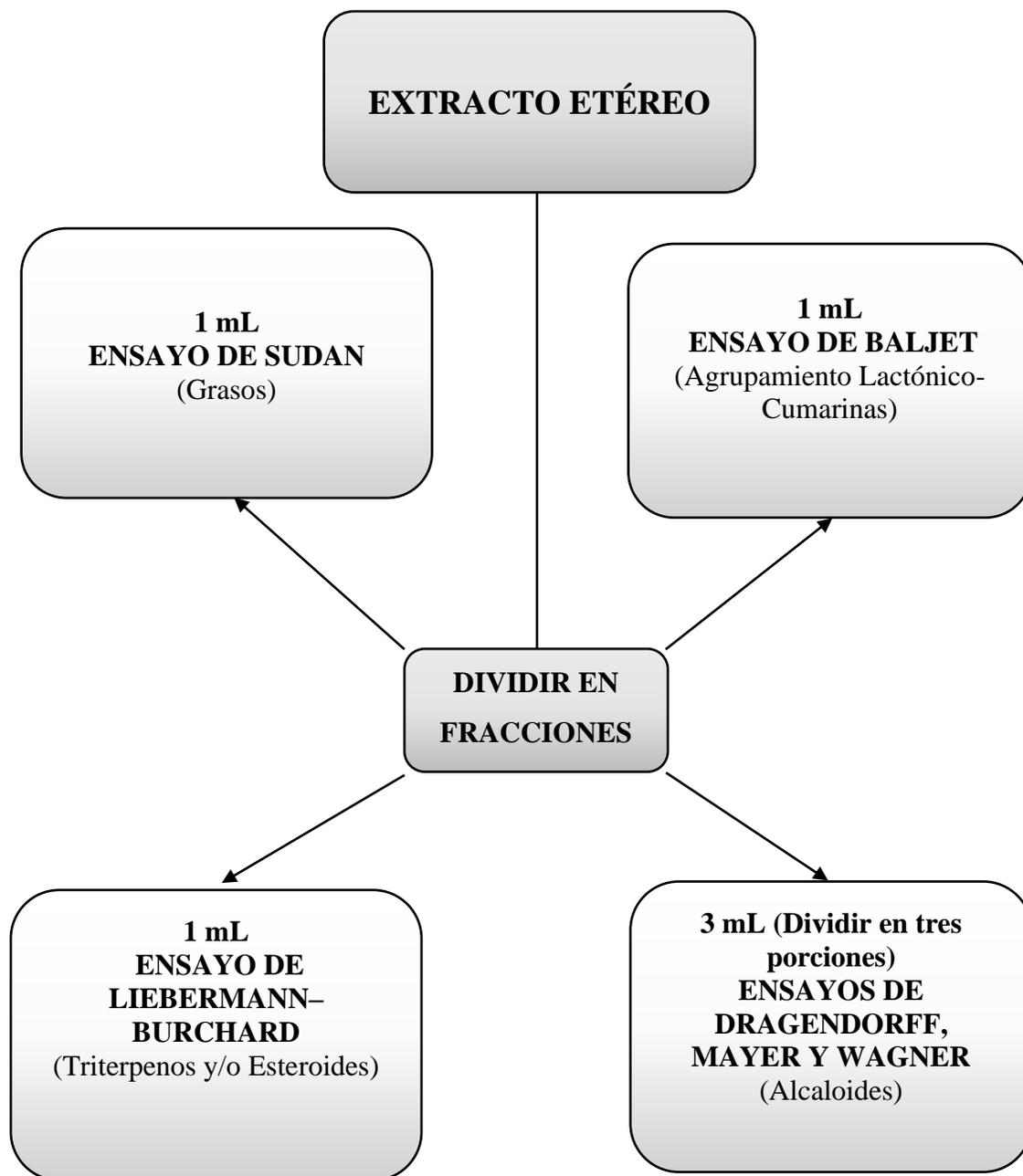


Gráfico 3-2. Ensayos del extracto etéreo del tallo y cáscara de la planta de Pitahaya amarilla (por separado)

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

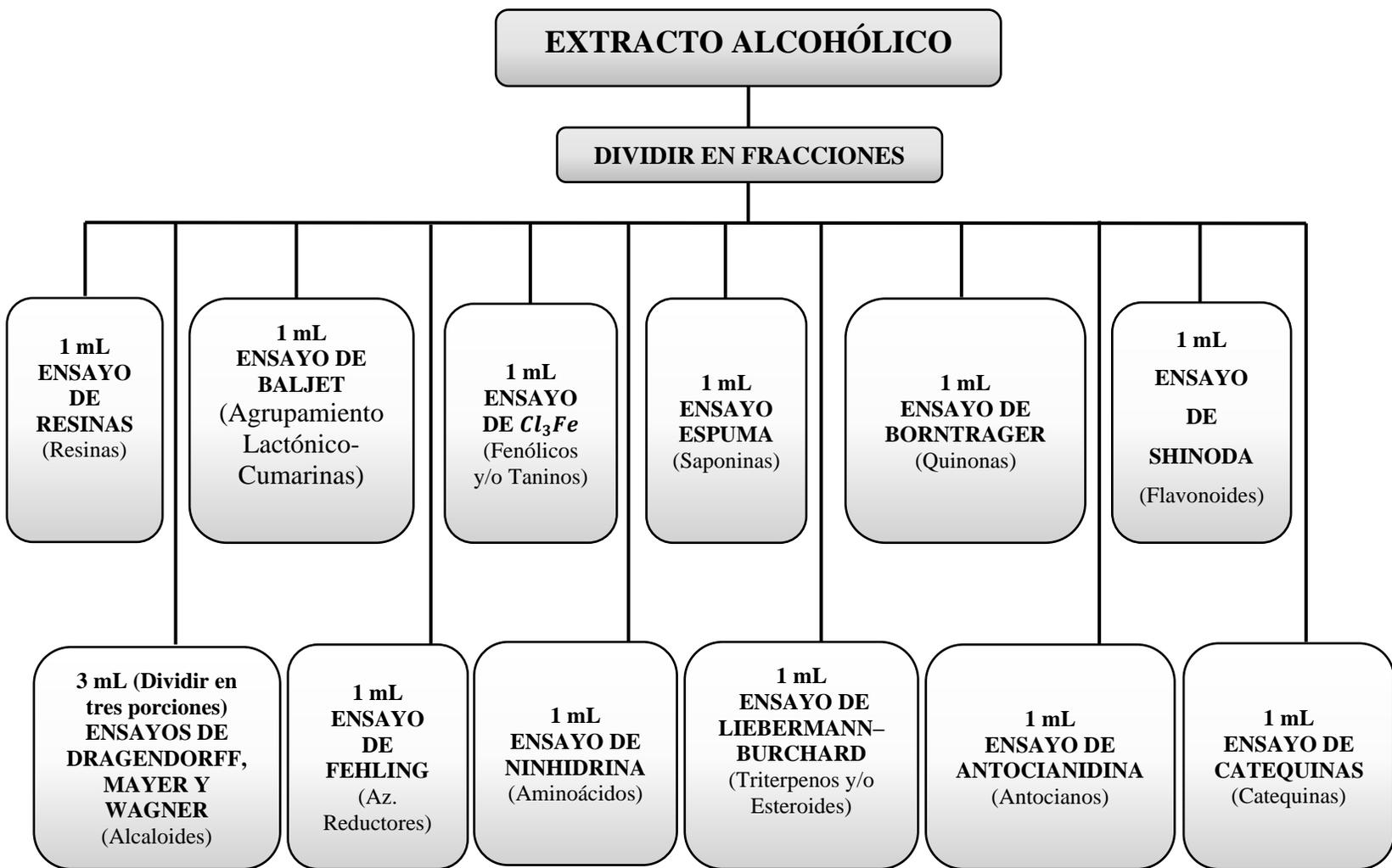


Gráfico 4-2. Ensayos del extracto alcohólico del tallo (esqueje) y cáscara (por separado) de la fruta de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

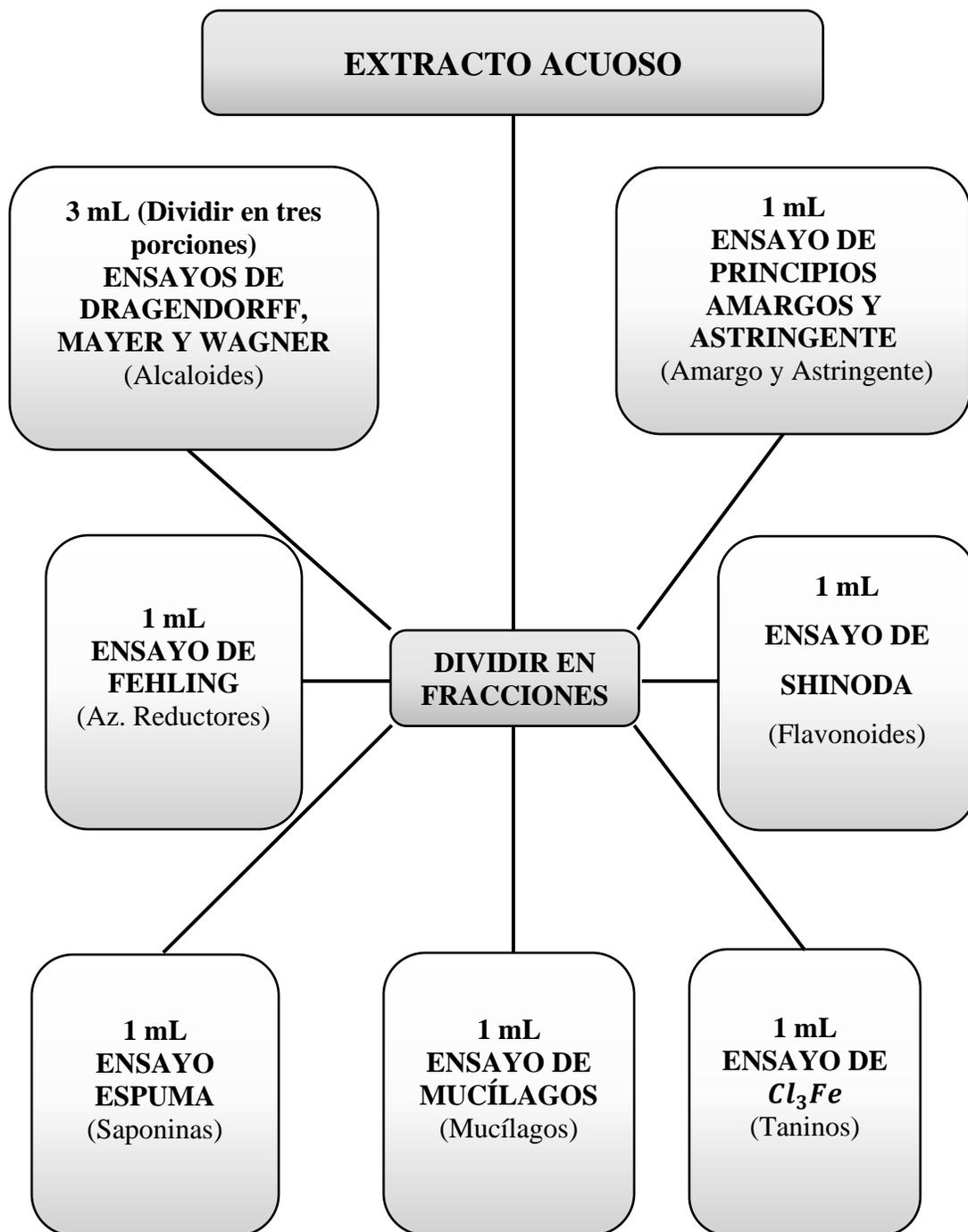


Gráfico 5-2. Ensayos del extracto acuoso del tallo y cáscara de la Pitahaya amarilla

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Procedimiento:

Las partes aéreas de la planta (tallos y cáscara) después de su respectivo tratamiento son sometidas a tres extracciones sucesivas con disolventes de polaridad creciente (éter, etanol y agua destilada), como se detallan a continuación:

1. Se pesaron 7 g de muestra y se transfirió a una botella ámbar junto con 40 mL de éter etílico, se procedió a llevar al Sonicador durante 30 minutos y fue dejado en maceración por 48 horas a temperatura ambiente.
2. Después de la maceración se procedió a filtrar con papel filtro, el extracto de etéreo fue transferido a un frasco ámbar muy bien etiquetado y el residuo se secó.
3. Posteriormente el residuo seco fue sometido a extracción añadiendo 80 mL de etanol al 96% dejando en maceración durante 48 horas.
4. Seguidamente se procedió a filtrar con papel filtro, el extracto alcohólico fue transferido a un frasco ámbar muy bien etiquetado y el residuo se secó.
5. Luego se realizó la extracción acuosa de este residuo seco con un volumen de 160 mL de agua destilada, el cual se dejó en maceración durante 48 horas.
6. Finalmente se filtró con papel filtro, el extracto acuoso fue transferido a un frasco ámbar muy bien etiquetado y el residuo se desechó.
7. Los extractos (etéreo, alcohólico y acuoso) se dividió en fracciones para la realización de las diferentes técnicas de identificación de metabolitos secundarios mediante las pruebas correspondientes de cada extracto ya que se caracterizan por ser sencillos, rápidos y selectivos en la determinación de los compuestos fitoquímicos que contiene la droga vegetal, los cuales son detallados a continuación:

A. PRUEBA DE ACEITES Y GRASAS

Ensayo de Sudan: Mediante este ensayo se permite reconocer en el extracto la presencia de compuestos grasos.

Procedimiento:

- **Extracto Etéreo:** Se colocó 1 mL del extracto etéreo en un tubo de ensayo y se añadió 1 mL de una solución diluida en agua del colorante Sudan III. Se evaporó el solvente en un baño de agua caliente.

Resultado: La presencia de compuestos grasos se considera positiva si se observa gotas o una película coloreada de rojo en el seno del líquido o en las paredes del tubo de ensayo respectivamente.

B. PRUEBA DE AGRUPAMIENTOS LACTÓNICOS

Ensayo de Baljet: Mediante este ensayo se determina en el extracto la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico, en particular Cumarinas.

Procedimiento:

- **Extracto etéreo:** Se tomó una alícuota del extracto y se colocó en el tubo de ensayo. Posteriormente se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo se re-disuelve en 1 mL de alcohol etílico. Se procedió a adicionar 0.5 de reactivo de Baljet A y 0.5 de reactivo de Baljet B. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado.
- **Extracto Alcohólico:** En estas condiciones se adiciona 0.5 del reactivo de Baljet A y 0.5 del reactivo de Baljet B. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

Resultado: El ensayo se considerado positivo cuando aparece:

- Coloración rojiza (++).
- Precipitado rojo (+++).

C. PRUEBAS PARA ALCALOIDES

Ensayo de Dragendorff: Mediante este ensayo se identifica en el extracto la presencia de Alcaloides.

Procedimiento:

- **Extracto Etéreo:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente, el residuo re-disolver en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 0.5 mL de Dragendorff A y 0.5 mL de Dragendorff B. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.
- **Extracto Alcohólico:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 3 gotas de Dragendorff A y 3 gotas de Dragendorff B. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.
- **Extracto Acuoso:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto y se añade 1 gota de HCl concentrado se procedió a calentar y se dejó enfriar. Luego se añadió 0.5 mL de Dragendorff A y 0.5 mL de Dragendorff B. Se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

Resultado: El ensayo se considera positivo, si hay:

- Opalescencia (+).
- Turbidez definida (++).
- Precipitado coposo (+++).

Ensayo de Mayer: Este ensayo también determina en el extracto la presencia de Alcaloides.

Procedimiento:

- **Extracto Etéreo:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 1 mL de la solución reactiva de Mayer. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.
- **Extracto Alcohólico:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto y se procedió a evaporar el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó una pizca de cloruro de sodio en polvo a continuación se agitó y filtro, posteriormente se añadió de 3 gotas de la solución reactiva de Mayer. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.
- **Extracto Acuoso:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto, luego se agregó 1 gota de HCl concentrado procediendo a calentar suavemente y dejando enfriar hasta acidez a continuación se añadió 3 gotas de la solución reactiva de Mayer. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

Resultado: El ensayo es considerado positivo, si se observa:

- Opalescencia (+).
- Turbidez definida (++)
- Precipitado coposo (+++).

Nota: En el caso de alcaloides cuaternarios y/o amino-óxidos libres, solo se encontrará en el extracto acuoso y para determinar su presencia la reacción debe ser (++) o (+++), en todos los casos, ya que un resultado (+), puede provenir de una extracción incompleta de bases primarias, secundarias o terciarias.

Ensayo de Wagner: Este ensayo también permite detectar en el extracto la presencia de Alcaloides.

Procedimiento:

- **Extracto Etéreo:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua, se adicionó 1 mL de la solución reactiva de Wagner. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.
- **Extracto Alcohólico:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 mL de ácido clorhídrico al 1% en agua.

Posteriormente se adicionó 3 gotas de la solución reactiva de Wagner. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

- **Extracto Acuoso:** En el tubo de ensayo se colocó 1 mL del extracto se añadió 1 gota de ácido clorhídrico concentrado, se procedió a calentar suavemente y se dejó enfriar hasta acidez a continuación se añadió 3 gotas de la solución reactiva de Wagner. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

Resultado: El ensayo es considerado positivo, si se observa:

- Opalescencia (+).
- Turbidez definida (++)
- Precipitado coposo (+++).

D. PRUEBA PARA TRITERPENOS

Ensayo de Liebermann-Burchard: Mediante este ensayo permite determinar en el extracto la presencia de Triterpenos y/o Esteroides, puesto que ambos grupos de productos poseen un núcleo de androstano, generalmente insaturado en el anillo B en la posición 5 y 6.

Procedimiento:

- **Extracto Etéreo:** Se tomó 1 mL de extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 mL de cloroformo, se adicionó un 1 mL de anhídrido acético y se mezcló. Se deslizó cuidadosamente por la pared del tubo de ensayo 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado (sin agitar). Finalmente se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.
- **Extracto Alcohólico:** Se tomó 1 mL de extracto se evaporó el solvente en baño de agua caliente y el residuo re-disolver en 1 mL de cloroformo, se adicionó un 1 mL de anhídrido acético y se mezcló. Se deslizó cuidadosamente por la pared del tubo de ensayo 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado (sin agitar). Finalmente se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

Resultado: El ensayo se determina positivo si se observa un cambio rápido de coloración:

- Rosado-azul (muy rápido).
- Verde intenso-visible (aunque rápido).
- Verde oscuro-negro-final de la reacción claro (++) , intenso (+++).

Nota: A veces el ensayo queda en dos fases o desarrollo de color. Muy pocas veces puede observarse el primer cambio. El tercer cambio generalmente ocurre cuando el material evaluado tiene cantidades importantes de estos compuestos.

Importante: Para realizar este ensayo no debe haber agua en el medio de reacción ya que se encuentra con Ácido Sulfúrico y reacciona de forma violenta (puede ocurrir un accidente). La reacción de Liebermann-Burchard se emplea también para diferenciar estructuras esteroideas de los triterpenoides, las primeras producen coloración azul o azul verdoso, mientras que para las segundas se observa rojo, rosado o púrpura. Estas coloraciones pueden variar por interferencias producidas por carotenos, xantofilas y esteroides saturados que puedan estar presentes.

E. PRUEBA DE RESINAS

Ensayo de Resinas: Mediante este ensayo se identifica en el extracto la presencia de Resinas.

Procedimiento:

- *Extracto Alcohólico:* Se adicione 2 mL del extracto alcohólico al tubo de ensayo, posteriormente se adicionó con 10 mL de agua destilada. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

Resultado: El ensayo se considera positivo si se observa la aparición de un precipitado.

F. PRUEBA PARA FENOLES Y TANINOS

Ensayo del Cloruro Férrico: Este ensayo permite determinar en el extracto la presencia de compuestos Fenólicos y/o Taninos en un extracto vegetal.

Procedimiento:

- *Extracto Alcohólico:* Al 1 mL del extracto alcohólico colocado en el tubo de ensayo se adicionó 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica (cloruro de sodio al 0.9 % en agua). Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.
- *Extracto Acuoso:* Al 1 mL del extracto acuoso colocado en el tubo de ensayo se añadió acetato de sodio (pisca) para neutralizar y se agregó 3 gotas de una solución de tricloruro férrico al 5 % en solución salina fisiológica. Finalmente se agitó y se dejó reposar para observar el resultado del ensayo.

Resultado: El ensayo es considerado positivo cuando existe un cambio de coloración e indica la presencia de los siguientes componentes que se detallan a continuación:

- Coloración rojo-vino (compuestos fenólicos en general)
- Coloración verde intensa (taninos del tipo pirocatecólicos)
- Coloración azul (taninos del tipo pirogalotánicos)

Nota: Si el extracto de la planta se realiza con alcohol, el ensayo determina tanto fenoles como taninos. Si el extracto es acuoso, el ensayo determina fundamentalmente taninos.

G. PRUEBA PARA SAPONINAS

Ensayo de la Espuma: Este ensayo permite reconocer en el extracto la presencia de saponinas, tanto del tipo Esteroidal como Triterpénica.

Procedimiento:

- **Extracto Alcohólico:** Se adicionó 1 mL del extracto alcohólico y se diluyó con 5 veces su volumen en agua destilada. Finalmente se agitó la mezcla vigorosamente durante 5 a 10 minutos. Observar los resultados.
- **Extracto Acuoso:** Se adicionó 1 mL del extracto acuoso y se diluyó con 5 veces su volumen en agua destilada. Finalmente se agitó la mezcla vigorosamente durante 5 a 10 minutos. Observar los resultados.

Resultado: El ensayo se considera positivo si se observa espuma en la superficie del líquido de más de 2 mm de altura y persistente por más de 2 minutos.

H. PRUEBA PARA QUINONAS

Ensayo de Borntrager: Este ensayo permite identificar en el extracto la presencia de Quinonas.

Procedimiento:

- **Extracto Alcohólico:** Se colocó 1 mL del extracto alcohólico en el tubo de ensayo y se evaporó el solvente en baño de agua caliente. Luego el residuo se re-disolvió en 1 mL de cloroformo, se adicionó 1 mL de la solución reactiva de Borntrager (hidróxido de sodio al 5% en agua). Finalmente se agitó mezclando las fases y se dejó en reposo hasta su separación.

Resultado: El ensayo se considera positivo si la fase acuosa alcalina (superior) toma una coloración:

- Rosada (++).
- Roja (+++).

I. PRUEBA PARA FLAVONOIDES

Ensayo de Shinoda: Permite detectar en el extracto la presencia de flavonoides.

Procedimiento:

- *Extracto Alcohólico:* Al 1 mL de extracto alcohólico que se colocó al tubo de ensayo se diluyó con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado junto con un pedacito de cinta de magnesio metálico. Se esperó 5 minutos hasta que termine la reacción y se añadió 1 mL de alcohol amílico, finalmente se mezcló y se dejó reposar hasta que se separen las fases. Observar los resultados del ensayo.
- *Extracto Acuoso:* Al 1 mL de extracto alcohólico que se colocó al tubo de ensayo se diluyó con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado junto con un pedacito de cinta de magnesio metálico. Se esperó 5 minutos hasta que termine la reacción y se añadió 1 mL de alcohol amílico, finalmente se mezcló y se dejó reposar hasta que se separen las fases. Observar los resultados del ensayo.

Resultado: El ensayo se determina positivo, cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo (intensos en todos los casos).

J. PRUEBA DE AZÚCARES REDUCTORES

Ensayo de Fehling: Permite reconocer en un extracto la presencia de Azúcares Reductores.

Procedimiento:

- *Extracto Alcohólico:* Al 1 mL de del extracto alcohólico se debe evaporar el solvente en baño de agua y el residuo redisolverse con 2 mL de agua destilada. Se adicionan 0.5 mL de la solución reactiva Fehling A y 0.5 mL de la solución reactiva Fehling B, agitar y se calentar en baño de agua 5 a 10 minutos la mezcla. Observar los resultados del ensayo.
- *Extracto Acuoso:* Al 1 ml de del extracto acuoso se adicionan 0.5 mL de la solución reactiva Fehling A y 0.5 mL de la solución reactiva Fehling B, se agita y calienta en baño de agua 5 a 10 minutos la mezcla. Observar los resultados del ensayo.

Resultado: El ensayo se considera positivo si la solución se colorea de rojo o aparece precipitado rojo.

K. PRUEBA PARA AMINOÁCIDOS

Ensayo de la Ninhidrina: Mediante este ensayo permite detectar en los extractos vegetales la presencia de Aminoácidos libres o de Aminas en general.

Procedimiento:

- **Extracto Alcohólico:** Se agregó 1 mL del extracto alcohólico y se mezcló con 2 mL de solución al 2 % de Ninhidrina en agua. Finalmente, la mezcla se calentó 5 a 10 minutos en baño de agua caliente. Observar los resultados del ensayo.

Resultado: El ensayo se considera positivo cuando se observa un color azul-violáceo.

Nota: El grupo alfa-amino de los aminoácidos forma complejos coloreados con la ninhidrina: violeta azulado en la mayoría de los aminoácidos cuyo grupo amino es primario, amarillo para la prolina e hidroxiprolina y café para la asparagina que tiene un grupo amido en la cadena lateral. Esta reacción también identifica los grupos alfa-amino libres presentes en péptidos y proteínas

L. PRUEBA PARA ANTOCIANOS

Ensayo de Antocianidinas: Permite reconocer en los extractos vegetales la presencia de estas estructuras de secuencia $C_6C_3C_6$ del grupo de los Flavonoides.

Procedimiento:

- **Extracto Alcohólico:** Se tomó 1 mL del extracto alcohólico y se agregó al tubo de ensayo, se procedió a calentar durante 10 minutos junto con 1 mL de ácido clorhídrico concentrado, posteriormente se dejó enfriar y se adicionó 1 mL de agua destilada con 1 mL de alcohol amílico. Finalmente se agitó y se dejó en reposo hasta la separación de las dos fases. Observar los resultados del ensayo.

Resultado: El ensayo se determina positivo si se observa una coloración roja o marrón en la fase amílica.

M. PRUEBA PARA CATEQUINAS

Ensayo de Catequinas: El ensayo permite reconocer en el extracto la presencia de Catequinas.

Procedimiento:

- **Extracto Alcohólico:** Se adicionó una gota del extracto alcohólico con la ayuda de un capilar y se aplicó la solución sobre papel de filtro y se agregó una gota de solución de carbonato de sodio sobre la mancha del extracto en el papel filtro. Finalmente se llevó el papel filtro al UV-VISIBLE a 366 nm.

Resultado: El ensayo se considera positivo si se observa en el papel filtro la aparición de una mancha verde carmelita a la luz UV.

N. PRUEBA DE PRINCIPIOS AMARGOS Y ASTRINGENTES

Ensayo de Principios Amargos y Astringentes: El ensayo permite detectar en el extracto la presencia de principios Amargo y Astringente.

Procedimiento:

- *Extracto Acuoso:* Para este ensayo se tomó 1 gota del extracto acuoso se saboreó y se reconoce el sabor de cada uno de estos principios, diferenciando al paladar de forma adecuada.

Resultado: EL ensayo se considera positivo si en el paladar se siente lo amargo y astringente.

Ñ. PRUEBA PARA MUCÍLAGOS

Ensayo de Mucílagos: Determina en el extracto vegetal la presencia de estructuras tipo polisacárido, que forma un coloide hidrófilo de alto índice de masa que eleva la densidad del agua donde se extrae.

Procedimiento:

- *Extracto Acuoso:* Para este ensayo se tomó una alícuota del extracto acuoso y se enfrió en agua a 0-5 °C.

Resultado: El ensayo se determina positivo si la solución presenta una consistencia gelatinosa.

NOTA:

- ✓ La metodología utilizada en el procedimiento de la fase 2 se realizó tanto para el tallo y cáscara de forma separada, es decir, que para cada muestra se trabajó de forma independiente.
- ✓ Se realizó dos repeticiones del proceso de tamizaje para corroborar datos.
- ✓ En la segunda repetición del tamizaje fitoquímico los ensayos se realizaron por duplicado.

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Resultados

Se logró la identificación de las diferentes familias de metabolitos secundarios en el tallo (esqueje) y cáscara de la planta de Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) por medio de técnicas y métodos de análisis químico cualitativo no instrumental.

3.1.1. Metodología de preparación de la especie vegetal

Luego del tratamiento de recolección, secado, triturado y acondicionamiento de las partes aéreas de la planta de Pitahaya amarilla (tallo y cáscara por separado), se obtuvieron muestras puras en óptimas condiciones para realizar la identificación de los diferentes compuestos químicos presentes en los extractos etéreos, alcohólicos y acuosos de la especie vegetal.



Figura 32-3. Recolección de los esquejes y frutas de la especie vegetal

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.



Figura 33-3. Método de secado de la especie vegetal

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.



Figura 34-3. Reducción de tamaño de la especie vegetal

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.



Figura 35-3. Método de acondicionamiento de la especie vegetal

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

3.1.2. Tamizaje Fitoquímico

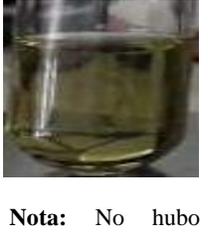
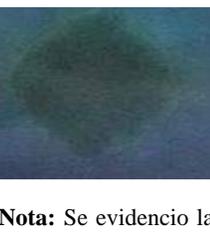
En la identificación de los metabolitos secundarios existentes en los extractos etéreos, alcohólicos y acuosos del tallo y cáscara (por separado) de la planta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), se realizaron ensayos en los cuales se observó la presencia y ausencia de los diferentes compuestos químicos; donde las reacciones de coloración y precipitación fueron el punto de análisis. Los resultados obtenidos de la identificación de metabolitos secundarios se aprecian en las siguientes tablas:

Tabla 12-3: Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del extracto etéreo

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No se evidenció películas coloreadas rojas |
| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DE LA CÁSCARA | | | | | |
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde claro | Nota: No se evidenció películas coloreadas rojas |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Tabla 13-3: Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del extracto alcohólico

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidenció turbidez definida | Nota: Se evidenció turbidez definida | Nota: Se evidenció turbidez definida | Nota: No se observó formación de precipitado | Nota: No se formó coloración ni precipitado | Nota: No se logró observar coloración | Nota: Se evidenció formación de espuma |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Quinonas | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Bucharl | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: No hubo cambio de coloración Borntrager | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se evidenció la formación de coloración de Catequinas |

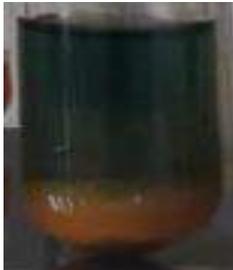
RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LA CÁSCARA

| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|---|---|--|---|--|---|--|
|  <p>Nota: Se evidenció opalescencia</p> |  <p>Nota: Se evidenció opalescencia</p> |  <p>Nota: Se evidenció opalescencia</p> |  <p>Nota: No se observó formación de precipitado</p> |  <p>Nota: Se formó precipitado rojo</p> |  <p>Nota: No se logró observar coloración</p> |  <p>Nota: Se evidenció formación de espuma</p> |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Borntrager | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Bucharl | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: : No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: : Se observó la formación de precipitado rojo</p> |  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de coloración verde-claro</p> |  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: Se evidenció la formación de coloración</p> |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

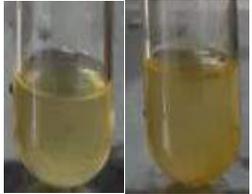
Tabla 14-3: Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del extracto acuoso

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO | | | | |
|--|--|---|--|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagos: Ensayo de Mucilagos | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  |  |  |  | |
| Nota: Se logró observar coloración rojo-vino | Nota: Se evidencio formación de espuma | Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa | Nota: No se sintió lo amargo ni astringente | |

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ACUOSO DE LA CÁSCARA | | | | |
|--|--|---|--|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidencio precipitado | Nota: Se evidencio precipitado coposo | Nota: Se evidencio precipitado coposo | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración amarillo-intenso |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagos: Ensayo de Mucilagos | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  |  |  |  | |
| Nota: Se logró observar coloración rojo-vino | Nota: No se evidencio formación de espuma | Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa | Nota: No se sintió lo amargo ni astringente | |

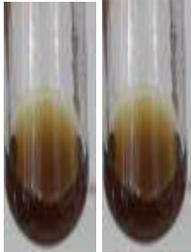
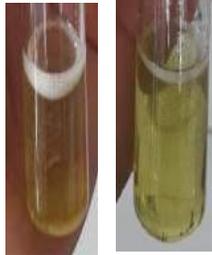
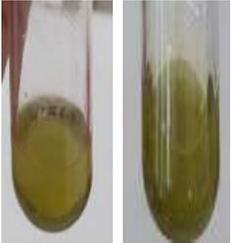
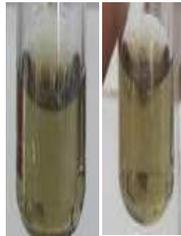
Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Tabla 15-3: Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del extracto etéreo

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO (M1 Y M2) | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No se evidenció películas coloreada roja |
| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DE LA CÁSCARA (M1 Y M2) | | | | | |
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde-claro | Nota: No se evidenció películas coloreada roja |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Tabla 16-3: Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del extracto alcohólico

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO (M1 Y M2) | | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: No se observó formación de precipitado | Nota: No se formó coloración ni precipitado | Nota: No se logró observar coloración | Nota: Se evidencio formación de espuma |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Borntrager | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Bucharl | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: : Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se evidencio la formación de coloración |

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LA CÁSCARA (M1 Y M2) | | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidenció opalescencia | Nota: Se evidenció opalescencia | Nota: Se evidenció opalescencia | Nota: No se observó formación de precipitado | Nota: Se formó precipitado rojo | Nota: No se logró observar coloración | Nota: Se evidenció formación de espuma |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Borntrager | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Bucharl | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de coloración verde-claro | Nota: No hubo cambio de coloración marrón | Nota: Se evidenció la formación de coloración |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Tabla 17-3: Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del extracto acuoso

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO (M1 Y M2) | | | | |
|---|---|--|---|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|  <p>Nota: Se evidencio turbidez definida</p> |  <p>Nota: Se evidencio turbidez definida</p> |  <p>Nota: Se evidencio turbidez definida</p> |  <p>Nota: : Se observó la formación de precipitado rojo</p> |  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagós: Ensayo de Mucilagós | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  <p>Nota: Se logró observar coloración rojo-vino</p> |  <p>Nota: Se evidencio formación de espuma</p> |  <p>Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa</p> |  <p>Nota: No se sintió lo amargo ni astringente</p> | |

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL EXTRACTO ACUOSO DE LA CÁSCARA (M1 Y M2) | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|  <p>Nota: Se evidencio precipitado</p> |  <p>Nota: Se evidencio precipitado coposo</p> |  <p>Nota: Se evidencio precipitado coposo</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de precipitado rojo</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de coloración amarillo-intenso</p> |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos: Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagos: Ensayo de Mucilagos | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  <p>Nota: Se logró observar coloración rojo-vino</p> |  <p>Nota: No se evidencio formación de espuma</p> |  <p>Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa</p> |  <p>Nota: No se sintió lo amargo ni astringente</p> | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Tabla 18-3: Resultados del primer Tamizaje Fitoquímico del tallo y cáscara

| TAMIZAJE FITOQUÍMICO | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--------------------|------------|--------|------------------------|------------|--------|
| METABOLITO SECUNDARIO | ENSAYO | EXTRACTO DEL TALLO | | | EXTRACTO DE LA CÁSCARA | | |
| | | ETÉREO | ALCOHÓLICO | ACUOSO | ETÉREO | ALCOHÓLICO | ACUOSO |
| Aceites y grasas | Ensayo de Sudan | - | | | - | | |
| Alcaloides | Ensayo de Dragendorff | +++ | ++ | ++ | +++ | + | +++ |
| | Ensayo de Mayer | ++ | ++ | ++ | ++ | + | +++ |
| | Ensayo de Wagner | ++ | ++ | ++ | ++ | + | +++ |
| Agrupamiento Lactónico/Cumarinas | Ensayo de Baljet | - | - | | - | +++ | |
| Triterpenos-Esteroides | Ensayo de Libermann-Bucharl | +++ | +++ | | ++ | ++ | |
| Resinas | Ensayo de Resinas | | - | | | - | |
| Fenoles y Taninos | Ensayo de Cl ₃ Fe | | - | +++ | | - | +++ |
| Saponinas | Ensayo de Espuma | | +++ | +++ | | +++ | - |
| Quinonas | Ensayo de Borntrager | | - | | | - | |
| Flavonoides | Ensayo de Shinoda | | - | - | | - | +++ |
| Az. Reductores | Ensayo de Fehling | | +++ | +++ | | +++ | +++ |
| Antocianos | Ensayo de Antocianidinas | | - | | | - | |
| Aminoácidos | Ensayo de Ninhidrina | | - | | | - | |
| Catequinas | Ensayo de Catequinas | | +++ | | | ++ | |
| Amargo y Astringente | Ensayo de Principios Amargos y Astringentes | | | - | | | - |
| Mucílagos | Ensayo de Mucílagos | | | - | | | - |

Legenda: Abundante (+++); Moderado (++); Leve (+); Nulo (-).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Tabla 19-3: Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico del tallo

| TAMIZAJE FITOQUÍMICO | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------|---------------|-------------------------------------|-------------------|---------------|
| METABOLITO SECUNDARIO | ENSAYO | EXTRACTO DEL TALLO MUESTRA 1 | | | EXTRACTO DEL TALLO MUESTRA 2 | | |
| | | ETÉREO | ALCOHÓLICO | ACUOSO | ETÉREO | ALCOHÓLICO | ACUOSO |
| Aceites y grasas | Ensayo de Sudan | - | | | - | | |
| Alcaloides | Ensayo de Dragendorff | +++ | ++ | ++ | +++ | ++ | ++ |
| | Ensayo de Mayer | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| | Ensayo de Wagner | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |
| Agrupamiento Lactónico/Cumarinas | Ensayo de Baljet | - | - | | - | - | |
| Triterpenos-Esteroides | Ensayo de Libermann-Bucharl | +++ | +++ | | +++ | +++ | |
| Resinas | Ensayo de Resinas | | - | | | - | |
| Fenoles y Taninos | Ensayo de Cl ₃ Fe | | - | +++ | | - | +++ |
| Saponinas | Ensayo de Espuma | | +++ | +++ | | +++ | +++ |
| Quinonas | Ensayo de Borntrager | | - | | | - | |
| Flavonoides | Ensayo de Shinoda | | - | - | | - | - |
| Az. Reductores | Ensayo de Fehling | | +++ | +++ | | +++ | +++ |
| Antocianos | Ensayo de Antocianidinas | | - | | | - | |
| Aminoácidos | Ensayo de Ninhidrina | | - | | | - | |
| Catequinas | Ensayo de Catequinas | | +++ | | | +++ | |
| Amargo y Astringente | Ensayo de Principios Amargos y Astringentes | | | - | | | - |
| Mucílagos | Ensayo de Mucílagos | | | - | | | - |

Leyenda: Abundante (+++); Moderado (++); Leve (+); Nulo (-).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

Tabla 20-3: Resultados del segundo Tamizaje Fitoquímico de la cáscara

| TAMIZAJE FITOQUÍMICO | | | | | | | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|------------|--------|----------------------------------|------------|--------|
| METABOLITO SECUNDARIO | ENSAYO | EXTRACTO DE LA CÁSCARA MUESTRA 1 | | | EXTRACTO DE LA CÁSCARA MUESTRA 2 | | |
| | | ETÉREO | ALCOHÓLICO | ACUOSO | ETÉREO | ALCOHÓLICO | ACUOSO |
| Aceites y grasas | Ensayo de Sudan | - | | | - | | |
| Alcaloides | Ensayo de Dragendorff | +++ | + | +++ | +++ | + | +++ |
| | Ensayo de Mayer | ++ | + | +++ | ++ | + | +++ |
| | Ensayo de Wagner | ++ | + | +++ | ++ | + | +++ |
| Agrupamiento Lactónico/Cumarinas | Ensayo de Baljet | - | +++ | | - | +++ | |
| Triterpenos-Esteroides | Ensayo de Libermann-Bucharl | ++ | ++ | | ++ | ++ | |
| Resinas | Ensayo de Resinas | | - | | | - | |
| Fenoles y Taninos | Ensayo de Cl ₃ Fe | | - | +++ | | - | +++ |
| Saponinas | Ensayo de Espuma | | +++ | - | | +++ | - |
| Quinonas | Ensayo de Borntrager | | - | | | - | |
| Flavonoides | Ensayo de Shinoda | | - | +++ | | - | +++ |
| Az. Reductores | Ensayo de Fehling | | +++ | +++ | | +++ | +++ |
| Antocianos | Ensayo de Antocianidinas | | - | | | - | |
| Aminoácidos | Ensayo de Ninhidrina | | - | | | - | |
| Catequinas | Ensayo de Catequinas | | ++ | | | ++ | |
| Amargo y Astringente | Ensayo de Principios Amargos y Astringentes | | | - | | | - |
| Mucílagos | Ensayo de Mucílagos | | | - | | | - |

Leyenda: Abundante (+++); Moderado (++); Leve (+); Nulo (-).

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

De acuerdo con lo reportado en la literatura y a las pruebas realizadas en este estudio fitoquímico del tallo y cáscara del fruto de la planta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), se observó que los compuestos más abundantes son: alcaloides, triterpenos y/o esteroides, saponinas, az. reductores, cumarinas, fenoles y flavonoides los cuales son detallados a continuación:

3.1.2.1. Agrupamientos lactónicos (Cumarinas)

En los ensayos realizados en el extracto alcohólico de la cáscara presentó la formación de precipitado rojo en la prueba de Baljet lo que confirma la presencia de compuestos con agrupamiento lactónico. Compuestos que se encuentran ampliamente repartidos en el reino vegetal, muchas de ellas son fenólicas, por lo que se incluyen dentro de los derivados fenólicos y se presentan a menudo como mezclas en forma libre o como glicósidos. Estos compuestos son solubles en alcoholes y solventes orgánicos (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.24).

3.1.2.2. Alcaloides

En los ensayos realizados para los extractos etéreo, alcohólico y acuoso del tallo y cáscara se logró evidenciar opalescencia, turbidez y precipitado confirmando la presencia de alcaloides, encontrándose con mayor abundancia en la especie vegetal. Esta determinación se basa en la capacidad que tienen los alcaloides de precipitarse al combinarse con metales y metaloides, en reactivos como; cloruro de mercurio, yoduro de potasio y bismuto (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.27). La presencia de este tipo de metabolitos secundarios en las plantas, cumplen diversas funciones, tales como defensa contra animales y hongos (Santizo, 2004, p.26).

3.1.2.3. Triterpenos y/o Esteroides

Se confirma la presencia de triterpenos y/o esteroides en el tallo y cáscara, en el ensayo del extracto etéreo y alcohólico del tallo se observó el cambio de coloración verde oscuro-negro-intenso al final de la reacción mientras que en el extracto etéreo y alcohólico de la cáscara se observó una coloración verde-claro. La reacción de Libermann-Bucharl es típica de los esteroides que contienen dos dobles enlaces conjugados, en un mismo anillo, en dos anillos adyacentes o un doble en un anillo adyacente con un grupo hidroxilo. La reacción debe realizarse en medio absolutamente anhidro, ya que, al existir moléculas de agua, estas reaccionan con el anhídrido acético, anulando de esta manera la reacción

con el núcleo esteroideal o triterpenoide (Ochoa y Sarmiento, 2018: p.28). Tanto como los terpenos y esteroides son compuestos esenciales en la estructura vegetal (Santizo, 2004, pp.6-15).

3.1.2.4. Fenoles y Taninos

Las pruebas de fenoles y taninos fueron negativas para los extractos alcohólicos del tallo y cáscara debido al carácter hidrosoluble (polar) de los taninos. Los resultados obtenidos del ensayo de cloruro férrico de los extractos acuosos del tallo y cáscara se obtuvo una coloración rojo-vino lo que afirma la presencia de compuestos taninos en general. Estos compuestos están ampliamente distribuidos en muchas especies de plantas, donde juegan un papel importante para alejar a los animales de su consumo y también en la regulación del crecimiento vegetal y se encuentran en hojas, brotes, semillas, raíces, tallos y tejidos de diversas plantas (Villarreal, 2015, p.7).

3.1.2.5. Saponinas

Mediante la formación de espuma abundante se confirma la presencia de saponinas, tanto del tipo Esteroidal como triterpénica en el extracto alcohólico y acuoso del tallo. En el extracto alcohólico de la cáscara también presento saponinas a contrario del extracto acuoso. Las saponinas esteroidales se encuentran ampliamente distribuidas en la familia Solanaceae Liliaceae, Amarilidaceae, etc, estos metabolitos se han encontrado en los tallos hojas, flores. Las saponinas tienen una amplia capacidad de formar espuma con el agua, siendo poderosos surfactantes; también causan hemólisis y son potentes toxinas plasmáticas, venenosas para los peces, pero sin efectos tóxicos para los hombres al ser ingeridos (Canepa, 2018, pp.20-22).

3.1.2.6. Flavonoides

Mediante el ensayo de Shinoda se confirmó la presencia de flavonoides en el extracto acuoso de la cáscara formándose una coloración amarillo intenso. La presencia de flavonoides en el extracto polar de la cáscara se puede deber a que estos son muy solubles en solventes polares (flavonas, flavonoles y antocianinas), aunque los flavonoides presentan solubilidad en un gran rango de disolventes polares y apolares. Los flavonoides estuvieron ausentes en los extractos apolares. La coloración amarillo intenso del extracto polar de la cáscara generadas rápidamente al reaccionar con HCl y Mg (prueba Shinoda) se debe a la presencia de estos compuestos (Villarreal, 2015, p.7).

Los flavonoides son metabolitos secundarios de una gran distribución en el reino vegetal y pueden estar presentes en todas las partes de las plantas. En estas se encuentran fundamentalmente en forma de glicósidos, esto les infiere una alta solubilidad en agua y disolventes polares, lo cual se incrementa por la alta polaridad de sus estructuras (Santizo, 2004, p.31).

3.1.2.7. Azúcares Reductores

Al realizar la prueba de Fehling con los extractos alcohólicos y acuosos del tallo y cáscara se observó la formación de precipitado rojo intenso, siendo un resultado positivo para estos tipos de compuestos debido a la mezcla del reactivo Fehling A (solución cúprica) con Fehling B (solución alcalina de tartrato sódico-potásico) en partes iguales. El ensayo de Fehling se funda en el poder reductor del grupo carbonilo de un aldehído. Este se oxida a ácido y reduce la sal de cobre (II) en medio alcalino a óxido de cobre (I), que forma un precipitado de color rojo. Un aspecto importante de esta reacción es que la forma aldehído puede detectarse fácilmente, aunque exista en muy pequeña cantidad. Es decir, si un azúcar reduce al reactivo de Fehling a óxido de cobre (I) rojo, se confirma que es un azúcar reductor. Los azúcares reductores son aquellos que, como la glucosa, fructosa, lactosa y maltosa presentan un carbono libre en su estructura y pueden reducir, en determinadas condiciones, a las sales cúpricas (Santizo, 2004, p.25). Se puede concluir que cuando $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (de color azul) se calienta en presencia de un compuesto reductor se forma óxido cuproso (de color rojo ladrillo); confirmando la presencia de estos metabolitos.

3.1.2.8. Catequinas

Mediante la observación de coloración verde-carmelita en el Uv- Visible se determinó la presencia de catequinas en los extractos alcohólicos del tallo y cáscara.

Conocidos como flavonoides desempeñan un papel importante en la biología vegetal; así, responden a la luz y controlan los niveles de las auxinas reguladoras del crecimiento y diferenciación de las plantas. Otras funciones incluyen un papel antifúngico y bactericida, confieren coloración, lo que puede contribuir a los fenómenos de polinización y tienen una importante capacidad para fijar metales como el hierro y el cobre.

Los flavonoides se ubican principalmente en las hojas y en el exterior de las plantas (Villarreal, 2015, p.7 y Guerrero, 2014, p.11).

3.1.3 Análisis estadístico

A continuación, se detallan las tablas de comparación de los diferentes estudios fitoquímicos realizados en las partes aéreas de la planta de pitahaya amarilla y pitahaya roja.

Tabla 21-3: Análisis estadístico de estudios realizados de la pitahaya amarilla y roja

| Autor | Variedad | Parte de la planta | Extracto | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|------------|----------|----------|-----------|
| | | | Alcohólico | Etílico | Acuoso | Acetónico |
| (Arévalo, 2020, pp.25-39). | Pitahaya Amarilla | Pulpa | 1 | | | |
| | Pitahaya Roja | Pulpa | 1 | | | |
| (Berrospi y Sanchez, 2018: pp.35-36). | Pitahaya Roja | Pulpa | 1 | | | |
| (Carcelén M., Diana M. 2021). | Pitahaya Amarilla | Tallo | 1 | 1 | 1 | |
| | | Cáscara | 1 | 1 | 1 | |
| (Flores y García, 2016: p.32). | Pitahaya Roja | Pulpa | 1 | | 1 | 1 |
| (Gonzalo y Ávila, 2019: pp.43-45). | Pitahaya Amarilla | Pulpa | 1 | | | |
| | | Semillas | 1 | | | |
| (Huamani y Paucar, 2018: pp.2-50). | Pitahaya Amarilla | Pulpa | 1 | | | |
| | Pitahaya Roja | Pulpa | 1 | | | |
| (Pineda et al., 2019: pp.371-373). | Pitahaya Amarilla | Pulpa | | | 1 | |
| Total | Pitahaya Amarilla | Pulpa | 3 | | 1 | |
| | | Tallo | 1 | 1 | 1 | |
| | | Cáscara | 1 | 1 | 1 | |
| | | Semillas | 1 | | | |
| | | Total | 6 | 2 | 3 | |
| | Pitahaya Roja | Pulpa | 4 | | | 1 |
| | | Total | 4 | | | 1 |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

La tabla 21-3 muestra siete estudios realizados tanto en el extracto alcohólico, etílico, acuoso y acetónico de las partes aéreas de la variedad de pitahaya amarilla y roja. La mayor parte de los estudios fitoquímicos realizados son en la pulpa de la pitahaya amarilla y roja, a diferencia del tallo y cáscara que solo existe un solo estudio fitoquímico, el extracto más utilizado en estos estudios es el alcohólico.

Tabla 22-3: Análisis estadístico de saponinas

| Extracto | Estudio | Parte de la planta | Variedad | Saponinas | | |
|-------------------|------------------|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------|---|
| | | | | Presencia | Concentración | |
| Alcohólico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | + | |
| | | | Total | 1 | | |
| | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ | |
| | | | Total | 1 | | |
| | | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ | |
| | | | Total | 1 | | |
| Acuoso | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | ++ | |
| | | | Total | 1 | | |
| | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ | |
| | | | Total | 1 | | |
| | | | Pulpa | Pitahaya Roja | 1 | + |
| | | | | Total | 1 | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En la tabla 22-3 se observa una alta concentración (++++) de saponinas en el extracto alcohólico y acuoso del tallo y cáscara de pitahaya amarilla, mientras que la presencia de saponinas en el extracto alcohólico, acuoso y ecetónico de la pulpa de pitahaya (amarilla y roja) son bajas sus concentraciones (+/+++).

Tabla 23-3: Análisis estadístico de taninos

| Extracto | Estudio | Parte de la planta | Variedad | Taninos | |
|-------------------|------------------|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| | | | | Presencia | Concentración |
| Alcohólico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | + |
| | | | Pitahaya Roja | 2 | + / + |
| | | | Total | 3 | |
| | | Semillas | Pitahaya Amarilla | 1 | ++ |
| | Total | | 1 | | |
| | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| Total | | | 1 | | |
| Acetónico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Roja | 1 | + |
| | | | Total | 1 | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En la tabla 23-3 se observa una alta concentración (+++) de taninos en el tallo y cáscara en el extracto alcohólico, seguido las semillas con una concentración (++) . La presencia de taninos en los estudios realizados de pulpa de pitahaya (amarilla y roja) en el extracto alcohólico y acetónico es escasa con una concentración (+).

Tabla 24-3: Análisis estadístico de flavonoides

| Extracto | Estudio | Parte de la planta | Variedad | Flavonoides | |
|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------|---------------|
| | | | | Presencia | Concentración |
| Alcohólico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | + |
| | | | Pitahaya Roja | 3 | + / + / ++ |
| | | | Total | 4 | |
| Acuoso | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | Grupo de Estudio | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| Acetónico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Roja | 1 | + |
| | | | Total | 1 | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En la tabla 24-3 se observa una alta concentración (+++) de flavonoides tanto como en la pulpa y cáscara de pitahaya amarilla del extracto acuoso. La concentración (+ / + / +) de flavonoides de la pulpa de pitahaya (amarilla y roja) es baja en el extracto alcohólico y acetónico.

Tabla 25-3: Análisis estadístico de az. reductores

| Extracto | Estudio | Parte de la planta | Variedad | Az. Reductores | |
|------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | Presencia | Concentración |
| Alcohólico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Pitahaya Roja | 1 | + |
| | | | Total | 2 | |
| | | Semillas | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | | | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla |
| | Total | 1 | | | |
| | Cáscara | Pitahaya Amarilla | | 1 | +++ |
| | Total | 1 | | | |
| | Acuoso | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 |
| Total | | | | 1 | |
| Cáscara | | | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | | | Total | 1 | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En la tabla 25-3 se observa una elevada presencia de az. reductores en la pitahaya amarilla tanto como en la pulpa, semillas, tallo y cáscara del extracto alcohólico y acuoso con una concentración (+++).

Tabla 26-3: Análisis estadístico de alcaloides

| Extracto | Estudio | Parte de la planta | Variedad | Alcaloides | |
|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------|-----------------|
| | | | | Presencia | Concentración |
| Alcohólico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 2 | ++/+ |
| | | | Pitahaya Roja | 4 | + / + / + + / + |
| | | | Total | 6 | |
| | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | ++ |
| | | | Total | 1 | |
| | | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | + |
| | | | Total | 1 | |
| Etílico | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ | |
| | | Total | 1 | | |
| | | | | | |
| Acuoso | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | ++ |
| | | | Total | 1 | |
| | | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En la tabla 26-3 se observa la presencia de alcaloides en la pulpa, tallo y cáscara de la pitahaya amarilla y roja. La mayor concentración (+++) de alcaloides se visualiza en el extracto etílico y acuoso.

Tabla 27-3: Análisis estadístico de triterpenos/esteroides

| Extracto | Estudio | Parte de la planta | Variedad | Triterpenos/Esteroides | |
|------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------------|---------------|
| | | | | Presencia | Concentración |
| Alcohólico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | + |
| | | | Pitahaya Roja | 1 | + |
| | | | Total | 2 | |
| | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | ++ |
| | | | Total | 1 | |
| Etílico | Grupo de Estudio | Tallo | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | Total | 1 | |
| | | Cáscara | Pitahaya Amarilla | 1 | ++ |
| | | | Total | 1 | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En la tabla 27-3 se observa la presencia de triterpenos/esteroides en el extracto alcohólico y etílico. En el extracto alcohólico de la pulpa de la pitahaya (amarilla y roja) presentan una baja concentración (+) de triterpenos/esteroides, mientras que en el extracto alcohólico y etílico del tallo presenta una alta concentración (+++) y de la cáscara una concentración (++)

Tabla 28-3: Análisis estadístico de cumarinas

| Extracto | Estudio | Parte de la planta | Variedad | Cumarinas | | |
|------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------|-----|
| | | | | Presencia | Concentración | |
| Alcohólico | Grupo de Control | Pulpa | Pitahaya Amarilla | 1 | ++ | |
| | | | Pitahaya Roja | 1 | + | |
| | | | Total | 2 | | |
| | Grupo de Estudio | Semillas | | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | | Total | 1 | |
| | | Cáscara | | Pitahaya Amarilla | 1 | +++ |
| | | | | Total | 1 | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

En la tabla 28-3 se observa la presencia de cumarinas en la pulpa, semillas y cáscara del extracto alcohólico de la pitahaya amarilla y roja, pero en mayor concentración (+++) las cumarinas se encuentran en las semillas y cáscara.

3.2. Análisis y discusión de resultados

La metodología utilizada por (Pineda et al., 2019: p.371) para la preparación de la pulpa de pitahaya amarilla se basó en la recolección de los frutos con un buen aspecto externo, utilizó agua desionizada para hervir la pulpa durante 10 minutos dejando enfriar y procedió al tamizado en un cernidor fino. Además de esto utilizó el rotavapor para concentrar el filtrado y poder tener mejores resultados en la identificación de los compuestos químicos presentes en la pulpa de pitahaya amarilla. De igual manera la metodología utilizada por (Arévalo, 2020, pp.25-26) es factible, ya que de igual forma realizó la recolección de los frutos de la pitahaya amarilla y pitahaya roja para la preparación de la pulpa, separó la pulpa de la cáscara y licuó la pulpa con alcohol. Utilizó alcohol al 96% para preparar el extracto alcohólico de la pulpa además dejó macerar el extracto durante 7 días agitándose en un frasco ámbar para que se concentren los principios activos y así tener excelentes resultados en la identificación de los metabolitos secundarios existentes en la pulpa de pitahaya amarilla y pitahaya roja. Estos procedimientos fueron similares al aplicado en el presente estudio puesto que se realizó una metodología de tratamiento de la especie vegetal para así obtener muestras de tallo y cáscara en óptimas condiciones manteniendo sus características químicas y físicas. Además de ello se utilizó tres solventes diferentes (éter, etanol 96% y agua destilada) para la preparación de los extractos (etéreo, alcohólico y acuoso) del tallo y cáscara (por separado) de la planta de pitahaya amarilla. Se dejó macerar durante 48 horas para que se concentren los principios activos presentes en el tallo y cáscara y así poder realizar con exactitud la identificación de los principales metabolitos secundarios presentes en el tallo y cáscara del fruto de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

En el tamizaje fitoquímico de (Pineda et al., 2019: p.373) identificaron en el extracto acuoso de la pulpa de pitahaya amarilla los siguientes compuestos químicos: alcaloides (+++), saponinas (++), flavonoides (++++), quinonas (+), terpenos (++) , fenoles (++) y glucósidos (+). De la misma forma en el estudio fitoquímico de (Arévalo, 2020, pp.36-39), en la identificación de metabolitos secundarios en el extracto alcohólico de la pulpa de pitahaya amarilla y roja hubo la presencia de los siguientes constituyentes químicos:

- Pitahaya amarilla: fenoles (++) , alcaloides (++) , quinonas (+) y glicósidos (++) .
- Pitahaya roja: fenoles (+++) , flavonoides (++) , alcaloides (++) , quinonas (+) y glicósidos (+) .

Los metabolitos secundarios mencionados anteriormente son semejantes a los encontrados en la presente investigación fitoquímica. Mediante el tamizaje fitoquímico realizado en el tallo y cáscara del fruto de la planta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se observó la presencia de los siguientes compuestos químicos:

- **Extracto etéreo:** Hubo la presencia de alcaloides en el tallo en concentraciones (++) y en la cáscara en una concentración (+++), igualmente se presencié triterpenos/esteroides en el tallo en concentración (+++) y en la cáscara en una concentración considerable (++)
 - **Extracto alcohólico:** Se observó la presencia de alcaloides en una concentración (++) en el tallo, mientras que en la cáscara se encontró una baja concentración (+). La existencia de cumarinas solo se dio en la cáscara en concentración (+++), del mismo modo los triterpenos/esteroides se observó en el tallo en una concentración (+++) y en la cáscara en concentración (++)
 - **Extracto acuoso:** En este extracto de la misma manera se presencié alcaloides en gran cantidad en la cáscara con una concentración de (+++) mientras que en el tallo con una concentración (++)
- Además, se observó la presencia de taninos y az. reductores en elevadas concentraciones (+++) en el tallo y cáscara. Igualmente se encontró saponinas en una concentración (+++), mientras que en la cáscara se presencié flavonoides en concentración (+++).

En el análisis de comparación de los resultados de estudios fitoquímicos previos de la pulpa y semillas de la pitahaya amarilla y pitahaya roja se observa la presencia de compuestos químicos tales como: alcaloides, saponinas, flavonoides, quinonas, terpenos, fenoles, glucósidos entre otros, pero en bajas concentraciones (+/+++). A diferencia de los metabolitos encontrados en el presente estudio sobre el tallo y cáscara del fruto de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), sus concentraciones son altas (+++). Los metabolitos identificados fueron: alcaloides, triterpenos/esteroides, cumarinas, taninos, flavonoides, saponinas, az. reductores y catequinas. Demostrando de este modo que hay gran cantidad de metabolitos secundarios en el tallo y cáscara, que se puede extraer sus principios activos y poder sacar provecho de ello en la medicina e industria.

CONCLUSIONES

- Mediante la metodología de tratamiento de la especie vegetal se obtuvo muestras puras de tallo y cáscara de la planta de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en óptimas condiciones para realizar la identificación de los diferentes compuestos químicos presentes en los extractos etéreo, alcohólico y acuoso. Además de esto los métodos utilizados en esta presente investigación son realizables con los materiales, equipos y reactivos disponibles en el medio y son de bajo costo.
- En la identificación de los metabolitos secundarios del tallo y cáscara de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) se logró determinar la presencia de:
 - Alcaloides en altas concentraciones (++) en los tres tipos de extractos etéreo, alcohólico y acuoso.
 - Az. reductores de igual forma en concentraciones (+++) altas en el extracto alcohólico y acuoso.
 - Saponinas de la misma manera se encontró en gran cantidad (+++) en los extractos alcohólico y acuoso.
 - Triterpenos/esteroides también hubo presencia en el extracto etéreo y alcohólico, pero con mayor concentración (+++) en el tallo.
 - Taninos en concentraciones (+++) altas en el extracto acuoso.
 - Cumarinas también hubo presencia en altas concentraciones (+++) en la cáscara del extracto alcohólico
 - Flavonoides solo hubo presencia en la cáscara del extracto acuoso en gran cantidad (+++).
 - Catequinas del mismo modo se encontró en cantidades considerables (++) en el extracto alcohólico.
- Al comparar los resultados obtenidos del tamizaje fitoquímico respecto a otros análisis en diferentes extractos se encontró que la cantidad de saponinas, taninos, flavonoides, az, reductores, alcaloides, triterpenos/esteroides y cumarinas en el tallo y cáscara fue alta con una concentración de (+++) tanto en el extracto etéreo, alcohólico y acuoso. Mientras que los estudios fitoquímicos realizados en la pulpa de la pitahaya amarilla y roja se observan concentraciones poco considerables (+/+). Lo que demuestra que los metabolitos secundarios identificados en el tallo y cáscara tiene mayor concentración que los analizados en la pulpa, por lo que se visualiza un gran potencial de uso en la industria farmacéutica, a partir de la extracción y aislamiento de los principios activos. Además de la industria farmacéutica estos metabolitos pueden ser aplicables en la cosmética y la industria alimentaria, como referente de trabajos futuros.

RECOMENDACIONES

- Las metodologías y técnicas aplicadas para el tratamiento de este estudio fueron efectivas, considerando su bajo costo, asequibilidad tanto en materiales como equipos y reactivos; mismos que están disponibles en el medio, y que puede ser recomendable para estudios futuros en los que se busque la investigación fitoquímica.
- Considerando los hallazgos de la investigación respecto a los metabolitos secundarios tanto del tallo como de la cáscara de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*), se recomienda prospectivamente realizar la caracterización de los componentes químicos, con el fin de establecer sus principios activos y sus futuras aplicaciones en las diferentes industrias.
- Los niveles de los compuestos químicos encontrados presentan un gran potencial para la realización de estudios más amplios de esta especie vegetal, debido a su variedad se podría considerar la comparación entre las diferentes especies y sus diferentes partes, destacando además que no se ha documentado una información extensa que permita conocer los beneficios y principios activos de esta planta.

BIBLIOGRAFÍA

ALVARADO ALVARADO, Hilda Sarbelia, & VIZHCO PÉREZ, Martha Gabriela. Aplicación de técnicas culinarias en condimentos y conservas con base en pitahaya, arazá y achotillo para la elaboración de platos de sal y dulce [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Hospitalidad, Cuenca, Ecuador. 2019. p. 37. [Consulta: 2021-03-17]. Disponible en:

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/32217/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>

ALVARADO CHÁVEZ, Britt. Actividad antioxidante y citotóxica de 35 plantas medicinales de la Cordillera Negra [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. 2017. p. 8. [Consulta: 2021-04-14]. Disponible en: **https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/02/879811/actividad-antioxidante-y-citotoxica-de-35-plantas-medicinales-d_OE9Ywr3.pdf**

ALVARADO ROMERO, José Apolonio. CARACTERIZACIÓN POSCOSECHA DE LA CALIDAD DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*) Y ROJA (*Hylocereus undatus*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias, Guayaquil, Ecuador. 2014. pp. 9-28. [Consulta: 2021-03-29]. Disponible en: **<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4747/1/ALVARADOJos%C3%A9Apolonio.pdf>**

ANDRADE BENALCÁZAR, María José, & RUANO VACA, Cristina Elizabeth. ESTUDIO DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PITAHAYA AMARILLA EN EL CANTÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, PROVINCIA DE PICHINCHA CON: LA PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UNA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE PITAHAYA AMARILLA PARA EL PERIODO 2010-2018 [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Economía, Quito, Ecuador. 2016. pp. 3-37. [Consulta: 2021-03-20]. Disponible en: **<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/9087/1/T-UCE-0005-092-2016.pdf>**

ANDRADE CHÁVEZ, Mauricio Rafael. “OBTENCIÓN DE LÁMINAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE PULPA DE PITAHAYA *Hylocereus undatus*” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Ibarra, Ecuador. 2015. pp. 7-9. [Consulta: 2021-03-15]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4455/1/03%20EIA%20374%20TESIS.pdf>

ARÉVALO COTRINA, Abel Jhan Carlo. “Actividad laxante del *Hylocereus megalanthus* (Pitahaya amarilla) frente al *Hylocereus monacanthus* (Pitahaya roja) en *Mus musculus* (Ratones Albinos)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Privada de Huancayo Franklin Roosevelt, Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica, Lima-Huancayo, Perú. 2020. pp. 25-39. [Consulta: 2021-07-03]. Disponible en: <https://repositorio.uroosevelt.edu.pe/bitstream/handle/ROOSEVELT/292/INFORME%20FINAL%20ABEL%20AR%20C3%29VALO%20COTRINA%20%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ARRIETA JIMÉNEZ, Erika Tatiana; et al. Estudio de Factibilidad para Exportación de Pitahaya de Colombia hacia París-Francia [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas Y Administrativas, Bogotá, Colombia. 2018. p. 44. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16021/1/TRABAJO%20FINAL%20PITAHAYA%20%20junio%202015.pdf>

ARMANDO AGUSTÍN, De La A Ruiz, & PILLIGUA ANCHUNDIA, Jean Carlos. “ESTUDIO FARMACOGNÓSTICO Y FITOQUÍMICO, PRELIMINAR DEL RIZOMA DE LA (*Smilax china*)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Químicas, Guayaquil, Ecuador. 2018. p. 1. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33632/1/BCIEQ-T-0306%20De%20la%20A%20Ruiz%20Armando%20Agust%20c3%20adn%203b%20Pilligua%20Anchundia%20Jean%20Carlos.pdf>

BERROSPI CRISTOBAL, Rosy Katherin, & SANCHEZ BARRERA, Mirtha Nancy. Actividad laxante del Extracto Hidroalcohólico del fruto *Hylocereus undatus* (Haw) Briton & Rose “pitahaya

roja” en ratones albinos de la especie *Mus musculus* [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Norbert Wiener, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Escuela Académica Profesional de Farmacia y Bioquímica, Lima, Perú. 2018. pp. 35-36. [Consulta: 2021-07-20]. Disponible en: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1668/TITULO%20-%20Berrospi%20Cristobal%2C%20Rosy%20Katherin.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BOLAÑOS PABÓN, Gabriela Paola, & CALERO GUERRERO, Cristina Alexandra. CALIDAD Y COMPONENTES BIOACTIVOS DE PITAHAYA (*HYLOCEREUS TRIANGULARIS*) Y GUAYABA (*PSIDIUM GUAJAVA*) DEBIDO A ÍNDICES DE MADUREZ Y TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias de la vida y de la Agricultura, Sangolquí, Ecuador. 2015. pp. 14-18. [Consulta: 2021-03-25]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/10771/1/T-ESPE-IASA%20I-001644.pdf>

CANEPA PAREJA, Franco. EVALUACIÓN QUÍMICA DEL FRUTO DE "CHARÁN" (*Caesalpinia paipai* Ruiz & Pavón), PROVENIENTES DE MOTUPE, LAMBAYEQUE [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional Agraria la Molina, Facultad de Ciencias Forestales, Lima, Perú. 2018. pp. 20-22. [Consulta: 2021-04-21]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3185/canepa-pareja-franco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAÑAMERO VILLANUEVA, Carla Jakelyn, & ARÉVALO BAZALAR, Maryhury Naydu. PITAHAYA (*Hylocereus undatus*), DESHIDRATADA POR OSMÓISIS EN ALGARROBINA.)" [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional “José Faustino Sánchez Carrión”, Facultad de Bromatología y Nutrición, Huacho, Perú. 2014. p. 25. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: <https://docplayer.es/57837028-Tesis-pitahaya-hylocereus-undatus-deshidratada-por-osmosis-en-algarrobina.html>

CAÑÓN BUITRAGO, Tania Lizeth, & Menco Romero, Miguel Aangel. ESTUDIO FITOQUÍMICO DE LA ESPECIE VEGETAL *Solanum crinitipes* Dunal (Solanaceae) Y EVALUACIÓN DE USO COMO AGENTE ANTIMICROBIANO [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), Facultad de Ciencias,

Programa de Química Farmacéutica Bogotá D.C, Colombia. 2018. pp. 31-33. [Consulta: 2021-04-12]. Disponible en: [https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/993/ESTUDIO%20FITOQU%20CDMICO%20DE%20LA%20ESPECIE%20VEGETAL%20Solanum%20crinitipes%20Dunal%20\(Solanaceae\)%20Y%20EVALUACION%20DE%20USO%20COMO%20AGENTE%20ANTIMICROBIANO%20\(1\).pdf?sequence=1](https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/993/ESTUDIO%20FITOQU%20CDMICO%20DE%20LA%20ESPECIE%20VEGETAL%20Solanum%20crinitipes%20Dunal%20(Solanaceae)%20Y%20EVALUACION%20DE%20USO%20COMO%20AGENTE%20ANTIMICROBIANO%20(1).pdf?sequence=1)

CARRIÓN JARA, Ana Victoria, & GARCÍA GÓMEZ, Cándida, Rafaela. “PREPARACIÓN DE EXTRACTOS VEGETALES: DETERMINACIÓN DE EFICIENCIA DE METÓDICA” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Cuenca, Ecuador. 2010. p. 12. [Consulta: 2021-04-21]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2483/1/tq1005.pdf>

CASTILLO OSORIO, Christian Anthony, & MEDINA GAMBOA, Cindy Susan. "IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS PRESENTES EN LA PLANTA NATIVA CUCHARILLA (*Oreocallis grandiflora*)" [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional del Callao, Facultad de Ingeniería Química, Callao, Perú. 2013. pp. 11-62. [Consulta: 2021-04-12]. Disponible en: file:///C:/Users/COMPU/Downloads/Christian_Tesis_t%C3%ADtuloprofesional_2013.pdf

CELESTINO MALLQUI, Kerry Jheffner, & LÓPEZ PARRA, Julio Constantino. “EFECTO CICATRIZANTE DE UN GEL A BASE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LAS HOJAS DE ORTIGA (*Urtica urens* L.) Y EXTRACTO ETANÓLICO DEL MUCÍLAGO DE LA SÁBILA (*Aloe vera* (L) Burn.) EN RATAS ALBINAS” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica, Lima, Perú. 2018. p. 33. [Consulta: 2021-04-26]. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/2166/Tesis%20CELESTINO%20MALLQUI-%20LOPEZ%20PARRA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

CHÁVEZ GAONA, María Haydée, & EUSTAQUIO SALDARRIAGA, Carol, Lisset. “Identificación preliminar de los metabolitos secundarios de los extractos acuosos y etanólicos del fruto y hojas de *Morinda citrifolia* L. “noni” y Cuantificación espectrofotométrica de los flavonoides totales” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de

Farmacia y Bioquímica, Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica, Trujillo, Perú. 2010. pp. 2-7. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915603/identificacion-preliminar-de-los-metabolitos-secundarios-de-los_PXr25mA.pdf

CHEMAH, T.; et al. “Determination of pitaya seeds as a natural antioxidant and source of essential fatty acids”. *International Food Research Journal* [en línea], 2010, (Selangor) 17, p. 1007. [Consulta: 23 marzo 2021]. Disponible en: [http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20\(04\)%202010/\(20\)%20IFRJ-2009-188%20Chemah%20Malaysia%5B1%5D.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/17%20(04)%202010/(20)%20IFRJ-2009-188%20Chemah%20Malaysia%5B1%5D.pdf)

CRUZ MENDOZA, Jahoska de los Ángeles, & GUTIÉRREZ LATINO, Katherine Carolina. EVALUACIÓN FITOQUÍMICA DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DL50, EN LA RAÍZ DE LA ESPECIE VEGETAL MATA DE PIEDRA (ANTHURIUMCUBENSE), TILGÜE, ISLA DE OMETEPE. FEBRERO – JUNIO 2015 [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, Facultad de Ciencia e Ingenierías, Departamento de Química, Managua, Nicaragua. 2015. pp. 9-13. [Consulta: 2021-04-19]. Disponible en: <https://repositorio.unan.edu.ni/1203/1/55915.pdf>

DIFILO, Angelo Iván. FORTALECIMIENTO ASOCIATIVO DE LOS ACTORES DE LA ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA PARA EL APROVECHAMIENTO DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIOS EN MERCADOS INTERNACIONALES. CASO: ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES Y COMERCIALIZADORES DE PITAHAYA Y OTROS PRODUCTOS PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO - ECUADOR, 2015 - 2016 [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Escuela de Trabajo Social, Quito, Ecuador. 2017. pp. 1-34. [Consulta: 2021-03-23]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14200/FORTALECIMIENTO%20ASOCIATIVO%20DE%20LOS%20ACTORES%20DE%20LA%20ECONOM%20C3%8DA%20POPULAR%20Y%20SOLIDARIA%20PARA%20EL%20APROVECHAMIE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FLORES VÁSQUEZ, J.; & GARCÍA VIEYRA, M. “PERFIL FITOQUÍMICO Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE EXTRACTOS DE PITAHAYA *Hylocereus undatus*”. *Verano de la*

Investigación Científica, [en línea], 2016, (México) 2(1), p. 32. [Consulta: 25 julio 2021]. Disponible en: <http://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/992/631>

GONZALO HUAMANCAJA, Alexander Cristian, & AVILA SALAS, Ronald Frank. “EFECTO LAXANTE DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LAS SEMILLAS Y PULPA DE *Selenicereus megalanthus* K. Schumann ex Vaupel Moran (PITAHAYA AMARILLA) EN RATAS ALBINAS HOLTZMAN” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímica, Lima, Perú. 2019. pp. 43-45. [Consulta: 2021-07-10]. Disponible en: http://repositorio.uigv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.11818/4949/TESIS_GONZALO%20HUAMANCAJA%20Y%20AVILA%20SALAS.pdf?sequence=2&isAllowed=n

Graciela. *Denominación De Origen Para La Pitahaya Amazónica De Palora* [blog]. Quito – Ecuador: 09 Agosto 2018. [Consulta: 22 marzo 2021]. Disponible en: <http://www.agroecuador.org/index.php/blog-noticias/item/140-ecuadordenominacion-de-origen-para-la-pitahaya-amazonica-de-palora>

GUERRERO ALEAGA, Norma Daniela. “CARACTERIZACIÓN FITOQUÍMICA Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA *ORYCTANTHUS SPICATUS* (LORANTHACEAE)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Politécnica Salesiana Sede-Quito, Quito, Ecuador. 2014. pp. 11-17. [Consulta: 2021-04-21]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7084/1/UPS-QT05854.pdf>

GUEVARA CALLE, Carlos Julio. “UTILIZACIÓN DE 4 NIVELES DE PULPA DE PITAHAYA EN LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA A BASE DE LACTOSUERO” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería en Industrias Pecuarias, Riobamba, Ecuador. 2010. p. 13. [Consulta: 2021-04-05]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3299/1/27T0146.pdf>

GUZMÁN PIEDRAHITA, Ó.; et al. “RECONOCIMIENTO DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS EN PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus* HAW.)”. *SciELO* [en

línea], 2012, (Colombia) 16(2), p. 150. [Consulta: 25 marzo 2021]. ISSN 0123 - 3068. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v16n2/v16n2a13.pdf>

HERNÁNDEZ, Miguel 2015. Puebla, pionero en exportación de pitahaya a EU [Blog]. 2015. [Consulta: 8 abril 2021]. Disponible en: <https://www.economista.com.mx/estados/Puebla-pionero-en-exportacion-de-pitahaya-a-EU-20150726-0023.html>

HUACHI, L.; et al. “DESARROLLO DE LA PITAHAYA (Cereus SP.) EN ECUADOR”. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida* [en línea], 2015, (Ecuador) 22(2), pp. 52-54. [Consulta: 23 marzo 2021]. ISSN 1390-3799. Disponible en: https://www.academia.edu/33177526/DESARROLLO_DE_LA_PITAHAYA_Cereus_SP._EN_ECUADOR

HUAMANI MORA, Danitza Jeymy, & PAUCAR CAPIA, Pamela Esmeralda. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL FRUTO LIOFILIZADO DE PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus megalanthus*) Y PITAHAYA ROJA (*Hylocereus undatus*) [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Católica de Santa María, Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bioquímicas y Biotecnológicas, Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica, Arequipa, Perú. 2018. pp. 2-50. [Consulta: 2021-07-23]. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/8275/65.1594.FB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION - NTC 3554. Frutas frescas: pitahaya. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Cenicafe. Bogotá: ICONTEC: 1-14. 1996.

JARAMILLO ALCÍVAR, Víctor Hugo. DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SAPONINAS TOTALES Y SU ACTIVIDAD CICATRIZANTE PRESENTES EN DOCE ESPECIES VEGETALES MEDICINALES [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Técnica de Machala, Unidad Académica de Ciencias Químicas y de la Salud, Machala-El Oro, Ecuador. 2014. p. 27. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1398/7/CD00292-TESIS.pdf>

JIMÉNEZ SIERRA, C. “Las cactáceas mexicanas y los riesgos que enfrentan”. *Revista Digital Universitaria* [en línea], 2011, (México) 12(1), p. 3. [Consulta: 15 marzo 2021]. ISSN 1067-6079. Disponible en: <https://www.revista.unam.mx/vol.12/num1/art04/art04.pdf>

JORDAN MOLINA, Diana; et al. "PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE LA PITAHAYA HACIA EL MERCADO EUROPEO" [En línea] (Trabajo de titulación). (Proyecto de grado) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Economía y Negocios (FEN), Guayaquil, Ecuador. 2009. pp. 15-20. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5702/1/D-38925.pdf>

MIRANDA, M. *Farmacognosia y productos naturales. (Normas Ramales, De drogas crudas y extractos y tinturas.)*, 6° ed. La Habana-Cuba: Félix Varela, 2006 pp. 32-62.

MEDINA RIVADENEIRA, Pablo Enrique, & MENDOZA ANGULO, Freddy Horacio. ELABORACION DE MERMELADA Y NECTAR A PARTIR DE LA PULPA DE PITAHAYA Y DETERMINACION DE CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL METODO DPPH (1,1 DIFENIL-2- PICRIL HIDRAZILA) [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Química, Guayaquil, Ecuador. 2011. pp. 12-37 [Consulta: 2021-03-15]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/2142/1/1075.pdf>

MONTESINOS CRUZ, J.; et al. “PITAHAYA (*Hylocereus* spp.) UN RECURSO FITOGENÉTICO CON HISTORIA Y FUTURO PARA EL TRÓPICO SECO MEXICANO”. *Scielo* [en línea], 2015, (México), 36, p. 68. [Consulta: 22 marzo 2021]. ISSN 1819-4087. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36s1/ctr07s115.pdf>

MORALES, Soledad G; & LEÓN, Janet María. *ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN PLANTAS* [blog]. Nuevo León-México: CIENCIA UANL, 04 marzo, 2021. [Consulta: 16 abril 2021]. Disponible en: <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=10898>

MORILLO CORONADO, A.; et al. “CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus* Haw.) EN LA PROVINCIA DE LENGUPÁ, BOYACA-

COLOMBIA". *Scielo* [en línea], 2017, (Colombia) 15(1), p. 13. [Consulta: 22 marzo 2021]. ISSN 1692-3561. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15n1/v15n1a02.pdf>

NOLIVOS C, David. EXPORTACIÓN DE PITAHAYA A HOLANDA APLICADO A LA EMPRESA FLP LATINOAMERICAN PERISHABLES DEL ECUADOR S.A [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de Ciencias Económicas y Negocios, Escuela de Comercio Exterior, Integración y Aduanas, Quito, Ecuador. 2012. p. 11. [Consulta: 17 marzo 2021]. Disponible en: http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/8149/47561_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OCHOA AMADO, Lassny Silviney, & SARMIENTO MORA, Andrea Judith. ESTUDIO FITOQUÍMICO DE LA ESPECIE VEGETAL *Bucquetia glutinosa* (L.f.) DC. (Melastomataceae) Y EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD BIOLÓGICA [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales – U.D.C.A, Vicerrectoría de Investigación Facultad de Ciencias, Bogotá D.C, Colombia. 2018. pp. 19-31. [Consulta: 2021-04-16]. Disponible en: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/996/TESIS%202018-05-22.pdf;sequence=1>

OROZCO RIVADENEIR, Eloísa del Rocio, & PALACIOS JARA, Miriam Estefanía. “PROYECTO PARA LA REPRODUCCIÓN DE PITAHAYA ECUATORIANA PARA DESARROLLO AGRÍCOLA CON FINES DE EXPORTACIÓN-ANÁLISIS DE VALORACIÓN Y VIABILIDAD ECONÓMICA” [En línea] (Proyecto de titulación). (Maestría) Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas, Guayaquil. Ecuador. 2019. pp. 4-22. [Consulta: 2021-04-05]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/132990/D-CD478.pdf>

PARRA YAMBAY, Mónica Paulina. "TAMIZAJE FITOQUÍMICO Y DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD LAXANTE DE TALLOS Y SEMILLAS DE PITAHAYA (*Hylocereus triangularis*)" [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba, Ecuador. 2010. p. 30. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/722/1/56T00240.pdf>

PELÁEZ VERA, Patricia Lilian. LOS COSTOS DE PRODUCCIÓN Y LA RENTABILIDAD EN LOS PRODUCTORES DE PITAHAYA DEL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de las Fuerzas Armadas, Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio, Sangolquí, Ecuador. 2020. pp. 47-69. [Consulta: 2021-03-15]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/21862/1/T-ESPE-043464.pdf>

PEREA DALLOS, M.; et al. “Pitahaya *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel)”. *ResearchGate* [en línea], 2010, (Colombia), pp. 109-111. [Consulta: 20 marzo 2021]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/257765612_Pitahaya_Selenicereus_megalanthus_K_Schum_ex_Vaupel

PINEDA, P.; et al. “Efecto irritante *in vitro* del gel elaborado con extracto acuoso del mesocarpio de *Hylocereus megalanthus* (Cactaceae) “pitahaya” por el método HET-CAM”. *Arnaldoa* [en línea], 2019, (Perú), 26 (1), pp. 371-373. [Consulta: 06 julio 2021]. ISSN. 2413-3299 Disponible en: <chrome-extension://dagcmkpagjlhakfdhnbomgmjdpkdklff/enhanced-reader.html?openApp&pdf=http%3A%2F%2Fwww.scielo.org.pe%2Fpdf%2Farnal%2Fv26n1%2Fa18v26n1.pdf>

Quiñones M.; et al. "Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular". *Scielo* [en línea], 2012, (España) 27(1), p. 3. [Consulta: 26 mayo 2021]. ISSN 0212-1611. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112012000100009

QUISPILO MOYOTA, John Marcos. “SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN Y POSIBLE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS DEL Escobillón Rojo (*Callistemon speciosus*)” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba, Ecuador. 2013. pp. 2-4. [Consulta: 2021-04-16]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3097/1/56T00409.pdf>

RAMOS MUÑOZ, Jiremy Jacqueline. “PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE PITAHAYA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO ECONÓMICO DEL CANTÓN PALORA, PROVINCIA

DE MORONA SANTIAGO. PERÍODO 2013 - 2017” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Económicas, Guayaquil, Ecuador. 2018. pp. 2-24. [Consulta: 2021-03-17]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/34427/1/RAMOS%20MU%C3%91OZ.pdf>

RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, D.; et al. “EFECTO DE DOS ÍNDICES DE MADUREZ Y DOS TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO EN POSCOSECHA DE LA PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus* Haw.)”. *Scielo: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* [en línea], 2005, (Colombia) 58(2), p. 2827. [Consulta: 15 marzo 2021]. ISSN 0304-2847. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472005000200004

RUBIO TAIPE, Patricia Nataly. DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UN LIPO GEL ANTIINFLAMATORIO DE *Baccharis teindalensis* Kunt. (CHILCA) [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Químicas, Quito, Ecuador. 2013. pp. 13-17. [Consulta: 2021-04-26]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1769/1/T-UCE-0008-15.pdf>

SANTARROSA QUIGUIRÍ, Verónica Paulina. “EVALUACIÓN NUTRICIONAL COMPARATIVA DE PITAHAYA (*Hylocereus triangularis*) DESHIDRATADA EN DESHIDRATADOR DE BANDEJAS CON LA LIOFILIZADA” [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica y Farmacia, Riobamba, Ecuador. 2013. pp. 1-5. [Consulta: 2021-03-22]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/3087/1/56T00424.pdf>

SANTIZO RODAS, Ivo Mahelly. IDENTIFICACIÓN DE FAMILIAS DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN *Myrica cerifera* [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Guatemala. 2004. pp. 6-42. [Consulta: 2021-04-16]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2228.pdf

SOTOMAYOR, A.; et al. “Evaluación físico química de fruta de pitahaya *Selenicereus megalanthus* en diferentes estados de desarrollo”. *Scielo* [en línea], 2019, (Quito) 10(1), pp. 90-91. [Consulta: 23

marzo 2021]. ISSN 1390-6542. Disponible en:
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422019000100089

SUÁREZ ROMÁN, Rocío Stella. EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PROPAGACIÓN EN PITAHAYA AMARILLA *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt & Rose Y PITAHAYA ROJA *Hylocereus polyrhizus* (Haw.) Britt & Rose [En línea] (Trabajo de titulación). (Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira, Colombia. 2011. p. 41. Consulta: 2021-04-05]. Disponible en:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/7991/7207004.2011.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TOLEDO NAUTO, Milan. Estudio fitoquímico, evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de la corteza de “triumfetta semitriloba” jacq (motecepo) y análisis de parámetros reológicos del mucílago [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Química e Ingeniería Química, E.A.P. De Química, Lima, Perú. 2015. p. 11. [Consulta: 2021-04-12]. Disponible en:
https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880050/estudio-fitoquimico-evaluacion-de-la-actividad-antioxidante-y-a_Ic6H4fX.pdf

TRUJILLO REGALADO, Darío Xavier. MICROORGANISMOS ASOCIADOS A LA PUDRICIÓN BLANDA DEL TALLO Y MANCHADO DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE PITAHAYA AMARILLA EN ECUADOR. TUMBACO - PICHINCHA [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito, Ecuador. 2014. pp. 1-8. [Consulta: 2021-03-15]. Disponible en:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2494/1/T-UCE-0004-77.pdf>

VÁSQUEZ CASTILLO, W.; et al. “Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador”. *ResearchGate* [en línea], 2016, (Ecuador) 34(1), pp. 1081-1083. [Consulta: 22 marzo 2021]. ISSN 0120-9965. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/312283554_Calidad_del_fruto_y_perdidas_poscosecha_de_pitahaya_amarilla_Selenicereus_megalanthus_Haw_en_Ecuador

VÁSQUEZ CORTES, Oscar Geovanny. Aislamiento de metabolitos secundarios de la corteza de *Spondias purpurea* L [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Zaragoza, México. 2014. pp. 7-9. [Consulta: 2021-04-14]. Disponible en: https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/biologia/tesis/tesis_vazquez_cortes_oscar.pdf

VILLARREAL ROMERO, Wilson Leonardo. ANÁLISIS FITOQUÍMICO PRELIMINAR DE *Clethra fimbriata* Kunth (CLETHRACEAE) A PARTIR DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE HOJAS Y TALLOS [En línea] (Trabajo de titulación). (Tesis) Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá, Colombia. 2015. pp. 6-10. [Consulta: 2021-03-25]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50026/Trabajo%20de%20grado%20Clethra%20fimbriata%20final%20cr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO A: LUGAR DE RECOLECCIÓN DEL TALLO Y FRUTOS DE LA PITAHAYA AMARILLA

LUGAR DE PLANTACIÓN DE PITAHAYA AMARILLA



Nota: Plantas de Pitahaya amarilla



Nota: Plantas de Pitahaya amarilla cargadas

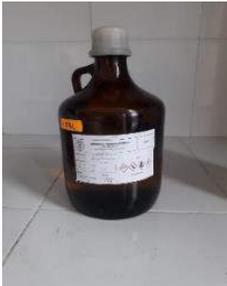
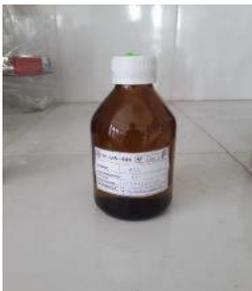
Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

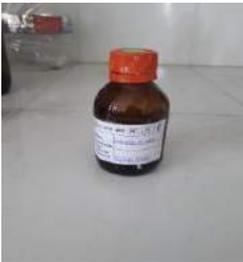
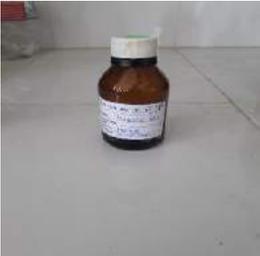
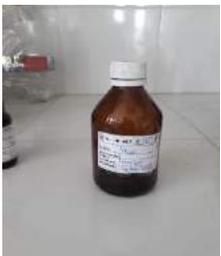
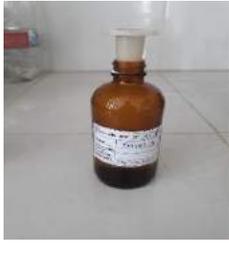
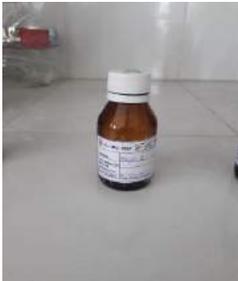
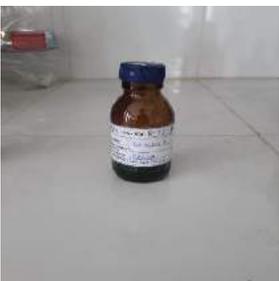
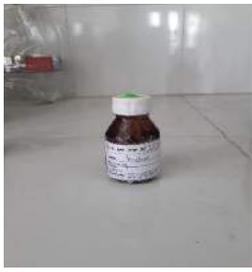
ANEXO B: EQUIPOS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

| EQUIPOS DE LABORATORIO | | | |
|--|---|--|---|
| Estufa | Sorbona | Molino | Bomba al vacío |
|  |  |  |  |
| Sonicador | Uv-visible | Balanza analítica | |
|  |  |  | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO C: REACTIVOS Y SOLUCIONES QUÍMICAS UTILIZADOS EN LA INVESTIGACIÓN

| REACTIVOS Y SOLUCIONES QUÍMICAS DE LABORATORIO | | | | |
|--|--|---|--|--|
| Éter Etilico | Alcohol Amílico | Ácido clorhídrico | Ácido sulfúrico | Cloroformo |
|  |  |  |  |  |
| Anhídrido acético | Ácido clorhídrico al 1% | Cloruro de sodio | Agua destilada | Etanol al 96% |
|  |  |  |  |  |

| | | | | |
|---|---|--|---|---|
| Cinta de magnesio | Carbonato de sodio | Acetato de sodio | Ninhidrina al 2% | Sudan III |
|  |  |  |  |  |
| Dragendorff A | Dragendorff B | Mayer | Wagner | Baljet A |
|  |  |  |  |  |
| Baljet B | Fehling A | Fehling B | Tricloruro férrico | Borotrager |
|  |  |  |  |  |

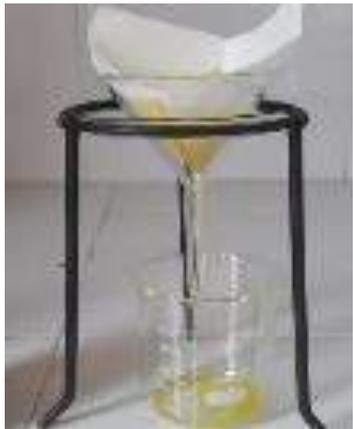
Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO D: METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| METODOLOGÍA DE PREPARACIÓN DEL TALLO Y CÁSCARA | | | |
|---|--|---|---|
| Preparación de las muestras | Cáscara | Tallo | Muestras en bandejas de aluminio |
|  |  |  |  |
| Secado de las muestras | Muestras crujientes | Muestras empaquetadas | Trituración del tallo |
|  |  |  |  |
| Trituración de la cáscara | Muestras trituradas en fundas ziploc (acondicionamiento) | | |
|  |  | | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

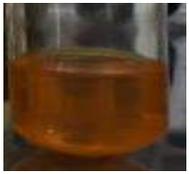
ANEXO E: PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO; PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO Y CÁSCARA | | | |
|--|---|--|--|
| Peso del tallo triturado | Peso de la cáscara triturada | Maceración con éter etílico del tallo y cáscara | Muestras en el Sonicador |
|  |  |  |  |
| Filtración del tallo | Filtración de la cáscara | Residuo del tallo | Residuo de la cáscara |
|  |  |  |  |

| Alícuotas del tallo | Alícuotas de la cáscara | Baño maría de alícuotas del tallo | Baño maría de alícuotas de la cáscara |
|---|--|---|---|
|  |  |  |  |

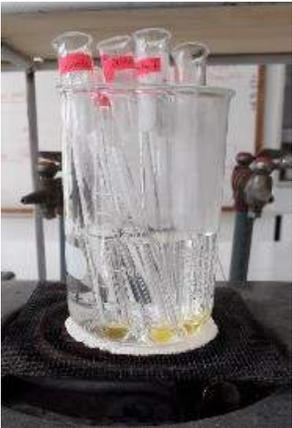
Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO F: PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No se evidenció películas coloreada roja |
| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DE LA CÁSCARA | | | | | |
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde-claro | Nota: No se evidenció películas coloreada roja |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO G: PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO Y CÁSCARA | | | |
|--|---|--|--|
| Maceración con etanol del tallo y cáscara | Filtración del tallo | Filtración de la cáscara | Residuo del tallo y cáscara |
|  |  |  |  |
| Baño maría de alícuotas de tallo | Baño maría de alícuotas de tallo | Alícuotas del tallo | Alícuotas de la cáscara |
|  |  |  |  |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO H: PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

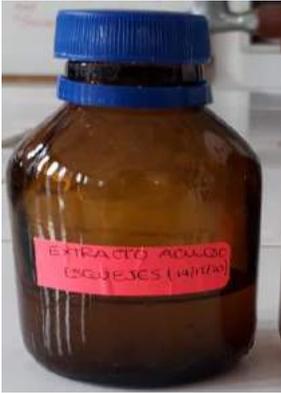
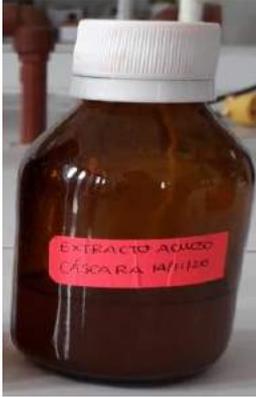
| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl₃Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidenció turbidez definida | Nota: Se evidenció turbidez definida | Nota: Se evidenció turbidez definida | Nota: No se observó formación de precipitado | Nota: No se formó coloración ni precipitado | Nota: No se logró observar coloración | Nota: Se evidenció formación de espuma |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Borntrager | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Bucharl | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se evidenció la formación de coloración |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LA CÁSCARA

| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarina s: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|---|---|--|---|--|---|--|
|  <p>Nota: Se evidenció opalescencia</p> |  <p>Nota: Se evidenció opalescencia</p> |  <p>Nota: Se evidenció opalescencia</p> |  <p>Nota: No se observó formación de precipitado</p> |  <p>Nota: Se formó precipitado rojo</p> |  <p>Nota: No se logró observar coloración</p> |  <p>Nota: Se evidenció formación de espuma</p> |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Borntrager | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Buchard | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: : No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: : Se observó la formación de precipitado rojo</p> |  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de coloración verde-claro</p> |  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |  <p>Nota: Se evidenció la formación de coloración</p> |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO I: PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO Y CÁSCARA | | |
|--|---|--|
| Maceración del tallo con agua destilada | Maceración de la cáscara con agua destilada | Filtración del tallo |
|  |  |  |
| Filtración de la cáscara | Extracto del tallo | Extracto de la cáscara |
|  |  |  |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO J: PRIMER TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO | | | | |
|--|--|---|--|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagós: Ensayo de Mucilagós | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  |  |  |  | |
| Nota: Se logró observar coloración rojo-vino | Nota: Se evidencio formación de espuma | Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa | Nota: No se sintió lo amargo ni astringente | |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ACUOSO DE LA CÁSCARA

| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|---|--|--|---|--|
|  <p>Nota: Se evidencio precipitado</p> |  <p>Nota: Se evidencio precipitado coposo</p> |  <p>Nota: Se evidencio precipitado coposo</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de precipitado rojo</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de coloración amarillo-intenso</p> |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagós: Ensayo de Mucilagós | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  <p>Nota: Se logró observar coloración rojo-vino</p> |  <p>Nota: No se evidencio formación de espuma</p> |  <p>Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa</p> |  <p>Nota: No se sintió lo amargo ni astringente</p> | |

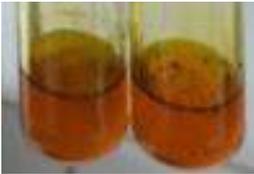
Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO K: PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO Y CÁSCARA | | | | |
|---|---|--|--|--|
| Peso de tallo triturado | Peso de la cáscara triturada | Muestras en el Sonicador | Maceración del tallo y cáscara | Filtración del tallo y cáscara |
|  |  |  |  |  |
| Residuo del tallo | Residuo de la cáscara | Extracto filtrado del tallo y cáscara | Baño maría de alícuotas del tallo | Baño maría de alícuotas de la cáscara |
|  |  |  |  |  |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO L: SEGUNDO TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DEL TALLO (M1 Y M2) | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No se evidencio películas coloreada roja |
| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ETÉREO DE LA CÁSCARA (M1 Y M2) | | | | | |
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Agrupamiento Lactónico-Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de triterpenos y/o esteroides: Ensayo de Liebermann-Burchard | Aceites y Grasas: Ensayo de Sudan |
|  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se observó la formación de precipitado | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: Se observó turbidez definida | Nota: No se presentó coloración o precipitado rojo | Nota: Se observó la formación de coloración verde-claro | Nota: No se evidencio películas coloreada roja |

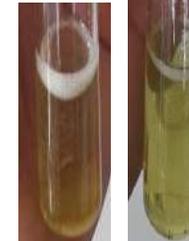
Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

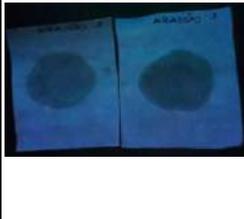
ANEXO M: PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO Y CÁSCARA | | | |
|--|---|---|---|
| <p>Maceración con etanol (96%) del tallo y cáscara</p>  | <p>Filtración del extracto alcohólico del tallo</p>  | <p>Filtración del extracto alcohólico del tallo</p>  | <p>Residuo del tallo</p>  |
| <p>Residuo de la cáscara</p>  | <p>Extracto alcohólico filtrado del tallo y cáscara</p>  | <p>Baño maría de alícuotas del tallo</p>  | <p>Baño maría de alícuotas de la cáscara</p>  |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO N: SEGUNDO TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DEL TALLO (M1 Y M2) | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|---|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl ₃ Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: Se evidencio turbidez definida | Nota: No se observó formación de precipitado | Nota: No se formó coloración ni precipitado | Nota: No se logró observar coloración | Nota: Se evidencio formación de espuma |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Borntrager | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Bucharl | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de coloración verde oscuro-negro-intenso | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se evidencio la formación de coloración |

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS DEL EXTRACTO ALCOHÓLICO DE LA CÁSCARA (M1 Y M2) | | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba de Resinas: Ensayo de Resinas | Prueba de Agrupamiento-Lactónico/Cumarinas: Ensayo de Baljet | Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl ₃ Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: Se evidencio opalescencia | Nota: Se evidencio opalescencia | Nota: Se evidencio opalescencia | Nota: No se observó formación de precipitado | Nota: Se formó precipitado rojo | Nota: No se logró observar coloración | Nota: Se evidencio formación de espuma |
| Prueba de Quinonas: Ensayo de Borntrager | Prueba de Flavonoides: Ensayo de Shinoda | Prueba de Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba de Aminoácidos: Ensayo de Ninhidrina | Prueba de Triterpenos y/o Esteroides: Libermann-Bucharl | Prueba de Antocianos: Ensayo de Antocianidinas | Prueba de Catequinas: Ensayo de Catequinas |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de precipitado rojo | Nota: No hubo cambio de coloración | Nota: Se observó la formación de coloración verde-claro | Nota: No hubo cambio de coloración marrón | Nota: Se evidencio la formación de coloración |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO Ñ: PROCESO DE OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| OBTENCIÓN DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO Y CÁSCARA | | | |
|--|--|--|--|
| Maceración con agua destilada del tallo | Maceración con agua destilada de la cáscara | Filtración del extracto acuoso del tallo | Filtración del extracto acuoso de la cáscara |
|  |  |  |  |
| Extracto acuoso filtrado del tallo | Extracto acuoso filtrado de la cáscara | Baño maría de alícuotas del tallo | Baño maría de alícuotas de la cáscara |
|  |  |  |  |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.

ANEXO O: SEGUNDO TAMIZAJE FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO Y CÁSCARA DE LA PITAHAYA AMARILLA

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL EXTRACTO ACUOSO DEL TALLO (M1 Y M2) | | | | |
|---|---|--|---|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|  <p>Nota: Se evidencio turbidez definida</p> |  <p>Nota: Se evidencio turbidez definida</p> |  <p>Nota: Se evidencio turbidez definida</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de precipitado rojo</p> |  <p>Nota: No hubo cambio de coloración</p> |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos): Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagós: Ensayo de Mucilagós | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  <p>Nota: Se logró observar coloración rojo-vino</p> |  <p>Nota: Se evidencio formación de espuma</p> |  <p>Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa</p> |  <p>Nota: No se sintió lo amargo ni astringente</p> | |

| RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS EN EL EXTRACTO ACUOSO DE LA CÁSCARA (M1 Y M2) | | | | |
|---|--|--|---|--|
| Prueba de Alcaloides: Ensayo de Dragendorff | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Mayer | Prueba de Alcaloides: Ensayo de Wagner | Prueba Az. Reductores: Ensayo de Fehling | Prueba Flavonoides: Ensayo de Shinoda |
|  <p>Nota: Se evidencio precipitado</p> |  <p>Nota: Se evidencio precipitado coposo</p> |  <p>Nota: Se evidencio precipitado coposo</p> |  <p>Nota: : Se observó la formación de precipitado rojo</p> |  <p>Nota: Se observó la formación de coloración amarillo-intenso</p> |
| Prueba de Fenólicos y/o Taninos: Ensayo de Cl_3Fe | Prueba de Saponinas: Ensayo de la Espuma | Prueba de Mucilagos: Ensayo de Mucilagos | Prueba de Amargo y astringente: Ensayo de Principios amargos y Astringentes | |
|  <p>Nota: Se logró observar coloración rojo-vino</p> |  <p>Nota: : No se evidencio formación de espuma</p> |  <p>Nota: No se presentó una consistencia gelatinosa</p> |  <p>Nota: No se sintió lo amargo ni astringente</p> | |

Realizado por: Carcelén M., Diana M. 2021.



epoch

Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 04 / 03 / 2022

| |
|--|
| INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S) |
| Nombres – Apellidos: <i>Diana Maribel Carcelén Morocho</i> |
| INFORMACIÓN INSTITUCIONAL |
| Facultad: <i>Ciencias</i> |
| Carrera: <i>Química</i> |
| Título a optar: <i>Química</i> |
| f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i> |

LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION-
ECIBCE, l=QUITO, serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.03.04 08:27:18 -05'00'



0093-DBRA-UTP-2022