



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
ÁREA ACADÉMICA DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA**

“Estudio químico de *Senecio aschenbornniaus* Schauer
SCHAUER, *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt y *Gnaphalium
attenuatum* Dc con el fin de aislar los metabolitos presentes”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Q U Í M I C O

P R E S E N T A:

THALÍA TISBE APARICIO LÓPEZ

ASESOR: DR. JOSÉ ROBERTO VILLAGÓMEZ IBARRA

MINERAL DE LA REFORMA 2009

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Química Orgánica del Centro de Investigaciones Químicas del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, bajo la dirección del Dr. José Roberto Villagómez Ibarra.

Este trabajo se realizó con el apoyo parcial del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del proyecto 67117 "Estudio químico de plantas del estado de Hidalgo" aprobado en el año 2006.

AGRADECIMIENTOS

A veces, la vida nos reserva fantásticas sorpresas y nos ofrece oportunidades únicas. A mí me ha ocurrido. Un día, hace ya algunos años, comencé un maravilloso camino por el mundo de la investigación.

Y tuve la suerte de ser acogida, arropada, guiada, instruida, formada, aconsejada, por una persona que ha hecho de estos años de trabajo una auténtica delicia:

El Dr. Roberto Villagomez Ibarra, quién me ofreció la oportunidad de protagonizar este trabajo y confió en mí desde el principio. Valoro sus enseñanzas y consejos, científicos y humanos, su infinita paciencia, su amistad incuestionable.

Mi especial reconocimiento a todos los maestros de mi Alma Mater, que me han brindado desinteresadamente sus conocimientos y experiencias, sin cuyo aporte no hubiera sido posible el presente trabajo.

Mi reconocimiento al M. en C. Miguel Ángel Villavicencio y a su colaboradora Q. Blanca Estela Escandón, así como al Biólogo Arturo Ortiz Bermúdez, por su participación en la identificación de las plantas.

Durante este tiempo, mi mayor apoyo ha sido mi familia. A ella debo no haber renunciado en los momentos de desánimo, que han sido muchos. Algunas veces activamente, y otras de forma inconsciente, han sido mi refugio, mi consuelo, mi fortaleza y siempre mi alegría y deseos de superación.

Mis padres siempre presentes, siempre atentos, siempre dispuestos. Quisiera decirles muchas cosas, pero no encuentro las palabras para hacerles saber cuanto estoy agradecida con ellos, sólo diré que los quiero mucho.

A mi hermana Mariana y a mi amigo Gustavo, gracias por el apoyo moral que siempre me han brindado, porque con su esfuerzo, apoyo y confianza concluyo esta etapa.

A la Química Araceli Torres Jaime, mi reconocimiento por su paciencia, consejos y facilidades prestadas durante el tiempo de realización de esta tarea.

A mis compañeros, gracias por su amistad y confianza, pero sobre todo por permitirme conocerlos y convivir con ustedes.

ÍNDICE

	Pág.
1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- ANTECEDENTES	5
2.1. GÉNERO <i>Senecio</i> .	5
2.1.1. USOS POPULARES DEL <i>Senecio</i> .	5
2.1.2. CONSTITUYENTES QUÍMICOS DESCRITOS EN EL GÉNERO <i>Senecio</i> .	6
2.1.2.1. ALCALOIDES PIRROLIZIDÍNICOS.	6
<u>2.1.2.2. ISOPRENOIDES.</u>	8
2.2. GÉNERO <i>Gnaphalium</i> .	8
2.2.1. USOS POPULARES DE <i>Gnaphalium</i> .	8
2.2.2. CONSTITUYENTES QUÍMICOS DESCRITOS EN EL GÉNERO <i>Gnaphalium</i> .	9
2.2.2.1. FLAVONOIDES.	9
<u>2.2.2.2. DITERPENOS.</u>	9
2.3. GÉNERO <i>Phoradendron</i> .	11
2.3.1. USOS POPULARES DE <i>Phoradendron</i> .	11
2.3.2. CONSTITUYENTES QUÍMICOS DESCRITOS EN EL GÉNERO <i>Phoradendron</i> .	11
2.3.2.1. FLAVONOIDES.	11
3.- JUSTIFICACIÓN	13
4.- OBJETIVOS	14

Con formato: Sangría: Primera línea: 0.32 cm, Izquierda 1.5 car.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5.1. DESCRIPCIÓN DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	15
5.1.1. OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	16
5.1.2. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE HEXANO DE LAS HOJAS DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	18
5.1.3. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE LAS HOJAS DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	20
5.1.4. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE LAS HOJAS DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	22
5.1.5. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE HEXANO DE FLOR DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	23
5.1.6. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE FLOR DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	24
5.1.7. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE LA FLOR DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	28
5.1.8. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE HEXANO DE TALLO DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	31
5.1.9. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE TALLO DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	34

5.1.10. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE TALLO DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	34
5.2. DESCRIPCIÓN DE <i>Gnaphalium attenuatum</i> Dc.	42
5.2.1. OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS DE <i>Gnaphalium attenuatum</i> Dc.	43
5.2.2. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE FLOR DE <i>Gnaphalium attenuatum</i> Dc.	44
5.3. DESCRIPCIÓN DE <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	49
5.3.1. OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS DE <i>Phoradendron velutinum (DC)</i> Nutt.	53
5.3.2. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE FRUTO DE <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	55
5.3.3. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE HOJA DE <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	70
5.3.4. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE TALLO DE <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	72
6.- PARTE EXPERIMENTAL	76
6.1. GENERAL.	76
6.2. COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	76
6.3. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	77
6.4. COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE <i>Gnaphalium attenuatum</i> Dc.	77
6.5. OBTENCIÓN DEL EXTRACTO DE FLOR DE <i>Gnaphalium attenuatum</i> Dc.	79

6.6. COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	79
6.7. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	79
7.- CONCLUSIONES	81
8.- BIBLIOGRAFÍA	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
Figura 1. Metabolitos aislados de <i>Senecio</i> .	3
Figura 2. Alcaloides pirrolizidínicos.	7
Figura 3. Unidad de isopreno e isopreno.	8
Figura 4. Ejemplos aislados del género <i>Gnaphalium</i> .	9
Figura 5. Precursor de diterpenos.	10
Figura 6. 13-epiesclareol.	10
Figura 7. Ejemplos de flavonoides aislados del género <i>Phoradendron</i> .	12
Figura 8. <i>Senecio aschenbornniaus</i> schauer (querresolienda).	15
Figura 9. Espectro de RMN de ¹ H (400 MHz) en CDCl ₃ de la fracción 16 de acetato de etilo de <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	26
Figura 10. Espectro de RMN de ¹ H (400 MHz) en CDCl ₃ de la fracción 19 de acetato de etilo de <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	27
Figura 11. Espectro de RMN de ¹ H (400 MHz) en CDCl ₃ de la fracción de tallo hexano de <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	33
Figura 12. Espectro de RMN de ¹ H (400 MHz) en D ₂ O de la fracción 3 de tallo metanol de <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	40
Figura 13. Espectro de RMN de ¹ H (400 MHz) en CDCl ₃ de la fracción de acetona de <i>Senecio aschenbornniaus</i> Schauer.	41
Figura 14. <i>Gnaphalium attenuatum</i> DC.	42
Figura 15. Espectro de RMN de ¹ H (400 MHz) en CDCl ₃ de la fracción flor metanol de <i>Gnaphalium attenuatum</i> DC.	47
Figura 16. Fruto de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	49
Figura 17. <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	50
Figura 18. Betulina y ácido betulínico.	51

Figura 19. Ejemplos de flavonoides de <i>Viscum</i> .	52
Figura 20. Espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en DMSO- d_6 de naringenina de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	58
Figura 20a. Ampliación de espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en DMSO- d_6 de naringenina de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	59
Figura 20b. Ampliación de espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en DMSO- d_6 de naringenina de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	60
Figura 20c. Ampliación de espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en DMSO- d_6 de naringenina de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	61
Figura 21. Espectro de RMN de ^1H (400 MHz) en DMSO- d_6 de naringenina <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	62
Figura 22. Espectro de RMN de ^1H (400 MHz) en DMSO- d_6 de la fracción 70:30 de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	69
Figura 23. Espectro de RMN de ^1H (400 MHz) en DMSO- d_6 del extracto de acetato de hoja de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	71
Figura 24. Espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en CDCl_3 de la fracción de tallo <i>Phoradendron velutinum</i> (DC.) Nutt.	73
Figura 25. Espectro de RMN de ^1H (400 MHz) en DMSO- d_6 de la fracción 46 de tallo <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	74
Figura 26. Espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en DMSO- d_6 de la fracción 46 de tallo <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	75
Figura 27. <i>Senecio aschenbornia</i> Schauer (querresolienda).	77
Figura 28. <i>Gnaphalium attenuatum</i> Dc.	78
Figura 29. <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt. (Muérdago)	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla 1. Extractos de hexano, acetato de etilo y metanol de hojas de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	19
Tabla 2. Resultados de la cromatografía de la fracción 80:20 hexano: acetato de etilo de hojas de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	20
Tabla 3. Resultados de la cromatografía de las fracciones 12 y 13 extraídas de hojas de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer, usando acetato de etilo.	21
Tabla 4. Extractos 1 y 3 de hojas de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer, obtenidos con metanol.	23
Tabla 5. Resultados de la segunda cromatografía de las fracciones del extracto de acetato de etilo de la flor de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	25
Tabla 6. Extractos de hexano, Acetato de etilo y metanol de flor de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	29
Tabla 7. Resultado de la segunda cromatografía de las fracciones 8 a la 30 de flor de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	30
Tabla 8. Extractos de Hexano, Acetato de etilo y metanol de tallo de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	32
Tabla 9. Extractos de metanol segundo y tercero de tallo de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	35
Tabla 10. Resultados de la separación por cromatografía de la fracción 10:90 hexano: acetato de etilo de tallo de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	36
Tabla 11. Resultados de la separación por cromatografía de la fracción 60:40 hexano: acetato de etilo de tallo de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	37

Tabla 12. Resultados de la separación por cromatografía de la fracción de metanol de tallo de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	38
Tabla 13. Resultados de la separación por cromatografía de la fracciones acetato de etilo: metanol 60:40 de tallo de <i>S. aschenbornniaus</i> Schauer.	39
Tabla 14. Extracto de metanol de flor de <i>G. attenuatum</i> DC.	44
Tabla 15. Resultados de la separación por cromatografía de C2 de flor de <i>G. attenuatum</i> DC.	45
Tabla 16. Resultados de la separación por cromatografía de C2:1 de flor de <i>G. attenuatum</i> DC.	46
Tabla 17. Resultados de la separación por cromatografía de C3 de flor de <i>G. attenuatum</i> DC.	48
Tabla 18. Extracto de acetato de etilo de fruto de <i>P. velutinum</i> (DC) Nutt.	55
Tabla 19. Resultados de la separación por cromatografía extracto de acetato de etilo de fruto de <i>P. velutinum</i> (DC) Nutt.	56
Tabla 20. Datos de RMN de ^1H (400 MHz) para el compuesto naringenina, δ en ppm, disolvente $\text{DMSO-}d_6$.	63
Tabla 21. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto naringenina, δ en ppm, disolvente $\text{DMSO-}d_6$.	64
Tabla 22. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto ácido oleanólico, δ en ppm, disolvente $\text{DMSO-}d_6$.	65
Tabla 23. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto ácido oleanólico, δ en ppm, disolvente CDCl_3 .	67
Tabla 24. Extracto de acetato de etilo de hoja de <i>P. velutinum</i> (DC) Nutt.	70
Tabla 25. Extracto de metanol de tallo de <i>P. velutinum</i> (DC) Nutt.	72

ÍNDICE DE ESQUEMAS

ESQUEMA	Pág.
Esquema 1. Metabolismo de la producción de metabolitos primarios y secundarios.	2
Esquema 2. Obtención de los extractos de <i>Senecio aschenbornia</i> Schauer.	17
Esquema 3. Obtención de extractos de <i>Gnaphalium attenuatum</i> DC.	43
Esquema 4. Obtención de los extractos de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	54

ABREVIATURAS

AcO	acetato
cm	centímetro
J	constante de acoplamiento
eV	electronvolts
Et	etilo
Fig	figura
g	gramos
Hex	hexano
h	hora
lt	litros
MHz	megahertz
Me	metilo
mL	mililitros
mm	milímetros
ppm	partes por millón
%	porcentaje
p.f.	punto de fusión
RMN	Resonancia Magnética Nuclear
°C	grados Celsius
m	metros

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas han jugado un papel importante en la evolución de la humanidad, al utilizarlas en el tratamiento o prevención de enfermedades gastrointestinales, respiratorias, urinarias, etc. [1].

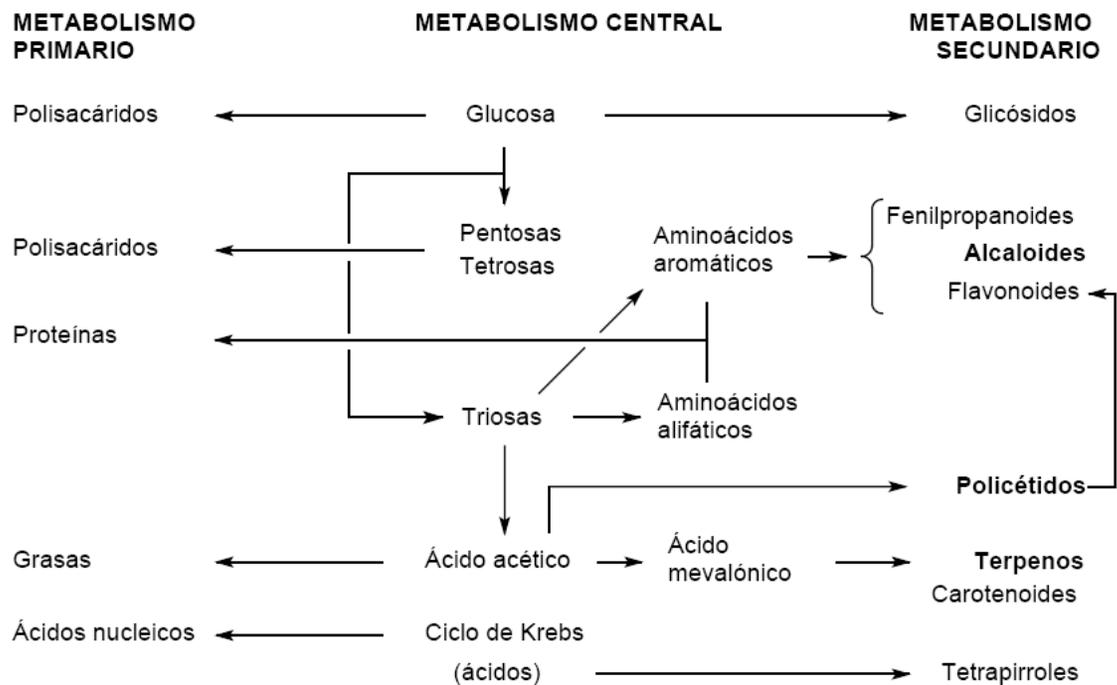
La utilización de plantas medicinales se ha producido en todas las culturas desde tiempos remotos. En México, el uso de las plantas [como medicina](#) alcanza niveles altos; los grupos indígenas, campesinos y rurales han heredado el conocimiento tradicional desarrollado por nuestros ancestros desde tiempos precolombinos; otro factor es la diversidad y riqueza biológica de México, que junto con Brasil y Colombia, encabezan la lista de los 6 países biológicamente más ricos del mundo.

Una planta medicinal es cualquier vegetal que contenga, en cualquiera de sus órganos, alguna sustancia con actividad farmacológica que se pueda utilizar con fines terapéuticos o que se pueda emplear como prototipo para obtener nuevos fármacos por síntesis [2].

Al estudio de las drogas y los medicamentos de origen ya sea: natural, vegetal, microbiano (hongos y bacterias) y/o animal, se le conoce como farmacognosia. Esta disciplina estudia tanto sustancias con propiedades terapéuticas como sustancias tóxicas u otras sustancias de interés farmacéutico [2].

Los compuestos orgánicos que se encuentran presentes en el vegetal, pueden proceder del metabolismo primario o del metabolismo secundario. Éste último es muy importante puesto que da lugar a productos de sumo interés desde el punto de vista farmacológico; no se consideran esenciales para la vida y únicamente se producen en ciertos grupos de vegetales. ~~La mayoría de los principios activos que se obtienen de las plantas medicinales proceden, de hecho, del metabolismo secundario.~~ (Farmacognosia Clau) Hay metabolitos secundarios que proceden de una ruta biosintética y los hay que proceden incluso de varias [2].

En el Esquema 1 se presenta una ruta general de la producción de metabolitos primarios y secundarios.



En el ámbito mundial, una de las familias más importantes de plantas con flores es la Compositae (Asteraceae), la cual destaca por su número de géneros (1100) y especies (20,000). Esta familia es de considerable importancia económica e incluye plantas alimenticias como la lechuga (*Lactuca sativa* L.) y la alcachofa (*Cynara scolymus* L.); con uso en la industria de insecticidas se encuentra el crisantemo (*Chrysanthemum coccineum*), como ornamentales los géneros *Chrysanthemum*, *Helianthus*, *Dalia* y *Senecio*, y como medicinales los géneros *Tagetes* y *Gnaphalium* [24].

Las especies del género *Senecio* han sido empleadas en la medicina tradicional para el tratamiento de la tos, reumas, granos, salpullidos, sarna y para bajar la fiebre. La composición química de este género es muy variada, ya que predominan alcaloides pirrolizidínicos, terpenos y sesquiterpenos. La retrorsina 1a (ver Figura 1) y senecionina 1b (ver Figura 1) son alcaloides representativos de este género, que junto con el ocimeno 1c (ver Figura 1) que presenta una actividad antibacteriana, también son ejemplos de metabolitos secundarios encontrados en este género [3].

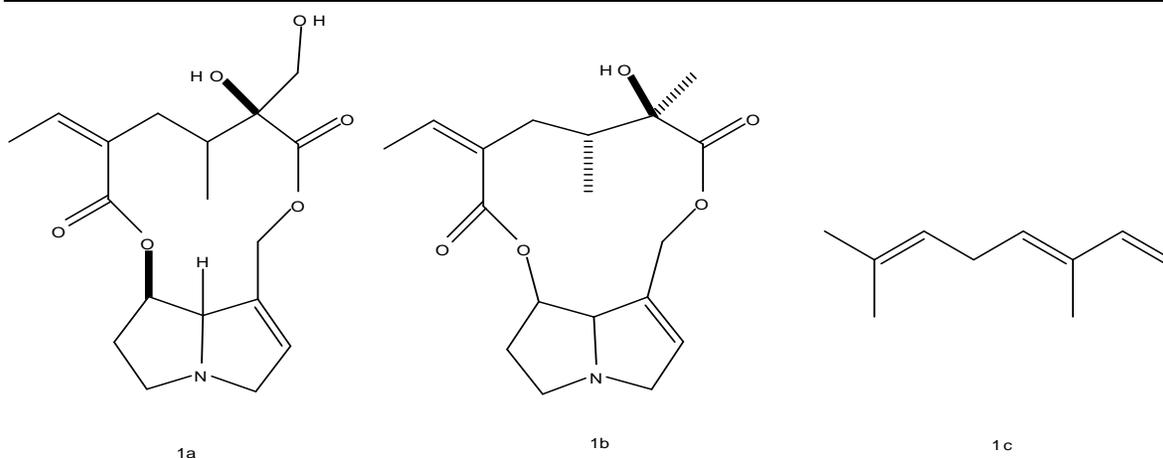


Figura 1. Metabolitos aislados de *Senecio*.

El género *Gnaphalium* ha sido empleado principalmente para el tratamiento de infecciones respiratorias [4]. La composición química de este género se conforma de los flavonoides, diterpenos y esteroides, entre los que son representativos el sitosterol y el estigmasterol, ya que son metabolitos de muy amplia distribución dentro del reino vegetal; sin embargo, la presencia de estos últimos no determina el uso de estas plantas como medicinales dentro del territorio hidalguense.

El género *Phoradendron* pertenece a la familia *Loranthaceae*, es una familia de plantas parásitas de los troncos y/o ramas de árboles o arbustos. Se encontró que en nuestro país el género cuenta con al menos 19 especies parasitando [5]. Es rico en proteínas, como son las lectinas y viscotoxinas, las cuales se utilizan para tratamientos oncológicos. También se han encontrado reportados flavonoides y polisacáridos, los cuales son utilizados en la medicina tradicional para el tratamiento de artritis e hipertensión [26].

Debido a la importancia de los géneros *Senecio*, *Gnaphalium* y *Phoradendron* en el estado de Hidalgo, en esta tesis se describe la obtención y caracterización de los metabolitos presentes.

2. ANTECEDENTES

El estado de Hidalgo se caracteriza por la tradición en el uso de plantas medicinales; recientemente se han reportado 969 especies de plantas con flores en la Sierra de Pachuca, distribuidas en 411 géneros y 93 familias; en esta área destacan 13 familias con más de 20 especies cada una, como la Asteraceae (Compositae) con 183 especies distribuidas en 61 géneros, las cuales representan cerca del 19 % de la vegetación de dicha zona.

2.1. GÉNERO *Senecio*

La tribu Senecioneae contiene cerca de 3000 especies, esta es la más grande de las 13 tribus en las cuales se divide la familia Asteraceae. La tribu *Senecioneae* comprende varios géneros como son: *Euryops*, *Othonna*, *Ligularía*, *Tetradymia*,

Rugelia, Armoglosum, Notonia, Kleinia, Cacalia y Senecio, entre otros. Existen aproximadamente en Hidalgo 16 especies de *Senecio* [6].

2.1.1. USOS POPULARES DEL *Senecio*

Las especies pertenecientes al género *Senecio* son utilizadas en la medicina popular de diversos países. En México, los usos más comunes del género *Senecio* son como emagogo, sedante y algunas veces para controlar cierto tipo de plagas.

En el estado de Hidalgo, las ramas del *S. aschenbornniaus* se hierven completas con o sin flores para dar baños de pies o de todo el cuerpo a fin de bajar la fiebre; las hojas frescas del *S. salignus* DC. son utilizadas para las partes afectadas por piquetes de insectos o por irritaciones provocadas por plantas urticantes, la infusión se usa también para bajar la fiebre. Las flores del *S. barba-johannis* DC., se hierven en agua o en leche para curar la tos y la tosferina. El *S. platanifolius* Benth se aprovecha para curar el reumatismo. El *S. sanguisorbae* DC., se utiliza para curar granos, salpullido, sarna y otras afecciones de la piel [7].

2.1.2. CONSTITUYENTES QUÍMICOS DESCRITOS EN EL GÉNERO *Senecio*

En el género *Senecio*, se encuentran presentes alcaloides pirrolizidínicos y sesquiterpenos derivados de los eremophilanos y oplopanos, los cuales son representativos de este género [3].

2.1.2.1. ALCALOIDES PIRROLIZIDÍNICOS

Los alcaloides son un grupo importante de aminas biológicamente activas y constituyentes del género *Senecio*, que son sintetizadas por algunas plantas para protegerse de insectos y otros animales depredadores. Aunque en medicina se usan algunos alcaloides, todos son tóxicos y causan la muerte si se ingieren en grandes cantidades. Algunos casos de intoxicaciones por alcaloides pueden producir efectos psicológicos que se asemejan a la tranquilidad, la euforia o alucinaciones y las personas que buscan esos efectos se vuelven adictos a estas sustancias [1].

Actualmente los alcaloides no se producen en un organismo específico de la planta, ya que se les puede encontrar tanto en la parte aérea como en la raíz y son compuestos de gran importancia biológica que, además, se han aislado en microorganismos y animales. Su clasificación se realiza por grupos, tomando como patrón el esqueleto padre del cual se derivan y es común observar propiedades farmacológicas similares en los alcaloides de un mismo grupo [1].

Los alcaloides pirrolizidínicos que contienen retronecina 2a (ver Figura 2) en su esqueleto básico son: otonecina 2b (ver Figura 2) o el heliotridina 2c (ver Figura 2), son altamente tóxicos. La toxicidad aumenta cuando un éster cíclico está presente, como en la senecionina 2d (ver Figura 2) [12].

La retronecina tiene un potencial terapéutico contra infecciones virales, cáncer y diabetes, se ha encontrado que es la base de los alcaloides de este género [8].

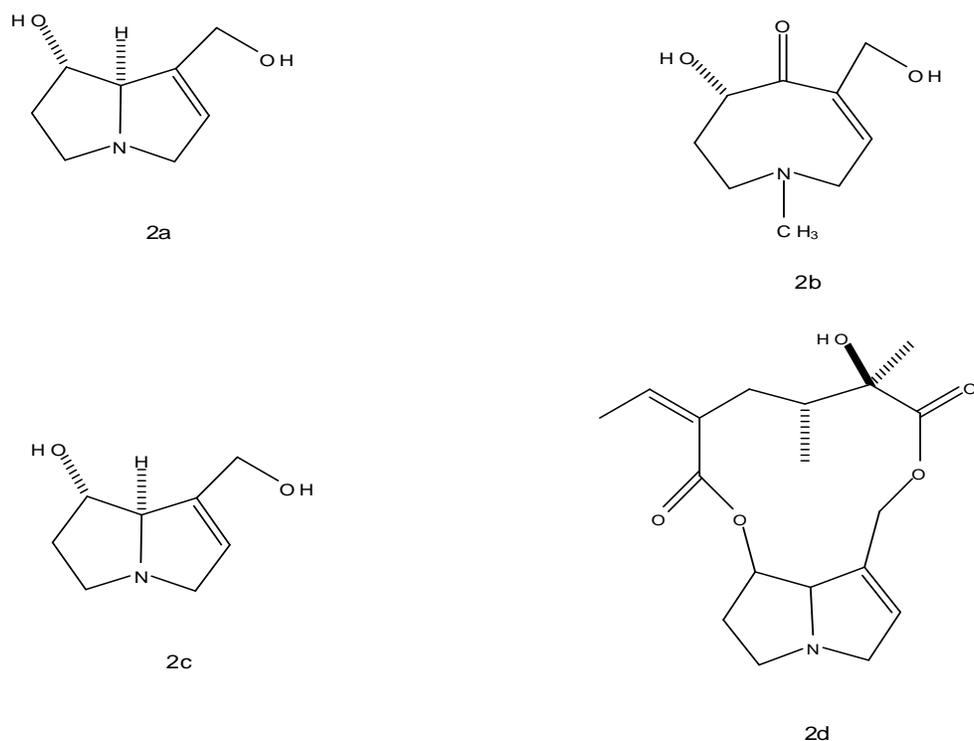


Figura 2. Alcaloides pirrolizidínicos.

2.1.2.2. ISOPRENOIDES

Los isoprenoides son metabolitos secundarios formados a través de la ruta del ácido mevalónico, son numerosos y de estructura diversas, como las saponinas o los aceites esenciales [1]. Por el número de isoprenos (C_5) 3a y 3b (ver Figura 3) que conforman su estructura, los isoprenoides se clasifican en:

1. Hemiterpenos: C_5
2. Monoterpenos : C_{10}
3. Sesquiterpenos: C_{15}
4. Diterpenos: C_{20}
5. Triterpenos: C_{30}

-
-
6. Tetraterpenos: C_{40}
 7. Poliisoprenoides: $(C_5)_n$



Figura 3. Unidad de isopreno e isopreno.

2.2. GÉNERO *Gnaphalium*

2.2.1. USOS POPULARES DE *Gnaphalium*

Las especies pertenecientes al género *Gnaphalium* son conocidas tradicionalmente como “gordolobo”, usadas comúnmente en la medicina tradicional para infecciones respiratorias, como son: fiebre, tos o bronquitis [9][14].

2.2.2. CONSTITUYENTES QUÍMICOS DESCRITOS EN EL GÉNERO *Gnaphalium*

2.2.2.1. FLAVONOIDES

Proceden del metabolismo secundario de los vegetales a través de la ruta del ácido shikímico y la ruta de los policétidos. Están ampliamente distribuidos entre los vegetales superiores y se encuentran prácticamente en todas las plantas superiores, sobre todo en partes aéreas, hojas, flores y frutos. Algunos flavonoides son los responsables del color amarillo de ciertas flores. Las principales familias que contienen flavonoides son: Rutáceas, Polygonáceas, Compuestas y Umbelíferas [1].

De este género se han aislado los siguientes ejemplos: 3-O-metoxiquercetina 4a (ver Figura 4) y 3'-metoxignaphalina 4b (ver Figura 4) [26].

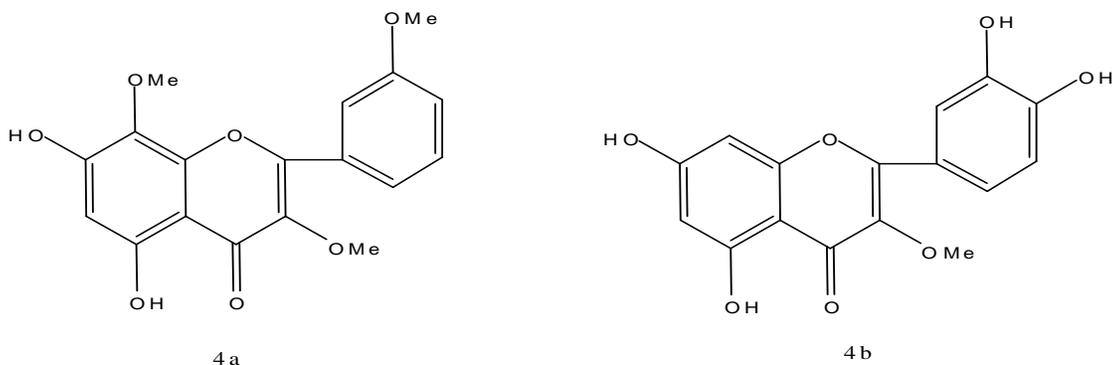


Figura 4. Ejemplos aislados del género *Gnaphalium*.

2.2.2.2. DITERPENOS

Los diterpenos son metabolitos secundarios de gran interés industrial, farmacológico y taxonómico, por su amplio rango de actividad biológica antitumoral, antibióticos e intermediarios de perfumería o edulcorantes [27].

Son compuestos de C₂₀ y pueden ser lineales o cíclicos (monocíclicos, bicíclicos, tricíclicos, tetracíclicos), su precursor es el pirofosfato de geraniogeraniol (ver Figura 5). Son numerosas las especies productoras de diterpenos [1].

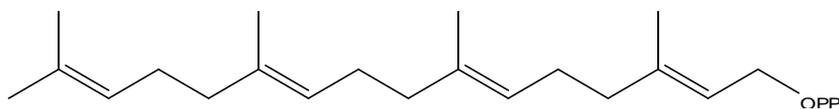


Figura 5. Precursor de diterpenos.

El 13-epiesclareol (ver Figura 6) fue aislado de *G.pellitum*, *G. graveolens* y *G. viscosum* Kunt [26].

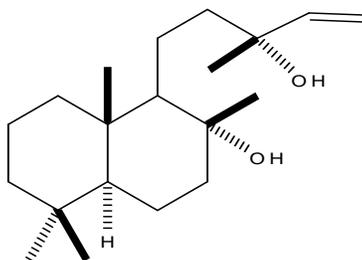


Figura 6. 13-epiesclareol.

2.3. GÉNERO *Phoradendron*

2.3.1 USOS POPULARES DE *Phoradendron*

Las plantas del género *Phoradendron* se conocen comúnmente en México, como Muérdago y en Europa como Mistletoes palabra en ingles, son plantas parásitas de pinos, capulines y abies, que en la zona metropolitana se han convertido en una plaga que ha logrado invadir la planta hospedadora hasta secarla. A este género se le ha encontrado una aplicación importante en la fitomedicina, ya que se utilizan contra cierto tipo de tumores y al respecto se reportan varios estudios; además, también es empleado para tratar hipertensión, artritis, arterioesclerosis, reumatismo, neuralgia, etc. [10].

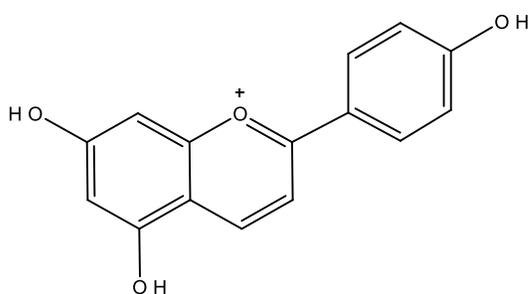
2.3.2 CONSTITUYENTES QUÍMICOS DESCRITOS EN EL GÉNERO *Phoradendron*

Algunas de las sustancias que predominan en el género *Phoradendron*, son flavonoides, lectinas y viscotoxinas, las cuales se caracterizan por aplicaciones medicinales [11].

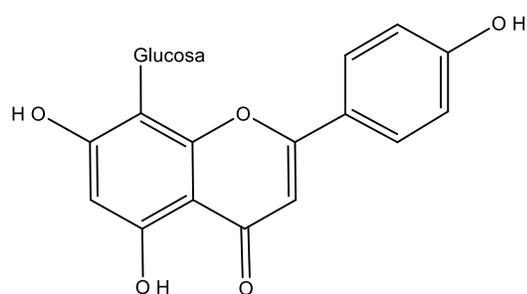
2.3.2.1. FLAVONOIDES

Son una clase importante de metabolitos secundarios contando con más de 6,000 diferentes. Su presencia en los vegetales puede estar relacionada con funciones de defensa como: contra rayos UV, antifúngicos, antibacterianos y de atracción a los polinizadores.

Del género *Phoradendron* se han encontrado flavonoides (ver Figuras 7a y 7b) [11].



7 a



7 b

Figura 7. Ejemplos de flavonoides aislados del género *Phoradendron*.

3. JUSTIFICACIÓN

El estudio de las plantas de la flora mexicana siempre ha sido de interés para los químicos, debido al amplio uso que tienen algunas plantas en la medicina tradicional, así como las sustancias que se han aislado como principios activos.

En particular, las plantas del género *Senecio* y *Gnaphalium* se caracterizan como plantas que producen una gran variedad de sustancias, entre ellas triterpenos, diterpenos, sesquiterpenos y alcaloides pirrolizidínicos y son usadas tradicionalmente para bajar la fiebre, para piquetes de insectos, la tos, la tosferina, las reumas, cura de granos, salpullido, sarna y otras afecciones de la piel [7].

Por su parte, el género *Phoradendron* es considerado parasitario, por lo que constituye un problema para los árboles. Se caracteriza por producir proteínas, flavonoides y polisacáridos, las cuales son utilizadas para tratamientos oncológicos, artritis e hipertensión [11]. Es un género que comprende un número importante de especies, pendientes de estudiar en su mayoría, como es el caso del estado de Hidalgo.

4. OBJETIVOS

4. OBJETIVO GENERAL

- Estudiar químicamente el *Senecio aschenbornniaus* Schauer, *Gnaphalium attenuatum* DC. y *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

4.1. OBJETIVOS PARTICULARES

- Colectar, secar y moler las especies seleccionadas.
- Obtener los extractos de hexano, acetato de etilo y metanol.
- Identificar los compuestos de los extractos obtenidos mediante la técnica de cromatografía en capa fina.
- Aislar y purificar los compuestos de los extractos obtenidos mediante la técnica de cromatografía en columna.
- Caracterizar los compuestos aislados de los extractos de cada especie mediante RMN.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. DESCRIPCIÓN DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer

Senecio aschenbornniaus Schauer es llamado comúnmente querresolienda y presenta las características siguientes: arbusto de 1 a 2 metros de alto; hojas ovadas de aproximadamente 12 cm de largo, con el borde lobulado; flores amarillas, incluyendo las lígulas, en cabezuelas numerosas. La floración ocurre de enero a marzo [7].

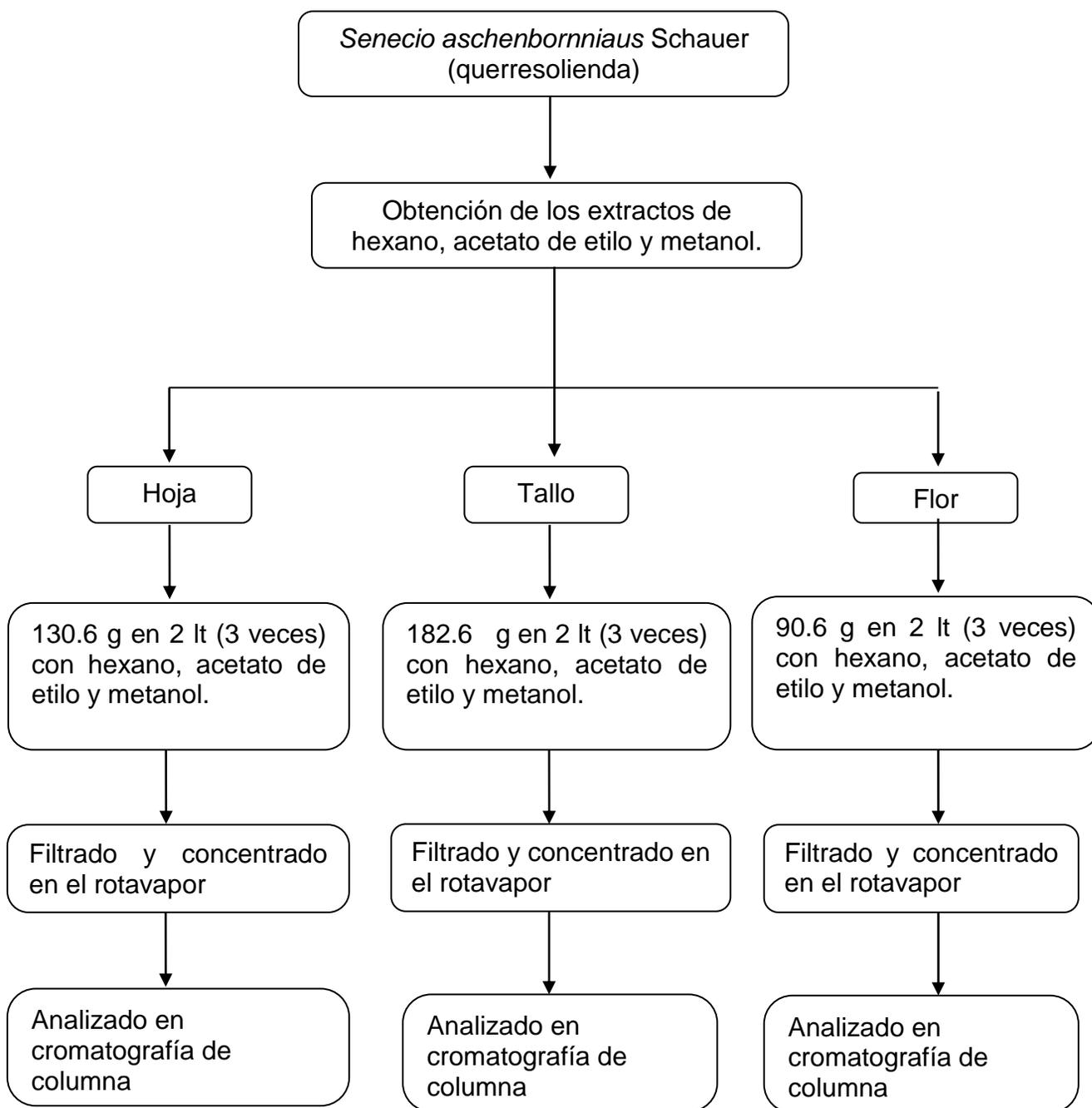


Figura 8. *Senecio aschenbornniaus* Schauer (querresolienda).

5.1.1. OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer

La planta *Senecio aschenbornniaus* Schauer fue colectada en Mineral del Chico del estado de Hidalgo, camino a la Peña del Cuervo, en abril del 2004; se sometió a diferentes extracciones como se muestra en el Esquema 2; se realizó a reflujo en un matríz balón y mantilla de calentamiento, el tiempo promedio de duración en cada extracción fue 2 h.

De la planta *Senecio aschenbornniaus* Schauer se hicieron tres extracciones con hexano, tres con acetato de etilo y, por último, tres con metanol, de cada una de las partes de la planta, como se indica en el Esquema 2.



Esquema 2. Obtención de los extractos de *Senecio aschenbornniaus* Schauer.

5.1.2. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE HEXANO DE LAS HOJAS DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 130.6 g de hoja seca y triturada manualmente de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. Se colocaron a reflujo con hexano en un matr az balón de 3 lt, durante 2 h con 2 lt de hexano. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniéndose del primer extracto 4.0 g de un aceite denso color café oscuro de consistencia pastosa; del segundo 1.3 g y del tercero 0.6 g, todos con las mismas características.

El total del aceite fue 5.9 g que se somet  a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 1.

De las fracciones obtenidas del extracto de hexano se seleccionaron las de polaridad 80:20 hexano: acetato de etilo, de la Tabla 1; se sometieron nuevamente a cromatografía en columna, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 2.

Las fracciones 90:10 hexano: acetato de etilo se juntaron y se les determinó el espectro de RMN ¹H. Se observo en 4 ppm una señal múltiple y en la región de campo alto resultó compleja en el espectro, por lo que se detuvo el análisis.

Tabla 1. Extractos de hexano, acetato de etilo y metanol de hojas de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas de extracto de hexano	Fracciones obtenidas de extracto de acetato de etilo	Fracciones obtenidas de extracto de metanol
Hex	100	10	20	10
Hex :AcOEt	80:20	60	45	--
Hex: AcOEt	70:30	25	--	--
Hex: AcOEt	60:40	25	--	--
Hex: AcOEt	50:50	25	20	10
Hex: AcOEt	40:60	10	--	--
Hex: AcOEt	30:70	10	20	--
Hex: AcOEt	20:80	--	20	10
Hex: AcOEt	10:90	--	20	--
AcOEt	100	10	20	10
AcOEt: Etanol	80:20	--	20	21
AcOEt: Etanol	70:30	--	--	23
AcOEt: Etanol	60:40	10	20	24
AcOEt: Etanol	50:50	--	--	25
AcOEt: Etanol	40:60	10	--	14
AcOEt: Etanol	20:80	--	10	35
Etanol	100	10	5	--

Nota: (--) significa que no se obtuvieron fracciones con esa polaridad.

Tabla 2. Resultados de la cromatografía de la fracción 80:20 hexano: acetato de etilo de hojas de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	10
Hex: AcOEt	90:10	11
Hex: AcOEt	80:20	8
Hex: AcOEt	70:30	8
Hex: AcOEt	60:40	8
AcOEt	100	10
AcOEt: Etanol	80:20	10
AcOEt: Etanol	40:60	10

5.1.3. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE LAS HOJAS DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 130.6 g de hoja seca y triturada manualmente de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. Se colocaron a reflujo con acetato de etilo en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de acetato de etilo. Posteriormente el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo en el primer extracto 2.2 g de aceite denso color café oscuro de consistencia pastosa, en el segundo 1.7 g y en el tercer 0.9 g, todos con las mismas características.

La cantidad total de aceite fue de 6.8 g y se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 1.

Las fracciones 12 y 13 obtenidas del extracto de hojas usando acetato de etilo con una polaridad 80:20 hexano acetato de etilo, se separaron nuevamente por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 3; con base en cromatografía en placa, se seleccionaron las fracción 24 a la 39 con polaridad 70:30 hexano acetato de etilo y se determinó el espectro de RMN ¹H; no se observó algo interesante, por lo que se detuvo el análisis.

Tabla 3. Resultados de la cromatografía de la fracciones 12 y 13 extraídas de hojas de *S. aschenbornniaus* Schauer, usando acetato de etilo.

Disolvente	Polaridad	Número de fracciones obtenidas de fracción 12	Número de fracciones obtenidas de fracción 13
Hex	100	10	10
Hex:AcOEt	80:20	53	11
Hex:AcOEt	70:30	50	--
Hex:AcOEt	60:40	10	10
Hex:AcOEt	40:60	--	26
Hex: AcOEt	20:80	--	10
AcOEt	100	--	10
AcOEt:Etanol	80:20	--	17
AcOEt:Etanol	70:30	--	12
AcOEt:Etanol	60:40	--	11
AcOEt:Etanol	50:50	--	13
AcOEt:Etanol	20:80	--	10
Etanol	100	5	6

Nota: (--) significa que no se obtuvieron fracciones con esa polaridad.

5.1.4. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE LAS HOJAS DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 130.6 g de hoja seca de *Senecio aschenbornniaus* Schauer, triturada manualmente. La muestra se colocó a reflujo con metanol en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de metanol. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo en el primer extracto 5.6 g de aceite denso color verde oscuro de consistencia pastosa, del segundo 1.6 g y del tercer 1.1 g, todos de las mismas características.

El segundo extracto se sometió a una columna y se obtuvieron las fracciones que se muestran en la Tabla 1, posteriormente los extractos primero y tercero se sometieron a otra columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 4.

En algunas de las fracciones se determinó el espectro de RMN ^1H , encontrando generalmente grasas comunes, por lo que no se continuó el análisis.

Tabla 4. Extractos primero y tercero de hojas de *S. aschenbornniaus* Schauer, obtenidos con metanol.

Disolvente	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	3
Hex: Acetona	80:20	4
Hex: Acetona	60:40	4
Hex: Acetona	40:60	3
Hex:Acetona	20:80	4
Acetona	100	15
Acetona: Metanol	90:10	10
Acetona: Metanol	80:20	10
Acetona: Metanol	60:40	10
Acetona: Metanol	40:60	10
Acetona: Metanol	20:80	10
Acetona: Metanol	10:90	10
Metanol	100	11

5.1.5. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE HEXANO DE FLOR *DE Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 90.6 g de flor seca de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. La muestra se colocó a reflujo con hexano en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de hexano. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo en el primer extracto 1.1 g de un aceite denso de color amarillo oscuro de consistencia viscosa, del segundo 0.4 g y del tercer 0.3 g, todos de las mismas características.

El total del aceite fue 1.8 g que se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 6.

En algunas de las fracciones se determinó el espectro de RMN ^1H , encontrando generalmente grasas por lo que no se continuó el análisis.

5.1.6. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE FLOR *DE Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 90.6 g de flor seca de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. La muestra se colocó a reflujo con acetato de etilo en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de acetato de etilo. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo en el primer extracto 1.7 g de un aceite denso color amarillo oscuro de consistencia viscosa, del segundo 1.2 g y del tercer 0.9 g, todos de las mismas características.

El total del aceite fue 3.8 g que se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 6.

De las fracciones del extracto de acetato de etilo se escogieron las que se ven mejor por placa y se realizó una nueva separación por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 5; a las fracciones 16 y 19 se les determinó espectro de RMN ^1H , a las que corresponden las Figuras 9 y 10; sin embargo, aunque los espectros parecen interesantes, debido a la pequeña cantidad de muestra no se pudieron purificar las sustancias; en el espectro de la fracción 16 además de señales metilo se observan en 4 ppm señales de hidrógeno bases de OH, lo que indica que puede ser algún terpeno oxigenado.

En el espectro de la fracción 19, además de metilos y metilenos, se observa una señal de hidrógeno base de OH y da señales en 5.8 ppm de doble enlace de C-C.

Tabla 5. Resultados de la segunda cromatografía de las fracciones del extracto de acetato de etilo de la flor de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Disolvente	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	3
Hex: AcOEt	80:20	8
Hex: AcOEt	70:30	13
Hex: AcOEt	60:40	15
Hex: AcOEt	20:80	9
AcOEt	100	10

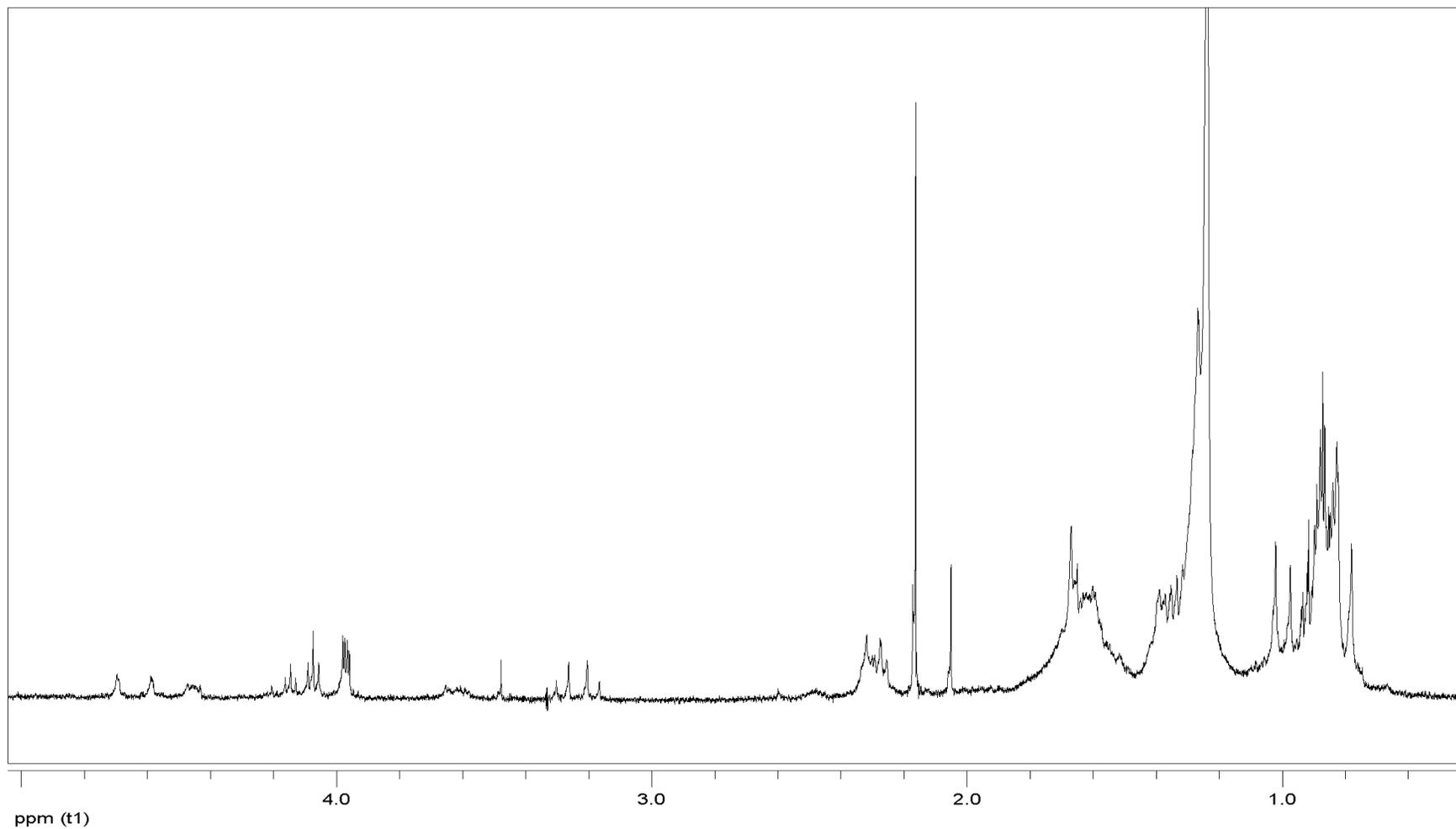


Figura 9. Espectro de RMN de ¹H (400 MHz) en CDCl₃ de la fracción 16 de acetato de etilo de *Senecio aschenborniaus* Schauer.

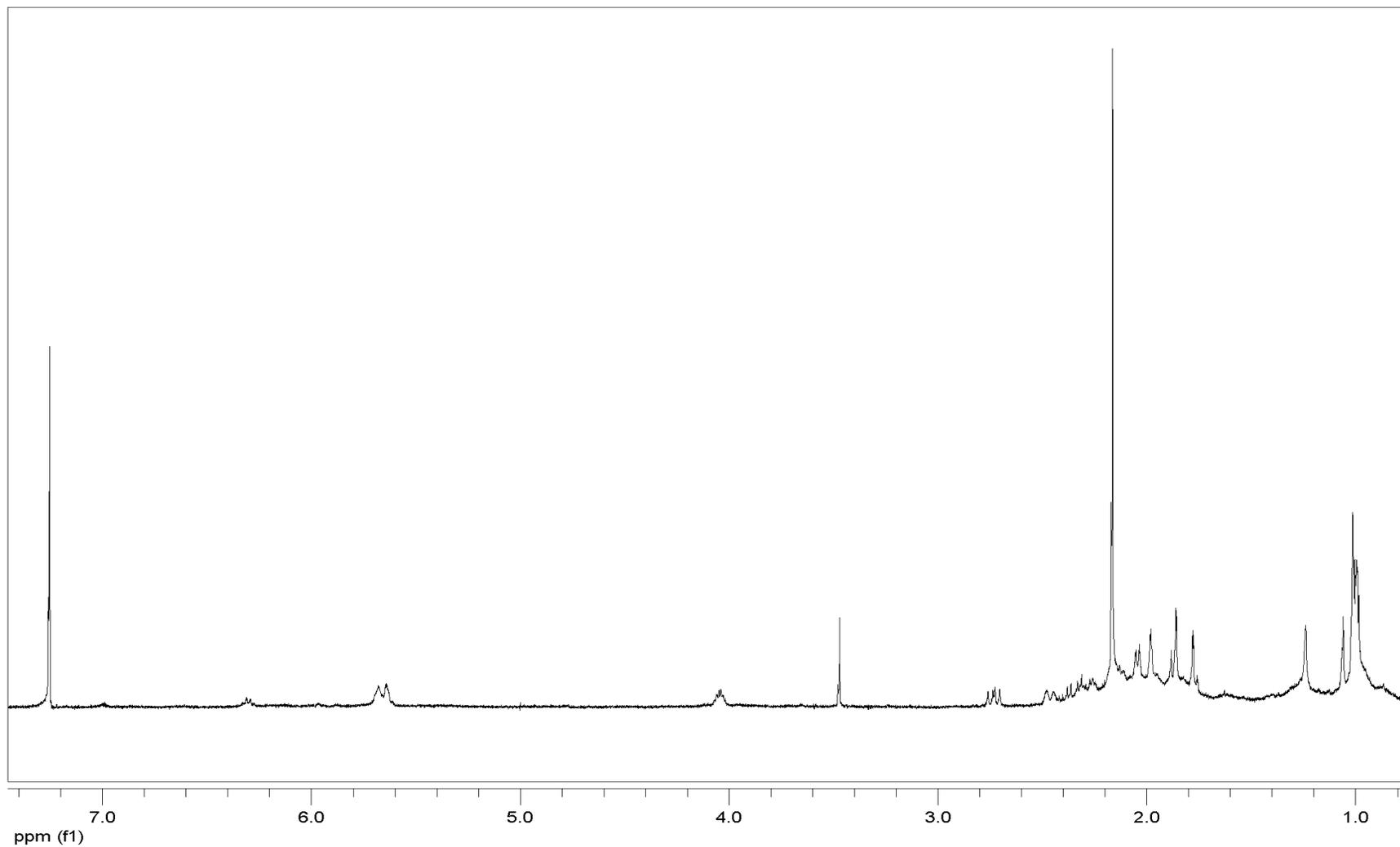


Figura 10. Espectro de RMN de ¹H (400 MHz) en CDCl₃ de la fracción 19 de acetato de etilo de *Senecio aschenbornniaus* Schauer.

5.1.7. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE LA FLOR DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 90.6 g de flor seca de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. La muestra se colocó a reflujo con metanol en un matr az balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de metanol. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo del primer extracto 4.4 g de aceite denso color amarillo oscuro de consistencia viscosa, del segundo 1.8 g y del tercer 0.7 g, todos de las mismas características.

El total del aceite fue 6.9 g que se somet  a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Extractos de hexano, Acetato de etilo y metanol de flor de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas extracto de hexano	Número de fracciones obtenidas extracto de AcOEt	Número de fracciones obtenidas extracto de metanol
Hex	100	10	10	4
Hex:AcOEt	90:10	10	--	--
Hex:AcOEt	80:20	10	11	--
Hex:AcOEt	70:30	--	10	--
Hex:AcOEt	60:40	11	--	--
Hex:AcOEt	50:50	10	11	10
Hex:AcOEt	40:60	10	--	--
Hex:AcOEt	30:70	--	10	--
Hex:AcOEt	20:80	10	--	10
Hex:AcOEt	10:90	--	--	--
AcOEt	100	10	10	10
AcOEt: Metanol	80:20	10	10	64
AcOEt: Metanol	70:30	--	--	33
AcOEt: Metanol	60:40	10	12	12
AcOEt: Metanol	50:50	10	--	--
AcOEt: Metanol	40:60	10	10	19
AcOEt: Metanol	20:80	--	10	--
Metanol	100	5	4	10

Nota: (--) significa que no se obtuvieron fracciones con esa polaridad.

Las fracciones de la 8 a la 30 de metanol se separaron nuevamente por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultado de la segunda cromatografía de las fracciones 8 a la 30 de flor de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	5
Hex: Clorformo	50:50	3
Hex:AcOEt	50:50	5
AcOEt	100	14
AcOEt: Metanol	90:10	10
AcOEt: Metanol	80:20	23
AcOEt: Metanol	70:30	22
AcOEt: Metanol	60:40	13
AcOEt: Metanol	40:60	22
AcOEt: Metanol	20:80	12
Metanol	100	5
Metanol: Agua	90:10	5

Por medio de cromatografía en placa se observó que son fracciones definidas, de las que es posible separar algún componente, excepto de la fracciones 7 y 8 en las que aparecen cristales que en el espectro de RMN ^1H no producen señales, lo que indica que pueden ser sales inorgánicas.

5.1.8. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE HEXANO DEL TALLO *DE Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 182.7 g de tallo seco de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. La muestra se colocó a reflujo con hexano en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de hexano. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo del primer extracto 0.5 g de un aceite denso color café oscuro de consistencia viscosa, del segundo extracto 0.4 g y del tercer 0.2 g, todos de las mismas características.

El total del aceite fue 1.2 g que se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Extractos de Hexano, Acetato de etilo y metanol de tallo de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas de extracto de hexano	Número de fracciones obtenidas de extracto de acetato de etilo	Número de fracciones obtenidas de extracto de metanol
Hex	100	10	10	4
Hex:AcOEt	80:20	11	11	--
Hex:AcOEt	70:30	33	10	10
Hex:AcOEt	60:40	21	--	--
Hex:AcOEt	50:50	--	11	10
Hex:AcOEt	40:60	20	--	--
Hex:AcOEt	30:70	--	10	10
Hex:AcOEt	20:80	10	--	--
Hex:AcOEt	10:90	--	--	19
AcOEt	100	10	10	10
AcOEt:Metanol	90:10	--	10	10
AcOEt: Metanol	80:20	--	--	--
AcOEt: Metanol	70:30	--	--	--
AcOEt: Metanol	60:40	--	12	39
AcOEt: Metanol	40:60	--	10	--
AcOEt: Metanol	20:80	--	10	25
Metanol	100	--	4	11

Nota: (--) significa que no se obtuvieron fracciones con esa polaridad.

De la polaridad 70:30 hexano: acetato de etilo de la fracción 6, se obtuvo lo que se muestra en la Figura 11; debido a la poca cantidad de muestra no se continuó el análisis; el espectro tiene mucha similitud con el de la Figura 10.

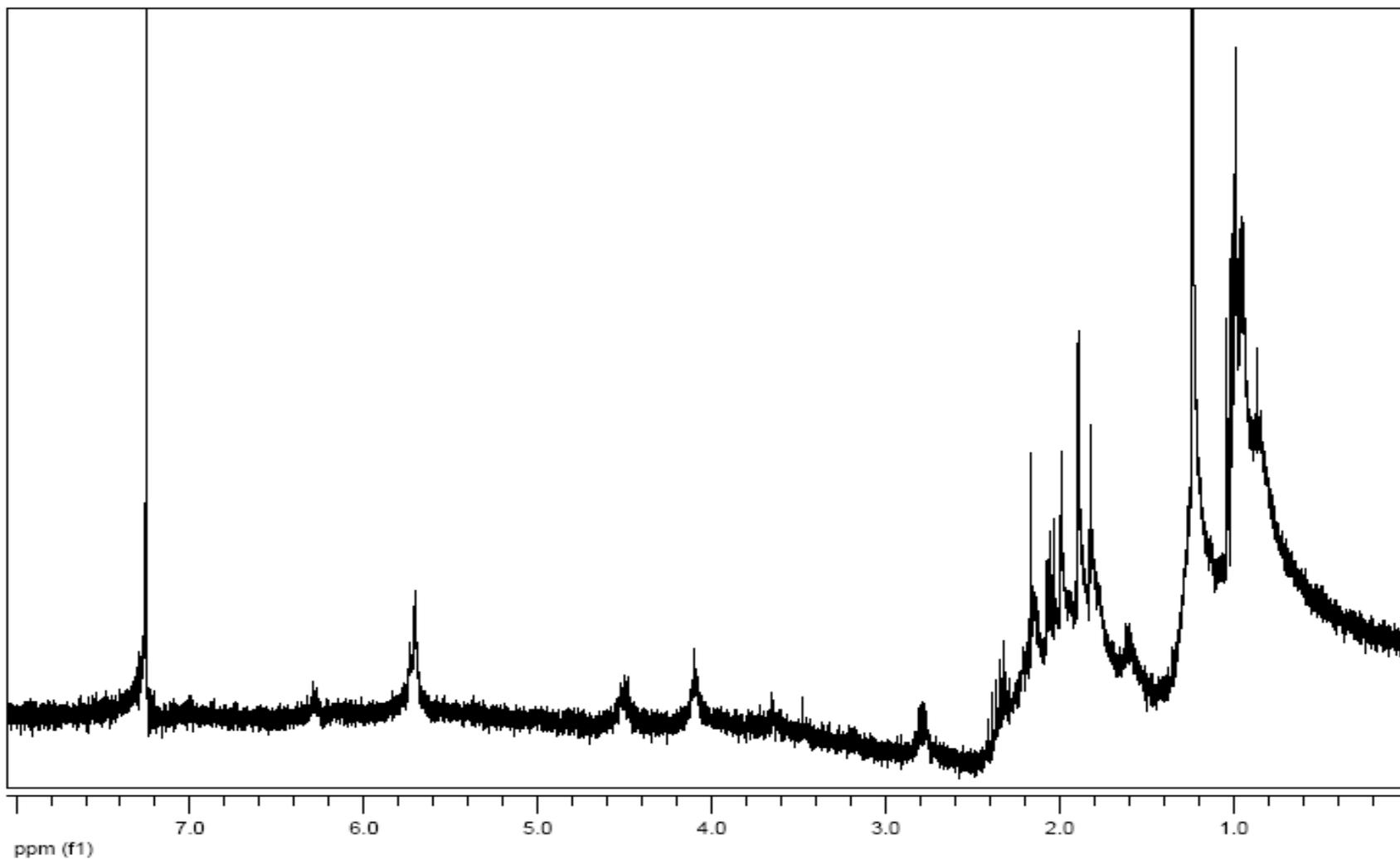


Figura 11. Espectro de RMN de ^1H (400 MHz) en CDCl_3 de la fracción de tallo hexano de *Senecio aschenbornia* Schauer.

5.1.9. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DEL TALLO *DE Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 182.7 g de tallo seco de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. La muestra se colocó a reflujo con acetato de etilo en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de acetato de etilo. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo del primer extracto 2.1 g de un aceite denso color café oscuro de consistencia viscosa, del segundo 0.5 g y del tercero 0.4 g, todos de las mismas características.

El extracto uno se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 8.

5.1.10. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DEL TALLO *DE Senecio aschenbornniaus* Schauer.

Se utilizaron 182.7 g de tallo seco de *Senecio aschenbornniaus* Schauer. La muestra se colocó a reflujo con metanol en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con dos litros de metanol. Posteriormente el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniendo del primer extracto 2.1 g de un aceite denso color café oscuro de consistencia viscosa, del segundo 0.5 g y del tercer 0.4 g, todos de las mismas características.

El primer extracto se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 8.

Posteriormente se realizó otra columna mezclando los extractos segundo y tercero, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 9; la diferencia fue que hubo que cambiar de mezcla de disolvente, ya que por cromatografía en placa se observó una mejor separación usando acetona.

Tabla 9. Extractos de metanol segundo y tercero de tallo de *S.aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	3
Hex:Acetona	80:20	4
Hex:Acetona	60:40	4
Hex:Acetona	40:60	4
Hex:Acetona	20:80	3
Acetona	100	16
Acetona: Metanol	90:10	20
Acetona: Metanol	70:30	10
Acetona: Metanol	40:60	10
Acetona: Metanol	20:80	10
Metanol	100	5

Las fracciones 10:90 hexano: acetato de etilo de la Tabla 7 se separaron nuevamente por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de la separación por cromatografía de la fracción 10:90 hexano: acetato de etilo de tallo de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	4
Hex:AcOEt	90:10	6
Hex:AcOEt	80:20	15
Hex:AcOEt	60:40	10
Hex:AcOEt	40:60	10
Hex:AcOEt	20:80	10
AcOEt	100	5
Metanol	100	5

Las fracciones 6:4 de hexano: acetato de etilo de la Tabla 10 se separaron nuevamente por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la separación por cromatografía de la fracción 60:40 hexano: acetato de etilo de tallo de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	3
Hex: AcOEt	60:40	4
Hex: AcOEt	70:30	4
Hex: AcOEt	50:50	3
Hex: AcOEt	40:60	5
Hex: AcOEt	30:70	5
AcOEt	100	5
AcOEt: Metanol	80:20	9
AcOEt: Metanol	60:40	10
AcOEt: Metanol	20:80	10
Metanol	100	5

Las fracciones metanol de la Tabla 11 se separaron nuevamente por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de la separación por cromatografía de la fracción de metanol de tallo de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	5
Hex: AcOEt	80:20	5
Hex: AcOEt	60:40	5
Hex: AcOEt	50:50	4
Hex: AcOEt	30:70	5
AcOEt	100	5
AcOEt: Metanol	80:20	9
AcOEt: Metanol	60:40	10
AcOEt: Metanol	20:80	10
Metanol	100	5

Las fracciones de acetato de etilo: metanol 60:40 de la Tabla 12 se separaron nuevamente por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados de la separación por cromatografía de las fracciones acetato de etilo: metanol 60:40 de tallo de *S. aschenbornniaus* Schauer.

Mezcla	Polaridad	Número de fracciones obtenidas
Hex	100	5
Hex: AcOEt	50:50	5
Hex: AcOEt	10:90	5
AcOEt	100	5
AcOEt: Metanol	90:10	10
AcOEt: Metanol	70:30	10
AcOEt: Metanol	50:50	10
AcOEt: Metanol	30:70	9
Metanol	100	5

De la fracción 3 de metanol de ésta cromatografía se obtuvo una mezcla de azúcares, como se observa en el espectro (ver Figura 12).

De la Tabla 9 se escogió la fracción 24 de acetona y se determinó el espectro de RMN de ^1H que se muestra en la Figura 13, observándose un compuesto de apariencia triterpénica con dos grupos metoxidos.

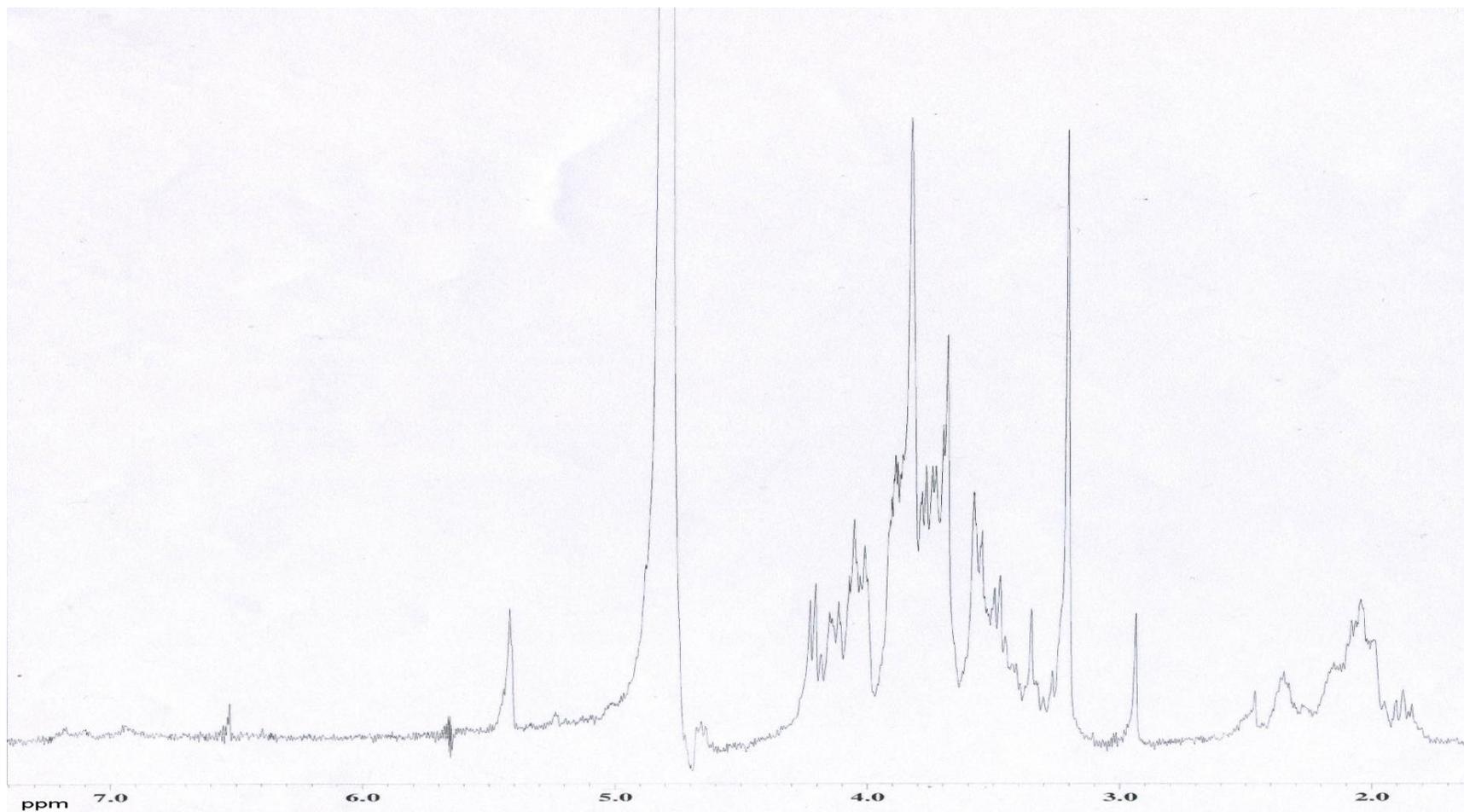


Figura 12. Espectro de RMN de ¹H (400 MHz) en D₂O de la fracción 3 de tallo metanol de *Senecio aschenbornniaus* Schauer.

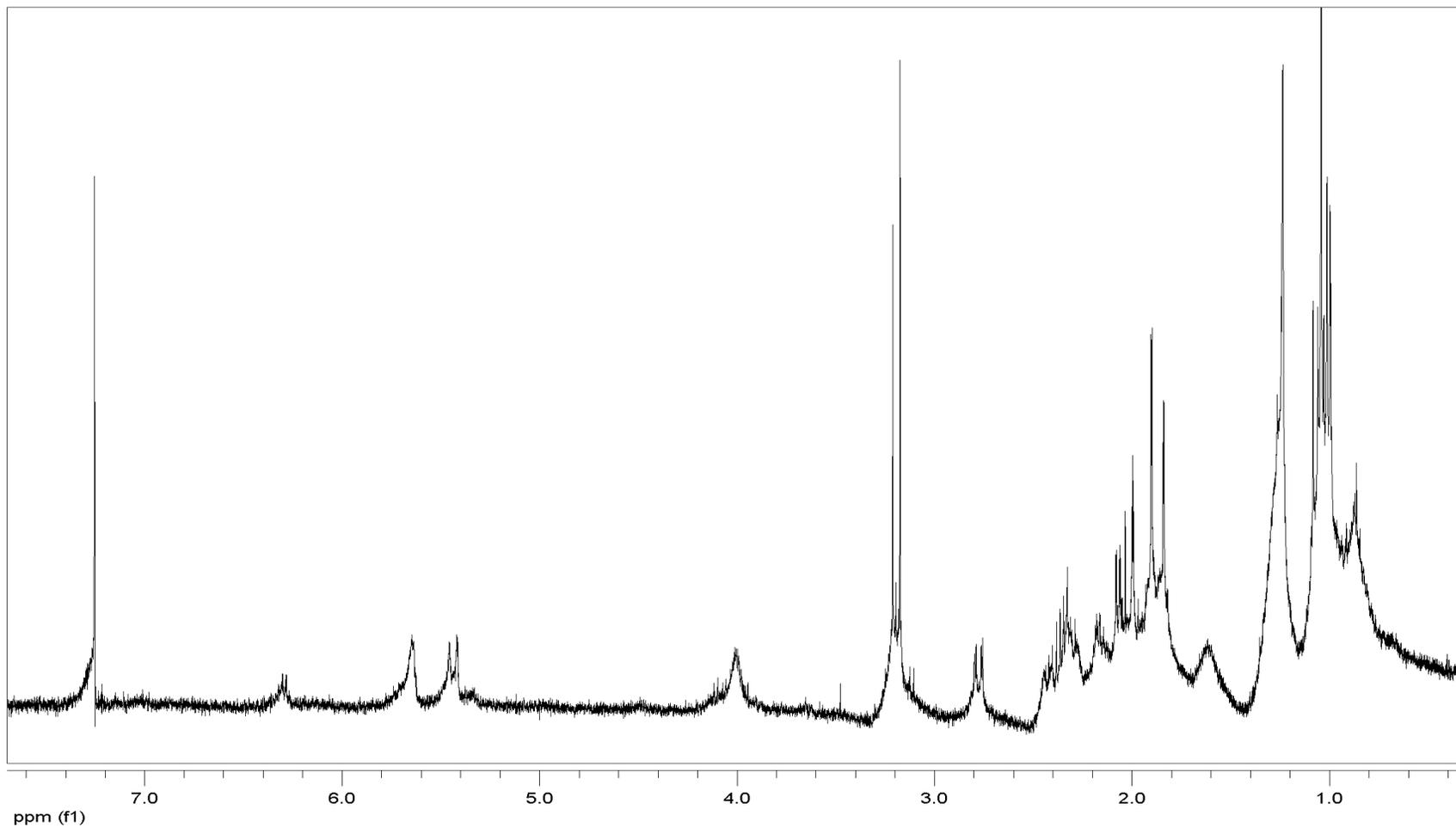


Figura 13. Espectro de RMN de ¹H (400 MHz) en CDCl₃ de la fracción 24 de acetona de *Senecio aschenborniaus* Schauer.

5.2. DESCRIPCIÓN DE *Gnaphalium attenuatum* DC.

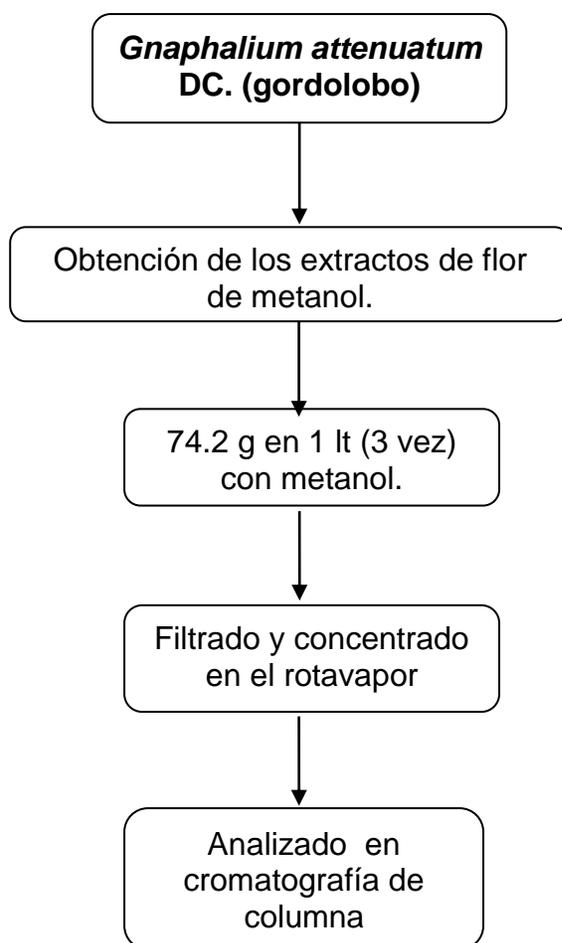
Es una planta alta, bianual, con una roseta y un largo tallo de hasta 2 m de altura, rematado en una llamativa espiga de flores amarillas. Las hojas son alternas a todo lo largo del tallo, alargadas, vellosas y sésiles.



Figura 14. *Gnaphalium attenuatum* DC.

5.2.1. OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS DE *Gnaphalium attenuatum* DC.

La flor de *Gnaphalium attenuatum* DC. se sometió a tres extracciones de metanol como se muestra en el Esquema 3, se realizaron a reflujo en un matraz balón y mantilla de calentamiento, el tiempo promedio de duración de cada extracción fue de 2 h.



Esquema 3. Obtención de extractos de *Gnaphalium attenuatum* DC.

5.2.2. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE FLOR DE *Gnaphalium attenuatum* DC.

Se utilizaron 30 g de flor seca de *Gnaphalium attenuatum* DC. La muestra se colocó a reflujo con metanol en un matraz balón de 3 lt durante 2 h, con 2 lt de metanol. Posteriormente el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor un aceite denso color verde oscuro de consistencia pastosa.

Se mezclaron los extractos de los que se obtuvieron 7.9 g, los cuales se sometieron a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Extracto de metanol de flor de *G. attenuatum* DC.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	5
Hex:AcOEt	80:20	8
Hex:AcOEt	60:40	8
Hex:AcOEt	40:60	8
Hex:AcOEt	20:80	8
AcOEt	100	7
AcOEt: Metanol	80:20	8
AcOEt: Metanol	60:40	8
AcOEt: Metanol	40:60	8
AcOEt: Metanol	20:80	8
Metanol	100	4

De las fracciones anteriores se juntaron de la 6 a la 25 denominada C2 y de la 39 a la 75 denominada C3.

De la columna de C2 se obtuvieron las fracciones que se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Resultados de la separación por cromatografía de C2 de flor de *G. attenuatum* DC.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	3
Hex:AcOEt	80:20	6
Hex:AcOEt	70:30	6
Hex:AcOEt	60:40	5
Hex:AcOEt	40:60	7
AcOEt	100	6
Metanol	100	2

A la fracción 80:20 hexano: acetato de etilo se le determinó el espectro de RMN de ^1H (ver Figura 15), donde se observa a campo alto señales de compuestos con hidroxilos y también señales dobles en la región 2-2.2 ppm; hasta la fecha no se tiene la estructura propuesta debido a que la muestra es poca.

De las fracciones anteriores se juntaron las siguientes: 1-5, 9-17,18-24, 25-30 y 31-37. La fracción de 9-17 se purificó obteniendo las fracciones que se muestran en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados de la separación por cromatografía de C2:1 de flor de *G. attenuatum* DC.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	3
Hex:AcOEt	90:10	6
Hex:AcOEt	80:20	7
Hex:AcOEt	60:40	6
Hex:AcOEt	40:60	5
AcOEt	100	4
Metanol	100	2

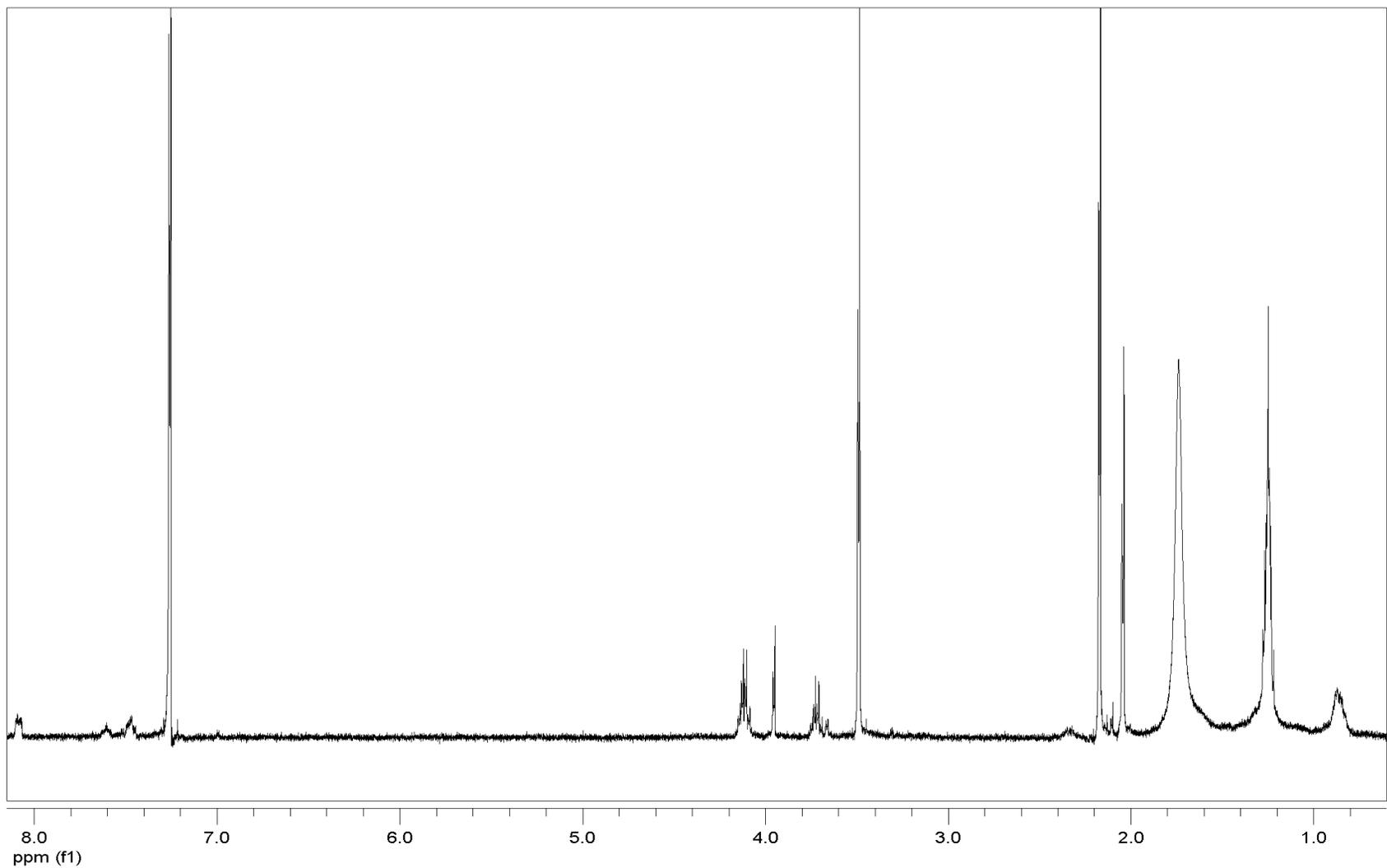


Figura 15. Espectro de RMN de ¹H (400 MHz) en CDCl₃ de la fracción flor metanol de *Gnaphalium attenuatum* DC.

De la columna denominada C3 se obtuvieron las fracciones que se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17. Resultados de la separación por cromatografía de C3 de flor de *G. attenuatum* DC.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	7
Hex:AcOEt	80:20	13
Hex:AcOEt	60:40	10
Hex:AcOEt	40:60	9
Hex:AcOEt	20:80	6
AcOEt	100	4
AcOEt: Metanol	80:20	4
AcOEt: Metanol	60:40	7
AcOEt: Metanol	40:60	10
AcOEt: Metanol	20:80	4
Metanol	100	2

5.3. DESCRIPCIÓN DE *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

Phoradendron velutinum (DC) Nutt. llamado comúnmente muérdago: planta leñosa, de color verde amarillento; las ramas con hojas lanceoladas, coriáceas; las flores del mismo color que la planta, dispuestas en grupos de pocas flores; el fruto es casi globoso de color blanco. Es una planta parásita de varios tipos de árboles, inclusive los que crecen en las ciudades se ven amenazados por esta planta parásita; de hecho han existido programas que ayudan a eliminarla y proteger a la flora, como son los pinos, abies, capulines, etc. [15].

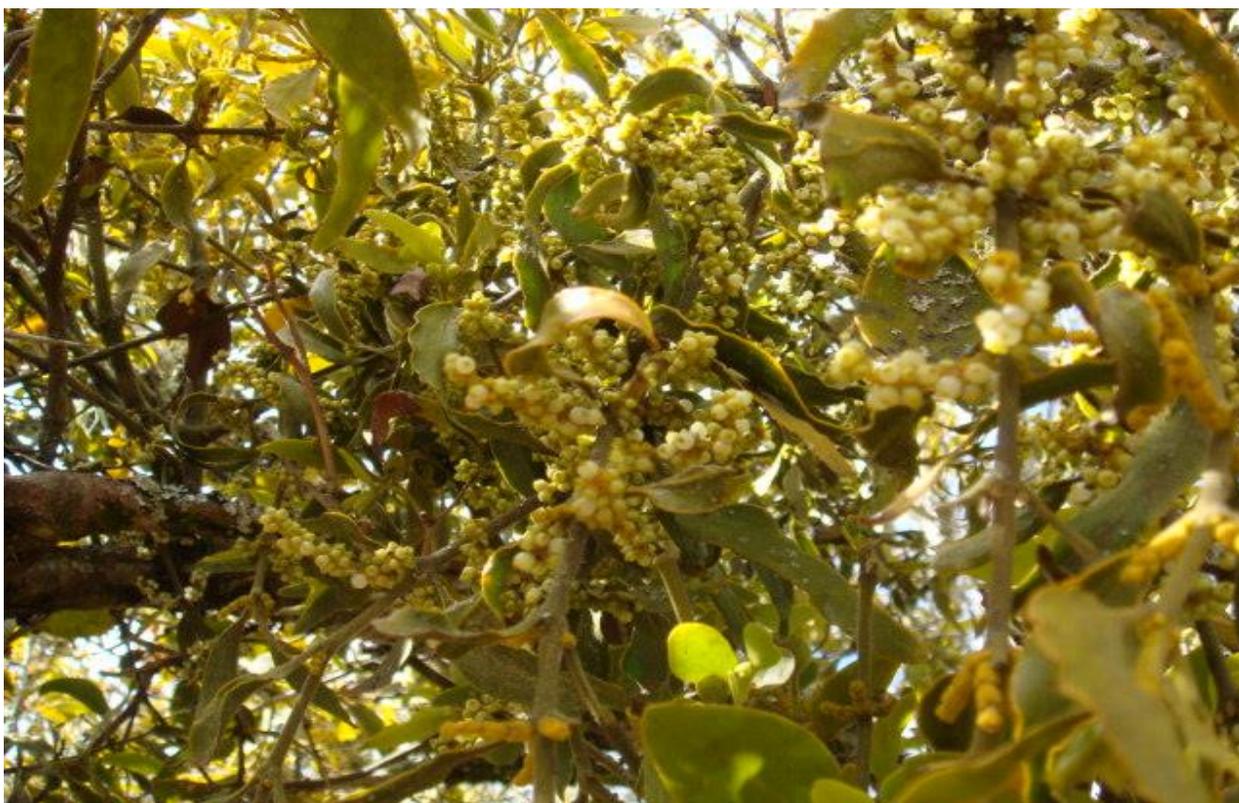


Figura 16. Fruto de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

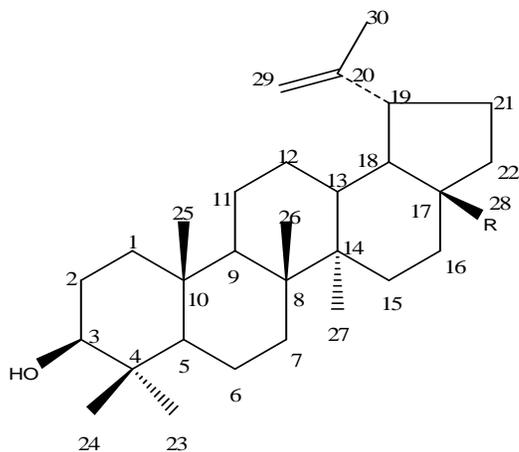


Figura 17. *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

La planta estudiada en este trabajo se colectó en las inmediaciones de la ciudad de Pachuca, Hidalgo. Siendo parásita de una especie de capulín, el interés surgió debido a la importancia que tiene este tipo de plantas en el tratamiento de enfermedades como el cáncer, de hecho se usa en Chile como coadyuvante en la quimioterapia, radioterapia y cirugía oncológica. Otro género también de planta hemiparasitaria y conocida con el mismo nombre común como “Muérdago” crece en México, como es el caso de *Cladocoleala* la cual parasita las plantas del género *Salix* a gran escala en el área urbana [5].

Por su parte, la planta *Viscum album* se utiliza en Europa para el tratamiento de epilepsia, la infertilidad y la debilidad, pero su uso más reconocido es para el sistema cardiovascular y la presión arterial [5]. Esta planta también parásita es muy parecida a *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

Otro género hemiparasitario de Sudamérica es la *Ligaria* que se utiliza en Argentina como antihipertensivo y antineoplásico; la planta *Ligaria cuneifolia* fue estudiada con fines medicinales, encontrándose la betulina y el ácido betulínico (ver Figura 18) [5].



R1=CH₂OH, Betulina
 R2=CO OH, Ácido Betulínico

Figura 18. Betulina y ácido betulínico

Viscum album también es conocida por su actividad insecticida, lo que actualmente tiene relevancia debido a que los últimos 50 años los insecticidas principales eran sintéticos, los cuales se consideran tóxicos y dejan residuos en los productos alimenticios [16].

Las plantas del género *Viscum* se consideran de la familia *Viscaceae*, aunque a veces de la *Loranthaceae*, ambas tienen diferencias anatómicas, embriológicas y cromosomales, la diferencia práctica es que las flores en *Viscaceae* son pequeñas y en *Loranthaceae* son grandes; la primera crece en zonas templadas y tropicales del hemisferio norte y la *loranthaceae* son generalmente tropicales, ambas también crecen en México [13].

Del género *Viscum* la especie *album* es la más estudiada tanto por sus propiedades medicinales como por las sustancias que contiene, en Europa se le conoce comúnmente como Mistletoe y se sabe que produce estimulación en la producción de citocina como coadyuvante [13].

De *Viscum album* se han aislado sustancias como derivados del farneseno, en las fracciones volátiles del Mistletoe que crece en los árboles de manzana [17].

Del género *Viscum* también se han encontrado terpenos tipo flavonoides, por ejemplo de *Viscum alniformosanae* se encontró en el extracto etanólico glucósidos derivados de flavanona 19a (ver Figura 19) y flavonol 19b (ver Figura 19). Dicha planta es usada en Taiwán para la artritis y la hipertensión [18].

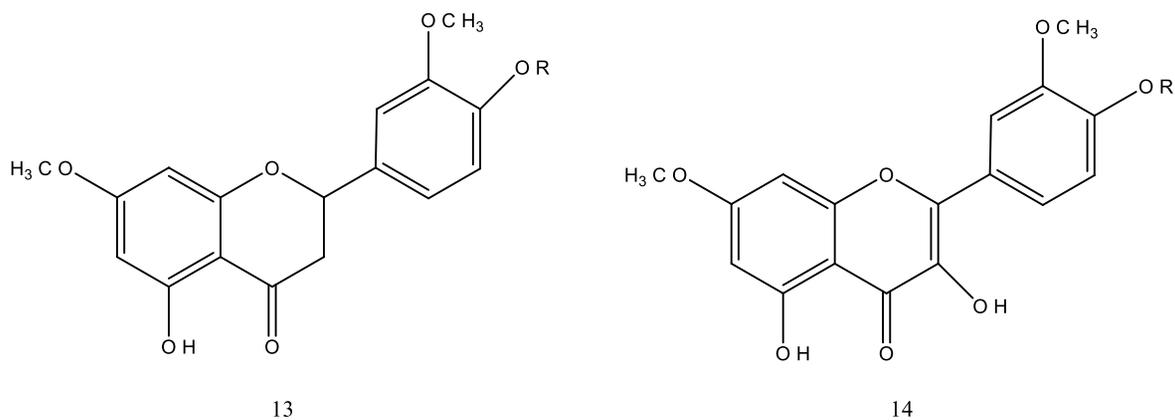


Figura 19. Ejemplos de flavonoides de *Viscum*

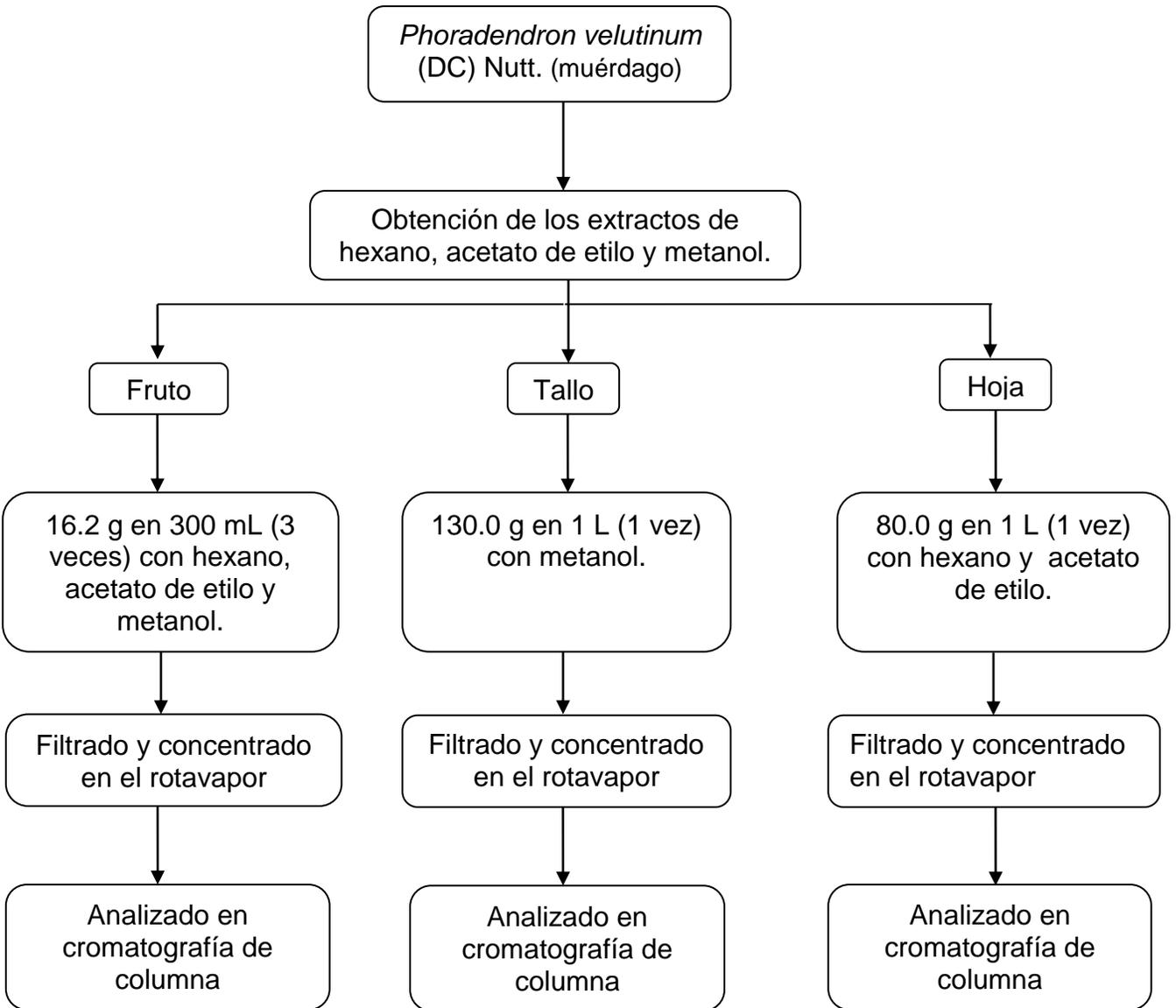
También de *Viscum anguatum* se han encontrado flavonoides con el esqueleto de la flavanona y flavonol [19]. Cabe mencionar que los flavonoides se encuentran ampliamente distribuidos en la planta y son importantes debido a la gran variedad de sus usos farmacológicos, principalmente como antioxidantes [20].

La planta presentada en este trabajo parasita a una especie de capulín y revisando la literatura se encontró que los flavonoides son comunes en la planta de capulín conocido como *Prunus mume*, donde se encontró mumenina, naringenina, prunina, catequina y epicatequina [21]. De *Prunus cerasoids* también se han encontrado flavonoides como prunetina, genkwanina y genisteina [18].

5.3.1. OBTENCIÓN DE LOS EXTRACTOS DE *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

La planta *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. se sometió a diferentes extracciones como se muestra en el Esquema 4, se realizó a reflujo en un matraz balón y mantilla de calentamiento, el tiempo promedio de duración en cada extracción fue 2 h.

Del fruto de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. se realizaron tres extracciones con hexano, tres de acetato de etilo y por último tres de metanol. Del tallo se realizó una extracción de metanol, por último de la hoja se realizó una extracción con hexano y acetato de etilo, como se observa en el Esquema 4.



Esquema 4. Obtención de los extractos de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

5.3.2. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE FRUTO DE *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

Se utilizaron 16.2 g de fruto seco de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. La muestra se colocó a reflujo con acetato de etilo en un matraz balón de 500 mL donde permaneció durante 2 h, con 300 mL de acetato de etilo, esta operación se realizó 3 veces. Posteriormente el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor, obteniéndose un aceite denso de color verde oscuro y de consistencia pastosa.

Se mezclaron los extractos que fueron sometidos a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Extracto de acetato de etilo de fruto de *P. velutinum* (DC) Nutt.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	4
Hex:AcOEt	60:40	3
Hex:AcOEt	40:60	5
Hex:AcOEt	20:80	6
AcOEt	100	4
AcOEt: Metanol	50:50	7
Metanol	100	10

De las anteriores, se mezclaron las fracciones hexano acetato y se sometieron a una nueva separación por cromatografía, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Resultados de la separación por cromatografía del extracto de acetato de etilo de fruto de *P. velutinum* (DC) Nutt.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	5
Hex:AcOEt	90:10	12
Hex:AcOEt	70:30	17
Hex:AcOEt	75:25	10
Hex:AcOEt	60:40	10
Hex:AcOEt	10:90	9
AcOEt	100	4
Metanol	100	2

A la fracción 70:30 hexano: acetato de etilo se le determinó el espectro de RMN ^{13}C Figura 20, 20a, 20b, 20c y ^1H Figura 21.

La sustancia extraída fue un sólido cristalino transparente y en el espectro se observaron señales en los aromáticos y señales dobles con desplazamiento de un protón, pero también otra en 5.98 ppm que integró para un protón, además de una señal simple en 9.62 y otra en 12.4 ppm que se ve en el espectro del extracto de la Figura 23.

Aparecen otras señales a campo alto que no corresponden al mismo compuesto, ya que al determinar la otra fracción se observa un cambio en la integral relativa; al revisar la literatura correspondiente a flavonoides se encontró que dichas señales corresponden a la naringenina, compuesto que ya ha sido aislado de otras plantas, dato que se compara con el espectro de RMN de ^1H y ^{13}C , tal como se observa en las Tablas 20 y 21. A la fracción 19 se le midió el p.f., resultando en un rango de 175 – 184 °C, aunque debe recalarse que este pico

aparece en el compuesto como un contaminante que da una señal cuádruple en 4.4 ppm y una señal doble en 3.17.

En otra fracción posterior de la misma polaridad 70:30 se obtuvo otro compuesto como sólido blanco, al cual se le midió el p.f. dando un rango de 90 – 105 °C y se determinó el espectro de RMN ¹H (ver Figura 22), produciendo señales características de un triterpeno, ya que aparecen a campo alto seis señales que coinciden con siete metilos, cuando se comparan éstos con datos espectroscópicos de un derivado del ácido oleanólico (ver Tablas 22-23).

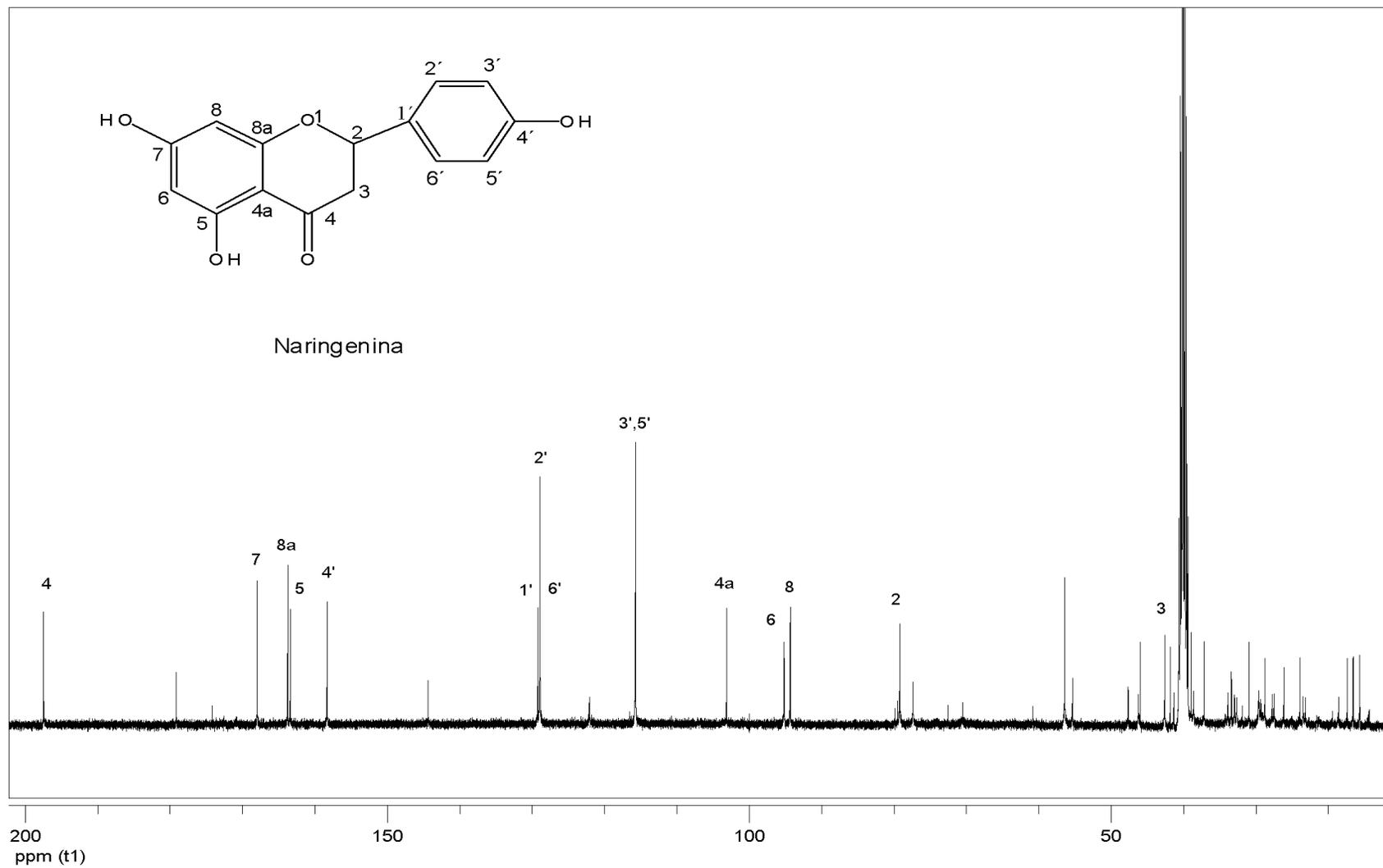


Figura 20. Espectro de RMN de ¹³C (100 MHz) en DMSO-d₆ de naringenina de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

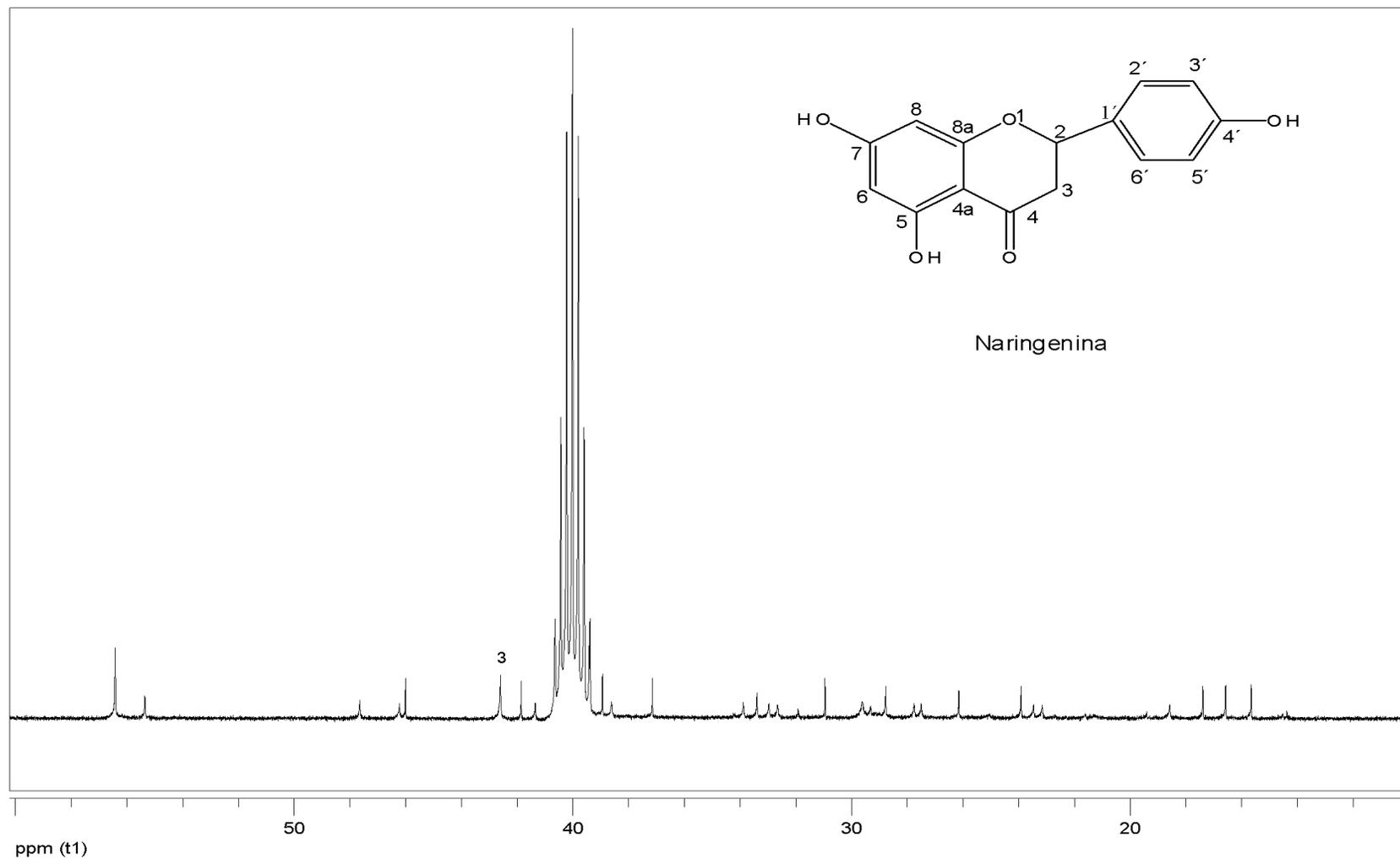


Figura 20a. Ampliación de espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en $\text{DMSO-}d_6$ de naringenina de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

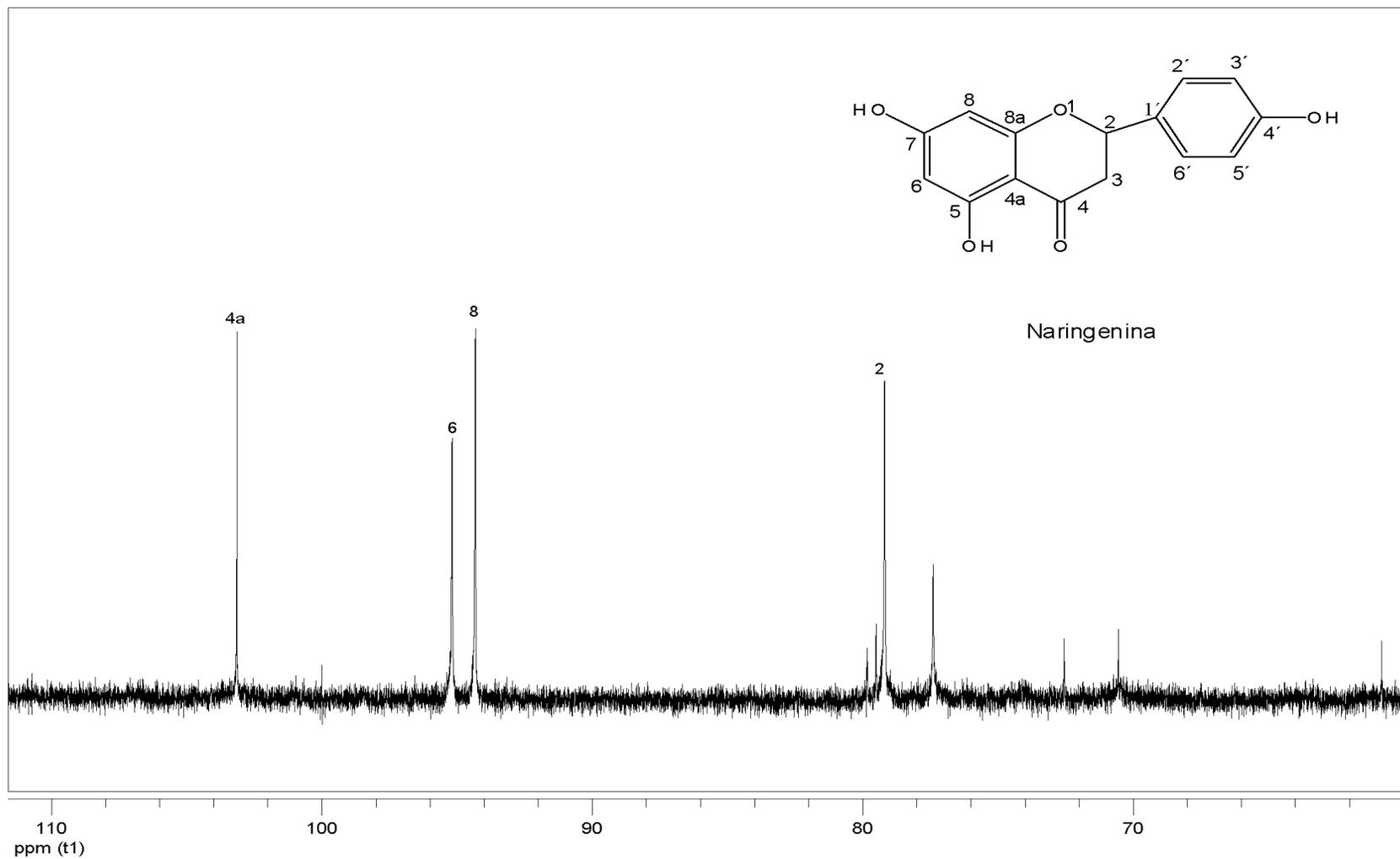


Figura 20b. Ampliación de espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en $\text{DMSO-}d_6$ de naringenina de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

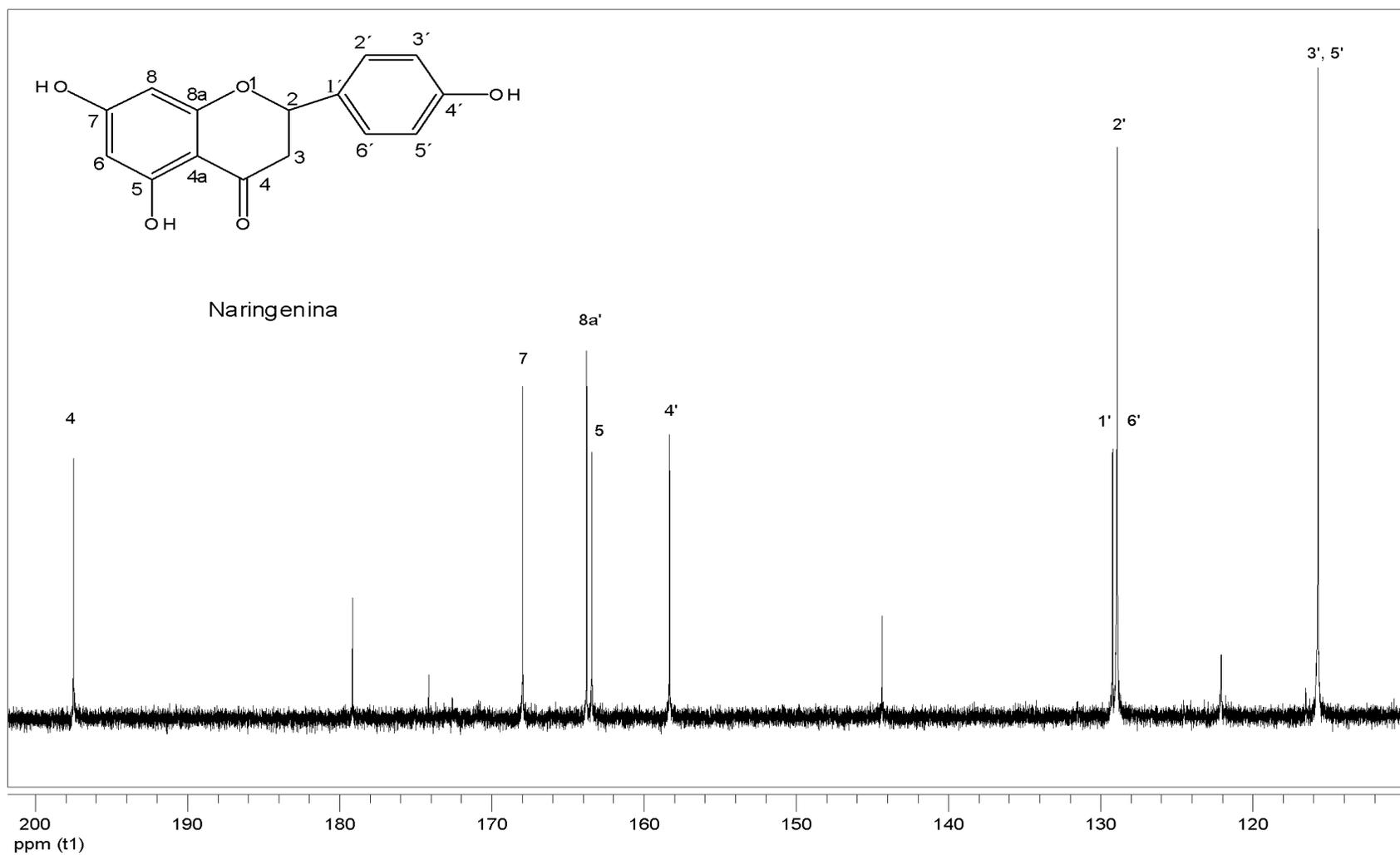


Figura 20c. Ampliación de espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en $\text{DMSO-}d_6$ de naringenina de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

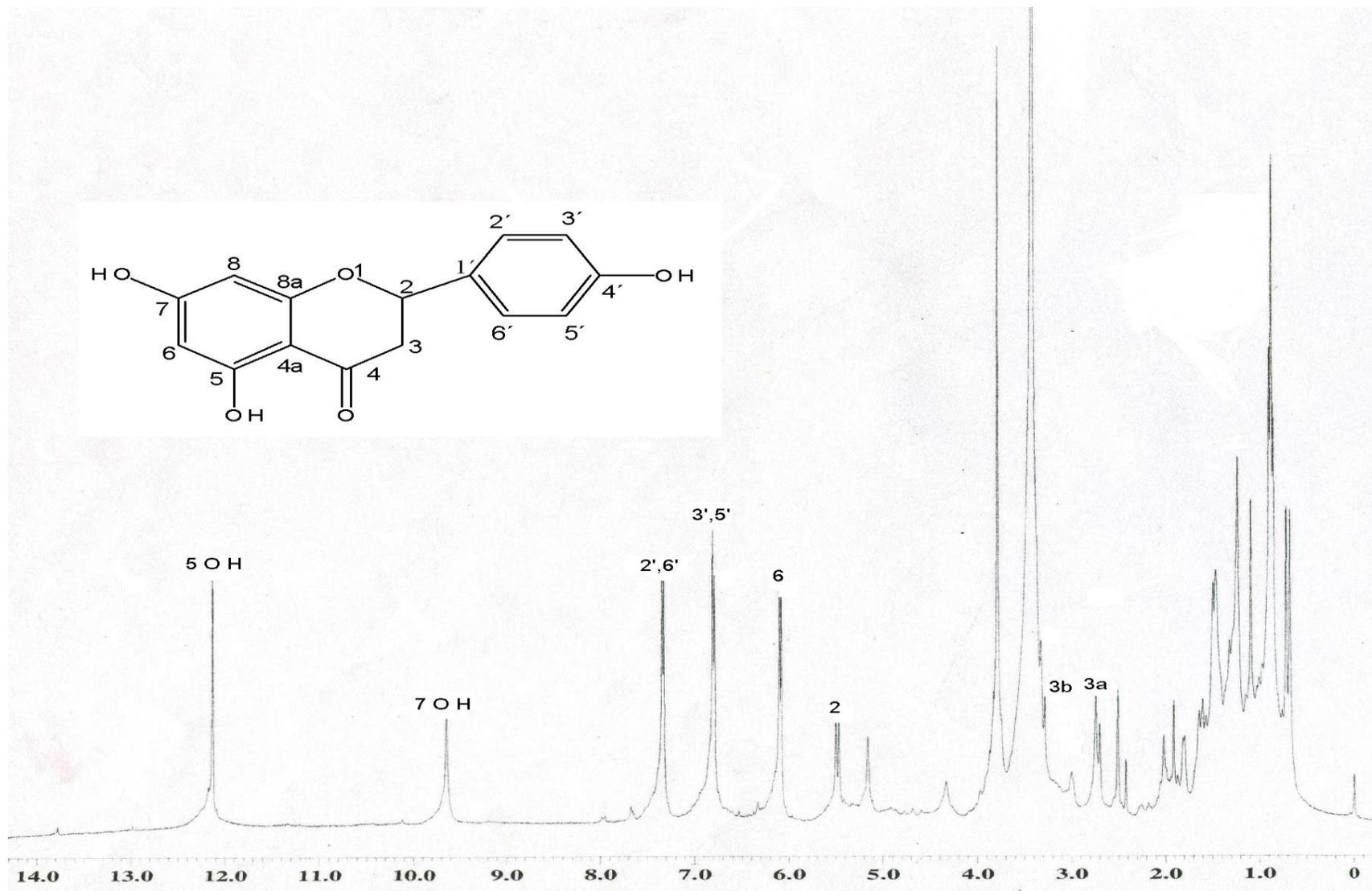
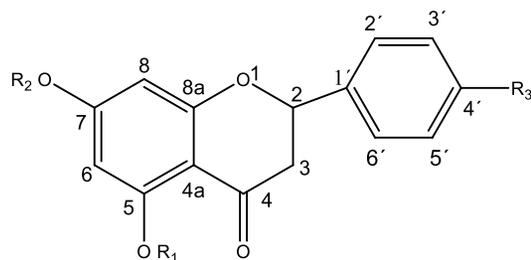


Figura 21. Espectro de RMN de ¹H (100 MHz) en DMSO-d₆ de naringenina de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

Tabla 20. Datos de RMN de ^1H (400 MHz) para el compuesto naringenina, δ en ppm, disolvente $\text{DMSO-}d_6$.

HIDROGENO	Naringenina <i>Phoradendron</i> (DC) Nutt.	de <i>velutinum</i>	Naringenina [22]	Pinocembrin [20]	Gli-naringenina [19]
2	5.5		5.43 dd	5.40 dd	6.15 dd
3 ^a	2.74		2.69 dd	2.79 dd	2.70 dd
3b	3.31		3.26 dd	3.05 dd	3.30 dd
6	6.09		5.90 s	6.00 s	6.40 s
5OH	12.1		----	----	--
7OH	9.64		----	--	--
8	--		5.90 d	6.00 s	6.78 d
2'	7.32		7.32 d		7.65 d
3'	6.79		6.81 d	7.42 (M)	6.83 d
5'	6.79		6.81 d		6.83 d
6'	7.32		7.32 d		7.65 d



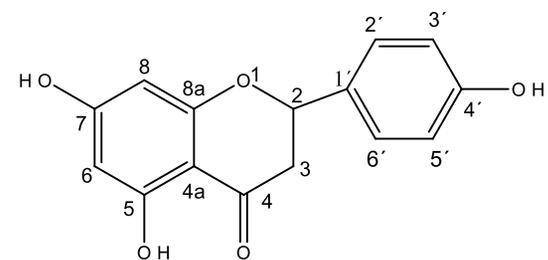
Naringenina $\text{R}_1=\text{R}_2=\text{H}$, $\text{R}_3=\text{OH}$

Pinocembrin $\text{R}_1=\text{R}_2=\text{H}$, $\text{R}_3=\text{H}$

Gli-naringenina $\text{R}_1=\text{Me}$, $\text{R}_2=\text{gli}$, $\text{R}_3=\text{OH}$

Tabla 21. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto naringenina, δ en ppm, disolvente $\text{DMSO-}d_6$.

CARBONO	Naringenina de <i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt.	Naringenina[22]
2	79.1	78.4
3	42.5	41.95
4	197.5	196.3
4 ^a	103.1	101.75
5	163.4	163.4
6	95.1	95.7
7	167.9	166.6
8	94.3	94.95
8 ^a	163.7	162.91
1'	129.2	128.8
2'	128.9	128.3
3'	115.7	115.1
4'	158.3	157.7
5'	115.7	115.1
6'	128.2	128.3



Naringenina

Tabla 22. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto ácido oleanónico, δ en ppm, disolvente DMSO- d_6 .

CARBONO	<i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt. DMSO- d_6	Referencia [23] DMSO- d_6	<i>Éster metílico del Ácido ursólico</i> DMSO- d_6 [24]
1	39.8	--	38.8
2	26.1	26.4	27.3
3	77.3	79.6	78.8
4	38.9	--	38.8
5	55.3	--	55.4
6	17.4	--	18.4
7	--	--	33.0
8	39.6	--	39.6
9	46.0	--	47.5
10	37.1	--	37.0
11	23.9	--	23.3
12	122.0	123.0	125.5
13	144.3	--	138.0
14	41.8	--	42.0
15	30.9	--	28.2
16	--	--	24.3
17	--	--	48.1
18	--	42.4	52.8

Continuación tabla 22. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto ácido oleanónico, δ en ppm, disolvente $\text{DMSO-}d_6$.

19	39.4	--	39.1
20	--	--	38.8
21	--	--	30.7
22	--	--	36.7
23	--	63.9	28.2
24	--	14.3	15.5
25	17.4	17.0	15.7
26	--	18.4	16.9
27	--	27.0	23.6
28	179.1	182.0	177.7
29	--	34.2	16.9
30	--	24.7	21.3

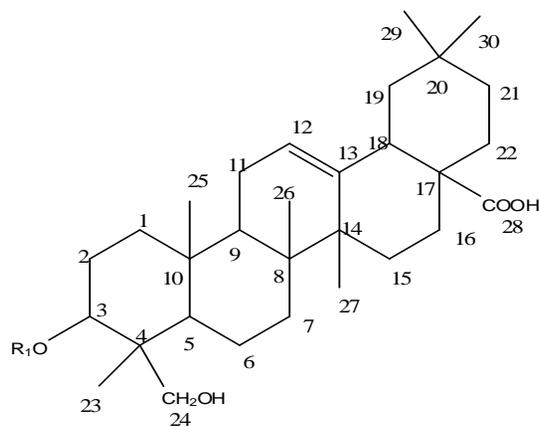
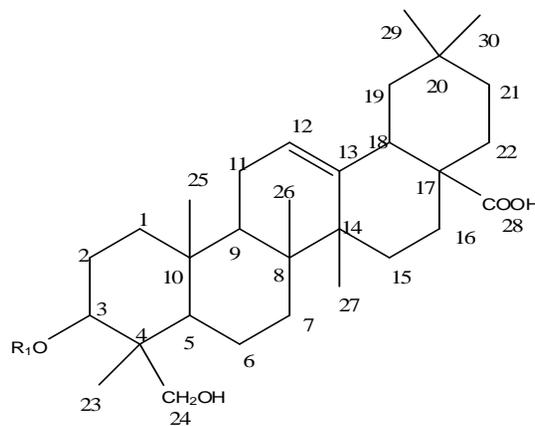


Tabla 23. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto ácido oleanoico, δ en ppm, disolvente CDCl_3 .

CARBONO	<i>Phoradendron velutinum</i> (DC) Nutt. CDCl_3	Referencia ácido betulínico[23] CDCl_3
1	38.8	38.7
2	27.2	27.4
3	--	78.9
4	38.8	38.8
5	55.2	55.3
6	8.3	18.3
7	33.8	34.3
8	41.0	40.7
9	--	50.5
10	37.1	37.2
11	22.9	20.8
12	26.0	25.5
13	38.4	38.4
14	41.6	42.4
15	30.7	30.5
16	32.5	32.1
17	--	56.3
18	46.6	46.8
19	--	49.2

Continuación tabla 23. Datos de RMN de ^{13}C (100 MHz) para el compuesto ácido oleanoico, δ en ppm, disolvente CDCl_3 .

20	--	150.3
21	29.7	29.7
22	30.7	30.0
23	27.7	27.9
24	15.3	15.3
25	15.6	16.0
26	17.1	16.1
27	--	14.7
28	183.6	180.5
29	--	109.6
30	--	19.4



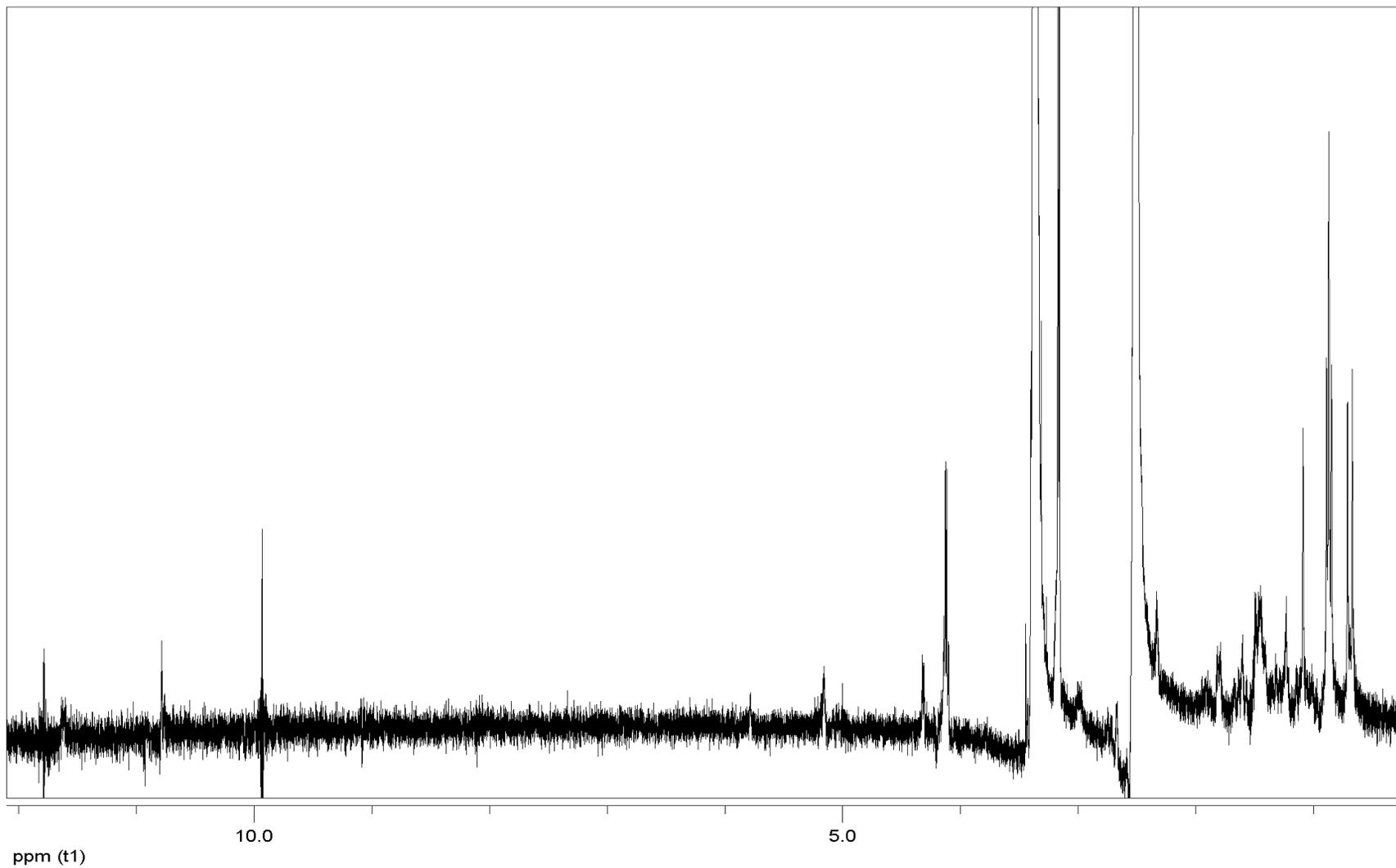


Figura 22. Espectro de RMN de ^1H (400 MHz) en $\text{DMSO-}d_6$ de la fracción 70:30 de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

5.3.3. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE ACETATO DE ETILO DE HOJA DE *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

Se utilizaron 80 g de hoja seca de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. La muestra se colocó a reflujo con acetato de etilo en un matraz balón de 2 000 mL, donde permaneció durante 2 h, con 1 500 mL de acetato de etilo; esta operación se realizó una vez. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor un aceite denso de color verde oscuro y de consistencia pastosa.

Al extracto sólo se le determinó el espectro de RMN ¹H en CDCl₃, en el cual se observan varias señales intensas y simples en la región cercana a 1 ppm, lo que indica semejanza con el tripteno, aunque también se presentan señales dobles entre 6 y 7.5 ppm propias de la naringenina.

El extracto se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Extracto de acetato de etilo de hoja de *P. velutinum* (DC) Nutt.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	22
Hex:AcOEt	80:20	6
Hex:AcOEt	70:30	25
Hex:AcOEt	60:40	40
AcOEt	100	10
AcOEt: Metanol	50:50	5
Metanol	100	5

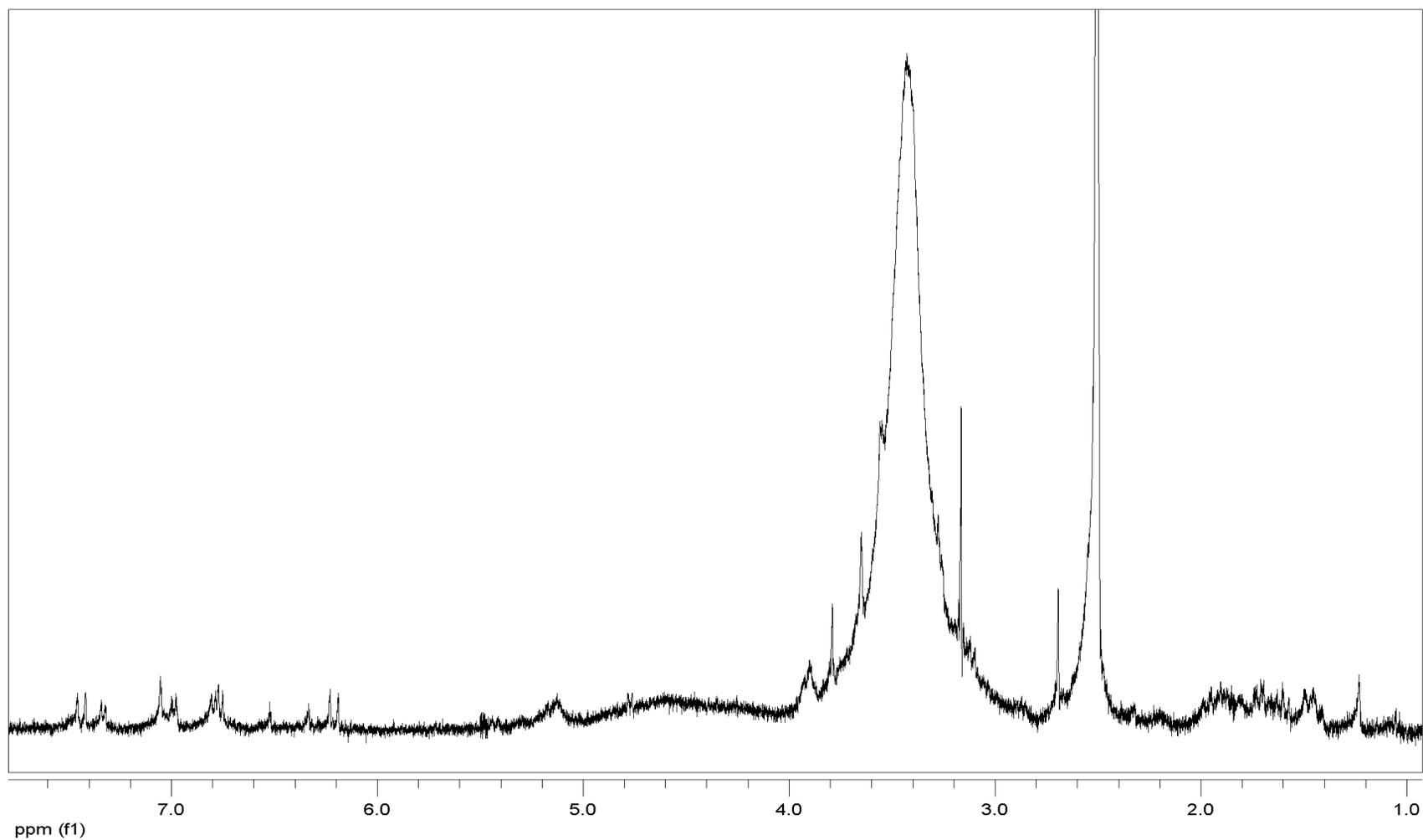


Figura 23. Espectro de RMN de ¹H (400 MHz) en DMSO-*d*₆ del extracto de acetato de etilo de hoja de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

5.3.4. SEPARACIÓN, MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN COLUMNA, DEL EXTRACTO DE METANOL DE TALLO DE *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

Se utilizaron 130 g de tallo seco de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. La muestra se colocó a reflujo con metanol en un matraz balón de 2 000 mL, donde permaneció durante 2 h, con 1 500 mL de metanol; esta operación se realizó una vez. Posteriormente, el disolvente se filtró y se concentró en el rotavapor un aceite denso de color verde oscuro y de consistencia pastosa.

El extracto se sometió a cromatografía en columna empacada con silica gel, obteniéndose las fracciones que se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25. Extracto de metanol de tallo de *P. velutinum* (DC) Nutt.

Mezcla	Polaridad	Fracciones obtenidas
Hex	100	10
Hex:AcOEt	80:20	10
Hex:AcOEt	70:30	45
Hex:AcOEt	60:40	35
Hex:AcOEt	40:60	10
AcOEt	100	10
AcOEt: Metanol	50:50	5
Metanol	100	5

A las fracciones 46 y 78 se les determinó el espectro de RMN.

El espectro muestra también la impureza que se observó en el compuesto anterior, por lo que el p.f. no es el definitivo; el espectro de RMN ¹³C también muestra un número de señales características a un triterpeno, con un enlace doble ya que aparecen señales de éste en ambos espectros.

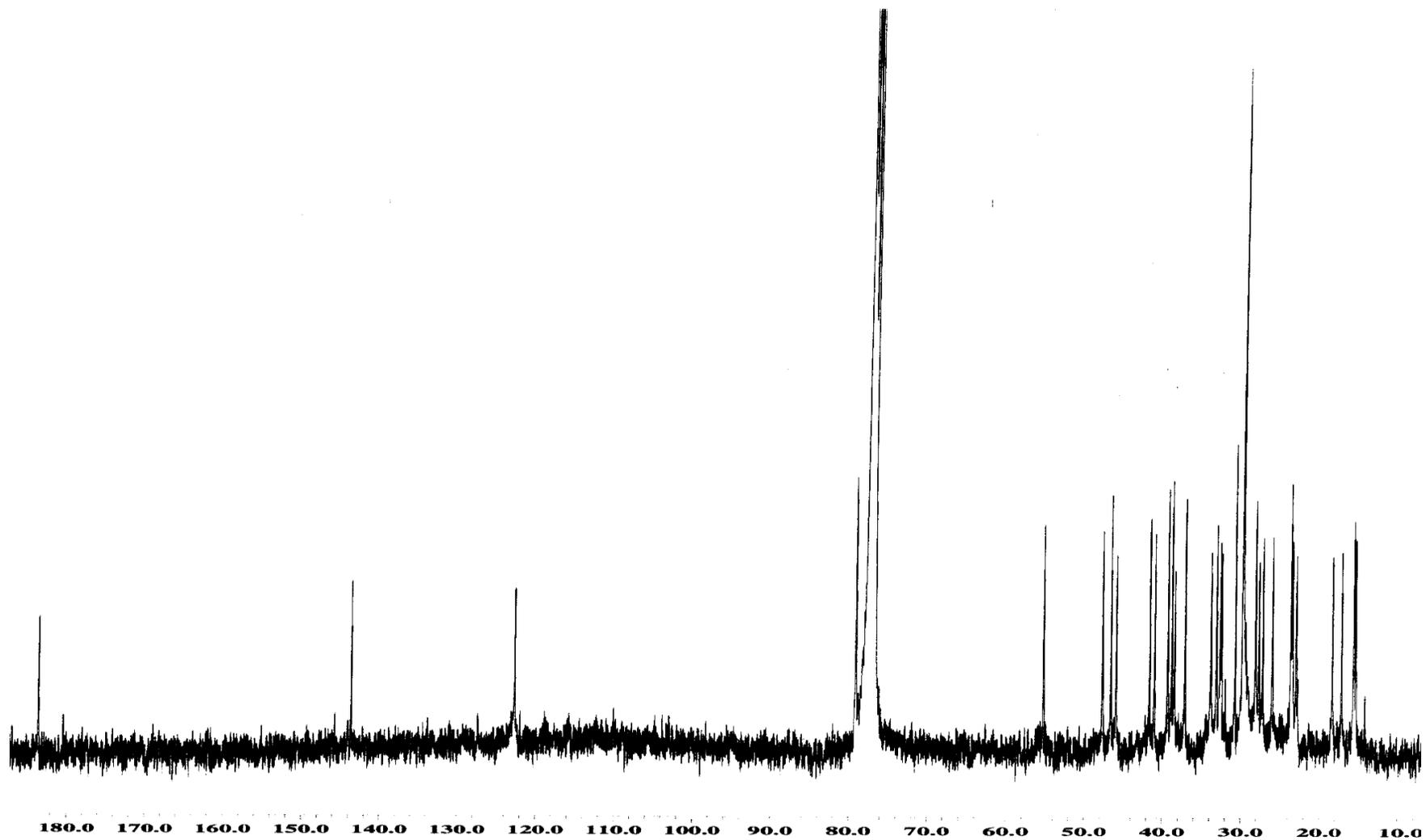


Figura 24. Espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en CDCl_3 de la fracción 46 de tallo *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

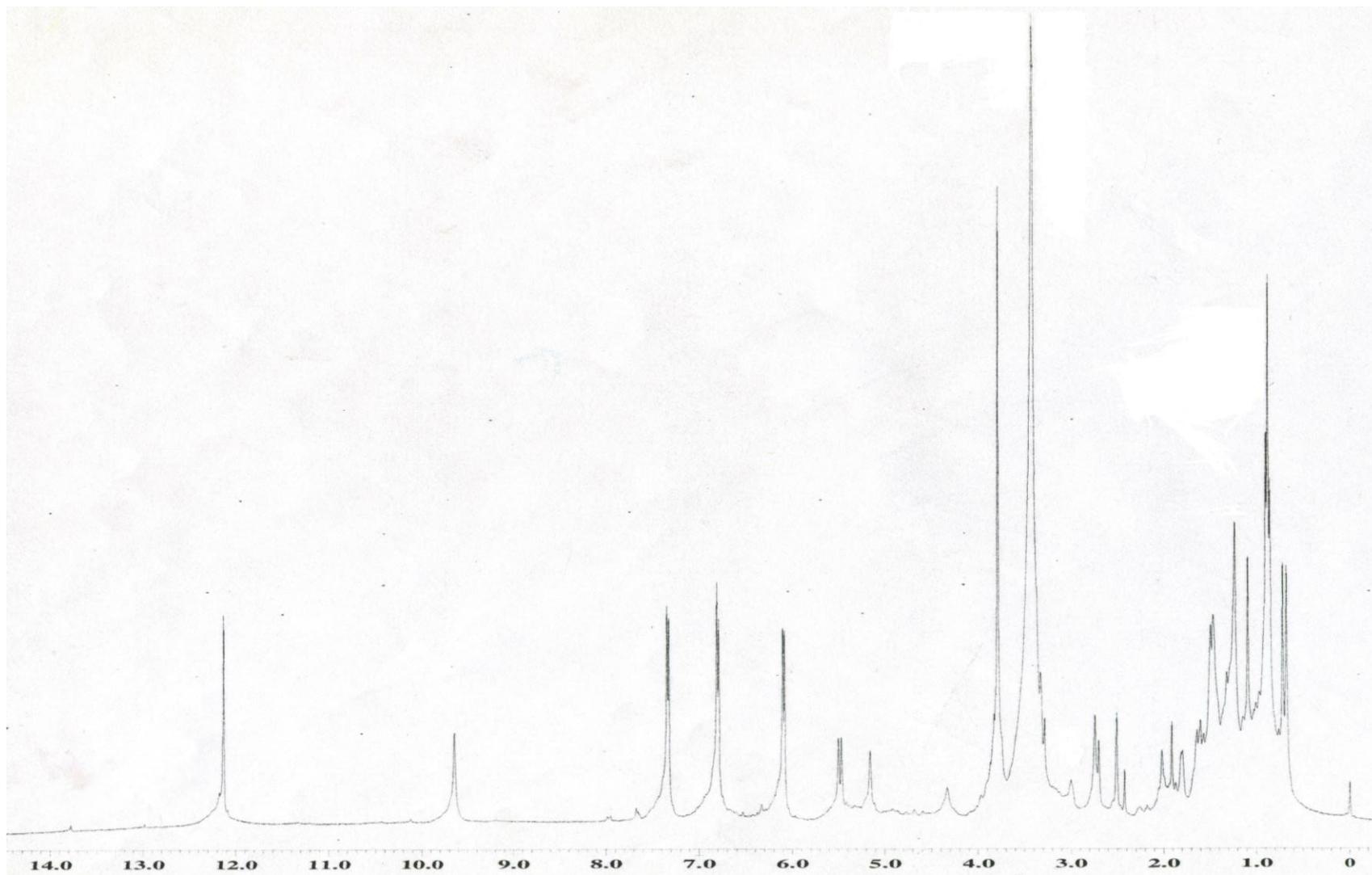


Figura 25. Espectro de RMN de ¹H (400 MHz) en DMSO-*d*₆ de la fracción 46 de tallo *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

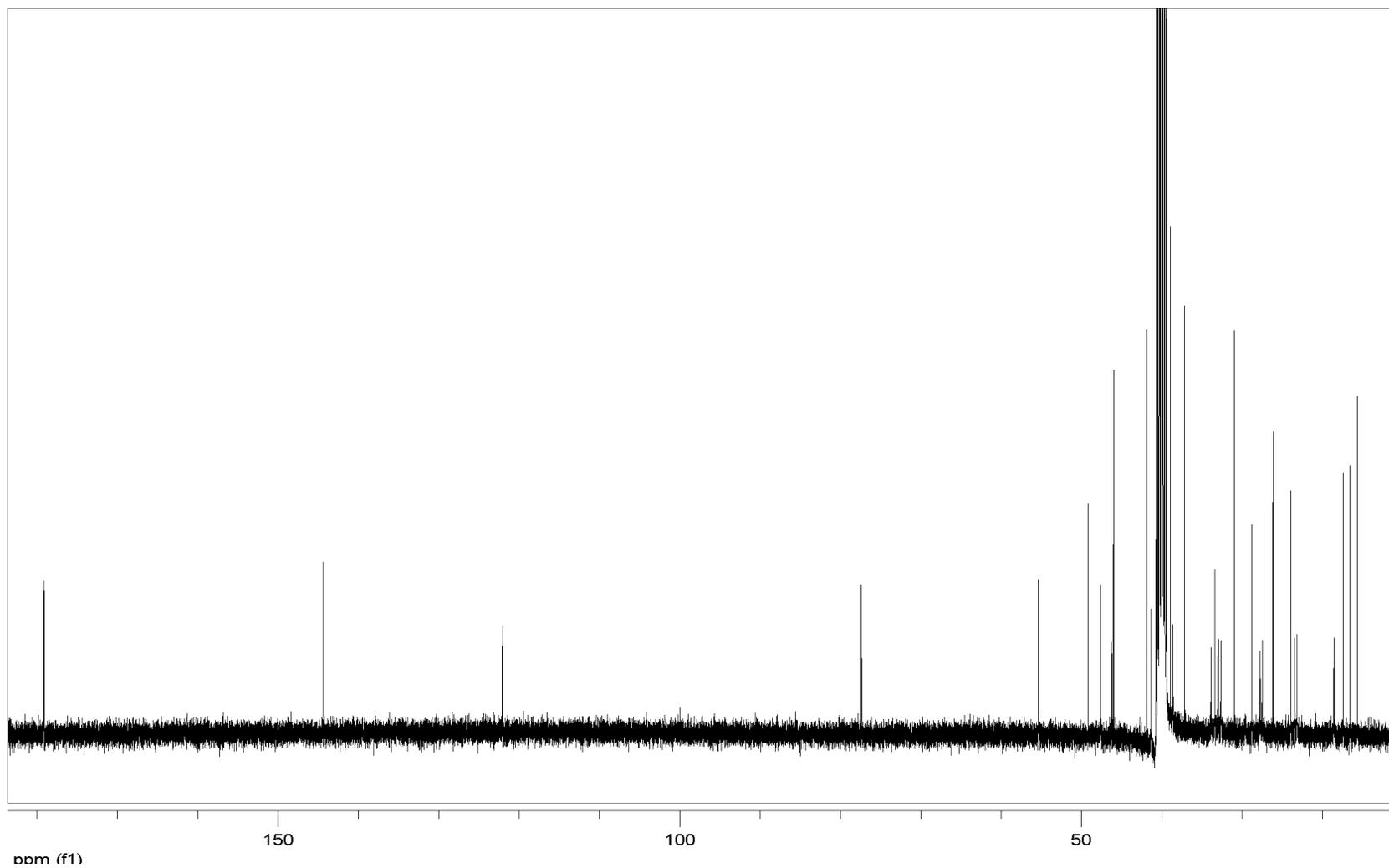


Figura 26. Espectro de RMN de ^{13}C (100 MHz) en $\text{DMSO-}d_6$ de la fracción 46 de tallo *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

6. PARTE EXPERIMENTAL

6.1. GENERAL

Las separaciones cromatográficas se llevaron a cabo en gel de sílice 60, Merck, 0.063 – 0.200 mm (70 – 230 mesh ASTM) en columnas de vidrio de 5,2 y 1 cm de diámetro interno por 60 cm de largo. La cromatografía de capa fina se realizó en cromatofolios de gel de sílice sobre aluminio 60 F₂₅₄ espesor de capa 0.2 mm de 2.5 x 5.0 cm, el revelado de las placas se efectuó con una lámpara de luz ultravioleta, yodo o ácido sulfúrico.

La caracterización de los compuestos se llevó a cabo por RMN de ¹H a 400 MHz y ¹³C a 100 MHz en un equipo JEOL 400 eclipse, se ocuparon como disolventes CDCl₃, DMSO-d₆ y D₂O.

Los puntos de fusión se determinaron en un equipo thermolyne modelo MP-12615.

6.2. COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer

La planta estudiada pertenece al género *Senecio*, fue colectada en Mineral del Chico del estado de Hidalgo, camino a la Peña del Cuervo, en abril del 2004; tomando en cuenta sus características botánicas y localización.

La planta fue identificada por el M. en C. Miguel Ángel Villavicencio Nieto, del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH.



Figura 27. *Senecio aschenbornniaus* Schauer (querresolienda).

6.3. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE *Senecio aschenbornniaus* Schauer

La planta *Senecio Aschenbornniaus* se extendió y fue secada a la sombra. Posteriormente se dividió en hoja, flor y tallo; las hojas fueron trituradas manualmente. Se colocó en un matraz balón asentado sobre en una mantilla de calentamiento, se adicionó el disolvente y se dejó en reflujo por 2 h; posteriormente, se obtuvieron los extractos de hexano, AcOEt y MeOH. Los extractos se filtraron y se concentraron en el rotavapor.

De la planta *Senecio aschenbornniaus* se hicieron tres extracciones con hexano, tres de acetato de etilo y por último tres de metanol.

6.4. COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE *Gnaphalium attenuatum* DC.

La planta estudiada pertenece al género *Gnaphalium*, fue colectada en Omitlán de Juárez del estado de Hidalgo, en agosto del 1997, tomando en cuenta sus características botánicas y localización.

La planta fue identificada por el biólogo Arturo Ortiz Bermúdez, investigador del Centro de Investigaciones Biológicas de la UNAM.



Figura 28. *Gnaphalium Attenuatum* DC.

6.5. OBTENCIÓN DEL EXTRACTO DE FLOR DE *Gnaphalium attenuatum* DC.

La planta *Gnaphalium attenuatum* DC. se extendió y fue secada a la sombra. Posteriormente se dividió en hoja, flor y tallo. Las flores fueron las únicas que se utilizaron. La flor se colocó en un matraz balón rodeado por una mantilla de calentamiento, se agregó el disolvente y se dejó a reflujo por 2 h, se obtuvieron los extractos de MeOH, mismos que se filtraron y concentraron en el rotavapor.

6.6. COLECTA E IDENTIFICACIÓN DE *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt.

La planta estudiada pertenece al género *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. y fue colectada en la ciudad de Pachuca, Hgo.

La planta fue identificada por el M. en C. Miguel Ángel Villavicencio Nieto, del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEH.



Figura 29. *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. (Muérdago)

6.7. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS DE *Phoradendron velutinum* DC Nutt.

La planta *Phoradendron velutinum* DC Nutt. se extendió y fue secada a la sombra. Posteriormente se dividió en hoja, tallo y fruto. Las hojas se trituraron manualmente. Las muestras se colocaron en un matrón balón posicionado sobre una mantilla de calentamiento, se adicionó el disolvente y se mantuvo a reflujo por 2 h. Por último, los extractos se filtraron y se concentraron en el rotavapor.

Del extracto de acetato de etilo de fruto de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. se cromatógrafió. De las fracciones 70:30 hexano: acetato de etilo de la segunda cromatografía se obtuvo un sólido cristalino transparente, se identificó como naringenina con base a sus datos espectroscópicos (ver Tabla 20 y 21) los cuales se compararon con la literatura.

En otra fracción posterior de la misma polaridad se obtuvo un sólido blanco. Éste compuesto se identificó como ácido oleanóico con base a sus datos espectroscópicos y por comparación de los datos en la literatura (ver Tabla 22 y 23)

7. CONCLUSIONES

- 1.- Se estudiaron las plantas *Senecio aschenbornniaus* Schauer, *Gnaphalium attenuatum* DC. y *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt., las cuales no habían sido estudiadas previamente.
- 2.- Del estudio de *Phoradendron velutinum* (DC) Nutt. se aisló e identificó la naringenina y al ácido oleanólico.
- 3.- Del estudio de *Senecio aschenbornniaus* Schauer se encontraron fracciones compuestas por una mezcla de azúcares, así como terpenos.
- 4.- Del estudio de *Gnaphalium attenuatum* DC, se encontraron fracciones compuestas por terpenos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Barnes J; Anderson A. L; Phillipson J. D. 2005. *Plantas medicinales*. Pharma Editores. Primera Ed. Pág. 3-5.
- [2] Kuklinski C. 2000. Farmacognosia “Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural”. Ed. Omega. Barcelona España. Pág. 3-176.
- [3] Chana de Medeiros da Silva, Aline Abati Bolzan e Berta Maria Heinzmann. 2006. Alcaloides Pirrolizidínicos EM especies do gênero *Senecio*. *Quím. Nova*. **29** (5): 1047-1053.
- [4] Rojas G., Lèvaro J., Tortoriello J., Navarro V. 2001. Antimicrobial evaluation of certain plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of respiratory diseases. *J. Ethnopharmacol.* **74**(1): 97-101.
- [5] D. Alvarado Rosales, L. DE L. Saavedra Romero. 2005. El género *Cladocolea* (Loranthaceae) en México: Muérdago verdadero o injerto. *Revista Chapingo*. Serie ciencias forestales y del ambiente. **11**(001): 5-9.
- [6] Vargas Ponce Armando, Vega Luna Isolda, Ayala Alcantara Othón, Ruiz Jiménez Carlos A. 2006. Lista florística del bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla, Hidalgo, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. **77**: 177-190.
- [7] [Villavicencio Nieto Miguel Ángel, Pérez Escandón Blanca Estela](#). 2002. [Plantas útiles del Estado de Hidalgo II](#). [Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo](#). Pachuca, Hgo. México:
- [8] J.C. Ndom, J. T. Mbafor, A.G.B. Azebaze, J.C. Vardamides, Z, Kakam, A.F.W. Kamdem, A. Deville, T.M. Ngando and Z.T. Fomum. 2006. Secondary metabolites from *Senecio burtonii* (Compositae). *Phytochemistry*. **67**(8): 838-842.
- [9] Navarro Pérez Luz Del Carmen, Avendaño Reyes Sergio. 2006. Flora útil del municipio de Astacinga, Veracruz, México. *Revista IPN*. **14**(001): 67-84.
- [10] Jer Huei Lin, Yi Ning Chiou and Yun Lian Lin. 2002. Phenolic Glycosides from *Viscum angulatum*. *J. Nat. Prod.* **65**: 638-640.

-
- [11] Varela G. Beatriz, Fernández Teresa, Ricco A. Rafael, Cerdá Zolezzi Paula, Hajos E. Silvia, Gurni A. Alberto, Alvarez Elida, Wagner L. Marcelo. 2004. *Phoradendron liga* (Gill. Ex H.et A.) Eichl. (Viscaceae) used in folk medicine: anatomical, phytochemical, and immunochemical studies. *J. of Ethnopharmacology*. **94**: 109-116.
- [12] Romo de Vivar Alfonso, Pérez Castorena Ana Lidia, Arciniegas Armira, Villaseñor Jose Luis. 2007. Secondary Metabolitos from Mexican Species of the Tribe Senecioneae (Asteraceae). *J. Mex. Soc.* **51**(3): 160-172.
- [13] B. W.Geils, I. Vázquez Collazo. 2002. *Loranthaceae* and *Viscaceae* in North America. *USDA Forest Service Gen. Tech. Rep.* 1-98.
- [14] Villagómez Ibarra J. Roberto, Sánchez Maricruz, Espejo Ofelia, Zuñiga Estrada Armida, Torres Valencia J. Martín, Joseph Nathan Pedro. 2001. Antimicrobial activity of three Mexican *Gnaphalium* species. *Fitoterapia*. **72**: 692-694,
- [15] Benitez Badillo Griselda. 1986. Arboles y flores del Ajusco. Instituto de ecología. Museo de historia natural de la ciudad de México. Pág. 162.
- [16] Omer Erturk. 2006. Antifeedant and toxicity effects of some plant extracts on *Thaumetopoea solitaria* Frey.(Lep.:Thaumetopoeidae). *Turk. J.Biol.* **30**:51-57.
- [17] Michael Bungert, Rolf Thiel, Peter Goedings and Hans Becker. 2006. (E-E)-a-Framesene the main substance of the volatiles of the flowers from European Mistletoe (*Viscum alum* L.). *Turk. J. Biol.***30**: 51-57.
- [18] Cheng Jen Chou, Han Chieh Ko, and Lie Chwen Lin. 1999. Flavonoid Glycosides from *Viscum alniformosanae*. *J. Nat. Prod.* **62**: 1421-1422,
- [19] R. P. Bahugna, J. S. Jangwan, T. Kaiya, and J. Sakakibara. 1987. Puddumin-A, a new flavanone glucoside from *Prunus Cerasoides*. *J. Nat. Prod.* **50** (2): 232-234.
- [20] K.R.Markam and H. Geiger. 1986. The flavonoids Harborne Advances in Research Since .Chapman and Ilall. Pag. 441-473.
- [21] Masao Hasegawa. 1959. Notes- Flavonoids of Various Prunus Species. VIII. The Flavonoids in the Wood of Prunus mume.*J. Org. Chem.* **24** (3): 408-409.

-
- [22] Kuroyanagi M., Hirayama Y., Hayashi T. 1999. Antibacterial and antiandrogen flavonoids from *Sophora flavescens*. *J. Nat. Prod.* **62** (12): 1595-1599.
- [23] Abdulmagid Alabdul Magid, Laurence Voutquenne, Christian Moretti, Christophe Long, and Catherine Lavaud. 2006. Triterpenoid saponins from the fruits of *caryocar glabrum*. *J. Nat. Prod.* **69**(2): 196-205.
- [24] Montiel Ortega Luis Alberto. 1999. Estudio químico de *Verbena menthaefolia* Benth, *Gnaphalium viscosum* Kunt y *Gnaphalium stramineum*. Tesis de licenciatura. Centro de investigaciones químicas. UAEH. Pachuca, Hgo.