



ESTUDIO ANATÓMICO DEL POMORROSO (*Sizygium malaccense* (L). Merr. & L.M Perry) Y FITOQUÍMICO PRELIMINAR DE SU FRUTO EN LA COMUNA 1 DE LA CIUDAD DE NEIVA – HUILA-COLOMBIA

**SEMILLERO DE INVESTIGACION FITOQ
INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN EN BIODIVERSIDAD**

**MAICOL ANDRÉS MEDINA AGUDELO
EDER ALBERTO CALDERÓN CANO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.
NEIVA-HUILA
2008**



ESTUDIO ANATÓMICO DEL POMORROSO (*Syzygium malaccense* (L). Merr. & L.M Perry) Y FITOQUÍMICO PRELIMINAR DE SU FRUTO EN LA COMUNA 1 DE LA CIUDAD DE NEIVA - HUILA - COLOMBIA

**SEMILLERO DE INVESTIGACION FITOQ
INVESTIGACIÓN Y FORMACIÓN EN BIODIVERSIDAD**

**MAICOL ANDRÉS MEDINA AGUDELO
EDER ALBERTO CALDERÓN CANO**

TUTOR:

CARLOS ARTURO FRANCO RUIZ. MDQ

Trabajo realizado para optar el título de Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación ambiental

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN EDUCACIÓN BÁSICA CON ÉNFASIS EN
CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL.
NEIVA-HUILA
2008**

DEDICATORIAS

A Dios creador del universo y dueño de mi vida que me abrió todas las puertas necesarias para la culminación de mi carrera profesional y ayudarme a superar todos los obstáculos.

A mi madre Fanny Agudelo, mi padre Luis Enrique Medina, mis hermanos Walter y Jhon Edwin, porque sin su apoyo no hubiese podido concluir este trabajo. Gracias por inculcarme los valores que se necesitan para ser un hombre ético y excelente profesional.

Maicol Andrés Medina Agudelo.

Dedico este trabajo a todos aquellos que sin esperar nada a cambio han estado presente y han aportado en mi desarrollo como persona, en especial a mis padres María Olga cano y Rubiano Calderón y a mis hermanos Luz Dary, Ramiro, Jaime, Liliana, Maritza y Diana Marcela, porque son la luz que abre las puertas del camino que debo transitar para guiar mi vida y mi corazón.

Eder Alberto Calderón Cano.

AGRADECIMIENTOS

A los profesores Carlos Arturo Franco Ruiz MDQ tutor del semillero FITOQ e Hilda del Carmen Dueñas Gonzales MSC por orientarnos a lo largo del trabajo, por sus conocimientos, ayuda, críticas, experiencias, consejos, apoyo, confianza, paciencia, amistad y por su valiosa dedicación y colaboración.

Al laboratorio de química de la Universidad Surcolombiana, en especial a su auxiliar María Isabel Caballero por permitirnos desarrollar parte del trabajo, como también por brindarnos su amistad y confianza.

A nuestros padres por sus enseñanzas y consejos que nos permitieron salir adelante, quienes siempre estuvieron apoyándonos en todos los aspectos de nuestras vidas y a nuestros hermanos y demás familiares por su constante ayuda.

A todos nuestros compañeros, en especial a Darío Fernando Falla y Ángela María Cerón, por brindarnos su apoyo y amistad incondicional, por compartir con nosotros experiencias inolvidables, elevar nuestra autoestima cada vez que lo necesitábamos y recordarnos que siempre hay esperanza.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	ix
GLOSARIO	x
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPITULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	2
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA VEGETAL	4
2.1.1 Anatomía vegetal	4
2.1.2 Morfología externa del tallo	4
2.1.3 Anatomía del tallo	5
2.1.4 Morfología de la hoja	6
2.1.5 Anatomía de la hoja	6
2.1.6 Morfología externa de la flor y la inflorescencia	7
2.1.7 Anatomía floral	7
2.1.8 Anatomía del fruto	8
2.1.9 Características generales del pomorroso	9
2.1.10 Clasificación botánica	9
2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POMORROSO	9

2.3 IMPORTANCIA DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS DE LAS PLANTAS	10
2.4 ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES SOBRE LOS EXÁMENES FITOQUÍMICOSPRELIMINARES	11
2.4.1 Análisis preliminar de alcaloides	12
2.4.2 Análisis preliminar de Flavonoides	13
2.4.3 Análisis preliminar de naftoquinonas y/o antraquinonas	14
2.4.4 Análisis preliminar de esteroides y Triterpenoides libres	14
2.4.5 Análisis preliminar de taninos	14
2.4.6 Análisis preliminar de saponinas	15
2.4.7 Análisis preliminar de cardiotónicos	15
2.4.8 Análisis preliminar de cumarinas	15
CAPITULO III. METODOLOGÍA	17
3.1 FASE 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	17
3.2 FASE 2. TRABAJO DE CAMPO	17
3.3 FASE 3. TRABAJO DE LABORATORIO	17
3.4 FASE 4. INTERPRETACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LOS RESULTADOS	18
CAPITULO IV. RESULTADOS	19
4.1 RESULTADOS DE PRUEBAS FITOQUIMICAS	19
4.2 RESULTADOS MORFOLOGICOS	22
Descripción botánica del pomorroso	22
4.3 RESULTADOS DE LA DESCRIPCIÓN ANATÓMICA	24
4.4 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS HISTOQUÍMICAS	30
CAPITULO V DISCUSIÓN	35
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
BIBLIOGRAFÍA	39
APENDICE	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Prueba para identificación de flavonoides	20
Figura 2. Prueba para identificación de alcaloides	20
Figura 3. Prueba para identificación de saponinas	20
Figura 4. Prueba para identificación de taninos	21
Figura 5. Prueba para identificación de antraquinonas libres	21
Figura 6. Prueba para identificar triterpenos y/o esteroides	21
Figura 7. Prueba para identificación de cardiotónicos	22
Figuras 8, 9 y 10. Órganos del pomorroso	23
Figuras 11, 12 y 13. Corte transversal de tallo	24
Figuras 14 y 15. Corte transversal de peciolo	25
Figuras 16 y 17. Corte trasversal de hoja	25
Figura 18. Corte longitudinal del envés de hoja	26
Figuras 19 y 20. Corte longitudinal de pétalo	26
Figuras 21 a 23. Corte transversal de pedicelo floral	27
Figuras 24 y 25. Corte transversal de ovario	28
Figuras 26 y 27. Corte longitudinal de fruto	28
Figura 28. Corte transversal de fruto	29
Figuras 29 a 33. Cortes transversales de tallo con los diferentes colorantes aplicados para las pruebas histoquímicas	31
Figuras 34 y 35. Cortes transversales de hoja con azul de metileno y fehling A + B	32

Figuras 36 y 37. Cortes transversales de pedicelo floral con azul de metileno y fehling A + B.	32
Figuras 38 y 39. Cortes transversales de pedicelo floral y ovario con fehling y cloruro férrico.	33
Figuras 40 y 41. Cortes transversales de fruto con azul de metileno y fehling A + B.	33
Figura 42. Corte transversal de tejido embrionario con cloruro férrico.	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Composición química del fruto del pomorroso según Morton (1987)	10
Tabla 2. Resultados de pruebas fitoquímicas preliminares para el (Pomorroso <i>Sizygium malaccense</i> (L). Merr. & L.M Perry)	19
Tabla 3. Resultados de identificación de sustancias químicas contenidas en los tejidos de los diferentes órganos del pomorroso	30

GLOSARIO

Alcaloides: son sustancias con carácter básico, contienen nitrógeno heterocíclico, son obtenidos de plantas superiores y tienen actividades fisiológicas muy marcadas.

Almidón: Polímero de la glucosa que abunda en las estructuras reservantes de las plantas, raíces, tallos o semillas. Formando gránulos con formas características, ovoides, hemisféricas, etc. A veces ocupan la mayor parte del interior de la célula

Anatomía vegetal: es el campo de la botánica que compete a las estructuras de los vegetales, y que considera la morfología vegetal como la manera de disponerse esas estructuras, que se ayudan de la taxonomía para clasificar.

Anflifóico: Que tiene el floema dispuesto a ambos lados del xilema.

Antera: Parte del estambre donde se forma y acumula el polen

Antocianos: Los antocianos, pigmentos naturales pertenecientes al grupo de los flavonoides, se encuentran presentes en numerosos alimentos, frutos, flores y verduras, especialmente en uvas tintas y vinos, siendo por tanto un constituyente común en la dieta humana. Su uso como colorantes reviste un gran interés debido a sus características y a sus propiedades, principalmente el poder antioxidante.

Antraquinonas: son productos del metabolismo secundario, aromáticos polihidroxilados más o menos metilados, con gran importancia en la industria farmacéutica.

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.

Cáliz: parte más externa de la flor, que rodea a las demás partes durante la etapa del brote. Consta de sépalos en forma de hojas que normalmente son verdes.

Cambium vascular: Es una monocapa cilíndrica de células que se forma entre el xilema y el floema primario y da lugar por sucesivas divisiones (en el plano tangencial al tallo) al xilema y floema secundarios

Canal resinífero: Estructura tubular típica, aunque no exclusiva, de coníferas consistente en una capa cilíndrica de células glandulares secretoras de resina. Se encuentran dispersos en el parénquima o en el leño de hojas y tallos.

Cardiotónicos: son sustancias glicósidas, amargas derivadas de los esteroides, que tienen acción sobre el corazón.

Carpelo: Hoja especializada (megasporófilo), cerrada sobre sí misma, que forma parte del gineceo. En su interior se forman los primordios seminales.

Células pétreas: células parenquimatosas que engruesan considerablemente sus paredes con lignina, quedando multitud de canales muy ramificados que comunican a unas células con otras. La cavidad de las células queda muy reducida el núcleo y protoplasma desaparecen, constituyendo elementos muertos.

Corola: termino colectivo para los pétalos de la flor.

Corteza vegetal: tejido primario de raíces y tallos de las plantas vasculares que se extiende hacia adentro desde la epidermis hasta el floema.

Cristal de oxalato de cálcico: Acúmulo cristalizado de esta molécula que puede formar drusas prismas o rafidios (Conjuntos de varillas) en el interior de los idioblastos, células especializadas como acúmulos de residuos metabólicos que aparecen sobre todo en parénquimas y floema.

Cumarinas: son principios activos fenólicos que se encuentran en plantas medicinales y tienen en común una estructura química de 2H-1-benzopirán-2-ona,

Cutina: Sustancia impermeable que se encuentra en la cutícula de las hojas y frutos de los vegetales. Es un polímero formado por muchos ácidos grasos de cadena larga, que están unidos unos a otros por uniones éster, creando una red rígida tridimensional.

Drupa fruto indehiscente con la parte externa membranosa, parte mediana carnosa y succulenta y la parte inferior leñosa, formada por el hueso y conteniendo una semilla o más.

Endocarpo: Capa interna del pericarpo o cubierta externa del fruto. Procede de la pared del ovario.

Endodermis: Es la capa más interna del cortex de la raíz primaria. Se caracteriza por sus estrechas uniones intercelulares mediante las llamadas bandas de Caspari, que impiden el paso de agua entre las células, obligándola a pasar por el interior de las mismas.

Epidermis: capa externa protectora de células en los vegetales.

Estelas: el conjunto de xilema y floema (sistema vascular) que siempre están asociados.

Estomas: Estructuras epidérmicas encargadas de controlar la transpiración en los tejidos frescos de la planta. Consta de dos células oclusivas que delimitan un orificio llamado ostiolo que se hace mayor cuando las células oclusivas están turgentes. Consta además de unas células anexas que rodean a las anteriores y que participan en la fisiología de la apertura y cierre del ostiolo.

Exocarpo: parte más externa del fruto o pericarpo.

Fitoquímica: es el estudio de los principios activos de las plantas, especialmente de los llamados metabolitos secundarios

Flavonoides: son un grupo de metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en los vegetales, responsables de muchas coloraciones de las plantas y con actividades biológicas muy importantes, se forman a partir de una unidad de ácido cinámico (vía ácido chiquímico) y 3 unidades de acetato.

Floema: tejido vegetal encargado del transporte de una solución de sacarosa y otras muchas sustancias orgánicas, conocida tradicionalmente como savia elaborada.

Flor epígina: cuando los verticilos se insertan por encima de un hipanto soldado al ovario.

Histoquímica: es la aplicación de reacciones químicas y bioquímicas en la técnica histológica, con el fin de localizar y determinar de manera científica ciertas sustancias o su actividad.

Lóculo: Compartimiento lleno de aire dentro del ovario donde se desarrollan los óvulos.

Medula vegetal: parte central del tallo está formada por parénquima y dentro se encuentran los radios medulares. Algunos tallos no tienen médula porque están huecos.

Mesocarpo: En el fruto, capa intermedia del pericarpo, a veces carnosa, formada de parénquima.

Mesófilo: Como su nombre indica es la zona intermedia de los tejidos foliares. Está delimitado por las dos epidermis, superior e inferior.

Metabolitos secundarios: son compuestos químicos sintetizados por las plantas que cumplen funciones no esenciales en ellas, de forma que su ausencia no es fatal para ella, ya que no intervienen en su metabolismo primario, además intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente.

Muscílago: sustancias gelatinosas de alto peso molecular, que son principalmente polisacáridos y ácidos poligalacturónicos.

Ovario ínfero: Cuando las piezas de los ciclos florales se insertan en el receptáculo dejando el ovario por encima.

Ovulo anátrapo: El cuerpo del óvulo se incurva 180°, de modo que el funículo se alarga, se suelda sobre un lado de la nucela constituyendo el **rafe**, y la calaza queda en posición opuesta al hilo y el micrópilo. Son los óvulos más frecuentes en las angiospermas.

Parénquima en empalizada: Es un clorénquima típico de las hojas de dicotiledóneas. Está formado por células alargadas aplicadas estrechamente unas contra otras, de ahí su nombre. Puede constar de una sola capa, si se trata de una planta u hoja de sombra, o de varias, si se trata de una planta u hoja de sol.

Parénquima de reserva: parénquima que almacena en células con pequeños espacios intercelulares y con gran vacuola central cantidades notables de sólidos como almidón, granos de aleurona (proteína), azúcares, pigmentos, sales y líquidos principalmente agua.

Parénquima esponjoso: Es un clorénquima típico de las hojas. Sus células dejan abundantes espacios entre ellas para facilitar el intercambio de gases. En dicotiledóneas suele situarse bajo la epidermis inferior.

Periciclo: Meristemo remanente propio de la raíz que se sitúa en la periferia del cilindro vascular. Colabora en la formación del cortex secundario, incluida la peridermis, del cambium vascular, y de las raíces laterales.

Placenta: En las plantas con flores, lugar de la pared del ovario donde se desarrollan los primordios seminales.

Saponinas: poseen propiedades tensioactivas, pues al disolverse en agua y por agitación forman espuma persistente, tienen propiedades detergentes. Muchas de ellas tienen además propiedades hemolíticas debido a que alteran la permeabilidad de las membranas biológicas resultando tóxicas para animales de sangre fría.

Septo: tabique que separa los lóculos.

Taninos: son polifenoles de origen natural capaces de formar uniones estables con las proteínas y otros polímeros como la celulosa y la pectina. Se usan industrialmente para curtir cueros y pueden inhibir algunas enzimas, interfiriendo con procesos metabólicos.

Triterpenos: este grupo de principios activos está constituido por numerosos compuestos, estructuralmente muy similares, derivados mayoritariamente del epoxiescualeno o en menor número del propio escualeno. Todos ellos poseen un hidroxilo en el C₃ que les permite la unión con una o varias moléculas glucídicas, dando lugar a estructuras heterosídicas.

Xantófilo: pigmentos amarillos-anaranjados derivados del caroteno.

Xilema: tejido conductor que se encarga de transportar las materias primas (Sabia bruta) absorbidas por la raíz hasta los órganos productores (que son las hojas).

Xilema primario: Xilema que forma parte de las estructuras frescas de la planta: Hojas, tallos y raíces recientes. Se forma a partir de los meristemos apicales. Existe como único xilema en muchas plantas herbáceas. En otras muchas plantas existe además el xilema secundario.

Xilema secundario: Xilema que forma las estructuras leñosas de muchas plantas (tallos y raíces). Se forma a partir de los meristemos laterales mediante el llamado "engrosamiento secundario"

RESUMEN

En el presente estudio se caracteriza al Pomorroso (*Sizygium malaccense* (L). Merr. & L.M Perry) mediante el estudio anatómico e histoquímico de la planta y se identificaron algunos metabolitos secundarios a través de un estudio fitoquímico preliminar del fruto. Se logro establecer que todos los órganos presentan los tejidos típicos de una dicotiledónea, haces vasculares bicolaterales en el tallo, corteza y médula con cristales de oxalato de calcio en forma de drusas en tallo, hoja y flor, además de canales resiníferos en todos los órganos.

Desde el punto de vista histoquímico, cualitativamente se determinaron en el tallo grandes cantidades de aceites, grasas y taninos y en la flor se encontró gran cantidad de azúcares reductores y taninos.

El estudio fitoquímico preliminar del fruto se realizo cualitativamente con pruebas que desarrollan color o precipitados, dentro de los cuales se destacan: reactivo de Shinoda para flavonoides, Wagner, Dragendorff y Mayer para alcaloides, Cloruro férrico, Solución de Gelatina, Solución de Gelatina y sal y Solución Salina para taninos, Libermann-Burchard y Salkowski para triterpenos y/o esteroides, Hidróxido de Sodio para cumarinas y Baljet, Keller-Killiani, Burchard y Salkowski para cardiotónicos, con los cuales se determinó la presencia de flavonoides, alcaloides, saponinas, triterpenos y/o esteroides en la cascara y en la pulpa los mismos metabolitos (a excepción de flavonoides) y antraquinonas y saponinas, taninos, triterpenos y/o esteroides en la semilla.

PALABRAS CLAVE

Anatómico, histoquímico, fitoquímico, pomorroso, *Sizygium malaccense* (L). Merr. & L.M Perry, metabolitos, metabolitos secundarios, pulpa, tejidos, alcaloides, flavonoides, saponinas, taninos, triterpenos.

INTRODUCCIÓN

Los vegetales producen una diversidad de sustancias, producto del metabolismo secundario, algunas responsables de la coloración y aromas de flores y frutos, otras vinculadas con interacciones ecológicas, como es el caso de la atracción de polinizadores. Actualmente, se ha demostrado que principalmente la mayoría de ellos participan en el mecanismo de defensa de las plantas. La razón de ser de estos metabolitos permite una gama de usos en la agricultura, industria, en la medicina y algunos presentan un determinado grado de toxicidad, dependiendo de los componentes químicos que posean.

En este sentido la fitoquímica entra a jugar un papel importante porque permite aislar e identificar los principios activos de numerosas plantas con importante actividad biológica o usos industriales que están presentes y distribuidas por todo el tejido vegetal.

El estudio de la estructura interna de las plantas es una importante disciplina de la Botánica que se trata de una vertiente de investigación muy tradicional dentro de la ciencia, pero que en los últimos años se ha visto tremendamente impulsada por el desarrollo de nuevos instrumentos y métodos de observación microscópica, de hecho, la interpretación de los fenómenos fisiológicos y cambios debidos a elementos externos bióticos o abióticos depende grandemente de la anatomía vegetal.

Es así que la relación de la fitoquímica con la anatomía vegetal llega a ser una herramienta de trabajo para resolver problemas desconcertantes, muchos de ellos de importancia económica y muchísimos de interés científico.

Por lo anterior y reconociendo que la ciudad de Neiva cuenta con una gran diversidad de especies vegetales que pueden generar de algún modo beneficio a la comunidad y dentro de las cuales se destaca el pomorroso por su abundancia, por la aplicabilidad medicinal que se le da en otros países (Morton, 1987), y atendiendo a la escasa información de estudios fitoquímicos y anatómicos que sobre la especie hay, en el presente trabajo se propuso caracterizar la especie existente en la comuna uno mediante un estudio anatómico, histoquímico y la identificación de los metabolitos secundarios presentes en el fruto mediante un estudio fitoquímico preliminar que permitieran enriquecer el conocimiento que tiene la comunidad neivana y a la región surcolombiana en el sentido químico y biológico. Con dicho estudio se logró identificar cinco metabolitos secundarios en el fruto, la caracterización anatómica y química de los distintos órganos y tejidos,

como establecer algunas relaciones entre las sustancias químicas encontradas en los tejidos del fruto y los metabolitos secundarios, resultados de un proceso de colecta preparación y análisis de laboratorio.

CAPITULO I

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Pomorroso (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M Perry) es una especie originaria de Malasia, que se considera promisorio según lo reporta Pérez, (Pérez, 1978) y es representativa de la flora que caracteriza a la ciudad de Neiva. Su fruto es de agradable sabor, rico desde el punto de vista tanto alimenticio como medicinal. No obstante, se reportan pocos estudios a nivel nacional, lo cual promueve a presentar y desarrollar proyectos de investigación tanto en la parte anatómica como fitoquímica, campos medianamente desarrollados tanto a nivel institucional como corporativo en nuestra región.

Bajo este marco de referencia, los estudios anatómicos y fitoquímicos presentan una buena oportunidad de investigación de especies vegetales que permiten enriquecer el conocimiento químico y ahondar en el acervo biológico e investigativo al interior de nuestra carrera y como soporte tanto a comunidades académicas como a diferentes instituciones o empresas interesadas en este campo.

Por otro lado, como soporte a dichos avances, desde una mirada a nivel científico, los estudios morfológicos e histoquímicos permiten resaltar las características de una planta y complementar los estudios que a nivel de metabolitos secundarios junto con las propiedades de la misma, se hayan encontrado.

De esta manera, se plantea como referente de trabajo el siguiente interrogante:

¿Es posible mediante análisis anatómico caracterizar la especie y con un estudio fitoquímico preliminar determinar los metabolitos secundarios presentes en el fruto del Pomorroso (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. L. M & Perry)?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el Pomorroso (*Syzygium malaccense* (L.) Merr. L. M & Perry) mediante un estudio anatómico de la planta e identificar los metabolitos secundarios a través de un estudio fitoquímico preliminar del fruto.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar los metabolitos secundarios presentes en el fruto del pomorroso.
- ✓ Realizar el estudio anatómico y morfológico del *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M Perry
- ✓ Identificar ciertas sustancias químicas en diferentes tejidos por medio de pruebas histoquímicas.
- ✓ Generar conocimiento científico y darlo a conocer a través de la publicación de los resultados.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La ciudad de Neiva cuenta con una gran diversidad de especies vegetales que son determinantes para el equilibrio natural, y de gran importancia a nivel ambiental, industrial y medicinal. Una de ellas es la *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M Perry (pomorroso) que es de gran utilidad por las aplicaciones medicinales que se le dan en otros países, según lo reporta Morton (1987). Por ejemplo, los camboyanos utilizan la decocción de la fruta, de las hojas o de las semillas como febrífugo. Las frutas, las semillas, la corteza y las hojas han demostrado actividad antibiótica y tienen cierto efecto sobre la presión arterial y la respiración. (1987). Las anteriores actividades biológicas están asociadas con la presencia de metabolitos secundarios en la planta (Sanabria A, 1983),

Se realizó una búsqueda referencial exhaustiva de estudios botánicos y fitoquímicos del *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M Perry (pomorroso) y no se encontraron estudios al respecto tanto a nivel regional como nacional, lo cual evidencia el desconocimiento especializado de estos temas tanto de la comunidad

Neivana como de la Huilense. De hecho la comunidad académica de la Surcolombiana también se encuentra inmersa en esta falencia ya que al interior de la misma solo se reconoce el conocimiento popular que al respecto tienen sus integrantes.

Por lo anterior, toma relevancia conocer la flora de la ciudad de Neiva desde muchos puntos de vista, dentro de los cuales tiene especial interés el estudio anatómico, histoquímico y fitoquímico, los cuales permiten hacerse una idea general de la presencia y/o ausencia de los metabolitos secundarios, generar conocimiento detallado de los órganos y tejidos de la planta, de las sustancias que contienen en los tejidos la especie, establecer una relación entre la presencia de los metabolitos secundarios y las características anatómicas, como entender determinados mecanismos de adaptación y procesos fisiológicos de la misma, y con ello comprender mejor el papel ecológico que desempeñan.

Con base en lo anterior y en razón al escaso y difícil acceso al conocimiento que existe sobre la especie, se proyectó un estudio anatómico del Pomorroso (*Sizygium malaccense* (L.) Merr. & L.M Perry) y fitoquímico preliminar de su fruto, en la comuna 1 de la ciudad de Neiva, que permitió dar cuenta de algunos principios activos (metabolitos secundarios) presentes en el fruto, como también generar conocimiento para la región Neivana y por ende a la comunidad Surcolombiana.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA VEGETAL

Para el estudio de la morfología y la anatomía vegetal el referente primario es el libro Anatomía y Morfología Vegetal de Becerra & Chaparro, en donde además se reporta que este tipo de estudios tiene para el hombre una gran importancia en la medida en que las plantas han sido su fuente de sustento o de materias primas para la industria a lo largo de su existencia.

2.1.1 Anatomía vegetal

El estudio de la estructura interna de las plantas superiores es una importante disciplina de la Botánica. Se trata de una vertiente de investigación muy tradicional dentro de la ciencia, pero que en los últimos años se ha visto tremendamente impulsada por el desarrollo de nuevos instrumentos y métodos de observación microscópica. Es un área cuya aplicabilidad práctica aparece ante la vista del neófito como abstracta y poco relacionada con la realidad. Nada más lejano. La interpretación de los fenómenos fisiológicos y cambios debidos a elementos externos bióticos o abióticos depende grandemente de la anatomía vegetal. Sus observaciones contribuyen en gran medida a la interpretación de prácticas tan importantes como la poda o la aplicación de reguladores de crecimiento en la agricultura, sin dejar de mencionar su invaluable contribución a la patología vegetal

2.1.2 Morfología externa del tallo

El eje caulinar o tallo presenta un plan de estructura básica, tiene porciones generalmente abultadas o nudos donde se insertan las hojas; entrenudos, es decir los segmentos comprendidos entre dos nudos, yemas terminales y yemas axilares; las yemas son ejes no extendidos, formados por tejido meristemático que constituye el punto vegetativo, protegido por hojas en diferente estado de

desarrollo, son las encargadas del crecimiento del tallo y de la producción de hojas y ramificaciones.

2.1.3 Anatomía del tallo

En el tallo se pueden distinguir las siguientes regiones: 1 - inicial, 2- morfogenética o de determinación, 3- de diferenciación histológica primaria y 4- de maduración (crecimiento primario). Si se trata de una gimnosperma o de una dicotiledónea leñosa existe además, la región 5- de los tejidos secundarios.

Epidermis. Generalmente es uniestratificada, su pared externa está recubierta por cutícula, que evita la pérdida de agua; presenta estomas, en algunas plantas lleva tricomas.

Cortex: está formado principalmente por parénquima con cloroplastos en los tallos aéreos, este tejido tiene paredes sin lignina y sus células dejan espacios entre ellas.

El esclerénquima también puede estar presente en el cortex, ya sea en forma de fibras o de esclereidas. Las fibras son células largas, con paredes lignificadas, engrosadas uniformemente, sin protoplasto, pueden aparecer formando anillos.

El cilindro central o vascular está formado por los tejidos conductores primarios xilema y floema.

El xilema, se encarga de la conducción del agua, es un tejido complejo formado por varios tipos de células que cumplen diversas funciones.

Dentro del xilema encontramos: elementos traqueales, parénquima, que son células vivas, con paredes delgadas, que almacenan diversos tipos de sustancias y colaboran en la conducción del agua, y fibras.

El floema, conduce las sustancias elaboradas por la planta, está formado por varios tipos de células que desempeñan diversas funciones.

Dentro del floema encontramos: elementos cribosos, células acompañantes de los elementos cribosos, parénquima que funcionan como células de transferencia a corta distancia y fibras.

El xilema y el floema se encuentran asociados formando haces conductores, cuya distribución permite saber si se trata del tallo de una planta monocotiledónea o dicotiledónea, debido a que en la monocotiledónea los haces conductores se encuentran dispersos y en la dicotiledónea forman un anillo. En las monocotiledóneas no existe cámbium entre xilema y floema y sus haces conductores son colaterales cerrados. En las dicotiledóneas entre el xilema y el floema primario existe cámbium vascular conformando un haz conductor colateral abierto.

2.1.4 Morfología de la hoja

Las hojas forman parte del vástago o brote, son órganos laterales de las plantas superiores, exógenas, de crecimiento limitado, generalmente laminares y dorsiventrales.

La base es la parte de la hoja que la une al tallo, en algunas hojas tiene apéndices frecuentemente laminares denominados estípulas, en otras la base se ensancha formando un pulvínulo y en otras constituye una vaina que abraza total o parcialmente a la ramita en que se inserta.

El limbo consta de lámina generalmente aplanada y de pecíolo más o menos cilíndrico, cuando el pecíolo falta la hoja se conoce como sésil. Cuando falta la lámina el pecíolo suele dilatarse y transformarse en un órgano laminar que recibe el nombre de filodio. La hoja puede ser simple cuando consta de una sola lámina o compuesta si está dividida en dos o más segmentos que reciben el nombre de folíolos, unidos por un pecíolo a un eje central o raquis.

2.1.5 Anatomía de la hoja

La hoja es el órgano más variable de la planta, tanto morfológica como anatómicamente presenta modificaciones en su estructura, como respuesta a diferentes hábitats.

La hoja al igual que la raíz y el tallo consta de: epidermis, tejidos fundamentales y tejidos vasculares; por lo general no tiene crecimiento secundario, o lo presenta en forma incipiente en algunos pecíolos y nervios mayores.

Epidermis. Está formada por diferentes tipos de células, la más abundantes son denominadas células epidérmicas típicas, que son de forma irregular, de paredes delgadas y se unen sin dejar espacios. Los estomas que están compuestos por dos células llamadas células de guarda o células oclusivas que dejan entre ellas un poro u ostiolo.

Tejidos vasculares. Forman los haces conductores que se distribuyen en toda la hoja, constituyendo las nervaduras. Los haces conductores de la mayoría de las hojas llevan el xilema hacia la haz y el floema hacia el envés; en las hojas unifaciales el floema se encuentra hacia las dos epidermis. En las nervaduras de mayor tamaño existen, además de tejidos conductores, colénquima y esclerénquima. La envoltura parenquimática o en algunos casos esclerenquimática de los haces conductores se conoce como vaina del haz conductor

2.1.6 Morfología externa de la flor y la inflorescencia

Generalmente consta de cuatro verticilos, dos estériles: cáliz (compuesto por sépalos) y corola (compuesta por pétalos), cuyas funciones principales son de protección y atracción, respectivamente; y dos verticilos fértiles: androceo (los estambres) y gineceo o pistilo (conjunto de ovario, estilo y estigma). Dichos verticilos se hallan insertados en un receptáculo o extremo más o menos dilatado de un pequeño tallo o pedúnculo.

2.1.7 Anatomía floral

Gineceo: Constituido por carpelos que corresponden a hojas modificadas, plegadas sobre sí mismas. Si el gineceo formado por uno o más carpelos separados se denomina apocárpico y si está formado por varios carpelos unidos, se denomina gineceo sincárpico

Anatomía del ovario. El ovario está constituido por partes diferenciadas como los Carpelos, lóculos y placenta y ovulo.

Carpelo: está constituido por epidermis externa, parénquima, tejidos conductores y epidermis interna.

Lóculo: cavidad en la cual se encuentran los primordios seminales (óvulos).

Placenta: es la región en donde se originan los óvulos y en la cual permanecen unidos en la madurez. Se reconocen los siguientes tipos de placentación:

marginal, que se presenta en gineceos apocárpicos, y en los gineceos sincápicos se puede presentar placentación basal, axilar, central o parietal.

Óvulo (primordios o esbozo seminal) está constituido por: funículo, tegumentos, micrópilo, nucela, saco embrionario has conductor o rafe y calaza

2.1.8 Anatomía del fruto

En el fruto se diferencian las siguientes partes:

- Pericarpo o pared del fruto
- Lóculos o cámaras donde se encuentran las semillas

Pericarpo. El pericarpo o pared del fruto se desarrolla principalmente a partir de la pared del ovario y está conformado por:

- Exocarpo o epicarpo, capa externa
- Mesocarpo parte media del pericarpo
- Endocarpo capa interna

Epicarpo o exocarpo. Está formado por epidermis e hipodermis. El exocarpo también puede llevar tricomas o emergencias apropiadas para la diseminación del fruto.

Mesocarpo. Está constituido por parénquima esclerotizado y tejido mecánico en frutos secos y por parénquima de almacenamiento en los frutos carnosos. Entre las sustancias almacenadas se encuentran azúcares como en duraznos y uvas; lípidos como en aguacate y banano; ácidos en cítricos y tamarindo, almidones en chontaduro y banano. Puede presentar idioblastos de células pétreas como en la pera, guayaba; laticíferos en papaya; mucílago en pitahaya; resinas en mango. En frutos diseminados por el agua existe aerénquima, como en el coco. El mesocarpo puede estar innervado por haces vasculares, muy numerosos y evidentes como en el estropajo.

Endocarpo. Puede generarse a partir de la epidermis interna del ovario como en las bayas (lulo), donde consta de una sola capa de células ó, a partir de la epidermis interna y de capas subepidérmicas del ovario, como en la drupa del durazno y ciruela calentana, en este caso son muy frecuentes las esclereidas y las fibras dispuestas en diferentes direcciones para darle mayor resistencia. En el endocarpo algunas veces también se presentan estomas.

2.1.9 Características generales del pomorroso

El Pomorroso es una especie de la familia Myrtaceae, originaria de Malasia característica de climas cálidos y de zonas tropicales, ha sido introducido en todo el mundo, es un árbol de fácil siembra y de rápido crecimiento que alcanza una altura de 12-18 m, con flores abundantes y vistosas que pueden pasar de un color rosado, pasando por un púrpura y hasta llegar a un rojo, con agradable fragancia, fruto en forma de campana de color rojo, carnoso, esponjoso, de piel cerosa, jugoso y dulce, muy utilizado en ciertas ciudades de Colombia para consumo alimenticio, ya sea en crudo, en preparaciones de postres, en jaleas o en dulces.

2.1.10 Clasificación botánica

Nombre científico: *Syzygium malaccense* (L). Merr. & L.M Perry

División: Fanerógamas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Orden: Murtiflorales

Familia: Myrtaceae

Género: *Syzygium*

Especie: *Syzygium malaccense* (L). Merr. & L.M Perry

2.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POMORROSO

Las mirtáceas, según (Gothieb & col, 1984, en Alfaro, 1987), en general contienen taninos, aceites esenciales y vitamina C. Las especies de esta familia se reconocen fácilmente por el olor intensamente aromático de aceites y resinas fabricadas por glándulas secretoras ubicadas en tejidos de la corteza, hojas y frutos.

Tabla 1. Composición química del fruto del pomorroso según Morton (1987)

Contenido en 100 g de parte comestible	
Ceniza	90.3-91.6 g
Proteína	0.5-0.7 g
Grasa	0.1-0.2 g
Fibra	0.6-0.8 g
Ceniza	0.26-0.39 g
Calcio	5.6-5.9 mg
Fosforo	11.6-17.9 mg
Hierro	0.2-0.82 mg
Caroteno	0.003-0.008 mg
(Vitamina A)	3-10 I.U.
Tiamina	15-39 mcg
Riboflavina	20-39 mcg
Niacina	0.21-0.40 mg
Acido Ascórbico	6.5-17.0 mg

2.3 IMPORTANCIA DE LOS METABOLITOS SECUNDARIOS DE LAS PLANTAS

Según lo citado por Miller (1973), en Sanabria (1983), las plantas son esenciales para la vida animal porque son capaces de convertir la energía solar en compuestos orgánicos que a su vez son utilizados para producir alimentos esenciales. A partir de agua, gas carbónico y minerales, todas las plantas verdes tienen suficiente capacidad para elaborar carbohidratos, proteínas, grasas, ácidos nucleídos, aminoácidos, algunos ácidos carboxílicos, vitaminas, reguladores del crecimiento y los compuestos que intervienen en la fotosíntesis, a estas sustancias que son comunes a todas las plantas, se les denomina METABOLITOS PRIMARIOS. Además, en las plantas son sintetizados otros productos como alcaloides, flavonoides, esteroides, cumarinas, taninos, aceites esenciales y muchas más, que no son comunes a todas las plantas y por el contrario, pueden ser una expresión de la individualidad química de un organismo; a estos compuestos se les conoce como METABOLITOS SECUNDARIOS.

Existen varias razones fundamentales que indican claramente por qué hay un gran interés en estudiar los metabolitos secundarios de las plantas. Estas razones se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Interés puramente científico para conocer la constitución química de las plantas.
 2. El estudio de la biosíntesis de las sustancias en las plantas, necesariamente involucra a los metabolitos secundarios.
 3. El conocimiento de los metabolitos secundarios presentes en las diferentes especies de plantas es un criterio muy importante para ayudar a la determinación taxonómica de las mismas; este estudio se hace en la ciencia denominada Quimiotaxonomía.
 4. Los metabolitos secundarios pueden tener importancia económica de tipo industrial como ocurre con los taninos, los aceites fijos, los aceites esenciales y las sustancias que pueden servir como precursores para la síntesis de otros compuestos con estructuras complejas, por ejemplo, a partir de la solasodina y diosgenina se preparan la mayoría de hormonas esteroidales que se consumen en la actualidad.
 5. Los metabolitos secundarios tienen gran interés por su actividad biológica y desde este punto de vista se pueden distinguir dos grupos:
 - a. Constituyentes de las plantas con acción tóxica. El conocimiento de estas sustancias puede servir para lograr el tratamiento de envenenamiento de humanos y de animales sobre bases más científicas; por otra parte, es bueno tener en cuenta que todo tóxico es un fármaco en potencia; todo es asunto de dosis.
 - b. los metabolitos secundarios como medicamentos.
- El estudio de los metabolitos secundarios ha contribuido notablemente al desarrollo de la química, la física y a la biología y como una respuesta a la necesidad de contar cada día con mejores procedimientos y equipos, se han desarrollado nuevos métodos de aislamiento, separación y de identificación.

2.4 ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES SOBRE LOS EXÁMENES FITOQUÍMICOS PRELIMINARES.

Según lo reportado en la literatura por Sanabria (Sanabria. 1983):

a) En principio todos los alcaloides tienen actividad biológica y este tipo de compuestos están presentes en un número elevado de medicamentos que se emplean actualmente.

b) Flavonoides: según Willimam (1955) pueden tener más de 30 acciones biológicas y de acuerdo con Har-borne et al (1975), el papel biológico que desempeñan en las plantas es de gran importancia, e igualmente su papel bioquímico y su actividad farmacológica son relevantes, como lo informaron recientemente Novoa y Céspedes (1983).

c) Naftoquinonas y/o Antraquinonas: sustancias empleadas desde hace mucho tiempo como catárticos, aunque también han mostrado otras actividades como antimicrobiana y antileucémica (Kupcha & Karin, 1976). d) Taninos: tienen uso industrial para curtir cueros y desde el punto de vista biológico se sabe que son muy tóxicos y pueden actuar como inhibidores enzimáticos (Golstein & Swain, 1965). e) Saponinas: aunque el principal interés por estos compuestos ha sido como precursores para la síntesis de hormonas esteroidales (Marker, 1940), también son importantes por su acción sobre las membranas celulares (Abe, H. 1978) y por su actividad anti-cáncer (Bianchii, & Cole, 1969) y antiviral (Rao, and Sinsheimer, 1974). f) Esteroides: constituyentes muy relacionados con efectos sobre la membrana celular y como hormonas sexuales y de la corteza suprarrenal (Morand & Lyal, 1968). g) Triterpenoides: son importantes por su actividad anti-cáncer entre otras (Kulshreshtma, 1972) .h) Cumarinas: para estas sustancias (Soine, 1964) encontró más de 30 efectos biológicos. i) Terpenlactonas: entre estos metabolitos, tienen mayor interés las sesquiterpenlactonas, especialmente por su actividad antimicrobiana y anti cáncer (Kupchan, 1969), (Lee, 1977), (Gonzales, 1978). j) Cardiotónicos: como su nombre lo indica, estas sustancias son de gran importancia por su actividad inotrópica sobre el corazón (Sandberg & Thorsen, 1962).

2.4.1 Análisis preliminar de alcaloides

Según Sanabria (1983) “La mayoría de alcaloides son sustancias con carácter básico, contienen nitrógeno heterocíclico, son obtenidos de plantas superiores y tienen actividades fisiológicas muy marcadas; un ejemplo típico de alcaloide es la atropina. Además de ésa gran mayoría de alcaloides que cumplen con los requisitos de este intento de definición existen otras sustancias que sin estar de acuerdo con dichos requerimientos han sido universalmente aceptadas como alcaloides, por ejemplo se conocen muchas aminas que tienen el nitrógeno sobre una cadena alifática (es el caso de la efedrina, la muscarina y la mescalina), también se han aislado alcaloides de animales como ocurre con la batraciotoxina A, obtenida del veneno de la rana del Chocó Phyllobates bicolor, sustancia que es

el cardiotónico más activo que se conoce (Witrop, 1965) (Takurama, 1968), y de la bacteria Pseudomonas aeruginosa se obtuvo el alcaloide picrocianina.

Reacciones para el reconocimiento de alcaloides. Según Sanabria (1983), en los exámenes fitoquímicos preliminares fundamentalmente se emplean reactivos de precipitación y reactivos para el revelado de cromatogramas.

Reactivos de precipitación: Existen varios reactivos que pueden producir precipitados cuando los alcaloides están disueltos en un ácido mineral diluido (normalmente HCl al 1-5%). Los reactivos más empleados con este fin son el Reactivo de Bouchardat (yodo-yoduro de potasio), R. de Dragendorff (yoduro de potasio y bismuto), R. de Ecolle (ácido silicotungstico), R. de cloruro áurico (ácido cloroáurico), R. de Hager (ácido pícrico), R. de Mayer (yoduro de potasio y mercurio), R. de cloruro platínico (ácido cloroplatínico), R. de Scheibler (ácido fostungstico), R. De Sonnenschein (fosfomolibdato de amonio), R. de Valser (yoduro de potasio y cadmio) y R. de Reineckato de amonio.

2.4.2 Análisis preliminar de Flavonoides

Los flavonoides son un grupo de metabolitos secundarios ampliamente distribuidos en los vegetales, responsables de muchas coloraciones de las plantas y con actividades biológicas muy importantes.

Desde el punto de vista químico derivan de la estructura fundamental C₆-C₃-C₆, es decir, 2 anillos de benceno unidos por una cadena de 3 átomos de carbono. Son formados en las plantas a partir de una unidad de ácido cinámico (vía ácido chiquímico) y 3 unidades de acetato.

El estudio de los flavonoides tiene interés en Quimiotaxonomía y por las funciones que pueden cumplir en las plantas como sustancias que facilitan la polinización (Harborne, 1977), como reguladores del crecimiento de algunos vegetales (Carpena, 1979) y como sustancias que protegen las plantas del ataque de microorganismos, especialmente las fitoalexinas producidas como respuesta de la planta a la invasión por microorganismos (Chamberlain, and Paxton, 1968), (Van Etten, 1976), (Ingham, 1976), (Ingham, 1978), (Smith, 1978), (Van Etten, 1978). También pueden ser importantes como precursores para la síntesis de floroglucina (Newhall & Ting, S.V. 1967), como sustancias edulcorantes (Krbeczek, L., Inglett, G. et al. 1968), por su actividad estrogénica (Bickoff, E.M.1968), (Shutt, D.A.1976), por su acción anti-cáncer (Sarin et al. 1976), como agentes que disminuyen la fragilidad capilar (Trease & Evans, 1978) y por muchas otras actividades biológicas (MC Clure, 1975).

2.4.3 Análisis preliminar de naftoquinonas y/o antraquinonas

Las naftoquinonas y las antraquinonas son el grupo de quinonas presentes con mayor frecuencia en las plantas superiores, aunque también han sido aisladas de microorganismos y de líquenes. Las quinonas naturales químicamente son para-quinonas u orto-quinonas formados en las plantas por la ruta biosintética del acetato; en general son compuestos de color amarillo anaranjado o café, pero cuando existen como sales de hidroxiquinonas, son de color púrpura, azul o verde. El estudio de estas sustancias tiene gran interés en la actualidad porque algunos investigadores han demostrado que poseen actividad anti-microbiana y antitumoral significativa (Goncalves, et al 1971) (Shellard, 1957), como ocurre con la lawsana y el lapacol.

2.4.4 Análisis preliminar de esteroides y Triterpenoides libres

El triterpeno más sencillo y precursor de todos los esteroides y triterpenoides es el escualeno.

La reacción de Liebermann-Burchard (Allen, 1924) es la prueba más utilizada para el análisis cualitativo y cuantitativo de esteroides y aunque se viene empleando desde hace más de 60 años, no se conoce bien el mecanismo ni los requerimientos estructurales exactos para que una sustancia de positiva la prueba, por eso y para una mayor confiabilidad en el resultado lo mejor es someter el extracto de la planta en éter de petróleo a una cromatografía bidimensional en capa delgada utilizando como adsorbente sílica de gel G y como revelador el reactivo de Lieberman-Burchard (Stahl, 1969).

2.4.5 Análisis preliminar de taninos

Los taninos son polifenoles de origen natural con peso molecular comprendido entre 500 y 3.000 que son capaces de formar uniones estables con las proteínas y otros polímeros como la celulosa y la pectina. Debido a la facilidad con que los taninos se unen a las proteínas, se usan industrialmente para curtir cueros y pueden inhibir algunas enzimas, interfiriendo con procesos metabólicos (Golstein & Swain, 1965). Debido a su toxicidad, se piensa que los taninos juegan un papel importante en los mecanismos de defensa de las plantas y es interesante el hecho de haber aislado taninos con acción antitumoral (Loub, 1973).

La prueba más conocida y universalmente utilizada para el reconocimiento de taninos, se basa en la precipitación de una solución, de gelatina-sal por los taninos y tal vez, la técnica descrita por Segelman y col. (1969), es la que mejores resultados ha dado.

2.4.6 Análisis preliminar de saponinas

Las saponinas son glicósidos que derivan fundamentalmente de 2 núcleos:

Farnsworth & Morris (1976) cita varias propiedades características de las saponinas: a) Son capaces de hemolizar los glóbulos rojos .b) .Cuando están disueltas en agua y se agitan vigorosamente pueden producir una espuma característica que persiste por más de 30 minutos. c) Las saponinas son tóxicas para los peces porque producen parálisis de las agallas) Producen coloraciones características con el reactivo de Liebermann-Burchard.

Las saponinas esteroidales están ampliamente distribuidas en las plantas y tienen gran importancia porque son el punto de partida para la síntesis química (Marker, R.E. 1940), (Marker, 1947) o microbiológica (Hayakawa & Sato, 1963) de aproximadamente el 80% de las hormonas esteroidales y si se tiene en cuenta que cerca del 10% de los medicamentos son hormonas esteroidales, es fácil comprender la enorme importancia económica que tienen dichos compuestos.

2.4.7 Análisis preliminar de Cardiotónicos

Los glicósidos cardíacos o cardiotónicos son sustancias, amargas derivadas de los esteroides, que tienen acción sobre el corazón.

Los cardenólidos tienen mayor importancia desde el punto de vista terapéutico y se han aislado especialmente en plantas del género Digitalis de la familia Scrophulariaceae (Makarivich, 1973) y del género Strophanthus de la familia Apocynaceae.

Con el fin de detectar los cardiotónicos en plantas se emplean reacciones para el reconocimiento de los desoxi-azúcares, del núcleo esteroide y de la lactona insaturada.

2.4.8 Análisis preliminar de cumarinas

Las cumarinas son sustancias derivadas de la α -benzopirona, formadas en las plantas a partir del ácido cinámico (Brown, 1963). El compuesto más sencillo es la cumarina y en las plantas existen derivados hidroxilados como la umbeliferona, metoxilados y prenilados como la suberosina y la xantiletina, furanocumarinas como el psoraleno y una gran variedad de compuestos que incluyen glicósidos.

Las cumarinas tienen importancia biológica como agentes fotosensibilizantes de la piel, por su acción anticoagulante, estrogénica, sedante, vasodilatadora,

antihelmíntica, antibacteriana, antifúngica y por muchas otras actividades biológicas que describe Soine (1964).

Actividad citotóxica y antitumoral: Se han efectuado muchos trabajos en los cuales se ha demostrado la actividad citotóxica y/o antitumoral de algunas lactonas sesquiterpénicas, entre estos estudios vale la pena mencionar los llevados a cabo por Lee y col. (Gray & Waterman, 1978) (Lee & col. 1972), González y col. (Gonzales, A.G. y col. 1978) y especialmente los de Kupchan & col. (1969).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

El estudio contempló tres fases, que corresponden a revisión bibliográfica, fase de campo (recolección de la muestra), fase de laboratorio (preparación de la muestra, pruebas fitoquímicas, estudio morfológico, anatómico, y pruebas histoquímicas) y procesamiento de la información, que tuvo una duración aproximada de seis meses.

3.1 FASE 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Se realizó una búsqueda exhaustiva de información tanto en la web como en libros.

3.2 FASE 2. TRABAJO DE CAMPO (recolección de la muestra)

Se colectaron muestras botánicas completas, con flor y fruto, además el fruto fue colectado periódicamente (de forma aleatoria) escogiendo aproximadamente cinco unidades por árbol en distintos barrios de la comuna uno, Municipio de Neiva departamento del Huila, Colombia.

3.3 FASE 3. TRABAJO DE LABORATORIO

Secado y montado de los ejemplares. Los ejemplares colectados fueron prensados, secados y montados para incrementar el inventario del herbario SURCO de la universidad.

Preparación de la muestra. Se inicio con la separación de la cascara, pulpa y semilla del fruto, seguido del proceso de pesado, secado y molida, posteriormente se tomaron 200 gramos de cada muestra en remojo con etanol al 96% durante ocho días aproximadamente.

Pruebas fitoquímicas. Se tomaron los extractos etanolicos de cada muestra y se aplicaron los siguientes reactivos de identificación de metabolitos secundarios: Shinoda para flavonoides, Wagner, Dragendorff y Mayer para alcaloides, Cloruro férrico, Solución de Gelatina, Solución de Gelatina y sal y Solución Salina para

taninos, Liebermann-Burchard y Salkowski para triterpenos y/o esteroides, Hidróxido de Sodio para cumarinas y Baljet, Keller-Killiani, Burchard y Salkowski para cardiotónicos. (Ver apéndice 1)

Estudio morfológico. Se realizó este estudio teniendo en cuenta el libro morfolología y anatomía vegetal de Becerra & Chaparro (1999).

Estudio anatómico. Se realizaron cortes de tallo, hoja, flor y fruto y con base al libro anatomía vegetal de Da Apezato & Carmello (2003) se identificaron cada una de las partes.

Pruebas histoquímicas. Se realizó este estudio aplicando colorantes como Sudam III para aceites y grasas, Lugol para almidón, Fehling para azúcares reductores, Azul de metileno para mucílago y Cloruro férrico para taninos, en los cortes de los órganos del pomoroso. Para la identificación de estas sustancias contenidas en los tejidos se tuvo en cuenta el libro morfolología y anatomía vegetal de Becerra & Chaparro (1999).

3.4 FASE 4. INTERPRETACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos se relacionaron en tablas que posteriormente fueron interpretadas, además, con base a esos resultados se realizaron las discusiones y conclusiones.

CAPITULO IV

RESULTADOS

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos a través del estudio fitoquímico preliminar realizado, en donde se identificaron metabolitos secundarios de extracto etanólico de la cascara, pulpa y fruto, además de su abundancia aparente.

Tabla 2. Resultados de pruebas fitoquímicas preliminares para la *Sizygium malaccense* (L). Merr. & L.M Perry (Pomorroso).

METABOLITOS SECUNDARIOS	REACTIVOS	CASCARA	PULPA	SEMILLA
FLAVONOIDES	Mg y HCl	+++	incierta	-
ALCALOIDES	Dragendorff	++	++	-
	Mayer	+	+	-
	Wagner	+++	+++	-
SAPONINAS	H ₂ O Caliente	+++	+++	+++
TANINOS	FeCl ₃	-	-	+++
	SIn de Gelatina	-	-	+++
	SIn de Gelatina y sal	-	-	+++
	SIn Salina	-	-	+++
ANTRAQUINONAS LIBRES	CHCl ₃ - NaOH 5%	-	+	++
TRITERPENOS Y/O ESTEROIDES	Liebermann-Burchard	++	++	++
	Salkowski	-	-	-
CUMARINAS VOLATILES	NaOH	-	-	-
CARDIOTÓNICOS	Baljet	-	-	-
	Keller-Killiani	-	-	-
	Burchard	-	-	-
	Salkowski	-	-	-

+++ = Presente en abundancia. ++ = Presente en mediana cantidad. + = Presente en pequeña cantidad. - = Resultado negativo.

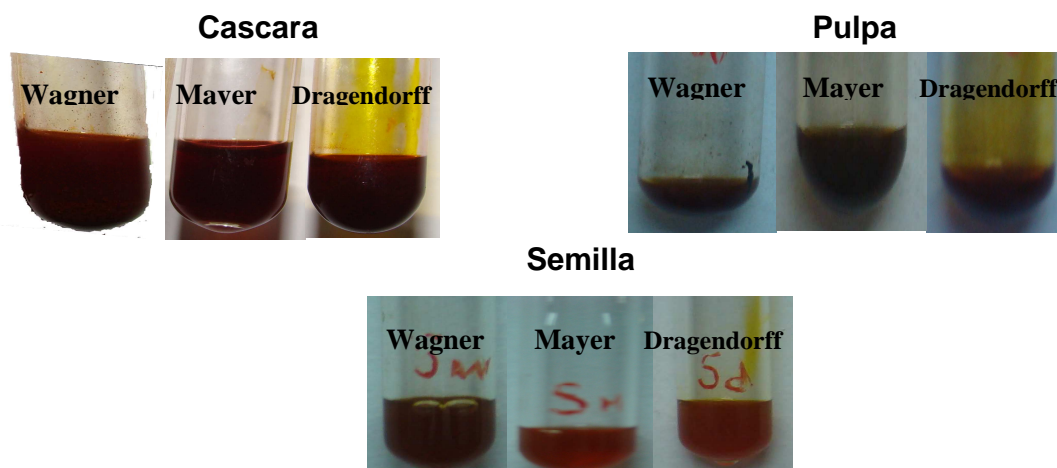
4.1 RESULTADOS DE PRUEBAS FITOQUIMICAS

Figura 1. Prueba para identificación de flavonoides.



Al aplicar la prueba de Shinoda para flavonoides (coloración rojiza) en los extractos etanólicos, la prueba dio positiva para la cascara e incierta para la pulpa.

Figura 2. Prueba para identificación de alcaloides.



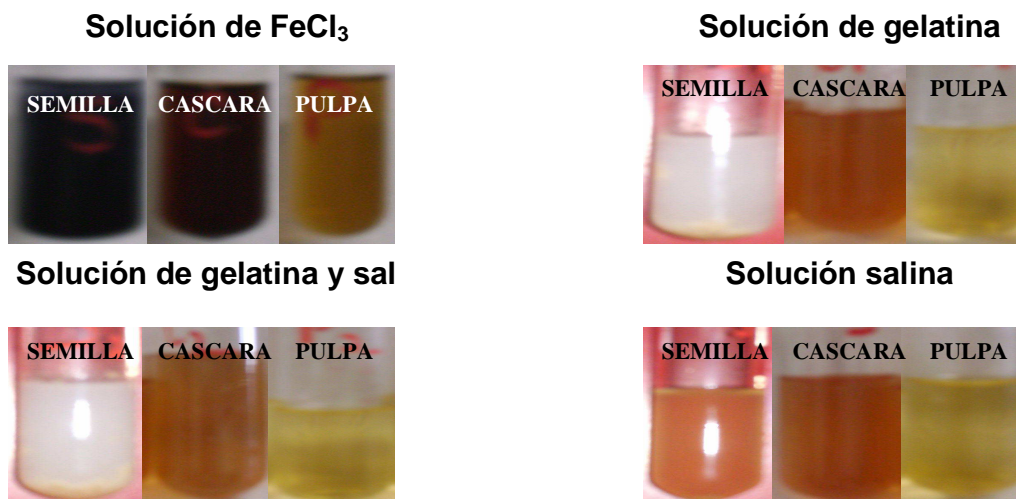
Al aplicarle los reactivos de Wagner, Mayer y Dragendorff (turbidez o precipitado marrón) en los extractos etanólicos, la prueba dio positiva para cascara y pulpa.

Figura 3. Prueba para identificación de saponinas.



Al adicionar agua caliente y agitar los extractos etanólicos la prueba dio positiva para cascara, pulpa y la semilla al formarse espumas en cada una.

Figura 4. Prueba para identificación de taninos.



Al adicionarle las soluciones de FeCl₃ (coloración azul), gelatina (precipitado blanco), gelatina y sal (precipitado blanco) y salina (sin cambio) en los extractos etanólicos, la prueba dio positiva para Semilla.

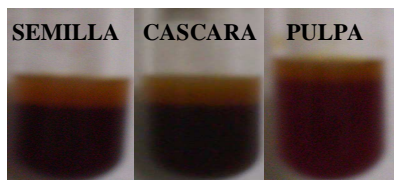
Figura 5. Prueba para identificación de antraquinonas libres.



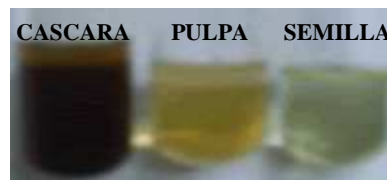
Al adicionar CHCl₃ - NaOH 5% (cloración roja) en los extractos etanólicos, la prueba dio positiva para pulpa y semilla.

Figura 6. Prueba para identificar triterpenos y/o esteroides.

Reacción de Liebermann- Buchard

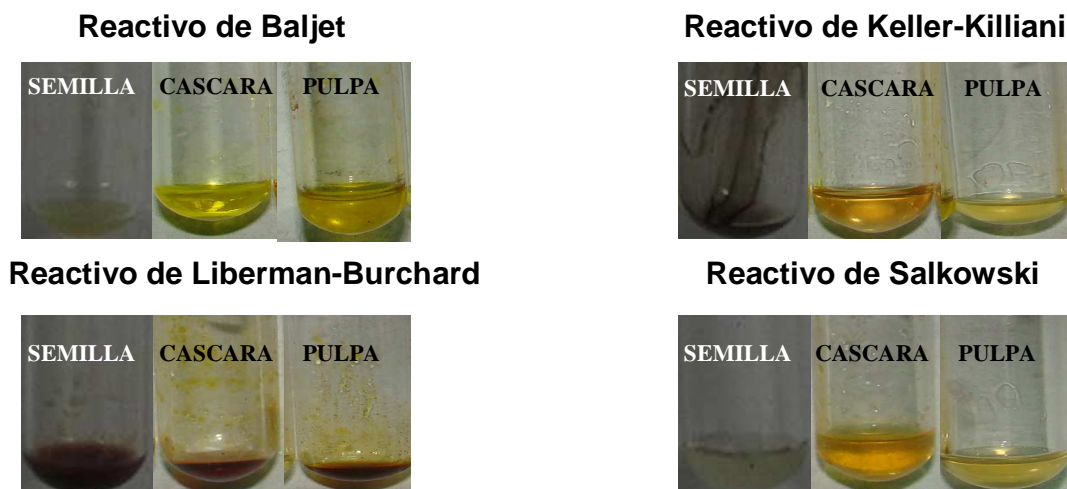


Reacción de Salkowski



Al aplicar el reactivo de Liebermann-Buchard (coloración marrón) en los extractos etanolicos, la prueba dio positiva para cascara, pulpa y semilla, mientras con el de Salkowski dio negativa.

Figura 7. Prueba para identificación de cardiotónicos.



Al aplicarle los reactivos se esperaba que con de Baljet se obtuviera coloraciones roja, naranja o violeta, Keller-Killiani coloraciones intensas, Liberman-Burchard coloración verde, azul verdoso y de Salkowski coloración amarilla o rojo sangre, por lo tanto la prueba dio negativa para los tres extractos etanolicos.

4.2 RESULTADOS MORFOLOGICOS

Descripción botánica del pomorroso

Sizygium malaccense (L). Merr. & L.M Perry

Árbol perenne, 8 – 10 m de altura. Tallo simpodial, café grisáceo. Hojas simples, opuestas; peciolo de 1,5 – 2 cm de longitud; lamina oblonga, 20 – 29 cm de longitud, 7 – 9 cm de ancho, margen entero, ápice acuminado, base atenuada, venación camptodroma. Inflorescencia caulinar, fasciculada, 7-10 cm de longitud por 8-10 cm de ancho; brácteas florales caedizas. Flores grandes, vistosas, actinomorfas, bisexuales, epíginas; cáliz dialisépalo, sépalos 4, con desarrollo valvar; corola dialipétala, pétalos 4, con desarrollo contorto, fucsia; estambres muchos, libres, isómeros; filamento 3 cm de longitud, fucsia; antera dorsifija, diteca, dehiscencia longitudinal, amarilla; gineceo sincárpico, ovario ínfero, bicarpelar, bilocular, placentación axilar, con pocos óvulos, anátropos, de los cuales solo uno se desarrolla. Fruto en drupa, exocarpo rojizo, mesocarpo blanco.

En las muestras de pomorroso se evidencian flores vistosas con muchos estambres, la disposición de la inflorescencia tipo caulinar (figuras 8 y 9) y el fruto carnoso (figura 10).

Figuras 8, 9 y 10. Órganos del pomorroso

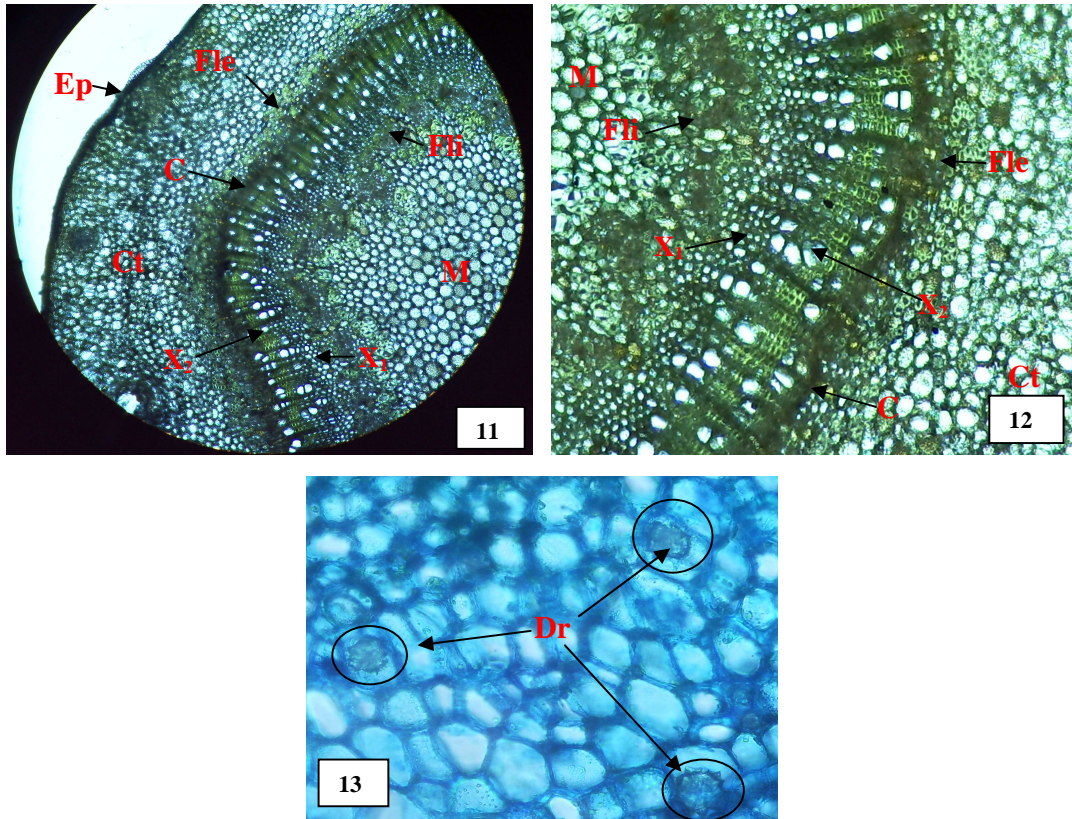


8: Flores 9 Hojas y flores. 10: Fruto.

4.3 RESULTADOS DE LA DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

TALLO: En el corte transversal de tallo se observan los tejidos típicos de una dicotiledónea, con haces vasculares bicolaterales (figura 11), estela tipo sifonostela anfiflóica, y corteza y médula con cristales de oxalato de calcio en forma de drusas.

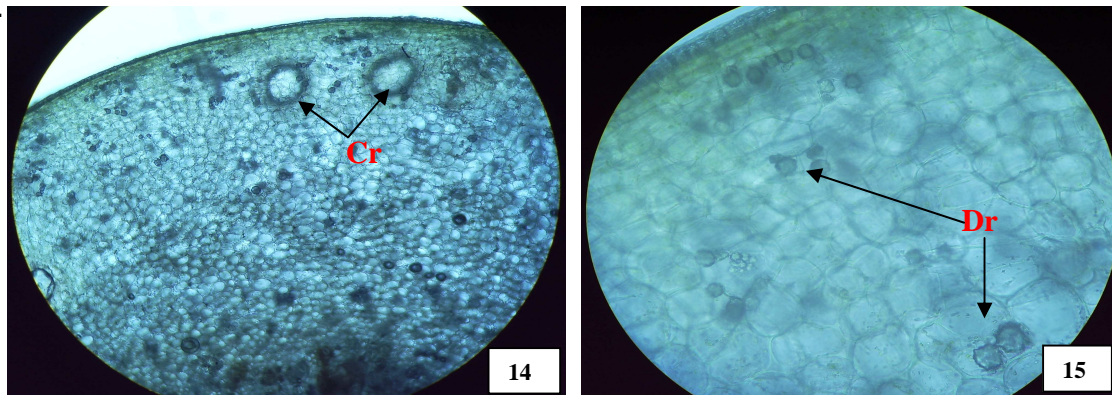
Figuras 11, 12 y 13. Corte transversal de tallo.



11: vista general, aumento 10 X; 12: detalle del corte, aumento 10 X. 13: detalle de corteza mostrando cristales de oxalato de calcio en forma de drusas (**Dr**), aumento 40 X. **M**= médula; **X₁**= xilema primario; **X₂**= xilema secundario; **Fli**= floema interno; **Fle**= floema externo **C**= cambium vascular; **Ct**= corteza; **Ep**= epidermis.

PECIOLLO: se observan canales resiníferos (figura14) y gran cantidad de cristales de oxalato de calcio en forma de drusas

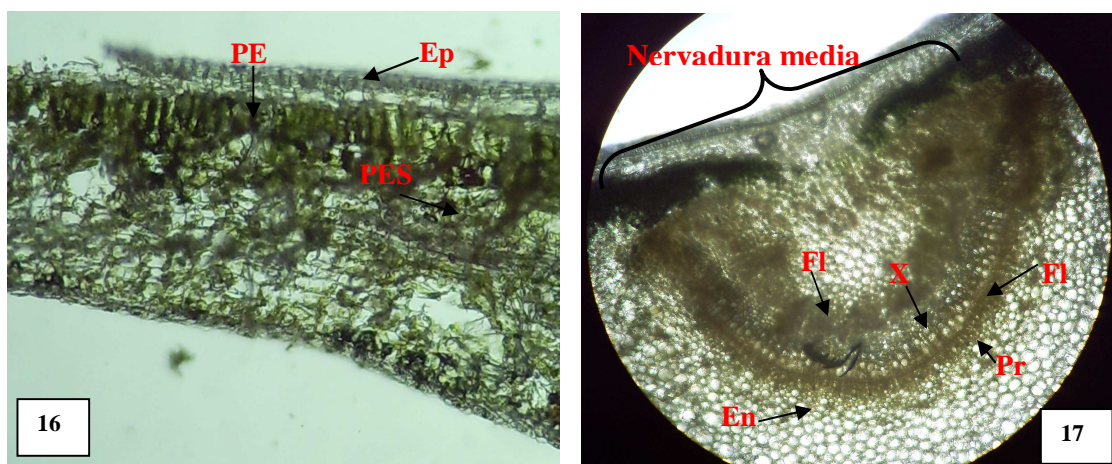
Figuras 14 y 15. Corte transversal de peciolo



14: Canales resiníferos aumento (Cr), 10 X. 15: detalle del corte mostrando gran cantidad de cristales de oxalato de calcio en forma de drusas (Dr), aumento 40 X.

HOJA: En el corte transversal de hoja se observan los tejidos típicos de una dicotiledónea, con mesófilo bifacial, compuesto por una capa de parénquima en empalizada hacia el haz y parénquima esponjoso hacia el envés (figura 16). Presenta nervadura media en forma de media luna (figura 17), en cuyo parénquima se observan canales resiníferos y algunos cristales de oxalato de calcio en forma de drusas.

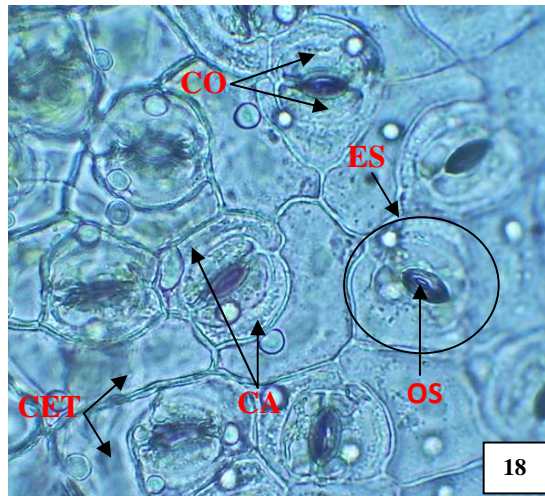
Figuras 16 y 17. Corte trasversal de hoja, aumento 10 X.



Se observa X= xilema; FI= floema; En= endodermis; Pr= periciclo; PE= parénquima en empalizada; PES= parénquima esponjoso; y Ep = epidermis.

En el corte superficial de la hoja se observan además de las células epidérmicas típicas los estomas (ES) de tipo paracítico (figura 18), con un par de células anexas paralelas a las células oclusivas. Según la posición de los estomas, la hoja es de tipo hipostomática.

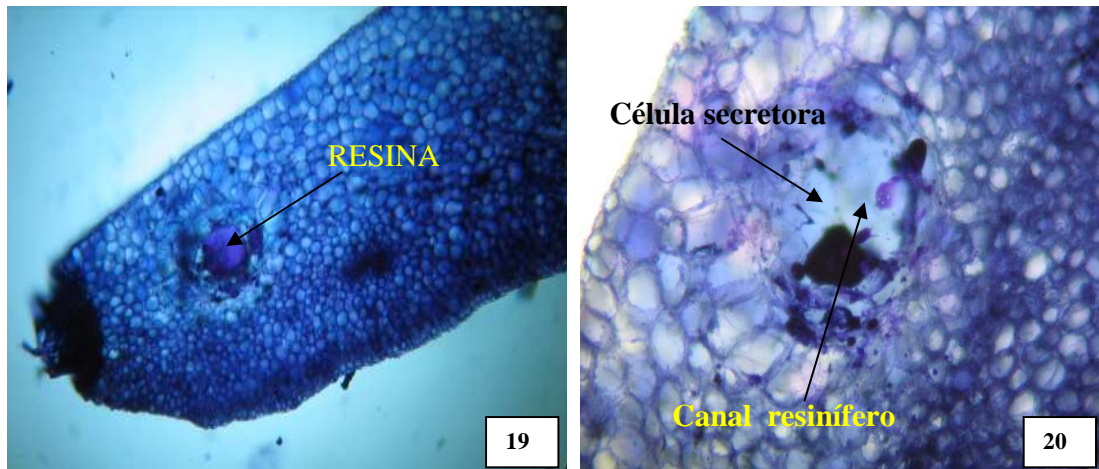
Figura 18. Corte longitudinal del envés de hoja, aumento 40 X.



Se observan las células oclusivas (**CO**) y las células anexas (**CA**) paralelas a las últimas, el ostiolo (**OS**) además las células epidérmicas típicas (**CET**).

PÉTALO: Además del tejido típico, en el pétalo de la flor del pomorroso se observan canales resiníferos con sus respectivas células secretoras (figura 19 y 20).

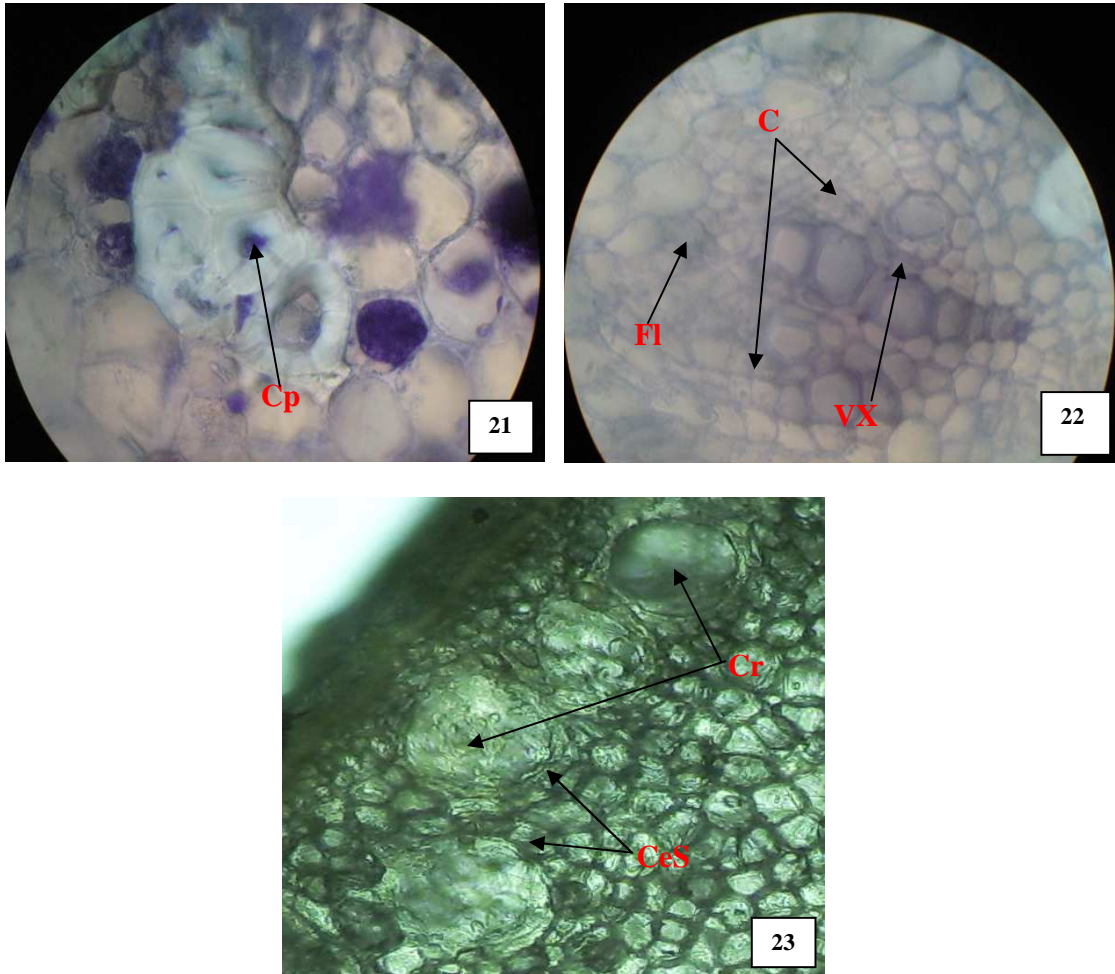
Figuras 19 y 20. Corte longitudinal de pétalo.



19: vista general aumento 10 X. 20: aumento 40 X.

PEDICELO FLORAL: En el corte transversal del pedicelo floral se observan los tejidos fundamentales de una planta dicotiledónea (figura 21), con algunos canales resiníferos (figura 22) y células pétreas (figura 23).

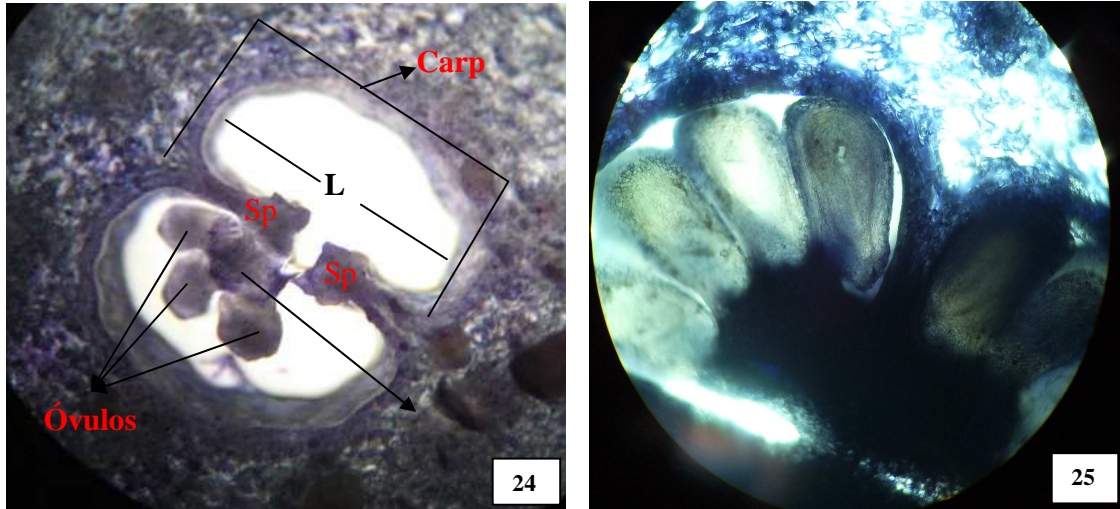
Figuras 21 a23. Corte transversal de pedicelo floral.



21: células pétreas (**Cp**) aumento 100 X. 22: cambium (**C**), floema (**Fl**) y vaso del xilema (**VX**) aumento 100 X. Figura. 23: Células secretoras (**CeS**), canales resiníferos (**Cr**) aumento 10 X.

OVARIO: en el corte transversal de ovario se identifican las partes fundamentales un ovario bicarpelar, bilocular, con placentación axilar (figura 24) y óvulos anátropos (figura 25).

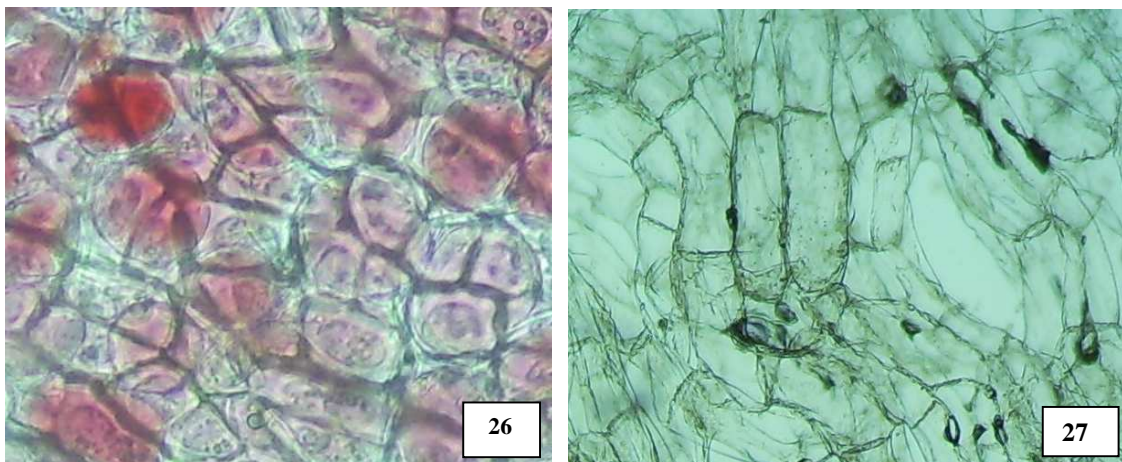
Figuras 24 y 25. Corte transversal de ovario.



24: carpelos (**Carp**), lóculos (**L**), los óvulos, el septo (**Sp**) aumento 10 X. 25: detalle del corte aumento 40 X.

FRUTO: en la cáscara (exocarpo) del fruto se observan antocianos (figura 26), mientras en la pulpa (mesocarpo) se observa el tejido de almacenamiento típico (figura 27).

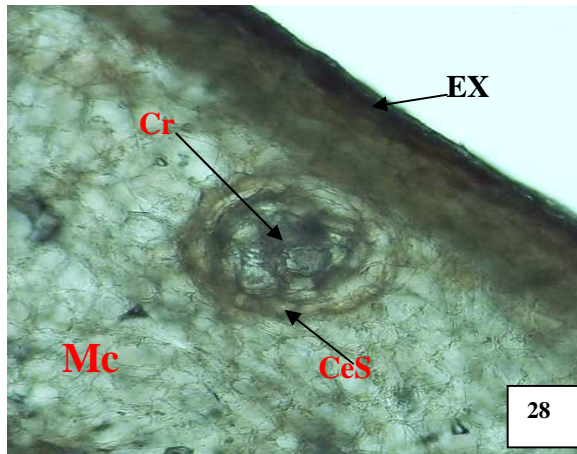
Figuras 26 y 27. Corte longitudinal de fruto.



26: células del exocarpo aumento 10 X. 27: mesocarpo, parénquima de reserva aumento 10 X.

Se observan canales resiníferos (figura 28).

Figura 28. Corte transversal de fruto.



Exocarpo (**EX**) y mesocarpo (**Mc**), células secretoras (**CeS**), canal resinífero (**Cr**) aumento 10 X.

4.4 RESULTADOS DE LAS PRUEBAS HISTOQUÍMICAS

La tabla 3 muestra los resultados obtenidos a través de la aplicación de colorantes químicos en los diferentes órganos del pomorroso, en donde se identifican sustancias químicas.

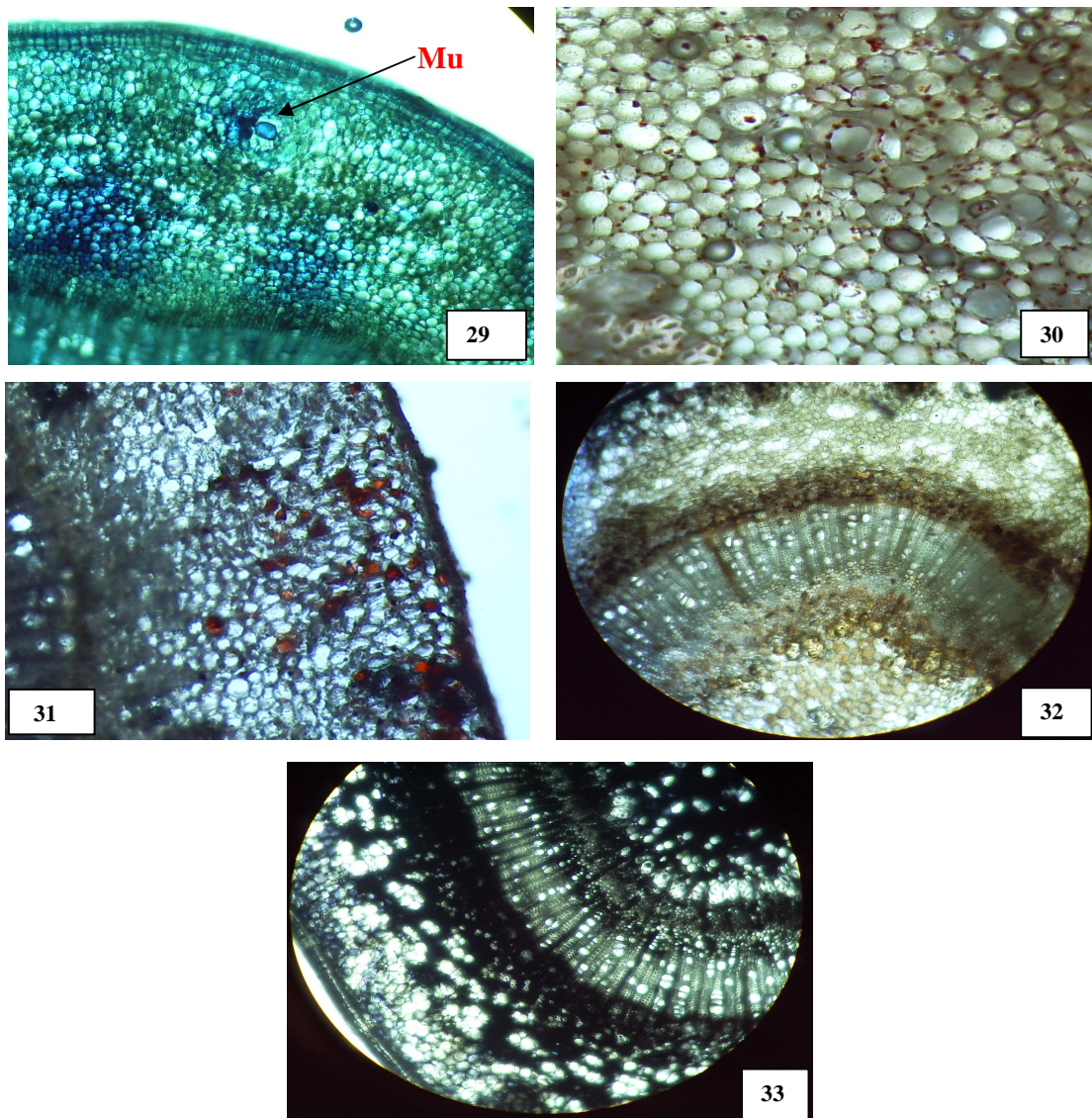
Tabla 3. Resultados de identificación de sustancias químicas contenidas en los tejidos de los diferentes órganos del pomorroso.

SUSTANCIAS	COLORANTE	ORGANO	RESULTADO
Aceites y Grasas	Sudam III	Tallo (medula, corteza)	+++
		Flor (pedicelo)	++
Almidón	Lugol	Tallo, Flor, Fruto, Hoja.	-
Azucares Reductores	Fehling A+ Fehling B	Tallo (floema, parénquima fotosintético)	++
		Flor (parénquima, haces vasculares canales, resiníferos)	+++
		Fruto(canales resiníferos)	++
		Hoja(has vascular, parénquima fotosintético)	++
Cutinas	Sudam III	Tallo, Flor, Fruto, Hoja.	+++
Muscílagos	Azul de metileno	Tallo(canales resiníferos)	+
		Flor (haces vasculares)	++
		Hoja(canales resiníferos)	+
		Fruto(canales resiníferos)	+
Taninos	Cloruro Férrico	Tallo (todos los tejidos)	+++
		Flor (El septo, la placenta y los haces vasculares)	++
		Hoja	+
		Fruto(tejido embrionario)	+++

+++ = Presente en abundancia. ++ = Presente en mediana cantidad. + = Presente en pequeña cantidad. - = Resultado negativo.

TALLO: en el corte transversal de tallo tinturado con diferentes colorantes se observa mucílago en un canal resinífero (figura 29), aceites y grasas en la medula y la corteza (figuras 30y31), azucares reductores en el floema y parénquima fotosintético (figura 32) y gran abundancia de taninos (figura 33).

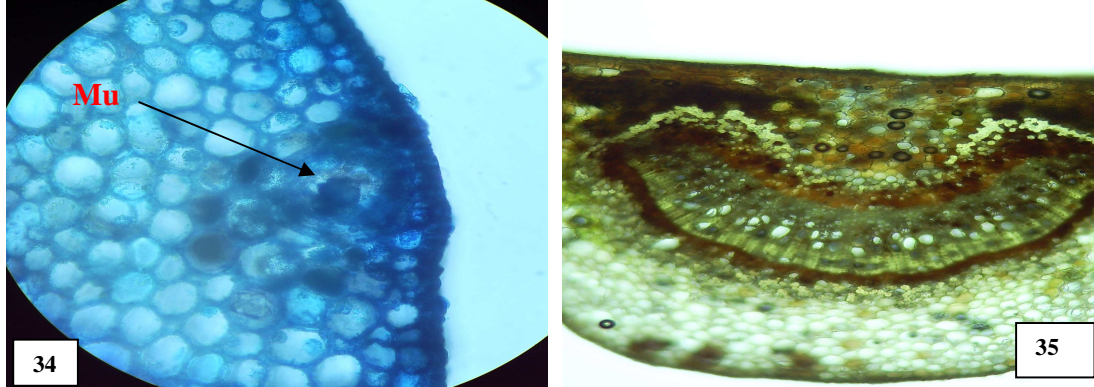
Figuras 29 a 33. Cortes transversales de tallo con los diferentes colorantes aplicados para las pruebas histoquímicas, aumento 10 X.



29: Prueba para mucílago (**Mu**), corteza tinturada con azul de metileno. 30 y 31: Médula y corteza tinturadas con Sudam III, se observan puntos rojos que indican la presencia de aceites y grasas. 32. Corte tinturado con fehling A+B, se observa un precipitado pardo en el floema interno, externo y en el parénquima fotosintético, lo que indica presencia de azúcares reductores. 33: Corte tinturado con cloruro férrico, se observa una coloración oscura en la mayoría del corte, lo que evidencia la presencia de taninos.

HOJA: en el corte transversal de mesófilo tinturado con diferentes colorante se observa mucílago en un canal resinífero (figura 34).

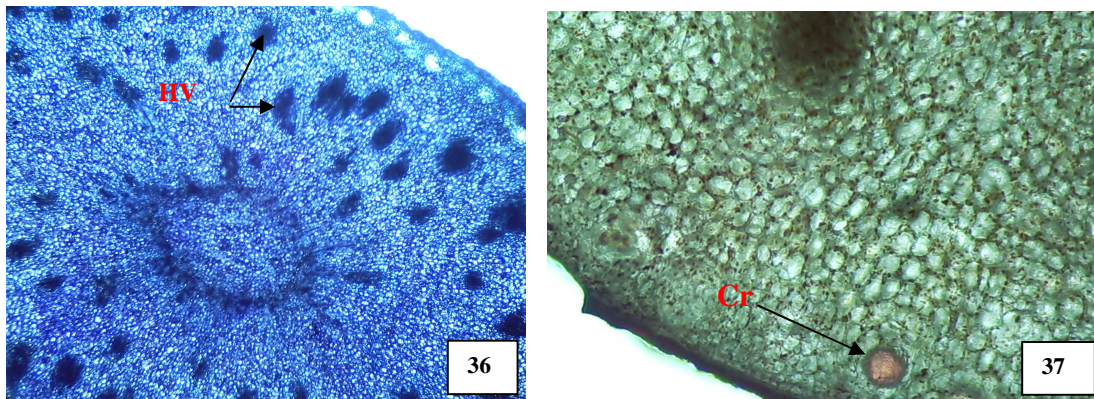
Figuras 34 y 35. Cortes transversales de hoja con azul de metileno y fehling A + B.



34: Prueba para mucílago (**Mu**), mesófilo tinturado con azul de metileno, aumento 40 X. Figura 35: Nervio central tinturado con fehling A+B, se observa un precipitado pardo alrededor del haz vascular y en las células parenquimáticas cerca a la epidermis superior, aumento 10X.

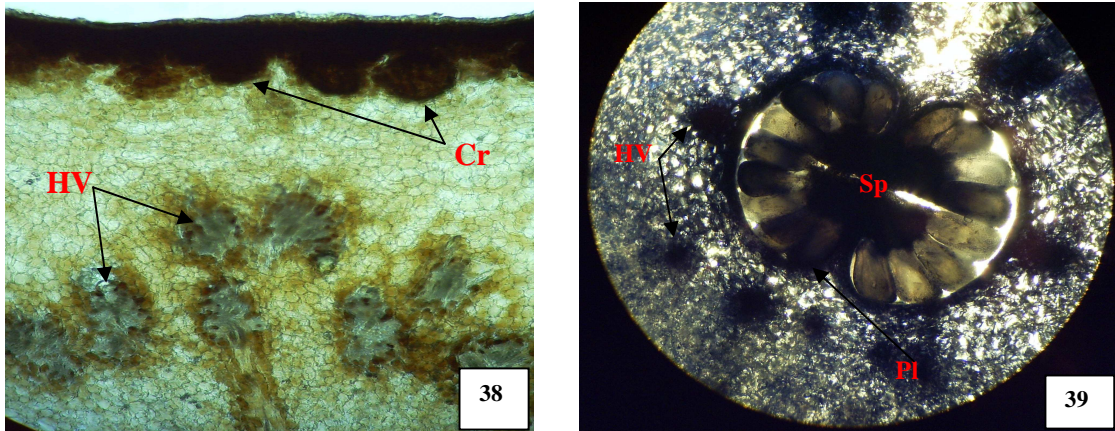
FLOR: en el corte transversal de pedicelo floral y de ovario tinturados con diferentes colorantes se observa mucílago en los haces vasculares (figura 36), aceite en un canal resinífero (figura 36) y taninos en el ovario (figura 38).

Figuras 36 y 37. Cortes transversales de pedicelo floral con azul de metileno y Sudam III.



36: Pedicelo floral tinturado con azul de metileno. Se observan los haces vasculares (**HV**) totalmente teñidos, aumento 4 X. 37: Pedicelo floral tinturado con Sudam III. Los puntos rojos en las células y en el canal resinífero (**Cr**) indican la presencia de aceites y grasas, aumento 10 X.

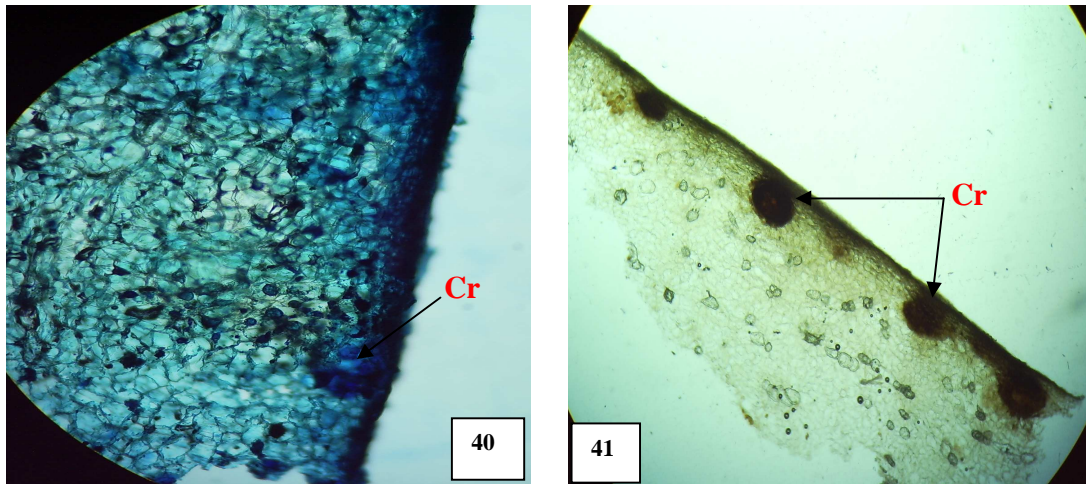
Figuras 38 y 39. Cortes transversales de pedicelo floral y ovario con fehling y cloruro férrico.



38: Pedicelo floral tinturado con fehling A + B. la coloración parda en el parénquima, los haces vasculares (HV) y canales resiníferos (Cr) indica la presencia de azúcares reductores. 39: Ovario tinturado con Cloruro férrico. El septo (Sp), la placenta (Pl) y los haces vasculares se tornan oscuros, lo que indica presencia de taninos.

FRUTO: en el corte transversal del fruto tinturado con diferentes colorantes se observa mucílago y azúcares reductores en los canales resiníferos (figura 40 y 41).

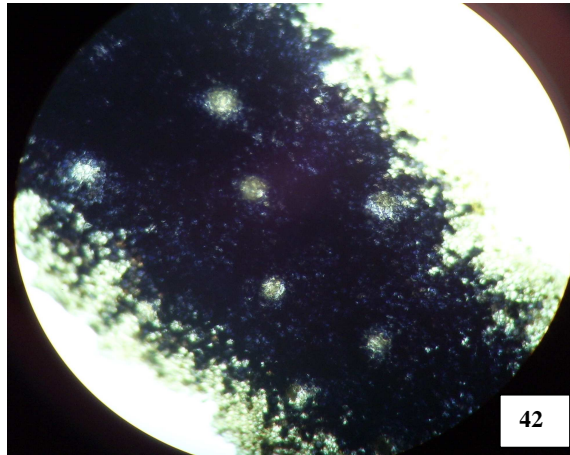
Figuras 40 y 41. Cortes transversales de fruto con azul de metileno y fehling A + B.



40: Mesocarpo y exocarpo tinturados con azul de metileno (40 X). 41: Fehling A + B (10 X), se evidencia la presencia de mucílago y de azúcares reductores en los canales resiníferos (Cr).

SEMILLA: en el corte longitudinal de tejido embrionario tinturado con diferentes colorantes se observa la presencia abundante de taninos (figura 42).

Figura 42. Corte transversal de tejido embrionario con cloruro férrico.



42: coloración oscura que indica la presencia de taninos.

CAPITULO V

DISCUSIÓN

Los resultados para la determinación de alcaloides muestran que para distinto tipo de reactivo la abundancia o presencia es variable, debido a que este tipo de metabolito secundario presenta grupos funcionales diferentes y por tanto, algunas pruebas son específicas para reconocer un compuesto, grupos de compuestos o una sustancia puntual.

Los flavonoides, sustancias importantes por ser utilizadas como sustancias edulcorantes (Krbechek, L., Inglett, G. et al. 1968), por su actividad estrogénica (Bickoff, E.M.1968), (Shutt, D.A.1976), por su acción anti-cancerígena (Sarin. J.P.S.et al. 1976), como agentes que disminuyen la fragilidad capilar (Trease, G.E. and Evans, W.C. 1978), están presentes en la cascara y pulpa del pomoroso, con mayor abundancia en la primera.

Los resultados para la identificación de alcaloides en los tres extractos etanólicos (cascara, pulpa, semilla) del fruto del pomoroso se evidencian solo para cascara y pulpa con los distintos reactivos empleados.

La concentración de saponinas encontradas es grande para las tres muestras estudiadas, este tipo de metabolito es de gran interés porque, por ejemplo, Farnsworth y Morris (1976) citan dos propiedades características de las saponinas: a) Son capaces de hemolizar los glóbulos rojos, y b) cuando están disueltas en agua y se agitan vigorosamente pueden producir una espuma característica que persiste por más de 30 minutos. De hecho, esta es la prueba específica para su identificación.

Las saponinas esteroidales están ampliamente distribuidas en las plantas y tienen gran importancia porque son el punto de partida para la síntesis química (Marker, 1940, 1947) o microbiológica (Hayakawa y Sato, 1963) de aproximadamente el 80% de las hormonas esteroidales y si se tiene en cuenta que cerca del 10% de los medicamentos son hormonas esteroidales, es fácil comprender la enorme importancia económica que tienen dichos compuestos.

Los taninos son sustancias con propiedades astringentes y antiinflamatorias. Al ser capaces de secar y desinflamar la mucosa del tracto intestinal, resultan muy eficaces en el tratamiento de la diarrea, además, gracias a la actividad astringente

ayudan también a que la sangre coagule, por lo que los taninos presentan una acción antihemorrágica local, debido a la vasoconstricción que producen, y así mismo, resultan beneficiosos en el tratamiento de hemorroides (Judd et al, 2002), este tipo de metabolito secundario está presente en gran abundancia en la semilla del pomorroso, lo cual nos permite argumentar que la semilla de la especie investigada es un posible antidiarréico y vaso constrictor.

Las antraquinonas, metabolitos secundarios que se identificaron en pulpa y semilla del pomorroso, tienen gran interés en la actualidad porque algunos investigadores han demostrado que poseen actividad anti-microbiana y antitumoral significativa (Goncalves, et al 1971) (Shellard, 1957), como ocurre con la lawsana y el lapacol.

La prueba de Liebermann-Burchard para la identificación de triterpenos y/o esteroides, resultó positiva, pero puede indicar falsos positivos, debido a que otras sustancias como los carotenos y las xantofilas que siempre se encuentran en las plantas también reaccionan positivamente (Wall & Col, 1954, en Sanabria, 1983).

Según Alfaro (1987) la pulpa y la semilla de la Pomarrosa común *Sizigium jambos* (L) Alston presenta flavonoides y taninos, saponinas solo en la pulpa y esteroides y antraquinonas solo en la semilla, al compararlo con el Pomorroso *Sizigium malaccense* (L) Merr & L.M Perry, se observa que ambas especies presentan flavonoides y saponinas en la pulpa y taninos, saponinas, esteroides y antraquinonas en la semilla. A diferencia de la pomorrosa común, el pomorroso presenta alcaloides y saponinas en la pulpa y flavonoides en la semilla, pero no presenta flavonoides en la semilla y hay ausencia de taninos en pulpa. Ninguna de las dos especies presenta alcaloides en semilla ni cumarinas en semilla y pulpa. Todo lo anterior se debe posiblemente a que son especies vegetales pertenecientes a la misma familia y genero, por tanto, pueden compartir la presencia y/o ausencia de algunos metabolitos secundarios.

En los resultados obtenidos del estudio anatómico, se evidencian antocianos en la cascara del fruto, lo cual corrobora los resultados positivos fitoquímicos en la identificación de flavonoides, en razón a que los antocianos son pigmentos pertenecientes a este grupo de metabolito secundario (Kuskoski, et al 2004).

La abundante presencia de taninos en la semilla, evidenciable en los resultados obtenidos del estudio histoquímico, corrobora los resultados positivos fitoquímicos en la identificación de dicho metabolito secundario.

Además, en la pomarrosa común y la guayaba, según lo reportado por Alfaro (1987), se cita la presencia de sustancias químicas en la pulpa de los frutos, lo cual comparado con los resultados obtenidos del pomorroso muestran también la presencia de aceites, grasas y azúcares reductores, esta relación se debe posiblemente a que las tres son especies pertenecientes a la familia Myrtaceae.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En las pruebas fitoquímicas realizadas con distintos reactivos de reconocimiento para el fruto del pomorroso se identificaron cinco metabolitos secundarios: flavonoides, alcaloides, saponinas, taninos, antraquinonas y posiblemente esteroides.

Se encontró que la cáscara del pomorroso contiene flavonoides, alcaloides y saponinas, la pulpa contiene además de lo mencionado, antraquinonas y la semilla presenta saponinas, taninos y antraquinonas.

El Pomorroso es un árbol que se caracteriza porque puede alcanzar entre ocho y doce metros de altura, tiene hojas simples de 19 a 20 centímetros de longitud, flores grandes, vistosas, de color fucsia con muchos estambres y fruto en forma de drupa rojizo.

La planta presenta tejidos típicos de una dicotiledónea, con haces vasculares bicolaterales, estela tipo sifonostela anfiflóica, corteza y médula en el tallo, hoja hipostomática, con estomas paracíticos, mesófilo bifacial, compuesto por una capa de parénquima en empalizada hacia el haz, parénquima esponjoso hacia el envés y nervadura media en forma de media luna; el ovario es bicarpelar y bilocular, con placentación axilar, los óvulos de tipo anátropo y el fruto es una drupa con parenquima de reserva (azúcares y mucílagos) en la pulpa o mesocarpo.

El Pomorroso presenta canales resiníferos en todos los órganos, además, cristales de oxalato de calcio en forma de drusas de forma evidente en la médula y corteza del tallo, pecíolo y mesófilo de la hoja.

Se encuentran en los tejidos de los diferentes órganos del pomorroso sustancias químicas como aceites y grasas, abundantes en la médula del tallo, azúcares reductores, en gran cantidad en la flor, cutinas en la epidermis, mucílagos en canales resiníferos, y abundantes taninos en el tallo y tejido embrionario

Con base en el estudio anterior se recomienda:

Complementar el estudio realizado con uno etnobotánico en la misma zona de influencia donde se colectaron las muestras con el fin de asociar los metabolitos secundarios con las propiedades que la comunidad le asigna a la planta.

Realizar un estudio fitoquímico completo de toda la especie.

Aislar y caracterizar los metabolitos encontrados y establecer la actividad biológica de la planta.

Desarrollar un estudio microbiológico al fruto que permita confirmar el supuesto popular de producción de parásitos por el consumo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Alfaro, C, 1987. Contribución al estudio de la pomarrosa común (*Sizygium jambos* (L) Alston), Bogota, Cundinamarca. Pag. 6, 44, 67.
- ✓ Becerra & Chaparro. Anatomía vegetal.
- ✓ KUSKOSKI, A.M., A.G. ASUERO, M.C. GARCÍA-PARILLA, A.M. TRONCOSO y R. FETT. 2004. Actividad antioxidante de pigmentos antociánicos. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* 24 (4). Versión electrónica:
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010120612004000400036&script=sci_arttext.
- ✓ Lorenzo D & G Gonzales. 2003. Relevamiento fitoquímico de especies vegetales utilizadas en la medicina popular. Cátedra de farmacognosia y productos naturales. Facultad de química. Universidad de la república oriental del Uruguay. Versión electrónica:
<http://mail.fq.edu.uy/~planta/pdf/FarmacognosiaPE80/RELEVAMIENTOFITOQUIMICO.pdf>
- ✓ Morton, J, F, 1987. Malay Apple. In: *Fruits of warm climates*, Miami, FL. p.378-381 Versión Electrónica: http://newcrop.hort.purdue.edu/newcrop/morton/malay_appl e.html
- ✓ Pérez A, E. *Plantas útiles de Colombia*. Editorial Victor Hugo. Bogotá. 1978
- ✓ Sanabria, A, 1983. Metodología y su aplicación en la evaluación de 40 plantas de la familia Compositae, Bogotá, Cundinamarca. Pag. 6 – 55.

INFOGRAFIA

- ✓ <http://w3.pedagogica.edu.co/index.php?inf=270>
- ✓ http://www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte_2/alcaloides.html
- ✓ <http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Libros/Quimica/pigmentos/archivos%20PDF/antraquinonas.pdf>
- ✓ [http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/0/4DE2A2030B26B6F0C1256A790048D68C/\\$File/web_terpenos.htm](http://www.portalfarma.com/pfarma/taxonomia/general/gp000011.nsf/0/4DE2A2030B26B6F0C1256A790048D68C/$File/web_terpenos.htm)
- ✓ http://www.naturenotes.org/notes/dbiologia/biologia_vasculares.htm

- ✓ <http://www.elergonomista.com/fisiologiavegetal/fv07.html>
- ✓ <http://www.inea.uva.es/servicios/histologia/floema.htm>
- ✓ <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=307699>
- ✓ http://www.etsmre.upv.es/vari0s/biologia/Temas/tema_3.htm
- ✓ <http://www.xtec.net/~ffernan5/castellano/15002.htm>
- ✓ <http://www.dicciomed.es/php/diccio.php?id=411>
- ✓ http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema4/4_12ovulo.htm
- ✓ <http://club.telepolis.com/mrpotato/PlantasW/DETALLE/074.htm>
- ✓ <http://www.chapingo.mx/horticultura/fitoqu%EDmica.htm>
- ✓ <http://www.jardibotanic.org/anatomia.html>
- ✓ <http://w3.pedagogica.edu.co/index.php?inf=270>

APENDICE 1

Lorenzo & Gonzales (2003):

Cátedra de Farmacognosia y Productos Naturales.
Facultad de Química.

Alcaloides.

a) Reacciones en tubo.

Llevar a sequedad, 30 ml del extracto etanólico de la planta, adicionar 5 ml de HCl (10%) y calentar por 10 min. Enfriar, filtrar, dividir el filtrado en tres tubos de ensayo y agregar unas gotas de los reactivos de reconocimiento: Dragendorff, Mayer y Wagner. Una leve turbidez o precipitado (rojo a naranja, blanco a crema y marrón) evidencia la posible presencia de los mismos.

Cardiotónicos.

a) Reacciones en tubo.

A 10 ml del extracto etanólico de la planta adicionar 5 ml de solución de acetato de plomo al 10% y 4 ml de agua destilada. Calentar la mezcla a baño María durante 10 min. Filtrar. Agitar el filtrado con 20 ml de CHCl_3 , separar la capa clorofórmica en 6 tubos de ensayo, llevar a sequedad.

Adicionar:

- al primer tubo 1 ml de reactivo de Baljet. (Coloración roja, naranja-rojiza o violeta con cardenólidos).
- en el segundo realizar la reacción de Keller-Killiani (ácido acético glacial, 1 gota de cloruro férrico al 5% en metanol y ácido sulfúrico concentrado.) Coloraciones intensas.
- en el tercero realizar la reacción de Liebermann-Burchard (1 mg de muestra /pocas gotas de HOAc + 3 ml $\text{Ac}_2\text{O}/\text{H}_2\text{SO}_4$ (50:1)). Coloración verde, azul verdoso, vía rojo al azul.
- en el cuarto realizar la reacción de Salkowski (núcleo esteroideal). Coloración amarilla-rojo sangre.

Flavonoides

a) Reacciones en tubo.

Colocar en tubo, 2 ml del extracto etanólico, algunos fragmentos de Mg y agregar, por las paredes del tubo, unas gotas de HCl diluido. Observar la coloración, que varía para las diferentes estructuras.

Taninos.

Evaporar 5 ml del extracto etanólico de la planta y disolver el residuo en 10 ml de agua destilada. Filtrar.

A 3 ml del extracto acuoso, adicionar 1 o 2 gotas de solución de cloruro férrico al 10%

Coloración azul indica posible presencia de taninos hidrolizables, y coloración verde de taninos condensados.

Confirmación:

Se divide el resto del extracto acuoso en tres partes iguales y adicionar en cada uno:

-solución de gelatina.

-solución de gelatina y sal

-solución salina.

Aparición de precipitado blanco en los tubos con soluciones de gelatina y de gelatina-sal son resultados positivos para test de taninos. Si también aparece en la solución salina se considera negativa.

Saponinas.

a) Reacciones en tubo.

Evaporar 5 ml del extracto etanólico de la planta y retomar en agua hirviendo.

Enfriar. Agitar vigorosamente, dejar reposar 15 a 20 min.

Clasificar la presencia de saponinas por la formación y la altura de la espuma.

Triterpenos y/o esteroides.

a) Reacciones en tubo.

Llevar a sequedad 10 ml del extracto etanólico de la planta, adicionar 10 ml de cloroformo, filtrar, dividir en dos porciones el filtrado. En cada uno de los tubos realizar: reacción de Liebermann-Burchard y reacción de Salkowski.

Derivados antracénicos libres

a) reacciones en tubo.

Colocar en un tubo de ensayo 0.20 g de planta y adicionar 5 ml de cloroformo, agitar, dejar 15 min en reposo.

Recoger la fase clorofórmica y dividirla en dos tubos de ensayo.

En el 1er. tubo agregar 1 ml de solución de NaOH al 9% en agua. Coloración rojiza en la fase acuosa, Indica presencia de antraquinonas (Reacción de Borntraeger).

Cumarinas volátiles.

a) Reacciones en tubo.

En un tubo de ensayo colocar 2 ml del extracto etanólico de la planta, tapar con papel de filtro impregnado en solución diluida de NaOH y llevar a baño de agua a 100°C por algunos minutos.

Remover el papel de filtro y examinarlo bajo luz UV, siendo la fluorescencia amarilla indicativa de la presencia de las cumarinas.