



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 27 de mayo; 2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Karen Ximena Monje Mosquera, con C.C. No. 1084869491,

Lina María Segura Casanova, con C.C. No. 1075306723,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado

Titulado **Estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*) para el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos, en estudiantes del grado décimo del colegio Gimnasio Aspaen Yumaná del municipio de Neiva.**

presentado y aprobado en el año 2022 como requisito para optar al título de

Licenciado en Ciencias Naturales: Química, Física Y Biología;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Karen X monje

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Lina María Segura C.



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 5
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*) para el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos, en estudiantes del grado décimo del colegio Gimnasio Aspaen Yumaná del municipio de Neiva.

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
MONJE MOSQUERA	KAREN XIMENA
SEGURA CASANOVA	LINA MARIA

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
CASTAÑENA GOMEZ	JHON FREDY
MONTEALEGRE FIGUEROA	YEIMIS JOHANNA

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
----------------------------	--------------------------

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: licenciado Ciencias Naturales, química, física y biología

FACULTAD: Facultad de educación

PROGRAMA O POSGRADO: Licenciatura Ciencias Naturales, química, física y biología

CIUDAD: **AÑO DE PRESENTACIÓN:** **NÚMERO DE PÁGINAS:**

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas Fotografías Grabaciones en discos ___ Ilustraciones en general ___ Grabados ___
Láminas ___ Litografías ___ Mapas ___ Música impresa ___ Planos ___ Retratos ___ Sin ilustraciones ___ Tablas
o Cuadros

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: no

MATERIAL ANEXO: Ninguno

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria): **Meritoria**

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1.	<u>fitoquímica</u>	<u>Phytochemistry</u>	6. <u>metabolitos</u>	<u>metabolites</u>
2.	<u>Planta</u>	<u>Plant</u>	7. <u>Especies</u>	<u>Species</u>
3.	<u>identificación</u>	<u>identification</u>	8. <u>cromatografía</u>	<u>chromatography</u>
4.	<u>aprendizaje</u>	<u>learning</u>	9. <u>Colombia</u>	<u>Colombia</u>
5.	<u>orgánica</u>	<u>organic</u>	10. <u>zapallo</u>	<u>squash</u>

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

La familia *Cucurbitaceae* abarca un gran número de plantas herbáceas, de hábito trepador y rastrero que alcanzan varios metros desde su punto de siembra. A nivel mundial, se estiman para esta familia 121 géneros y 760 especies (Mabberley, 1993-2008). Para Colombia, se registran 28 géneros y 92 especies (Bernal, et al., 2015).

En este trabajo de investigación se llevó a cabo el estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*), para la identificación de los metabolitos secundarios presentes en esta especie, los cuales sirvieron para fortalecer el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos en los estudiantes del grado décimo del Colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná de Neiva.

El estudio se inició con un tamizaje fitoquímico de las partes aéreas de la especie mediante: a) extracciones repetitivas empleando disolventes orgánicos (Hexano, Cloroformo y Metanol); b) Pruebas colorimétricas y de cromatografía en capa fina para la identificación de



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 5
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

los metabolitos; c) Cromatografía en columna y espectroscopía UV-VIS para la separación e identificación de los componentes mayoritarios. La segunda fase abordó la aplicación de una secuencia didáctica, donde se buscó fortalecer el reconocimiento de los grupos funcionales orgánicos a través de las propiedades fitoquímicas del zapallo, Para estimar el conocimiento sobre los grupos funcionales orgánicos se aplicó una encuesta inicial y final de tipo Likert como la herramienta de recolección de datos, que permitió el análisis estadístico de los resultados a través de medidas de tendencia central y una prueba Z para determinar la eficacia de la intervención didáctica a través del estudio fitoquímico del Zapallo.



ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The Cucurbitaceae family encompasses a large number of herbaceous plants, with climbing and creeping habits that reach several meters from their planting point. Worldwide, 121 genera and 760 species are estimated for this family (Mabberley, 1993-2008). For Colombia, 28 genera and 92 species are recorded (Bernal, et al., 2015).

In this research work, the phytochemical study of the pumpkin (*Cucurbita maxima*) was carried out, for the identification of the secondary metabolites present in this species, which served to strengthen the learning of the organic functional groups in the students of the tenth grade of the Gymnasium School ASPAEN Yumaná de Neiva.

The study began with a phytochemical screening of the aerial parts of the species through: a) repetitive extractions using organic solvents (Hexane, Chloroform and Methanol); b) Colorimetric and thin layer chromatography tests for the identification of metabolites; c) Column chromatography and UV-VIS spectroscopy for the separation and identification of the main components. The second phase addressed the application of a didactic sequence, where it was sought to strengthen the recognition of organic functional groups through the phytochemical properties of pumpkin. To estimate knowledge about organic functional groups, an initial and final Likert-type survey was applied. as the data collection tool, which allowed the statistical analysis of the results through measures of central tendency and a Z test to determine the effectiveness of the didactic intervention through the phytochemical study of the Zapallo.

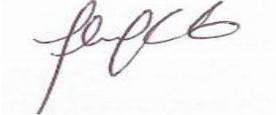


DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

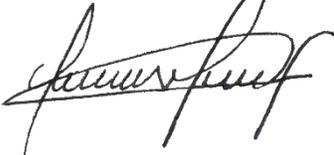
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	5 de 5
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

APROBACION DE LA TESIS

Nombre presidente Jurado: Dr. Jhon Fredy Castañeda Gomez

Firma: 

Nombre presidente Jurado: Lic. Yeimis Johanna Montealegre Figueroa

Firma: 

Nombre Jurado: Mg. Natalia Puentes

Firma: 

Nombre Jurado: Dr. Guillermo Calderón Castaño

Firma: 



Estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*) para el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos, en estudiantes del grado décimo del colegio Gimnasio Aspaen Yumaná del municipio de Neiva.

Karen Ximena Monje Mosquera

Lina María Segura Casanova.

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Neiva, Huila, Colombia

2022



Estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*) para el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos, en estudiantes del grado décimo del colegio Gimnasio Aspaen Yumaná del municipio de Neiva

**Trabajo de Grado para optar al título de
Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología**

Presentado por:

Karen Ximena Monje Mosquera

Lina María Segura Casanova

Asesores

PhD. Jhon Fredy Castañeda Gómez

Lic. Yeimi Johanna Montealegre Figueroa

Facultad de Educación

Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología

Neiva, Huila, Colombia

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Primero que todo quiero dedicar esta tesis de investigación a Dios, por darme el valor, el conocimiento, entendimiento para lograr cumplir con este trabajo de grado. A mi papá Ferney Monje Flor y a mis abuelos paternos Luis Monje y Teresa Flor, a mi abuela materna Maria Idaly Perdomo, por estar siempre conmigo, por apoyarme, por darme fuerzas para seguir adelante, apoyarme en este proceso, por enseñarme que todo se puede con paciencia, con amor, por ayudarme a levantar cuando me daba por vencida; a mi resto de familia por darme las fuerzas y el apoyo cuando los necesite, a los docentes que estuvieron en este proceso, por su sabiduría y dar todo de ellos para mi aprendizaje y por ultimo a mis amigos porque de una u otra forma me brindaron de cada uno su confianza, su cariño y apoyo para culminar con éxitos esta fase de profesional. Muchas gracias por todo lo enseñado tienen un lugar importante en mi vida.

Karen Ximena Monje Mosquera

Dedico de manera especial este trabajo de investigación a mis padres, Maximino Segura Lizcano y María Piedad Casanova Higuera, y a mi hermana Adriana Maritza Segura Casanova quienes han sido el cimiento de mi vida, pues con su apoyo, consejos, acompañamiento y enseñanzas me han formado como ser y me han permitido llegar hasta este nivel. Por último, a todos mis docentes y amigos quienes, con sus vivencias durante mi formación, han compartido su conocimiento contribuyendo en gran manera para la culminación de esta etapa profesional.

Lina María Segura Casanova

AGRADECIMIENTOS

A los directores de tesis: Lic. Yeimis Johana Montealegre Figueroa y PhD. Jhon Fredy Castañeda Gómez del Programa de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, por su apoyo incondicional, por su compañía permanente y por su conocimiento brindado a este trabajo de grado.

A los profesores: Marino Valdemar Muñoz Burbano, Zully Cuellar López, Alcides Polanía Patiño, Sem Vladimir Alvear Guerrero y Maira Yenifer Ríos Bustos, por la colaboración como expertos para la validación del cuestionario sobre los grupos funcionales orgánicos.

A la coordinación del laboratorio de Química de Ciencias Básicas de la Universidad Surcolombiana, a cargo de la Licenciada Yeimis Jonana Montealegre Figueroa y a su auxiliar Maira Garzón, a los compañeros de semillero de química Angela patricia Ochoa, Juan Camilo Escobar; a la coordinación del Herbario Surco de la Universidad Surcolombiana a cargo de la bióloga Hilda del Carmen Dueñas Gómez, Mg. Jeison Herley Rosero Toro, por brindarnos los espacios para la identificación de la especie trabajada y su conocimiento sobre la etnobotánica, la cual fue parte fundamental en este proceso del trabajo.

Al Colegio Gimnasio Aspaen Yumaná del municipio de Neiva y a las estudiantes del grado décimo de esta Institución, por la grata experiencia y a todas aquellas personas que contribuyeron en la construcción y el enriquecimiento de partes fundamentales en este trabajo de grado.

A los jurados del presente trabajo de investigación: Mg. Natalia Puentes y al Dr. Guillermo Calderón Castaño por su dedicación, aportes y por su asignación a la hora del enriquecimiento de la presente investigación.

Contenido

RESUMEN	19
ABSTRACT	20
1. INTRODUCCIÓN.....	22
2. ANTECEDENTES.....	24
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
4. JUSTIFICACIÓN.....	31
5. OBJETIVOS.....	32
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	32
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
6. MARCO TEÓRICO.....	33
6.1. APRENDIZAJE SOBRE EL AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS.....	33
6.2. AXIOMA ACTUAL DEL APRENDIZAJE.....	33
6.3. LA INVESTIGACIÓN ES UN MEDIO DE APRENDIZAJE.....	34
6.4. EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA A TRAVÉS DE LA FITOQUÍMICA.....	35
6.5. ESTRATEGIA DIDÁCTICA DIRIGIDA A INSTITUCIONES PÚBLICAS Y PRIVADAS.....	36
6.6. FUNCIONES QUÍMICAS ORGÁNICAS.....	36
6.7. DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA <i>CUCURBITACEAE</i>	37
6.8. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE <i>CUCURBITA MAXIMA DUCH</i>	40
6.9. VARIEDADES DE <i>CUCURBITA MAXIMA</i>	41

6.10.	TAXONOMÍA.....	41
6.11.	USOS DEL ZAPALLO.....	42
6.12.	<i>Propiedades Farmacológicas.....</i>	<i>43</i>
6.13.	TAMIZAJE FITOQUÍMICO.....	43
6.14.	LA FITOQUÍMICA Y LA ETNOBIOLOGÍA.....	44
6.15.	METABOLITOS SECUNDARIOS.....	44
6.16.	CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.....	50
6.17.	CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA.....	50
6.18.	CROMATOGRAFÍA DE PLACA FINA PREPARATIVA.....	50
6.19.	ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA-VISIBLE.....	50
7.	METODOLOGIA.....	51
7.1.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
7.2.	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ESTUDIOS DE LA ESPECIE.....	52
7.3.	RECOLECCIÓN Y SECADO DE LA PLANTA.....	52
7.4.	PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS.....	52
7.5.	DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE LOS METABOLITOS.....	53
7.5.1.	<i>Pruebas para Identificar Flavonoides.....</i>	<i>53</i>
7.5.2.	<i>Prueba para Saponinas.....</i>	<i>54</i>
7.5.3.	<i>Pruebas para Alcaloides.....</i>	<i>55</i>
7.5.4.	<i>Prueba para Fenoles.....</i>	<i>56</i>
7.5.5.	<i>Prueba para Azucares.....</i>	<i>56</i>

7.5.6. Prueba de Glicósidos.....	56
7.5.7 Prueba de Carbohidratos.	56
7.5.8. Prueba para Aminoácidos	57
7.5.9. Prueba para Terpenos	57
7.6. SEPARACIÓN CROMATOGRAFÍA.....	58
7.7. ESPECTROSCOPIA ULTRAVIOLETA- VISIBLE.	58
7.8. APLICACIÓN DE LA ENCUESTA INICIAL PARA ESTIMAR EL CONOCIMIENTO SOBRE LOS GRUPOS FUNCIONALES.....	58
7.8.1. Formato de cuestionario.....	59
7.8.2. Índice de Validez de Constructo	59
7.8.4. Estrategia didáctica empleando el enfoque “Aprendizaje Basado en la Investigación” para fortalecer el aprendizaje de los grupos funcionales	62
7.8.5. Aplicación de la encuesta final y análisis estadístico de los resultados.....	63
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
8.1. RESULTADOS DE LA FASE DE RECOLECCIÓN Y PULVERIZADO DE LA ESPECIE.	64
8.1 PREPARACIÓN DE LOS EXTRACTOS.....	65
8.2.1. Pruebas Colorimétricas.....	68
8.2. Cromatografía de Columna del Extracto de los Tallos del Zapallo.....	100
8.4. Cromatografía de Placa Fina Preparativa (PLC).....	103
8.5. Espectroscopia UV-Vis.....	105
8.6. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN POR EXPERTOS.....	106
8.6.1. Plan de evaluación para el cuestionario	107

8.7. INTERVENCIÓN DIDÁCTICA	108
8. CONCLUSIONES	119
9. TRABAJOS CITADOS.....	121
10. ANEXOS.....	136

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Grupo funcionales orgánicos (Tomada de Arteaga, M. G. C., 2017)</i>	37
<i>Ilustración 2. Especie Cucurbita maxima duch (Tomada de YouBacusan)</i>	38
<i>Ilustración 3. Filogenia del Género Cucurbita Obtenida por Wilson et al. (199), tomado de (Lira Saade, Eguiarte Fruns & Montes Hernández, 2009)</i>	39
<i>Ilustración 4. Distribución de la familia Cucurbitaceae (Tropicos.org, 2017)</i>	39
<i>Ilustración 5. Flor de la Especie Cucurbita maxima duch</i>	40
<i>Ilustración 6. Fronde de la especie Cucurbita maxima. Tomada por (Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	42
<i>Ilustración 7. Eventos de los metabolitos secundarios que inducen durante la respuesta de defensa de las plantas. (Sepúlveda et al 2003).</i>	45
<i>Ilustración 8. Estructuras de los terpenoides biosintetizados por rutas metabólicas (Sepúlveda et al, 2003).</i>	46
<i>Ilustración 9. Estructura básica de los flavonoides adaptado de (sing, 1997, pág.72) B. Tomado de (S. Martínez-Flórez, 2002)</i>	46
<i>Ilustración 10. Estructura básica de una saponina (Mora P, Parga. L, & Espitia. A, 2003)</i>	47
<i>Ilustración 11. Estructura básica de los Alcaloides. (Cárdenas & Gélvez, 1999)</i>	47
<i>Ilustración 12. Estructura básica de los Fenoles. (Cárdenas & Gélvez, 1999)</i>	48
<i>Ilustración 13. Estructura básica de los Azucares Reductores. (Melo & Cuamatzi, 2007)</i>	48
<i>Ilustración 14. Estructura básica de los Aminoácidos libres. (Mora P, Parga L, & Espitia A. 2003)</i>	48
<i>Ilustración 15. Estructura básica de Esteroides, Terpenos y Carotenos. (Mondragón, 2005).</i>	49
<i>Ilustración 16. Ecuación de la razón de validez de contenido para cada ítem (Medina, 2020).</i>	61
<i>Ilustración 17. Especie vegetal Cucurbita maxima duch con la ubicación de recolección. Tomada por Karen Ximena Monje en el municipio de Iquira- Huila. a. Coordenadas (N2°37'18,42488° LAT, W75°39'38,91816°LONG, Altitud 1085masl.), b. Coordenadas (N2°37'19°)</i>	64

<i>Ilustración 18. Pulverizado de la planta de las partes aéreas. 1. Tallos, 2. Hojas, 3. Semillas, 4. Flores. (Tomadas por Monje, K. Segura, L. 2020)</i>	65
<i>Ilustración 19. Extracción de la muestra de las partes aéreas de la planta con disolventes. a. Hexano, b. cloroformo, c. metanol. (Tomada Monje, K. Segura, L. 2020)</i>	66
<i>Ilustración 20. Rota evaporado de cada una de las muestras de las partes áreas de la planta en disolventes. a. hexano b. cloroformo, c. metanol (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2020)</i>	66
<i>Ilustración 21. Extracto de la muestra con hexano de las partes aéreas de la planta. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. tallos. (Tomada por Monje, K. Segura L. 2020)</i>	67
<i>Ilustración 22. Extracción de la muestra de las partes de la planta en disolvente Cloroformo.1. Flor, 2. Semillas. 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	67
<i>Ilustración 23. Extracción de la muestra de las partes de la planta en disolvente Metanolico.1. Flor, 2. Semillas. 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	68
<i>Ilustración 24. Prueba de Shinoda en el extracto hexánico. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	70
<i>Ilustración 25. Prueba de Shinoda en el extracto clorofórmico. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	70
<i>Ilustración 26. Prueba de Shinoda en metanol. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	71
<i>Ilustración 27. Reacción de la prueba de Shinoda. Tomado de (Pech, 2014)</i>	72
<i>Ilustración 28. Prueba de Zn +HCl en hexano. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i> 72	
<i>Ilustración 29. Prueba de Zn +HCl en cloroformo. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	73
<i>Ilustración 30. Prueba de Zn +HCl en metanol. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. 2021)</i>	73

<i>Ilustración 31. Prueba de Ácido sulfúrico en el extracto hexánico. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	74
<i>Ilustración 32. Prueba de Ácido sulfúrico en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	75
<i>Ilustración 33. Prueba de Ácido sulfúrico en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	75
<i>Ilustración 34. Prueba de espuma en los extractos hexánico, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	77
<i>Ilustración 35. Prueba de la espuma en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	77
<i>Ilustración 36. Prueba de la espuma en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	78
<i>Ilustración 37. Prueba de Dragendorff en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	79
<i>Ilustración 38. Prueba de Dragendorff en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	80
<i>Ilustración 39. Prueba de Dragendorff en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	80
<i>Ilustración 40. Prueba de Mayer en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	81
<i>Ilustración 41. Prueba de Mayer en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	82
<i>Ilustración 42. Prueba de Mayer en los extractos metanólicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	82
<i>Ilustración 43. Prueba de Wagner en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	83

<i>Ilustración 44. Prueba de Wagner en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	84
<i>Ilustración 45. Prueba de Wagner en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	84
<i>Ilustración 46. Estructura de alcaloides Oroidina y sus derivados (tomado López L.2004)</i>	85
<i>Ilustración 47. Prueba de Cloruro Férrico (FeCl₃) en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	86
<i>Ilustración 48. Prueba de Cloruro Férrico (FeCl₃) en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	86
<i>Ilustración 49. Prueba de Cloruro Férrico (FeCl₃) en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	87
<i>Ilustración 50. Reacción del Cloruro férrico con un polifenol (Tomada Barrera, et al.,2014)</i>	87
<i>Ilustración 51. Prueba de Fehling en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	89
<i>Ilustración 52. Prueba de Fehling en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	89
<i>Ilustración 53. Prueba de Fehling en los extractos metanólicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	90
<i>Ilustración 54. Prueba de Ninhidrina en los extractos Hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	91
<i>Ilustración 55. Prueba de Ninhidrina en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	91
<i>Ilustración 56. Prueba de Ninhidrina en los extractos metanólicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	92

<i>Ilustración 57. Prueba de Lieberman-Burchard en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>93</i>
<i>Ilustración 58. Prueba de Lieberman- Burchard en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 59. Prueba de Lieberman-Burchard en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>94</i>
<i>Ilustración 60. Reacción de la prueba Lieberman-Burchard (Tomado Ardila,2014)</i>	<i>95</i>
<i>Ilustración 61. Prueba de Antrona en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 62. Prueba de Antrona en los extractos Clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>96</i>
<i>Ilustración 63. Prueba de Antrona en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>97</i>
<i>Ilustración 64. Prueba de Molish en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 65. Prueba de Molish en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>98</i>
<i>Ilustración 66. Prueba de Molish en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>99</i>
<i>Ilustración 67. Reacción de Molish con glucosa y fructuosa (Tomado Abril, et al., 2009).....</i>	<i>100</i>
<i>Ilustración 68. Columna cromatográfica del extracto de tallo del Zapallo con hexano. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 69. Columna cromatográfica del extracto de tallos con disolvente cloroformo- acetona. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 70. Fracciones con mayor cantidad de muestra. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	<i>103</i>

<i>Ilustración 71. Fracciones con mayor presencia de metabolitos cromóforos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	103
<i>Ilustración 72. Cromatografía en placa fina preparativa de las fracciones seleccionadas. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	104
<i>Ilustración 73. Muestras con los metabolitos aislados de la especie Cucurbita Maxima. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	105
<i>Ilustración 74. Espectro UV de una fracción obtenida por Cromatografía en Capa Fina Preparativa (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	106
<i>Ilustración 75. Fase de pre-test de las estudiantes del grado decimo del Colegio Gimnasio Aspaen Yumaná. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	109
<i>Ilustración 76. Explicación extensiva sobre los grupos funcionales orgánicos. A. Explicación por Karen Monje. B. Explicación por Lina Segura. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	110
<i>Ilustración 77. Aislamiento de los metabolitos presentes en el Zapallo por parte de las estudiantes del grado décimo. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	111
<i>Ilustración 78. Identificación de los metabolitos por parte de las estudiantes del grado décimo. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	111
<i>Ilustración 79. Identificación de los grupos funcionales en las estructuras químicas de los metabolitos secundarios del Zapallo. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)</i>	112
<i>Ilustración 80. Estructura inicial y final del grupo décimo</i>	114
<i>Ilustración 81. Ubicación del valor Z calculado en la curva binomial. Grupo décimo</i>	118

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Antecedentes del eje de investigación Internacional.</i>	24
<i>Tabla 2. Antecedentes del eje de investigación Nacional.</i>	25
<i>Tabla 3. Antecedentes del eje de investigación Regional.</i>	28
<i>Tabla 4. Clasificación taxonómica de la especie Cucurbita maxima Duch. Tomado de: Museum National d'Histoire Naturelle Paris, por (Paris Hs 2007).</i>	42
<i>Tabla 5. Metabolitos y Prueba.</i>	53
<i>Tabla 6. Formación Académica de los evaluadores que validaron el cuestionario.</i>	59
<i>Tabla 7. Validación del cuestionario por los expertos.</i>	61
<i>Tabla 8. Datos de la masa de los extractos, en cada uno de los disolventes orgánicos empleados.</i>	68
<i>Tabla 9. Resultados generales de las pruebas colorimétricas de los extractos de la especie vegetal Cucurbita maxima Duch.</i>	69
<i>Tabla 10. Resultado de cada una de las pruebas para cada uno de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.</i>	69
<i>Tabla 11. Resultados obtenidos de la prueba para Saponinas en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.</i>	76
<i>Tabla 12. Resultados obtenidos de la prueba para Alcaloides en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.</i>	79
<i>Tabla 13. Resultados obtenidos de la prueba para Fenoles en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.</i>	85
<i>Tabla 14. Resultados obtenidos de la prueba para Azúcares Reductores en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.</i>	88
<i>Tabla 15. Resultados obtenidos de la prueba para Aminoácidos libres en los extractos hexánico, cloroformico y metanolico de la planta.</i>	91

<i>Tabla 16. Resultados obtenidos de la prueba de Lieberman- Buchard en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico del Zapallo.</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 17. Resultados obtenidos de la prueba de Antrona en los extractos del Zapallo.</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 18. Resultados obtenidos de la prueba para Carbohidratos de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 19. Fracciones recolectadas de la columna cromatográfica del extracto de los tallos del Zapallo.</i>	<i>100</i>
<i>Tabla 20. Validación del cuestionario por los expertos.</i>	<i>107</i>
<i>Tabla 21. Validación del cuestionario por los expertos.</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 22. Estructura cognitiva inicial en el pre-test del Grado décimo</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 23. Medidas de tendencia central obtenidas en el pre-test.</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 24. Estructura cognitiva obtenidas en post-test del Grado décimo.</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 25. Medidas de tendencia central obtenidas en post-test del grupo décimo</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 26. Valoración de los ítems del instrumento Ph. Zully Cuellar</i>	<i>145</i>
<i>Tabla 27. Consistencia de la prueba</i>	<i>146</i>
<i>Tabla 28. Valoración de los ítems del instrumento Alcides Polania.</i>	<i>148</i>
<i>Tabla 29. Consistencia de la prueba</i>	<i>149</i>
<i>Tabla 30. Valoración de los ítems del instrumento Marino Muñoz</i>	<i>151</i>
<i>Tabla 31. Consistencia de la prueba</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 32. Valoración de los ítems del instrumento Maira Rios</i>	<i>154</i>
<i>Tabla 33. Consistencia de la prueba</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 34. Valoración de los ítems del instrumento.</i>	<i>158</i>

Tabla 35. Consistencia de la prueba158

RESUMEN

La familia *Cucurbitaceae* abarca un gran número de plantas herbáceas, de hábito trepador y rastrero que alcanzan varios metros desde su punto de siembra. A nivel mundial, se estiman para esta familia 121 géneros y 760 especies (Mabberley, 1993-2008). Para Colombia, se registran 28 géneros y 92 especies (Bernal, et al., 2015).

Las *Cucurbitaceas* se caracterizan por tener hojas palmeadas, lobuladas y dentadas con un fruto de diferente tamaño y con formas esféricas, ovoides o cónicas alargadas, pueden ser rugosos, y de coloración variada (verde amarillento, amarillo o amarillo anaranjado) (Salamá, 2006).

La especie *Cucurbita maxima Duch* es una planta endémica de los trópicos y subtropicos (Bolaño,1998), conocida y utilizada por la mayoría de la población debido a sus propiedades alimenticias y medicinales. Se conocen algunos usos en la medicina para tratar problemas del tracto urinario, gastroenteritis (inflamación del intestino), cálculos renales etc. (Salamá, A. M. 2006).

En este trabajo de investigación se llevó a cabo el estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima Duch*), para la identificación de los metabolitos secundarios presentes en esta especie, los cuales sirvieron como ejemplo para fortalecer el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos en los estudiantes del grado décimo del Colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná del municipio de Neiva.

El estudio se inició con un tamizaje fitoquímico de las partes aéreas de la especie mediante: a) extracciones repetitivas empleando disolventes orgánicos (Hexano, Cloroformo y Metanol); b) Pruebas colorimétricas y de cromatografía en capa fina para la identificación de los metabolitos; c) Cromatografía en columna y espectroscopía UV-VIS para la separación e identificación de los componentes mayoritarios.

La segunda fase abordó la aplicación de una secuencia didáctica, donde se buscó fortalecer el reconocimiento de los grupos funcionales orgánicos a través de las propiedades fitoquímicas del zapallo durante el cuarto periodo académico 2021, en estudiantes del grado decimo del colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná del municipio de Neiva. Para estimar el conocimiento sobre los grupos funcionales orgánicos se aplicó una encuesta inicial y final de tipo Likert como la herramienta de recolección de datos, que permitió el análisis estadístico de los resultados a través

de medidas de tendencia central y una prueba Z para determinar la eficacia de la intervención didáctica a través del estudio fitoquímico del Zapallo en la muestra poblacional.

Palabras Claves: Fitoquímica, metabolitos, aprendizaje, Funciones químicas orgánicas.

ABSTRACT

The Cucurbitaceae family encompasses a large number of herbaceous plants, with climbing and creeping habits that reach several meters from their planting point. Worldwide, 121 genera and 760 species are estimated for this family (Mabberley, 1993-2008). For Colombia, 28 genera and 92 species are recorded (Bernal, et al., 2015).

Cucurbitaceae are characterized by having palmate, lobed and toothed leaves with a fruit of different sizes and with spherical, ovoid or elongated conical shapes, they can be rough, and of varied coloration (yellowish green, yellow or orange yellow) (Salamá, 2006).

The species *Cucurbita maxima* Duch is an endemic plant of the tropics and subtropics (Bolaño, 1998), known and used by the majority of the population due to its nutritional and medicinal properties. Some uses are known in medicine to treat urinary tract problems, gastroenteritis (inflammation of the intestine), kidney stones, etc. (Salama, A.M. 2006).

In this research work, the phytochemical study of the pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch) was carried out, for the identification of the secondary metabolites present in this species, which served as an example to strengthen the learning of organic functional groups in the students of the tenth grade of the Colegio Gymnasium Aspaen Yumaná of the municipality of Neiva.

The study began with a phytochemical screening of the aerial parts of the species through: a) repetitive extractions using organic solvents (Hexane, Chloroform and Methanol); b) Colorimetric and thin-layer chromatography tests for the identification of metabolites; c) Column chromatography and UV-VIS spectroscopy for the separation and identification of the main components.

The second phase addressed the application of a didactic sequence, which sought to strengthen the recognition of organic functional groups through the phytochemical properties of the pumpkin during the fourth academic period 2021, in students of the tenth grade of the

Gymnasium Aspaen Yumaná school in the municipality of Neiva. To estimate knowledge about organic functional groups, an initial and final Likert-type survey was applied as the data collection tool, which allowed the statistical analysis of the results through measures of central tendency and a Z test to determine the effectiveness. of the didactic intervention through the phytochemical study of the Zapallo in the population sample.

KEY WORDS: Phytochemistry, metabolites, learning, Organic chemical functions.

1. INTRODUCCIÓN.

Colombia cuenta con condiciones ambientales privilegiadas, las cuales favorecen el crecimiento de una gran cantidad de especies vegetales, como es el caso de la familia de las Cucurbitáceas, que son un grupo de plantas herbáceas y trepadoras que son usadas desde la antigüedad por sus exquisitos frutos, sin embargo, se han encontrado estudios Botánicos y fitoquímicos, que han permitido su utilización en la búsqueda de nuevos principios activos en la industria farmacéutica y química.

El Zapallo (*Cucurbita maxima*), es una planta que ha sido usada ancestralmente con fines medicinales, principalmente como antiparasitario y antidiabético, por campesinos y personas de la región del Huila. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la medicina tradicional se ha convertido para la mayor parte de la comunidad en una alternativa de atención médica, debido a que no cuentan con un servicio de salud pública, por consiguiente, han visto en las plantas, una oportunidad de medicación y para el tratamiento de las enfermedades.

Teniendo en cuenta que, las especies vegetales producen sustancias químicas o metabolitos secundarios como los responsables del efecto terapéutico, el presente proyecto plantea promover el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos en estudiantes del grado decimo del colegio Gimnasio Aspean Yumaná del municipio de Neiva, mediante el aislamiento y la identificación de algunos de los metabolitos secundarios presentes en la especie *Cucurbita maxima* (Zapallo), la cual ha sido empleada en los municipios de Íquira, Neiva y El Pital, Huila- Colombia, por su potencial antidiabético.

Obermeier y Berg (2016) afirman que, mediante la bioprospección, se busca revelar el potencial bioactivo presente en las especies vegetales para el beneficio humano. En este sentido, el respectivo tamizaje fitoquímico mediante extracciones sucesivas empleando disolventes orgánicos (hexano, cloroformo y metanol) y el uso de pruebas cualitativas, cromatográficas y espectroscópicas, permitió la identificación y el aislamiento de algunos metabolitos de interés presentes en esta especie vegetal, y su comparación con lo reportado en la literatura científica.

Los grupos funcionales presentes en los metabolitos secundarios del Zapallo permitieron fortalecer el reconocimiento de las funciones químicas orgánicas, como una estrategia pedagógica de *Aprendizaje basado en la Investigación (ABI)*, permitiendo el cambio de algunos paradigmas que continúan siendo usados en los procesos educativos actuales.

2. ANTECEDENTES.

Se presentan algunas investigaciones que se abordaron durante el proceso de la revisión a partir de los siguientes temas: a) estudio fitoquímico de la especie vegetal *Cucurbita maxima* Duch; b) efectos de los extractos de la especie sobre enfermedades no transmisibles (ENT) diabetes; c) Aprendizaje basado en la Investigación Fitoquímica. Se realizó la revisión bibliográfica a nivel internacional, nacional y regional, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Antecedentes del eje de investigación Internacional.

Autor y año	Objetivos	Aspectos metodológicos	Principales hallazgos
COMPETENCIAS Y PRÁCTICAS CIENTÍFICAS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA: PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES DE SECUNDARIA EN INVESTIGACIÓN. (Crujeiras Pérez, 2014)	Examinar el desarrollo de la competencia científica a través de la participación del alumnado en las prácticas científicas de diseño y puesta en práctica de investigaciones y análisis e interpretación de datos a lo largo del estudio longitudinal de indagación en el laboratorio. Identificar un repertorio de estrategias docentes que promuevan la participación del alumnado en las prácticas científicas.	El estudio estuvo enmarcado en la investigación cualitativa de tipo longitudinal y se realizó a lo largo de dos cursos consecutivos, tercero y cuarto grado de Enseñanza Secundaria Obligatoria. Consistió en realizar cinco tareas de laboratorio de indagación con una duración de dos secciones cada una, en las que los estudiantes trabajaron en tres pequeños grupos establecidos para su análisis. Para la toma de datos, se grabaron las secciones de laboratorio y posteriormente fueron transcritas a manera de seudónimo para respetar la identidad de los estudiantes. Para el análisis de datos, enmarcado en el análisis del discurso, se utilizaron las transcripciones para elaborar las rúbricas de análisis correspondiente a cada pregunta.	Asimismo, al final del estudio, se identificó la progresión de los estudiantes representada directamente en la elaboración de diseños que satisfacen la resolución de tareas, independientemente. A partir de ello, se encontraron diferencias en las estrategias docentes encaminadas a la transferencia de responsabilidad al alumnado, esto se encuentra directamente relacionado en la participación de los estudiantes en el desarrollo de habilidades científicas, ya que fueron las más aptas para la evaluación del conocimiento mediante preguntas abiertas.

<p>EI APRENDIZAJE BASADO EN LA INVESTIGACIÓN (ABI) COMO UN FACTOR PARA EL FORTALECIMIENTO DE LOS PROGRAMAS EDUCATIVOS DE LA UNIVERSIDAD QUINTANA ROO EN PLAYA DEL CARMEN, MÉXICO. (Figuroa de la Fuente, Reyes Coronado, & Fiorentini Cañedo, 2017)</p>	<p>Abordar cómo la articulación de la docencia con la investigación puede ser un factor determinante en el fortalecimiento de los Programas académicos en educación superior, concretamente en la Universidad de Quintana Roo, Unidad Académica Playa del Carmen (UAPC).</p>	<p>Con un enfoque mixto se efectuó la revisión de documentos bibliográficos. A partir de ello, se desarrolló un cuestionario estructurado para la parte cuantitativa de la investigación, usando la escala de Likert y la pregunta abierta.</p> <p>Recolectada la información, se trianguló con el marco teórico para el análisis que permitió conocer la disposición y los obstáculos para implementar el enfoque ABI.</p>	<p>Se menciona que, durante la parte inicial, el docente giró en torno a sí mismo y en dominar su materia; para así adquirir más experiencia, así mismo se preocupa por el aprendizaje del estudiantado y de nuevas estrategias como herramientas de aprendizaje en el aula.</p> <p>Adicional al plan estratégico, es necesario la implementación de políticas educativas institucionales que coordinen los procesos de selección, formación, evaluación y promoción del profesorado.</p>
<p>Autor y año</p>	<p>Objetivos</p>	<p>Aspectos metodológicos</p>	<p>Principales hallazgos</p>
<p>TAMIZAJE FITOQUÍMICO DE EXTRACTOS ETÉREO, ALCOHÓLICO Y ACUOSO DE HOJAS DE <i>Pteris Vittata</i> L. (Campusano, Fonseca Cabrales, Almeida Saavedra, Fonseca García, & Reytor Rosabal, 2010).</p>	<p>Establecer la presencia de los metabolitos secundarios de la especie vegetal <i>Pteris vittata</i> L. relacionados a un potencial antimicótico.</p>	<p>Se realizó la respectiva identificación de la especie vegetal; luego el material fue tratado para la realización de un tamiz fitoquímico para la obtención de los extractos mediante maceración exhaustiva. Se emplearon técnicas sencillas de identificación cualitativa de metabolitos secundarios.</p>	<p>Se encontró la presencia de metabolitos secundarios, tales como: polifenoles, ácidos grasos, saponinas, triterpenos, azúcares reductores, entre otros, en los tres extractos obtenidos (etéreo, alcohólico y acuoso) de la especie vegetal asociados a un potencial antimicótico.</p>

Tabla 2. Antecedentes del eje de investigación Nacional

Autor y año	Objetivos	Aspectos metodológicos	Principales hallazgos
<p>EVALUACIÓN DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA "APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS": PERCEPCIÓN</p>	<p>Mostrar la percepción que tienen los estudiantes del programa de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín sobre la</p>	<p>Al inicio del curso, se les planteó a los estudiantes la ejecución de un proyecto de investigación, en donde se aplicaría los conceptos teóricos. Las opciones presentadas fueron la decisión de ellos mismos al escoger el tema de interés.</p>	<p>La encuesta presentó un panorama general sobre las percepciones de los estudiantes frente a la estrategia pedagógica aplicada, en donde se resaltó la importancia de está para su formación como profesional. De igual manera, se encontraron dificultades en</p>

DE LOS ESTUDIANTES. (Rodríguez Sandoval & Cortés Rodríguez, 2010)	estrategia pedagógica “ <i>Aprendizaje basado en proyectos</i> ”, utilizadas en cursos teóricos- prácticos.	El docente cumplió con el papel de orientador en el proceso, al finalizar el profesor se presentó un reporte escrito a manera de trabajo científico en donde se plasmó lo obtenido.	la mayoría de los estudiantes al momento de surgir ideas para la realización de los proyectos, ya que en muchos casos no se contaban con recursos físicos para la parte experimental de la investigación.
APRENDIZAJE BASADO EN LA INVESTIGACIÓN (ABI) COMO POTENCIALIZADOR DEL ESTUDIO FISIOLÓGICO DE ESPECIES AGRÍCOLAS Y ARBÓREAS DEL BOSQUE ALTO ANDINO, COLOMBIA. (Ochoa Reyes & Murcia Rodríguez, 2017)	Potencializar la motivación, las competencias básicas y las capacidades investigativas en los estudiantes del curso de fisiología vegetal del programa de biología de la Universidad de Pamplona, a través de la implementación de estrategias pedagógicas siguiendo el modelo ABI	Se basó en el método científico: Planteamiento del problema, revisión bibliográfica, pregunta biológica, hipótesis de trabajo, diseño experimental, manejo de datos e interpretación estadística, presentación de resultados; también se integró con salidas de campo para contrastar los resultados experimentales con los obtenidos en la fase de campo. Los proyectos de aula se establecieron con base en los intereses propios de los estudiantes, encontrando mayor relevancia en el tema del crecimiento y desarrollo vegetal agrícola y el estudio de la morfo-anatomía foliar y el tipo de fotosíntesis de especies nativas.	A partir de la investigación en el aula de clase, se logró un alto valor significativo a nivel conceptual, actitudinal y procedimental acerca de las plantas nativas escogidas. Las elaboraciones de los proyectos mejoraron la apropiación del conocimiento científico además de mejorar las capacidades en el tratamiento de datos experimentales y la socialización de estos en diversos ámbitos de divulgación.
Autor y año	Objetivos	Aspectos metodológicos	Principales hallazgos
FITOQUÍMICA EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES EN QUÍMICA. (Quintero Londoño & Reyes Sáenz, 2016)	Determinar la relación entre el estudio de la fitoquímica con la formación inicial de los docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN).	Se realizó un tamiz fitoquímico a tres especies vegetales, posteriormente, se desarrolló una encuesta tipo Likert para conocer las percepciones de los estudiantes sobre el estudio fitoquímico, la utilidad de esta área y los conocimientos previos. Se diseñó una secuencia didáctica basada en el trabajo experimental de laboratorio. Finalmente, se aplicó la prueba Likert y cuestionario de salida.	Se obtuvieron resultados positivos en cuanto al trabajo realizado de manera teórica y experimental con los estudiantes a través de secuencias didácticas, ya que, de cierta manera, adquirieron una estructura cognitiva mejor elaborada. Además, mejoraron las relaciones interpersonales trabajando aspectos sobre la química de las plantas.

<p>UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS ASOCIADOS A LA FITOQUÍMICA A PARTIR DE UN PERFIL QUÍMICO DE EXTRACTOS ETANÓLICOS DE LAS ESPECIES <i>CROTON FUNCKIANUS</i> Y <i>CROTON BOGOTANUS</i> (EUPHORBIACEAE) (Castiblanco, 2014)</p>	<p>Diseñar una secuencia didáctica para la enseñanza de conceptos en fitoquímica a partir del tamizaje fitoquímico de los extractos alcohólicos de las especies <i>Croton funckianus</i> y <i>Croton bogotanus</i>.</p>	<p>Los extractos fueron obtenidos de hojas secas en etanol. Se cuantificaron flavonoides y fenoles mediante el método Folin-Ciocalteu, y Jimoh. además, se determinó la presencia de otros metabolitos como alcaloides, carotenoides y taninos mediante pruebas cualitativas. Finalmente, se diseñó y aplicó una secuencia didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de la fitoquímica a partir de los resultados previos.</p>	<p>Se demostró la presencia de metabolitos secundarios como alcaloides y flavonoides. La prueba con el reactivo de Folin- Ciocalteu, reveló que en los extractos de las muestras de <i>Croton</i> poseen contenido polifenólico dado a la presencia de compuestos aromáticos.</p> <p>Para la reacción con FeCl₃ se comprobó la abundancia de flavonoides en los extractos etanólicos.</p> <p>La elaboración de la secuencia didáctica permitió identificar particularidades de la enseñanza de la biología; así como también generar un pensamiento reflexivo, científico y constructivo en los estudiantes.</p>
---	---	---	---

Tabla 3. Antecedentes del eje de investigación Regional.

Autor y año	Objetivos	Aspectos metodológicos	Principales hallazgos
<p>ESTUDIO QUÍMICO Y ETNOBOTÁNICO DE <i>CROTON LEPTOSTACHYUS</i> (Pardo Rodríguez, y otros, 2014)</p>	<p>Establecer el uso tradicional que la comunidad del municipio de Gigante, Huila, da a la especie vegetal <i>Croton leptostachyus</i>, llamada comúnmente “mosquero”; así mismo confrontar la información obtenida con el estudio fitoquímico de la planta.</p>	<p>Consistió en la identificación de la información etnobotánica en el municipio de Gigante, Huila asociada a la especie vegetal. Seguidamente, se realizó una extracción Soxhlet en agua y etanol para su posterior tamiz fitoquímico recomendado por Sanabria (1983) y Lock (1994).</p> <p>Se evaluó su actividad antimicrobiana y antifúngica en cepas con el método en pozo y halos de inhibición, respectivamente.</p>	<p>La comunidad reconoció la importancia de la especie vegetal en cuanto al tratamiento de enfermedades.</p> <p>Se verificó la presencia de compuestos fenólicos, terpenos y/o esteroides además de saponinas y alcaloides de tipo indólico contenidas en el material vegetal de <i>C. leptostachyus</i>.</p>

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La especie *Cucurbita maxima duch* es una planta endémica de los trópicos y subtropicos (Bolaño,1998), en algunas partes de África, en el sur de Asia, Norte de Australia, en el centro y sur de América, conocida y utilizada por la mayoría de la población por sus propiedades alimenticias y medicinales. Se le reconoce algunos usos en la medicina para tratar problemas del tracto urinario, gastroenteritis (inflamación del intestino), cálculos renales etc. (Salamá, A. M. 2006). Las semillas de este vegetal son recomendadas para el tratamiento de la depresión, siendo el aminoácido L-triptófano (Eagles et al, 1999) el responsable de esta actividad (Chou & Ming, 1960). También, se ha empleado por ser un excelente antiparasitario por la presencia del aminoácido Cucurbitina (Rybaltovsikii, 1966). Existen pocos estudios relacionados con el empleo de esta especie para el tratamiento de la diabetes tipo II, puesto que la información encontrada es escasa y está relacionada con el conocimiento popular.

Desde el ámbito educativo, se ha demostrado que la enseñanza y el aprendizaje de conceptos genéricos relacionados con la química, es vista bajo condiciones memorísticas que no tienen un uso en la vida cotidiana de los estudiantes; como lo plantea Castiblanco (2014) “los textos de química se limitan a definir conocimientos y deducciones químicas y matemáticas, pero no se evidencia la relación de dichas percepciones con las problemáticas de la vida real”. Asimismo, la enseñanza de la química, desde un enfoque tradicional recae profundamente en la dificultad mencionada sobre la transmisión de conocimientos verbales, donde el estudiante es un actor pasivo en el proceso de aprendizaje, situándose como un consumidor de conocimientos previamente elaborados por el profesor (Pozo y Gómez, 2006). Sumado a ello, se encuentra la poca importancia del trabajo experimental hacia los procesos de enseñanza/aprendizaje, donde dificulta al estudiantado comprender de manera asertiva aquellos conceptos, asimismo relacionarlos con las infinitas aplicaciones en su contexto cotidiano (Carriazo & Saavedra , 2004). Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se fortalece el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos mediante la investigación fitoquímica del Zapallo en los estudiantes del Colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná?

Con lo planteado anteriormente, las investigadoras buscan fortalecer el reconocimiento de los grupos funcionales en los estudiantes del grado décimo (10°) a través de la química de los metabolitos secundarios de la planta *Cucurbita maxima duch* (Ahuyama o Zapallo). Como maestras en formación en el área de las Ciencias Naturales, observamos de parte de las estudiantes un desinterés por las disciplinas como la Química y la Física dentro del plantel educativo, tal como ha sido establecido por autores como (Furio, 2006). Tomando en cuenta lo dicho anteriormente, los docentes que orientan estas asignaturas se han enfocado principalmente en enseñar de forma teórica, dejando atrás las prácticas experimentales para fomentar el pensamiento científico de los estudiantes.

4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, sabemos que Colombia es uno de los países más diversos, tanto en flora como en fauna. El departamento del Huila cuenta con diversos ecosistemas, desde nieves perpetuas (Volcán Nevado del Huila), bosques andinos, zonas de paramos, bosque seco tropical (desierto de la Tatacoa). El uso de las plantas a nivel medicinal por la población es más común en las zonas rurales. El conocimiento tradicional y/o ancestral se ha preservado a lo largo de los siglos y ha mostrado la importancia del uso de las fuentes naturales en la medicina.

La familia de las *Cucurbitaceas* son un grupo de plantas que tienen sus usos desde la antigüedad por sus exquisitos frutos, sin embargo, se ha encontrado que desde el siglo XIX, se han utilizado estas especies a nivel farmacéutico como antiparasitarios.

Las *Cucurbitaceas* se han cultivado y utilizado para uso alimenticio y muy poco para uso medicinal, no obstante, esta especie tiene algunos compuestos químicos nutricionales que la hacen atractiva con fines comerciales. El Zapallo del género *Cucurbita*, es una planta usada ancestralmente por algunos campesinos y personas de la región del Huila con fines medicinales, especialmente, como antiparasitario.

El estudio fitoquímico del Zapallo permitirá abrir la línea de investigación sobre estas especies en el grupo y el semillero de investigación de la universidad, posibilitando ampliar la información de estas especies en la región del Huila. Adicionalmente, este proyecto muestra la eficacia del enfoque “*Aprendizaje Basado en la Investigación*”, como una estrategia didáctica alternativa que permite fortalecer el aprendizaje de la química.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo General.

Fortalecer el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos en los estudiantes del grado décimo del Colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná del municipio de Neiva, a través del estudio fitoquímico preliminar del Zapallo.

5.2. Objetivos Específicos.

- Identificar los metabolitos secundarios presentes en las partes aéreas (hojas, tallos, flores y semillas) de la especie *Cucurbita maxima duch* usando técnicas de determinación cualitativas.
- Aislar por medio de técnicas cromatográficas algunos metabolitos mayoritarios presentes en la planta *Cucurbita maxima duch*.
- Estimar el conocimiento de los grupos funcionales en los estudiantes del Colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná a través de un cuestionario inicial tipo Likert, como la herramienta principal de recolección de datos.
- Aplicar la estrategia didáctica de investigación fitoquímica del Zapallo para el reconocimiento de los grupos funcionales orgánicos presentes en los metabolitos secundarios mayoritarios.
- Determinar la eficacia de la estrategia didáctica en el fortalecimiento del aprendizaje sobre los grupos funcionales a través de un cuestionario final.

6. MARCO TEÓRICO.

6.1. Aprendizaje Sobre el Aislamiento e Identificación de Metabolitos Secundarios.

Es importante recalcar y mencionar que la estrategia propuesta en la presente investigación se propone con la finalidad de mejorar el aprendizaje de conceptos inherentes de la química orgánica a través del aislamiento e identificación de metabolitos secundarios de fuentes naturales (plantas), de acuerdo con lo anterior, se hace una descripción de algunas perspectivas didácticas y pedagógicas, que permiten sustentar el presente trabajo.

6.2. Axioma Actual del Aprendizaje.

Según lo planteado por Campos y Gaspar en (1996) y luego citado por (Tunnermann, 2011, pág. 23), el constructivismo en la actualidad es un paradigma que predomina en las investigaciones en una concepción cognoscitiva de la educación. Sin embargo, en este enfoque el docente solo es un guía y no interviene en las decisiones a la que el alumno quiere llegar al proceso. Aunque en algunos textos se logra apreciar que esta concepción es errónea o no practicada, según Ortiz (2015), *“Al existir una leve interacción entre el docente y el alumno, se puede llegar a una síntesis para ser productiva para los dos involucrados”* (Ortiz, 2015, pág. 94).

En el enfoque constructivista el alumno lleva a cabo un proceso interno, individual y activo del aprendizaje, estas estructuras en los contenidos son activamente utilizados para promover en los docentes, estrategias más llamativas y así mismo facilitar el aprendizaje progresivo de los estudiantes, basado en aprender y enseñar (Pozo y Gómez, 1998, pág. 23).

El enfoque basado en el aprendizaje a través de la investigación facilita la motivación por parte de las estudiantes para el aprendizaje de la química, estos procesos son guiados por el docente. Este modelo de aprendizaje se aplica con el objetivo de salvaguardar un modelo constructivista que mantiene el vínculo directo entre los conocimientos adquiridos de los estudiantes con el modelo pedagógico. Gil, 1991 citado por (Alvear, 2011, pág. 104).

6.3. La Investigación es un Medio de Aprendizaje.

La investigación es una estrategia que, de alguna forma acerca a los estudiantes al trabajo científico. Como lo menciona Franco Mariscal (2015), “la investigación en el medio escolar se centra en los alumnos con un papel activo en el aprendizaje, permite la solución de problemas y es compatible y adecuada dentro de un marco constructivista”, sin embargo, es importante aplicar la indagación dirigida al aprendizaje de las Ciencias Naturales, la cual aporta a la formación del conocimiento científico en el ámbito educativo (Franco Mariscal, 2015).

Este trabajo de grado se encaminó al empleo de la investigación fitoquímica para fortalecer el aprendizaje de las funciones químicas orgánicas en estudiantes de secundaria. En este sentido, Gallego, Quiceno Serna y Pulgarín Vásquez (2014), destacan que: “indagar, discutir, reflexionar, comunicar, organizar información, establecer conexiones con otros campos de conocimiento y con otras personas o entidades son etapas en los procesos de una investigación” (pág. 931). Por consiguiente, el estudiante adquiere una mayor participación en el proceso de la construcción del conocimiento a medida que investiga. Gill (1993) el cual es citado por (Franco Mariscal, 2015, pág. 234), diseñaron un diagrama que permite observar aspectos que se deben tratar durante un proyecto científico como “el enunciado preciso del problema, la formulación de los objetivos, la construcción y fundamentación de los modelos e hipótesis contrastables, la búsqueda de antecedentes (información ya realizada), un marco teórico bien elaborado, el diseño de la metodología que se quiere trabajar en el proyecto de investigación, la presentación de los resultados con la discusión y las conclusiones”. (Franco Mariscal, 2015).

Teniendo en cuenta que, las prácticas de laboratorio permiten un aprendizaje más dinámico, ya que según Cardona Buitrago (2013) como docentes buscamos alternativas para captar la atención del estudiante y en esa búsqueda encontramos “*el desarrollo de las habilidades manipulativas y de medición, para la aplicación de la teoría de errores empleada para el procesamiento de la base de datos experimentales*” (pág. 4). En cuanto a este tipo de aplicaciones, esto facilita al aprendizaje del propio estudiante a través del desarrollo, reflexión crítica y la

investigación, donde no solo se transfiere el conocimiento, sino que convierte las secuencias didácticas más llamativas que permiten reforzar el aprendizaje de nuevos conceptos aportados por la nueva forma de aprendizaje (Cardona Buitrago, 2013, pág. 3).

6.4. El Aprendizaje de la Química a través de la fitoquímica.

Un campo de la química es la Fitoquímica, cuyo objeto de estudio es la composición química de los productos naturales. De acuerdo con Castillo Olvera, Zabala Cuevas y Carrillo Inungaray (2017), es una disciplina que resulta ser una herramienta para conocer el potencial biológico y a su vez farmacológico de muchas especies vegetales. Así mismo, la naturaleza metaboliza un gran número de moléculas, confirmando que, la química y la biología tienen gran relación entre sí, siendo así diferentes disciplinas experimentales que han sido desarrolladas y aplicadas para el beneficio humano.

Se logra resaltar lo mencionado por los autores Quintero Londoño y Reyes Sáenz en el año (2016), en donde refieren la existencia de diferentes procesos experimentales que son inherentes a la investigación fitoquímica, a través del cual se involucra la participación de los estudiantes, siendo esto una herramienta más atractiva para la enseñanza de la química y la biología en las Instituciones tanto públicas como privadas.

La fitoquímica posee un enfoque experimental que permite el desarrollo de actitudes investigativas en los estudiantes (análisis, aplicación del conocimiento disciplinares, clasificación, observación, comparación, síntesis, integración, entre otras), tal como lo resaltan los autores (Quintero Londoño y Reyes Sáenz, 2016, pág. 4), las clases de fitoquímica, promueven y favorecen el aprendizaje de las ciencias naturales, ya que el uso de diversas especies vegetales sirven como un recurso didáctico para el aprendizaje de la química ya que a través del análisis químico, se pueden resignificar aspectos teórico- prácticos de la química, como: polaridad, disolvente, disolución, constante dieléctrica, viscosidad, cromatografía, técnicas de separación de mezclas, grupos funcionales, metabolitos secundarios, estructura molecular, geometría molecular, aromaticidad, etc.

6.5. Estrategia Didáctica Dirigida a Instituciones Públicas y Privadas

Las estrategias didácticas nacen como una necesidad de los docentes de ciencias naturales para atraer la atención de los estudiantes hacia la biología, la química y la Física. Para los docentes y maestros en formación, nos surgen muchos interrogantes a la hora de enseñar: ¿Cómo empezar una clase de química sin ser tan teóricos? ¿cómo enseñar los grupos funcionales? ¿Cómo incluir los contenidos en lecciones involucrando especies vegetales? ¿Qué prácticas de laboratorios se pueden realizar con especies que ellos conozcan?, siendo así, Sánchez Blanco y Valcárcel Pérez (1993), pág. 33, presentan que, la planificación y la determinada secuenciación de las unidades didácticas son una herramienta para la generación de espacios de aprendizaje.

6.6. Funciones Químicas Orgánicas

Podemos decir que las funciones orgánicas juegan un papel muy importante para la vida de un ser vivo, ya que estas ayudan con la fabricación de muchos productos, un ejemplo de este es el acetato de isoamilo, un líquido incoloro (transparente) con aroma a banano, cuya estructura química posee la función de un éster y donde su grupo funcional es el oxicarbonilo (Wade, L. G., *et al.*,2004).

Por otro lado, el grupo funcional hace parte importante en la molécula, la cual caracteriza la formación acomodada de cada uno de los átomos, la cual también es la responsable del comportamiento químico de las moléculas. Se pueden encontrar estas funciones orgánicas (Ilustraciones 1) en productos que se utilizan a diario como: jabones, los perfumes, las medicinas, comida, la ropa que utilizamos, los implementos de las cocinas, entre muchas cosas más (Wade, L. G., *et al.*,2004)

PRINCIPALES CLASE DE COMPUESTOS ORGANICOS Y GRUPOS FUNCIONALES			
CLASE	ESTRUCTURA GENERAL	Nombre	GRUPO FUNCIONAL Fórmula
ALCANOS	R-H	enlace sencillo	$\begin{array}{c} \\ -C- \\ \end{array}$
ALQUENOS	R-CH=CH-R	enlace doble	$\begin{array}{c} -C=C- \\ \quad \end{array}$
ALQUINOS	R-C≡R	enlace triple	$-C\equiv C-$
AROMATICOS	C ₆ H ₆ 	benceno	
DERIVADOS HALOGENADOS	R - X	halógeno	X: F, Cl, Br, I
ALCOHOLES	R -OH	hidroxilo	-OH
ACIDOS CARBOXILICOS	R-COOH	carboxilo	$\begin{array}{c} -COOH \\ \\ \delta - C - OH \end{array}$
ALDEHIDOS	R-CHO	aldehído	$\begin{array}{c} -CHO \\ \\ \delta - C - H \end{array}$
CETONAS	R- CO - R	carbonilo	$\begin{array}{c} -CO- \\ \\ \delta - C - \end{array}$
ETERES	R - O - R	oxígeno	-O-
ESTERES	R - COO - R	éster	$\begin{array}{c} -COO- \\ \\ \delta - C - O- \end{array}$
AMIDAS	R - CO NH ₂	amida	$\begin{array}{c} -CONH_2 \\ \\ \delta - C - NH_2 \end{array}$
AMINA	R- NH ₂	Amina	$\begin{array}{c} -NH_2 \\ \\ -NH- \\ \\ -N- \\ \end{array}$
FENOLES	C ₆ H ₅ - OH  ó  -OH	fenol	 -OH

Ilustración 1. Grupo funcionales orgánicos (Tomada de Arteaga, M. G. C., 2017)

6.7. Descripción de la Familia *Cucurbitaceae*.

Las especies de la familia *Cucurbitaceae* son herbáceas, de hábito trepador y rastrero que alcanzan varios metros desde su punto de siembra. A nivel mundial, se estiman para esta familia 121 géneros y 760 especies (Mabberley, 1993-2008). En Colombia, se registran 28 géneros y 92 especies (Bernal, *Ret al.*, 2015). Las *Cucurbitáceas* son plantas cuyas hojas son palmeadas, lobuladas y dentadas, esta familia se divide principalmente en dos subfamilias como lo son: *Zanonioideae* y *Cucurbitoideae*. Un gran número de especies en esta familia son utilizadas en la alimentación balanceada del ser humano y animal (Deyo & Malley, 2008).

Lo que caracteriza a esta familia son sus frutos, que son de diferentes tamaños, respecto a sus formas (esféricas, ovoides o cónicas alargadas), pueden ser rugosos, y de coloración variada (verde amarillento, amarillo o amarillo anaranjado). Sus semillas son de forma oval, marginada y de color blanco o negro (Salamá, 2006). Gran parte de estas especies han sido adjudicadas por la

intervención del hombre, donde este utiliza sus frutos como alimento, en lapsos de determinado tiempo esta especie alcanza su estado de maduración y se tarda un año para observar sus frutos (Ilustración 2).



Ilustración 2. Especie *Cucurbita maxima* Duch (Tomada de YouBacusan)

El fruto de esta especie posee grandes cantidades de minerales, nutrientes y beneficios para la salud, el fruto al poseer también un porcentaje muy bajo de calorías se hace llamativo para el consumo humano, al tener diferentes colores, sabores, formas, se hace que su comercialización sea elevada alrededor del mundo. De esta familia es posible reconocer las siguientes especies:

- El pepino (*Cucumis sativus* L)
- Sandía (*Citrillus lanatus*)
- Zapallo (*Cucurbita maxima* D)
- Melón (*Cucumis melo* L)
- Chayote (*Sechium edule*)

Un estudio sobre la filogenia del género *Cucurbita* usando el cloroplasto, aparece en la Ilustración 3, por Lira Saade et al, 2009.

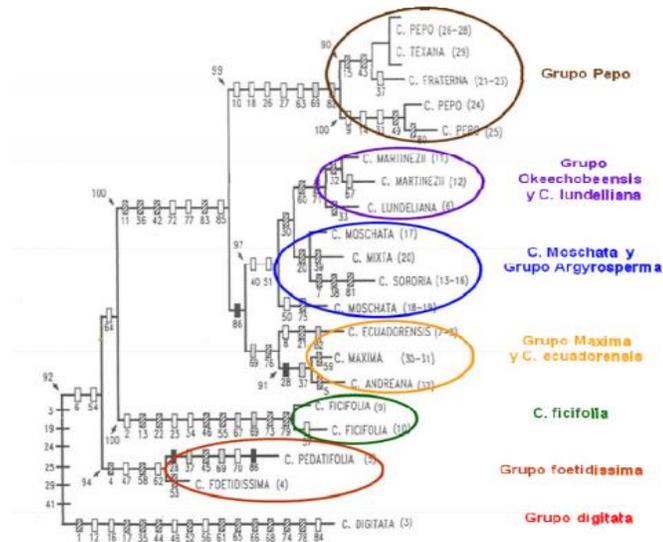


Ilustración 3. Filogenia del Género *Cucurbita* Obtenida por Wilson et al. (199), tomado de (Lira Saade, Eguiarte Fruns & Montes Hernández, 2009)

El género *Cucurbita* se distribuye en los trópicos y subtrópicos de los dos hemisferios del planeta Tierra (Bolaños, 1998). Este género es encontrado principalmente en África, en el sur de Asia, Norte de Australia, en el Centro y Sur de América (Ilustración 4). Las *Cucurbitaceas* se han encontrado en países del centro y del sur de América, México, Colombia, Guatemala, entre otros.



Ilustración 4. Distribución de la familia *Cucurbitaceae* (Tropicos.org, 2017)

En Colombia, esta familia se encuentra en todo el país, como la Sierra Nevada de Santa Marta, la Costa Atlántica, Antioquia y algunas zonas de la cordillera de los Andes (Patiño, 2002).

6.8. Descripción de la Especie *Cucurbita maxima duch*

La especie *Cucurbita maxima duch* se caracteriza por ser una planta rastrera, que alcanza varios metros de longitud, por poseer un tallo glabro, delgado, verde y sin látex. Sus hojas son simples y alternas, con presencias de estípulas infrapeciolar; posee láminas membranosas, cordada, margen aserrado, ápice aristado, base cordada y nerviación camptódroma.

Flor: Presenta flores axilares, solitarias, actinomorfas, con inserción hipógina; el cáliz dialisépalo, con 5 sépalos; la corola dialipétala, rosácea, con 5 pétalos de color amarillo, con una corona de pelos (Ilustración 5); con antera versátil y dos tecas; dehiscencia longitudinal; presencia de gineceo sincárpico, con ovario súpero, tricarpelar, unilocular y placentación parietal (Muñoz y otros, 2008). Sus flores son monoicas (con flores masculinas y femeninas por separadas), corolas campanuladas, grandes y de color amarillo anaranjado brillante, su polinización es principalmente entomófilas.



Ilustración 5. Flor de la Especie Cucurbita maxima duch

Esta planta fue domesticada por el hombre en América del sur (Whitaker & Davis, 1962), y es una de las especies que posee más diversidad en el género, posee razas o variedades locales. Ha sido utilizada para el tratamiento de diferentes enfermedades de tipo crónicas, al ser cultivadas principalmente en Suramérica y en U.S.A.

En la familia *Cucurbitaceae*, muchas de las especies son empleadas por el ser humano con fines curativos tradicionales y alimenticios, como *Cayaponia*, *racemosa*, *Citrullus lanatus*, *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, *Luffa cylindrica*, entre otras, que son usadas por sus

propiedades antiinflamatorias, antiálgicas, antiparasitarias, etc. (Delascio-Chitty & López, 2007); y como plan alimenticio, en forma de, ensaladas, jugos, cocidos, etc. En los años 60 se utilizó la producción y comercialización del Zapallo por su tolerancia y resistencia a varios virus que son comunes, en el cual se utilizaron muchos métodos tradicionales para el mejoramiento genético (Bolaños, 1998).

6.9. Variedades de *Cucurbita maxima*.

Particularmente, esta especie existe como un arbusto donde se encuentran las siguientes variedades:

- La calabaza Arikara
- La calabaza de plátano.
- El calabacín de Boston.
- La calabaza de Buttercup
- La calabaza Candy Roaster
- La calabaza Hubbard
- Jarrahdale Pumpkin
- Kabocha
- La calabaza Lakota
- La calabaza Nanticoke
- Calabaza de turbante

Cada una de estas variedades posee gran impacto a nivel gastronómico y en la medicina tradicional.

6.10. Taxonomía.

En la Tabla No 4, se muestra la clasificación taxonómica del Zapallo y en la Ilustración 6, un ejemplar de esta especie, donde se aprecia la morfología de la hoja y el tallo glabro y delgado (Bernal, R., *et al* (eds.). 2015).



Ilustración 6. Fronde de la especie *Cucurbita maxima*. Tomada por (Monje, K. Segura, L. 2021)

Tabla 4. Clasificación taxonómica de la especie *Cucurbita maxima* Duch. Tomado de: *Museum National d'Histoire Naturelle Paris*, por (Paris Hs 2007).

Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Magnoliosida
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	Cucurbita
Especie	<i>Cucurbita maxima</i> Duchesne
Autor	Antoine Duchesne
Fecha de Determinación	1786

6.11. Usos del Zapallo.

Usualmente se logra observar el empleo de esta especie a nivel medicinal y alimenticio por la comunidad Huilense.

6.12. Propiedades Farmacológicas

Las propiedades farmacológicas de la especie *Cucurbita maxima duch* se encuentran principalmente en el fruto (laxante) y las semillas debido a lo cual se tienen efectos diuréticos que no irritan el estómago; para el tratamiento de enfermedades como del tracto urinario, gastritis, enteritis y cálculos renales (Salamá, 2006), (Villaseñor *et al.*, 1996; Vogel, 1970). En cuanto a las propiedades antioxidantes se han encontrado compuestos atrapadores de los radicales libres, por lo tanto, pueden ser usados para el tratamiento del cáncer, el Parkinson, Alzheimer y para las enfermedades cardiovasculares (Espín, J., *et al*, 2000) (Fukumoto & Mazza, 2000).

Los aceites han sido estandarizados con respecto al alto contenido de ácidos grasos (Salamá, 2006). El aceite de las semillas es utilizado como un eficiente diurético al cual puede reducir la infección en el tracto urinario y también logra curar la gonorrea (enfermedad de transmisión sexual); estas también son recomendadas para tratar la depresión, la cual en su estructura se le atribuye al aminoácido L-triptófano (Eagles., *et al*, 1999). También, se ha empleado como antiparasitario gracias al aminoácido Cucurbitina (Rybaltovsii, 1966), las flores son utilizadas para suavizar las heridas.

6.13. Tamizaje Fitoquímico

Una rama importante de la química es la fitoquímica, la cual comprende “*los estudios de los metabolitos secundarios mayoritarios que se encuentran presentes en las especies vegetales, en los cuales podemos encontrar fenoles, polifenoles, quinonas, flavonas, flavonoides, taninos, terpenos, azúcares reductores, saponinas, alcaloides, carbohidratos, aminoácidos y esteroides*” (Prashant, *et al.*, 2011) citado a su vez por (Castillo *et al.*, 2017).

El tamizaje fitoquímico se basa principalmente en la obtención de extractos de plantas con disolventes de diferente polaridad como el hexano, cloroformo, metanol y acetona, etc. Para esto, el tamizaje fitoquímico nos permite de cierta forma, lograr identificar cualitativamente los grupos funcionales que se encuentran en una especie, para así continuar la obtención de los extractos de interés. Cabe recalcar la gran importancia que radica al obtener la diversidad de metabolitos que

se encuentran presentes en extractos vegetales, las cuales se representan por signos positivos (+) y signos negativos (-), indicando la abundancia o ausencia de cada compuesto en muestras vegetales.

6.14. La Fitoquímica y la Etnobiología.

La fitoquímica es un campo multidisciplinario, cuyo objetivo de estudio es el metabolismo secundario de los organismos vivos, principalmente de las especies vegetales. En este campo del saber, es indispensable el conocimiento de la etnobotánica, y los diversos procesos metabólicos que dan origen a una gran variedad de moléculas, responsables de los efectos terapéuticos en la medicina tradicional (Castiblanco, 2014).

Las especies vegetales poseen un gran potencial biológico y son usadas frecuentemente por las comunidades indígenas y campesinos de la región, por su gran conocimiento ancestral. De esta forma, la fitoquímica se encarga de dar el soporte científico a dichos usos medicinales.

6.15. Metabolitos Secundarios.

Muchas investigaciones realizadas con plantas, han permitido el aislamiento de una gran variedad de compuestos para la fabricación de los medicamentos. Así mismo surge la Quimiotaxonomía como una forma de clasificar a los metabolitos secundarios.

Las especies vegetales como los demás organismos vivos requieren de condiciones para su crecimiento y nutrición, que dependen del lugar en el que se encuentren, la humedad, el clima, etc.

Las plantas a lo largo de los siglos han logrado desarrollar mecanismos de defensa contra una variedad de insectos o microorganismos que pueden ser patógenos, por la producción de metabolitos secundarios en sus estructuras como espinas, pelos glandulares, espigas, etc. (Croteau et al. 2000).

Las plantas utilizan rutas metabólicas para la producción de metabolitos secundarios, siendo las siguientes: a) acetato-malonato para la biosíntesis de ácidos grasos y policétidos; b) acetato-mevalonato para la formación de esteroides y terpenos; c) el ácido Shikímico que es

utilizada para los taninos, cumarinas, quinonas, alcaloides aromáticos, lignanos entre otros; d) Producción de flavonoides, alcaloides, etc., que son derivados de dos o más rutas.

Los Metabolitos Secundarios son compuestos que poseen desde bajos hasta altos pesos moleculares, no solamente tiene gran importancia en la ecología, si no que también permiten la adaptación de las plantas a los ambientes naturales, a las simbiosis con los demás organismos y en la atracción de los insectos dispersores de las semillas, frutos y polinizadores (Ilustración 7).

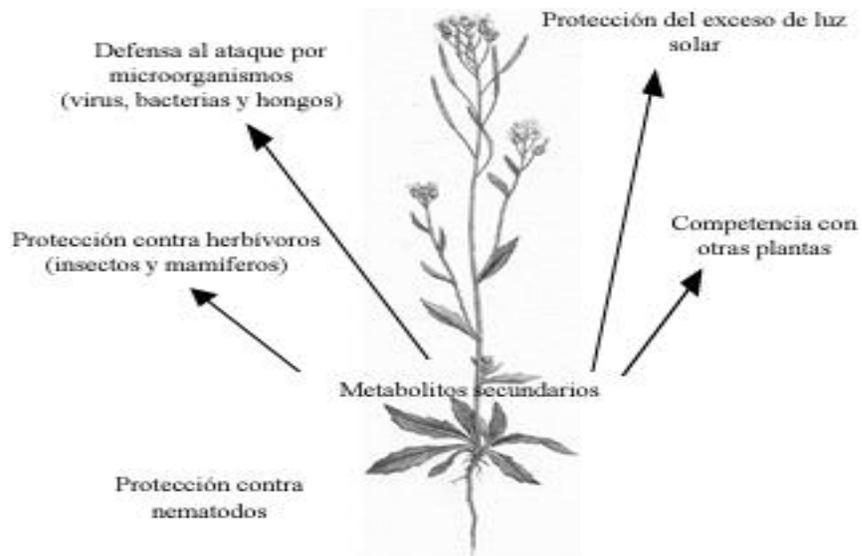


Ilustración 7. Eventos de los metabolitos secundarios que inducen durante la respuesta de defensa de las plantas. (Sepúlveda et al 2003).

A continuación, se muestran algunas de las estructuras de tipo terpenoide que se biosintetizan en las plantas y son los responsables de sus aromas (Ilustración 8).

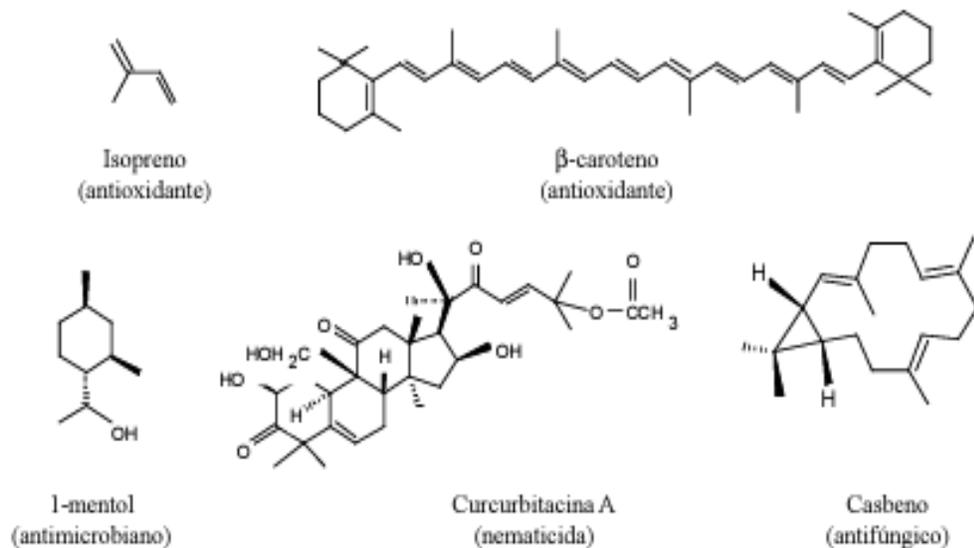


Ilustración 8. Estructuras de los terpenoides biosintetizados por rutas metabólicas (Sepúlveda et al, 2003).

• **Flavonoides:** son pigmentos naturales los cuales están presentes en vegetales que protegen al organismo de los daños producidos por agentes oxidantes (Sing, 1997, pág. 72) (S. Martínez-Flórez, 2002) (Ilustración 9).

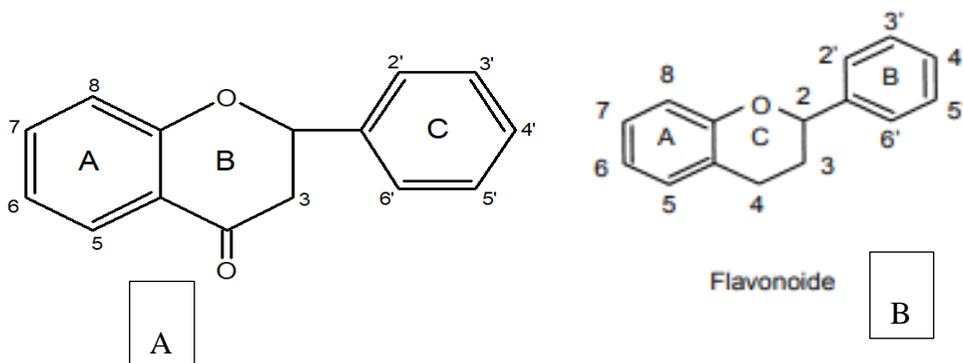


Ilustración 9. Estructura básica de los flavonoides adaptado de (sing, 1997, pág.72) B. Tomado de (S. Martínez-Flórez, 2002)

• **Saponinas:** Compuestos constituidos de una porción hidrofílica (azucares) y una porción hidrofóbica (esteroide) (Ilustración 10).

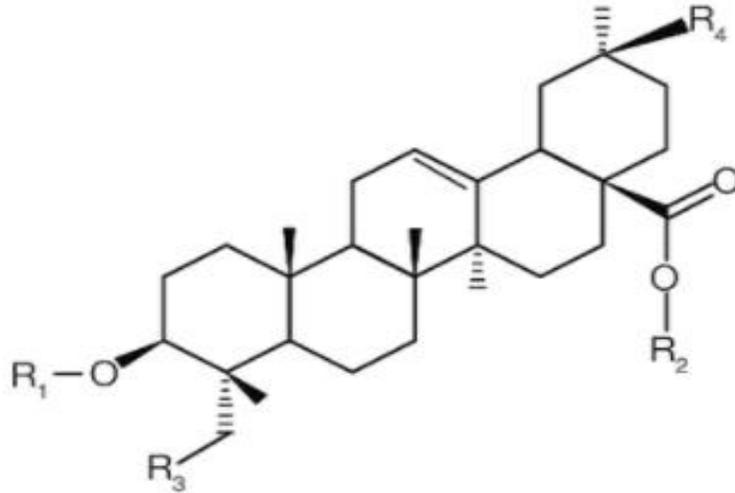


Ilustración 10. Estructura básica de una saponina (Mora P, Parga. L, & Espitia. A, 2003)

- **Alcaloides:** Compuestos nitrogenados básicos, en su mayoría provenientes de aminoácidos (Ilustración 11).



Ilustración 11. Estructura básica de los Alcaloides. (Cárdenas & Gélvez, 1999)

- **Fenoles:** Compuestos aromáticos con grupos hidroxilo (Ilustración 12).

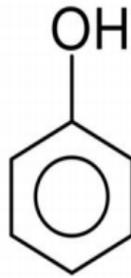


Ilustración 12. Estructura básica de los Fenoles. (Cárdenas & Gélvez, 1999)

• **Azúcares reductores:** son aquellos azúcares que tiene su grupo hidroxilo intacto, los cuales pueden reaccionar con otras moléculas (Ilustración 13).

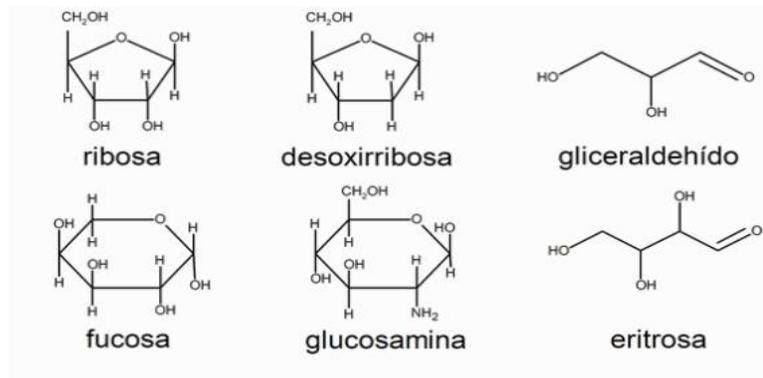


Ilustración 13. Estructura básica de los Azúcares Reductores. (Melo & Cuamatzi, 2007)

• **Aminoácidos libres:** Compuestos formados por un grupo carboxilo y un grupo amino (Ilustración 14)

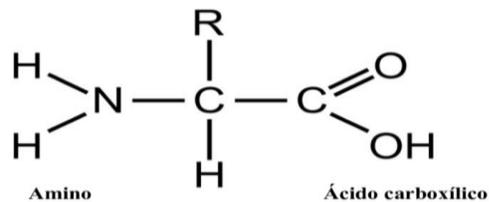


Ilustración 14. Estructura básica de los Aminoácidos libres. (Mora P, Parga L, & Espitia A. 2003)

• **Esteroides y/o Triterpenos:** este grupo está constituido por numerosos compuestos, su estructura posee un grupo hidroxilo en el carbono 3 (Ilustración 15).

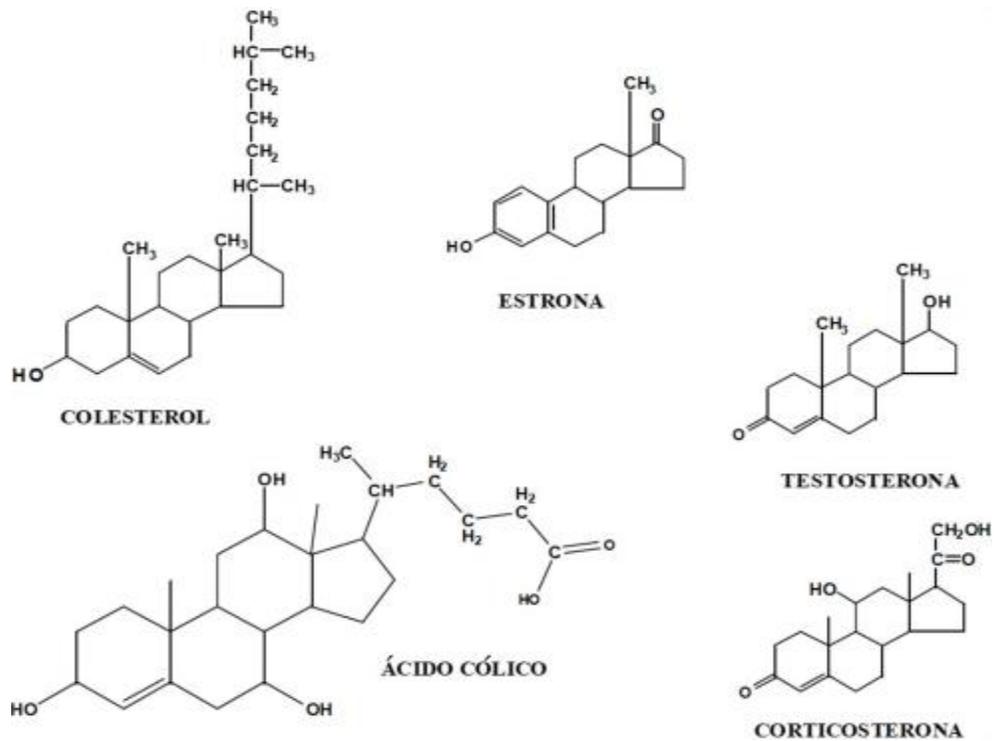


Ilustración 15. Estructura básica de Esteroides, Terpenos y Carotenos. (Mondragón, 2005).

6.16. Cromatografía en Capa Fina.

Esta técnica ha sido muy utilizada, para determinar la naturaleza de los analitos que están presentes en una especie vegetal. Castillo. G, *et al.*, 2007, pág. 14, establecen que, por medio de esta técnica, la muestra que se quiere analizar se aplica en una fase estacionaria llamada gel de sílice, luego, se hará contacto con el solvente o la fase móvil, ascendiendo por la placa por capilaridad logrando la separación de los compuestos que se encuentran en la muestra analizada.

6.17. Cromatografía en Columna.

Esta es otra de las técnicas utilizadas comúnmente para la separación de sustancias químicas, de esta manera, como es mencionado por Skoog 2015, pág. 862, el fundamento es utilizar un tubo que en su interior se encuentra una fase estacionaria de gel de sílice y la separación de los compuestos se lleva a cabo mediante el uso de disolventes orgánicos de diferentes polaridades.

6.18. Cromatografía de Placa Fina Preparativa

Es una técnica de separación de compuestos puros, mediante el cual, según Skoog 2015, pág. 862, las muestras suelen aplicarse como una banda a lo ancho de la placa de vidrio, para luego ser arrastradas por un disolvente. Después, las franjas son raspadas de la placa, disueltas, filtradas y rota evaporadas, para su detección por métodos espectroscópicos, entre ellas, las técnicas de Ultravioleta-visible e Infrarrojo.

6.19. Espectroscopia Ultravioleta-Visible.

Es un método utilizado para identificar algunos grupos funcionales de moléculas, y, además, para determinar el contenido y pureza de una sustancia. Se utiliza de manera general en la determinación cuantitativa de los componentes de soluciones de iones de metales de transición y compuestos orgánicos altamente volátiles.

7. METODOLOGIA

7.1. Enfoque de la Investigación.

Para ejecutar el trabajo se realizó una descripción de los aspectos metodológicos que se plantearon en la propuesta de investigación, los cuales son de enfoque mixto (Hernandez Fernández y Batista, 2006), puesto que se realizaron pruebas cualitativas y cuantitativas mediante un diseño experimental y cuyos resultados fueron validados a través del análisis de datos estadísticos. Se plantearon siete etapas para la realización de esta investigación. Se utilizó la técnica de recolección de datos de información por medio de un cuestionario de tipo Likert validado por cinco expertos y aplicado a una población estudiantil del grado décimo del colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná del municipio de Neiva (Huila).

El enfoque cualitativo se utiliza cuando se realiza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afirmar preguntas de investigación en los procesos de interpretación. En la investigación se aborda el enfoque cualitativo al momento de realizar el tamizaje fitoquímico, y al aplicar las pruebas colorimétricas a cada uno de los extractos. A su vez, la investigación cuenta con un enfoque cuantitativo, que se recurre al “*análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías*” (Hernández *et al.*, 2006). El enfoque cuantitativo se observa en la investigación al momento de determinar la estrategia didáctica de aprendizaje para la identificación y clasificación de los grupos funcionales orgánicos. Además, del análisis del impacto de la secuencia didáctica para el fortalecimiento del aprendizaje de este tema a partir de un cuestionario tipo Likert.

Es importante resaltar que, inicialmente se llevó a cabo el estudio fitoquímico preliminar y la identificación de los metabolitos secundarios del Zapallo por parte de las tésistas, con el propósito de conocer los procedimientos en el laboratorio que permitieron desarrollar la estrategia didáctica con los estudiantes y para la selección de los metabolitos secundarios que iban a ser empleados para la identificación de los grupos funcionales.

7.2. Recolección de Información sobre Estudios de la Especie.

Con base a lo anterior y teniendo en cuenta los objetivos del proyecto de investigación, se realizó la debida recolección de información de acuerdo con los temas escogidos para el proyecto, con el fin de obtener una tabla de antecedentes con los estudios fitoquímicos y evaluaciones biológicas que se han realizado con el Zapallo, así mismo, conocer acerca de estudios realizados sobre estrategias didácticas empleando el enfoque “*Aprendizaje basado en la Investigación*” con esta especie para fortalecer el aprendizaje de aspectos relacionados con la química.

7.3. Recolección y Secado de la Planta.

Se realizaron salidas de campo hacia algunos municipios del Huila: Iquira, (vereda el Triunfo), municipio de Neiva y el municipio del Pital, en donde se realizó la recolecta de la planta de ahuyama (*Cucurbita maxima duch*). Para esta recolecta se tuvieron en cuenta características visibles como el hábito de crecimiento, presencia de exudados, estipula, color de la flor y fruto. Esta información se reportó en una bitácora de campo con datos geo-referenciados como la altitud y coordenadas, fecha de la colecta del ejemplar, fotografías en general y recolecta de flor y fruto. Posteriormente, se realizó un análisis taxonómico de la especie, por el Herbario SURCO de la universidad Surcolombiana, para su autenticación.

7.4. Preparación de los Extractos.

El material colectado fue secado y pulverizado para posteriormente, extraer los compuestos de la planta con disolventes orgánicos de diferente polaridad, como Hexano, Cloroformo y Metanol, acto seguido, se realizó la filtración de cada uno de los macerados que fueron llevados a rota evaporación para así obtener muestras concentradas y libres de los disolventes empleados, luego, se determinaron los metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal, teniendo como referencia las indicaciones de la metodología propuesta por Domínguez (1992).

7.5. Determinación Cualitativa de los Metabolitos.

El propósito de esta etapa fue identificar los metabolitos de interés, como: flavonoides, saponinas, alcaloides, esteroides, carbohidratos, azúcares, fenoles, etc., mediante pruebas cualitativas de tubo de ensayo. El cambio de coloración, formación de burbujas, vapores y/o precipitados indican la presencia o ausencia de cada uno de ellos en las muestras (Tabla No 5).

Tabla 5. Metabolitos y Prueba

METABOLITOS	PRUEBA
Flavonoides	Shinoda Zn + HCl H ₂ SO ₄
Saponinas	Prueba de espuma
Alcaloides	Dragendorff Mayer Wagner
Fenoles	FeCl ₃
Azúcares reductores	Fehling
Aminoácidos libres	Ninhidrina
Esteroides y/o Triterpenos	Lieberman- Buchard
Glicósidos	Antrona
Carbohidratos	Molish

7.5.1. Pruebas para Identificar Flavonoides

Para la identificación de flavonoides o bioflavonoides, es pertinente identificar que estos corresponden a pigmentos vegetales no nitrogenados, que se encuentran en las frutas y vegetales, comprendiendo a su vez un grupo de compuestos polifenólicos que se hallan distribuidos en la naturaleza, de la cual existen 13 subclases de flavonoides reconocidos en la actualidad, que poseen un esqueleto hidrocarbonado de $C_6 - C_3 - C_6$. Estos se pueden encontrar en el té negro, café, chocolate, vino rojo y la cerveza. Para su identificación se realizaron las siguientes pruebas Shinoda, HCL+Zn, y H₂SO₄ (Murillo- Perea., *et al.* 2008) que permitieron identificar flavonas, flavonoles, flavanonoles, xantonas, isoflavonas, chalconas, auronas (Murillo-Perea., *et al.* 2008).

• **Shinoda:** En un tubo de ensayo se agregó 1 mg del extracto disuelto en etanol, 1mg de Magnesio, después, el tubo se sometió a una temperatura aproximada de 60°C y luego se le adicionó lentamente tres (3) gotas de HCl. Las coloraciones rosadas, roja, violeta, anaranjada es positivo para la presencia de estructuras que poseen un núcleo de la γ - benzopirona de tipo flavonas, Flavonoles, flavononas. No dan coloración las Chalconas, Isoflavonas y Auronas.

• **Zn+HCl:** En un tubo de ensayo se adicionó 1mg del extracto en una solución acuosa, luego, se le añadieron 0.5 mL de HCl concentrado, se mezcló y se calentó durante 10 minutos a 100°C, luego se enfrió, y trasvasó a otro tubo de ensayo, al cual se le agregaron 0.4 mL de alcohol amílico, se dejó reposar hasta la aparición de las dos fases; los dihidroflavonoles aparecen con una coloración en la fase amílica que va desde color rojo intenso, a rojo-violeta; las flavononas y los Flavonoles no producen coloraciones rosadas débiles.

• **H₂SO₄:** En un tubo de ensayo se tomó 1 mg de muestra que se disuelve en H₂SO₄ y se observa coloración amarilla para Flavonoles, naranja-guinda para flavonas, rojo para chalconas y rojo purpura para quinonas.

7.5.2. Prueba para Saponinas

Para la identificación de Saponinas en los extractos recolectados, se tuvo en cuenta que las saponinas se caracterizan por presentar en su estructura química enlaces glicosídicos y/o esteres entre una genina de poca polaridad. Para el desarrollo de esta prueba fue necesario realizar el siguiente ensayo para su determinación.

•**Prueba de la espuma:** se tomó 1mL del extracto en un tubo de ensayo, luego se le agregó 9.0 mL de agua caliente; se tomó otro tubo de ensayo seguidamente se le añadió 1mL de la solución anterior y se agitó vigorosamente por 30 minutos, y se dejó reposar por 15 minutos. La formación de espuma es indicativa de la presencia de saponinas en la muestra (Murillo-Perea, *et al.*, 2008).

7.5.3. Pruebas para Alcaloides

Los alcaloides son compuestos nitrogenados que suelen formar sales con ácidos orgánicos y que se encuentran mayormente en las plantas, tienen propiedades toxicológicas y fisiológicas que afectan el sistema nervioso, algunos son usados como fármacos y otros como narcóticos, los alcaloides se encuentran principalmente en plantas que son dicotiledóneas (Murillo-Perea, *et al.*, 2008). Las siguientes pruebas permiten identificar alcaloides en una muestra.

- **Dragendorff:** en esta prueba se prepararon dos soluciones, la primera solución consistió en disolver 0,85g de Nitrato de Bismuto ($BiNO_3$) en una mezcla de 10 mL de ácido acético glacial y 40 mL de agua destilada. La segunda solución consistió en disolver 8.0 g de Yoduro de Potasio en 20 mL de agua destilada, la solución final se preparó tomando 5 mL de la primera solución preparada, en 4.0 mL de la segunda solución para diluir en 100 mL de agua destilada.

Esta prueba consistió en tomar en un tubo de ensayo 1mg de extracto en Etanol y se le agregaron 3 gotas del reactivo. La formación de un color naranja o marrón durante 24 horas indicarían la presencia de alcaloides.

- **Mayer:** se masearon 0,13 g de Cloruro de Mercurio y 2,5g de Yoduro de Potasio y se disolvieron en 50 mL de agua destilada, luego en un tubo de ensayo se agregó 1mg del extracto en la solución obtenida, para identificar alcaloides presentes en el extracto, a través de la formación de un precipitado blanco.

- **Wagner:** para esta prueba se masearon 1,27g de Yodo resublimado y 2,0 g de Yoduro de Potasio que se disolvieron en 20 mL de agua destilada. Luego, la solución se aforó a 100 mL. Se tomó un tubo de ensayo y se disolvió 1mg del extracto en 3.0 mL del reactivo preparado anteriormente, se añadieron 2 gotas de HCl 10%. La presencia de un precipitado floculante de color café es indicativa de la presencia de alcaloides.

7.5.4. Prueba para Fenoles

Los fenoles se encuentran constituyendo a los Taninos, que son compuestos astringentes con gran capacidad de unión con las proteínas de la boca produciendo un sabor amargo; son de oxidación sensible estando en un medio ácido. Para la identificación de fenoles es necesario aplicar la siguiente prueba (Murillo-Perea., *et al.* 2008).

- **FeCl₃**: Se agregó en un tubo de ensayo, 1.0 mg del extracto con etanol. Seguido, se le adicionó 0,2 mL de Cloruro Férrico (*FeCl₃*). La formación de un precipitado de color rojo ladrillo es indicativo de la presencia de fenoles. Si se presentan los colores azules, negro, violeta, indica la presencia de taninos pirogálicos; colores como Verde, Azul verdoso, o precipitado de verde pardo son de tipo catecol.

7.5.5. Prueba para Azucres

- **Fehling**: se tomó en un tubo de ensayo 1mL de Fehling A y 1mL de Fehling B, se calentó la mezcla hasta el punto de ebullición, luego, se añadió 1mg del extracto, si se torna de color rojo ladrillo y seguidamente desaparece en la solución, se toma como positivo para azucres reductores.

7.5.6. Prueba de Glicósidos

- **Antrona**: se tomó un tubo de ensayo donde se agregó 1.0 mL de solución de antrona, luego, se le adicionó 1mg del extracto, se mezcló y se observó cambios de coloración en la interfase. Un anillo de color verde, indica que esta prueba será positiva.

7.5.7 Prueba de Carbohidratos.

Los carbohidratos son compuestos que son sustancias que se producen en las fotosíntesis esenciales para la formación de almidón en las plantas, Existen dos tipos de carbohidratos, simples y complejos:

- Los simples están compuestos de una o dos moléculas que tienen sabor dulce.

- Los complejos tienen una cadena un poco más larga, estos ya no poseen sabor dulce, los podemos encontrar principalmente en los alimentos como la papa, el arroz, el pan, entre otros.

• **Molish** (α -naftol 2% en alcohol): En un tubo de ensayo se agregó 1mg de cada uno de los extractos, donde a cada uno se le añadió de 2 o 3 gotas de solución de α -naftol, luego, cuidadosamente se dejó resbalar por las paredes del tubo, 1 mL de H_2SO_4 concentrado hasta conseguir la formación de dos capas. La prueba es positiva con la generación de un anillo de color morado en la interfase.

7.5.8. Prueba para Aminoácidos

• **Ninhidrina**: se tomó un tubo de ensayo con Nitrito de Sodio ($NaNO_2$) donde se le agregó 1.0 mg del extracto de la planta. Un color violeta es indicativo de la presencia de aminoácidos.

7.5.9. Prueba para Terpenos

Los terpenos se encuentran en diversas familias que poseen sustancias naturales, se producen de manera primaria en una gran variedad de plantas que son particularmente de formación conífera y en algunos insectos. Los terpenos químicamente se modifican por oxidación. Este grupo de compuestos es considerado parte importante de los aceites esenciales en varios tipos de plantas. Para la determinación de terpenos en el laboratorio, se utiliza la siguiente prueba (Murillo-Perea., *et al.* 2008).

• **Lieberman- Buchard**: Se tomó un tubo de ensayo y se adicionó 1mg del extracto en 0,5 mL de Cloroformo, seguido se le añadió una gota de H_2SO_4 , en una mezcla de anhídrido acético (1:1) Cloroformo. Si presentan colores Azules y verdes determina esteroides; el color rojo, rosado o violeta será positiva para triterpenos, y amarillo pálido para esteroides o triterpenos saturados.

7.6. Separación Cromatografía

Los extractos obtenidos fueron sometidos a separación por la técnica de cromatografía en columna, por lo tanto, se pesaron 20 gramos de gel de sílice para empacar la columna con 100 mL hexano y 1.0 g del extracto metanólico de los tallos. Seguidamente se empezó a correr la columna con los diferentes disolventes orgánicos (Cloroformo, Acetona y Metanol), para obtener las fracciones con mayor cantidad de metabolitos.

Se inició el proceso con cloroformo-acetona en proporciones (75:25), cloroformo-acetona (50:50), acetona (100), acetona- metanol (75:25), acetona-metanol (50:50) y metanol (100). Las fracciones fueron identificadas por Cromatografía en Capa Fina y reveladas por lampara de UV.

7.7. Espectroscopía Ultravioleta- Visible.

En el espectro UV-Vis se lograron identificar algunas bandas de absorción características de algunos grupos funcionales presentes en los compuestos mayoritarios de la muestra vegetal, teniendo en cuenta que, esta técnica es de gran importancia ya que nos permite determinar con exactitud los grupos funcionales que se encuentran en la mayoría de los compuestos.

7.8. Aplicación de la encuesta inicial para estimar el conocimiento sobre los grupos funcionales

Se diseño y aplicó una encuesta inicial tipo Likert para estimar el conocimiento que tenían las estudiantes sobre los grupos funcionales, los metabolitos secundarios y el Zapallo, que constó de 12 preguntas. La encuesta fue construida tal como lo establece Hernández *et al* (2006), quienes proponen las siguientes partes: nombre del cuestionario, el logo de la institución con la cual se está ejecutando, una breve introducción, el objetivo general de la investigación, las preguntas y respuestas. A continuación, se muestra la encuesta elaborada.

7.8.1. Formato de cuestionario

El cuestionario realizado y empleado por las tesis para la recolección de datos sobre el estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*) para fortalecer el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos, en estudiantes del grado decimo del colegio gimnasio ASPAEN yumaná del municipio de Neiva se evidencia en anexos (ver anexo 1).

7.8.2. Índice de Validez de Constructo

El cuestionario fue validado por un grupo de cinco expertos, adscritos a diferentes Instituciones de Educación Superior:

Tabla 6. Formación Académica de los evaluadores que validaron el cuestionario

Experto	Mención	Estudios
Zully Cuellar López	Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali.	Especialista en Educación de la Universidad Santiago de Cali Magister en Educación de la Universidad del Valle. Doctorado en Educación Universidad de Madrid.
Alcides Polania Patiño	Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana	Magister en Ciencias Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Colombia
Marino Valdemar Muñoz Burbano	Licenciado en Química y Biología de la Universidad de Nariño.	Especialista en Educación Sexual y Desarrollo Humano.
Maira Yenifer Rios Busto	Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana	Especialista en ingeniería Ambiental de la Universidad Surcolombiana
Sem Vladimir Alvear Guerrero	Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales	Magister Educación superior de la Universidad Surcolombiana

Para la evaluación del cuestionario tipo Likert por los expertos, se diseñaron y aplicaron dos tablas, que permitieron evaluar: i) la pertinencia de cada una de las preguntas (con un valor de 1.0 si se considera válido para alcanzar el objetivo propuesto y un valor de cero (0) si no se considera así); y (ii) la consistencia de la prueba, a través de los siguientes criterios: a) Validez de contenido, b) Validez de criterio metodológico, c) Validez de intención y objetividad en la medición y observación; d) Presentación y formalidad del instrumento. Cada uno de estos ítems, tuvo un valor de 1 a 5, que indicaron:

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Los resultados de la consistencia de la prueba fueron clasificados de acuerdo con una franja de valor, de la siguiente manera:

De 1 a 11: No valida, Reformular

De 12 a 14: No valido, Modificar

De 15 a 17: Valido, Mejorar

De 18 a 20: Valido, aplicar

Según (Cohen & Swerdlik, 2001) los resultados de la puntuación orientan a las investigadoras a realizar reformulaciones, modificaciones, mejoras o finalmente la aplicación del instrumento que se encuentra en el rango mínimo de 15 al puntaje máximo total de 20 puntos.

Cierto autores (Pedrosa *et al.*, 2014) consideran que la validez del contenido, es una condición necesaria para interpretar los resultados de los instrumentos de medición; puesto que, permite valorar si el instrumento integra todas las dimensiones que conforman la variable a evaluar (Alarcón y Muñoz, 2008); además se determina que los ítems diseñados reflejen las manifestaciones del constructo del cual forman parte, ya que se generan desde su conceptualización (Barrios *et al.*, 2017; Chacón *et al.*, 2001).

Es forma comúnmente empleado para determinar la Razón de Validez de Contenido (Content Validity Ratio CVR) de los instrumentos de medición, es el desarrollado por Lawshe (1975), a partir de la conformación de un Panel de Evaluación de Contenido integrado por expertos en la disciplina, a quienes se les proporciona el instrumento integrado por el conjunto de ítems, los cuales deben relacionarse con los conocimientos, habilidades y competencias que debe medir cada uno de ellos; una vez analizados, cada experto emite su opinión sobre cada inferencia a partir de tres opciones: i) esencial, ii) útil pero no esencial y iii) no necesario.

Con dichas opiniones se establece el total de coincidencias por ítem en cada categoría, esperando que la opción i) esencial, presente un consenso superior al 50%, donde la determinación de la CVR de cada ítem se representa en la ilustración 16.

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2}$$

n_e = Número de expertos que tiene acuerdo en la categoría esencial.

N = Número total de expertos.

Ilustración 16. Ecuación de la razón de validez de contenido para cada ítem (Medina, 2020).

Tabla 7. Validación del cuestionario por los expertos

Validación del cuestionario	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	CRV
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
CRV						

7.8.4. Estrategia didáctica empleando el enfoque “Aprendizaje Basado en la Investigación” para fortalecer el aprendizaje de los grupos funcionales

En el oriente de la ciudad de Neiva se encuentra ubicado el colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná, brinda sus servicios educativos a niñas del municipio de Neiva y del Departamento del Huila, cuenta con tres sedes, Yumanitos siendo la sede de los niños pequeños, gimnasio la Fragua masculino y en Gimnasio Yumaná femenino, sus horarios son desde las 6:00 A.M hasta las 4:00P.M.

Fue fundada en el año 1987 por Ramiro Gutiérrez y Cecilia Plazas entre otros. El Colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná se encuentra ubicada en la Cra 55 No. 8 -108 Km4, Vía –San Antonio, Neiva, Huila – Colombia, esta Institución es del sector privado, y es de carácter femenino hasta la actualidad.

Dentro del desarrollo de la investigación, se decidió escoger solo un grado para llevar a cabo el trabajo de investigación con las estudiantes del grado décimo B; grupo conformado por 18 alumnas, entre las edades de 15 a 17 años, el tiempo de intervención didáctica con estas estudiantes fue de una semana. Las actividades realizadas consistieron en identificar los saberes previos de las participantes, acerca de los grupos funcionales orgánicos; mediante la aplicación de la encuesta inicial (pretest), luego se realizó la intervención de las investigadoras, desarrollando actividades expositivas con los siguientes temas: grupos funcionales, etnobotánica y fitoquímica. También en el proceso de investigación, se llevó a cabo el aislamiento e identificación de los metabolitos secundarios presentes en la especie vegetal *Cucurbita maxima*. Donde las participantes tuvieron la oportunidad de realizar pruebas a nivel de laboratorio, para aprender sobre la fitoquímica del Zapallo.

En el proceso, liderado por las investigadoras, se diseñó una herramienta de orientación de práctica basada en “la guía metodología para la detección rápida de algunos núcleos secundarios y caracterización de una droga cruda (Murillo-Perea., *et al.* 2008) (ver anexo 8). La cual fue dada a cada una de las estudiantes, previamente para facilitar el paso a paso, el desarrollo de la actividad, que permitiera alcanzar el objetivo de encontrar los metabolitos presentes en la especie vegetal

Cucurbita maxima. Para ello, cada grupo realizó pruebas con diferentes extractos, logrando la observación y formación de los metabolitos descritos.

Las estudiantes realizaron pruebas con ácido Sulfúrico, Lieberman-Burchard. Solo se realizaron estas dos pruebas, esto debido a la poca disponibilidad de horas, que se le permite a la parte experimental en los colegios, pues su currículo esta principalmente fundamentado en la parte teórica, dejando poco espacio para la experimentación. Siendo este, un componente fundamental para la enseñanza de la química. De allí, se puede atribuir la falta de interés del sistema educativo y la poca disponibilidad de los estudiantes que tienen hacia estas prácticas experimentales.

7.8.5. Aplicación de la encuesta final y análisis estadístico de los resultados

Posteriormente, se realizó la recolección de la estructura cognitiva final, a través de la aplicación de un postest, instrumento utilizado con el objetivo de identificar la resignificación de los conceptos establecidos. Para lo anterior, se desarrolló una prueba Z de acuerdo con lo mencionado por (Narváez, 2009), para estimar la significancia de la estrategia convencional aplicada en el grupo decimo.

Finalmente, se elaboró un artículo científico del estudio realizado para la comunidad científica, estudiantil y en general del departamento, donde se muestra la importancia, la necesidad de estudios de esta índole en nuestra región. De igual manera, los resultados han sido presentados en eventos académicos (ver anexo 12).

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Resultados de la Fase de Recolección y Pulverizado de la Especie.

La especie vegetal se colectó en el municipio de Iquira y en el Municipio del Pital, en las localidades correspondientes a las coordenadas y altitudes que se muestran en la ilustración 17.



Ilustración 17. Especie vegetal *Cucurbita maxima* duch con la ubicación de recolección. Tomada por Karen Ximena Monje en el municipio de Iquira- Huila. a. Coordenadas (N2'37"18,42488° LAT, W75'39"38,91816°LONG, Altitud 1085masl.), b. Coordenadas (N2'37"19°)

Se realizó el pulverizado del material vegetal recolectado el día 14 de octubre del 2020, por medio de molino de mano y licuadora de cocina, cada parte se separó en frascos diferentes con el fin de obtener los extractos correspondientes a cada órgano de la planta (Ilustración 18).



Ilustración 18. Pulverizado de la planta de las partes aéreas. 1. Tallos, 2. Hojas, 3. Semillas, 4. Flores. (Tomadas por Monje, K. Segura, L. 2020)

A continuación, se registran las masas de cada pulverizado correspondiente a cada una de las partes aéreas de la especie vegetal trabajada.

- Semillas: 87,5 g.
- Flores: 4,22 g.
- Hojas: 227,5 g.
- Tallos: 324,3 g.

8.1 Preparación de los extractos

Los extractos se prepararon mediante la técnica de maceración exhaustiva con disolventes de diferente polaridad, los cuales, fueron:

- Hexano
- Cloroformo
- Metanol.

Inicialmente, a cada parte de la planta: flor, hojas, semillas y tallos pulverizados, se le adicionó consecutivamente hexano, cloroformo y metanol. Cada macerado se dejó en agitación por un tiempo aproximado de tres días. Posteriormente, las mezclas se filtraron empleándose gasa como material de separación (Ilustración 19).

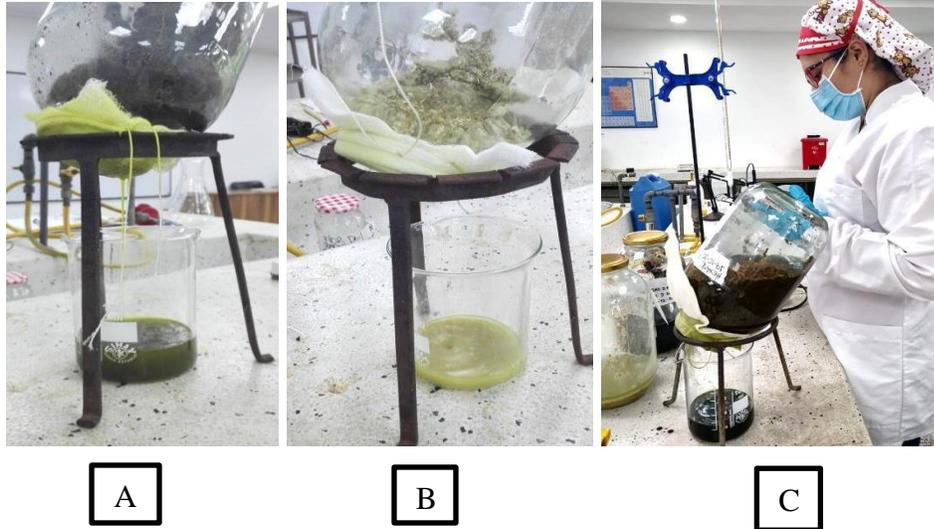


Ilustración 19. Extracción de la muestra de las partes aéreas de la planta con disolventes. a. Hexano, b. cloroformo, c. metanol. (Tomada Monje, K. Segura, L. 2020)

Luego, las muestras se rotan evaporaron para la obtención de cada uno de los extractos obtenidos con hexano, cloroformo y metanol. (Ilustración 20,21,22,23).

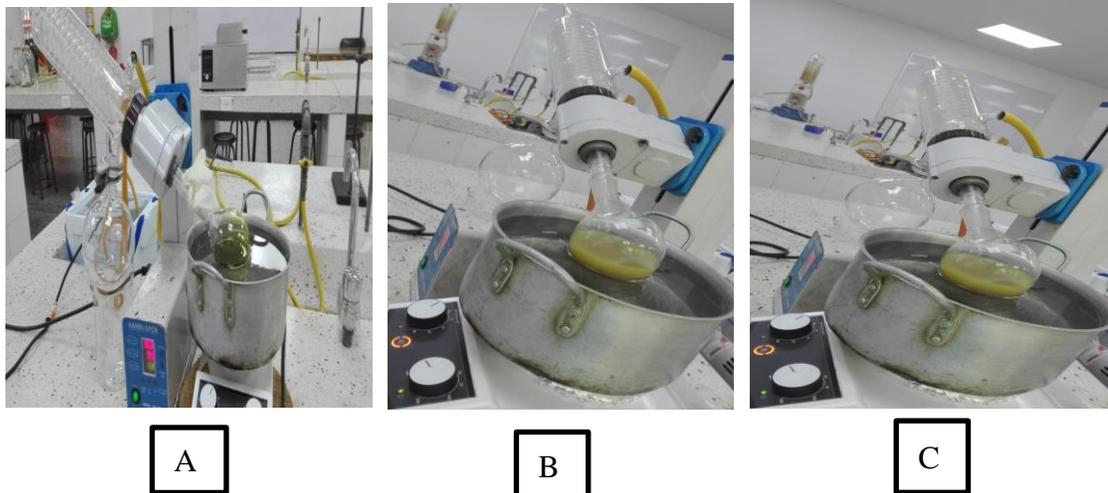


Ilustración 20. Rota evaporado de cada una de las muestras de las partes aéreas de la planta en disolventes. a. hexano b. cloroformo, c. metanol (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2020)



Ilustración 21. Extracto de la muestra con hexano de las partes aéreas de la planta. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. tallos. (Tomada por Monje, K. Segura L. 2020)



Ilustración 22. Extracción de la muestra de las partes de la planta en disolvente Cloroformo. 1. Flor, 2. Semillas. 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)



Ilustración 23. Extracción de la muestra de las partes de la planta en disolvente Metanólico. 1. Flor, 2. Semillas. 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Seguidamente se obtuvieron las siguientes masas para los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico (Tabla 8).

Tabla 8. Datos de la masa de los extractos, en cada uno de los disolventes orgánicos empleados

MASA DE LOS EXTRACTOS PURIFICADOS		
HEXANICO	CLOROFORMICO	METANOLICO
<ul style="list-style-type: none"> •Extracto de semillas: 6,45 g •Extracto de flores: 0,19 g •Extracto de hojas: 2,21 g •Extracto de tallos I: 1,12 g •Extracto de tallos II: 0,66 g. 	<ul style="list-style-type: none"> •Extracto de las semillas: 5,4492 g. •Extracto de las flores: 0,6946 g. •Extracto de las hojas I: 2,7781 g. •Extracto de las hojas II: 0,1317 g. •Extracto de los tallos: 2,3599 g. 	<ul style="list-style-type: none"> •Extracto de las semillas: 3,9342 g. •Extracto de la flor: 0,3801 g. •Extracto de las hojas I: 1,2613 g. •Extracto de las hojas II: 1,7011 g.

8.2.1. Pruebas Colorimétricas.

Para la siguiente etapa de investigación se realizaron varias pruebas colorimétricas, las cuales fueron presuntivas para determinar la presencia o ausencia de los metabolitos secundarios en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico, de la especie vegetal *Cucurbita maxima*.

A continuación, se muestran los resultados colorimétricos para los extractos de cada una de las partes aéreas.

Tabla 9. Resultados generales de las pruebas colorimétricas de los extractos de la especie vegetal *Cucurbita maxima duch.*

METABOLITOS	PRUEBA	EXTRACTO HEXANICO				EXTRACTO CLOROFORMICO				EXTRACTO METANOLICO			
		F	S	H	T	F	S	H	T	F	S	H	T
FLAVONOIDES	Shinoda	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
	Zn+ HCL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H ₂ SO ₄	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-
SAPONINAS	Prueba de espuma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ALCALOIDES	Dragendorff	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
	Mayer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wagner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
FENOLES	FeCl ₃	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-
AZUCARES	Fehling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AMINOACIDOS	Ninhidrina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ESTEROIDES Y/O TRITERPENOS	Lieberma-Buchard	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
GLICOSIDOS	Antrona	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
CARBOHIDRATO	Molish	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

F= Flores; S= Semillas; H= Hojas; T= Tallos.

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

Flavonoides

Tabla 10. Resultado de cada una de las pruebas para cada uno de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta

PRUEBA EXTRACCIÓN FLAVONOIDES	Hexánico				Clorofórmico				Metanólico			
	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	Hoja	tallo
Shinoda	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
Zn + HCL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H ₂ SO ₄	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

• **Prueba de Shinoda.**

Esta prueba se realizó con el fin de comprobar la presencia de flavonoides en los extractos de las diferentes partes de la planta, como se observan en la Tabla No. 10.

Se observó en los ensayos realizados que, los extractos hexánico y metanólico de las flores y semillas del Zapallo indicaron la presencia de flavonoides, en contraste con todos los extractos de las hojas y tallos, los cuales mostraron un resultado negativo para este tipo de metabolitos, (Ilustraciones 24, 25 y 26).

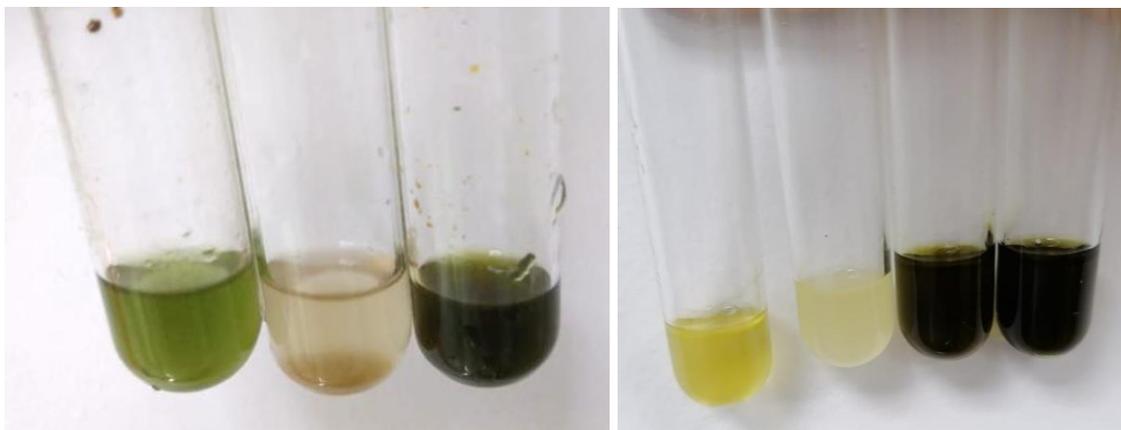


Ilustración 24. Prueba de Shinoda en el extracto hexánico. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

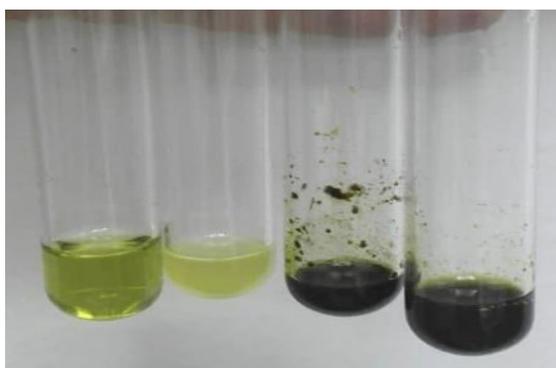


Ilustración 25. Prueba de Shinoda en el extracto clorofórmico. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

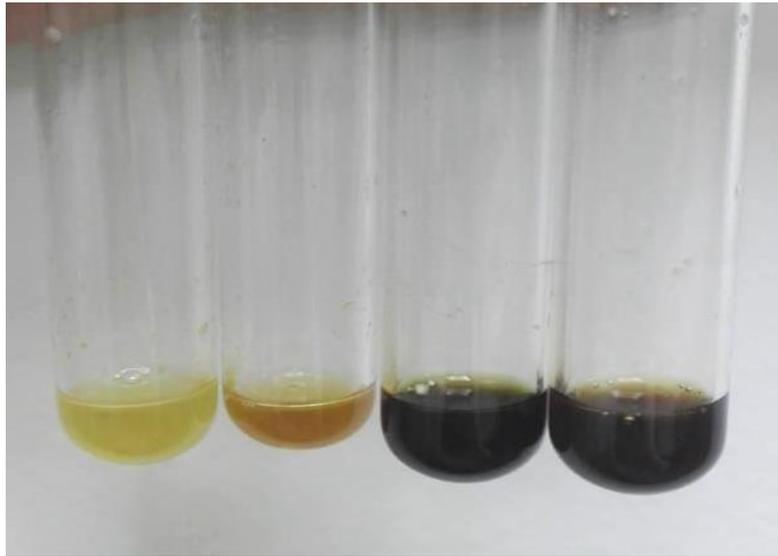


Ilustración 26. Prueba de Shinoda en metanol. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Para la prueba de Shinoda, se le añadió gota a gota un poco de limadura de Magnesio en combinación con 1 mL de Ácido Clorhídrico a las muestras. Teniendo en cuenta lo expresado por Fajardo-Romero *et al.* (2016), tal como se muestra en la ilustración 27 el magnesio al entrar en contacto con el flavonoide en medio ácido va liberando hidrógeno, y se va formando el compuesto, demostrándose la presencia de un núcleo γ - benzopirona en los extractos de flores y semillas en los disolventes hexánico y metanólico, debido que estos reaccionaron de forma oxidativa en su anillo de pirano, indicando así la presencia de flavonas, auronas o leucoantocianidinas (flavan-3,4-diol), causado por la síntesis de la fenilalanina en el carbono 3 del grupo hidroxilo del malonil-CoA (Hernández Guiance, *et al* 2019).

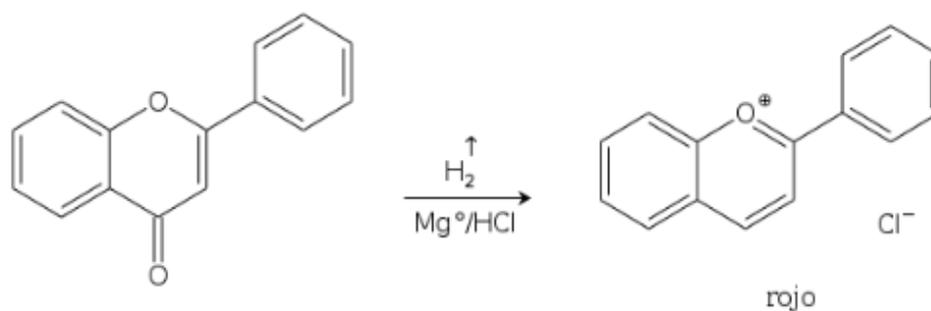


Ilustración 27. Reacción de la prueba de Shinoda. Tomado de (Pech, 2014)

•Prueba de Zn + HCl:

Esta prueba se realizó con el fin de observar la presencia flavonoides, que para todos los ensayos realizados se obtuvo un resultado negativo, al no formarse la coloración descrita en la literatura (ilustraciones 28, 29, 30).

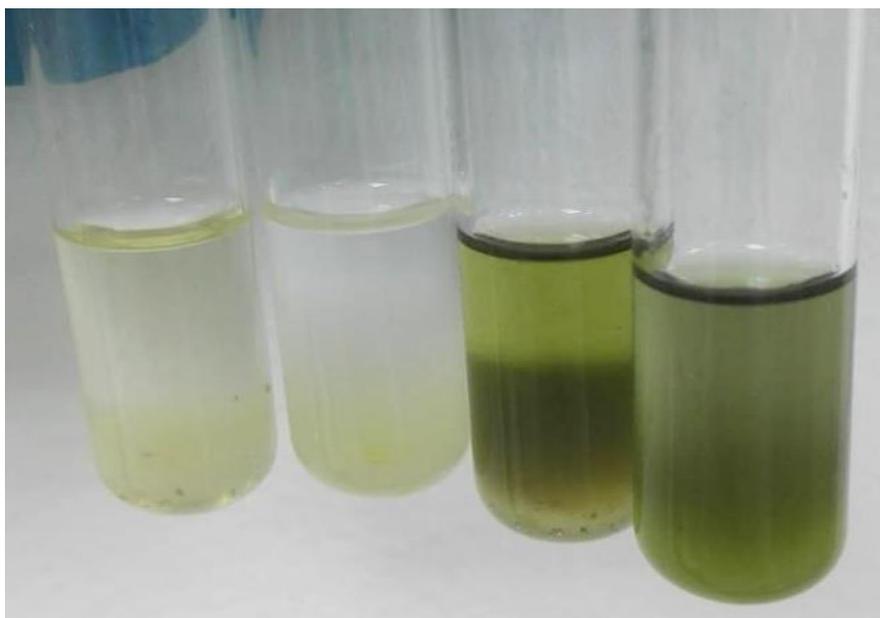


Ilustración 28. Prueba de Zn +HCl en hexano. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

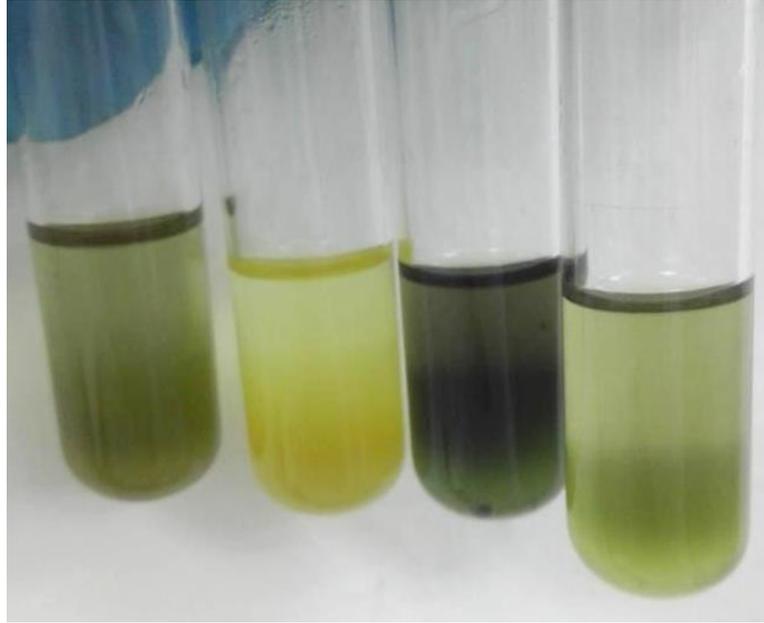


Ilustración 29. Prueba de Zn +HCl en cloroformo. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

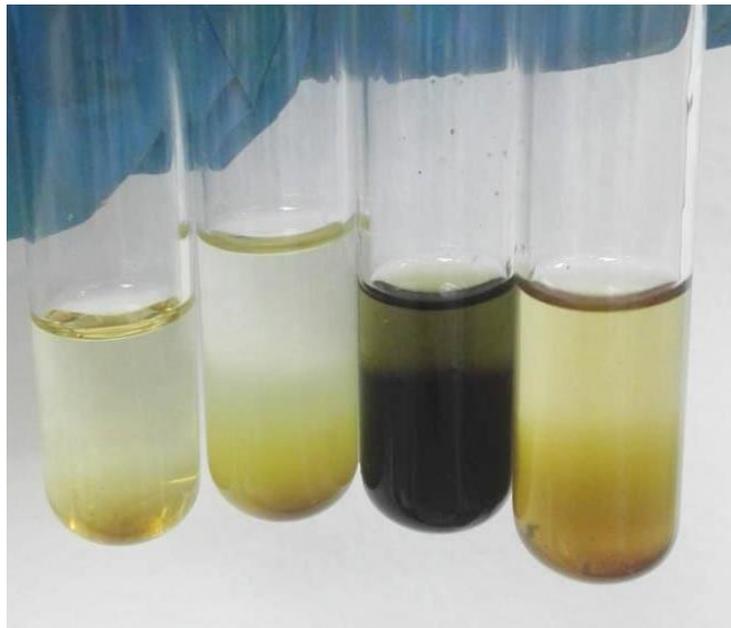


Ilustración 30. Prueba de Zn +HCl en metanol. 1. flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. 2021)

Esta prueba se realiza para identificar la presencia de flavonoides, la cual consiste en agregar un poco de limadura de zinc en combinación con 1 mL de Ácido Clorhídrico a las muestras. Teniendo en cuenta lo expresado por Murillo-Perea *et al.* (2008) las coloraciones rojas o violetas oscuras es indicativo de un resultado positivo. Para los ensayos realizados con todos los extractos del Zapallo, se evidenció que los resultados fueron negativos (Cartaya, Reynaldo; 2001).

• **Prueba de Ácido Sulfúrico:**

Para la determinación de flavonoides con la prueba de ácido sulfúrico, se realizaron ensayos, los cuales dieron positivos para todos los extractos, excepto para los extractos hexánico y metanólico de las hojas y de los tallos. Es importante mencionar, que las semillas demostraron la presencia de esa clase de compuestos a través de un color rojo intenso en esta prueba. Teniendo en cuenta lo expresado por Murillo-Perea *et al.* (2008), una coloración amarilla es positivo para Flavonoles, naranja-guinda para flavonas, rojo-azuloso para chalconas y rojo oscuro para quinonas, por lo tanto, se observó la formación de un color amarillo para flores, naranja-guinda para semillas y carmelita para hojas y tallos (Ilustración 31, 32 y 33).



Ilustración 31. Prueba de Ácido sulfúrico en el extracto hexánico. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)



Ilustración 32. Prueba de Ácido sulfúrico en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

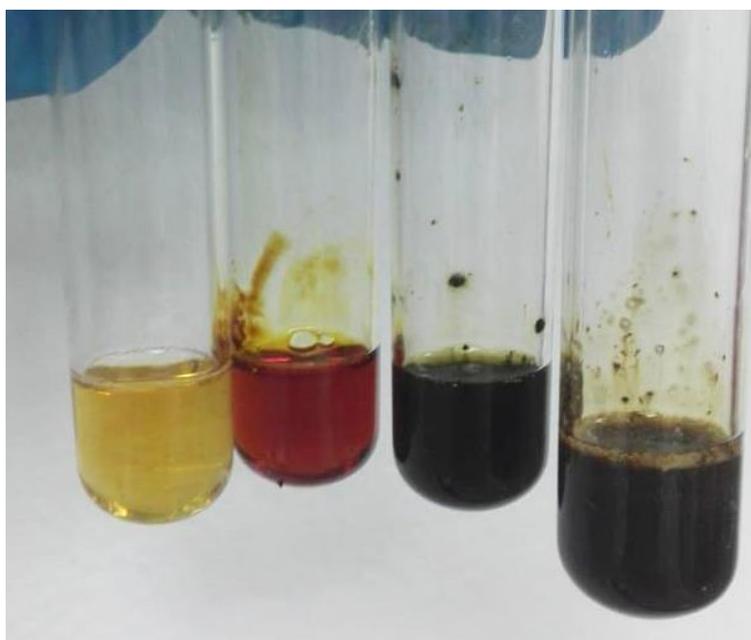


Ilustración 33. Prueba de Ácido sulfúrico en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas. 4. tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Según Chávez M.; Eustaquio C. (2010), los flavonoides son metabolitos secundarios de gran distribución en el reino vegetal, en la cual se encuentran de forma de glicósidos, debido a su alto grado de solubilidad en agua y disolventes polares.

Las flavonas, flavonoles y quinonas, comprenden un grupo de productos de gran distribución en la naturaleza, ya que son muy comunes en los vegetales (Chávez M.; Eustaquio C.

et al,2010). Se identifican por las coloraciones que van desde el amarillo a naranja-guinda y carmelita (Cartaya, Reynaldo; 2001).

Las estructuras de los diversos tipos de flavonoides dependen de la naturaleza del oxígeno heterocíclico, derivado del pirano o del γ -pironan y de la ciclización en el tercer carbono de la cadena de un grupo hidroxilo del anillo pirano (Chávez M.; Eustaquio C. *et al,2010*).

●**Saponinas.**

Tabla 11. Resultados obtenidos de la prueba para Saponinas en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta

PRUEBA SAPONINAS	Hexano				Cloroformo				Metanol			
	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	Hoja	tallo
Prueba de la espuma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

La prueba de la espuma para Saponinas en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico, indicaron un resultado negativo, como se demuestran en las Ilustraciones 34, 35 y 36.

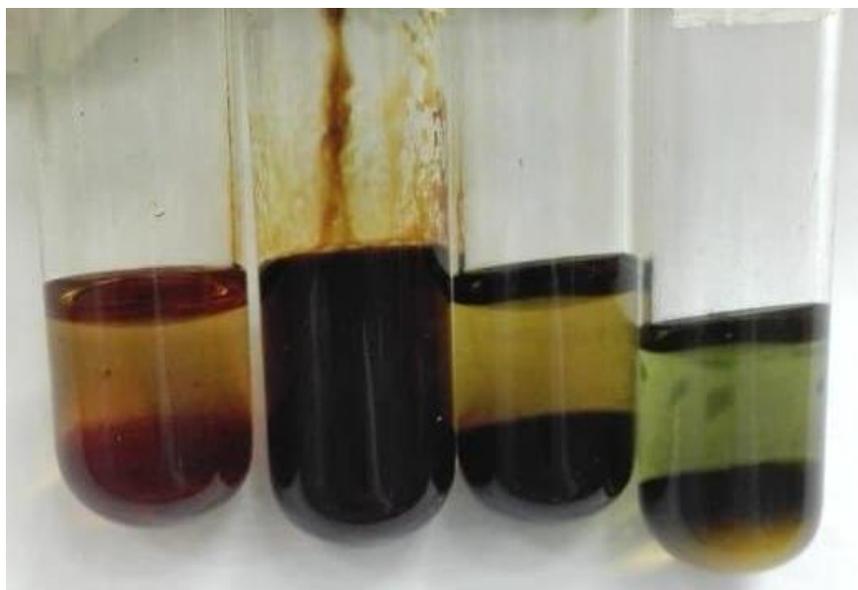


Ilustración 34. Prueba de espuma en los extractos hexánico, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

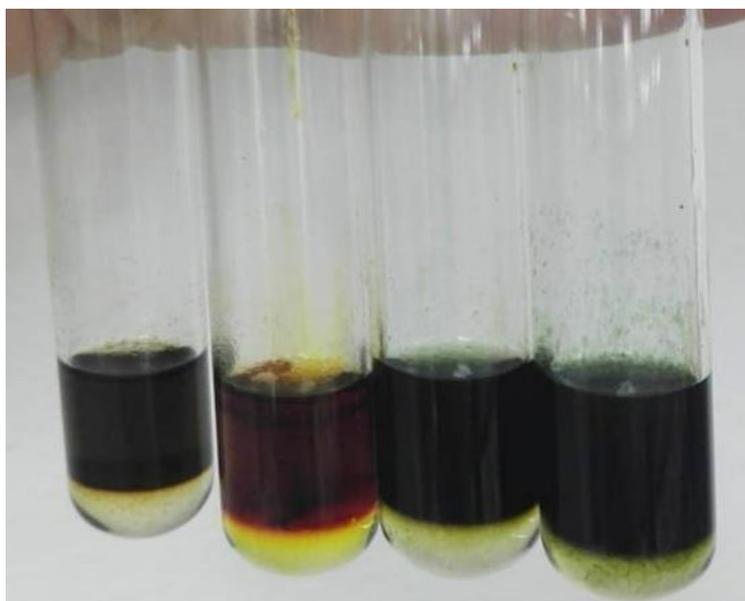


Ilustración 35. Prueba de la espuma en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

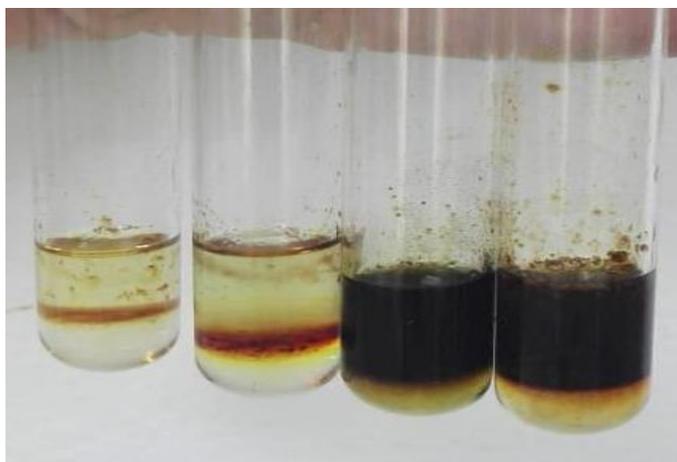


Ilustración 36. Prueba de la espuma en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Las saponinas son compuestos naturales que se caracterizan por la formación de espuma en soluciones acuosas, de acuerdo con Ahumada *et al.* (2016) las saponinas son metabolitos secundarios que hacen parte de una gran familia, debido a que estas presentan en su estructura molecular un anillo terpenoide o esteroidal, conocidos como aglicona y sapogenina.

Para la identificación de saponinas se realizó la prueba de la espuma, la cual consistió en tomar 1mL del extracto del zapallo disuelto en etanol, para luego agregarle 9 mL de agua caliente; seguidamente en otro tubo de ensayo se toma 1mL de la solución anterior, y se agita vigorosamente por 30 minutos, para rápidamente dejar reposar por 15 minutos, se considera positiva si la reacción genera un sobrenadante espumoso (Murillo-Perea, *et al.*, 2008).

- **Alcaloides**

En la tabla 12, se muestran los resultados obtenidos para los extractos de hexano, cloroformo y metanol, correspondientes a la prueba de Dragendorff, Mayer y Wagner, la cual evidencia la presencia o ausencia presuntiva de alcaloides en las muestras del zapallo.

Tabla 12. Resultados obtenidos de la prueba para Alcaloides en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.

PRUEBA ALCALOIDES	Hexano				Cloroformo				Metanol			
	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	Hoja	tallo
Dragendorff	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Mayer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wagner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

- **Prueba de Dragendorff:**

Para la prueba de alcaloides con el reactivo de Dragendorff, se aprecia en la Tabla No.12. un resultado positivo para los extractos hexánicos de las hojas y los tallos y en el extracto metanólico de los tallos. De acuerdo con Murillo-Perea, *et al.*, (2008) los resultados positivos para alcaloides son debidos a la formación de un precipitado naranja-marrón (Ilustraciones 37, 38 y 39).

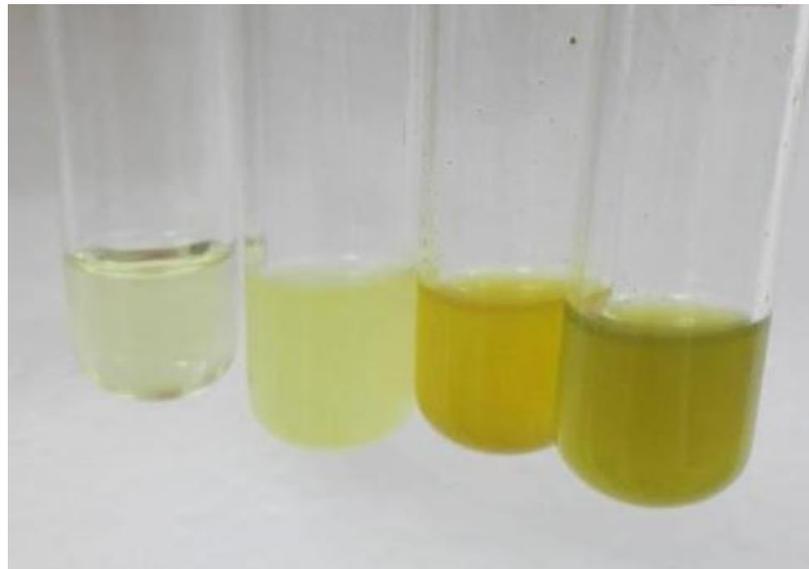


Ilustración 37. Prueba de Dragendorff en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

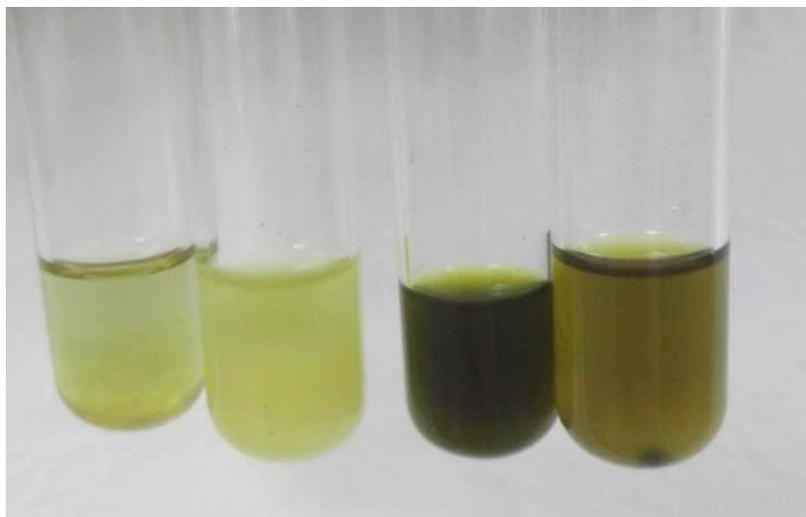


Ilustración 38. Prueba de Dragendorff en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

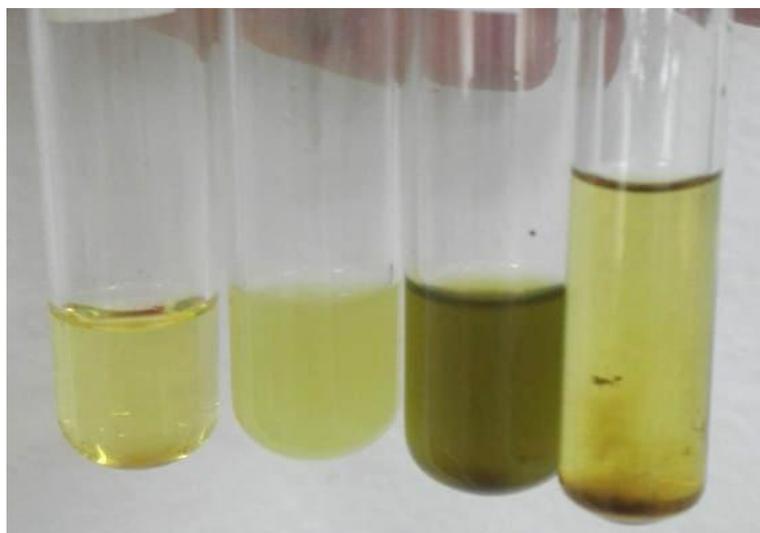


Ilustración 39. Prueba de Dragendorff en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Los alcaloides son uno de los grupos más diversos de metabolitos secundarios encontrados en los organismos vivos. Los alcaloides han sido aislados tradicionalmente de las plantas (Loyola, Vargas, *et al.* 2004).

Según Murillo-Perea; *et al* (2008) son un grupo de compuestos nitrogenados, que se comportan como bases frente a los ácidos, para la formación de sales (Murillo-Perea; *et al*, 2008).

Se Caracterizan por ser hidrosolubles a pH ácido y solubilidad en solventes orgánicos en pH alcalino. Teniendo por común, el carácter de amina terciaria, dado a la presencia de un oxígeno en su estructura molecular (Murillo-Perea; *et al*, 2008).

• **Prueba de Mayer.**

Para la identificación cualitativa de alcaloides mediante la prueba de Mayer, se logró observar que, en los ensayos no se formó la coloración blanca o cremosa, indicando la ausencia de alcaloides en las muestras (Ilustraciones 40, 41 y 42), (Arango Acosta, 2008; Maldonado & Perales, E., 2018).

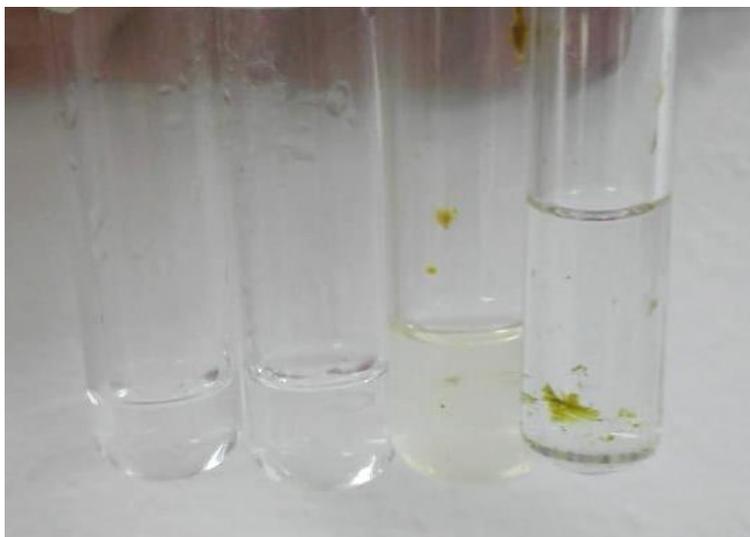


Ilustración 40. Prueba de Mayer en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)



Ilustración 41. Prueba de Mayer en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

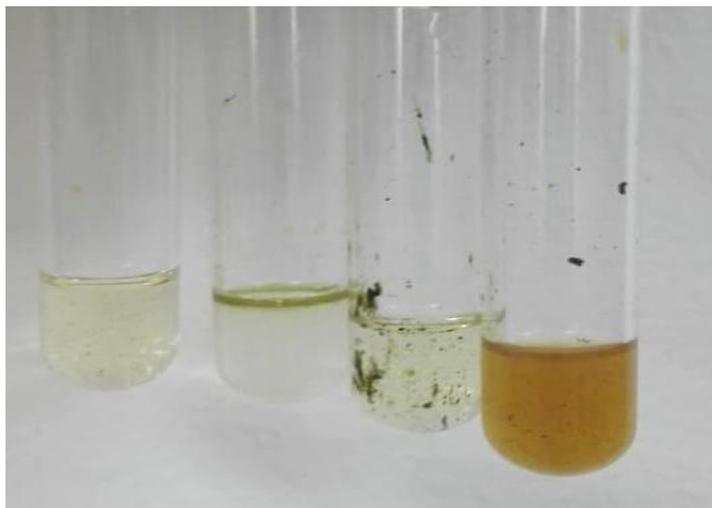


Ilustración 42. Prueba de Mayer en los extractos metanólicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

• Prueba de Wagner

La prueba de Wagner es específica en la identificación del grupo pirrol que se encuentran en los alcaloides, descrito por Alvares-Martínez, (2004). la identificación de alcaloides del grupo

pirrol se evidencia por la coloración marrón (Crews, Berthiller, & Krska, 20120) (Stelljes, Kelley, & Seiber, 1992).

En esta prueba se obtuvo un resultado positivo en el extracto metanólico de los tallos, mientras que en los extractos hexánicos y clorofórmicos de las diferentes partes de la planta arrojó resultados negativos, como se muestra en la tabla N°12 y en las ilustraciones 43, 44 y 45.

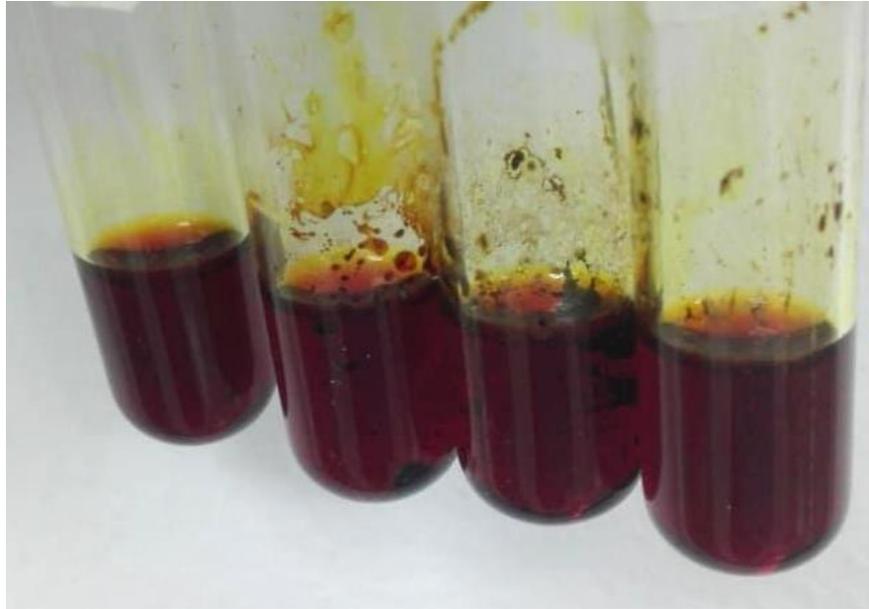


Ilustración 43. Prueba de Wagner en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

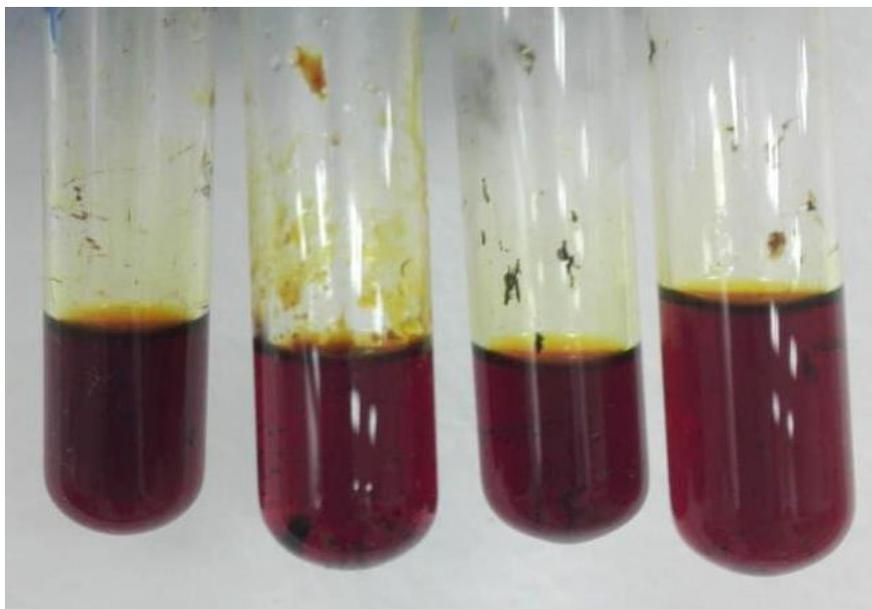


Ilustración 44. Prueba de Wagner en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

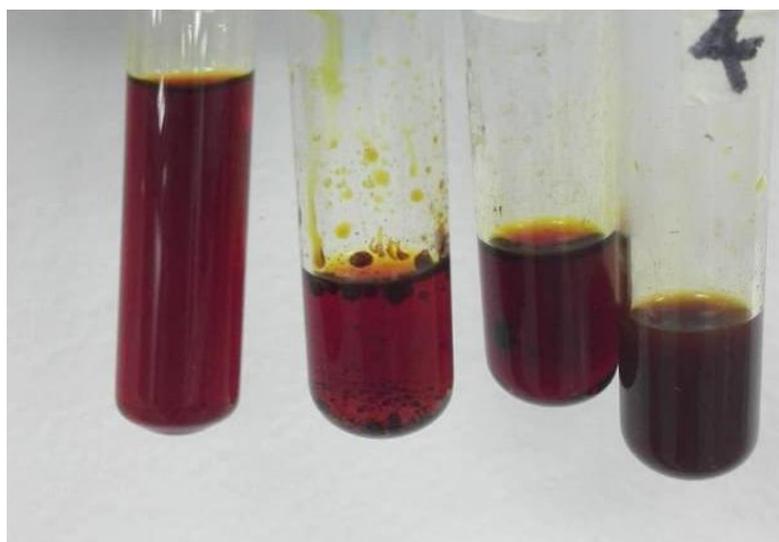


Ilustración 45. Prueba de Wagner en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Según López L. (2004), Los alcaloides son un grupo de productos naturales entre ellas las oroidinas, de las cuales, la oroidina 1 y dispacamida 2, representa la entidad estructural simple de los derivados de monobromopirrol, himenidina **1a** y monobromodispacamida **2a**, también

conocidas como debromoderivados de la oroidina (López L.2004) tal como lo muestra la ilustración 47.

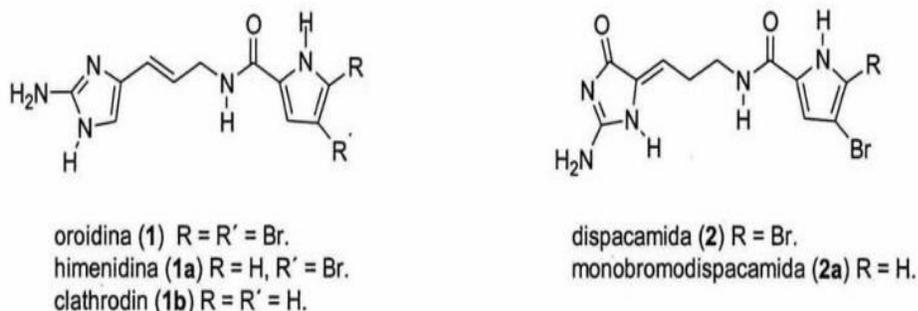


Ilustración 46. Estructura de alcaloides Oroidina y sus derivados (tomado López L.2004)

- **Fenoles**

Esta prueba permite reconocer los compuestos de tipo fenólico o taninos presentes en el zapallo. A continuación, se muestran los resultados obtenidos en estos ensayos.

Tabla 13. Resultados obtenidos de la prueba para Fenoles en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.

PRUEBA FENOLES	Hexano				Cloroformo				Metanol			
	Flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	Flor	semilla	Hoja	tallo
FeCl₃	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

- **Prueba de Cloruro Férrico ($FeCl_3$)**

Los ensayos realizados para la determinación de fenoles, mediante la prueba de Cloruro Férrico, se pueden interpretar de la siguiente forma: si no presenta cambio en la solución es debido a la ausencia de taninos; si cambia de color azul o negro azulado se hace referencia a taninos pirogálicos (este hace parte de los fenoles); de color verde, azul verdoso o de un precipitado pardo verdoso se toma para taninos de tipo catecol; de verde claro una baja concentración de taninos,

verde oscuro un contenido medio de taninos, y de color azul una alta cantidad de este compuesto (Murillo-Perea, *et al.* 2008).

A continuación, las evidencias de la prueba de cloruro férrico en los extractos de hexano, cloroformo y metanol (Ilustraciones 47, 48 y 49).

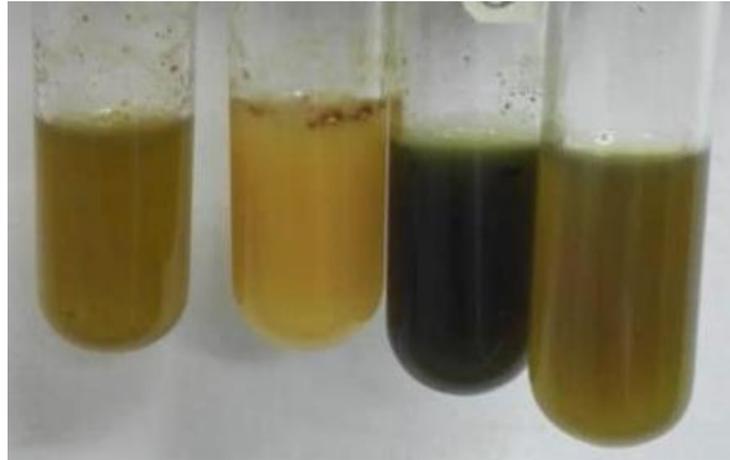


Ilustración 47. Prueba de Cloruro Férrico ($FeCl_3$) en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

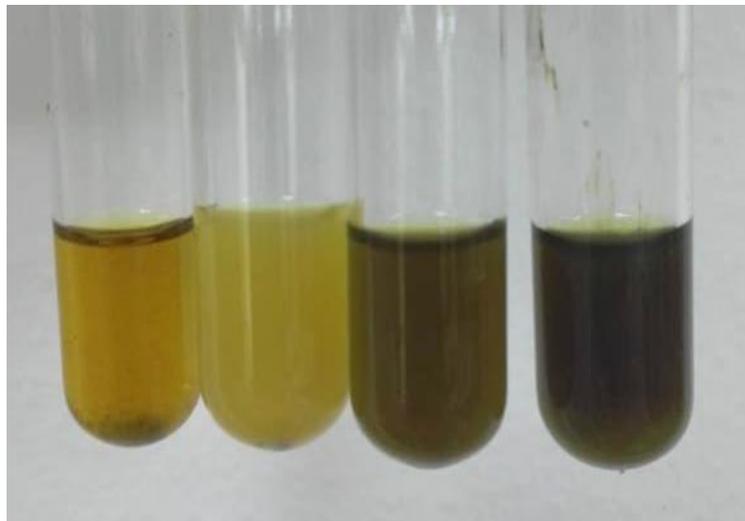


Ilustración 48. Prueba de Cloruro Férrico ($FeCl_3$) en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

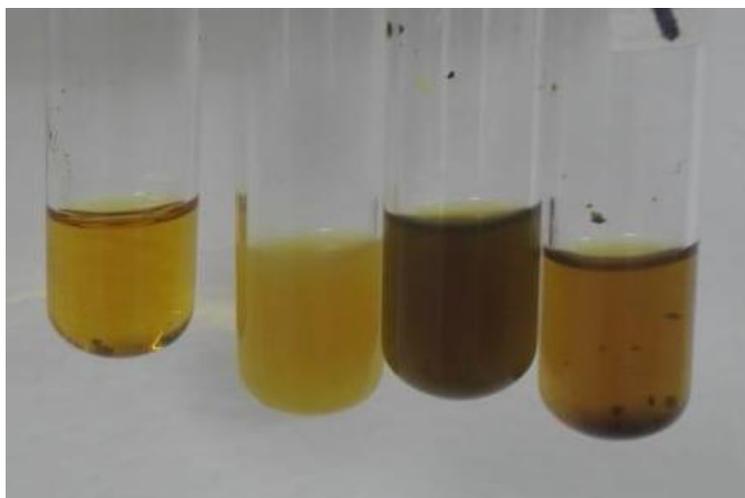


Ilustración 49. Prueba de Cloruro Férrico ($FeCl_3$) en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Los taninos hacen parte de un gran selecto grupo de compuestos polifenólicos que son muy reactivos químicamente; forman puentes de hidrógeno inter e intramolecular. Los taninos son popularmente conocidos por su facilidad de oxidación ya sean por medio de enzimas o por la presencia de metales como el cloruro férrico (Montero, *et al.*,2005). Dicha prueba actúa como catalizador de reacción de alquilación de benceno y a la vez ser oxidado por un metal que es el cloruro férrico (Barrera, *et al.*, 2014), como se observa en la ilustración 50.

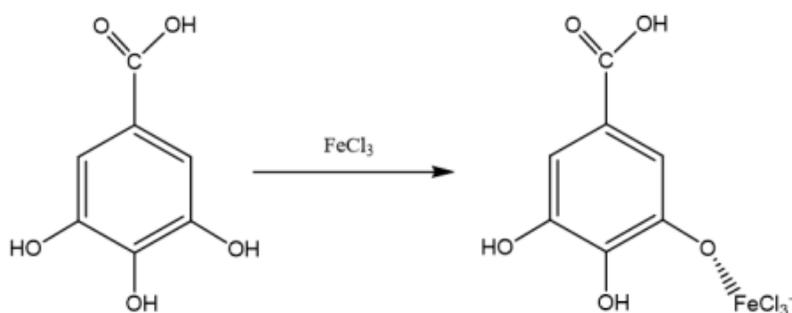


Ilustración 50. Reacción del Cloruro férrico con un polifenol (Tomada Barrera, *et al.*,2014)

Se obtuvieron resultados positivos para los extractos de flores, hojas y tallos del extracto hexánico y en los extractos clorofórmicos de las hojas y los tallos por lo que permitió reconocer la presencia de compuestos fenólicos y taninos hidrolizables en el Zapallo de manera presuntiva. Esta

reacción genera la formación de un complejo de hierro de color púrpura o verde intenso. La cual, hace que el fenol se oxide y el Fe_2^+ se reduzca (Granja, 2019).

- **Azúcares Reductores.**

En la tabla N°14 se reportan los resultados obtenidos para identificación de azúcares en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de las flores, semillas, hojas y tallos del Zapallo, a través de la prueba de Fehling.

Tabla 14. Resultados obtenidos de la prueba para Azúcares Reductores en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.

PRUEBA AZUCARES	Hexano				Cloroformo				Metanol			
	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo
Fehling	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

La prueba de Fehling permite identificar la presencia de azúcares reductores en una muestra. La estructura de estos metabolitos tiene una cetona o un aldehído y grupos hidroxilo. Los azúcares se consideran como reductores gracias a la presencia del grupo carbonilo, el cual se oxida a carboxilo con la ayuda de un agente oxidante. En este caso, el cobre contenido en el reactivo de Fehling pasa de Cu_2^+ a Cu^+ , provocando la formación de un precipitado color rojo ladrillo en la muestra (Granja, 2019).

A continuación, las evidencias de la prueba de Fehling para la determinación de la presencia o ausencia de azúcares reductores en el Zapallo (Ilustración 51, 52 y 53).

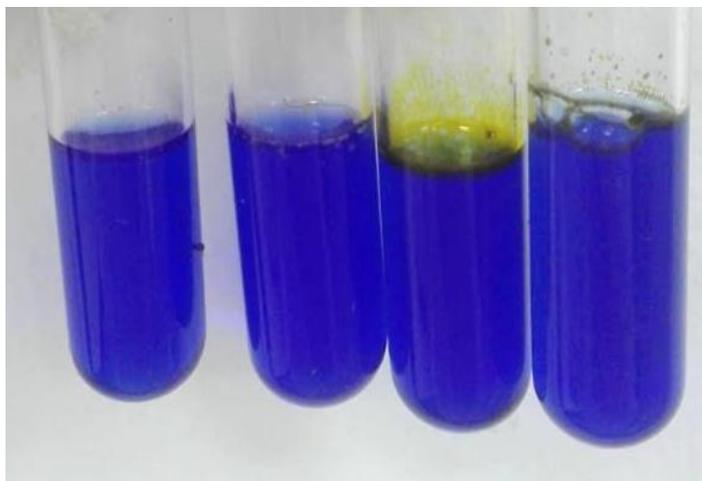


Ilustración 51. Prueba de Fehling en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

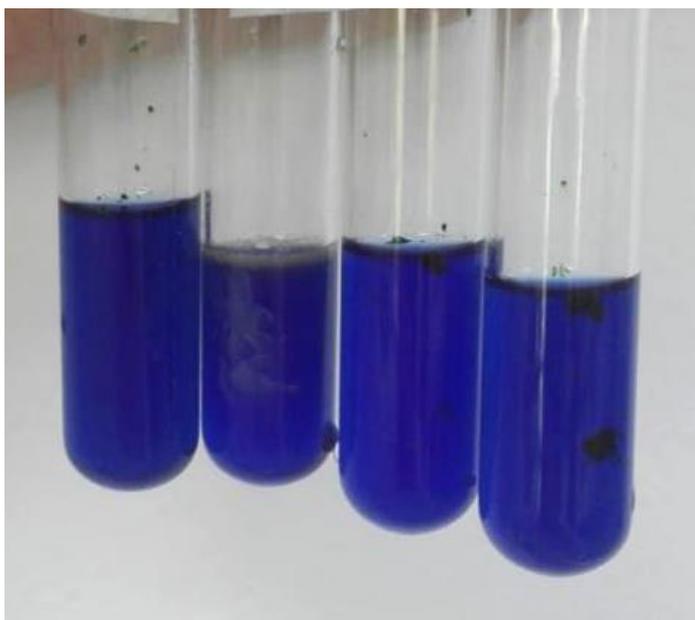


Ilustración 52. Prueba de Fehling en los extractos clorofórmicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

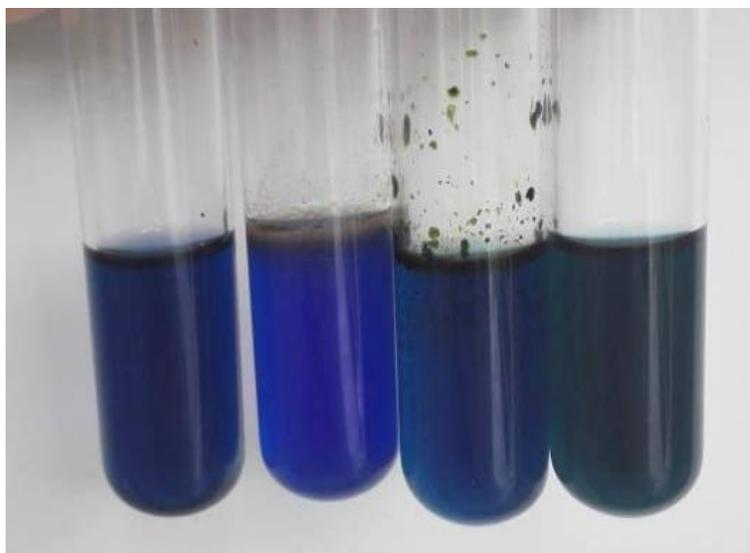


Ilustración 53. Prueba de Fehling en los extractos metanólicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Para la determinación de azúcares reductores, se tomó 1 mL de los extractos en un tubo de ensayo y se añadieron 2 mL del reactivo de Fehling, a continuación, se introdujo el tubo a baño maría por 15 minutos. Se realizó el mismo procedimiento con las nanopartículas de plata. El ensayo se considera como positivo cuando la solución presenta un color rojo ladrillo o aparece un precipitado del mismo color (Martí, F, 2002).

Para todos los extractos de las diferentes partes del Zapallo, la prueba de Fehling arrojó un resultado negativo para azúcares reductores (Granja, 2019).

- **Aminoácidos Libres.**

En la tabla N°15 se muestran los resultados para la determinación de la presencia o ausencia presuntiva de aminoácidos en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de las flores, semillas, hojas y tallos del Zapallo, mediante la prueba de Ninhidrina.

Tabla 15. Resultados obtenidos de la prueba para Aminoácidos libres en los extractos hexánico, cloroformico y metanolico de la planta.

PRUEBA AMINOACIDOS	hexano				cloroformo				metanol			
	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo
Ninhidrina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Signo + = Presencia del metabolito
 Signo - = Ausencia del metabolito

A continuación, se muestran las evidencias de los resultados obtenidos en cada uno de los extractos de los diferentes órganos de la planta (ilustraciones 54, 55, 56).



Ilustración 54. Prueba de Ninhidrina en los extractos Hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

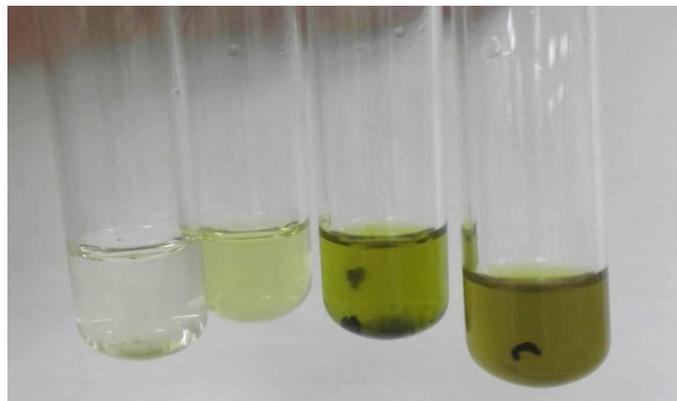


Ilustración 55. Prueba de Ninhidrina en los extractos cloroformicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

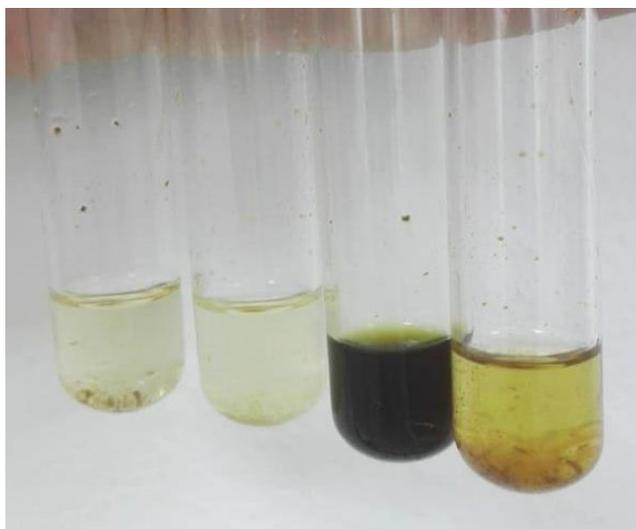


Ilustración 56. Prueba de Ninhidrina en los extractos metanólicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Todos los seres vivos como lo son las plantas están conformados por proteínas, que a su vez son polímeros de aminoácidos. En la naturaleza se encuentran alrededor de 20 tipos de aminoácidos que están unidos por enlaces peptídicos. Según Lozano et al. (2005) los aminoácidos son compuestos orgánicos, que contienen un grupo amino ($-NH_2$) y un grupo de ácido carboxílico ($-COOH$) (Lozano, *et al.*, 2005).

El reactivo de Ninhidrina se prepara empleando 0,2 g de esta sustancia en 100 mL de etanol; esta solución reacciona con la mayoría de los aminoácidos, que contienen un grupo amino, y que da lugar a la formación de amoniaco, dióxido de carbono y en algunas ocasiones agua, con reducción del reactivo ninhidrina lo que ocasiona la coloración azul-violeta (Jorin *et al.*, 2009).

Dado la anterior, la prueba de ninhidrina en todos los extractos del zapallo arrojó resultados negativos.

● Esteroides y/o Triterpenos.

Para la identificación de flavonoides como dihidroflavonoles se aplicó la prueba de Lieberman-Burchard en cada uno de los extractos del zapallo.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de esta prueba.

Tabla 16. Resultados obtenidos de la prueba de Lieberman- Buchard en los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico del Zapallo.

PRUEBA ESTEROIDES Y/O TRITERPENOS	Hexano				Cloroformo				Metanol			
	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo
Lieberman-Burchard	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

Seguidamente, se aprecia los resultados de los ensayos en las muestras (Ilustraciones 57, 58, 59)

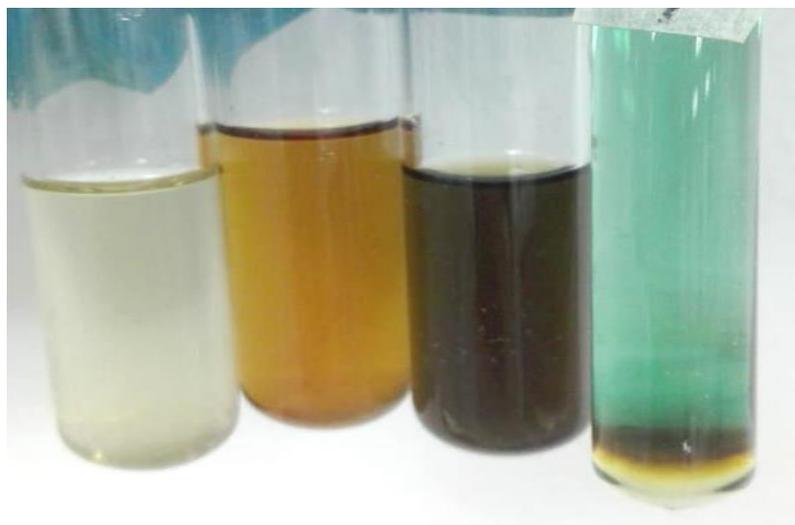


Ilustración 57. Prueba de Lieberman-Burchard en los extractos hexánicos, 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

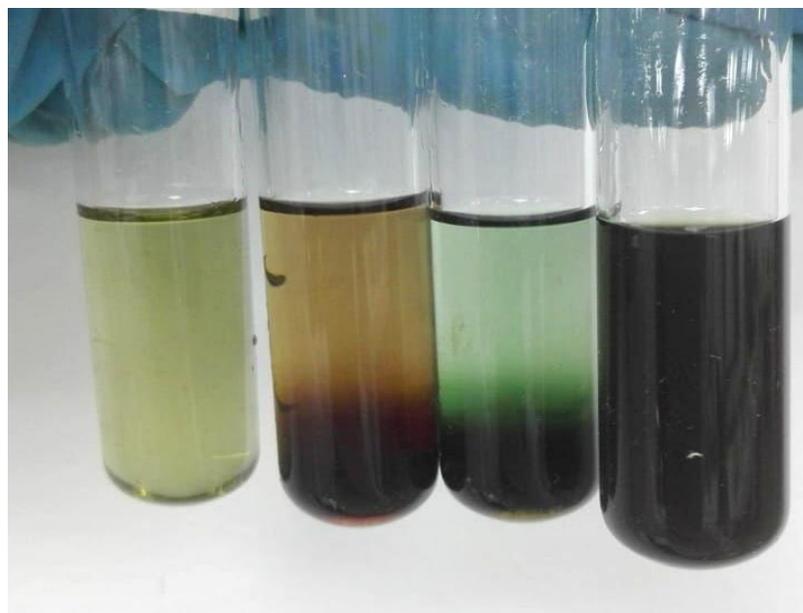


Ilustración 58. Prueba de Liebermann- Burchard en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

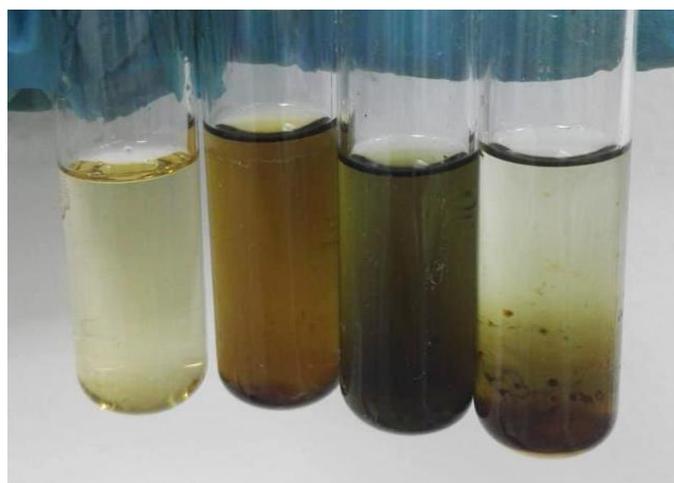


Ilustración 59. Prueba de Liebermann-Burchard en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Los terpenos y triterpenos son las estructuras principales de los aceites esenciales, que tienen un amplio uso, principalmente en la perfumería y cosmética, debido a sus olores característicos. De acuerdo con Felipe y Bicas (2017) los terpenos cuentan con un doble enlace carbono-carbono unido y un oxígeno, conocidos como terpenoides. Estas sustancias pueden tener

diferentes grupos funcionales, como alcoholes, ácidos carboxílicos, aldehídos, cetonas, éteres, fenoles, entre otros.

Para la identificación de terpenos y esteroides se realizó la prueba de Lieberman- Burchard en los extractos, la cual consiste en la oxidación del esteroide en presencia de ácido sulfúrico, formando a su vez, una molécula con un doble enlace adicional con diferentes coloraciones que dependen de la molécula inicial (Orantes, 2008), asimismo en esta primera etapa ocurre una protonación del grupo OH, generando la pérdida y teniendo como resultado el ion carbonio, generando de esta manera la coloración verde oscuro para terpenos, rojo-rosado triterpenos y amarillo-verde para esteroides como se muestra en la ilustración 60 (Ardila, 2014).

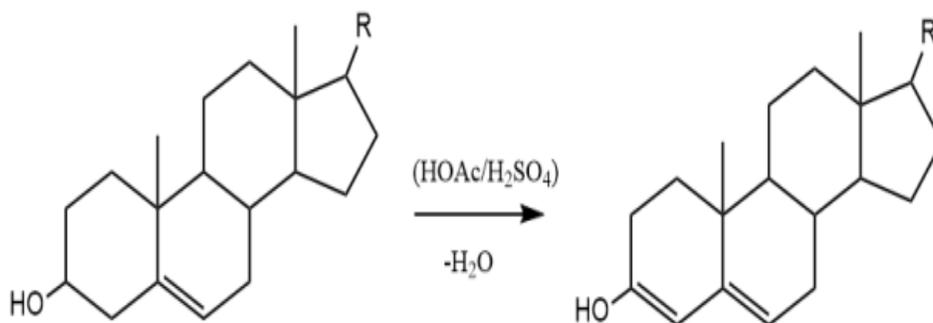


Ilustración 60. Reacción de la prueba Lieberman-Burchard (Tomado Ardila,2014)

Con base a lo anterior, los resultados fueron positivos para todos los extractos de las semillas y hojas y para los extractos hexánico y clorofórmico de los tallos.

Glicósidos

Para la identificación de Glicósidos y carbohidratos, es útil la prueba de Antrona, que se considera positiva si se forma una interfase amarillo verdoso o azul verdoso (Murillo-Perea, *et al.* 2008) (Fúquene Bustos, 2018).

Los resultados obtenidos para los ensayos en cada uno los extractos del zapallo se muestran en la Tabla No 17 y en las ilustraciones 61, 62 y 63.

Tabla 17. Resultados obtenidos de la prueba de Antrona en los extractos del Zapallo.

PRUEBA GLICOSIDOS	Hexano				Cloroformo				Metanol			
	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo	flor	semilla	hoja	tallo
Antrona	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

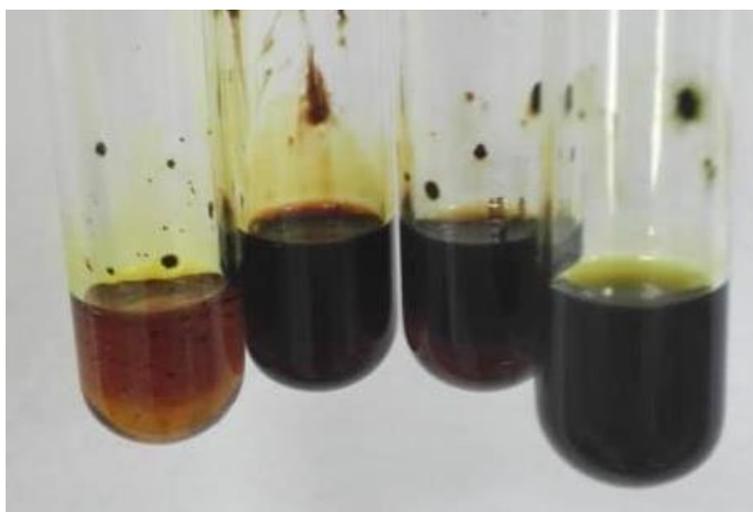


Ilustración 61. Prueba de Antrona en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

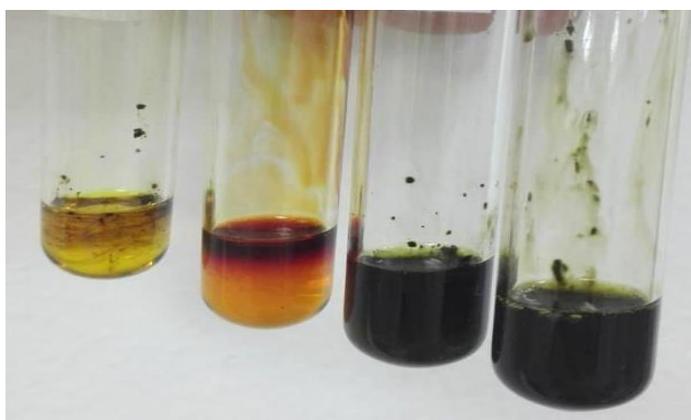


Ilustración 62. Prueba de Antrona en los extractos Clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

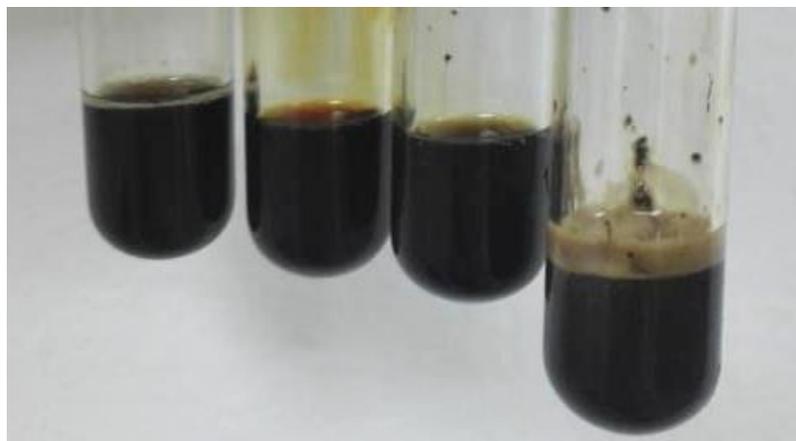


Ilustración 63. Prueba de Antrona en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Los glucósidos desempeñan numerosos papeles importantes en los organismos vivos. Muchas de ellas en las plantas donde almacenan los productos químicos importantes en forma de glucósidos inactivos (Lozano, 2005).

Los glucósidos son moléculas compuestas por un glúcido que se encuentra enlazado a través su carbono anomérico a otro compuesto mediante un enlace O-glucosídico o un enlace S-glucosídico; conocidos como tioglucósidos (Lozano, 2005).

Dado a lo anterior, se realizó la prueba de antrona (Murillo-Perea, *et al.*, 2008), obteniéndose como resultados positivos para el extracto hexánico de las flores y en el extracto clorofórmico de las semillas en cloroformo.

Carbohidratos.

Para la identificación de carbohidratos se realizó la prueba de Molish. Se obtuvo un resultado positivo en los extractos hexánicos de las semillas, hojas y tallos; en los extractos clorofórmicos de todos los órganos y en los extractos metanólicos de las flores y las hojas, tal como se muestra en la Tabla N°18 y en las ilustraciones 64, 65 y 66.

Tabla 18. Resultados obtenidos de la prueba para Carbohidratos de los extractos hexánico, clorofórmico y metanólico de la planta.

PRUEBA CARBOHIDRATOS	Hexano				Cloroformo				Metanol			
	flor	semilla	hojas	tallo	flor	semilla	hojas	tallo	flor	semilla	hoja	tallo
Molish	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-

Signo + = Presencia del metabolito

Signo - = Ausencia del metabolito

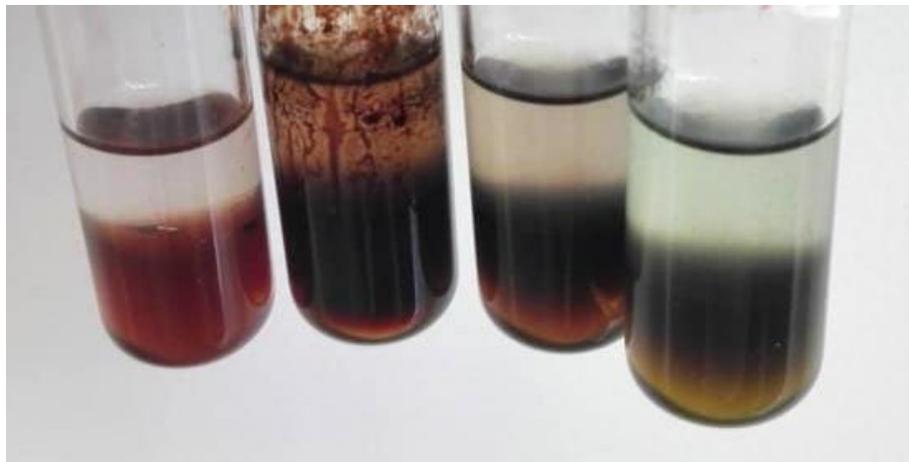


Ilustración 64. Prueba de Molish en los extractos hexánicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

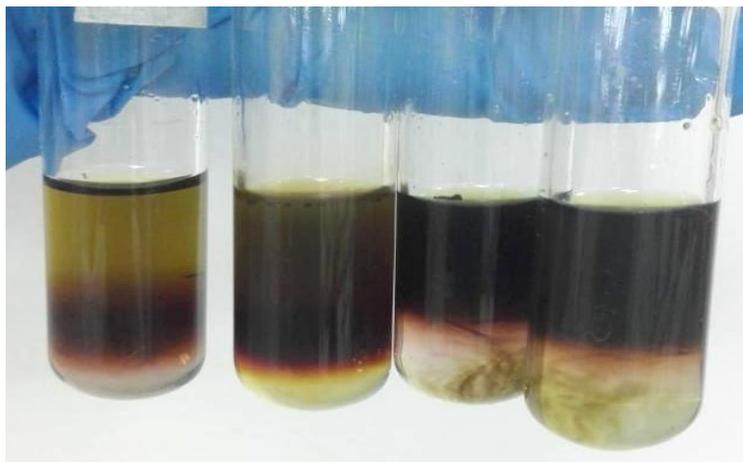


Ilustración 65. Prueba de Molish en los extractos clorofórmicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

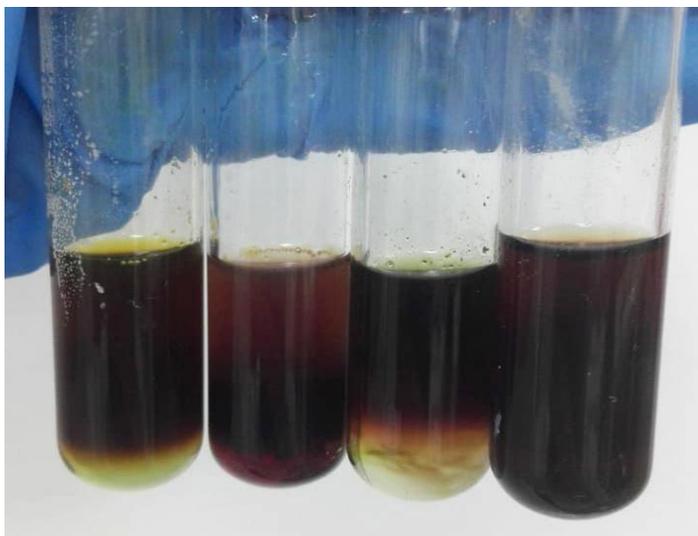


Ilustración 66. Prueba de Molish en los extractos metanólicos. 1. Flor, 2. Semillas, 3. Hojas, 4. Tallos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

En la prueba de Molish (5g de α - naftol en 100 ml de alcohol etílico) los carbohidratos se someten a una pérdida de varias moléculas de agua, lo que ocasiona una deshidratación, dando lugar al furfural que a su vez reacciona con el α - naftol, obteniendo un anillo coloreado en la interfase de la muestra (Abril *et al.*, 2009), como se observa en la ilustración 67. Los azúcares se unen para formar estructuras de celulosa, de reserva como almidón a causa de la pérdida de agua (Soto, *et al.*, 2006).

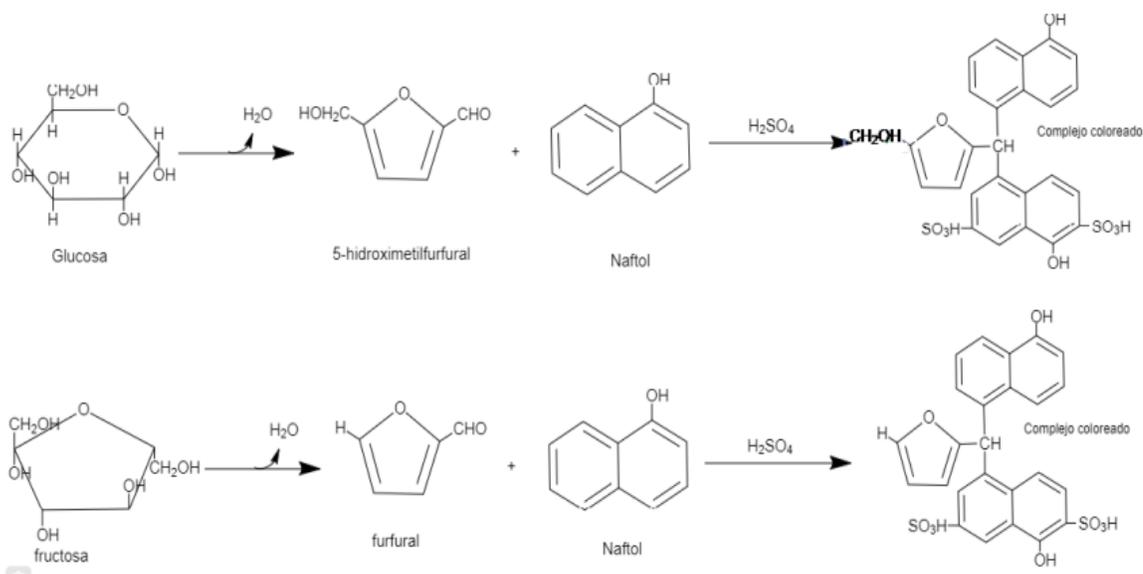


Ilustración 67. Reacción de Molish con glucosa y fructuosa (Tomado Abril, et al., 2009)

8.2. Cromatografía de Columna del Extracto de los Tallos del Zapallo.

En la tabla 19 y en la ilustración 68 y 69 se muestran los resultados obtenidos de la Cromatografía de columna para la separación de las Fracciones del Extracto de los tallos del Zapallo, por haberse obtenido mayor cantidad de este extracto y el cual permitió el fraccionamiento primario.

Tabla 19. Fracciones recolectadas de la columna cromatográfica del extracto de los tallos del Zapallo.

FRACCIONES	175mL – 25mL	150mL - 50mL	100mL- 100mL	220mL
Cloroformo-Acetona	1-16	17-28	29-36	-
Acetona- Metanol	37-49	50-58	59-70	-
Metanol	-	-	-	71-81



Ilustración 68. Columna cromatográfica del extracto de tallo del Zapallo con metanol. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)



Ilustración 69. Columna cromatográfica del extracto de tallos con disolvente cloroformo-acetona. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Se recogieron en total 81 fracciones como se aprecia en la tabla N°19, donde solo 15 de estas revelaban la presencia de metabolitos de la especie *Cucurbita Maxima* al ser sometidas a radiación UV, como se aprecia en la ilustración 71. Estos resultados confirman la presencia de flavonoides y polifenoles en las muestras.



Ilustración 70. Fracciones con mayor cantidad de muestra. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

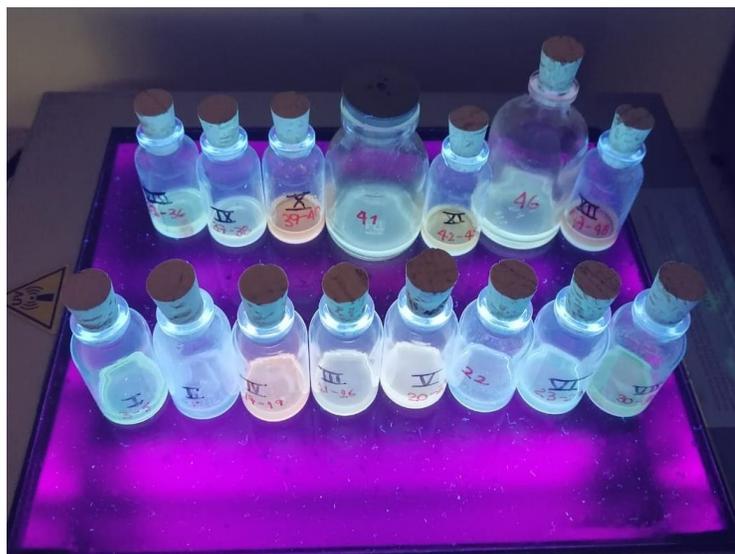


Ilustración 71. Fracciones con mayor presencia de metabolitos cromóforos. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

8.4. Cromatografía de Placa Fina Preparativa (PLC)

Las fracciones que fueron reveladas por UV se sometieron a Cromatografía en Capa Fina Preparativa para la identificación del tipo de metabolitos secundarios presentes en los tallos del Zapallo.

El procedimiento consistió en trazar una línea en la parte de inferior a 0.5 cm del borde, sobre esta línea se adicione una pequeña gota de cada fracción. Luego se preparó la fase móvil la cual fue una mezcla 3:2 de cloroformo-acetona. Después, se colocó la placa cromatográfica en el vaso hasta la elución con el frente del disolvente (Ilustración 72).



Ilustración 72. Cromatografía en placa fina preparativa de las fracciones seleccionadas.
(Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Las franjas reveladas al UV con dos longitudes de onda a 302 nm y 365 nm se trazaron con un lápiz, luego se rasparon, y los metabolitos se disolvieron en acetona. Posteriormente, las muestras se filtraron y se rota evaporaron para la identificación por espectroscopía UV (ilustración 73).

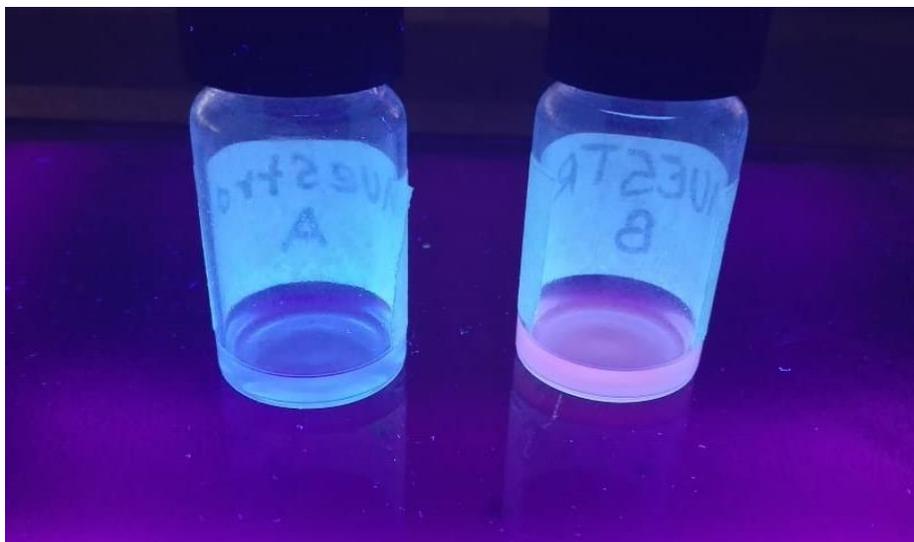


Ilustración 73. Muestras con los metabolitos aislados de la especie Cucurbita Maxima. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

8.5. Espectroscopia UV-Vis

Las muestras fueron registradas por espectrofotometría UV-Vis, para así determinar la longitud de onda máxima, tal como se observa en la Ilustración 74.

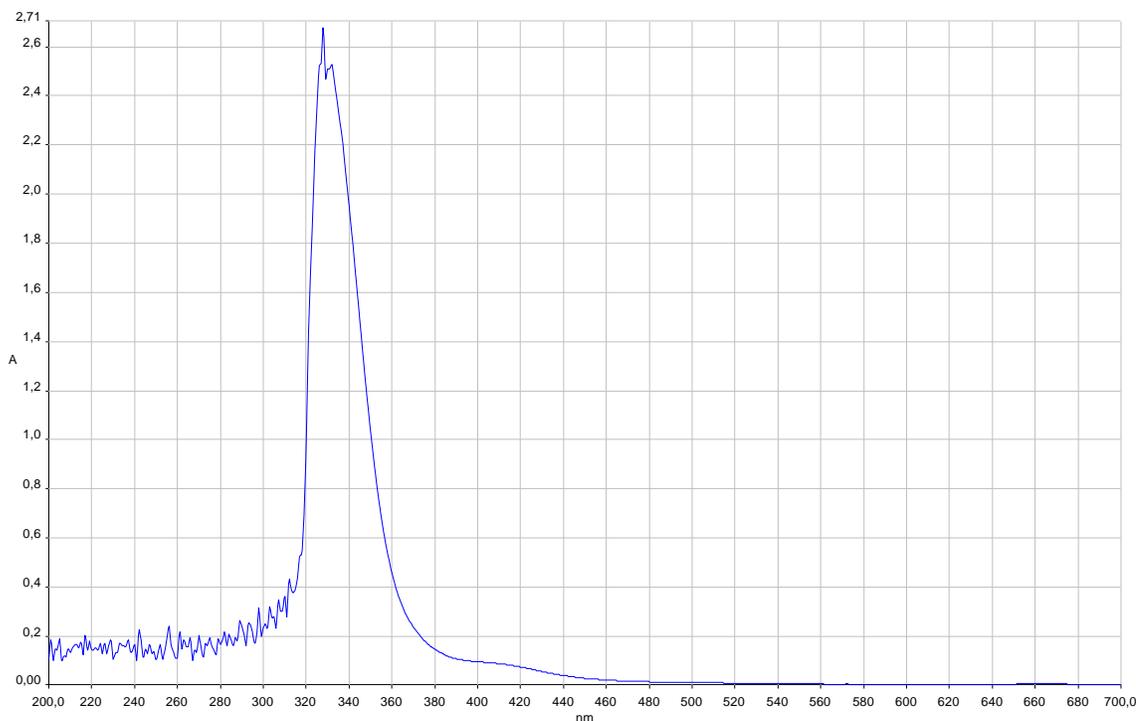


Ilustración 74. Espectro UV de una fracción obtenida por Cromatografía en Capa Fina Preparativa (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021).

En el espectro se puede observar la presencia de una banda de absorción entre 320 y 360 nm, indicando la presencia de metabolitos secundarios de tipo flavonoides (Andersen *et al.*, 2006), (Mabry *et al.*, 1969), flavonas y flavononas las cuales absorben entre 300-380 nm.

8.6. Resultados de la validación por expertos

Para la elaboración del instrumento tipo Likert, se tuvo presente un plan de evaluación que se consideró como estrategia para la determinación del peso conceptual sobre aspectos relacionados con los grupos funcionales de la química orgánica a través de la identificación de estos en algunas estructuras correspondientes a metabolitos secundarios. Para esto, se diseñaron algunos enunciados que fueron necesarios para alcanzar el objetivo de la investigación que fueron validados por 5 expertos cuya formación académica se encuentra descrita en la tabla 20. Según (Cohen & Swerdlik, 2001) la puntuación permite orientar a las investigadoras a realizar

reformulaciones, modificaciones, mejoras o finalmente la aplicación del instrumento que se encuentra en el rango mínimo de 17 al puntaje máximo total de 20 puntos.

Tabla 20. Validación del cuestionario por los expertos.

EVALUADORES	FORMACIÓN ACADÉMICA	PUNTUACION
Zully Cuellar López	Dra en Educación. Docente de Planta de la Universidad Surcolombiana	17
Alcides Polania Patiño	Magister en Ciencias Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Colombia	19
Marino Valdemar Muñoz Burbano	Especialista en Educación Sexual Docente catedrático de la Universidad Surcolombiana	18
Maira Yenifer Rios Bustos	Mg. En Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales Docente catedrática de la Universidad Surcolombiana	17
Sem Vladimir Alvear Guerrero	Mg. En Educación Docente catedrático de la Universidad Surcolombiana	15

8.6.1. Plan de evaluación para el cuestionario

Los resultados obtenidos de la evaluación del Cuestionario por parte de los expertos, permitió determinar la Razón de Validez de Contenido (CRV) siguiendo la metodología descrita por Cohen y Swerdlik (2001), pág.188, los cuales se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Validación del cuestionario por los expertos.

Validación del cuestionario	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	CRV
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.5
6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CRV	1.0	0.83	1.0	1.0	1.0	0.966

8.7. Intervención Didáctica

Para esta fase de la investigación, se inició con la estimación de las concepciones sobre los grupos funcionales orgánicos de los estudiantes del grado décimo del colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná del municipio de Neiva, a través de la encuesta tipo Likert, que permitió conocer la estructura cognitiva de los estudiantes y las cuales se tuvieron en cuenta para llevar a cabo la estrategia didáctica a través del Estudio fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*) (Ilustración 75, Tablas 22 y 23).



Ilustración 75. Fase de pre-test de las estudiantes del grado decimo del Colegio Gimnasio Aspaen Yumaná. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Tabla 22. Estructura cognitiva inicial en el pre-test del Grado décimo

Ítem	casos																		total	Aciertos (%)
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18		
1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	26	28,89
2	1	5	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	34	37,78
3	4	2	4	4	4	2	4	2	4	4	4	2	2	4	1	4	4	1	56	62,22
4	1	1	2	2	2	2	2	2	2	4	5	2	2	1	2	1	5	5	43	47,78
5	3	2	3	2	3	2	3	3	4	4	1	2	3	1	2	2	2	3	45	50,00
6	2	2	2	2	2	4	2	5	2	4	5	4	2	3	4	5	2	2	54	60,00
7	5	5	2	4	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	5	2	5	55	61,11
8	2	2	4	4	2	2	2	3	2	4	5	2	2	5	2	2	2	5	52	57,78
9	5	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	37	41,11
10	5	5	2	2	2	5	2	4	5	5	4	5	2	2	2	2	2	3	59	65,56
11	2	2	2	2	2	4	2	5	2	2	2	1	2	5	4	2	1	1	43	47,78
12	2	5	2	2	2	1	2	2	2	4	2	1	2	1	4	4	2	1	41	45,56
Total	33	34	28	29	30	29	25	33	31	39	35	27	25	30	31	31	26	29	545	50,46

Tabla 23. Medidas de tendencia central obtenidas en el pre-test.

Desviación estándar	varianza	mínimo	máximo	media	moda	Puntaje total	Aciertos (%)
3,62679	13,15359	25	39	30,27778	29,0	545	50,46

El grupo decimo alcanzó un valor de 545 puntos de 1080 posibles, traducido en un porcentaje de acierto del 50,46%, estos resultados pueden estar relacionados con la interacción que han tenido las estudiantes frente al tema en sus cursos previos de Ciencias Naturales. En este primer test se encontró mínimos de acierto del 25% y máximos de 39%. Seguidamente, se dio inicio a la intervención didáctica mediante la explicación extensiva sobre los grupos funcionales orgánicos y la presencia de estos para clasificar los metabolitos secundarios presentes en los productos naturales (Ilustración 76).



Ilustración 76. Explicación extensiva sobre los grupos funcionales orgánicos. A. Explicación por Karen Monje. B. Explicación por Lina Segura. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Luego, se les entregó a las estudiantes una guía de laboratorio, con el objetivo de revisar los procedimientos que se deben llevar a cabo en el estudio fitoquímico del Zapallo y la identificación de los metabolitos secundarios mediante pruebas cualitativas. Por lo tanto, se llevó a cabo la investigación a partir de los extractos que fueron entregados a 4 grupos de estudiantes (Ilustraciones 77, 78, y 79).



Ilustración 77. Aislamiento de los metabolitos presentes en el Zapallo por parte de las estudiantes del grado décimo. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)



Ilustración 78. Identificación de los metabolitos por parte de las estudiantes del grado décimo. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)



Ilustración 79. Identificación de los grupos funcionales en las estructuras químicas de los metabolitos secundarios del Zapallo. (Tomada por Monje, K. Segura, L. 2021)

Después de realizar las pruebas para la identificación de los metabolitos secundarios en cada uno de los órganos del Zapallo, cada grupo hizo una lista de las pruebas positivas y las relacionó con un tipo de metabolito. Las estudiantes identificaron flavonoides, terpenos y polifenoles en los extractos. La estructura química básica de cada metabolito fue mostrada y se les explicó la presencia de los grupos funcionales presentes en cada molécula. La secuencia didáctica finalizó con un taller sobre los diferentes tipos de metabolitos secundarios y la clasificación de los grupos funcionales en cada uno de ellos.

La intervención didáctica fue evaluada a través del post-test, cuyos resultados obtenidos permitieron determinar la eficacia de la estrategia basada en la investigación del Zapallo para el aprendizaje de los grupos funcionales (Tablas 24 y 25). Las medidas de tendencia central de los resultados se registran en la tabla 25.

Tabla 24. Estructura cognitiva obtenidas en post-test del Grado décimo.

Ítem	casos																		total	Aciertos (%)
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18		
1	1	2	4	1	2	1	2	2	5	2	1	1	2	5	1	1	2	3	38	42,22
2	1	4	1	4	1	1	1	1	4	2	1	2	1	2	4	2	2	1	35	38,89
3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	2	4	3	3	3	4	3	3	3	57	63,33
4	1	2	1	1	2	1	2	1	2	5	5	4	1	4	4	4	4	2	46	51,11
5	3	4	3	3	3	3	3	3	4	4	1	4	3	4	4	4	4	3	60	66,67
6	1	5	5	1	5	1	1	1	5	2	2	2	5	2	5	5	2	5	55	61,11
7	5	2	5	4	2	5	2	5	2	2	5	2	5	1	2	5	1	1	56	62,22
8	2	2	4	4	2	3	2	3	2	4	5	4	2	5	2	2	2	5	55	61,11
9	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	1	3	5	3	5	5	3	1	73	81,11
10	5	1	5	5	4	5	4	5	5	2	3	3	5	3	5	5	3	3	71	78,89
11	2	3	5	2	3	2	5	5	2	2	5	2	2	2	2	2	2	2	50	55,56
12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	4	4	2	4	2	46	51,11
Total	31	36	43	35	33	32	31	36	42	35	35	34	36	38	42	40	32	31	642	59,44

Tabla 25. Medidas de tendencia central obtenidas en post-test del grupo décimo

Desviación estándar	varianza	mínimo	máximo	media	moda	Puntaje total	Aciertos (%)
3,92578	15,41176	31	43	35,66667	31,0	642	59,44

El grupo decimo, posterior a la interacción de la estrategia didáctica alcanzó 642 puntos de 1080 posibles, esto muestra un aumento de 97 puntos con respecto al valor obtenido en el pre-test. Estos 642 puntos representan un nivel de acierto del 59,44 %, lo que evidencia un aprendizaje de los conceptos básicos y estructurales sobre los grupos funcionales orgánicos. Además, se resalta un aumento en los mínimos de acierto de 25% en el pre-test a un 31% en el post-test y un aumento de los máximos de 39% en el pre-test a un 43% en el post-test, lo que nos permite reconocer que la estructura cognitiva de aprendizaje tuvo un aumento considerable durante la experiencia.

Los resultados obtenidos en el pre-test y post-test (Ilustraciones 80 y 81), se muestran a continuación.

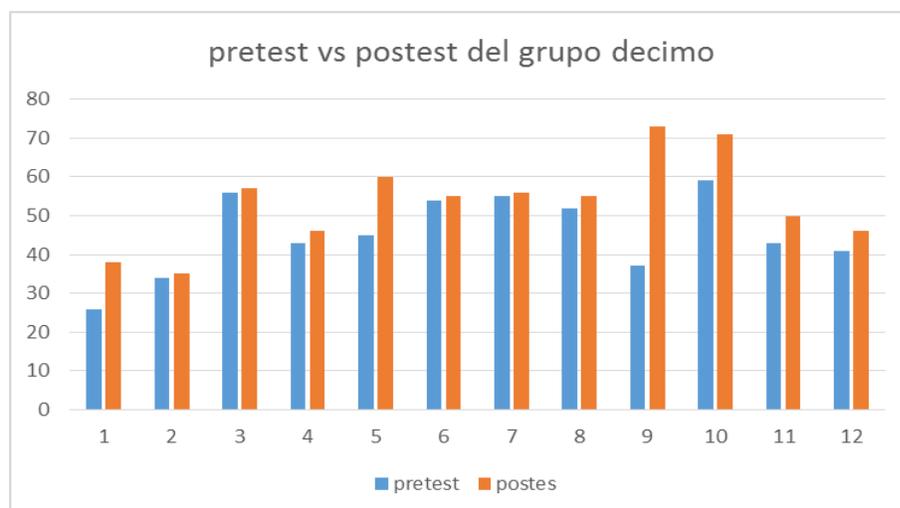


Ilustración 80. Estructura inicial y final del grupo décimo

A continuación, se detalla la relación de cada ítem del instrumento y su significación con el proceso de enseñanza y aprendizaje llevado a cabo en el grupo décimo.

Ítem 1. Este ítem se realizó con el objetivo de identificar como el estudiantado relaciona al zapallo que es un alimento que contiene una gran cantidad de sustancias químicas con un grupo funcional, a partir de sus características de forma, tamaño color, acorde con los saberes previos que posee sobre el concepto básico y la clasificación de los grupos funcionales y sus reacciones químicas. En relación con esto, se encontró un aumento considerable en la definición de este concepto, hallando una diferencia de 13,33%, ya que se registraron valores de acierto de 28,89% y 42,22%, para los resultados del pre-test y post-test, respectivamente. Esto permite asumir que la estrategia convencional les permitió resignificativo el aprendizaje de estos fundamentos.

Ítem 2. El ítem pretende clasificar a los grupos funcionales responsables de reconocer el olor, color y sabor de muchas frutas y verduras a partir de su estructura molecular. Teniendo así un porcentaje de acierto del 37,78% en el pre-test y de 38,89% en el post-test, que indica un aumento de 1,11% y evidencia que la estrategia didáctica de aprendizaje mejora las concepciones del estudiantado, con respecto a este ítem, que pretenden registrar el conocimiento que poseen los estudiantes antes y después de la aplicación de la estrategia sobre la clasificación de grupo funcional.

Ítem 3. El ítem corresponde a identificar y clasificar grupos funcionales a partir de su estructura general, como son los hidrocarburos sobre cada una de las características que representa un grupo funcional. En este punto el porcentaje de acierto para el pre-test fue de 62,22% y se aumentó hasta 63,33% en el post-test, demostrando que la estrategia didáctica de aprendizaje representa un significativo aumento y fortaleció la estructura cognitiva del estudiantado del grupo decimo.

Ítem 4. Este ítem pretende clasificar a los grupos funcionales a partir de su estructura general. Pretendiendo así que el estudiantado reconociera a los grupos funcionales acordes con la identificación del número de grados de alcohol de las bebidas alcohólicas. En el pre-test el porcentaje de acierto fue de 47,78% con respecto al post-test 51,11%. Esto evidencia un aumento en el porcentaje de acierto inicial, resaltando que las características en su estructura general y del componente de química orgánica.

Ítem 5. Similar al ítem 2, pertenece a la identificación y clasificación de los grupos funcionales a partir de su estructura general, en base de las características presentes en muchas frutas como lo es olor, debido a la presencia de un grupo funcional. Mostrando así un aumento moderado en la estructura cognitiva de los estudiantes. En el pre-test el porcentaje de acierto fue de 50,00% con respecto al post-test 66,67%.

Ítem 6. Para este ítem se tiene en cuenta la clasificación de los grupos funcionales con base en las características presentes, demostrando así un aumento significativo en su estructura cognitiva de aprendizaje. En el pre-test el porcentaje de acierto fue de 60,00% con respecto al post-test 61,11%.

Ítem 7. Este ítem, permitió obtener en el estudiantado una significancia positiva, encontrándose un porcentaje de acierto en el pre-test y post-test que fueron de 61,11% y 62,22% respectivamente, dado que resalta la clasificación e identificación de los grupos funcionales desde su estructura general, como los taninos que poseen en su estructura al benceno.

Ítem 8. En este punto se encontró un aumento considerable en la estructura cognitiva de aprendizaje en el estudiantado, pasando de un numero de acierto en el pre-test de 57,78% a un

61,11% en el post-test. Se pretendía en este ítem clasificar los diferentes grupos funcionales de los compuestos encontrados en el estudio preliminar del zapallo, como los flavonoides en la cual en su estructura general presenta la unión de varios grupos funcionales.

Ítem 9. Este ítem corresponde a la clasificación de los grupos funcionales, donde resalta al zapallo como un alimento rico en vitaminas, minerales y antioxidantes debido a su contenido de fibra y agua. En el cual identifica que la vitamina A presenta en su estructura general la presencia del grupo carbonilo, el grupo hidroxilo en el anillo aromático y el grupo ácido carboxílico. Los resultados evidencian un alto nivel conceptual sobre esta categoría, presentado así un cambio significativo entre el pre-test 41,11% y post-test 81,11% y una diferencia en el número de aciertos en un 40% debido la estrategia de aprendizaje.

Ítem 10. Dentro de este ítem se resalta la capacidad del estudiantado en lograr reconocer y clasificar los grupos funcionales presentes en la estructura general del b-caroteno dado que el porcentaje de aciertos aumentó de un 65,56% en la encuesta inicial a un 78,89% en la encuesta final. Esto implica una diferencia porcentual de aciertos de un 13,33% a través de la estrategia de aprendizaje con la investigación del Zapallo.

Ítem 11. Este ítem pertenece a clasificación de las técnicas de extracción y aislamiento de los diferentes metabolitos secundarios tal como el caroteno y la relación de la estructura con sus propiedades químicas como la polaridad, el cual tiene la capacidad de disolverse en disolventes no polares como el hexano. Con base a ello, se obtuvo un aumento en el pre-test de un 47,78% a un 55,56% en post-test, demostrando así nivel alto en su estructura cognitiva en porcentaje de 7,78%, a lo largo de la intervención de la estrategia de aprendizaje.

Ítem 12. Este ítem pretende identificar las técnicas de separación de metabolitos secundarios a través de la cromatografía de columna, permitiendo así la extracción de algunos compuestos orgánicos como los azúcares simples y su disolución en disolventes muy polares como el metanol, donde se obtuvo un porcentaje inicial de aciertos de 45,56% y final del 51,11%. Esto indica que el estudiantado logró consolidar una significancia positiva, teniendo un aumento en el porcentaje de aciertos del 5,55%.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el grupo decimo, de manera general se evidencia que la estructura cognitiva presentó un aumento del **8,98%** valor obtenido de efectuar la diferencia entre el porcentaje de acierto obtenido en la encuesta inicial que fue de 50,46% y la encuesta final de 59,44%. Aunque se evidenció un aumento en el porcentaje de acierto de las etapas del pre-test al post-test, actores como Runyon y Haber (1986), indican que una diferencia superior al 5% es suficiente para determinar que la estrategia didáctica es responsable en el grado de aprendizaje alcanzado. Por lo tanto, se resalta que el porcentaje obtenido al aplicar la estrategia de aprendizaje basado en la investigación, en el grupo decimo es mayor al mencionado por los autores anteriores.

Demostrando así que la estrategia didáctica desarrollada como un medio alternativo para el aprendizaje y enseñanza de los grupos funcionales orgánicos, a partir del estudio fitoquímico del zapallo fue favorable.

Se procede a demostrar la eficacia de la estrategia didáctica utilizada en el grupo decimo. Esta relación se plantea a través de una prueba Z para la cual se utilizan los siguientes algoritmos planteados por Martínez (2012).

$$\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2) = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}} \quad (1)$$

En este algoritmo, $\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2)$ es la diferenciación por desviación estándar del comportamiento grupal, σ_1^2 y σ_2^2 Se corresponden con las varianzas del pretest y postest y N_1 y N_2 representan el número de casos.

$$Z = \frac{\underline{X}_1 - \underline{X}_2}{\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2)} \quad (2)$$

Por medio de las tablas **23** y **25**, se emplean los valores calculados de la desviación estándar, la varianza y media del pre-test y post-test, por lo que a través de la expresión (1) se tiene que:

$$\delta(\underline{X}_1 - \underline{X}_2) = \sqrt{\frac{13,15}{18} + \frac{15,41}{18}} = 1,25$$

Con el anterior valor, empleando la expresión (2) se procede a calcular el valor Z, tal como se ilustra a continuación:

$$Z = \frac{50,46 - 59,44}{1,25} = 2,90$$

Por lo anterior, se procede a ubicar el valor Z obtenido en la curva binomial, tal como se evidencia en la Ilustración 81.

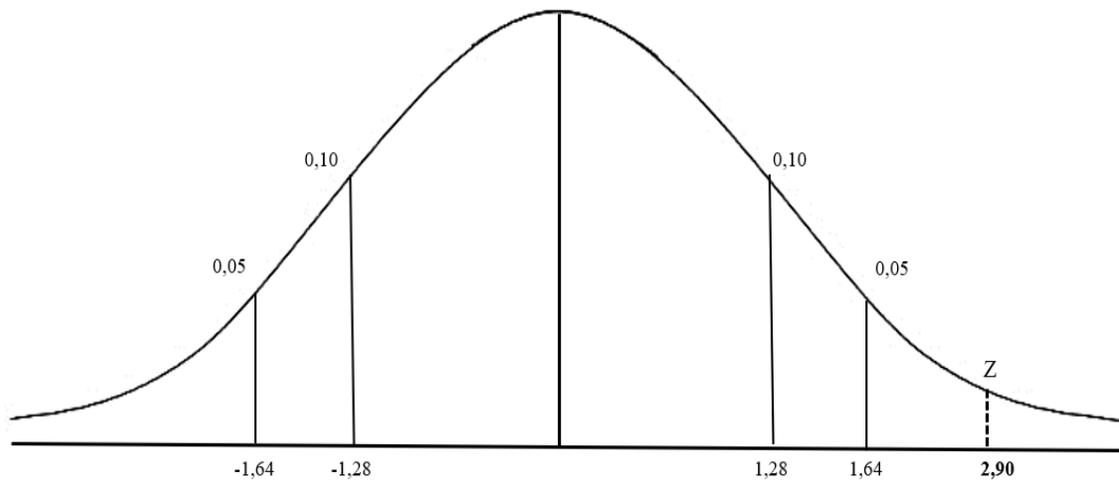


Ilustración 81. Ubicación del valor Z calculado en la curva binomial. Grupo décimo.

El valor de Z calculado mostrado en la Ilustración 81, se localiza en una zona de baja significancia con un intervalo de confianza mayor. Este resultado permite validar la estrategia convencional realizada al grupo decimo, mostrando así un incrementó de la estructura cognitiva en un 8,98%, lo que incide de manera significativa en el aprendizaje y resignificación de conceptos asociados al estudio fitoquímico del zapallo.

8. CONCLUSIONES

El objetivo que enmarcó el desarrollo de la tesis fue promover el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos presentes en los metabolitos secundarios del Zapallo, en un grupo de estudiantes del grado Decimo del Colegio Gimnasio Yumaná del Municipio de Neiva. De acuerdo con esto, el siguiente proyecto se desarrolló teniendo como base el enfoque de aprendizaje basado en la investigación fitoquímica. Cabe resaltar que, las tesisas llevaron inicialmente a cabo el estudio fitoquímico de la especie vegetal en el laboratorio, para adquirir los conocimientos y las destrezas en el manejo de los procedimientos, las técnicas de extracción y separación, así como el empleo de equipos como el rota evaporado y el funcionamiento del equipo de espectroscopía UV-VIS. Esta etapa fue importante para identificar los metabolitos secundarios presentes en el Zapallo, los cuales fueron principalmente, flavonoides, terpenos y polifenoles. Esta información permitió orientar el diseño de la estrategia de aprendizaje con las estudiantes de Secundaria, por lo tanto, las tesisas cumplieron un rol importante en la orientación, antes, durante y después de la Intervención didáctica.

El tratamiento estadístico de los resultados permitió deducir la eficacia del modelo basado en la investigación, para alcanzar el aprendizaje de los grupos funcionales presentes en los metabolitos secundarios de la especie *Cucurbita maxima Duch* en estudiantes del grado decimo del colegio Gimnasio ASPAEN Yumaná de la ciudad de Neiva, Huila, encontrándose una diferencia significativa de aprendizaje con un 8,98% entre los resultados del cuestionario inicial y final. Runyon y Haber (1986) consideran significativa toda diferencia igual o superior al 5 %, la cual se debe a la implementación de la investigación como estrategia didáctica para alcanzar el aprendizaje.

La prueba Z calculado de 2,90 en la zona de alta significancia de la curva binomial para el grupo experimental, permitió inferir que la estrategia de Aprendizaje Basado en la Investigación facilito a este grupo el aprendizaje de los grupos funcionales.

Un aspecto fundamental en el enfoque de Aprendizaje Basado en Investigación es el rol de los docentes que deben dar orientación y ser guías para que se alcancen los objetivos propuestos. De esta manera, existen puntos de inflexión en el desarrollo de las actividades propuestas en las

cuales los docentes deben ajustarse a las condiciones externas que infieren en el desarrollo de este, uno de los puntos que se destacan es el factor económico puesto que desarrollar investigación de este tipo, requiere muchos materiales y reactivos para llevar a cabalidad los procedimientos, ya que esto delimita la rigurosidad científica, la calidad y la confiabilidad de los datos. No obstante, bajo esta perspectiva se cumplió con el desarrollo de las expectativas sobre la inmersión de los estudiantes en la investigación Fitoquímica para el reconocimiento de los grupos funcionales orgánicos y lo que ello conlleva a nivel de laboratorio, en el sentido de seguir algunas metodologías descritas en la literatura y de igual manera, despertar esa capacidad de análisis y observación de los resultados obtenidos.

9. TRABAJOS CITADOS

- Abbott, D., & Anews, R. (1970). *Introducción a la Cromatografía*. Madrid: Alhambra.
- Abril, N., Jorrín, J., & Bárcena, J. (2009). Reacciones coloreadas para la determinación cualitativa de azúcares. *Revista biomolecular*, 1-9.
- Afifi, M. S., Ross, S. A., Elsohly, M. A., Naeem, Z. E., & Halaweish, F. T. (1999). Cucurbitacins of *Cucumis prophetarum* and *Cucumis prophetarum*. *Journal of chemical ecology*, 25(4), 847-859.
- Ahn, M. R., Kumazawa, S., Usui, Y., Nakamura, J., Matsuka, M., Zhu, F., & Nakayama, T. (2007). Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China. *Food Chemistry*, 101(4), 1383-1392.
- Ahumada, A., Ortega, A., Chito, D., & Benítez, R. (2016). Saponinas de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): un subproducto con alto potencial biológico. *Revista Colombiana de Ciencias Químico Farmacéuticas*, 45(3), 438-469.
- Akihisa, T., Yasukawa, W., & Tokuda, H. (2003). *Studies in Natural Products Chemistry. Bioactive Natural Products (Part J)*. Great Britain: Atta-ur-Rahman: 28th.
- Ardila, D. (2014). Evaluación de la actividad citotóxica de los extractos etanólicos de las plantas *Annona muricata*, *Annona cherimola* y *Physalis peruviana* En la línea celular MCF-7 de adenocarcinoma de seno. [Tesis pregrado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Institucional PUN
- Arteaga, M. G. C. (2017). Principales clases de compuestos orgánicos y grupos funcionales. *Vida Científica Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 4*, 5(9).
- Alarcón, A. y Muñoz, S. (2008). Medición en salud: Algunas consideraciones metodológicas. *Revista Médica de Chile*, 136.

- Ali, L., Khan, A. K., Mamun, M. I., Mosihuzzaman, M., Nahar, N., Nur-e-Alam, M., & Rokeya, B. (1993). Studies on hypoglycemic effects of fruit pulp, seed, and whole plant of *Momordica charantia* on normal and diabetic model rats. *Planta médica*, 59(05), 408-412.
- Alvear, V. (2011). Problemas tridimensionales de Química. *Universidad Surcolombiana*.
- Alvarez-Martínez, T. (2004). Aislamiento, Purificación e identificación de principios tóxicos alcaloides en plantas del género *Crotalaria* y alimento contaminado para ave. (U. i. Santander, Ed.) Santander, Colombia.
- Anaya Lang, A. (2003). *Ecología química*. Plaza y Valdés.
- Andersen, Ø., & Markham, K. (2006). *Flavonoids Chemistry, Biochemistry and Applications*. CRC Press
- Andersen, J., & Metcalf, R. (1987). Factors influencing distribution of *Diabrotica* spp. in blossoms of cultivated *Cucurbita* spp. *J. Chem. Ecol*, 13:681-699.
- Arango Acosta, J. G. (2008). Alcaloides y compuestos nitrogenados. Medellín, Colombia. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/alcaloides.pdf>
- Arango Mejía, M. (2006). Plantas medicinales. Botánica de interés médico. 1st ed. Manizales: Universidad de Caldas. 1st ed. Manizales: Universidad de Caldas. pp 77-79.
- Assubaie, N. F., & El-Garawany, M. M. (2004). Evaluation of some important chemical constituents of *Momordica charantia* cultivated in Hofuf, Saudi Arabia. *Journal of Biological Sciences (Pakistan)*. *Journal of Biological Sciences (Pakistan)*.
- Avila, A., & Vásquez, A. (2011). Determinación del efecto vermífugo de semillas tratadas de *Cucurbita* Aff. *Maxima*. (Tesis de pregrado), universidad de cuenca, cuenca, Ecuador.
- Balluerka, N., y Vergara, A. I. (2002). *Diseño de investigación experimental en psicología*. Madrid: Prentice Hall.

- Bailey, C. J., Turner, S. L., & Leatherdale, B. A. (1985). Cerasee, a traditional treatment for diabetes. *Studies in normal and streptozotocin diabetic mice. Diabetes research (Edinburgh, Scotland)*, 2(2), 81-84.
- Barrera, C. A. C., Parra, J., & Suarez, L. E. C. (2014). Caracterización química del aceite esencial e identificación preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie *raputia heptaphylla* (rutaceae). *Elementos*, 4(4), 31-39.
- Barrios, S., Urrutia, M. y Catoni, M. (2017). Validez de contenido de un banco de ítems en el área de salud del niño. *Educación Médica Superior*, 31.
- Begum, S., Ahmed, M., Siddiqui, B. S., Khan, A., Saify, Z. S., & Arif, M. (1997). Triterpenes, a sterol and a monocyclic alcohol from *Momordica charantia*. *Phytochemistry*, 44(7), 1313-1320.
- Bellma Menéndez, A., Tillán Capó, J., Menéndez Castillo, R. A., López González, O., Carrillo Domínguez, C., & González Sanabria, M. L. (2006). Evaluación del extracto lipofílico de *Cucurbita pepo* L. sobre la hiperplasia prostática inducida por andrógenos. *Revista cubana de plantas medicinales*, 11(2), 0- 0.
- Beltrán Cifuentes, M. C., Peláez Gutiérrez, E. C., Estrada Álvarez, J. M., Escobar Ríos, J. A., Serna Ángel, L., & Ríos Morales, D. (2010). I study farmacognosico for the care of the health from essential oils obtained by distillation of steam dragging.
- Beltrán Villanueva, C. E., Díaz Castillo, F., & Gómez Estrada, H. (2013). Tamizaje fitoquímico preliminar de especies de plantas promisorias de la costa atlántica colombiana. *Cubana de Plantas Medicinales*, 18(4), 619-631.
- Bermúdez, A., Oliveria Miranda, M., & Velázquez, D. (2005). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: Una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *INCI*, 30(8), 453- 459.

- Bernal, R., Galeano, G., Rodríguez, A., & Sarmiento, H. (2011). *Nombres comunes de las plantas de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Beyer, H., & Walter, W. (1987). *Manual de Química Orgánica*. Barcelona: Reverté S.A.
- Bolaños, A. (1998). Introducción a la Oleicultura. 1 edición Editorial universidad estatal a distancia (EUNED), San José costa rica.
- Cárdenas, F., & Gélvez, C. (1999). *Química y Ambiente. Segunda Edición*. Bogotá: Mc Graw Hill.
- Cartaya, O.; Reynaldo, Inés (2001); Flavonoides: Características químicas y aplicaciones Cultivos Tropicales, vol. 22, núm. 2, pp. 5-14 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba.
- Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 18(2), 155-169.
- Campell, D., Stanley, J. (1973). *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*. Bueno Aires: Amorrortu editores.
- Campos, M., y Gaspar, S. (s.f.). La construcción del constructivismo en investigación cognoscitiva. *Siglo XXI: Perspectivas Latinoamericanas*.
- Campusano, Y., Fonseca Cabrales, L., Almeida Saavedra, M., Fonseca García, A., & Reytor Rosabal, N. (2010). Tamizaje Fitoquímico de extractos etéreo, alcohólico y acuoso de hojas de *Pteris vittata* L. *Química Viva*, 9(1), 30-34.
- Cardona Buitrago, F. (2013). *Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

- Casado Sánchez, E. (2012). *Operaciones básicas de laboratorio* (Primera ed.). España: Paraninfo.
- Castiblanco, F. (2014). *Unidad didáctica para la enseñanza de conceptos asociados a la fitoquímica a partir de un perfil químico de extractos etanólicos de las especies Croton funckianus y Croton bogotanus (Euphorbiaceae)*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencias y Tecnología.
- Castillo Olvera, G., Zavala Cuevas, D., & Carrillo Inungaray, M. (2017). Análisis Fitoquímico: Una herramienta para develar el potencial biológico y farmacológico de las plantas. *Tlatoamani Revista Académica de Investigación*, 8(24).
- Castillo, G., Ortega, G., Carabeo, V., Delgado, G., & Michelena, G. (2007). Determinación cualitativa de giberelinas y auxinas por cromatografía de capa fina. *ICIDA. Sobre los derivados de la Caña de Azúcar*, 41(1), 12-17
- Chacón, S., Pérez, J., Holgado, F. y Lara, A. (2001). Evaluación de la calidad universitaria: validez de contenido. *Psicothema*, 13 (2), 294-301
- Chavez M.; Eustaquio C. (2010). 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; Universidad Nacional de Trujillo, facultad de farmacia y bioquímica, escuela académica profesional de farmacia y bioquímica. trujillo-peru.
- Chekroun, E., Benariba, N., Adida, H., Bechiri, A., Azzi, R., & Djaziri, R. (2015). Antioxidant activity and phytochemical screening of two Cucurbitaceae: *Citrullus colocynthis* fruits and *Bryonia dioica* roots. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*, 5(8), 632-637.
- Chen, J., & Meeuse, B. J. (1971). Production of free indole by some aroids. *Acta botanica neerlandica*, 20(6), 627-635.

- Chen, J., Liu, W., Lu, L., Qiu, M., Zheng, Y., Yang, L., . Li, Z. (2009). Kuguacins F–S, cucurbitane triterpenoids from *Momordica charantia*. *Phytochemistry*, 70(1), pp.133-140.
- Chen, J., Tian, R., Qiu, M., Lu, L., Zheng, Y., & Zhang, Z. (2008). Trinorcucurbitane and cucurbitane triterpenoids from the roots of *Momordica charantia*. *Phytochemistry*, 69(4), 1043-1048.
- Chen, X., Zhang, Y., Zu, Y., Fu, Y., & Wang, W. (2011). Composition and biological activities of the essential oil from *Schisandra chinensis* obtained by solvent-free microwave extraction. *LWT-Food Science and Technology*, 44(10), 2047-2052. pyrrolizidine alkaloids. *1*, 396. *Analytical and bioanalytical chemistry*.
- Chízmar Fernández, C. (2009). *Plantas comestibles de Centroamérica*. Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).
- Claramunt, R., Farrán, M., López, C., Pérez, M., & Santa María, D. (2013). *Química Bioorgánica y Productos Naturales*. Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED): Madrid.
- Cocho, J. (2008). *Desarrollo de un método por espectrometría de masas en tándem para la determinación de acilcarnitinas y la detección neonatal de alteraciones del metabolismo de ácidos orgánicos y ácidos grasos*. Universidad de Santiago de Compostela (USC).
- Cohen, R., & Swerdlik, M. (2001). *Pruebas y evaluación psicológicas: Introducción a las pruebas y a la medición* (Cuarta ed.). México: McGraw-Hill.
- Crews, U., Berthiller, F., & Krska, R. (2012). Update on analytical methods for toxic
- Crujeiras Pérez, B. (2014). Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(3), 201- 202.
- Dramou, P. (2006). Establecimiento de la monografía analítica para el control de la calidad del sólido pulverulento obtenido a partir de las semillas de *Cucúrbita moschata* Duch. (Universidad central "Marta Abreu" de las villas, Ed.)

- Dastagir, G., Hussain, F., & Rehman, I. U. (2014). Essential oil composition of some plants of family Zygophyllaceae and Euphorbiaceae. *Pak. J. Bot*, 46(6), 2043-2049.
- Day, C., Cartwright, T., Provost, J., & Bailey, C. J. (1990). Hypoglycaemic effect of *Momordica charantia* extracts. *Planta Medica*, 56(05), 426-429.
- Del Rio, J. T. (2013). Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la eco región cafetera (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Química Industrial).
- Delascio-Chitty, F., & López, R. (2007). Las cucurbitáceas del estado Cojedes, Venezuela/Cucurbits of Cojedes State, Venezuela. *Acta Botanica Venezuelica*, 19-41.
- Deyo, A., & Malley, B. (2008). In College Seminar 235 Food for Thought: The Science, Culture, & Politics of Food. In spring 2008.
- Dominguez, X. (1973). *Métodos de investigación fitoquímica*. México: Limusa.
- Dupont, H., & Gokel, G. (1985). *Química Orgánica Experimental*. Reverté, S. A.
- Dupont, H., Gokel, G. (1985). *Química Orgánica Experimental*. Barcelona- España: Reverté.
- Ege, S. (1998). *Química Orgánica: Estructura y Reactividad* (Vol. 2). Reverté.
- Eagles, J., Wileman, S., Cameron, I., Howie, F., Lawton, K., Gray, D., y otros. (17 de noviembre de 1999). *Pubmed.gov*. Recuperado el 13 de febrero de 2019, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10789281>
- Espin, J. C., Soler-Rivas, C., Wichers, H. J., & Garcia Viguera, C. (2000). Anthocyanin-based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. *Journal of agricultural and food chemistry*, 48(5).
- Granja S. (2019), síntesis de nanopartículas de plata utilizando como agente reductor los flavonoides, polifenoles y azúcares reductores presentes en el extracto acuoso de las hojas

de *Baccharis latifolia* (chilca), disertación previa a la obtención del título de licenciada en ciencias químicas con mención en química analítica, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Escuela de Ciencias Químicas, Quito, (Ecuador).

Facena, U. (n.d). Eudicotiledoneas Esenciales-Clado Rosidae-Eurosidae I-Cucurbitales: Cucurbitaceae. Obtenido de [online] Diversidad Vegetal Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE): <http://exa.unne.edu.ar/biologia/diversidadv/documentos/ANGIOSPERMAS/Rosidae/Eurosidae%20I/3Clado%20de%20los%20fijadores%20de%20Nitr%F3geno/1-Cucurbitales/2-Cucurbitaceae.pdf> [Accessed 6 Feb. 2017].

Fajardo-Romero, A., Arroyo-Rivera, A., Ramírez-Navas, J.S. (2016) Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa*). UGCiencia 22, 119-126.

Faldt, J. (2000). Volatile constituents in conifers and conifer-related wood-decaying fungi. PhD dissertation, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.

Farag, M., Gamal, A., Kalil, A., Al-Rehaily, A., El Mirghany, O., & El Tahir, K. (2013). Evaluation of some biological activities of *Albizia lebbek* flowers. *Pharmacology & Pharmacy*, 4(06), 473

Felipe, L. O., & Bicas, J. L. (2017). Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. *Química Nova na Escola*, 39(2), 120-130.

Franco Mariscal, A. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 33(2), 231- 252.

Figueroa de la Fuente, M., Reyes Coronado, D., & Fiorentini Cañedo, N. (2017). El aprendizaje basado en la investigación (ABI) como un factor para el fortalecimiento de los programas educativos de la Universidad Quintana Roo en Playa del Carmen, México. *Ensayos Pedagógicos*, 13(1), 131- 156.

- Friedman, M. (2004). Applications of the Ninhydrin Reaction for Analysis of Amino Acids, peptides and proteins to agricultural and biomedical. *Sciences*, 52:385-406.
- Fukumoto, L. R., & Mazza, G. (2000). Assessing antioxidant and prooxidant activities of phenolic compounds. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 48(8).
- Fuquene Bustos, G. P. (2018). *Contribución al estudio fitoquímico de partes aéreas de la especie Momordica charantia linn (Cucurbitaceae) y evaluación*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.
- Hernández, R., Fernández, C., amp, & Baptista, P. (2006). Metodología de la investigación (Cuarta ed.). México, D.F: Editorial McGraw-Hill interamericana.
- Hernández, T., García Bores, A., Serrano, R., Dávila , P., Cervantes, H., Peñalosa, I., . . . Lira , R. (2015). Fitoquímica y actividades biológicas de plantas de importancia en la medicina tradicional del Valle de Tehuacán- Cuicatlán. TIP. *Especializada en ciencias químico- biológicas*, 18(2), 116- 121.
- Hernández Guance, S. N.; Marino, L.; Isern, D. M.; Coria, I. D.; Irurzun, I. (2019); Facultad de Química, Universidad Del Centro Educativo Latinoamericano. 2 Instituto de Física de Rosario, CCT-CONICET. 3 Instituto de Investugaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas – CONICET.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313
- Lawshe, Ch. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28 (4), 563-575.
- Lock, O., Cabello, I., & Hugo Doroteo, V. (2006). *Análisis de flavonoides en plantas*. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Londoño, C. y Sáenz, E. (2016). Fitoquímica en la formación inicial de profesores en química. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5).

- Lopez L. (2004); Estudio dirigido a la síntesis total de debromo (+)-Hanishina, informe de trabajo para obtener el grado de maestro de ciencias, Universidad nacional autonoma de mexico, programa de maestria y doctorado en ciencias, (mexico).
- Víctor M. Loyola-Vargas*, Patricia Sánchez-Iturbe, Blondy Canto-Canché, Luis C. Gutiérrez-Pacheco, Rosa M. Galaz-Ávalos y Oscar Moreno-Valenzuela; (2004), Biosíntesis de los alcaloides indólicos. Una revisión crítica, Unidad de Bioquímica y Biología Molecular de Plantas, Centro de Investigación Científica de Yucatán, Calle 43 No. 130, Colonia Chuburná de Hidalgo, CP 97200, Mérida, Yuc. Correo electrónico: vmlyola@cicy.mx. Tel. (999)-9813961, fax (999)-9813900.
- Lozano, J.A., Galindo, J.D., García-Borrón, J.C., Martínez-Liarte, J.H., Peñafiel, R., Solano, F. (2005). Aminoácidos y proteínas, 91-116. Bioquímica y biología molecular para ciencias de la salud.
- Lozano, U. d. (s.f.). *.utadeo.edu.co*. Recuperado el 23 de 04 de 2021, de http://avalon.utadeo.edu.co/comunidades/estudiantes/ciencias_basicas/organica/guia_7_carbohidratos.pdf
- Mabry, T., Markham, K., & Thomas, M. (1969). *The systematic identification of flavonoids*. New Yor Inc. USA: Springer- Verlag.
- Maldonado Culquicondor, Y., & Perales Lapa, E. C. (2018). “Efecto antiparasitario in vitro del extracto etanólico de las semillas de Cucurbita ficifolia Bouché (calabaza) en Ascaris lumbricoides. Lima, Perú.
- Marcano, D., & Hasegawa, M. (2002). *Fitoquímica Orgánica* (Segunda ed.). Venezuela: Universidad Central de Venezuela.
- Martinez Bencardino, C. (2012). *Estadística y Muestreo*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Martínez Flórez, S., González Gallego, J., Culebras, J., & Tuñón, M. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17(6), 271-278.

- Martínez, C. (2012). *Estadística y muestreo* (13ra ed.). Ecoe ediciones.
- Martino, V. (2000). Los flavonoides como promisorios agentes preventivos y terapéuticos. *Acta farmacéutica bonaerense*, 19(4), 303- 308.
- Medina Arnaldi, M. (2012). *Flavonoides aislados de propóleos chilenos y bioactividad*. Chile: Universidad Austral de Chile- Facultad de Ciencias.
- Medina I. (2020) content validity of a measurement instrument of human rights in mexico; Rev. Ciencias Sociales 168: 203-232 / 2020 (II) ISSN: 0482-5276
- Méndez , M., & Durán, R. (1997). Diagnóstico del conocimiento etnobotánico actual de las plantas medicinales de la Península de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 60, 15- 24.
- Monteiro, J. M., Albuquerque, U. P. D., Araujo, E. D. L., & Amorim, E. L. C. D. (2005). Taninos: uma abordagem da química `a ecología. *Química Nova*, 28(5), 892-896.
- Montealegre Pinzon,C.(2011). Etnobotánica preliminar del Espingo (Ocoteaquixos (Lam) Kosterm) en la medicina tradicional indigena Inga, pruebas toquimicasyevaluaci_ondela actividad antimicrobiana. [Tesispregrado,Ponti_ciaUniversidadJaveriana].RepositorioIns- titucional PUJ. <https://repository.javeriana.edu.co/>
- Murillo Perea, E., Mendez Arteaga, J., & Uasapud, D. (2008). *guía metodológica para la detección rápida de algunos núcleos secundarios y caracterización de una droga cruda*. Universidad del Tolima, Ibagué- Colombia.
- NIST. (2016). *Libro del Web de Química*. Obtenido de Eugenol: <https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C97530&Mask=400>
- Ocampo, R. (1994). *Domesticación de plantas medicinales en Centroamérica*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

- Ochoa Reyes, M., & Murcia Rodríguez, M. (2017). Aprendizaje Basado en la Investigación (ABI) como potencializador del estudio fisiológico de especies agrícolas y arbóreas del bosque Alto Andino, Colombia. *Internacional de aprendizaje en ciencia, matemática y tecnología*, 4(2), 9-16.
- Orantes, E. (2008). "Tamizaje fitoquímico de la especie vegetal guatemalteca *quararibea yunckeri standley* subsp. *izabalensis* w.s. *alverson ex veliz* (Bombacaceae). Universidad de san Carlos de Guatemala facultad de ciencias químicas y farmacia
- Ortiz, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*(19), 93-110.
- Palacios Palacios, M. (2013). *Texto digital de Farmacognosia y Fitoquímica*. Perú: Universidad Católica "Los Ángeles de Chimbote".
- Pardo Rodríguez, D., Ortiz Romero, L., Tacha, A., Murillo Perea, E., Mendez Arteaga, J., & Murillo Arango, W. (2014). Estudio química y etnobotánico de *Croton leptostachyus*. *Acad. Colomb. Cienc*, 39(149), 356-363.
- Pardo de Santayana, M., & Gómez Pellón, E. (2003). Etnobotánica: aprovechamiento tradicional de plantas y patrimonio cultural. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 60(1), 171-181.
- Paris HS (2007) The drawings of Antoine Nicolas Duchesne for his natural history of the gourds. C. Érard (ed). Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Pasto, D., & Johnson, C. (1981). *Determinación de estructuras orgánicas*. Barcelona: Reverté, S.A.
- Pech, R. (10 de septiembre de 2014). <http://propanona.blogspot.com/>. Recuperado el 01 de diciembre de 2021, de <http://propanona.blogspot.com/2014/09/grupos-fitoquimicos.html>
- Pereira, Z. (Enero-Junio de 2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: una experiencia completa. *Revista electronica Educare*, XV(1), 15-29. doi: 1409-42-58

- Pergaud, L., & Kuete, V. (2013). Triterpenes and Steroids from the Medicinal Plants of Africa. Medicinal plant research in Africa. *Pharmacology and Chemistry*.
- Pedrosa, I., Suarez, J. y García, E. (2014). Evidencias sobre la validez de contenido: avances teóricos y métodos para su estimación. *Acción psicológica*, 10(2), 3-18.
- Pomilio, A. (2012). Investigación en Química de Productos Naturales en Argentina: Vinculación con la Bioquímica. *Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana*, 46(1), 73- 82.
- Pozo , J., & Gómez, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencias: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Prashant, T., Bimlesh, K., Mandeep, K., Gurpreet, K., y Harleen, K. (2011). Phytochemical Screening and Extraction. *Internationale Pharmaceutica Scientia*, 1(1), 98-106.
- Primo, E. (1995). *Química orgánica básica y aplicada: de la molécula a la industria*. Barcelona: Reverté, S. A.
- Procházkova, D., Bousova, I., & Wilhelmova, N. (2011). Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia*, 82, 513- 523.
- Quintanilla, M., Merino, C., & Daza, S. (2010). Unidades didácticas en Química: Su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico. *Fondecyt*, 3.
- Quintero Londoño, C., & Reyes Sáenz, E. (2016). Fitoquímica en la formación inicial de profesores en química. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*.
- Rodríguez Sandoval, E., & Cortés Rodríguez, M. (2010). Evaluación de la estrategia pedagógica "Aprendizaje basado en proyecto": percepción de los estudiantes. *Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP,, 15(1)*, 143- 158.
- Runyon, R., y Haber, A. (1986). *Estadística para las ciencias sociales*. México: Adisson Wesley Iberoamericana.

- Sepúlveda-Jiménez, G., Porta-Ducoing, H., y Rocha-Sosa, M. 2003. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21:355-363.
- Sing, O. (1997). *Colorantes Naturales* (Primera ed.). Perú: Fondo
- Soto, L. E., Mata, J. J., Hernandez, J. J. V., Rosas, H. G., & Alcalá, V. M. C. (2006). Efecto de diferentes dosis de AIB sobre el enraizamiento de *Ficus benjamina* L. en diferentes épocas del año. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 2(3), 795-814.
- Skoow, W. (2015). *Fundamentos de Química Analítica*. México D.F: Cengage Learning.
- Stelljes, M. E., Kelley, R. B., & Seiber, J. N. (1992). Chromatographic techniques for the identification of pyrrolizidine alkaloids in *hegarty* M. (p. o. plant, Ed., & l. s. press, Recopilador) *Poisonous plants*.
- Tunermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, 21-32.
- Trease, G., & Evans, W. (2002). *Pharmacognosy*. 15th ed. London: Baillière Tindall
- Tropicos.org, s. (s.f.). www.tropicos.org. Obtenido de Recuperado el 08 de febrero de 2017: <http://tropicos.org/Name/42000146?tab=maps>.
- Villareal, E. C., Lagunes, L. D., López, P. A., García, E., Palma, D. J., Ortiz, C. F., & Oranday, M. A. (2015). Evaluación etnofarmacológica de plantas con propiedades hipoglucémicas usadas en la medicina tradicional del sureste de México. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 14(2).
- Yadav, M., Lavania, A., Tomar, R., Prasad, G. B., Jain, S., & Yadav, H. (2010). Complementary and comparative study on hypoglycemic and antihyperglycemic activity of various extracts of *Eugenia jambolana* seed, *Momordica charantia* fruits, *Gymnema sylvestre* and

Trigonella foenum 112 graecum seeds in rats. *Applied biochemistry and biotechnology*, 160(8),2388-2400.

Yetisir, H., Sakar, M., & Serçe, S. (2008). Collection and morphological characterization of *Lagenaria siceraria* germplasm from the Mediterranean region of Turkey, *Genetic Resources and Crop Evolution*. 1257-1266.

Youngson, R. (2005). *Antioxidantes y radicales libres*. 1st ed. Madrid: Editorial EDAF.

YouBacusan. (02 de 04 de 2014). *Youtube*. Recuperado el 28 de 02 de 2019, de <https://www.youtube.com/watch?v=a070TM7wm1w>.

Zapata Bustos, R. (2009). *Mecanismos Moleculares del efecto hipoglucemiante de plantas usadas tradicionalmente como antidiabéticos*.

Zhang, L. J., Liaw, C. C., Hsiao, P. C., Huang, H. C., Lin, M. J., Lin, Z. H., ... & Kuo, Y. H. (2014). Cucurbitane-type glycosides from the fruits of *Momordica charantia* and their hypoglycaemic and cytotoxic activities. *Journal of Functional Foods*, 6, 564-574

10. ANEXOS

Anexo 1: Formato del Cuestionario

ESTUDIO FITOQUIMICO DEL ZAPALLO (*Cucurbita maxima*) PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DE LOS GRUPOS FUNCIONALES ORGÁNICOS, EN ESTUDIANTES DEL GRADO DECIMO DEL COLEGIO GIMNASIO ASPAEN YUMANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA

INVESTIGADORES: Karen Ximena Monje y Lina María Segura

DIRECTORES: Ph.D. Jhon Fredy Castañeda Gómez y Lic. Yeimis Johana Montealegre

Presentación: El presente cuestionario, hace parte de un proyecto de investigación como trabajo de grado para recibir el título de Licenciatura en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana. Por tal razón, el equipo de investigadoras está interesado en estimar el conocimiento sobre los grupos funcionales orgánicos en estudiantes del grado Décimo del colegio Gimnasio Yumaná de Neiva-Huila para emplear como estrategia didáctica la investigación sobre los metabolitos secundarios del Zapallo, con el objetivo de fortalecer el aprendizaje de esta temática.

Objetivo: Fortalecer el aprendizaje de los grupos funcionales orgánicos en estudiantes del colegio Gimnasio Yumaná del municipio de Neiva, a través del estudio Fitoquímico del Zapallo.

Instrucciones: Lee detenidamente cada una de las preguntas formuladas en el siguiente cuestionario y selecciona la respuesta que más se refleje con lo que piensas. Por favor, responder con sinceridad, lo más preciso posible y tratar de no pasar por alto ninguna afirmación. Tus respuestas son confidenciales y no serán evaluadas como buenas o malas. Agradecemos tu participación en el cuestionario.

CUESTIONARIO PARA ESTIMAR EL CONOCIMIENTO SOBRE GRUPOS FUNCIONALES ORGÁNICOS EN ESTUDIANTES DEL GRADO DECIMO DEL COLEGIO GIMNASIO ASPAEN YUMANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA A PARTIR DEL ESTUDIO FITOQUIMICO DEL ZAPALLO

NOMBRE: _____

EDAD: _____

GRADO: _____

AFIRMACIONES. Marca con X tu respuesta en cada caso para el enunciado que se encuentra resaltado en negro.

1. El zapallo es un alimento que contiene una gran cantidad de sustancias químicas. Para diferenciar estas sustancias químicas es indispensable la identificación de los grupos funcionales presentes en cada uno de estos compuestos, por lo tanto, **un grupo funcional orgánico es un conjunto de átomos responsables del comportamiento químico de una molécula**, por ejemplo, el color del fruto del zapallo es amarillo debido a la presencia de terpenos como el b-caroteno.

De acuerdo con la información anterior, responde si esta:

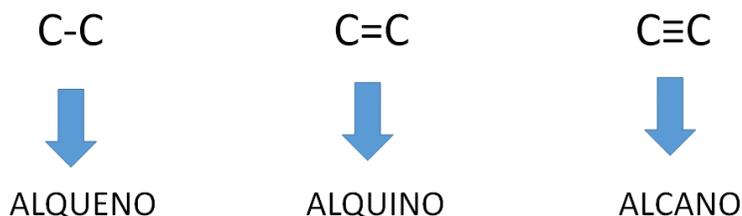
Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No responde	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. **Los grupos funcionales permiten clasificar a las moléculas orgánicas como un alcano, alqueno, alquino, aromático, cetona, aldehído, alcohol, éter, éster, ácido carboxílico, amina, amida y anhídrido, nitrilo o tioéter.** Estos grupos funcionales son los responsables del color, sabor y olor de muchos frutos.

De acuerdo con la información anterior, responde si esta:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

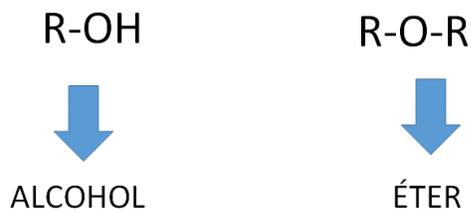
3. Los hidrocarburos son compuestos orgánicos presentes en el petróleo, que se caracterizan por tener funciones químicas correspondientes a los alcanos, principalmente. **Los siguientes grupos funcionales C-C, C=C, C≡C son características de las moléculas orgánicas alqueno, alquino y alcano (ver figura).**



De acuerdo con la información anterior, responde si esta:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

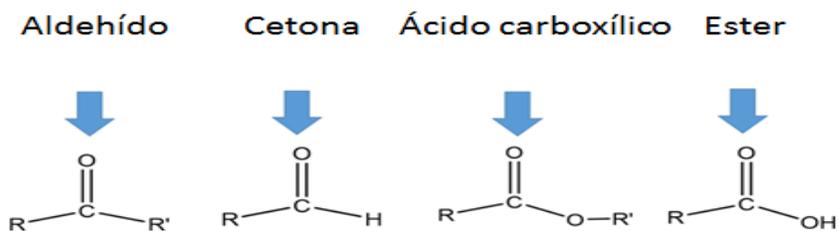
4. El grado de alcohol de las bebidas alcohólicas es dependiente del tipo de sustancia embriagante. Por ejemplo, el contenido de alcohol en una cerveza oscila entre 3,5% al 4 %. Adicionalmente, muchos medicamentos contienen como grupo funcional el alcoxilo, el cual permite identificar a los éteres en sus estructuras. **Las siguientes funciones químicas son características de un alcohol y un éter.**



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

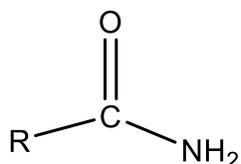
5. Los olores de muchas frutas corresponde a la presencia de esteres, por ejemplo, el butirato de etilo es el responsable del olor de la piña. **Para diferenciar un éster de una cetona, un aldehído y un ácido carboxílico se debe tener en cuenta sus grupos funcionales, los cuales caracterizan de la siguiente manera.**



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

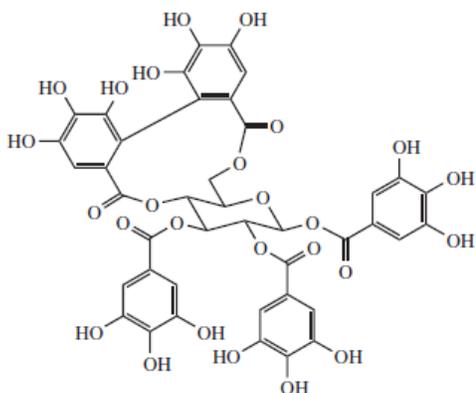
6. Las proteínas son moléculas que en su composición química poseen aminoácidos esenciales para el crecimiento. **Las aminas primarias se caracterizan por tener el grupo funcional R-NH₂ y las amidas el siguiente grupo funcional:**



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	de	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

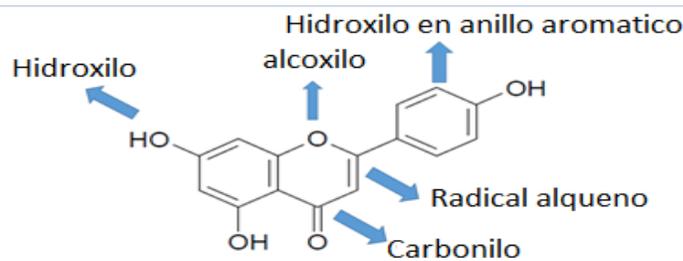
7. Los compuestos aromáticos se caracterizan por poseer el benceno como grupo funcional. El Zapallo contiene taninos de acuerdo con el estudio fitoquímico preliminar de sus órganos. **Los taninos son metabolitos secundarios que poseen el benceno como uno de sus grupos funcionales (Ver figura)**



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

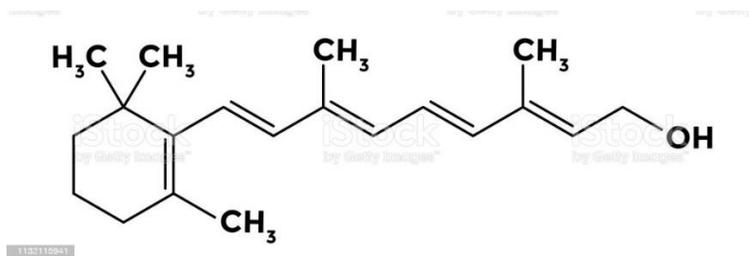
8. El estudio fitoquímico preliminar del Zapallo indica que contiene flavonoides en sus órganos. Los flavonoides están constituidos por los siguientes grupos funcionales:



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

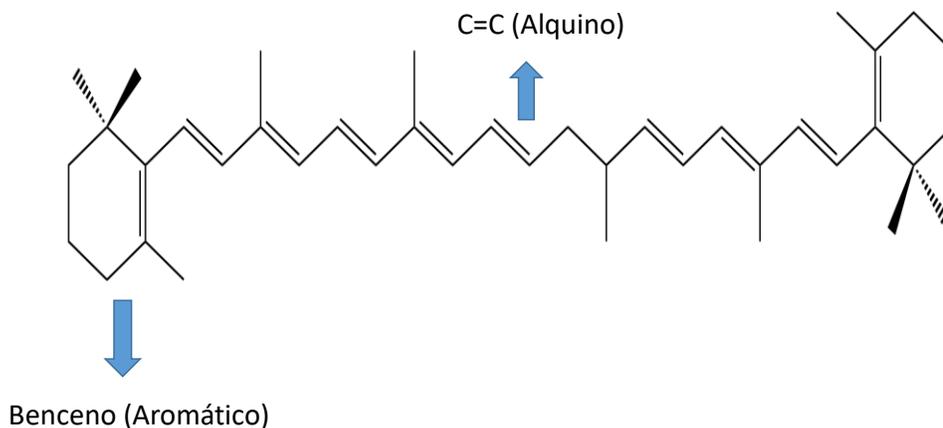
9. El zapallo es un alimento rico en vitamina A, B, B2, B5, C, E. También posee minerales como calcio, fósforo y hierro, así como antioxidantes. Este alimento se usa para mejorar la visión, posee mucho contenido en fibras y agua, es diurético y laxante natural. Los grupos funcionales presentes en la Vitamina A, son carbonilos, principalmente (ver figura).



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. El color del Zapallo se debe a la presencia de terpenos como el b-caroteno en sus tejidos, entre otros compuestos. La estructura del b-caroteno está conformada por los grupos funcionales que se muestran a continuación:



De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Durante el estudio fitoquímico preliminar del Zapallo se aíslan e identifican carotenos. Estas moléculas son extraídas con disolventes orgánicos como el hexano, ya que sus grupos funcionales permiten la solubilidad en este tipo de disolventes e impide la solubilidad en agua.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. El fraccionamiento primario de los extractos del Zapallo por cromatografía de columna permite separar los diferentes metabolitos secundarios de acuerdo con sus grupos

funcionales. Los azúcares simples por tener grupos hidroxilo, se arrastran al final de la cromatografía con disolventes muy polares como metanol.

De acuerdo con la información anterior, responde si estas:

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	No sabe/No responde
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Anexo 2:

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO

JUICIO DE EXPERTO

RESPONSABLES: Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova

Maestras en formación en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila (Colombia). kaximo-77@hotmail.es, marily9707@gmail.com

El objetivo general de este estudio es identificar, socializar y aplicar una guía sobre los metabolitos secundarios de la especie vegetal *Cucurbita maxima*, en estudiantes de colegio Gimnasio Yumana de municipio de Neiva, para fortalecer el aprendizaje sobre los grupos funcionales orgánicos. Para esto, se tomó como base el estudio fitoquímico que se le realizó a la especie *Cucurbita maxima* cuyo nombre común es el Zapallo, donde por pruebas cualitativas se identificaron los metabolitos secundarios los cuales son flavonoides, aminoácidos, carbohidratos, terpenos, saponinas, entre otros, realizados por las mismas estudiantes investigadoras y que hace parte del proyecto de investigación.

Instrucciones: Luego de analizar el Cuestionario para maestros en formación, como experto le solicitamos que, con base a su experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. De antemano, agradecemos por su valiosa colaboración por diligenciar las tablas, las cuales permitirán establecer el índice de validez de constructo y la consistencia evaluadora de la prueba.

En la columna Valoración correspondiente a la Tabla 41, escriba 1 si considera que el ítem es válido para alcanzar los objetivos propuestos, o en el caso contrario escriba 0.

❖ Evaluador 1: Zully Cuellar López

Tabla 26. Valoración de los ítems del instrumento Ph. Zully Cuellar

Ítem	Valoración	Sugerencias
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	

Tabla 27. Consistencia de la prueba

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X			
Validez de criterio metodológico				X			
Validez de intención y objetividad en la medición y observación				X			
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Resultado parcial				12	5		
Total	17						

Puntuación:

De 1 a 11: No valida, Reformular

De 12 a 14: No valido, Modificar

De 15 a 17: Valido, Mejorar

De 18 a 20: Valido, aplicar

Zully Cuéllar L

Nombre: Zully Cuéllar López

Grado académico: PhD en Educación

Institución educativa: Universidad Surcolombiana

Anexo 3.

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO

JUICIO DE EXPERTO

RESPONSABLES: Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova

Maestras en formación en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila (Colombia). kaximo-77@hotmail.es, marily9707@gmail.com

El objetivo general de este estudio es identificar, socializar y aplicar una guía sobre los metabolitos secundarios de la especie vegetal *Cucurbita maxima*, en estudiantes de colegio Gimnasio Yumana de municipio de Neiva, para fortalecer el aprendizaje sobre los grupos funcionales orgánicos. Para esto, se tomó como base el estudio fitoquímico que se le realizó a la especie *Cucurbita maxima* cuyo nombre común es el Zapallo, donde por pruebas cualitativas se identificaron los metabolitos secundarios los cuales son flavonoides, aminoácidos, carbohidratos, terpenos, saponinas, entre otros, realizados por las mismas estudiantes investigadoras y que hace parte del proyecto de investigación.

Instrucciones: Luego de analizar el Cuestionario para los estudiantes, como experto le solicitamos que, con base a su experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. De antemano, agradecemos por su valiosa colaboración por diligenciar las tablas, las cuales permitirán establecer el índice de validez de constructo y la consistencia evaluadora de la prueba.

En la columna Valoración correspondiente a la Tabla 43., escriba 1 si considera que el ítem es válido para alcanzar los objetivos propuestos, o en el caso contrario escriba 0.

❖ Evaluador 2: Alcides Polania Patiño

Tabla 28. Valoración de los ítems del instrumento Alcides Polania

Ítem	Valoración	Sugerencias
1	1	-
2	1	-
3	1	-
4	1	-
5	0	Hay dos respuestas correctas y dos incorrectas, ¿cuál sería la respuesta? Puede ser en desacuerdo o de acuerdo. Considero que puede haber ambigüedad
6	1	-
7	1	-
8	1	-
9	1	-
10	1	-
11	1	-
12	1	-

Tabla 29. Consistencia de la prueba

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
-------------	---------	------------	--------------	-------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido				X		Presenta coherencia con los tópicos abordados en la investigación.	Ver observaciones de la valoración de los ítems del instrumento.
Validez de criterio metodológico					X	Se prevé y planifica correctamente la evaluación	-
Validez de intención y objetividad en la medición y observación					X	Se evidencia coherencia entre objetivos, instrumento y los criterios metodológicos	-
Presentación y formalidad del instrumento					X	Establece buena presentación e intención lógica	-
Resultado parcial					X		
Total	19						

Puntuación:

De 1 a 11: No valida, Reformular

De 12 a 14: No valido, Modificar

De 15 a 17: Valido, Mejorar

De 18 a 20: Valido, aplicar

Nombre: Alcides Polania Patiño

Grado académico: Maestría

Institución educativa: Universidad Surcolombiana

Anexo 4.

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO

JUICIO DE EXPERTO

RESPONSABLES: Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova

Maestras en formación en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila (Colombia). kaximo-77@hotmail.es, marily9707@gmail.com

El objetivo general de este estudio es identificar, socializar y aplicar una guía sobre los metabolitos secundarios de la especie vegetal *Cucurbita maxima*, en estudiantes de colegio Gimnasio Yumana de municipio de Neiva, para fortalecer el aprendizaje sobre los grupos funcionales orgánicos. Para esto, se tomó como base el estudio fitoquímico que se le realizó a la especie *Cucurbita maxima* cuyo nombre común es el Zapallo, donde por pruebas cualitativas se identificaron los metabolitos secundarios los cuales son flavonoides, aminoácidos, carbohidratos, terpenos, saponinas, entre otros, realizados por las mismas estudiantes investigadoras y que hace parte del proyecto de investigación.

Instrucciones: Luego de analizar el Cuestionario para maestros en formación, como experto le solicitamos que, con base a su experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. De antemano, agradecemos por su valiosa colaboración por diligenciar las tablas, las cuales permitirán establecer el índice de validez de constructo y la consistencia evaluadora de la prueba.

En la columna Valoración correspondiente a la Tabla 45, escriba 1 si considera que el ítem es válido para alcanzar los objetivos propuestos, o en el caso contrario escriba 0.

❖ Evaluador 3: Marino Valderrama Muñoz Burbano

Tabla 30. Valoración de los ítems del instrumento Marino Muñoz

Ítem	Valoración	Sugerencias
1	1	De acuerdo. Determina el comportamiento químico de una función química.
2	1	De acuerdo. Permiten clasificar a las funciones orgánicas.
3	1	Totalmente en desacuerdo. Los enlaces covalentes sencillos, dobles y triples, no corresponden a las funciones orgánicas de los hidrocarburos alifáticos en mención.
4	1	En desacuerdo. No se indican grupos funcionales, sino funciones químicas
5	1	En desacuerdo. Solamente el 50% de la pregunta es válida.
6	1	De acuerdo. Se debe tener en cuenta que existen amidas primarias, secundarias y terciarias, por consiguiente, formulas estructurales diferentes respectivamente.
7	1	Totalmente de acuerdo. Los compuestos aromáticos poseen propiedades especiales asociadas con el anillo bencénico. En este sentido los taninos como metabolitos secundarios, forman parte de los polifenoles en donde se encuentra el grupo funcional: grupo hidroxilo en anillo aromático.
8	1	De acuerdo. Se debe ajustar la pregunta en donde los grupos funcionales para; alcohol, cetona, éter, alqueno y fenol corresponden: hidroxilo, carbonilo, alcoxilo, radical alqueno y grupo hidroxilo en anillo aromático respectivamente.
9	1	Totalmente en desacuerdo. Ver respuesta de la pregunta 8.
10	1	Totalmente en desacuerdo. Los grupos funcionales no corresponden a los mencionados.
11	1	De acuerdo. Los carotenos como compuestos orgánicos no polares se disuelven en solventes no polares como el hexano.
12	1	En desacuerdo. El metanol es un compuesto orgánico no polar

Tabla 31. Consistencia de la prueba

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X	Es acorde para el grado a aplicar.	Están referenciadas en la tabla 1, para cada pregunta

Validez de criterio metodológico				X		Valido para la investigación.	
Validez de intención y objetividad en la medición y observación				X		Válida para la investigación.	
Presentación y formalidad del instrumento					X	Excelente presentación del cuestionario.	
Resultado parcial				8	10		
Total				18			

Puntuación:

De 1 a 11: No valida, Reformular

De 12 a 14: No valido, Modificar

De 15 a 17: Valido, Mejorar

De 18 a 20: Valido, aplicar

Nombre: MARINO VALDEMAR MUÑOZ BURBANO

Grado académico: licenciado en biología y química- area mayor química

Institución educativa: ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE NEIVA

Anexo 5.

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO

JUICIO DE EXPERTO

RESPONSABLES: Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova

Maestras en formación en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila (Colombia). kaximo-77@hotmail.es, marily9707@gmail.com

El objetivo general de este estudio es identificar, socializar y aplicar una guía sobre los metabolitos secundarios de la especie vegetal *Cucurbita maxima*, en estudiantes de colegio Gimnasio Yumana de municipio de Neiva, para fortalecer el aprendizaje sobre los grupos funcionales orgánicos. Para esto, se tomó como base el estudio fitoquímico que se le realizó a la especie *Cucurbita maxima* cuyo nombre común es el Zapallo, donde por pruebas cualitativas se identificaron los metabolitos secundarios los cuales son flavonoides, aminoácidos, carbohidratos, terpenos, saponinas, entre otros, realizados por las mismas estudiantes investigadoras y que hace parte del proyecto de investigación.

Instrucciones: Luego de analizar el Cuestionario para maestros en formación, como experto le solicitamos que, con base a su experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. De antemano, agradecemos por su valiosa colaboración por diligenciar las tablas, las cuales permitirán establecer el índice de validez de constructo y la consistencia evaluadora de la prueba.

En la columna Valoración correspondiente a la Tabla 47, escriba 1 si considera que el ítem es válido para alcanzar los objetivos propuestos, o en el caso contrario escriba 0.

❖ Evaluador 4: Maira Yenifer Rios Bustos

Tabla 32. Valoración de los ítems del instrumento Maira Rios

Ítem	Valoración	Sugerencias
------	------------	-------------

1	1	
2	1	
3	1	Es importante ya que permite identificar una significación de los enlaces -, = y =
4	1	
5	1	Esta pregunta se puede dividir en dos. De tal manera que se pueda observar mejor la diferencia que reconocen entre los grupos funcionales
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	

Tabla 33. Consistencia de la prueba

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico				X			
Validez de intención y objetividad en la medición y observación				X		Es pertinente que se tenga en cuenta la sugerencia de la pregunta 5.	
Presentación y formalidad del instrumento				X			
Resultado parcial				12	5		
Total				17			

Puntuación:

De 1 a 11: No valida, Reformular

De 12 a 14: No valido, Modificar

De 15 a 17: Valido, Mejorar

De 18 a 20: Valido, aplicar



Nombre: MAIRA YENIFER RIOS BUSTOS

Grado académico: Dr© en educación y cultura ambiental

Institución educativa: UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Anexo 6.

VALIDEZ DEL CUESTIONARIO

JUICIO DE EXPERTO

RESPONSABLES: Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova

Maestras en formación en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología de la Universidad Surcolombiana, Neiva, Huila (Colombia). kaximo-77@hotmail.es, marily9707@gmail.com

El objetivo general de este estudio es identificar, socializar y aplicar una guía sobre los metabolitos secundarios de la especie vegetal *Cucurbita maxima*, en estudiantes de colegio Gimnasio Yumana de municipio de Neiva, para fortalecer el aprendizaje sobre los grupos funcionales orgánicos. Para esto, se tomó como base el estudio fitoquímico que se le realizó a la especie *Cucurbita maxima* cuyo nombre común es el Zapallo, donde por pruebas cualitativas se identificaron los metabolitos secundarios los cuales son flavonoides, aminoácidos, carbohidratos, terpenos, saponinas, entre otros, realizados por las mismas estudiantes investigadoras y que hace parte del proyecto de investigación.

Instrucciones: Luego de analizar el Cuestionario para maestros en formación, como experto le solicitamos que, con base a su experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación. De antemano, agradecemos por su valiosa colaboración por diligenciar las tablas, las cuales permitirán establecer el índice de validez de constructo y la consistencia evaluadora de la prueba.

En la columna Valoración correspondiente a la Tabla 49, escriba 1 si considera que el ítem es válido para alcanzar los objetivos propuestos, o en el caso contrario escriba 0.

(Considero que los ítems son válidos, siempre y cuando se hagan las correcciones sugeridas en el cuestionario con letra roja)

❖ Evaluador: SEM VLADIMIR ALVEAR GUERRERO

Tabla 34. Valoración de los ítems del instrumento

Ítem	Valoración	Sugerencias
1	1	Las sugerencias están con rojo en el cuestionario
2	1	
3	1	
4	1	
5	1	
6	1	
7	1	
8	1	
9	1	
10	1	
11	1	
12	1	

Tabla 35. Consistencia de la prueba

Las observaciones están con rojo en el cuestionario

Señale con una x la puntuación otorgada al instrumento en general.

1- Muy poco	2- Poco	3- Regular	4- Aceptable	5 – Muy aceptable
--------------------	----------------	-------------------	---------------------	--------------------------

Criterio de Validez	Puntuación					Argumento	Observaciones y/o Sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de Contenido					x		
Validez de criterio metodológico				X			
Validez de intención y objetividad en la medición y observación			X				
Presentación y formalidad del instrumento			X				

Resultado parcial					
Total	15				

Puntuación:

De 1 a 11: No valida, Reformular

De 12 a 14: No valido, Modificar

De 15 a 17: Valido, Mejorar

De 18 a 20: Valido, aplicar

LIC. SEM VLADIMIR ALVEAR GUERRERO

Nombre: Sem Vladimir Alvear Guerrero

Grado académico: Magister en educación

Institución educativa: Institución Educativa San Juan Bosco

Anexo 7.

Plan de evaluación para el cuestionario

Para la elaboración del instrumento tipo Likert, se tuvo presente un plan de evaluación que se considera como una estrategia para la determinación del peso conceptual de química orgánica en la identificación de los metabolitos secundarios de origen vegetal. Para esto, se ha establecidos en la siguiente Tabla 51, donde realizamos la relación de aquellos conceptos que los autores del presente consideran necesarios para alcanzar el objetivo de la investigación propuesto. Donde según (Cohen & Swerdlik, 2001) en relación con la puntuación obtenida oriento a las investigadoras a realizar reformulaciones, modificaciones, mejoras o finalmente la aplicación del instrumento que se encuentra en el rango mínimo de 17 al puntaje máximo total de 20 puntos.

Tabla 42. Validación del cuestionario por los expertos.

Validación del cuestionario	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	CRV
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.5
6	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
7	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
11	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
12	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
CRV	1.0	0.83	1.0	1.0	1.0	0.966

Plan de Evaluación del instrumento.

De esta manera, el instrumento con un total de doce ítems el cual se dispuso a consideración del juicio de expertos, tomando en cuenta que durante el aprendizaje de la química orgánica respecto a los grupos funcionales en estudiantes del grado décimo del colegio Gimnasio Aspaen Yumaná. Por tal motivo, se acudió a cinco expertos que se relacionan a continuación, siendo así tomado en cuenta para la estadística en la determinación de la Razón de Validez de Contenido

(CRV) para los ítems fueron propuestos, así como en el cuestionario en general, siguiendo la metodología descrita por Cohen y Swerdlik (2001), pág.188, donde los resultados se encuentran establecidos en la Tabla 42.

Por lo tanto, se elaboró en el formato de validez del instrumento de investigación para el desarrollo del juicio de los expertos, donde cada uno de estos participantes profesionales consolidó sus afirmaciones cualitativas como cuantitativas por medio de la valoración de los ítems otorgando un valor numero de 1 si considero que cumple con los objetivos propuestos, o en el caso contrario 0 al igual que la consistencia de la prueba con un valor total de 20 puntos distribuidos uniformemente en cuatro criterios de validez.

Tabla 43. Profesionales expertos que participaron en la validación del instrumento.

Experto	Mención	Estudios
Zully Cuellar López	Licenciado en Biología y Química de la Universidad Santiago de Cali.	Especialista en Educación de la Universidad Santiago de Cali Magister en Educación de la Universidad del Valle. Doctorado en Educación Universidad de Madrid.
Alcides Polania Patiño	Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana	Magister en Ciencias Farmacéuticas de la Universidad Nacional de Colombia
Marino Valdemar Muñoz Burbano	Licenciado en Química y Biología de la Universidad de Nariño.	Especialista en Educación Sexual y Desarrollo Humano.
Maira Yenifer Rios Busto	Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Surcolombiana	Especialista en ingeniería Ambiental de la Universidad Surcolombiana
Sem Vladimir Alvear Guerrero	Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales	Magister Educación superior de la Universidad Surcolombiana

ESTUDIO FITOQUÍMICO DEL ZAPALLO (*Cucurbita maxima*) PARA FORTALECER EL APRENDIZAJE DE LOS GRUPOS FUNCIONALES ORGÁNICOS, EN ESTUDIANTES DEL GRADO DÉCIMO DEL COLEGIO GIMNASIO ASPAEN YUMANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA.

INVESTIGADORES: Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova.

OBJETIVO GENERAL

Reconocer los diferentes metabolitos secundarios presentes la especie *Cucurbita maxima* Duch.

OBJETIVO ESPECIFICOS

- Reconocer las diferentes técnicas y métodos para la identificación y reconocimiento de los metabolitos secundarios.
- Identificar los grupos funcionales orgánicos presentes en la especie *Cucúrbita Máxima* Duch
- Evaluar las características presentes en los grupos funcionales orgánicos
- Clasificar los grupos funcionales orgánicos.

INTRODUCCIÓN

Los metabolitos secundarios son compuestos orgánicos producidos por bacterias, hongos o plantas, los cuales no están directamente involucrados en el crecimiento, desarrollo o reproducción normal del organismo. Los metabolitos secundarios son de ayuda al organismo que los produce en funciones importantes como la protección, la competencia y las interacciones entre especies, pero no son necesarios para la supervivencia. Una calidad definitoria importante de los metabolitos secundarios es su especificidad.

Metabolitos secundarios en plantas

Las plantas son capaces de producir y sintetizar diversos grupos de compuestos orgánicos, los cuales se dividen en dos grupos principales: metabolitos primarios y metabolitos secundarios. Los metabolitos secundarios son productos intermedios metabólicos o productos que no son esenciales para el crecimiento y la vida de las plantas productoras, sino que son necesarios para la interacción de las plantas con su entorno y suelen ser producidos en respuesta al estrés. Los metabolitos secundarios de las plantas se pueden dividir en cuatro clases principales: terpenos, fenólicos, glucósidos y alcaloides.

- Terpenoides. Todos los terpenoides, tanto los que participan en el metabolismo primario como los más de 25 000 metabolitos secundarios, son derivados del compuesto IPP (Isopentenil difosfato o "5-carbono isopentenil difosfato") formados en la ruta del ácido mevalónico. Aparecen

en muchos tipos de plantas y tienen una actividad biológica importante (Goodwin 1971). Entre ellos se cuentan los aceites esenciales, restringidos a unas pocas especies.

- Compuestos fenólicos y sus derivados. Los más de 8000 compuestos fenólicos conocidos se sintetizan por la ruta del ácido shikímico o por la del malonato/acetato.
- Compuestos nitrogenados o alcaloides. Se conocen alrededor de 12 000 alcaloides, que contienen uno o más átomos de nitrógeno, son biosintetizados principalmente a partir de aminoácidos. Los alcaloides presentan una gran diversidad de estructuras químicas (Robinson 1981). Son fisiológicamente activos en los animales, aún en bajas concentraciones, por lo que tiene muchos usos en medicina. Ejemplos conocidos son la cocaína, la morfina, la atropina, la colchicina, la quinina, y la estricnina.

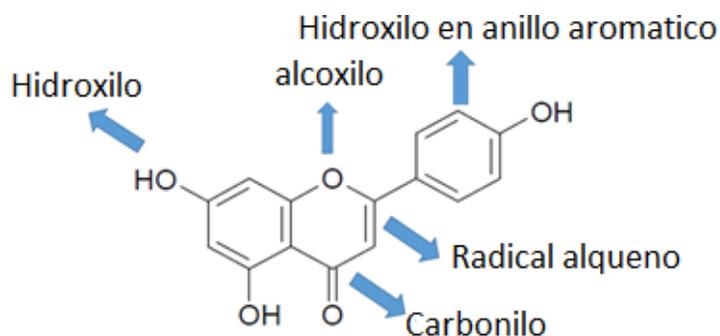
Métodos extractivos

Para la extracción existen dos métodos generales (Arango, G. 2008):

1. La extracción en medio alcalina (por un solvente orgánico): la planta pulverizada y desengrasada se mezcla con una solución alcalina que desplaza los alcaloides de sus combinaciones salinas las bases liberadas son solubilizadas en un solvente orgánico de polaridad media. El solvente orgánico que contiene los alcaloides bases es separado y concentrado a presión reducida, luego se agita con una solución acuosa ácida, donde los alcaloides se solubilizan en su forma de sales, mientras que otras sustancias que se encuentren en el extracto como pigmentos, esteroides y otras impurezas restan en la fase orgánica. Las soluciones acuosas de las sales de alcaloide son nuevamente alcalinizadas y extraídas con un solvente orgánico no miscible; el solvente orgánico es deshidratado sobre una sal anhidra, filtrado y concentrado a presión reducida, el residuo que queda son los alcaloides totales (AT).

2. La extracción en medio ácido (con agua, alcohol o solución hidroalcohólica): La planta seca, pulverizada y desengrasada es extraída con agua acidulada o con alcohol o solución hidroalcohólica acidulada, con lo cual se tiene extractos de alcaloides en forma de sales.

3. La extracción de flavonoides de la E. coca var. Coca es recomendable realizarla solo a través de la maceración en alcohol, ya sea etanol o metanol, (Johnson, E., et al 1997) este procedimiento es eficiente para poder extraer los flavonoides de la E. coca, los cuales principalmente son los O- conjugados del Eriodictiol, que posee varios grupos hidroxilo (-OH), lo cual los hace solubles en agua o alcoholes por ser polares.



PROCEDIMIENTO

Para la identificación de metabolitos secundarios de la planta del zapallo, se utilizarán las siguientes pruebas colorimétricas para confirmar si hay en la especie trabajada en las partes aéreas (Hoja, Tallo, Flor y Semilla). Realizaremos las siguientes pruebas para obtener los datos deseados.

Pruebas para identificar Flavonoides: Para la identificación de flavonoides es pertinente tener en consideración que estos son pigmentos que se encuentran en la planta, el cual no se encuentran nitrogenados, y estos a su vez comprenden un grupo de compuestos polifenólicos que se hallan distribuidos en la planta (Murillo. E., et al. 2008).

H₂SO₄: En un tubo de ensayo se toma 1 mg de muestra se disuelve en H₂SO₄ y se observa coloración amarilla para Flavonoles, naranja-guinda para flavonas, rojo-azuloso para chaconas y rojo purpura para quinonas.

Prueba para Saponinas: Para identificación de Saponinas en los extractos recolectados, se tiene en cuenta que las saponinas se caracterizan por su estructura química ya que presenta enlaces glicosídicos y/o esterres que son poco polar.

Salkowski: La siguiente prueba se tomara un tubo de ensayo con 1mg del extracto que estará disuelto en 1ml de Cloroformo, se agregara 0,5 ml H₂SO₄, si la aparece un color amarillo, el cual indica que existe presencia de Flavonas y Flavonoles, la coloración de naranja-guinda en la presencia de flavonas, el color rojo-azuloso es positivo para Chalconas y por lo último si el color

que se obtenga de color púrpura el extracto de la planta contiene Quinonas, esta prueba también se realizó para la determinación de flavonoides.

Burchard: Se mezcla 1 ml de anhídrido acético y 1 ml de cloroformo, se enfrían a 0°C y se añade la muestra analizar. Luego por las paredes del tubo se agrega 1 gota de ácido sulfúrico concentrado previa enfriado en el baño de hielo. El tubo se vuelve a poner en baño de hielo, si hay formación de colores azul, verde que cambian con el tiempo indica presencia del núcleo triterpenico.

Pruebas para alcaloides: En la determinación de alcaloides sabemos que estas poseen compuestos nitrogenados que poseen bases a los ácidos, los cuales forman sales y se encuentran mayormente en las plantas, unos son semisintéticos y unos sintéticos, tienen propiedades toxicológicas y fisiológicas que afectan el sistema nervioso, algunos son usados como fármacos y otros como narcóticos, los alcaloides los encontramos principalmente en plantas que son dicotiledóneas (Murillo. E, et al., 2008).

Wagner: Esta prueba se prepara a partir de 1,27g de Yodo resublimado, 2,0 g de Yoduro de Potasio disuelto en 20ml de agua destilada, se afora a 100 ml con agua destilada.

La prueba se toma y se disuelve en un tubo de ensayo 1mg del extracto en 3ml del reactivo preparado anteriormente, se añade 2 gotas de HCl 10%, si en esta se hace presencia un precipitado floculante de color marrón la prueba es positiva.

Prueba para Azúcares:

Fehling: En un tubo de ensayo se toma 1ml de Fehling A y 1ml de Fehling B, se calentará respectivamente hasta que llegue a ebullición, se añadirá 1mg del extracto y se torna de color azul y desaparece en la solución se toma como positivo para azúcares.

Prueba de carbohidratos: Los carbohidratos son compuestos que son sustancias que se producen en la fotosíntesis y las cuales poseen un almacenamiento en formación de almidón en las plantas, teniendo en cuenta que existen dos tipos de carbohidratos que son simples y complejos:

Los simples son compuestos en una o dos moléculas que tiene sabor dulce.

Los complejos tienen una cadena un poco más larga este ya no posee sabor dulce, los podemos encontrar principalmente en los alimentos como la papa, el arroz, el pan entre otros.

Molish (alfa naftol 2% en alcohol): En un tubo de ensayo se agregan 1mg de cada extracto, a cada uno se le añaden 2 o 3 gotas de solución de alfa-naftol, luego cuidadosamente se deja resbalar por las paredes del tubo, 1 mL de H₂SO₄ concentrado hasta conseguir la formación de dos capas. La prueba es positiva con la generación de un anillo de color morado en la interfase.

Prueba para aminoácidos

Ninhidrina: se tomará un tubo de ensayo con Nitrito de Sodio (NaNO₂) donde se le agrega 1mg del extracto de la planta, donde este torne un color violeta se entiende que es positivo para aminoácidos.

Prueba para terpenos: Los terpenos se encuentran en diversas familias que poseen sustancias naturales y que se producen de manera primaria, químicamente tienen una modificación donde la oxidación modifica su cuerpo en la posición de los carbonos, este es considerado parte importante en los aceites esenciales en varios tipos de plantas.

Lieberman- Buchard: Se tomará un tubo de ensayo 1mg del extracto en 0,5mL de Cloroformo, seguido se le añadirá una gota de H₂SO₄, en una mezcla de anhídrido acético (1:1) Cloroformo. Si en esta hay presencia de esteroides la solución se tornara de color azul o verde y la coloración roja, violeta o morada será positiva para triterpenos.

REFERENCIAS

Goodwin TW. 1971. Aspects of terpenoid chemistry and biochemistry. Academic Press, Londres.

G. Arango.(2008), Alcaloides y compuestos nitrogenados: Universidad de Antioquia. Facultad de química farmacéutica, Medellín-Colombia,

E. Johnson, W. Schmidt, H Norman Z. Naturforsch, 52: 577-585, 1997, Leaf flavonoids as Chemotaxonomic markers for two Erythroxylum Taxa

Robinson T. 1981. The biochemistry of alkaloids. 2^a ed. Springer, Nueva York.

Anexo 9.

Formato listado de ejemplares entregados al herbario- estudio fitoquímico del zapallo.

Formato entrega ejemplares herbario surco- estudio fitoquímico del zapallo.

HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA, SURCO

FORMATO DE ENTREGA DE EJEMPLARES BOTÁNICOS PARA SU INGRESO A LA COLECCIÓN

Fecha de entrega: 29/09/2021

Nombre del Proyecto:	ESTUDIO FITOQUIMICO DEL ZAPALLO (Cucurbita maxima) PARA EL APRENDIZAJE DE LOS GRUPOS FUNCIONALES ORGÁNICOS, EN ESTUDIANTES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA GIMNASIO YUMANA DEL MUNICIPIO DE NEIVA
Investigador (es):	Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova
Coordinador (es):	Jhon Fredy Castañeda Gómez, Yeimis Johana Montealegre Figueroa

Se remiten 1 ejemplares botánicos y 2 duplicados al herbario SURCO, según lo indicado abajo.

- Obsequio Canje
 Para identificación Devolución de préstamo
 Para ingreso a la colección

Nota: Los ejemplares deben estar debidamente preservados, montados y etiquetados, según lo establecido en la reglamentación del Herbario. Los duplicados deben estar debidamente preservados y etiquetados, según lo establecido en la reglamentación del Herbario.

Recibido por:

Nombre: Hilda del Carmen Dueñas	
Cargo: Coordinador (a)	Firma: Fecha: 29/09/2021

Prof. Hilda del Carmen Dueñas Gómez
Coordinadora Herbario SURCO

Anexo 11.

Certificado entrega ejemplares herbario surco

**LA SUSCRITA COORDINADORA DEL HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD
SURCOLOMBIANA, SURCO**

CERTIFICA QUE:

Fueron ingresados a la Colección Biológica del Herbario de la Universidad Surcolombiana, SURCO, un (1) ejemplar botánico y dos (2) duplicados, correspondientes al proyecto "Estudio Fitoquímico del zapallo (*Cucurbita maxima*) para el aprendizaje de los Grupos Funcionales Orgánicos, en estudiantes de la Institución Educativa Gimnasio Yumaná del municipio de Neiva", a cargo de las estudiantes: Karen Ximena Monje Mosquera y Lina María Segura Casanova, de Licenciatura en Ciencias naturales y educación ambiental, Universidad Surcolombiana, asesorados por los docentes Jhon Fredy Castañeda Gómez y Yeimis Johana Montealegre Figueroa.

Dichos ejemplares fueron montados y etiquetados por las mencionadas investigadoras, su identificación corroborada por la coordinadora del herbario, y fueron ingresados a la colección con los números relacionados en el archivo anexo, Listado de ejemplares entregados al Herbario.

Dado en Neiva, a los 22 días del mes de octubre de 2021.



HILDA DEL CARMEN DUEÑAS GÓMEZ
Coordinadora Herbario SURCO
Universidad Surcolombiana, Sede Neiva
e-mail: herbario@usco.edu.co / hildugo@usco.edu.co
Tel: (8) 8754753, ext. 1080
Cel: 301 525 47722

