



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE QUÍMICO FARMACOBIOLOGIA

ESTUDIO FITOQUÍMICO DEL EXTRACTO HEXÁNICO DE LOS TALLOS DE LA *BURSERA SUNTUI*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

QUÍMICO FARMACOBIOLOGO

P R E S E N T A :

RENÉ VELÁZQUEZ JIMÉNEZ

ASESORES :

D.C. JUAN DIEGO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ

DRA. LUISA URANIA ROMÁN MARÍN

MORELIA, MICHOACAN

JULIO 2008

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	-----	1
PARTE TEÓRICA	-----	11
DISCUSIÓN Y RESULTADOS	-----	30
CONCLUSIONES	-----	115
BIBLIOGRAFÍA	-----	117

EL PRESENTE TRABAJO SE REALIZÓ EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA DE PRODUCTOS NATURALES DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICO-BIOLÓGICAS, DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO, BAJO LA ASESORÍA DEL D.C. JUAN DIEGO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ Y DE LA DRA. LUISA URANIA ROMÁN MARÍN.

EL TEMA DE ESTA TESIS FORMA PARTE DE LOS PROYECTOS

- 1.- " ESTUDIO DE LOS EXTRACTOS NO POLARES Y POLARES DE RAMAS, HOJAS, FRUTILLAS Y RESINA DE BURSERACEAE X"
- 2.- " FITOQUÍMICA DE BURSERACEAE Y COMPOSITAE DE LAS CUENCAS DEL BALSAS Y DEL PAPALOAPAN"

APOYADO POR LA COORDINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DE LA U. M. S. N. H.

INTRODUCCIÓN

Con base en las condiciones ecológicas y los elementos florísticos que existen en la región sur y sureste de la República Mexicana, se identifican al menos ocho provincias o subregiones fitogeográficas (J. Rzedowski, 1978)¹⁻³, entre las cuales se cuenta la Depresión del Balsas (No. 14 del Mapa), la cual es una amplia región de tierras bajas que se encuentran ubicadas entre el Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, dicha depresión ocupa importantes zonas que comprenden principalmente los estados de Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla.

La cuenca del río Balsas o Depresión del Balsas comprende el 6% de la masa continental del territorio mexicano y abarca partes de varias regiones del Pacífico centro-occidente y centro-sur de la República Mexicana.

Estas regiones se encuentran ubicadas entre los paralelos 17°, 00' y



DIVISIONES FLORÍSTICAS DE MÉXICO

20°, 00' de latitud Norte y los meridianos 97°, 30' y 103°, 15' de longitud Oeste de Greenwich, por lo que queda comprendido íntegramente dentro de la zona tropical a través de ocho estados, de los cuales, el Estado de Morelos con sus 33 municipios y con una superficie: 4,941 km² , localizado a una Altitud de los 1,480 m sobre nivel del mar con una Latitud Norte de 18°, 45' y Longitud Oeste de 99° 10' , es el único que se encuentra inmerso en su totalidad, el Estado de





Puebla ocupa un 55%, el Edo. de México un 36%, el de Guerrero un 63% y el de Michoacán un 62%.

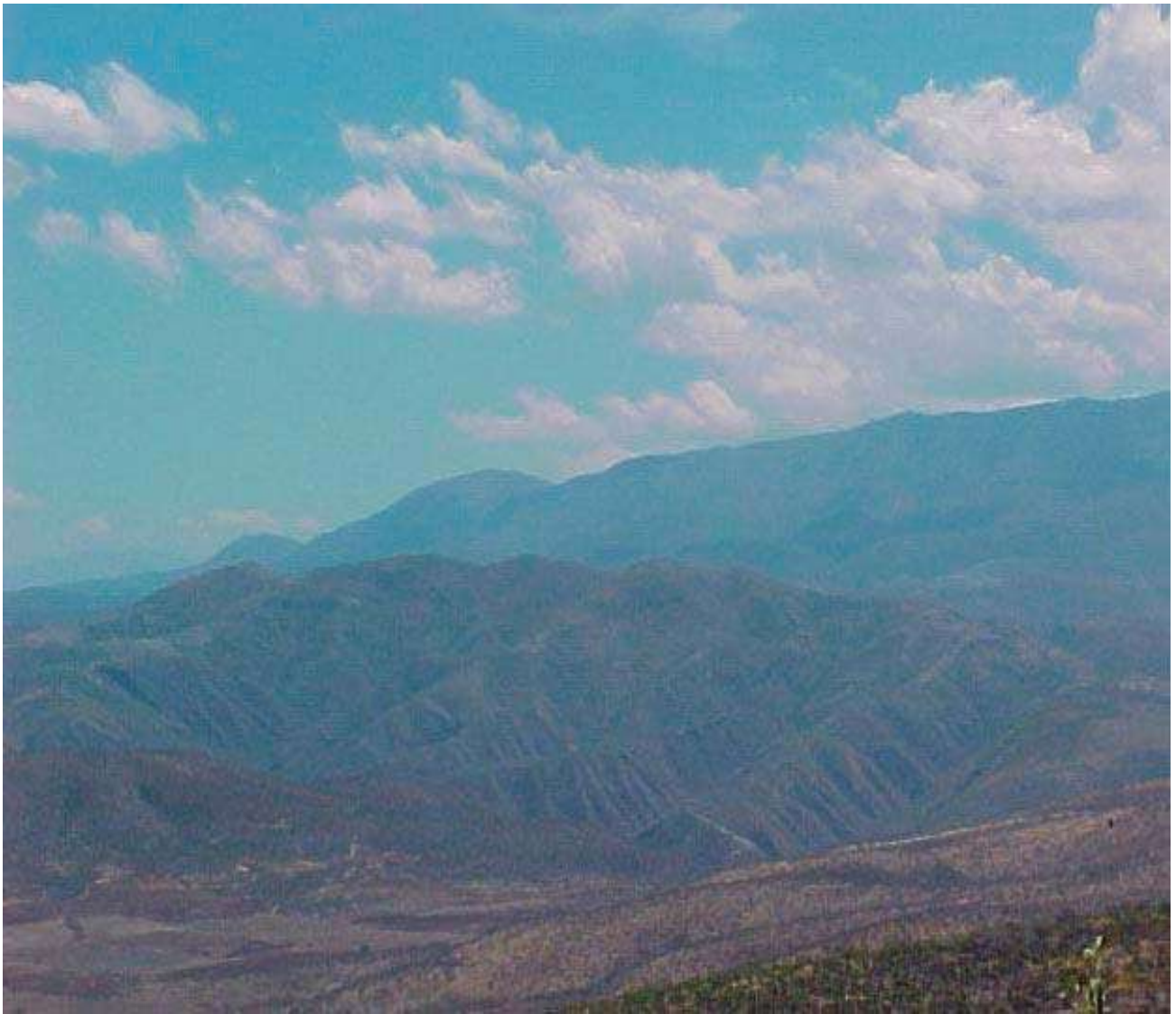
La cuenca del río Balsas se divide en tres subregiones hidrológicas principales, las cuales comprenden la del Bajo Balsas, la del Medio Balsas y la del Alto Balsas.





El río Balsas es un río del centro sur de la República Mexicana entre los Estados de Guerrero y Michoacán, forma un amplio caudal llamado el caudal del Balsas, tiene aproximadamente 771 kilómetros de longitud y es considerado uno de los ríos más largos de México, incluye las partes bajas de la cuenca y corre por el estado de Guerrero, con una orientación Este-Oeste, en el que el rango de altitud más bajo oscila entre los 300 y los 500 msnm y una altitud media de 1,000 m. La fotografía de la parte superior corresponde a una toma de una localización en la zona limítrofe entre los Estados de Michoacán y Guerrero.

La Depresión del Balsas comprende los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Morelos y Oaxaca, se encuentra delimitada en el sur por la sierra Madre del Sur y en el norte por el eje Volcánico Transversal, hacia el litoral del océano Pacífico forma una llanura aluvial a los



200 m de altitud, denominada Tierra Caliente, lo que la califica como una zona «muy cálida» y ocurre desde Copalillo, hacia Ixcamilpan, Atenango del Río, Paso Morelos, Huitzuco, Xalitla, Mezcala, Ahuelicán, Maxela, Valerio Trujano, Coyuca, Iguala, Acatempan, Zirándaro, todas en el Estado de Guerrero y en el Estado de Michoacán desde las poblaciones de Riva Palacio, Huetamo, Eréndira, Tiquicheo, Susupuato, Tuzantla, LaHuacana, Churumuco,

Parácuaro, Apatzingán, El Vallecito, Buenavista, hasta Tepalcatepec, toda esta zona es en general una zona de gran fertilidad agrícola.



Rodeando a esta área, hasta una altitud de 1000 m , se extiende una zona cálida con una temperatura media anual entre 22° y 26°C con clima tropical y con un invierno seco, además existen algunas zonas del Oeste y Este algo más áridas debido a la evaporación excesiva. Esta zona tiene una vegetación tropical subcaducifolia y en las partes secas abunda el matorral xerófilo.



Los declives altos de los bordes septentrionales de la depresión integran una galería de pisos altitudinales de asociaciones vegetales que cubren desde especies características de la tundra volcánica de nieves perpetuas y matorra-



les entre los 5,000 y los 4,000 msnm, hasta grandes extensiones de pinares y bosques de oyameles (entre los 4,000 y los 3,000 msnm) y encinares con madroños y bosques mesófilos de montaña (entre los 3,000 y 1,800 msnm). Los cerros, barrancas y llanos de la depresión se encuentran cubiertos, desde los 1,800 a los 800 msnm, por encinares, palmares y cuajiotales, los matorrales espinosos, cactáceas columnares y candelabriformes, son los que constituyen las asociaciones vegetales características de los cerros de las zonas áridas, entre los 200 y los 1,500 msnm, por lo que la cubierta vegetal la conforma una vegetación secundaria que presenta manchones o relictos de antiguas comunidades vegetales primarias.

Las intensas modificaciones a las que la han sometido las actividades humanas, además del impulso que se le ha dado a la ganadería y al cultivo de frutales, han alterado sustancialmente la estructura, la fisonomía y la composición florística de la vegetación primaria, hasta el punto de volverla irreconocible.

Aun cuando es posible observar hacia el este, lo que prevalece es una vegetación secundaria constituida por pastizales y matorrales, que alternan con elementos propios de selvas bajas como *Amphipterygium adstringens* (cuachalalate), *Heliocarpus* sp., una Tilaceae, *Cochlospermum* sp. (panicua)

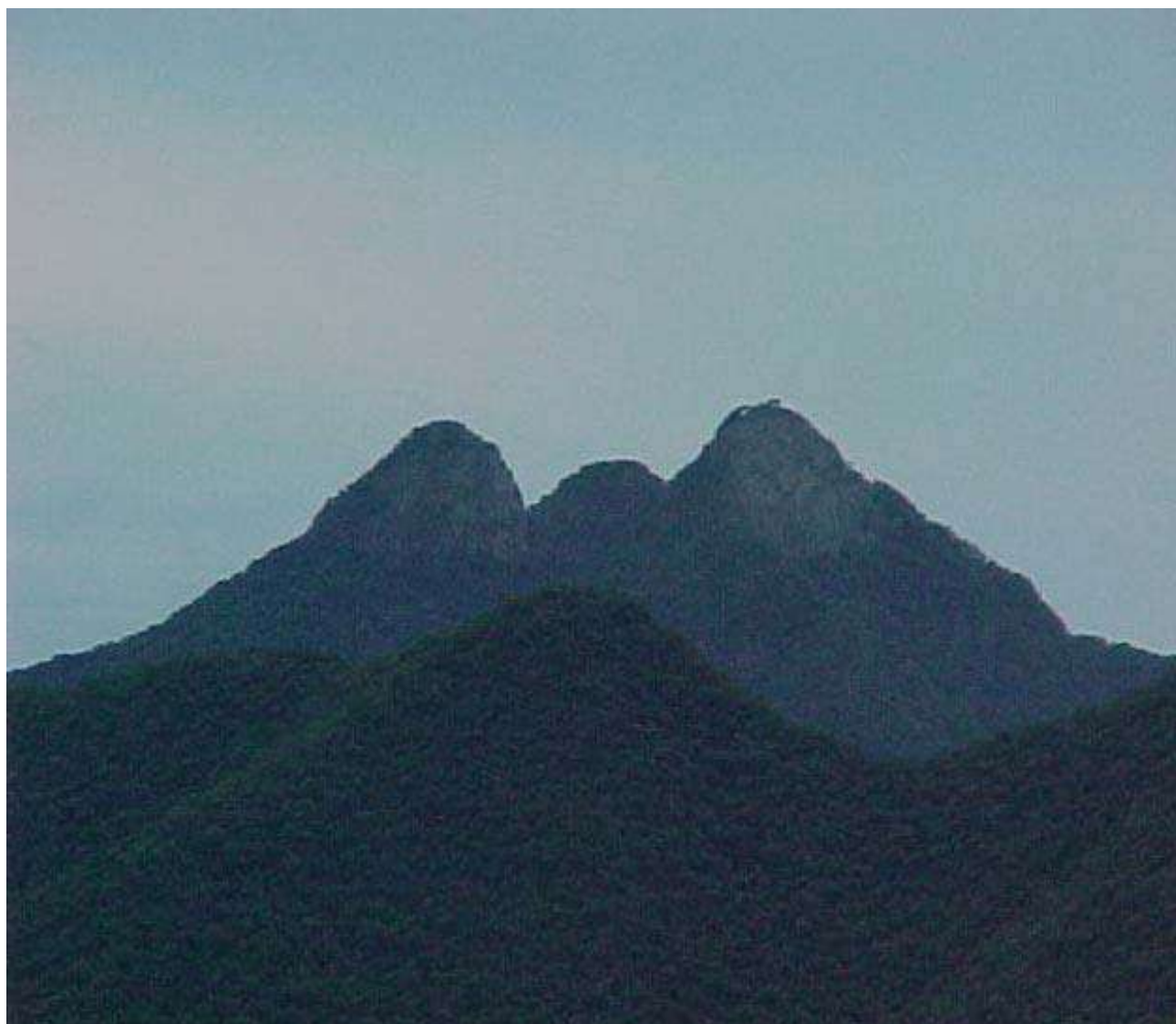


y *Laucena* sp., el árbol ó arbusto caducifolio *Gliricidia sepium* (Cacahuiananche), *Guazunma ulmifolia* (Sterculeaceae), [Aquich, Caolote, Uácima (Mich.)], etc.

Enmarcada entre las provincias florísticas de las sierras meridionales, de acuerdo con la clasificación de Rzedowszki, la depresión del río Balsas, especialmente en sus flancos de la Sierra Madre del Sur, se ha considerado florísticamente como una de las regiones más ricas del mundo, reconocida por su alto número de endemismos y es el área de mayor concentración de especies del género ***Bursera***⁴ dentro del territorio mexicano. De este género americano se han identificado alrededor de un centenar de especies, de las cuales aproximadamente un 80% se encuentran en la República Mexicana, de éstas, más del 50% habitan en las diversas regiones del río Balsas⁵⁻⁶, siendo alrededor de 60 exclusivas de esta zona.

El trabajo elaborado en esta tesis, forma parte de la continuación de nuestros estudios sistemáticos relacionados con el género *Bursera*⁷⁻²⁸, el cual comprendió el aislamiento y caracterización estructural de los componentes principales obtenidos del extracto hexánico de los tallos de la ***Bursera suntui*** **Toledo**, la cual es una especie que se desarrolla en la vegetación de esta región y que se encuentra en la Sección *Bursera* (defoliante), llamada popularmente cuajote y en particular clasificada como «cuajote rojo»²⁹.





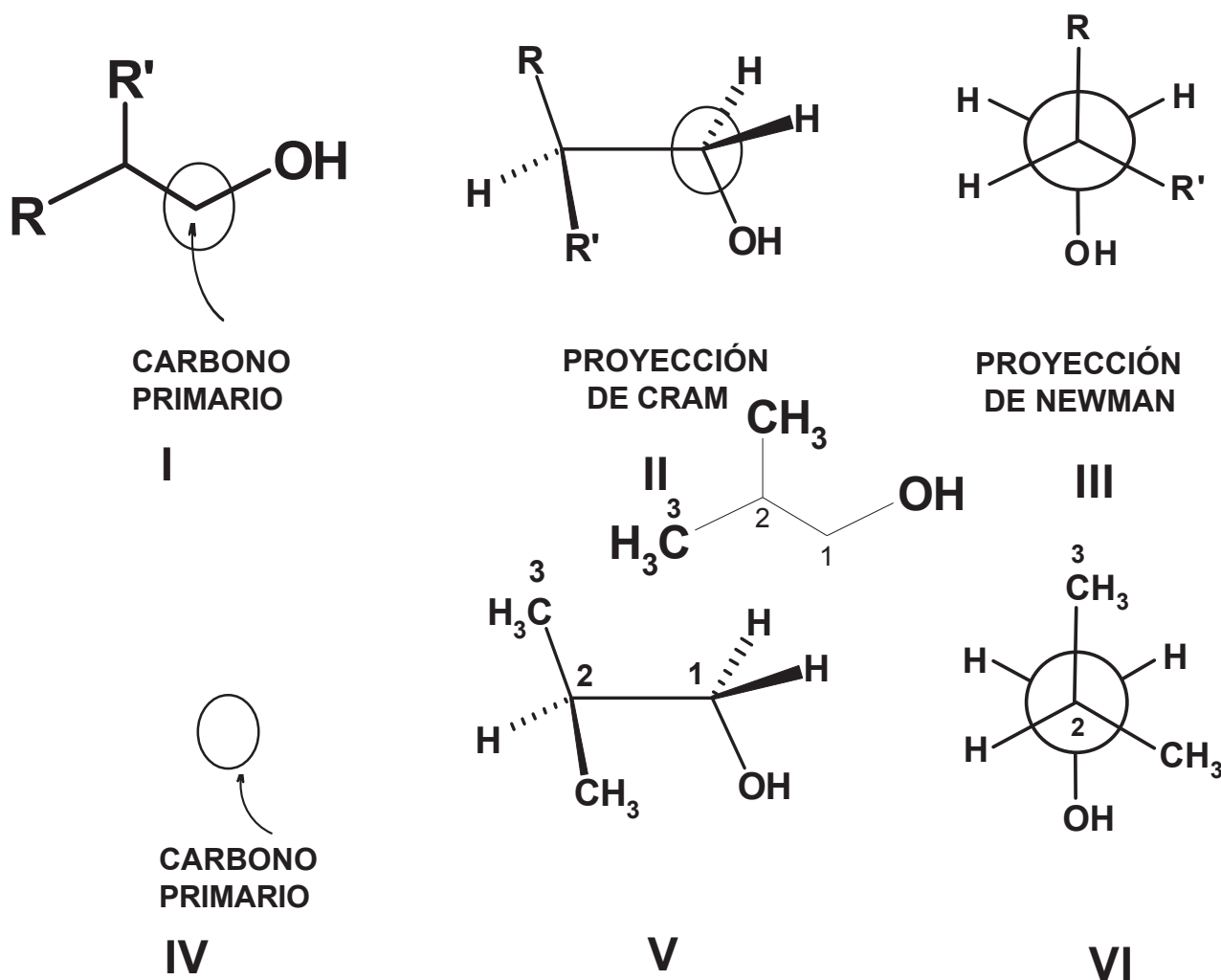
- * "Agentes Antitumorales obtenidos de Burseraceae Michoacanas".
 Juan D. Hernández-Hernández , René Velázquez-Jiménez, Verónica Reyes Olivares, A. Alarcón-Zúñiga y Luisa Urania Román-Marín.
 2^{do}. Congreso Estatal de Ciencia y Tecnología. en el Colegio de Michoacán, A.C.,
 10 de noviembre del 2006, Zamora, Mich.

- ** "Configuración absoluta del (+)-Verticilol mediante Dicroísmo Circular Vibracional y Teoría de Funcionales de la Densidad".
 Carlos M. Cerda-García-Rojas , Hugo A. García-Gutiérrez, Juan Diego Hernández-Hernández, Luisa Urania Román-Marín y Pedro Joseph-Nathan.
Journal of Mexican Chemical Society, Vol. 50, (Numero Especial 2) , pág. 129, 2006
 XLI Congreso Mexicano de Química.
 24 al 28 de septiembre del 2006, México, D.F.

- *** "Deshidratación Selectiva de Alcoholes Terciarios Diterpénicos de la *Bursera suntui*".
 Juan D. Hernández-Hernández, R. Velázquez-Jiménez, Luisa Urania Román-Marín, Carlos M. Cerda-García-Rojas y Pedro Joseph-Nathan.
 XLII Congreso Mexicano de Química.
 22 al 26 de septiembre del 2007.

PARTE TEORICA

La clasificación de los alcoholes, basada en el tipo de átomo de carbono en estado híbrido sp^3 , al cual se encuentra unida la función oxhidrilo, que es la que caracteriza esta familia, es de alcoholes primarios, alcoholes secundarios y alcoholes terciarios según si el oxhidrilo se encuentra unido a un carbono primario representadas en las estructuras I-VI, a uno secundario ó a un carbono terciario respectivamente³⁰⁻³² y todos ellos son alcoholes alifáticos ó alcoholes

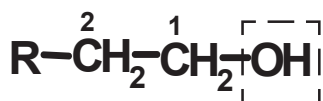


PROYECCIONES DEL ALCOHOL PRIMARIO 2-METIL-1-PROPANOL

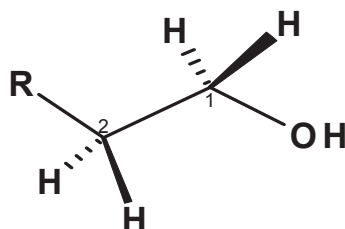
saturados. Los alcoholes primarios tienen en común el átomo de carbono en estado híbrido sp^3 , identificado como un carbono primario, por estar unido a un radical (sin importar la complejidad de la estructura del radical), a dos hidrógenos y a la función oxhidrilo, como el ejemplo del 2-metil-1-propanol^{34,35}.

Cuando un grupo de alcoholes cuya estructura varía de un alcohol a otro únicamente en unidades metilénicas, a estos conjuntos grandes de moléculas se les llama series homólogas, como el mostrado para la serie homóloga de los 1-alcoholes (VII-IX) de cadena no ramificada³⁰⁻³³.

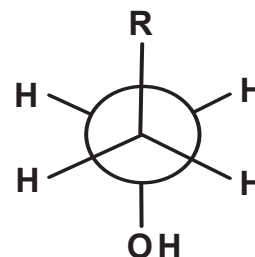
SERIE HOMÓLOGA DE LOS 1-ALCOHOLES



VII



VIII



IX

R = Hidrógeno ; H

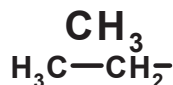
H

ETANOL

R = Metilo ; Me

n-PROPANOL

R = Etilo ; Et



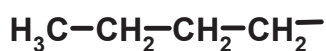
1-BUTANOL

R = n-Propilo ; n-Pr



1-PENTANOL

R = n-Butilo ; n-Bu



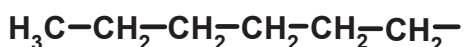
1-HEXANOL

R = n-Pentilo ; n-Pnt



1-HEPTANOL

R = n-Hexilo ; n-Hex



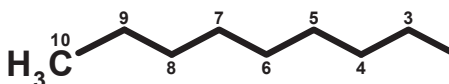
1-OCTANOL

R = n-Heptilo ; n-Hep

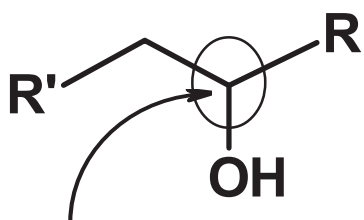


1-NONANOL

R = n-Octilo ; n-Oct

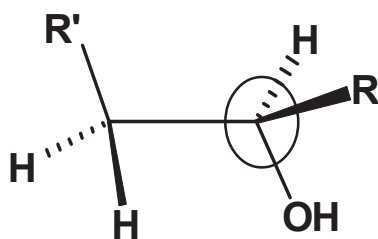


1-DECANOL



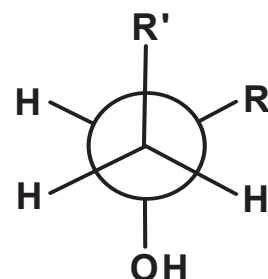
CARBONO
SECUNDARIO

X



PROYECCIÓN
DE CRAM

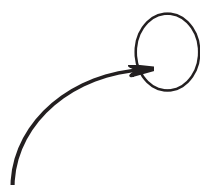
XI



PROYECCIÓN
DE NEWMAN

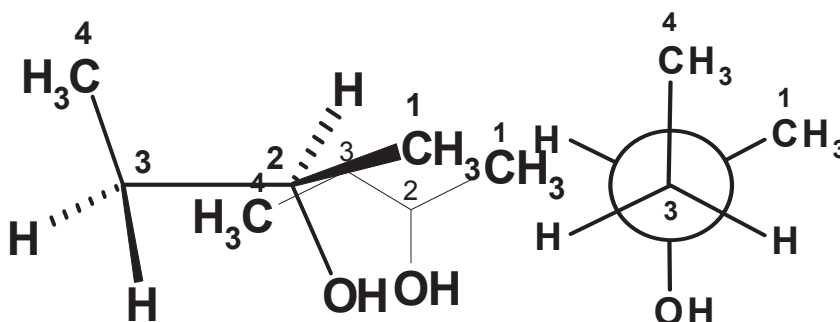
XII

PROYECCIONES DE LOS ALCOHOLES SECUNDARIOS

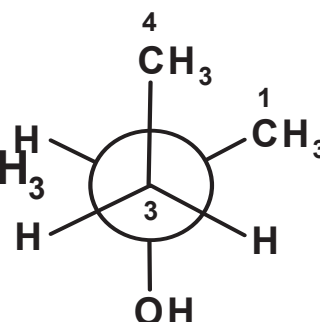


CARBONO
SECUNDARIO

XIII



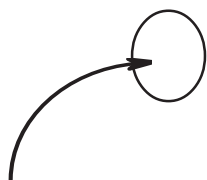
XIV



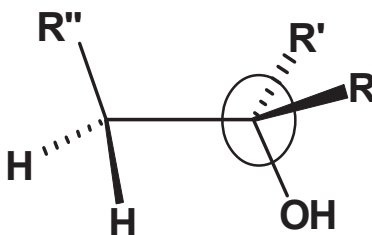
XV

PROYECCIONES DEL ALCOHOL SECUNDARIO 2-BUTANOL

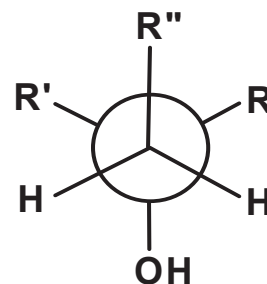
Los alcoholes secundarios representados en las estructuras X-XV, tienen en común el átomo de carbono en estado híbrido sp^3 , identificado como un carbono secundario, por estar unido a dos radicales (sin importar la complejidad de la estructura de los mismos), a un hidrógeno y a la función oxhidrilo, como el ejemplo del 2-butanol, en el cual la proyección de Newman^{33,34}, está vista a través del enlace sencillo desde el C-3 como el átomo de carbono que se encuentra hacia adelante hacia C-2 que es el átomo de carbono que se

CARBONO
TERCIARIO

XVI

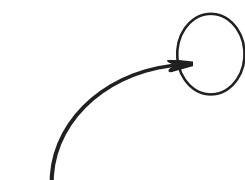
PROYECCIÓN
DE CRAM

XVII

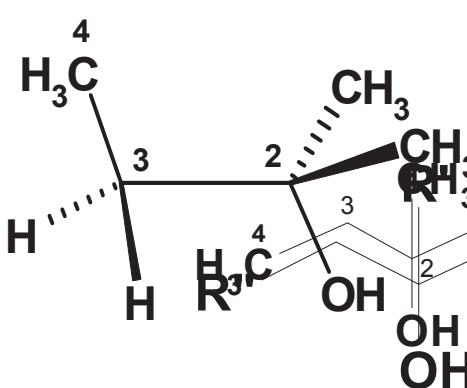
PROYECCIÓN
DE NEWMAN

XVIII

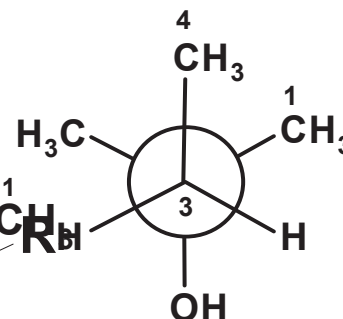
PROYECCIONES DE LOS ALCOHOLES TERCIARIOS

CARBONO
TERCIARIO

XIX



XX



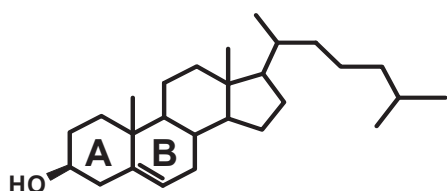
XXI

PROYECCIONES DEL ALCOHOL TERCIARIO 2-METIL-2-BUTANOL

encuentra eclipsadamente atrás. Los alcoholes terciarios representados en las fórmulas XVI-XXI, tienen en común el átomo de carbono en estado híbrido sp^3 , identificado como un carbono terciario, por estar unido a tres radicales (sin importar la complejidad de la estructura de los mismos) y a la función oxhidrilo, como el ejemplo del 2-metil-2-butanol, en el cual la proyección de Newman^{33,34}, está vista a través del enlace sencillo desde el C-3 como el átomo de carbono que se encuentra hacia adelante hacia C-2 que es el átomo de carbono que se

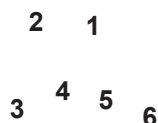
encuentra eclipsadamente atrás.

Existe un sin número de compuestos químicos que contienen la función oxhidrilo, el cual no se encuentra unido a un esqueleto sencillo, sino que está presente en estructuras complejas y que además en una inmensa mayoría presentan propiedades biológicas interesantes, de los cuales damos algunos ejemplos, como en la estructura del colesterol con el oxhidrilo secundario en la posición 3 β (XXII y XXIII); de la hormona adrenocortical cortisona (XXIV y XXV),



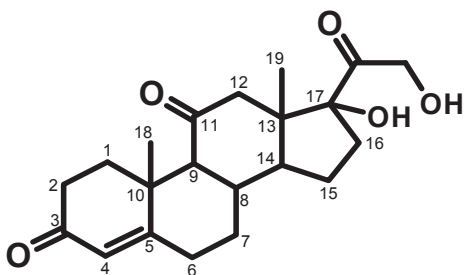
XXII

COLESTEROL



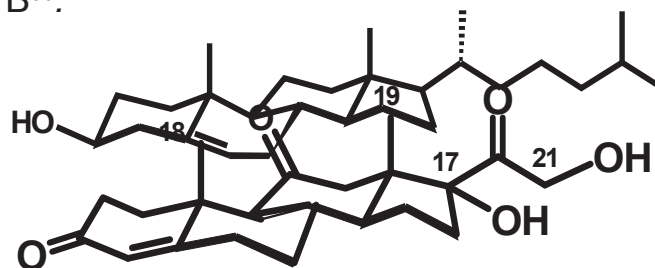
XXIII

la cual es una en-diol-triona^{35,36} y cuyos oxhidrilos se encuentran, uno en el carbono quiral C-17, el que es un oxhidrilo terciario y el otro C-21 correspondiente a un oxhidrilo primario, en tanto que en el triol correspondiente al ácido cólico (XXVI y XXVII), los tres oxhidrilos son secundarios alfa y con la estereoquímica *cis* de los anillos A y B³⁶.

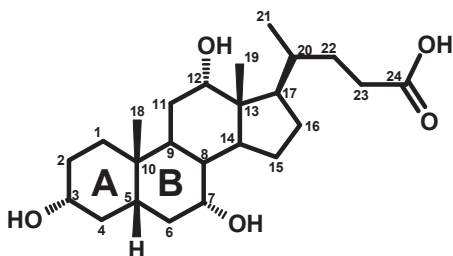


XXIV

CORTISONA

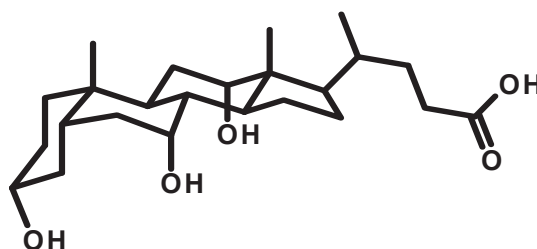


XXV



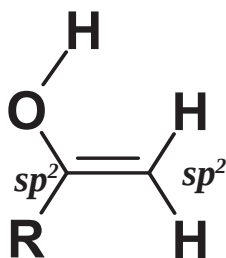
XXVI

ÁCIDO CÓLICO



XXVII

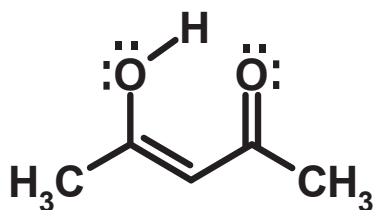
Cuando la función oxhidrilo se encuentra unida a un átomo de carbono en estado híbrido sp^2 , estos alcoholes se clasifican en alcoholes vinílicos ó alcoholes insaturados³⁰⁻³³ ó enoles y en alcoholes aromáticos ó fenoles, porque además de encontrarse unida la función oxhidrilo a un átomo de carbono en estado híbrido sp^2 , éste forma parte de un sistema aromático bencenoide ó no bencenoide³⁷, muchas estructuras enólicas son inestables (XXVIII) y por ello no se encuentran como tales, sino que mediante un fenómeno de tautomería, cambian su estructura a la forma carbonílica, representada en las estructuras XXXI y XXXII, y que muchos casos son las de mayor estabilidad, aunque en otros la forma enólica es la que presenta la estabilidad mayor como en la acetilacetona XXIX³⁸ y el producto natural β -pipitzol (XXX)³⁹⁻⁴⁰.



ALCOHOL VINÍLICO

ENOL

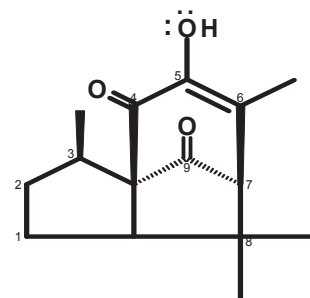
XXVIII



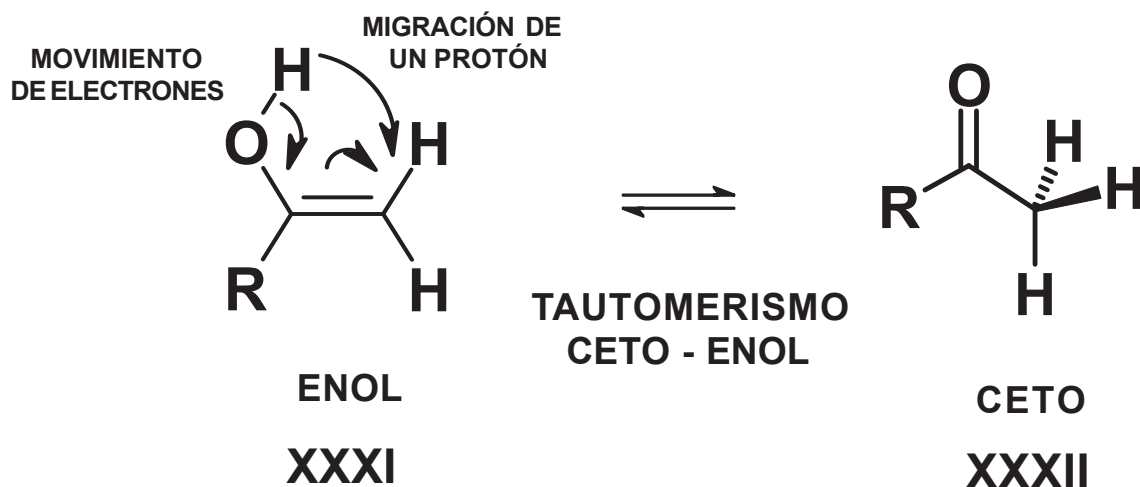
ACETILACETONA

TAUTÓMERO ENOL

XXIX

 β -PIPITZOL

XXX



ENOL

XXXI

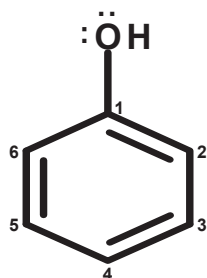
TAUTOMERISMO
CETO - ENOL

CETO

XXXII

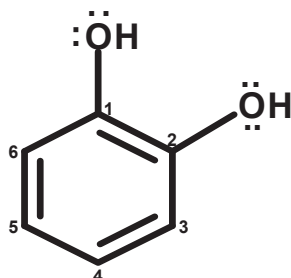
EQUILIBRIO DE LAS DOS FORMAS

Estructuras de alcoholes aromáticos ó fenoles, se encuentran representadas en los ejemplos siguientes (XXXIII-XLI), en los que pueden contener una ó más funciones oxhidrúlicas, como es el caso del floroglucinol (XXXVII)³⁰⁻³³.



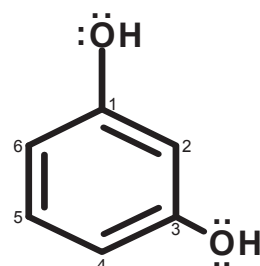
FENOL
p.f. 40-42°C

XXXIII



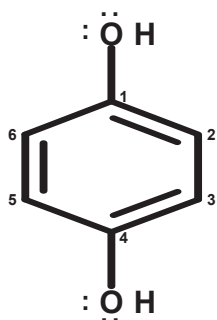
CATECOL
p.f. 104-106°C

XXIV



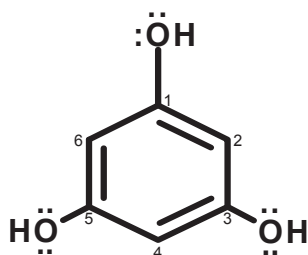
RESORCINOL
p.f. 110-112°C

XXXV



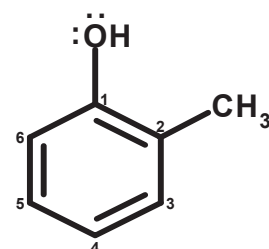
p-HIDROQUINONA
p.f. 172-175°C

XXXVI



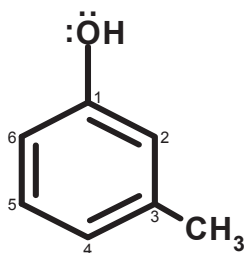
FLOROGLUCINOL
p.f. 218-221°C

XXXVII



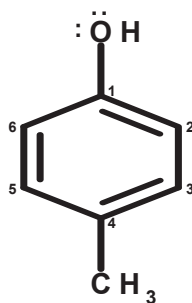
o-CRESOL
p.f. 32-34°C

XXXVIII



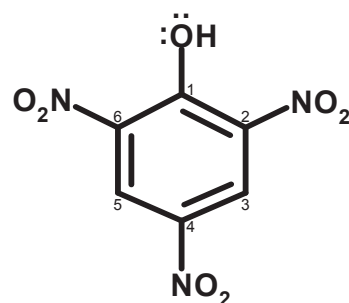
m-CRESOL
p.f. 8-10°C

XXXIX



p-CRESOL
p.f. 32-34°C

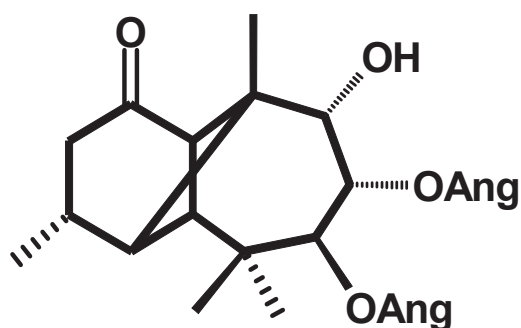
XL



2,4,6-TRINITROFENOL
ACIDO PICRICO
p.f. 121-123°C

XLI

La naturaleza produce una gran variedad de compuestos⁴¹, entre los cuales se encuentran estructuras que contienen la función oxhidrilo y en los que hemos reportado su aislamiento e identificación, como es el caso de los alcoholes secundarios sesquiterpénicos como la rasteviona (XLII) obtenida de la raíz de la *Stevia serrata* y de la *Stevia rhombifolia*⁴² respectivamente, en



RASTEVIONA
XLII

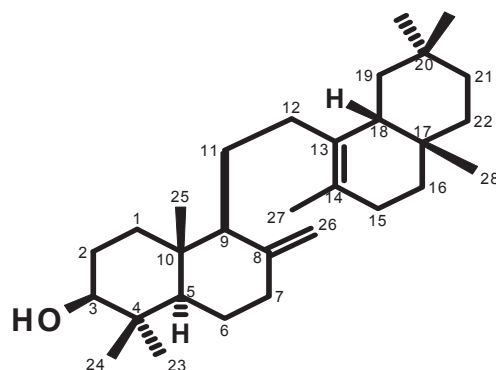


Stevia serrata Cav.

tanto que de la *Stevia viscida* y de la *Stevia eupatoria* se aisló también de la raíz una estructura secotriterpénica con un oxhidrilo secundario en beta, correspondiente al 8,14-seco-oleana-8(26),13-dien-3 β -ol XLIII⁴³.



Stevia eupatoria



8,14-seco-oleana-8(26),13-dien-3 β -ol

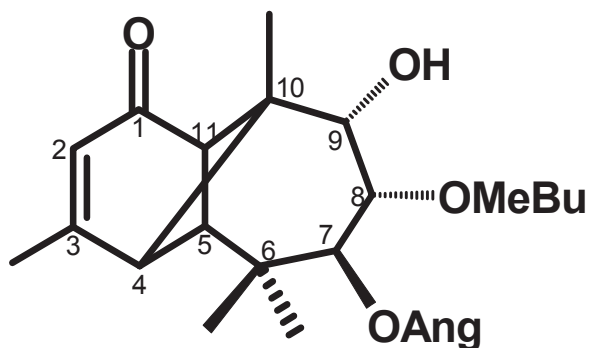
XLIII



Stevia viscida

De la raíz de la *Stevia pilosa*⁴⁴, se aisló el (4*R*,5*S*,7*S*,8*S*,9*S*,10*R*,2''*S*)-7-angeloiloxi-9-hidroxi-8-(α -metilbutirolxio)-longipin-2-en-1-ona XLIV. El oxhidrilo secundario se encuentra en carbono quiral (9*S*) y se encuentra alfa.

Estudios químicos⁴⁵⁻⁵³ realizados con el esqueleto de longipineno han generado nuevos esqueletos sesquiterpénicos mediante rearrreglos.



(4*R*,5*S*,7*S*,8*S*,9*S*,10*R*,11*R*,2''*S*)-7-angeloiloxi-9-hidroxi-8-(α -metilbutirolxio)-longipin-2-en-1-ona

XLIV

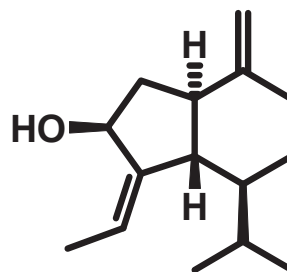


Stevia pilosa

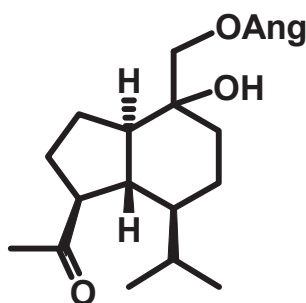
De la raíz y parte aérea del *Senecio mexicanus*, Mc Vaugh se obtuvieron los alcoholes secundario XLVI y terciarios XLVI y XLII, todos sesquiterpénicos con esqueleto tipo oplopano⁵⁴⁻⁵⁶.



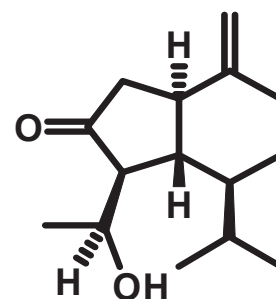
Senecio mexicanus Mc Vaugh



XLV

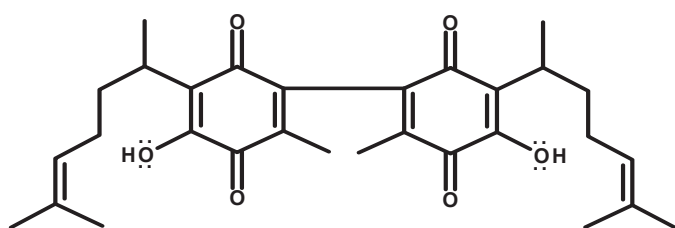


XLVI

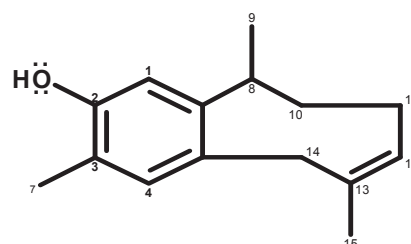


XLII

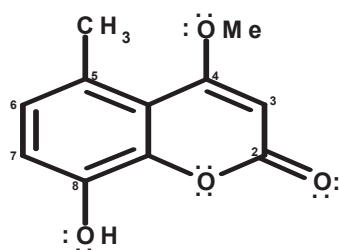
De la raíz de la *Perezia alamanii*, var. *olepis*⁵⁷ se obtuvo el alcohol sesquiterpénico dimérico (XLIII) derivado del esqueleto quinónico de la perezona, el cual contiene un oxhidrilo enólico quinoide; además el alcohol sesquiterpénico parvifolina cuyo oxhidrilo fenólico se encuentra en C-2 y un derivado cumarínico de nombre 8-hidroxi-pereflorina (XLV), el cual también contiene un oxhidrilo fenólico en C-8.



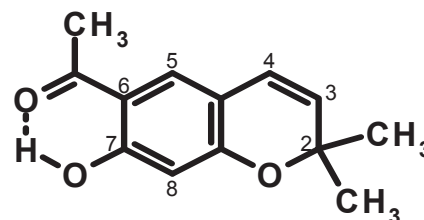
DÍMERO DE LA PEREZONA
XLIII



PARVIFOLINA
XLIV



8-HIDROXI-PEREFLOFINA
XLV



2,2-DIMETIL-6-ACETIL-7-HIDROXI
-2H-CROMENO

XLVI

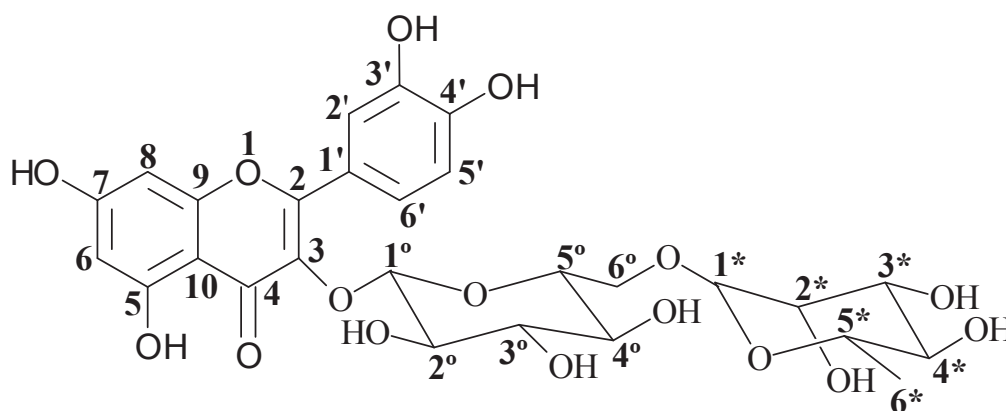


Eupatorium arsenei

De la raíz del *Eupatorium arsenei*⁵⁸ se obtuvo una estructura funcionalizada de el alcohol derivado de un 2H-cromeno (XLVI), en el cual el oxhidrilo fenólico en C-7, se encuentra formando un puente de hidrógeno intramolecular con el oxígeno del carbonilo del grupo acilo ubicado en la posición C-6 del anillo aromático del 2,2-Dimetil-6-acetil-7-hidroxi-H-cromeno.

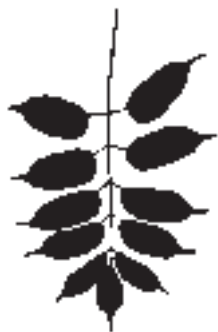
Las hojas de las plantas que pertenecen al género *Bursera* son particularmente ricas en estructuras químicas que contienen tanto oxhidrilos alifáticos pertenecientes a la parte del azúcar del glicósido y oxhidrilos aromáticos pertenecientes a la parte de la aglicona relativa a la estructura a la cual pertenece un glicósido, tal es el caso de los glicósidos de naturaleza flavonoide obtenidos de los extractos polares de ellas. Un ejemplo es el glicósido disacárido flavonoide 3-O-Rutinósido de quercetina (XLVII), el cual posee seis oxhidrilos secundarios colocados en las dos formas piranósicas de los azúcares y cuatro oxhidrilos fenólicos ubicados en los anillos A y C de la aglicona flavonoide.

Este glicósido se ha obtenido con excelentes rendimientos de la *Bursera longipes*, *B. kerberi*, *B. fagaroides* HBK, *B. bonetii*, *B. penicillata*, *B. multijuga*, *B. morelenmsis* y *B. véjar-vazquezii*^{59,60}.



3-O-RUTINÓSIDO DE QUERCETINA Ó RUTINA

XLVII



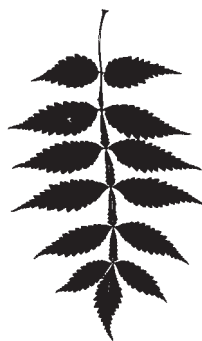
Bursera longipes



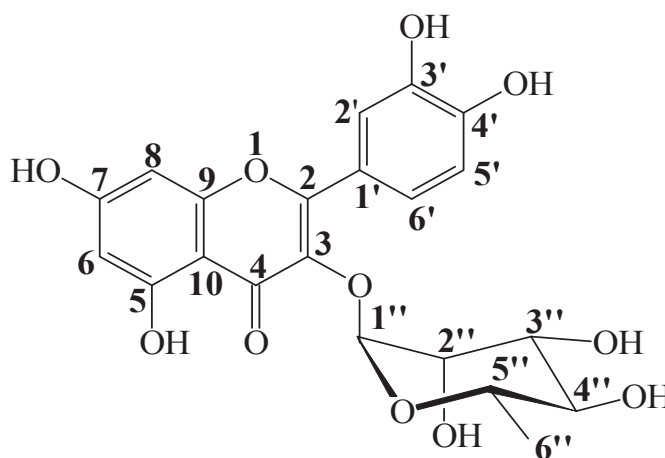
Bursera kerberi



Bursera fagaroides HBK

*Bursera bonetii**Bursera penicillata**Bursera multijuga**Bursera morelensis**Bursera véjar-vazquezii*

3-O-Ramnósido de quercetina (XLVIII) obtenido de la *B. copallifera* y de la *B. vellutina* y el 3-O-Galactósido de quercetina obtenido de la *B. glabrifolia* (XLIX), son glicósidos derivados de quercetina aislados de Burseraceae⁶¹⁻⁶³.

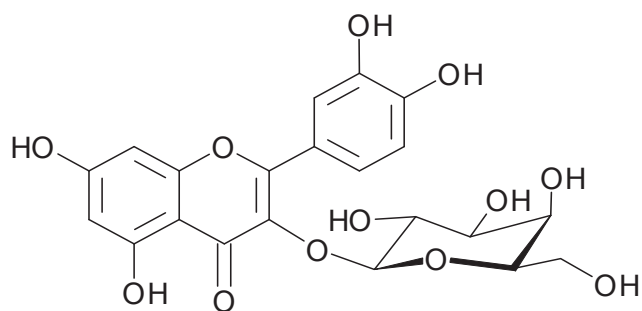
*Bursera copallifera*

3-O-RAMNÓSIDO DE QUERCETINA
XLVIII

*Bursera vellutina*



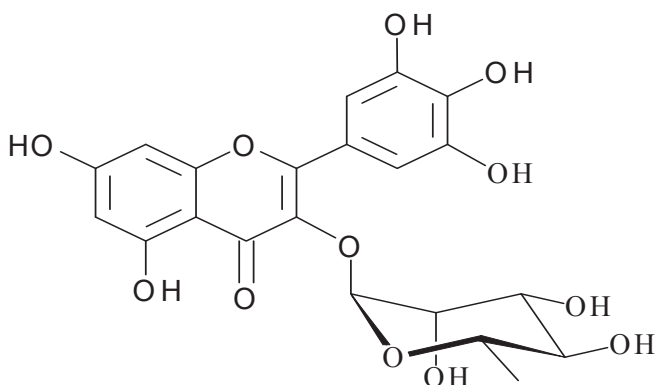
Bursera glabrifolia



3-O-Galactósido de quercetina

XLIX

El 3-O-Ramnósido de miricetina (L), obtenido con buenos rendimientos de la *Bursera bipinnata*, *B. sarukhanii*, *B. excelsa*, *B. biflora*, *B. longipes*, *B. ariensis*, *B. madrigalensis* y *B. attenuata*, su estructura consta de la aglicona miricetina y de un azúcar el cual es una ramnosa⁶⁴.



3-O-Ramnósido de miricetina

L



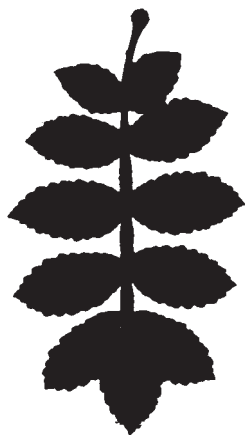
Bursera bipinnata



Bursera madrigalensis



Bursera attenuata

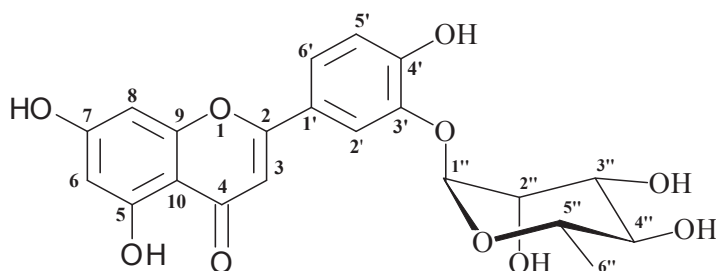


Bursera excelsa



Bursera sarukhanii

En el 3'O- α -L-Ramnopiranosido de luteolina (LI), obtenido de la *Bursera fagaroides* var. *elongata*, el azúcar es una ramnosa, mientras que la aglicona se deriva de una luteolina⁶⁵. Esta aglicona tiene tres oxhidrilos fenólicos, se ha encontrado también en el perejil, la alcachofa y el apio. La luteolina, entre las múltiples propiedades biológicas que tiene, bloquea la toxicidad de la quimioterapia, especialmente de la Adriamicina, sobre el corazón y sobre la médula espinal, inhibe la Tirosina kinasa y posee una potente actividad anti-proliferación sobre veintisiete tipos de células cancerosas, además, inhibe la enzima aromatasa y previene la formación excesiva de estrógenos, inhibe además la inflamación producida por el Factor de Activación Plaquetario (PAF), bajo la influencia de los alérgenos.



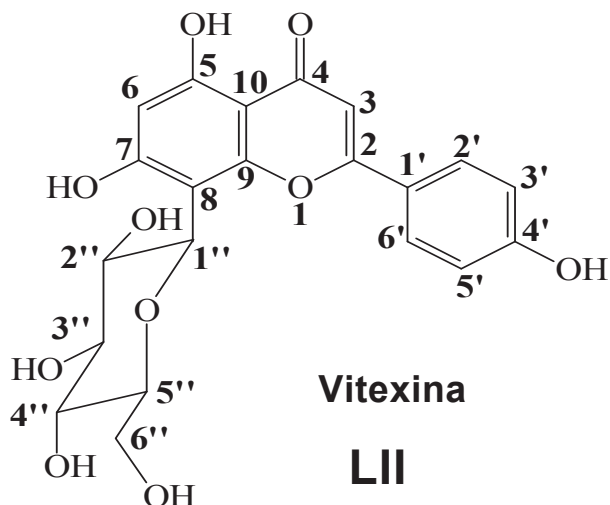
3'O- α -L-RAMNOPIRANÓSIDO DE LUTEOLINA

LI



Bursera fagaroides var. *elongata*

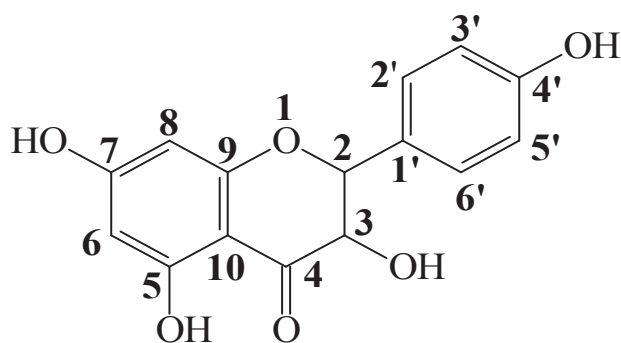
La Vitexina (LII), es un C-glicósido, el cual se ha obtenido de la *Bursera grandifolia* y de *B. simaruba*. Agliconas flavonoides como el Dihidrokaempferol (LIII)⁶³, se ha obtenido de la *Bursera longipes*⁶⁶, mientras que de la *Bursera crenata* y *B. lancifolia* se ha obtenido la Quercetina.



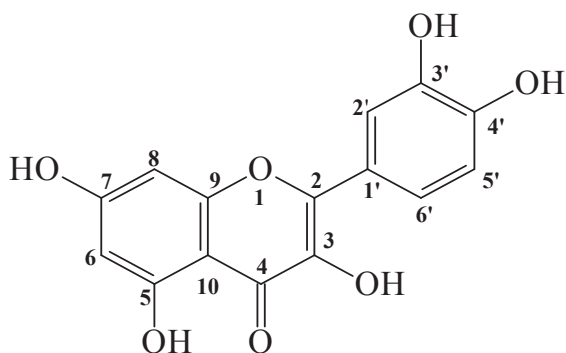
Bursera grandifolia



Bursera simaruba



Bursera longipes



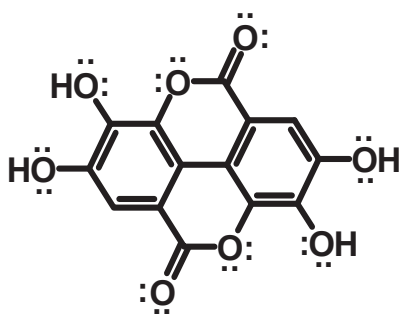
Bursera lancifolia



Bursera crenata

De la *Bursera lancifolia* y *B. xochipalensis*⁶⁶, se ha obtenido el ácido elágico (LV) de fórmula molecular $C_{14}H_6O_8$, el cual es un compuesto con cuatro oxhidrilos fenólicos y dos anillos de tipo δ -lactona. Este fitoquímico protege a muchas plantas contra la luz ultravioleta, virus, bacterias y parásitos, es la única sustancia comprobada que promueve la apoptosis (muerte celular natural) en las células cancerosas sin dañar las células normales.

Se encuentra también en las frambuesas azules mexicanas (*Rubus leucodermis*) y son reconocidas algunas variedades como *Rubus leucodermis* var bernadinus Jepson; *Rubus leucodermis* var trinitatis Berger, todas son miembros del Reino: Plantae, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Orden: Rosales, Familia: Rosaceae, Subfamilia: Rosideae, Género: Rubus, Subgénero: Idaeobatus. Estas frutas se considera actualmente que son la fuente más rica en ácido elágico.



LV **Ácido elágico**



Bursera lancifolia

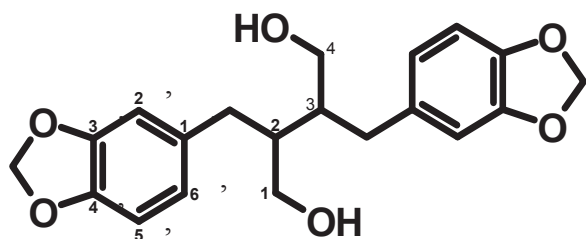


Bursera xochipalensis

Los productos naturales obtenidos de plantas que pertenecen al género *Bursera* presentan una gran variedad estructural de compuestos que contienen la función oxhidrilo, típica de la familia de los alcoholes y de los cuales hemos aislado e identificado a partir de los extractos obtenidos de los tallos usando disolventes de baja polaridad.

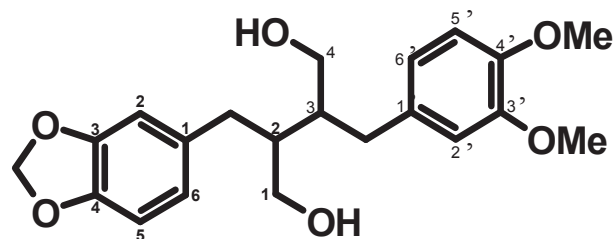
Tomando en consideración la clasificación existente en la que se agrupan las plantas del género *Bursera* en cuanto al tipo de corteza que presenta la especie, es característico que de las burseras denominadas popularmente «cuajotes amarillos» los compuestos que hemos aislado en mayor cantidad son de naturaleza lignánica, como es el caso de los alcoholes primarios³⁸⁻⁴², bis-2,3-(3,4-metilendioxi-bencil)-1,4-butanodiol y 2-(3,4-metilendioxi-bencil)-3-(3',4'-dimetoxibencil)-1,4-butanodiol⁶⁷⁻⁷⁰, obtenidos de la *Bursera fagaroides* HBK, *Bursera fagaroides* var. elongata, *Bursera fagaroides* var. purpussi, *Bursera discolor* y de la *Bursera bolivarii* (LVI y LVII) respectivamente, en tanto

que de la *Bursera multijuga* Engl⁷⁰, clasificada anteriormente como *Bursera pringlei* S. Wats, la cual pertenece a los «cuajíotes rojos», se caracterizó una estructura triterpénica de fórmula molecular $C_{30}H_{48}O_2$, con un grupo carbonilo en C-3, una insaturación en C-12, un oxhidrilo primario cuya función se encuentra en la posición C-28, siete grupos metilo, once metilenos cuatro carbonos metínicos y siete carbonos cuaternarios sp^3 , correspondiente al ácido-3-oxo-28-hidroxi-12-oleanen-3-ona (LVIII y LIX),



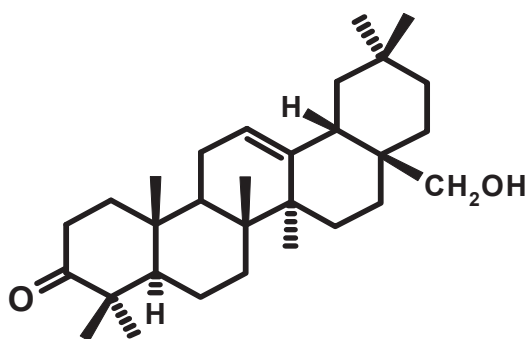
bis-2,3-(3',4'-metilendiofibencil)
-1,4-butanodiol

LVII



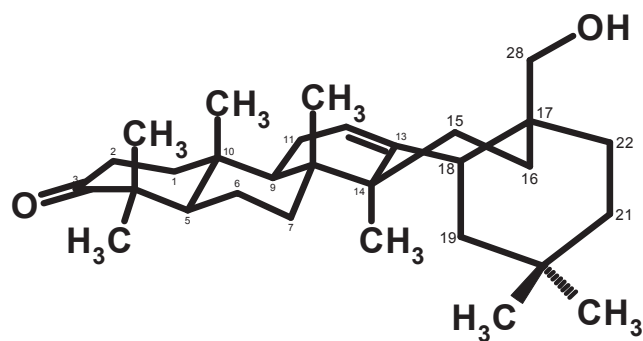
2-(3,4-metilendiofibencil)-3-
(3',4'-dimetoxibencil)-1,4-butanodiol

LVI



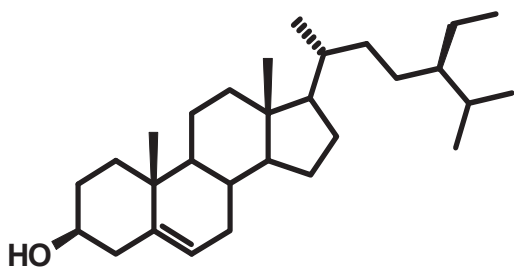
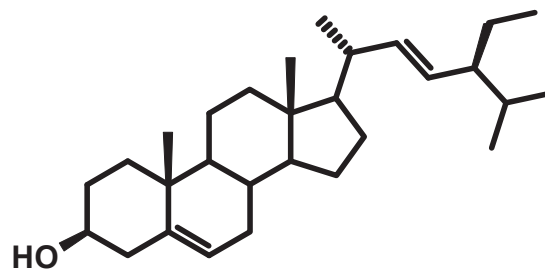
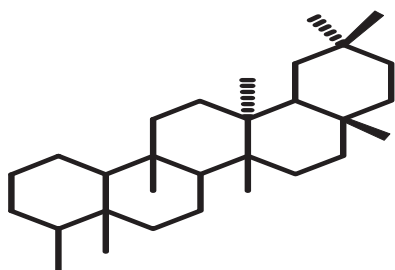
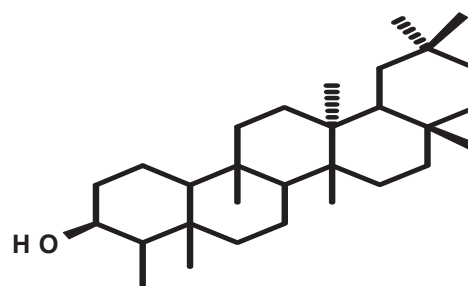
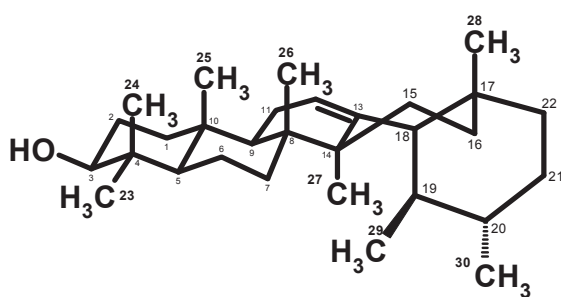
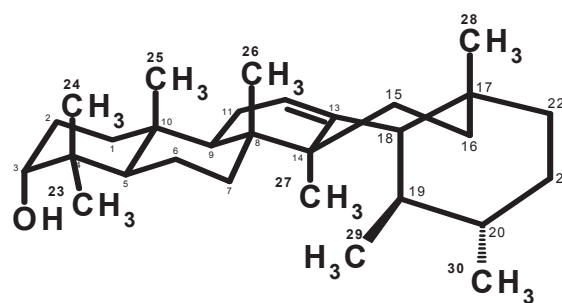
ácido-3-oxo-28-hidroxi-12-oleanen-3-ona

LVIII



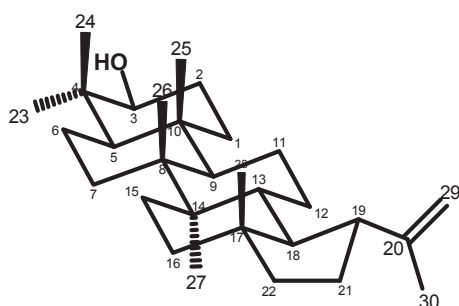
LIX

asimismo los esteroides con el oxhidrilo secundario como el β -sitosterol (LX), y el estigmasterol (LXI) obtenidos de la parte aérea de la *Bursera cuneata*⁷¹. El triterpeno con esqueleto de Fridelano (LXII), β -friedelanol (LXIII) obtenido de la *Bursera bipinnata*, de la *Bursera vellutina*⁷² y de la *Stevia viscida*⁷³, así

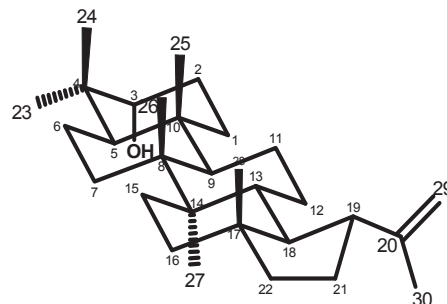
 **β -sitosterol****LX****estigmasterol****LXI****friedelano****LXII** **β -friedelanol****LXIII** **α -amirina****LXIV****3-epi- α -amirina****LXV**

como también las estructuras triterpénicas isoméricas de fórmula molecular $C_{30}H_{50}O$, derivadas del Urs-12-eno como la α -amirina (LXIV), sólido de p.f.186°C,

la cual es el principal constituyente del árbol (*Brosium galadendrón*) y obtenida también de la brea de Manila (*Canarium luzonicum*), ésta junto con la 3-epi- α -amirina (LXV) y los triterpenos de esqueleto del Lupano β -lupeol (LXVI) y 3-epi-lupeol (LXVII), los cuales fueron obtenidos de los tallos de la *Bursera mirandae*^{74,75} y, este tipo de estructuras triterpénicas derivadas de los esqueletos de oleanano, ursano y lupano se encuentran presentes en más del 60% de las especies de *Burseras* que pertenecen a la sección *Bullockia*^{75,76}.

3 β -lupeol

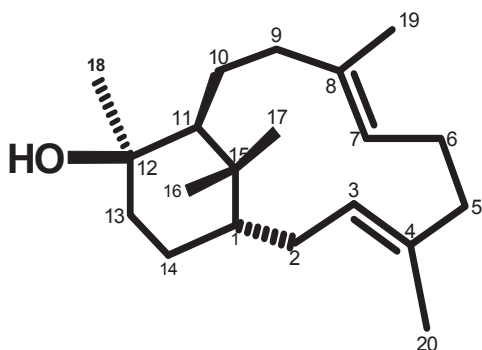
LXVI



3-epi-lupeol

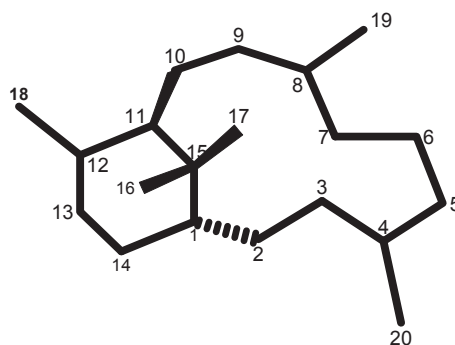
LXVII

El 12-epi-verticilol (LXVIII), es un terpenoide de fórmula molecular $C_{20}H_{34}O$, aislado de los tallos de la *Bursera kerberi*⁷⁷ tiene veinte átomos de carbono correspondiendo así a un diterpeno de esqueleto bicíclico⁷⁸⁻⁷⁹ tipo verticilano, cuenta con cinco grupos metilo, siete metilenos, cuatro carbonos metínicos, cuatro carbonos cuaternarios y un oxhidrilo terciario.



12-epi-verticilol

LXVIII



verticilano

LXVIII

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La ***Bursera suntui* Toledo** es una especie que crece en los bosques tropicales caducifolios, la cual parece ser endémica de las zonas más secas dentro de la Depresión Oriental del Balsas.

Ha sido encontrada entre los 500 y los 1550 m de altitud y más frecuentemente entre los 800 y los 1200 m. sobre el nivel del mar, en donde crecen también *Bursera aptera*, *Bursera bolivarii*, *Bursera longipes*, *Bursera mirandae*, *Bursera morelensis*, *Bursera schlechtendalii*, *Bursera xochipalensis*, *Fouqueria leonilae*, *Jatropha* spp, y entre los matorrales de *Neobuxbaumia mezcalensis*.



DISCUSIÓN Y RESULTADOS

La ***Bursera suntui* Toledo** es una especie que crece en los bosques tropicales caducifolios, la cual parece ser endémica de las zonas más secas dentro de la depresión oriental del Yucatán.

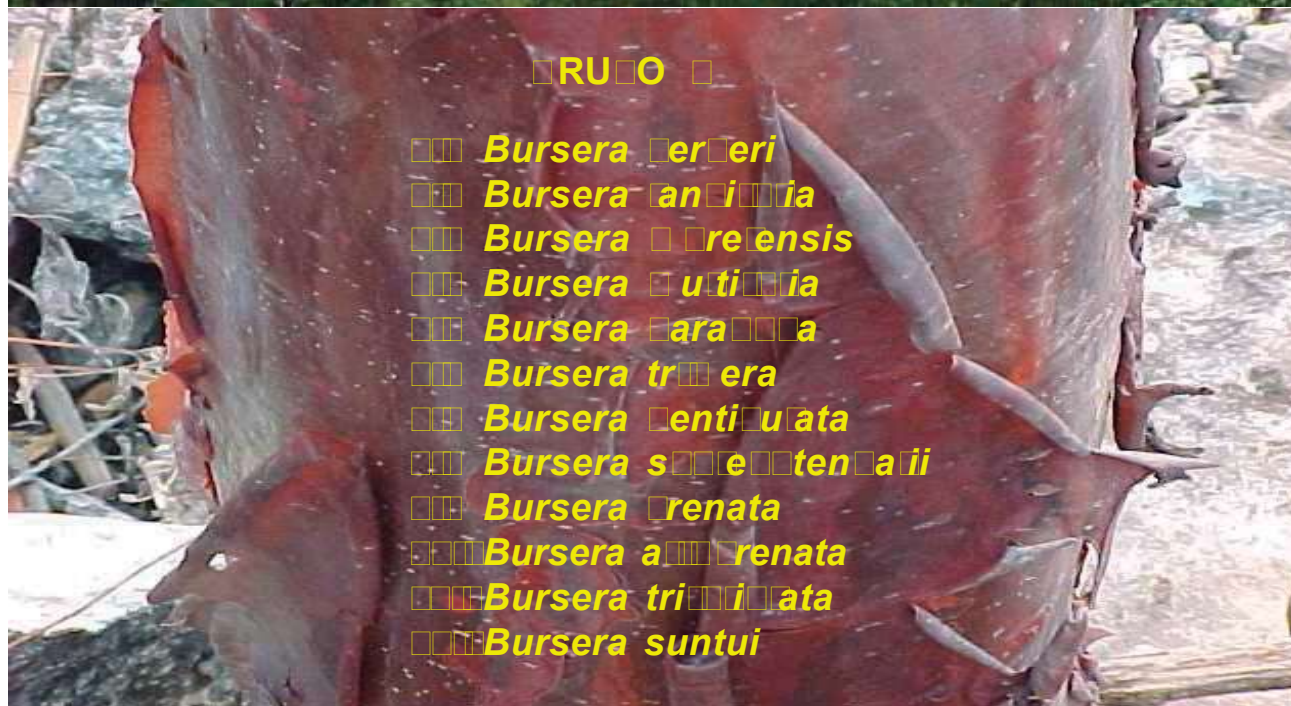
Ha sido encontrada entre los 100 y los 1000 m de altitud y más frecuentemente entre los 100 y los 500 m. sobre el nivel del mar, en donde crecen también *Bursera aptera*, *Bursera bolivarii*, *Bursera longipes*, *Bursera mirandae*, *Bursera morelensis*, *Bursera schlechtendalii*, *Bursera xochipalensis*, *Fouquieria leonilae*, *Jatropha* spp, y entre los matorrales de *Neobuxbaumia mezcalensis*.



Esta especie de *Bursera* pertenece a la subgen *agnoliophanta* a la clase *agnoliopsida* a la subclase *osidae* al orden *apindales* a la familia *Burseraceae* al género *Bursera* y a la especie *suntui*.



D	agnoliophanta
Cl	agnoliopsida
S	osidae
O	apindales
F	Burseraceae
G	Bursera
E	suntui



RUO

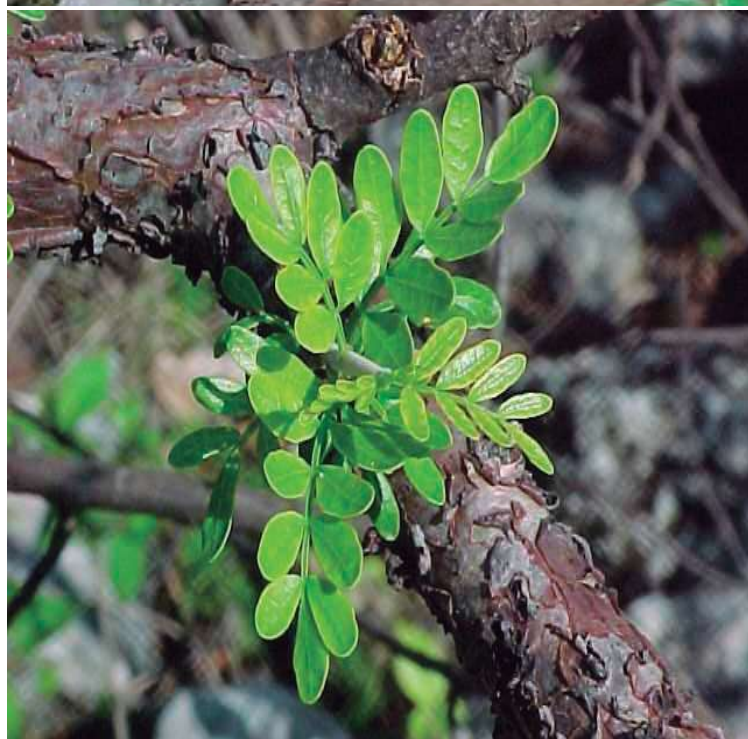
Bursera	pereri
Bursera	agnoliophanta
Bursera	perensis
Bursera	utilia
Bursera	arabica
Bursera	trifera
Bursera	entiuata
Bursera	santanderensis
Bursera	renata
Bursera	arabica
Bursera	trifera
Bursera	suntui

Se encuentra distribuida también en la zona que comprende la región limítrofe de Quezaltenango, Guatemala, en los estados de Guerrero y Oaxaca.



La *Bursaria* es una especie que no muy abundante y como muchas otras especies de este género, es muy común que crezca en las laderas montañosas y rocosas, por lo que en muchos casos se encuentra muy poco abundante.

La *Bursaria* es una especie que pertenece a la sección *Bursaria* y queda comprendida en el grupo de los *glaucos rojos*, es un



arbolito es un árbol pequeño que mide de 1 a 2 m. de altura, es dócil y caducifolio, sus raíces son gruesas, las cuales se adhieren profundamente a los terrenos pedregosos, en donde aparentemente tendrían poca posibilidad de desarrollarse, se cae comúnmente a rotar por lo general entre los meses de mayo y junio, sus ramas de pequeño diámetro y ramillas son generalmente cortas y poco lentas, se tronca hasta a mediana edad de diámetro, de color verdoso rojizo y la coloración de la



La corteza presenta un tono rojizo tendiente a amarillento al ser oscura y consiste en papirácea con dos aspectos, uno en el que se presenta en placas redondas grandes y el otro en láminas papíreas más pequeñas de coloración por lo general más oscura.

La *Bursera suntui* a menudo llega a confundirse con la *Bursera multiolia* por el color y con la *Bursera* a. *multiolia*, actualmente reemplazada como *Bursera toledoana* de modo a que esta se encuentra estrechamente relacionada con estas dos últimas.



Estas tres especies crecen en regiones geográficas distintas una de la otra y muy diferentes en cuanto a sus hábitos, por lo que han sido consideradas como especies alopátricas la *Bursera multiolia* (Gosse) (1). Crece en una región que se encuentra en los límites entre los estados de Oaxaca, Guerrero, Chiapas y Tabasco y la *Bursera a. multiolia*, crece en la región de Sierra Gorda, en zonas aledañas a la presa de Amecameca, en el estado de Morelos.

El nombre asignado a la *Bursera suntui* se debe a que esta especie fue dedicada al Instituto Nacional de Investigaciones Científicas (INIC) como un reconocimiento a la labor realizada a favor de la ciencia en México.

El tronco, hojas, fruto e inflorescencia de la *Bursera multiolia* (Gosse) (1) se encuentran representadas mediante sus respectivas fotografías en la p. 11, del mismo modo para la *Bursera a. multiolia*, su tronco, las hojas, el fruto y la inflorescencia que puede ser de macho, se encuentran representadas con sus

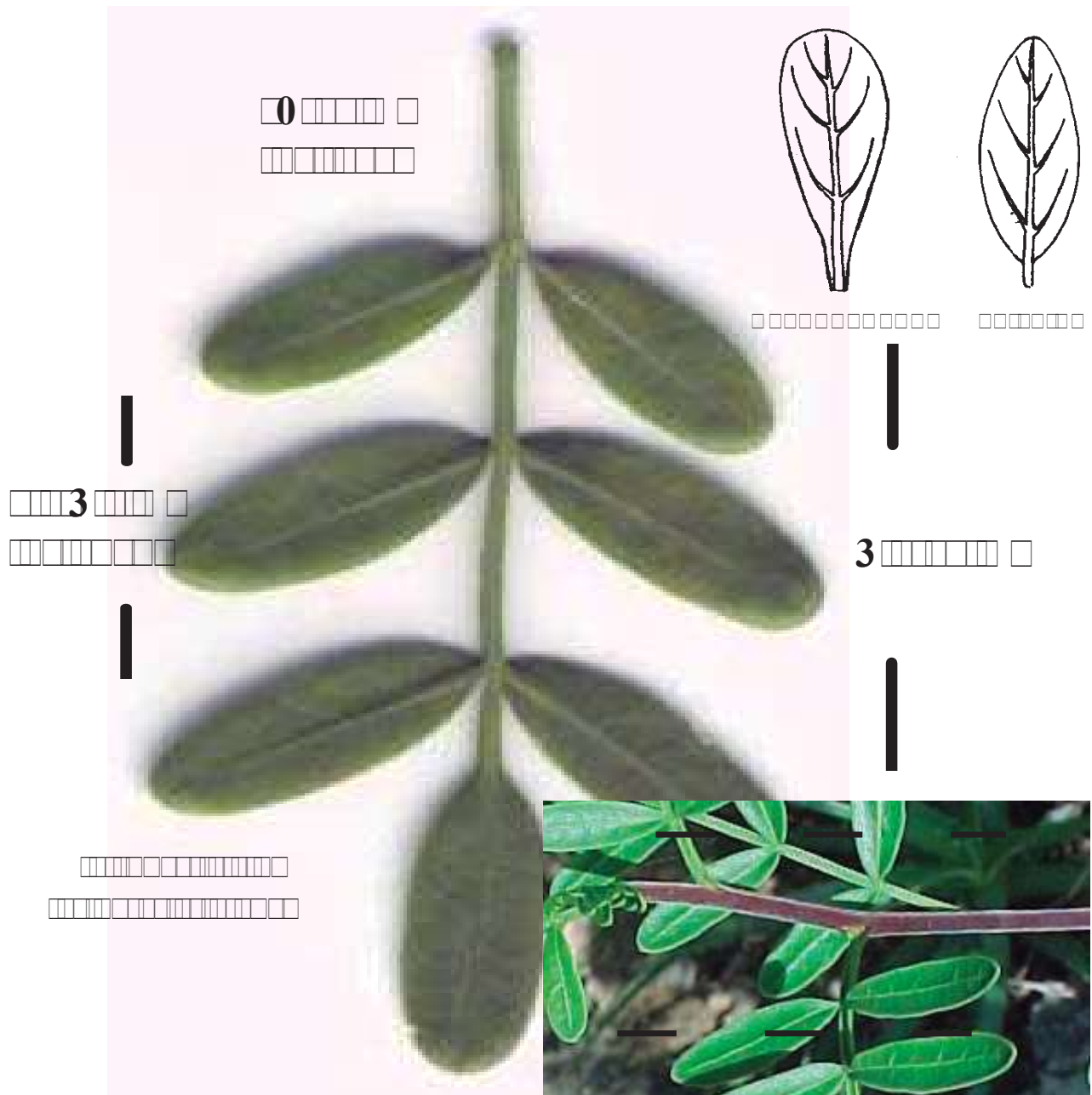
Se muestran las respectivas en la p. 11, por medio de las cuales se establece la semejanza y diferencias que tienen con respecto a la *Bursera suntui*



***Bursera utilis* (Roe E)**



Bursera □ □ □



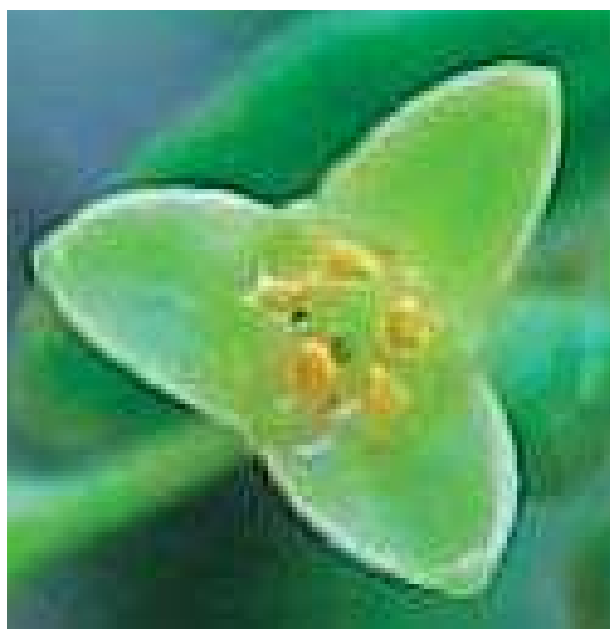
Las hojas de la *Bursera suntuosa* crecen en su mayoría agrupadas sobre ramillas que son ordenadas en los anteriores, o en alternadas y son de color verde más o menos del mismo tono en ambas caras sus dimensiones son de 1.5 a 2.5 cm de largo y de 1.5 a 2.5 cm de ancho, el raquis es de corto a poco lento y sin alas, a excepción del interololo superior que presenta de alrededor de 1.5 mm de ancho. La distancia entre los pares de



los sépalos es de 1.5 a 2 mm los pétalos laterales sentados, o lanolados a obovados de 1.5 a 2.5 mm de largo y de 1 mm de ancho, son blancos y rara vez el margen es entero y cortamente lobado, el ápice es redondeado y la base ca de aguda a truncada, la nervadura central es conspicua y el pétalo terminal se encuentra anastomáticamente el pétalo o lanolado, semejante en lo demás a los laterales. El pedicelo es de 1 mm de largo es corto o puerilento.



Las inflorescencias aparecen en muchos casos al mismo tiempo del brote foliar durante los meses de noviembre y en ocasiones hasta los meses de agosto-septiembre, tienen forma de panículas trisoides, las masculinas son de 1 mm de largo, con dos a seis flores, las femeninas 1 mm con 1 flores, pedicelo y pedicelo cortamente lobos, las flores de ambos sexos son trimeras y en algunas ocasiones son tetrameras, el cáliz se encuentra ensanchado en la base, los lobos son verdes y triangulares y miden de 1.5 a 2 mm de largo y 1 mm de ancho y son blancos, los pétalos son verde amarillentos, y en ocasiones con una línea amarilla en el centro, oados ligeramente lobados y lobados, el ápice es obtuso algunas veces callosa, miden de 1.5 a 2 mm de largo y 1.5 a 2 mm de ancho las flores masculinas cuentan con seis estambres fértiles, el filamento es linear o subulado de alrededor de 1 mm de largo,



las anteras son ancha y miden de 1.5 mm de largo.

La *Bursera suntui* crece de tronco a corte y las ramas son verdes cuando están tiernas y se tornan de color caño al madurar, son de tamaño entre 10 mm de largo, los pedúnculos son enroscados de 1 a 2 mm de





lar□o espa□adamente □rtos o □la□ros, □ando se en□entran res□as son □lo□osas, m□y oleosas y t□enen olor a□rada□le, las dr□pas son tr□al□adas □ tr□onas □□e □ando est□n se□as son de □n □stoso □olo amarillento □anaran□ado

□no a
p□ede
□ore□
do □s

ma□er
espe□
□□□, d
□stas
se ntr
dad d
□m. d
□an□t
mada
a□re□

pro□eso de ma□era□□□ m□ximo de □ d□as□el
lapso de t□empo trans□□rrido entre el □orte de



□lan□□e□
y denso,
ns□□□□n.
□□edan□
rte□a.
s para s□
□□ada la
□ol □□□□□
m, l□e□o
an□tos y
la lo□al□
nos □□□
□□e los
e apro□□
mente se
ete a □n

los canchales y la adición del cenario, no debe de ser mayor de cinco días de cido a que los canchales tienden a conarse con mucha rapidez, e incluso casi toda



la superficie del canchal que da completamente abierta, por lo que los resultados se verían alterados de cido a la transformación que pueden sufrir los componentes naturales de la planta por la influencia de los hongos, ya presencia en proporción al tamaño del canchal es considerable y los resultados ya no serían los esperados.

Se llevaron a cabo las manipulaciones químicas necesarias hasta aotar la cantidad de sustancias a extraer



en esta polaridad, la cantidad de procedimientos de manera que se lleven a cabo que por lo general de tres a seis maneras por lote, de colecta, obteniéndose desde 10 hasta 20 gramos para el último y el primer extracto.

Los extractos obtenidos, una vez destilado y recuperado el líquido proporcionalmente en aceite oleoso de color verde amarillento con una consistencia algo pastosa.

El procedimiento de purificación se lleva a cabo mediante cromatografía en columna y los lotes purificados varían entre los cuatro a doce gramos por columna, el soporte utilizado generalmente es el de sílice y en un peso de 100 g, la cual se coloca hasta el final y la cual quedará colocada en la parte superior de la misma y en ella se le agregará una pequeña

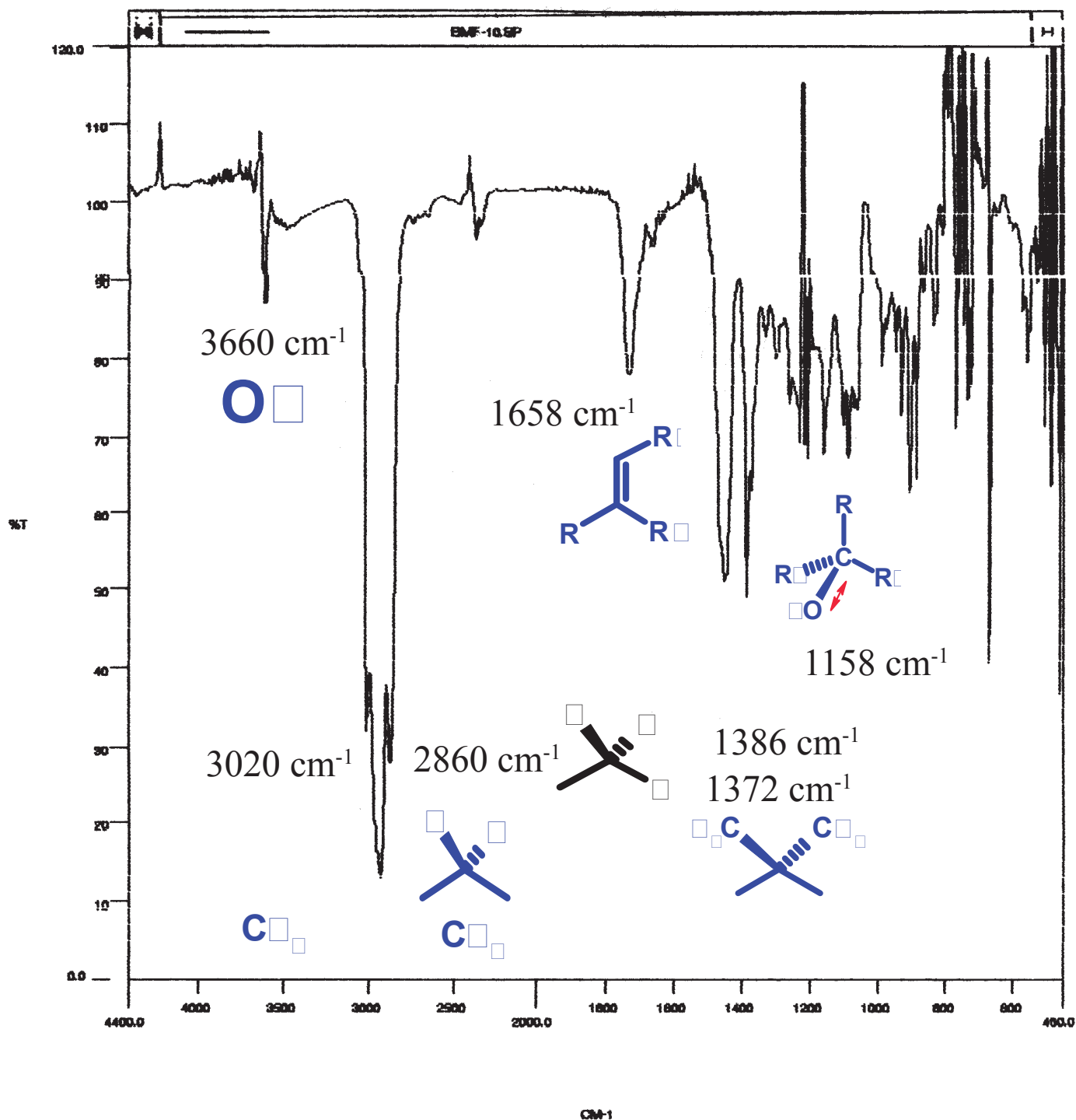


Cantidad de arena lavada y se lava antes de ser usado y sobre de ella una porción de algodón.

La elución se desarrolla mediante el incremento de la polaridad, comenzando con éter de petróleo, luego n-hexano y posteriormente mezclas de n-hexano y CH_2Cl_2 , incrementando la polaridad a éter de petróleo de metileno desde 100:0, hasta 100:100 de metileno puro, todas y cada una de las fracciones recolectadas fueron acetosadas las primeras fueron cristalinas de color ligeramente amarillento y las posteriores el tono amarillento se incrementa, luego se eluye con mezclas de CH_2Cl_2 y metanol las cuales fueron de una coloración verdosa oscura hasta la polaridad de 100:0, la intensidad de la coloración se fue aumentando conforme se incrementa la polaridad de la elución, el número de fracciones eluidas fue por lo general entre 10 y 15 para lotes de esta magnitud.



Ee o de R de l el d o e de e leo
e o del e o e o de lo illo de l *Bursera suntui*



□□□□□ □□□ □spectrum de infrarrojo del □□□□□ertanol □□□□□□□□

pesaron, obteniéndose □□□ m□, los □□ales se □ol□eron a □romatografiar y de la □□□□a la □□□□el□□das con □e□ano, □onsistieron en □ns□ido □lan□o □rystalno □□e re□rystalizado de □loro□ormo□□e□ano, se □t□□ieron a □□as □rystalnas de p. □ □□□□ □□□□, a este s□ido se le determin□s□ espectro de absor□□n en el infrarrojo □□, el □□al mostr□ □na □anda d□□□□a□□da en □□□□ □m⁻¹ y □na □anda an□□a

Entrada en m/z características de n o $n+1$ de m/z tanto el m/z como el $m/z+2$ aparece entre m/z y $m/z+4$ m/z aparece una banda intensa de m/z a los m/z metilos y a los metilenos la m/z en m/z m/z corresponden a la m/z de m/z de m/z en m/z y m/z m/z características de m/z metilos y finalmente la m/z en m/z .

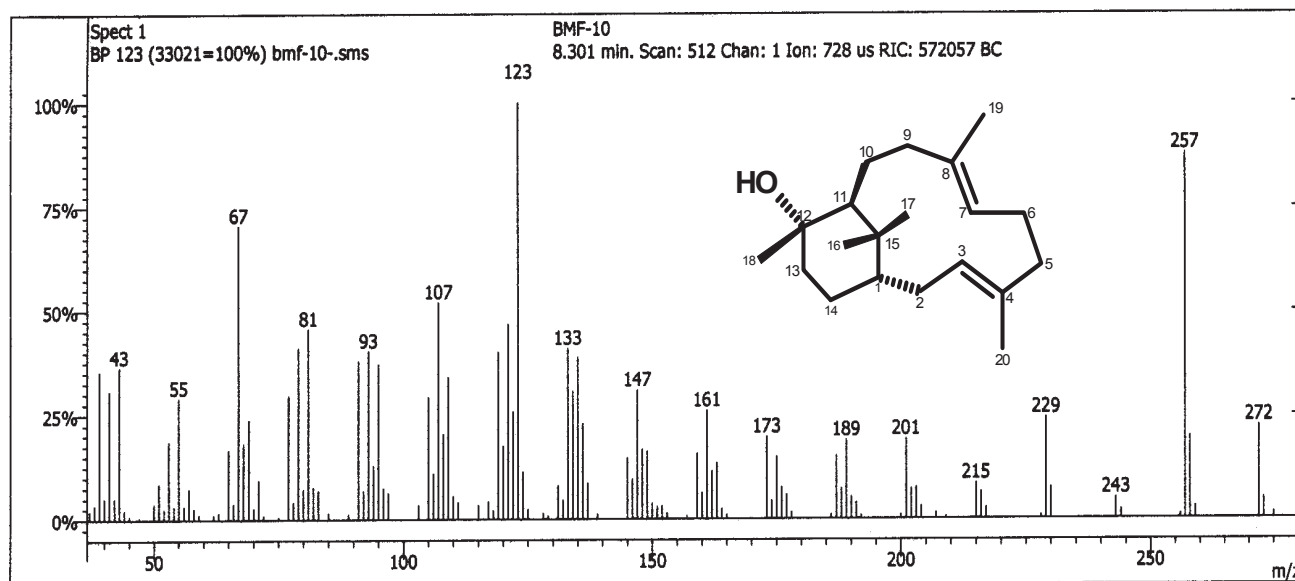


Figura 4. Espectro de masas del (+)-verticillol.

En su espectro de masas se observó y se respectó los espectros de m/z de 1H y de ^{13}C , el compuesto correspondió a un diterpeno, de fórmula molecular $C_{20}H_{34}O$ y la identificación del mismo fue congruente con el diterpeno (+)-verticillol (LXXVIII), por lo que su peso molecular es de 290 gr/mol y en su espectro de masas mostró algunos fragmentos dominantes y m/e 290 (M^+ , 2); m/e 272 (23) (M^+ , $-H_2O$) y los fragmentos 257 (88), 123 (100), 133 (36), 93 (40), 119 (40), 81 (46), 134 (31), 161 (26), 91 (38), 105 (29), además otros fragmentos fueron 229 (24), 121 (47), 147 (31), además presentó una rotación $[\alpha]_D$ de +114.5°, todos estos datos fueron comparados con los reportados para el (+)-verticillol (LXXVIII)³⁸ (figura 4) obtenido de un extracto de éter de petróleo de la madera del árbol de *Sciadopitys verticillata* (Sieb. et Zucc.), un sinónimo de ésta es *Taxus verticillata* (Thunb.), el cual es una Taxodiaceae. Este árbol es perenifolio conocido comúnmente como pino parasol y su lugar de origen es el Japón, de donde es considerada endémica. La etimología de *Sciadopitys*, viene del griego *skiados*, que equivale a paraguas y *pitys*, alusivo a pino, aludiendo a la disposición de sus hojas. *Verticillata*⁸³, del latín *verticillatus-a-um*, aludiendo a la disposición en verticilos de sus hojas. De forma natural crece en altitudes



comprendidas entre 600-1.100 m snm, en donde puede alcanzar unos 35 m de altura, presenta una copa piramidal y la ramificación extendida y ascendente en la parte alta del árbol, tiene un crecimiento muy lento, su madera es roja, elástica y resistente, la corteza es exfoliante en tiras, su madera es utilizada en construcciones hidráulicas y en la fabricación de barcos, además produce



un aceite utilizado en la preparación de barnices y tintes, ha sido cultivada en un extenso territorio de los Estados Unidos de América.

Su follaje consiste en hojas en forma de escamas sobre ramillas largas y hojas aciculares de 8-15 cm de longitud dispuestas en verticilos de 10 a 30, que irradian alrededor del tallo, son de color verde oscuro brillante, los cuales se encuentran muy alejados unos de otros, dando la apariencia de varillas de un paraguas.

La clasificación de este árbol es:

Kingdom **Plantae**
 Phylum **Pinophyta**
 Class **Pinopsida**
 Order **Pinales**
 Family **Sciadopityaceae**
 Genus **Sciadopityis**
 Species **verticillata**

Se conocen dos formas de esta especie, una es la de mediano tamaño la cual es de tipo arbusto, mientras que la otra es alta por lo que es un árbol robusto de alto crecimiento.

Ambas formas prefieren crecer en una posición abierta, a pleno sol, por



lo que no se desarrollan en localidades frías y con mucho viento, aunque son muy resistentes y aguantan hasta los -30°C .

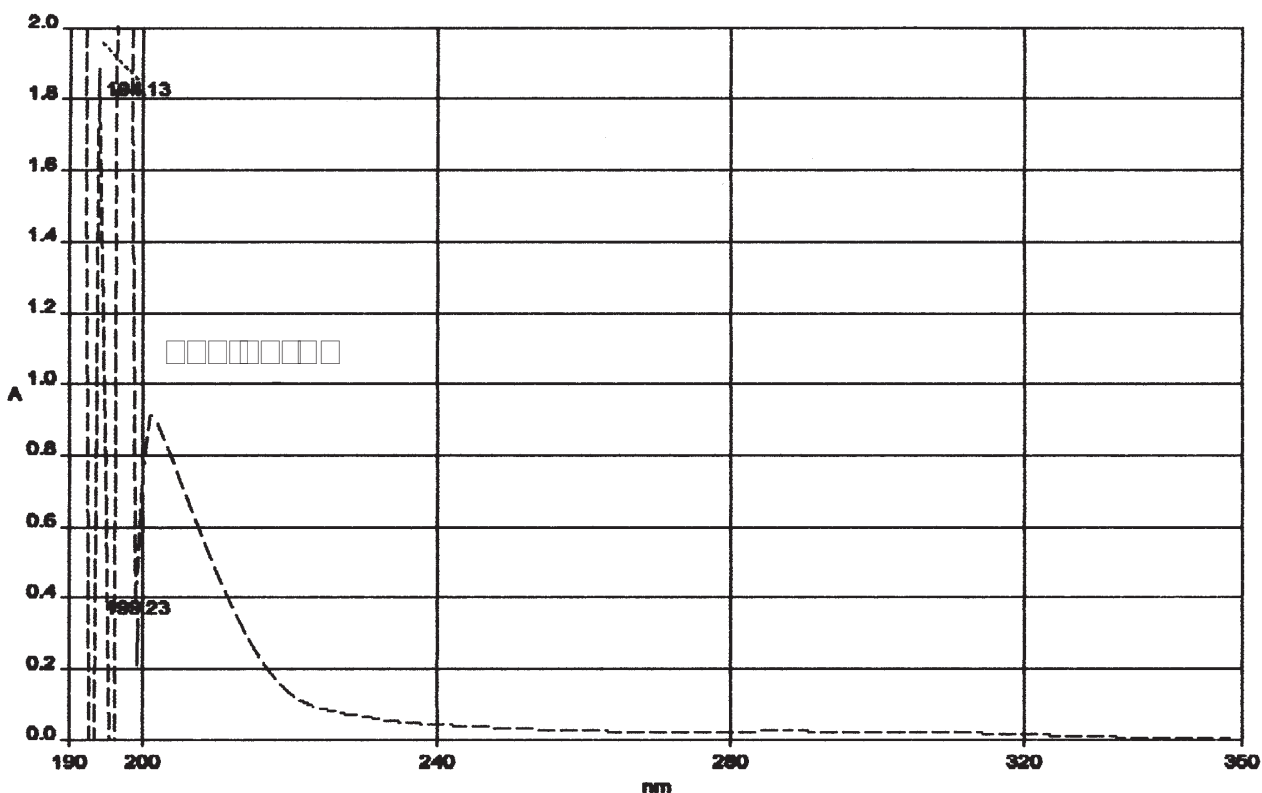
Sus conos son ovoides de 5-10cm de longitud, de color gris con tonalidades de color pardusco, persistiendo en el árbol después de la diseminación de las semillas, las cuales maduran de Octubre a noviembre, ellos maduran en un período de dos años. Las flores son monoicas (flores individuales son ya sea masculinas o femeninas, también ambos sexos se pueden encontrar en la misma planta), las cuales son polinizadas por el viento.

Esta especie tiene gran valor ornamental normalmente de colección, por lo que al ser cultivadas requiere de suelo húmedo o mojado. La planta prefiere la luz, aunque con algo de sombra es suficiente, se desarrolla óptimamente en suelos preferentemente arcillosos, con condiciones ácidas en lugar de las neutras ó alcalinas.

Las plántulas son de muy lento crecimiento y toman alrededor de tres años



para alcanar únicamente alrededor de 30 cm de altura. □preciado en jardinería, en la actualidad se encuentra dentro de las especies arbóreas cultivadas.



Espectro de absorción de V del (+)-verticilol (LXXVIII).

estructura de este diterpeno, al ser comparados con los provenientes de la conífera *Sciadopitys verticillata* (Taxodiaceae)⁸, se reveló que son parecidos

Sciadopitys verticillata

α

O

H
H
H
H
H

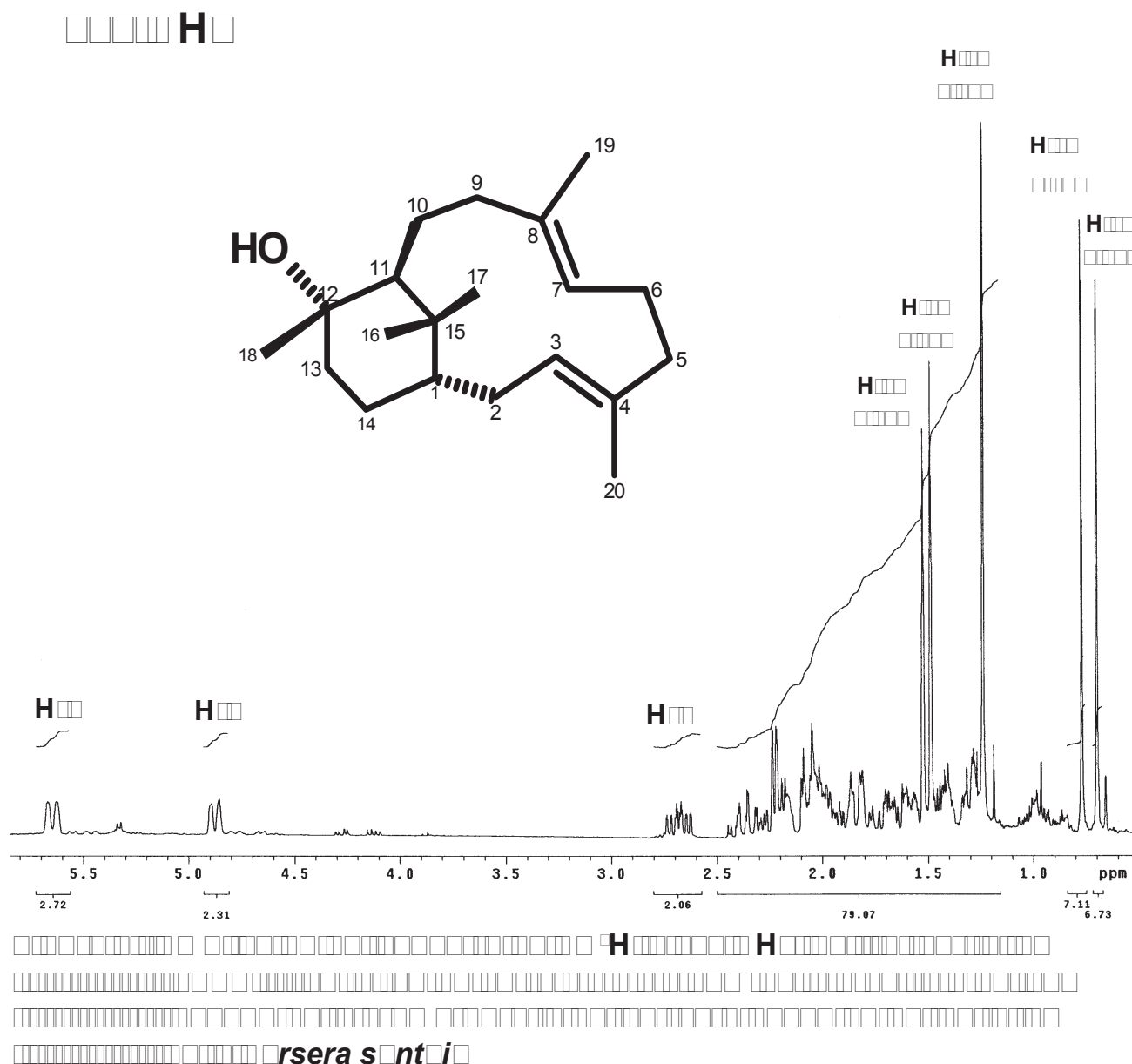
Arsera sentii

α

O

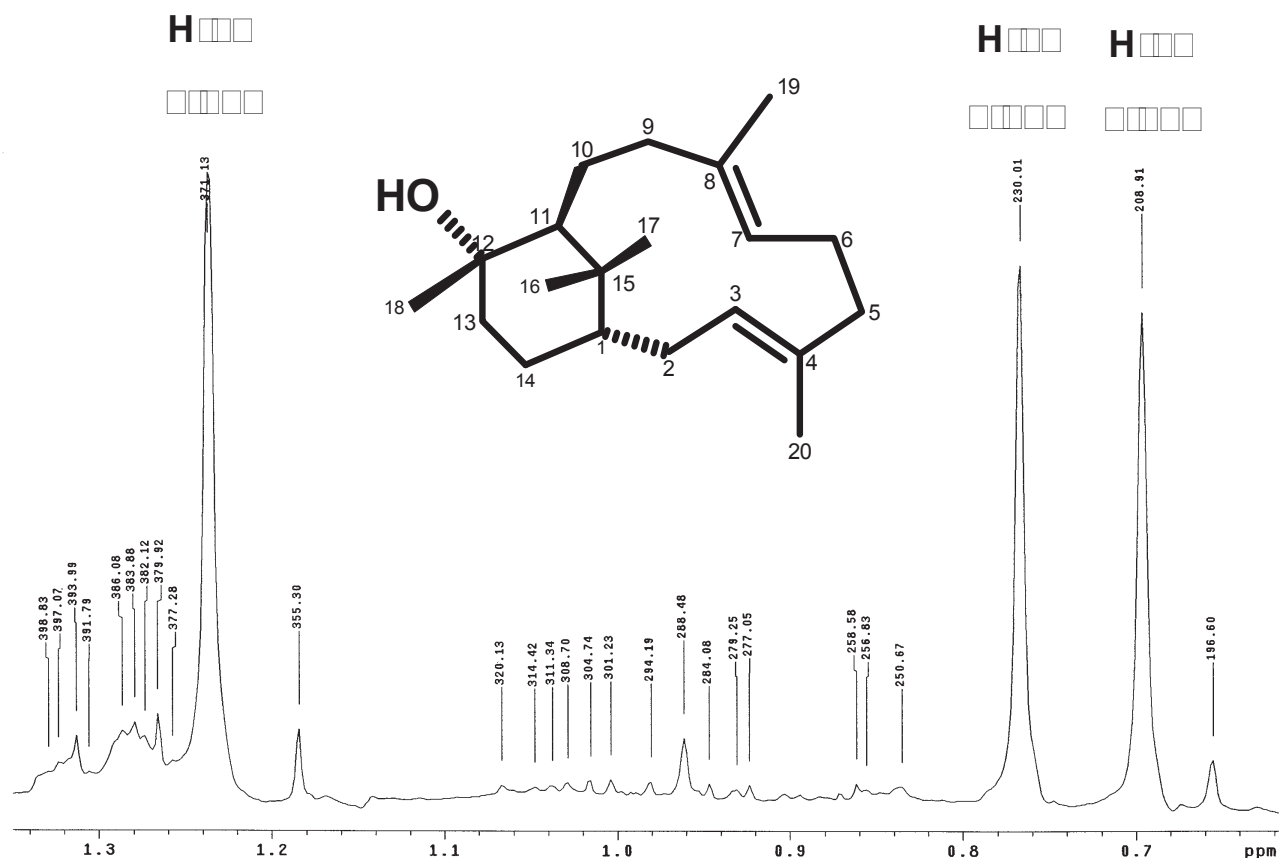
H
H
H
H
H

Sciadopitys verticillata
Arsera sentii

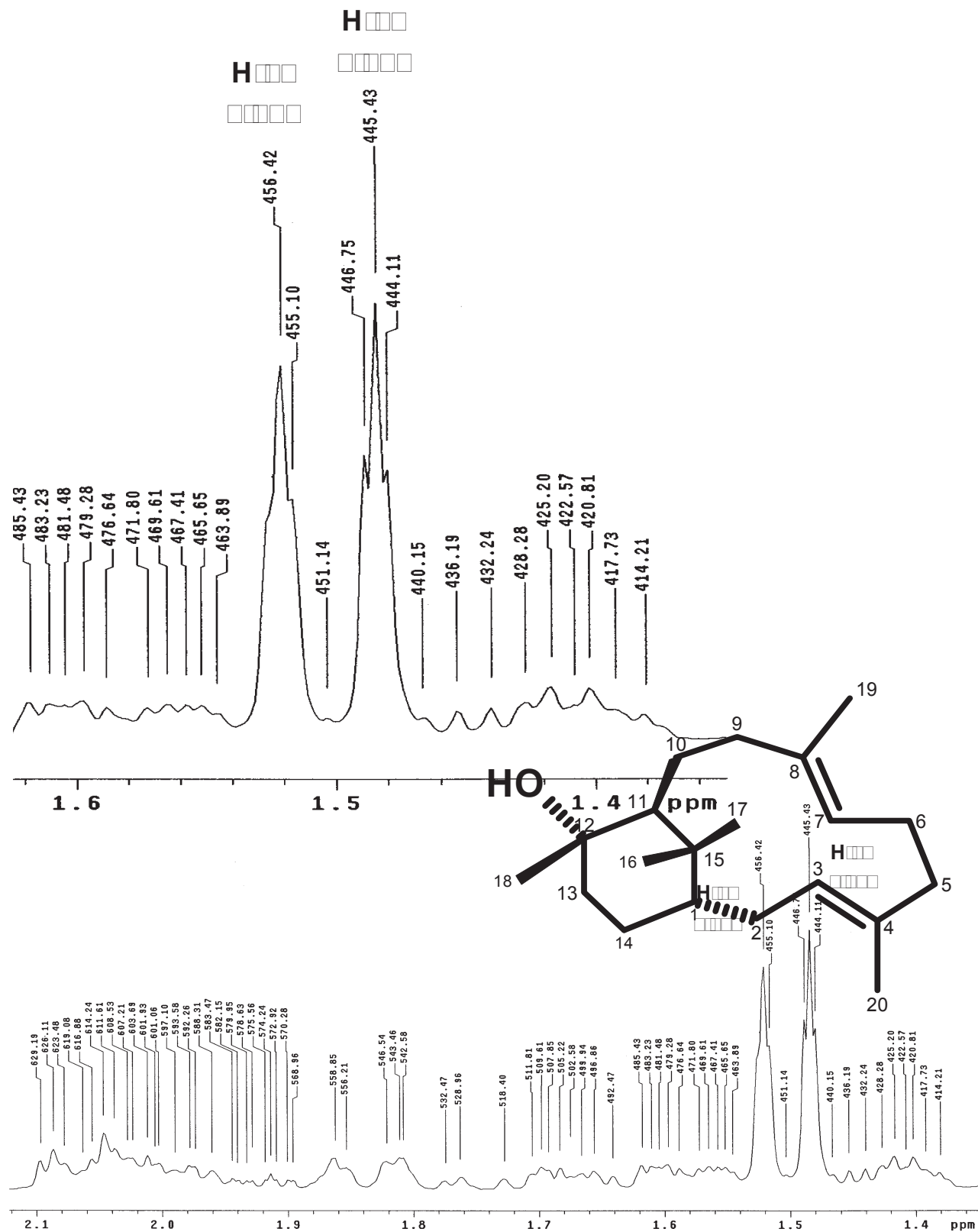


a los obtenidos de los tallos de la dicotiledónea *ursera su tui* Toledo (*urseraceae*), los cuales son mostrados en la figura 7.

En el espectro de RM de ^1H a 300 MHz del (1S,3,7,11S,12S)-(+)-Verticila-3,7-dien-12-ol (LXXVIII), aislado de los tallos de la *ursera su tui* Toledo, mostrado en la figura 8, en el cual pueden apreciarse las cinco señales agudas, altas y simples a campo alto, tres de ellas correspondientes a metilos terciarios, desplazadas a campo más alto en 0.696 ppm, 0.767 ppm y 1.237 ppm correspondientes a los metilos C-17, C-16 y C-18 respectivamente y los cuales pueden apreciarse mejor en la figura 9 en donde se mostró una ampliación en la región espectral a campo alto entre 0.64 y 1.34 ppm, donde siguen siendo

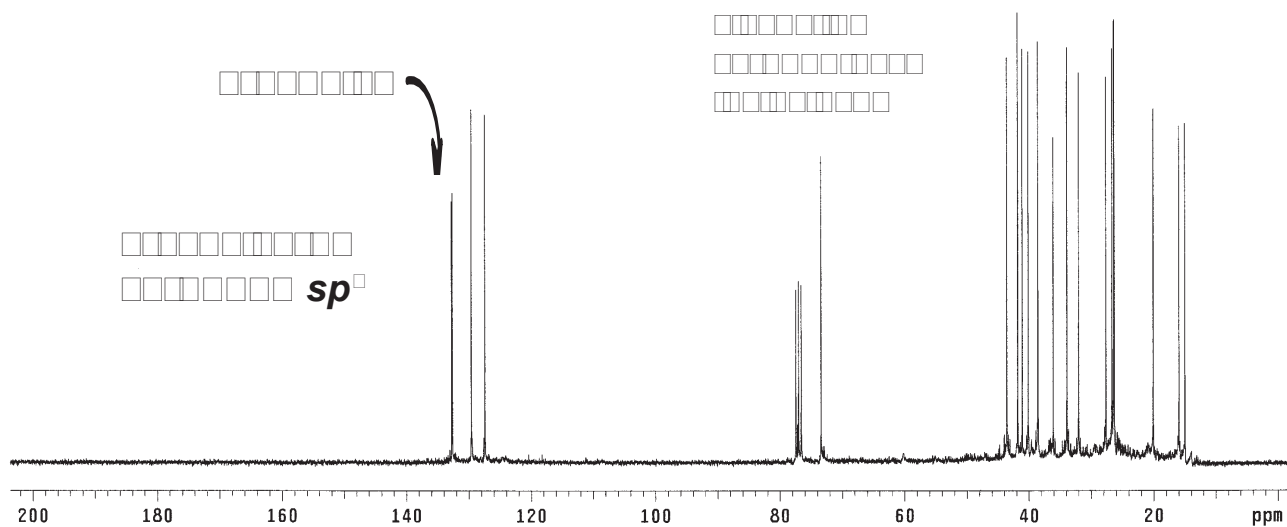


Los datos de rotación óptica, puntos de fusión y desplazamientos químicos de las señales de ^1H de los cinco metilos característicos que tiene la estructura del (1S,3R,7R,11S,12S)-(+)-Verticila-3,7-dien-12-ol (LXXVIII), al ser comparados, con los mismos datos provenientes de extracto hexánico de los tallos de la *Ursera kerkeri* Engler para el (1S,3R,7R,11S,12R)-(+)-Verticila-3,7-dien-12-ol (LXXIX), los cuales son mostrados en la figura 11, en donde puede apreciarse, que ambos alcoholes terciarios mostraron ambos ser dextrorrotatorios y en cuanto a los valores de los desplazamientos químicos de los metilos terciarios y vinílicos de sus respectivos espectros de ^1H , el valor del desplazamiento químico significativamente diferente es precisamente

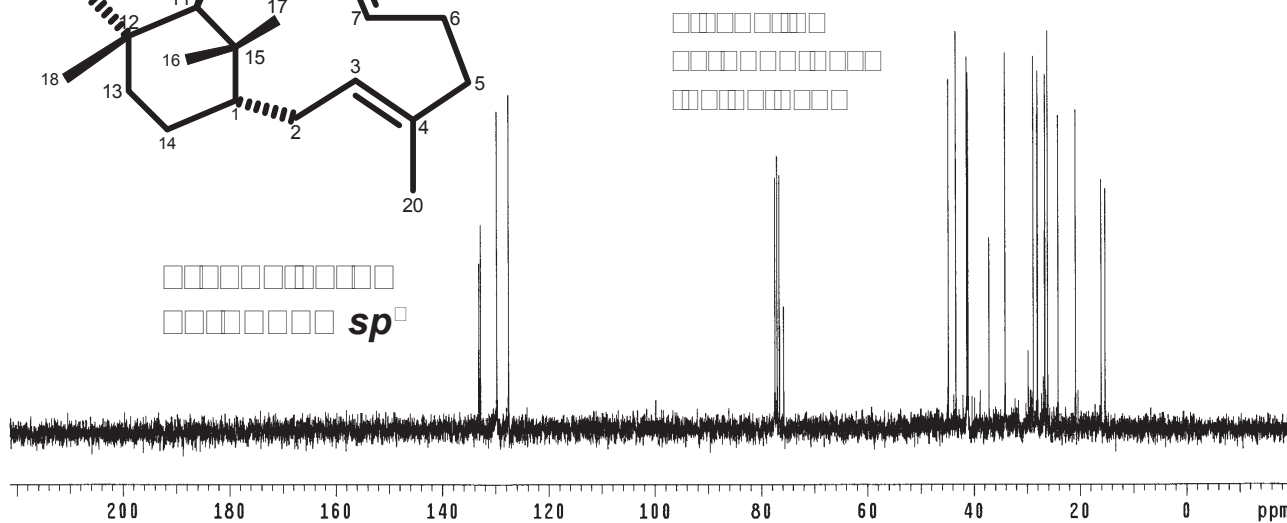
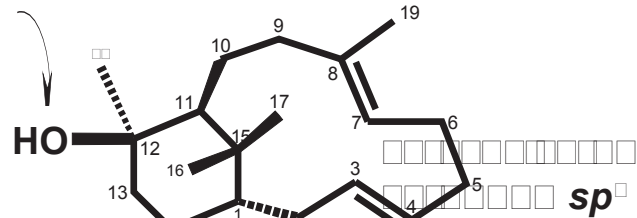
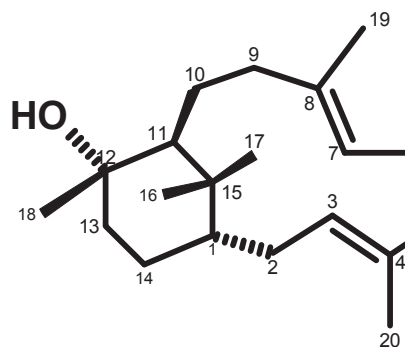


rserra s n t i

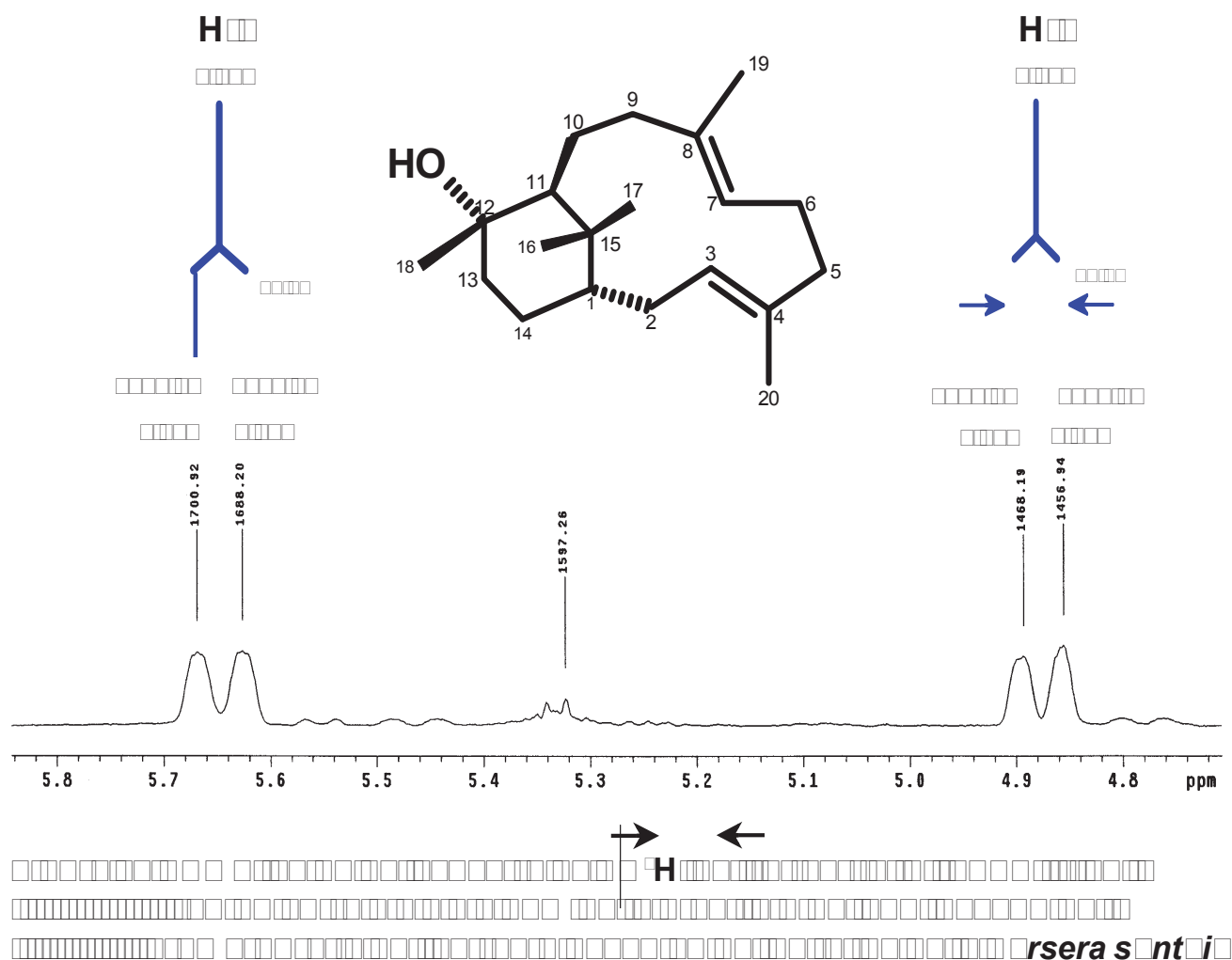
_____ *rsera s nt i* _____ *rsera er eri*

[illegible]

ereri



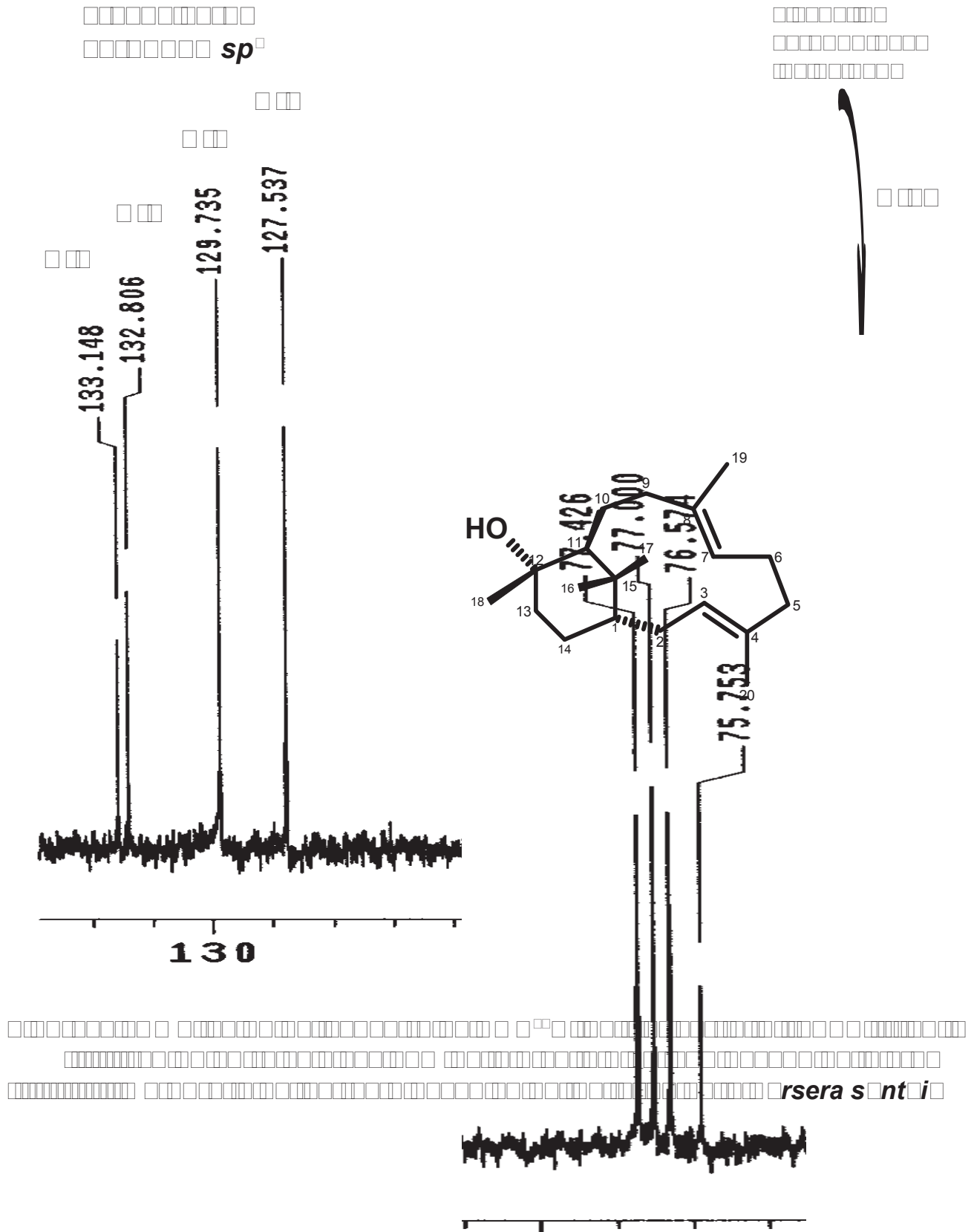
rsera s_{int}i



fue graficada la ampliación del espectro en la región entre 4.0 y 5.8 ppm y en la cual se pudo apreciar claramente los valores más exactos de los desplazamientos de las señales dobles anchas correspondientes a 4.854 y 4.892 ppm para H-7; mientras que en 5.623 y 5.666 ppm desplazamientos para H-3 y los correspondientes valores de los desplazamientos promedio de dichas señales, 4.873 ppm para H-7 y 5.645 ppm para H-3, así como también sus valores en H_{α} para poder calcular las constantes de acoplamiento, mediante la diferencia entre estos pares de valores; así para 1456.94 H_{α} y 1468.19 H_{α} su diferencia da 11.25 H_{α} correspondiente a la constante de acoplamiento para H-7, además 1688.20 y 1700.92 H_{α} la diferencia entre estos dos valores es de 12.72 H_{α} correspondiente a H-3 respectivamente. Los valores de los desplazamientos y las respectivas constantes de acoplamiento asignadas al resto de las señales se encuentran en la Tabla II.

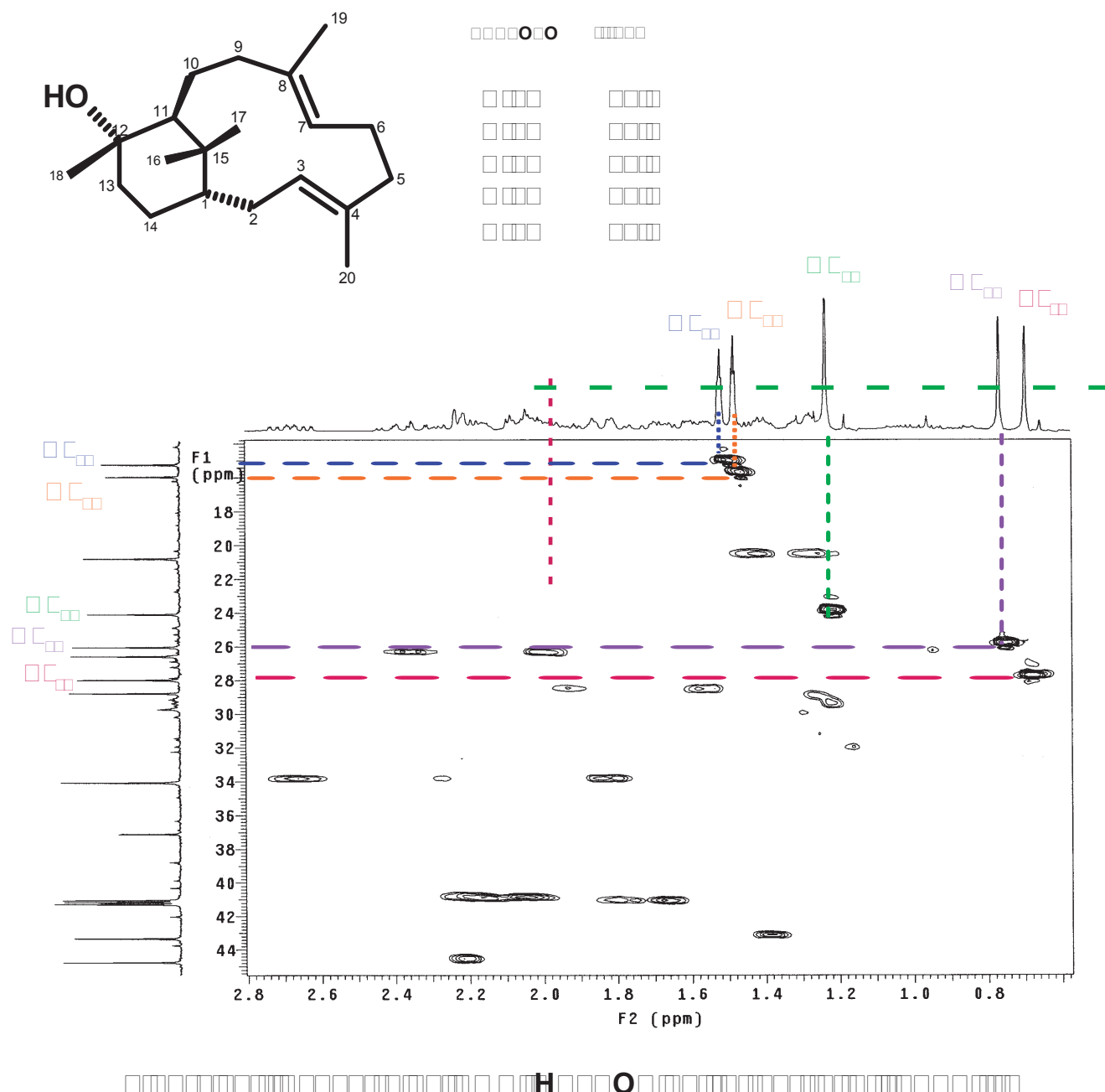
En su espectro de RMN de ^{13}C mostrado en la figura 14, mostró ser muy parecido al del 12-epi-(+)-verticilol obtenido de la *Streptomyces* (Engler) mostrado en la fig. 13 y en el cual aparecieron quince señales en la región de los

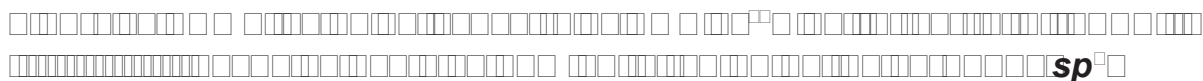
carbonos sp^3 , de las cuales algunas se encuentran traslapadas, una señal del carbono base de oxígeno en 75.753 ppm y cuatro señales de carbonos sp^2 , dos de ellas traslapadas. En ampliaciones del espectro de carbono que van desde 126 hasta 134 ppm y otra que va desde 74 hasta 82 ppm mostradas ambas en la figura 15, se muestra claramente la separación de las señales, en las que



Me-19 y Me-20, los desplazamientos de todos ellos en la Tabla IV y los cuales fueron todos corroborados con las señales de sus respectivos hidrógenos en el espectro bidimensional HETCO como puede ser apreciado en la figura 17.

En la Tabla IV se muestran asignados todos los valores de los desplazamientos químicos de los veinte carbonos para los dos alcoholes terciarios isoméricos correspondientes al (1*S*,3*R*,7*R*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12-ol (LXXVIII) aislado del extracto hexánico de los tallos de la

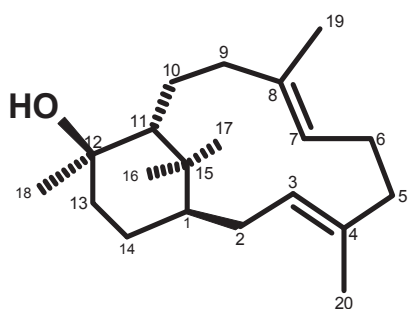




Cursera surinamensis, al (1S,3,7,11S,12)-(+)-Verticila-3,7-dien-12-ol (LXXIX) obtenido de los tallos de la *Cursera kerrii* y ambos datos pueden ser comparados con los reportados en la literatura procedentes de las plantas hepáticas *Jackiella javanica* y *Curatella indica*⁸⁵⁻⁸⁷, de las cuales se aisló el ent-(-)-verticilol ó (1,3,7,11,12)-(-)-Verticila-3,7-dien-12-ol (LXXX) y otros derivados no naturales obtenidos, como (LXXXII al LXXXV).

Las Hepáticas (Liverworts), junto con los Antocerotes y los Musgos, son las tres categorías en las que se encuentran tradicionalmente divididas las briofitas y son el segundo grupo más importante de plantas verdes con cerca de 20,000 especies comprendidas en el ambiente terrestre, se caracterizan generalmente porque son de pequeño tamaño, abundan principalmente en lugares de elevada humedad, ya que necesitan del agua para llevar a cabo su ciclo reproductor, habitan en ambientes muy variados, desde cerca del nivel del mar hasta las elevaciones más altas; en las selvas o en los desiertos, pero su vida siempre está íntimamente ligada con el agua en estado líquido.

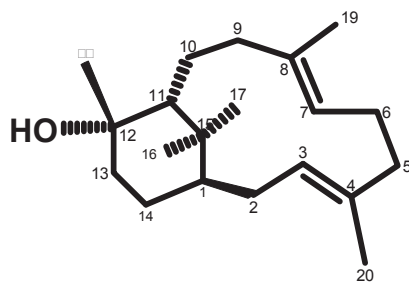




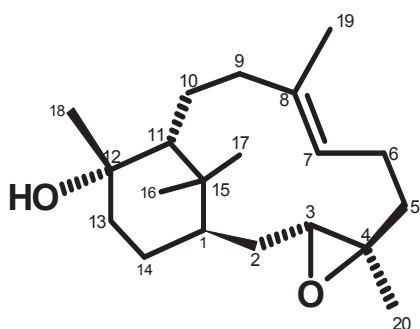
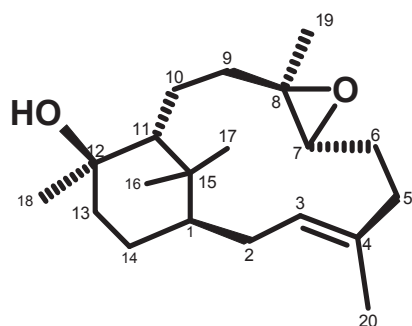
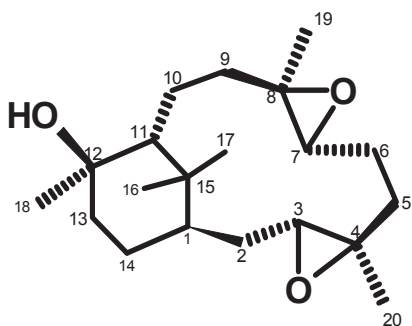
number annia in sca

[illegible]

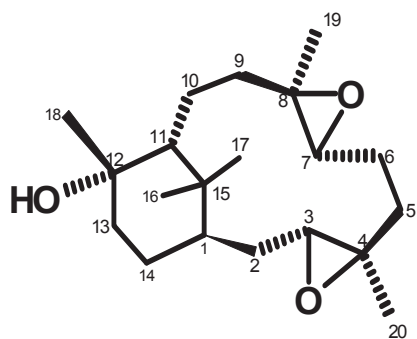
□ □ □ □



□ □ □ □ □



□ □ □ □ □



--	--	--	--	--

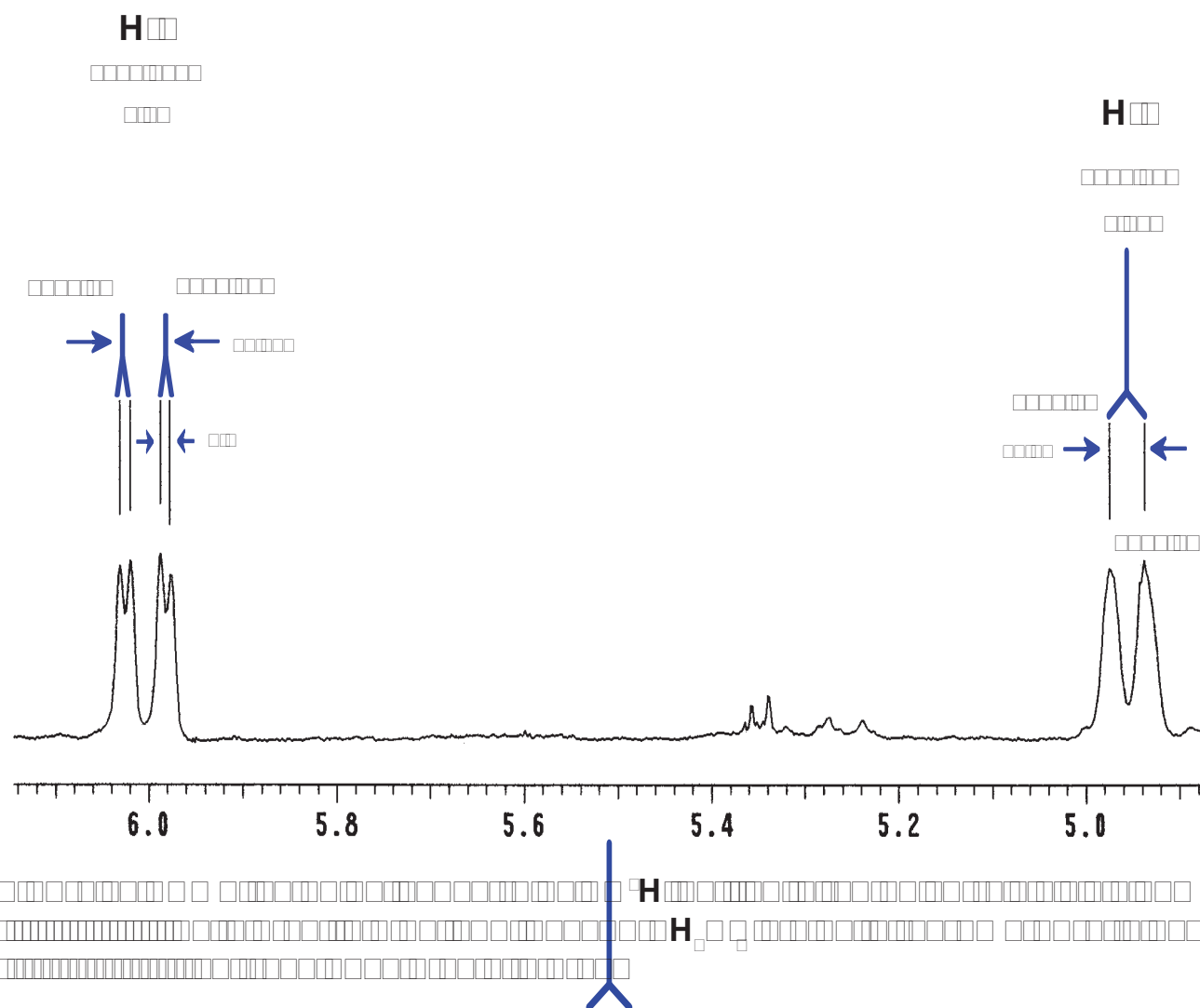
Su espectro de ^1H a 300 MHz mostró un patrón de señales muy semejante al (+)-verticilol y del cual se llevó a cabo su análisis graficando varias ampliaciones para definir exactamente las multiplicidades de las señales, por ejemplo, las que son mostradas en la Figura 21 a campo alto entre 0.60 y 1.30 ppm en donde las tres señales desplazadas en 0.67; 0.77 y 1.25 ppm, que integraron para tres hidrógenos cada una, son debidas a metilos terciarios y efectivamente son señales agudas altas y simples, en 1.48 ppm apareció una

11

¹H NMR spectrum of 1,2-dibromoethane in CDCl₃. The spectrum shows a triplet at ~1.5 ppm (3H), a quartet at ~2.1 ppm (2H), and a triplet at ~3.7 ppm (2H). Integration values are 1.95, 1.88, 2.23, and 2.17. Solvent peaks for CDCl₃ are visible at 7.26, 5.26, and 3.30 ppm.



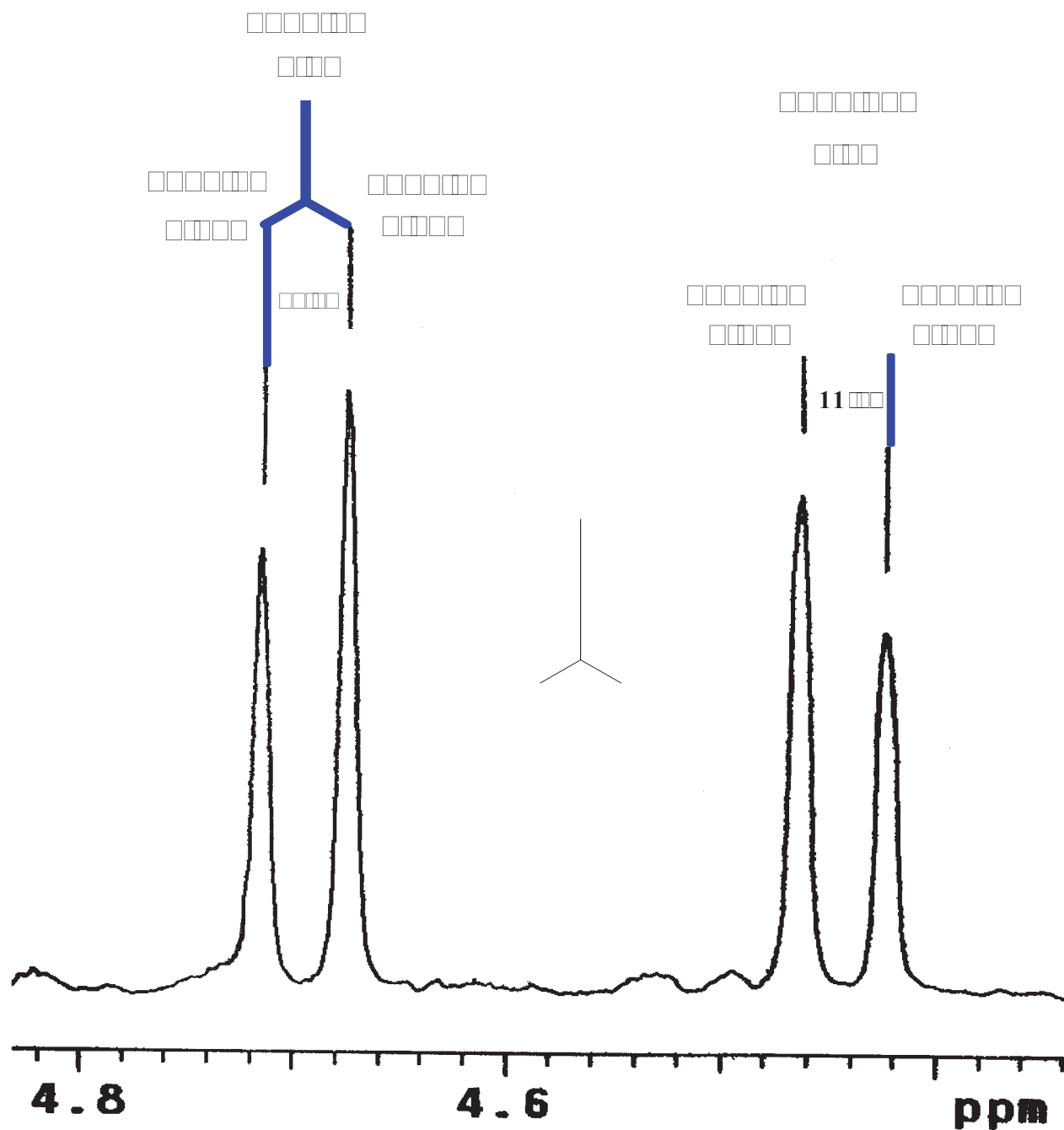
 The diagram shows a protein structure with a central helix and two flanking helices. The central helix is labeled 'H' and the flanking helices are labeled 'H'. The structure is shown in a schematic representation with boxes representing residues and lines representing the polypeptide chain.



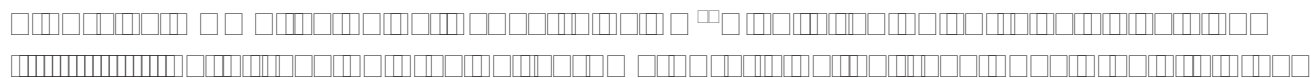
valores dio 11.25 H $\square$, que es el valor de la constante de acoplamiento del hidrógeno vinílico, H-7 acoplado con los hidrógenos del metileno C-6; la señal doble de dobles desplazada a campo bajo en 6.01 ppm, asignada al hidrógeno vinílico H-3, acoplado con los hidrógenos del metileno C-2; el cálculo del valor de la constante de acoplamiento mayor se obtuvo mediante la diferencia de los respectivos valores promedio de cada par de señales, o sea que 1794.855 H $\square$ fue el valor promedio de las lecturas de los desplazamientos del primer par de señales que aparecieron a campo más alto 1796.32 y 1793.39 H $\square$ y el valor de 1807.81 H $\square$ correspondió al valor promedio de las lecturas de los desplazamientos del par de señales de campo más bajo 1809.52 y 1806.10 H $\square$ del sistema doble de dobles mostrado en la figura 22, el valor de la diferencia entre estos valores promediados dio como resultado 12.955 H $\square$ que es el valor de la constante de acoplamiento de mayor valor que mostró el protón vinílico con uno de los hidrógenos del metileno C-6 vecino, en tanto que el valor promedio de la diferencia entre 1809.52; 1806.10 y 1796.32; 1793.39 H $\square$ es de 3.22 H $\square$ que es la constante de acoplamiento de menor valor mostrada por el

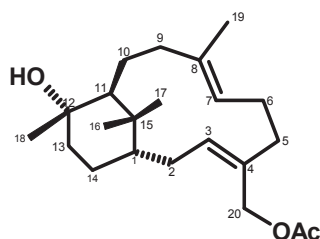
protón vinílico con el otro hidrógeno del metileno, los cuales manifiestan un ambiente magnético diferente por lo que se dice que no son magnéticamente equivalentes.

De igual manera se calcularon las constantes de acoplamiento para las señales del sistema AB correspondiente al metileno base del grupo acetato, las cuales son mostradas en la ampliación del espectro entre 4.44 y 4.70 ppm



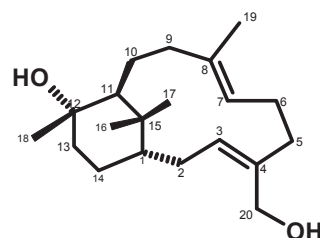
El espectro de RMN de ^1H muestra dos señales de multipletes en la región de 4.4 a 4.8 ppm, correspondientes a los protones vinílicos y del metileno base del grupo acetato. Las constantes de acoplamiento calculadas para el sistema AB son:





Bursera suntui (Toledo)
(Burseraceae)

acetato del (+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)
-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol



Bursera suntui (Toledo)
(Burseraceae)

(+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)-Verticila-
3,7-dien-12,20-diol

PROTÓN	LXXXVI	LXXXVII
H-1	1.48 m	1.48 m
H-2a	2.85 (br ddd, 13.9, 13.5, 5.9)	2.85 ddd (13.7, 13.2, 6.4)
H-2b	1.94 (br dd, 13.9, 4.9)	1.94 m
H-3a	6.01 (dd, 13.0, 3.2)	5.87 dd (12.7, 3.4)
H-3b	-----	-----
H-5a	2.40 m	2.65 br d (13.0)
H-5b	2.00 m	1.98 m
H-6a	2.36 m	2.39 dddd (14.2, 12.8, 11.7, 2.9)
H-6b	2.05 m	2.05 m
H-7	4.96 (br d, 11.3)	4.94 br d (10.8)
H-9a	2.25 (td, 12.7, 4.4)	2.25 (td, 12.7, 4.2)
H-9b	2.06 m	2.06 m
H-10a	1.45 (ddt, 12.6, 7.6, 4.3)	1.47 (ddt, 13.2, 6.8, 4.4)
H-10b	1.27 m	1.28 td (13.2, 3.4)
H-11	2.12 (br d, 6.5)	2.16 br d (6.9)
H-13a	1.80 (td, 13.5, 3.9)	1.82 (td, 14.0, 4.2)
H-13b	1.69 (ddd, 13.5, 4.4, 2.5)	1.71 ddd (12.2, 4.4, 2.4)
H-14a	1.97 m	1.97 m
H-14b	1.58 m	1.61 ddt (14.2, 4.2, 2.5)
H-16	0.77 s	0.79 s
H-17	0.67 s	0.67 s
H-18a	1.25 s	1.27 s
H-18b	-----	-----
H-19	1.48 br s	1.48 br s
H-20a	4.70 (d, 11.7)	4.34 (d, 11.7)
H-20b	4.44 (br d, 11.7)	3.86 (d, 11.7)

CH₃COO : 2.05 ppm (s)

Tabla V.- Desplazamientos de RM¹H del acetato del (1S,3Z,7E,11S,12S)-(+)-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol LXXXVI y del (1S,3Z,7E,11S,12S)-(+)-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol LXXXVII.

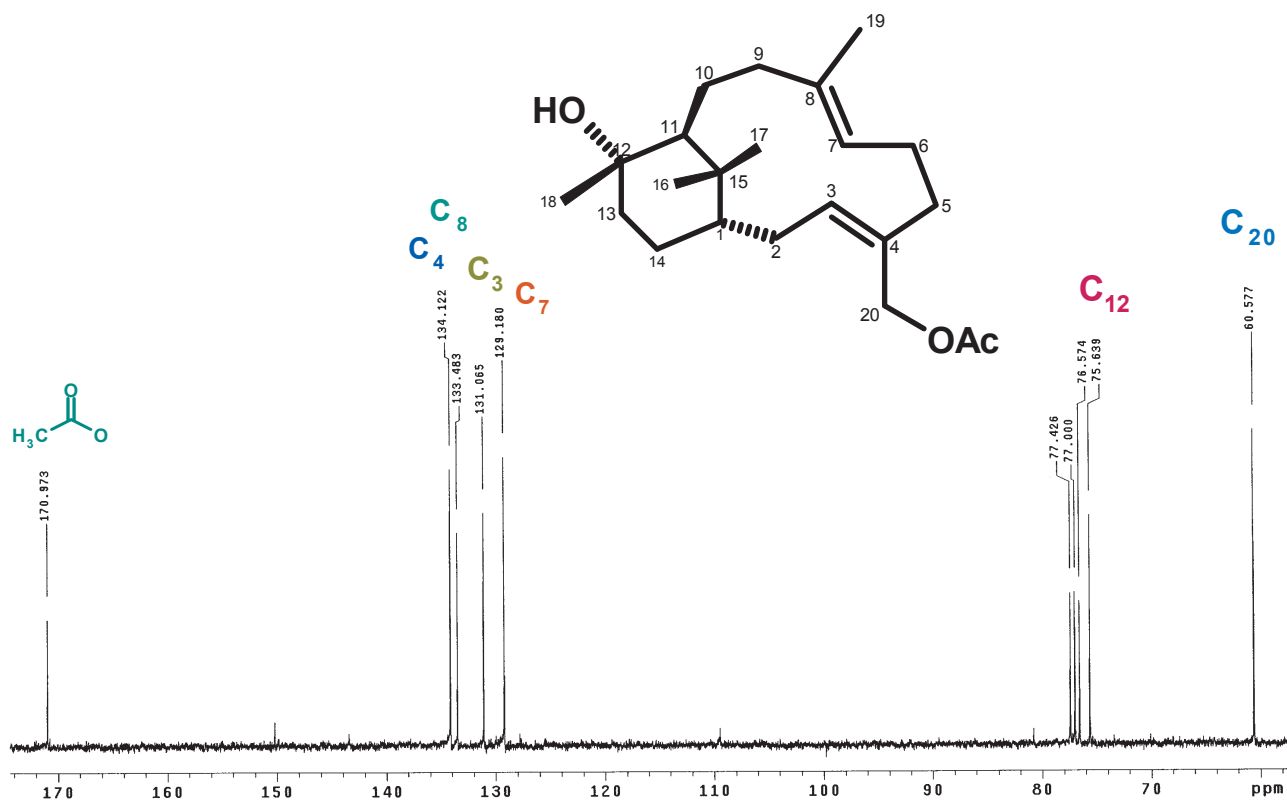


Figura 26.- Ampliación del espectro de RM¹³C en la región entre 60.0 y 174.0 ppm de la muestra 23 de recromatografía de las reacciones 21 a la 32.

El espectro de RM¹³C de la muestra 24 muestra una serie de picos en la región de 60-174 ppm. Los picos están etiquetados con los números de los carbonos de la estructura química correspondiente. Los picos más prominentes están etiquetados como C₈, C₄, C₃, C₇, C₁₂ y C₂₀. El pico en 170.873 ppm corresponde al grupo acetato (H₃C-C(=O)-O). Los picos en 77.426, 77.000, 76.574 y 75.639 ppm corresponden al solvente (CDCl₃). El pico en 60.577 ppm corresponde al carbono C₂₀.

El espectro de RM¹³C de la muestra 16 muestra una serie de picos en la región de 60-174 ppm. Los picos están etiquetados con los números de los carbonos de la estructura química correspondiente. Los picos más prominentes están etiquetados como C₈, C₄, C₃, C₇, C₁₂ y C₂₀. El pico en 170.873 ppm corresponde al grupo acetato (H₃C-C(=O)-O). Los picos en 77.426, 77.000, 76.574 y 75.639 ppm corresponden al solvente (CDCl₃). El pico en 60.577 ppm corresponde al carbono C₂₀.

60
174 26
171 0
3 7 131 1 129 2

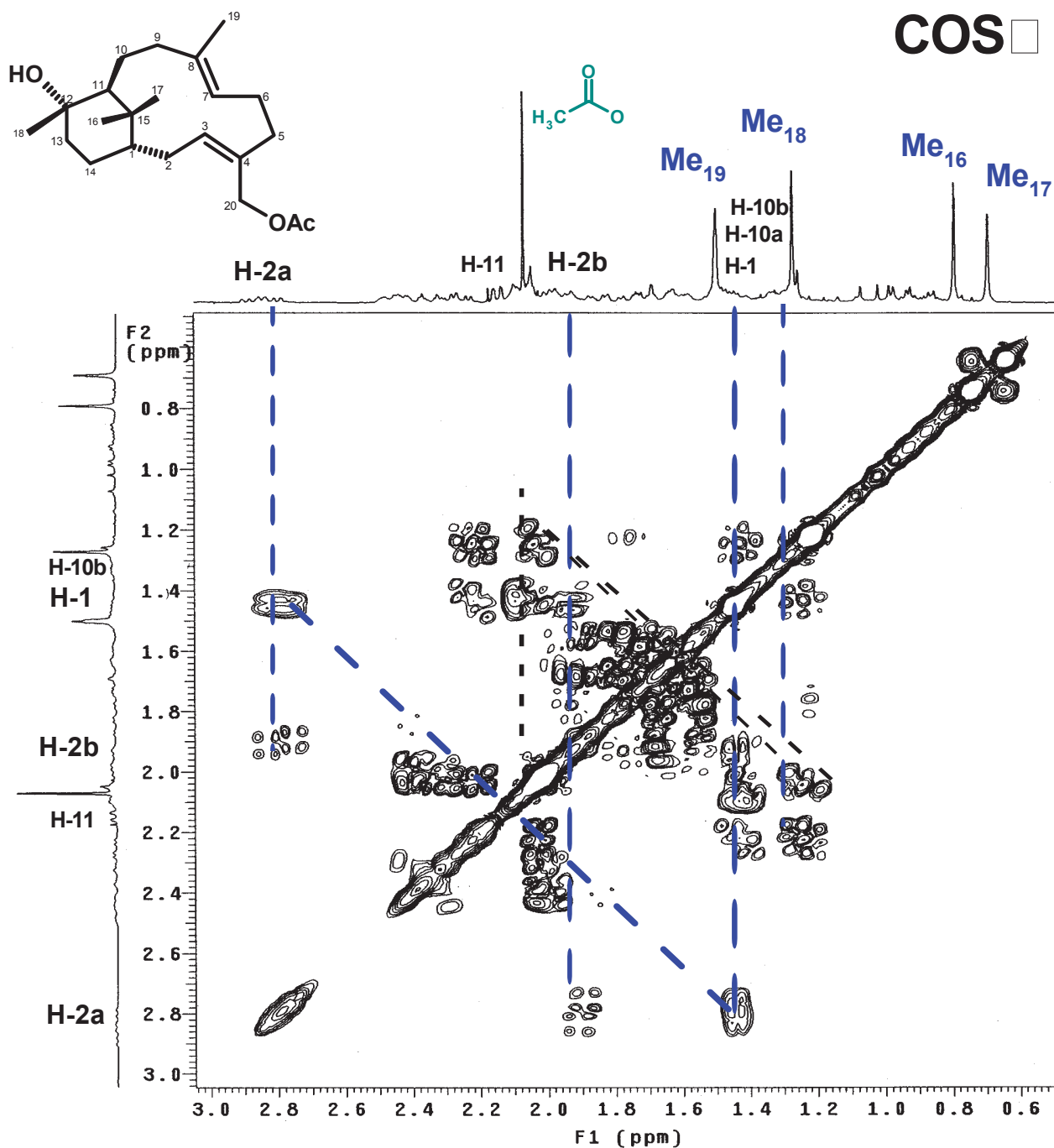


Figura 27.- Ampliación del espectro COSY de LXXXVI obtenido de la fracción -23 de la recromatografía de las fracciones -21 a la -32.

4 8
 134 1 133 5
 27 2 2 85
 2 1 94
 1 48 28

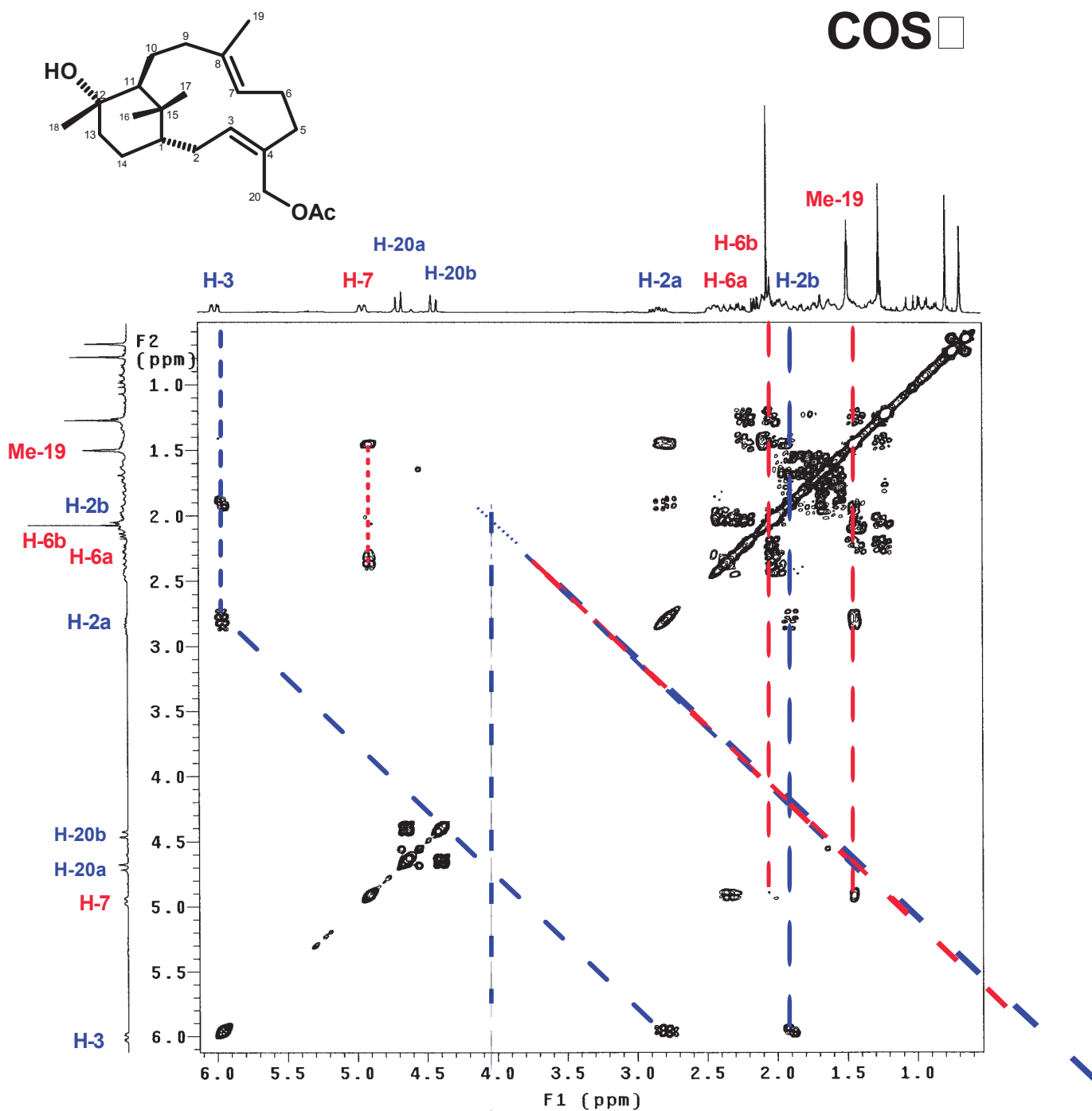


Figura 28.- Ampliación del espectro COSY de LXXXVI obtenido de la rracción
 -23 de la recromatografía de las rracciones -21 a la -32.

3 6.01 2 2 2.85 1.94 7 4.96 6 6 2.36 2.05 29 3 6.01 3 131.1 7 4.96 7 129.2 20 20 20

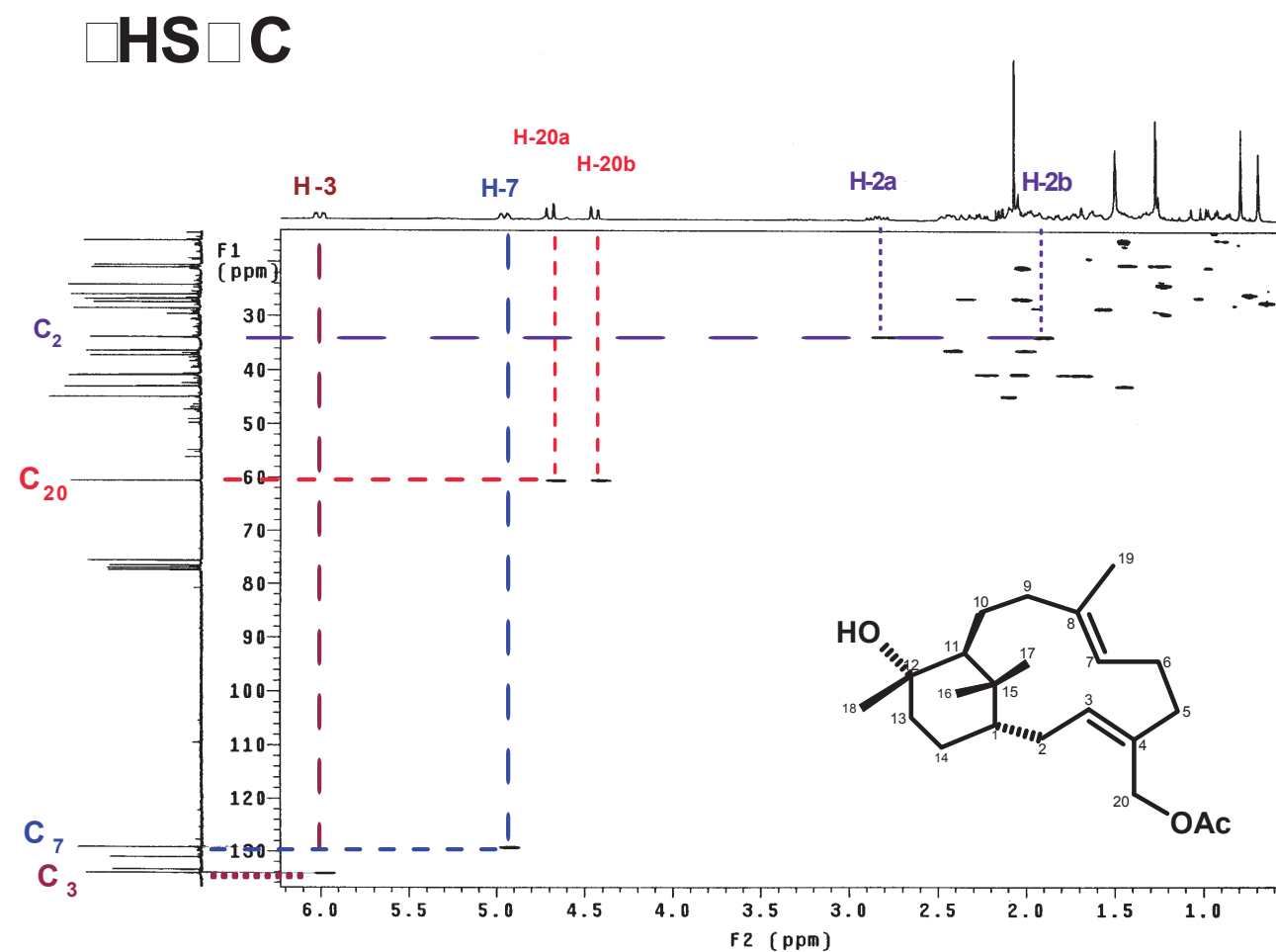


Figura 29.- espectro de RMN HS C de LXXXVI obtenido de la racemización de la recromatografía de las reacciones -21 a la -32.

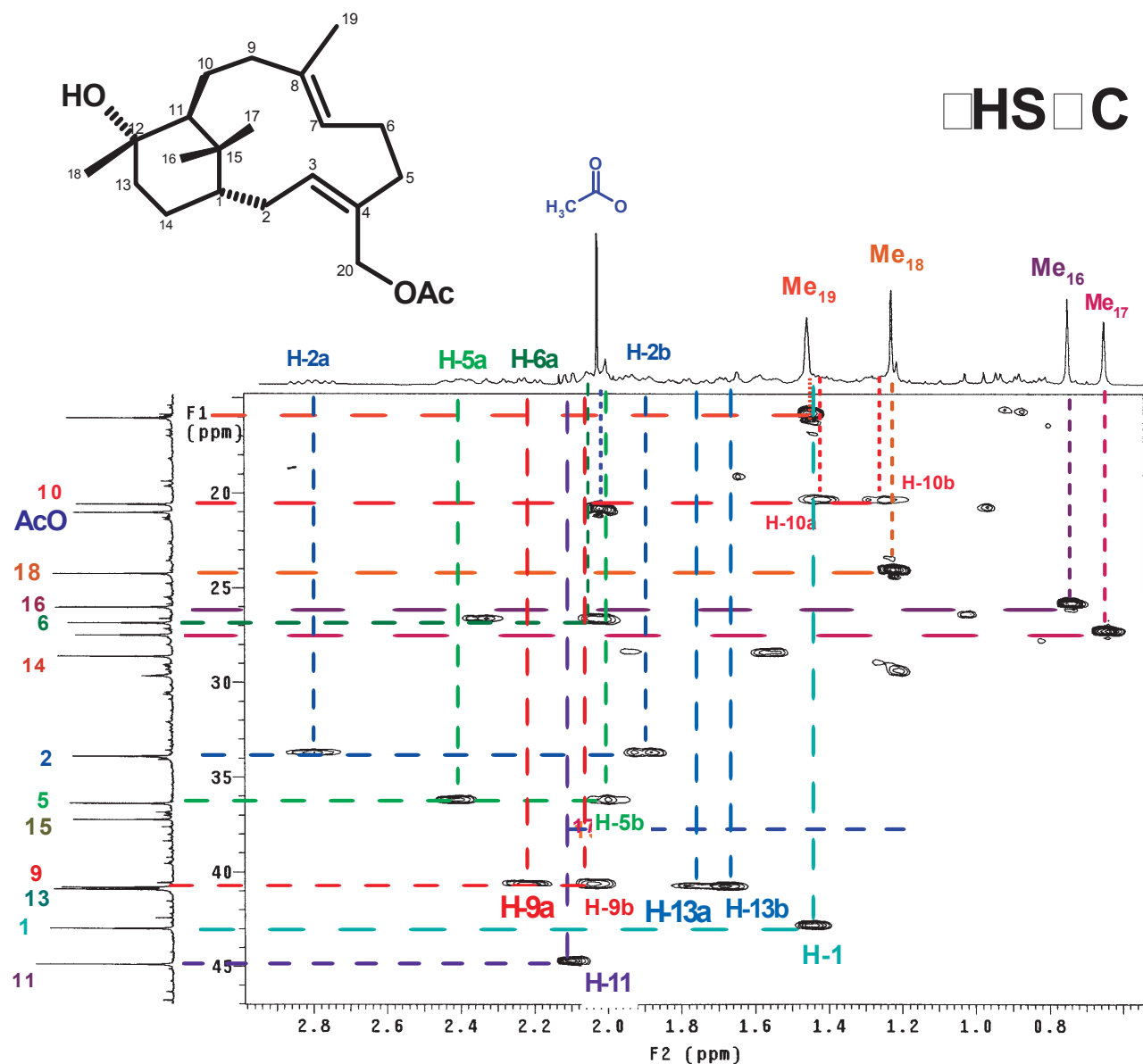


Figura 30.- espectro de RMN ^1H - ^{13}C de LXXXVI obtenido de la fracción -23 de la recromatografía de las fracciones -21 a la -32.

El espectro de RMN ^1H - ^{13}C de LXXXVI obtenido de la fracción -23 de la recromatografía de las fracciones -21 a la -32. El espectro muestra correlaciones entre los protones y los carbonos de la molécula.

El espectro de RMN ^1H - ^{13}C de LXXXVI obtenido de la fracción -23 de la recromatografía de las fracciones -21 a la -32. El espectro muestra correlaciones entre los protones y los carbonos de la molécula. El espectro de RMN ^1H - ^{13}C de LXXXVI obtenido de la fracción -23 de la recromatografía de las fracciones -21 a la -32. El espectro muestra correlaciones entre los protones y los carbonos de la molécula.

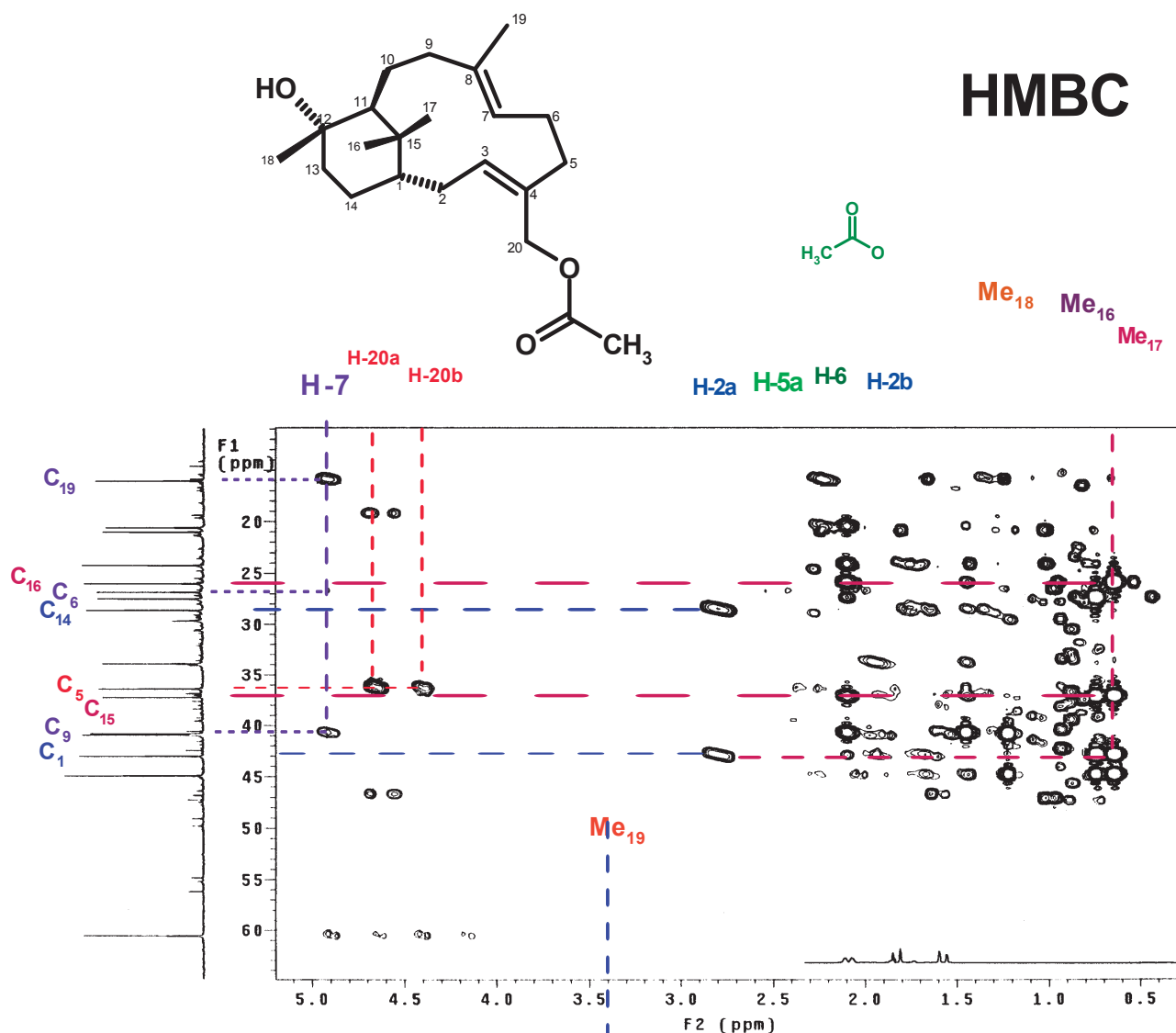
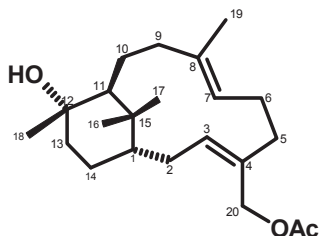


Figura 31.- Espectro de RMN HMBC de LXXXVI obtenido de la fracción -23 de la recromatografía de las fracciones -21 a la -32.

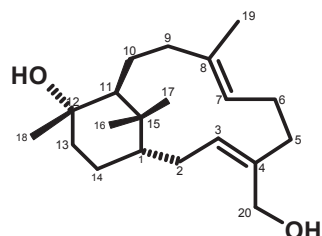
El espectro de RMN HMBC de LXXXVI obtenido de la fracción -23 de la recromatografía de las fracciones -21 a la -32. El espectro muestra correlaciones entre protones y carbonos. Las correlaciones observadas son:

- H-7 (4.8 ppm) correla con C₁₉ (21 ppm).
- H-20a (4.6 ppm) correla con C₁₆ (25 ppm) y C₆ (26 ppm).
- H-20b (4.5 ppm) correla con C₁₄ (27 ppm) y C₅ (35 ppm).
- Me₁₉ (3.4 ppm) correla con C₁₅ (38 ppm).
- H-2a (2.8 ppm) correla con C₁ (42 ppm).
- H-5a (2.1 ppm) correla con C₉ (40 ppm).
- H-6 (1.8 ppm) correla con C₁₅ (38 ppm).
- H-2b (1.2 ppm) correla con C₁₅ (38 ppm).



***Bursera suntui* (Toledo)
(Burseraceae)**

**acetato del (+)-(1S,3□,7□,11S,12S)
-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol**



***Bursera suntui* (Toledo)
(Burseraceae)**

**(+)-(1S,3□,7□,11S,12S)-Verticila-
3,7-dien-12,20-diol**

CARBONO	LXXXVI	LXXXVII
C-1	43.3	43.1
C-2	33.9	33.7
C-3	131.1	131.6
C-4	134.1	135.8
C-5	36.4	35.9
C-6	26.9	26.8
C-7	129.2	129.5
C-8	133.5	133.3
C-9	40.8	40.9
C-10	20.6	20.7
C-11	44.9	44.9
C-12	75.6	75.8
C-13	40.9	41.1
C-14	28.6	28.7
C-15	37.2	37.3
C-16	26.0	26.1
C-17	27.5	27.6
C-18	24.2	24.2
C-19	16.0	16.0
C-20	60.6	58.5

CH₃COO : 171.0 y 21.0 ppm

Tabla VI.- Desplazamientos de RM¹³C del acetato del (1S,3Z,7E,11S,12S)-(+)-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol (LXXXVI) y del (1S,3Z,7E,11S,12S)-(+)-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII).

48 59 11
 2 2 425

α	α
8	
78	

Figura 32.- Valores de rotación a diferentes longitudes de onda del (1S,3Z,7E,11S,12S)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol LXXXVII.

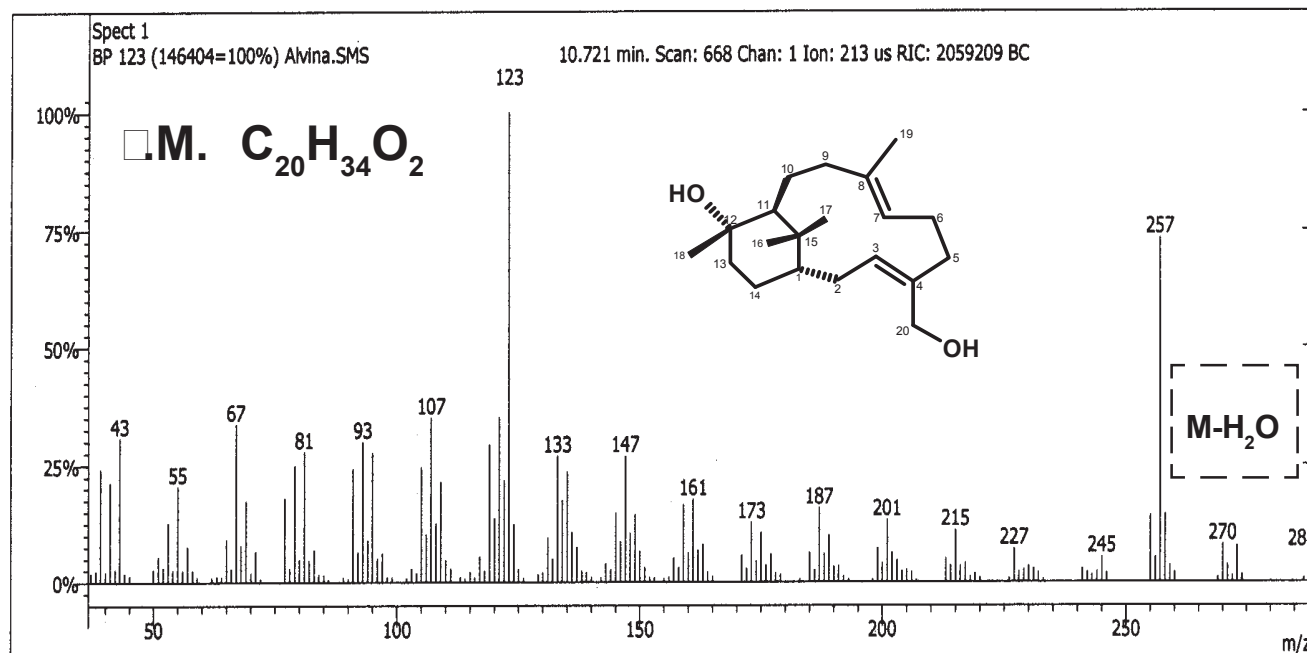


Figura 33.- espectro de masas del (1S,3Z,7E,11S,12S)-(+)-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol LXXXVII.

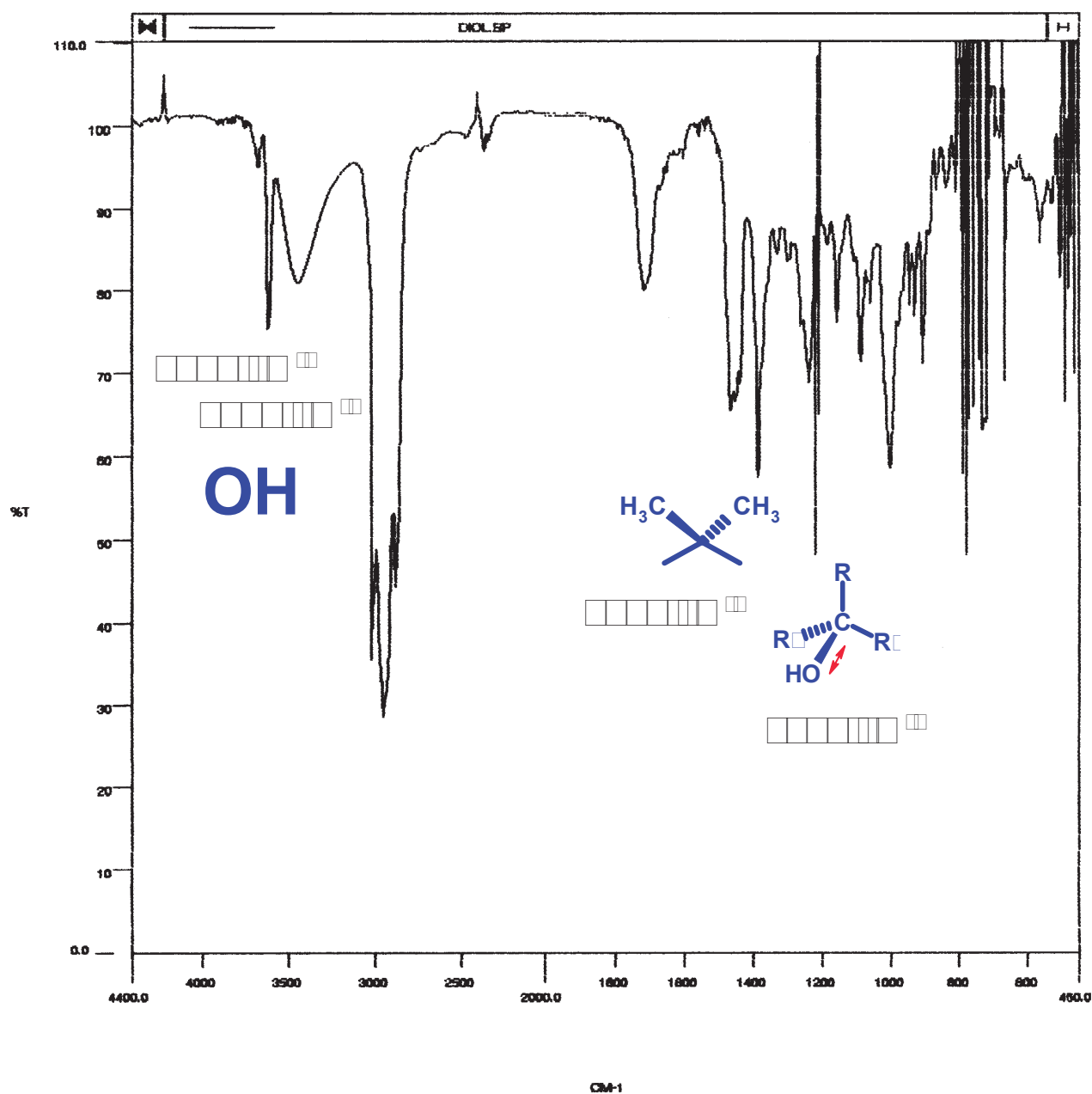


Figura 34.- espectro de Infrarrojo del (1S,3R,7R,11S,12S)-(+)-
-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol LXXXVII.

43 52
70 72
33
20 34 2
α 100
32
1 45 34

300 MHz

3 metilos terciarios

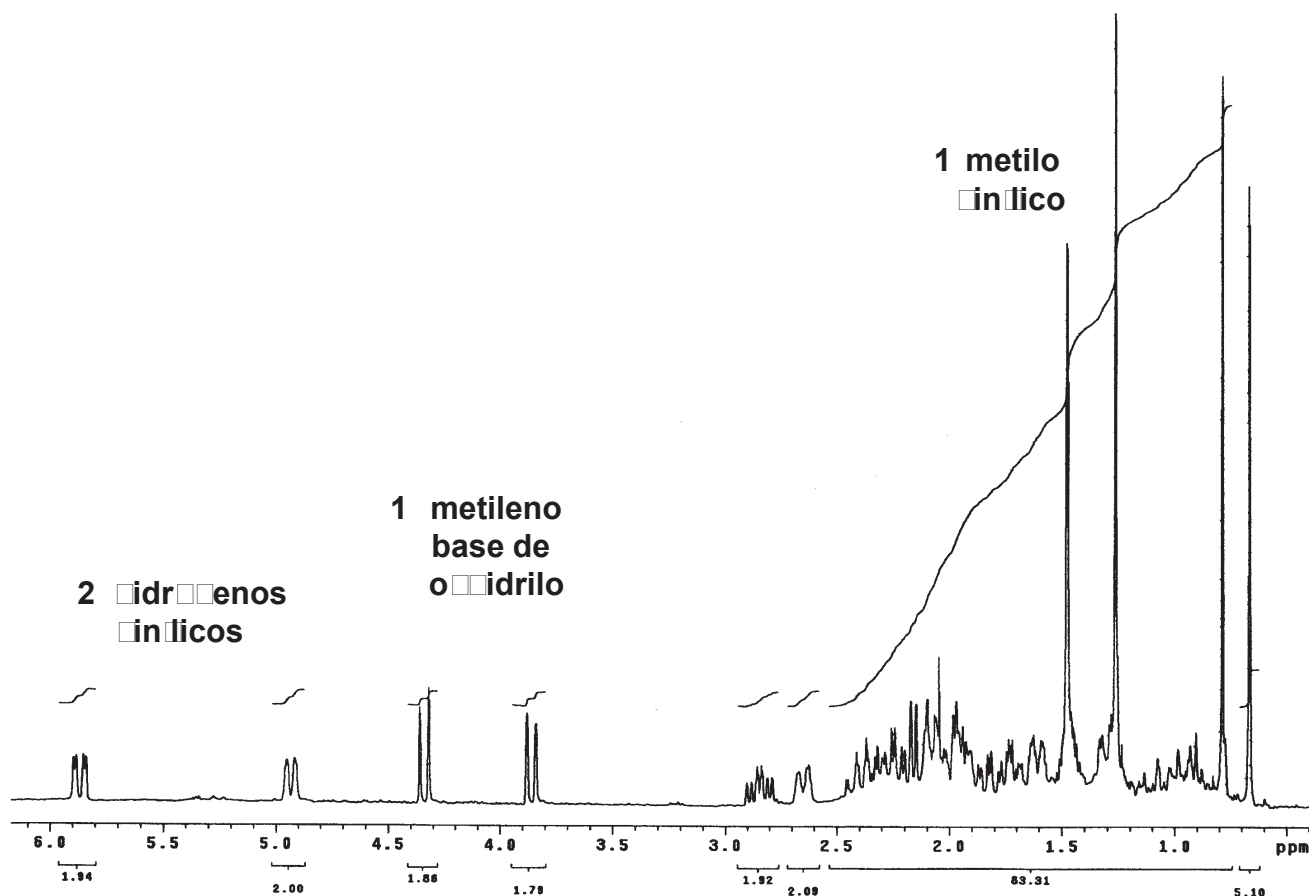


Figura 35.- Espectro de RM¹H a 300MHz de la **52**, eluida con hexano:CH₂Cl₂ 1:1 de la recromatografía de las fracciones purificadas **39** a **56** de la cromatografía del extracto purifico los tallos de la *Bursera syntui*.

1 300 35 20 1S 3Z 7E 11S 12S 37 12 20 36

[illegible]

300 MHz

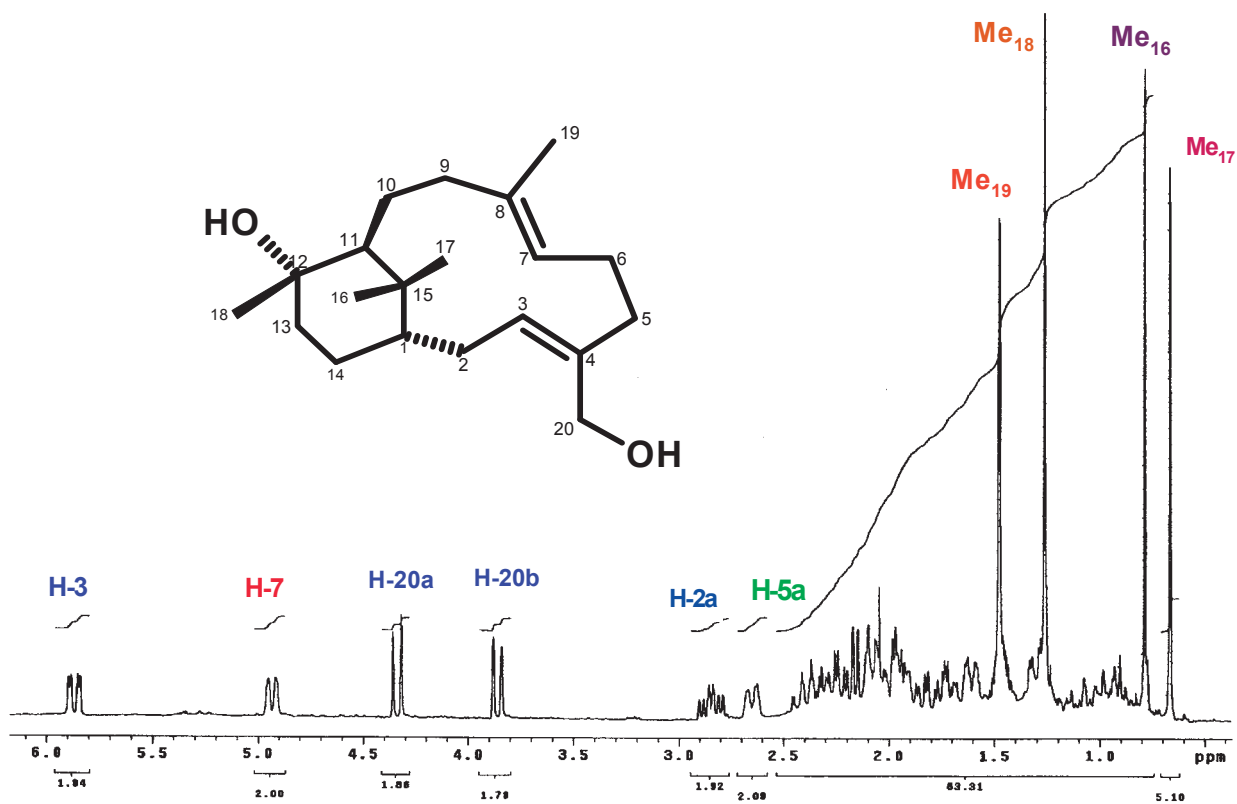
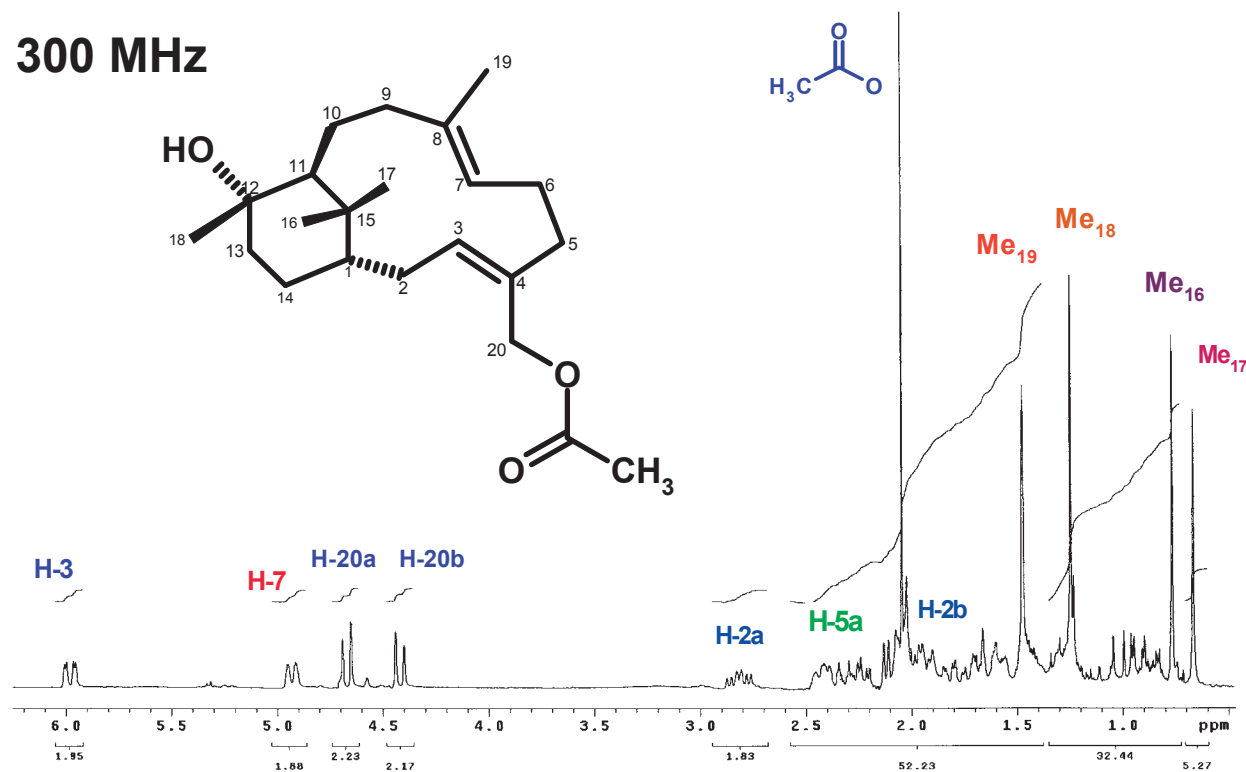


Figura 36.- Comparación de los espectros de RM¹H a 300 MHz del acetato del (+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)-Verticil- 3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII) y del (+)- (1S,3Z,7E,11S,12S)-Verticil- 3,7-dien-12,20-diol LXXXVII.

434117

59 62 28
 85 23 19
 300
 20 1S 3Z 7E 11S 12S 37 12 20
 37

0.80 0.93 16 1.26 1.27 19 18 19 1.48 1.26 90:92 2.06 2.99 9.4 7 4.79 12.1 4.50 12.1 6.22 13.5 6.1 3 4.96 7 13 sp^2 129.5 133.3 7 8 65.9 7 62.3 8

300 MHz

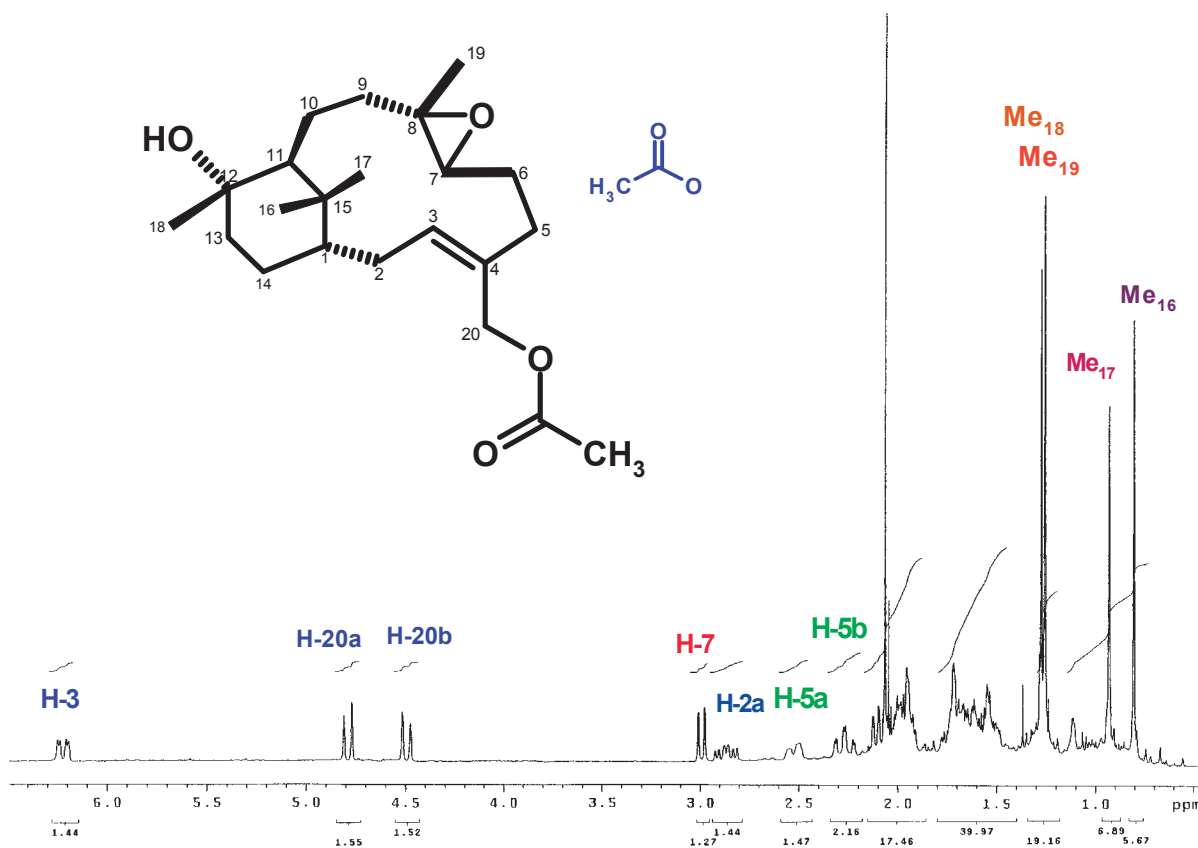
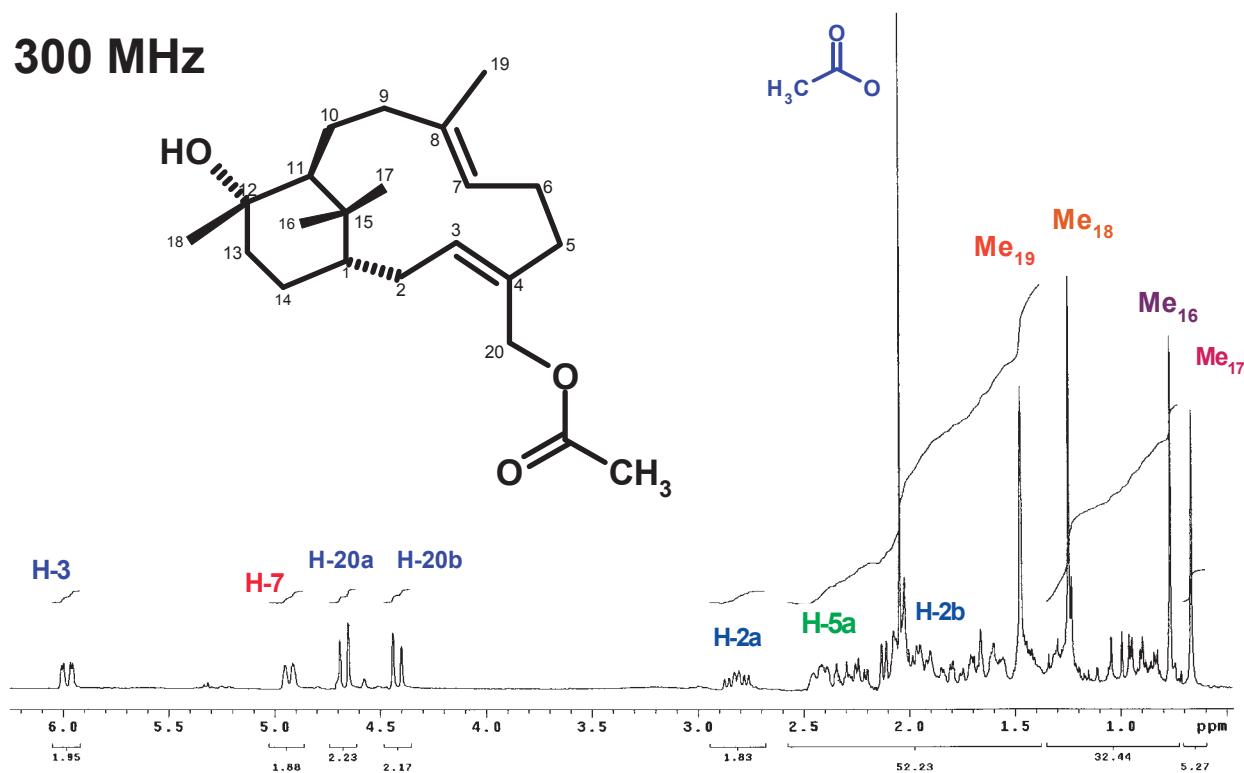


Figura 37.- Comparación de los espectros de RM¹H a 300 MHz del acetato del (+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)-Verticil-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVI) y del 20-acetato del (+)-(1S,3Z,7S,8S,11S,12S)-7,8-epo-verticil-3-en-12,20-diol. (LXXXVIII).

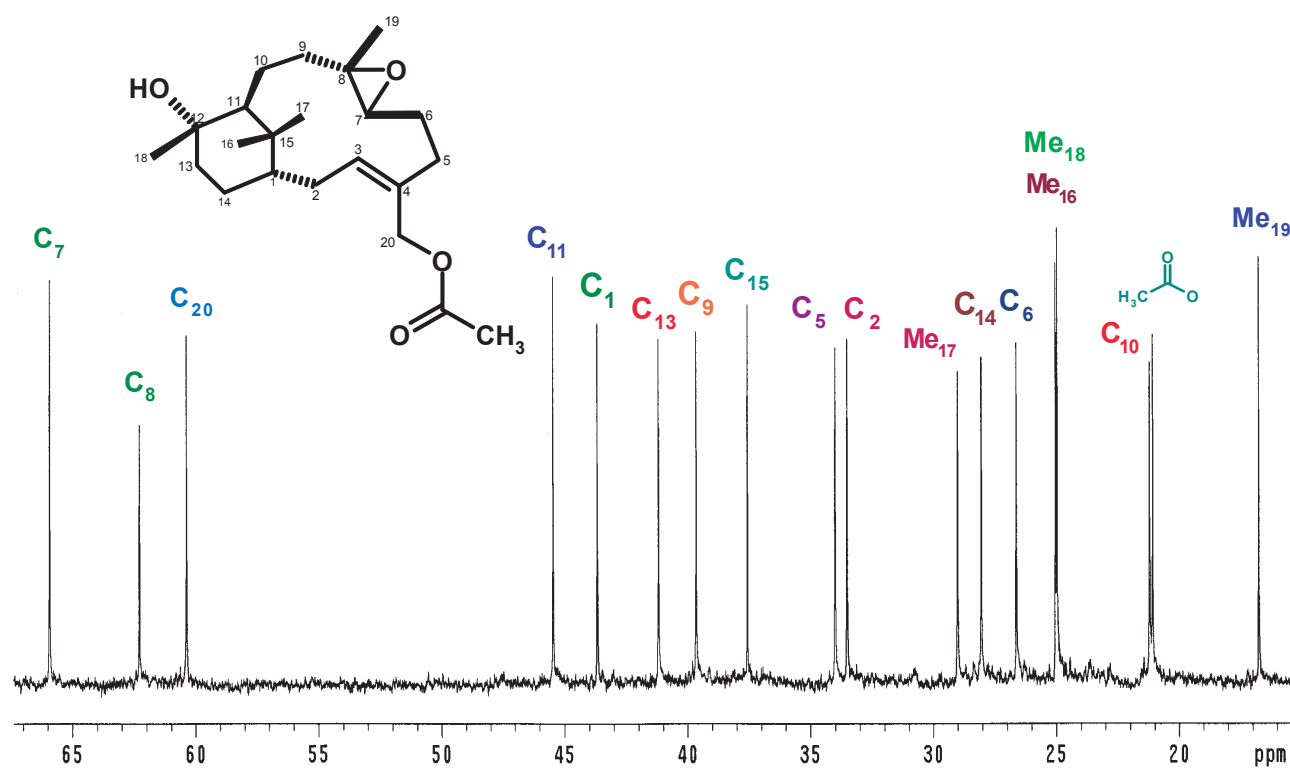
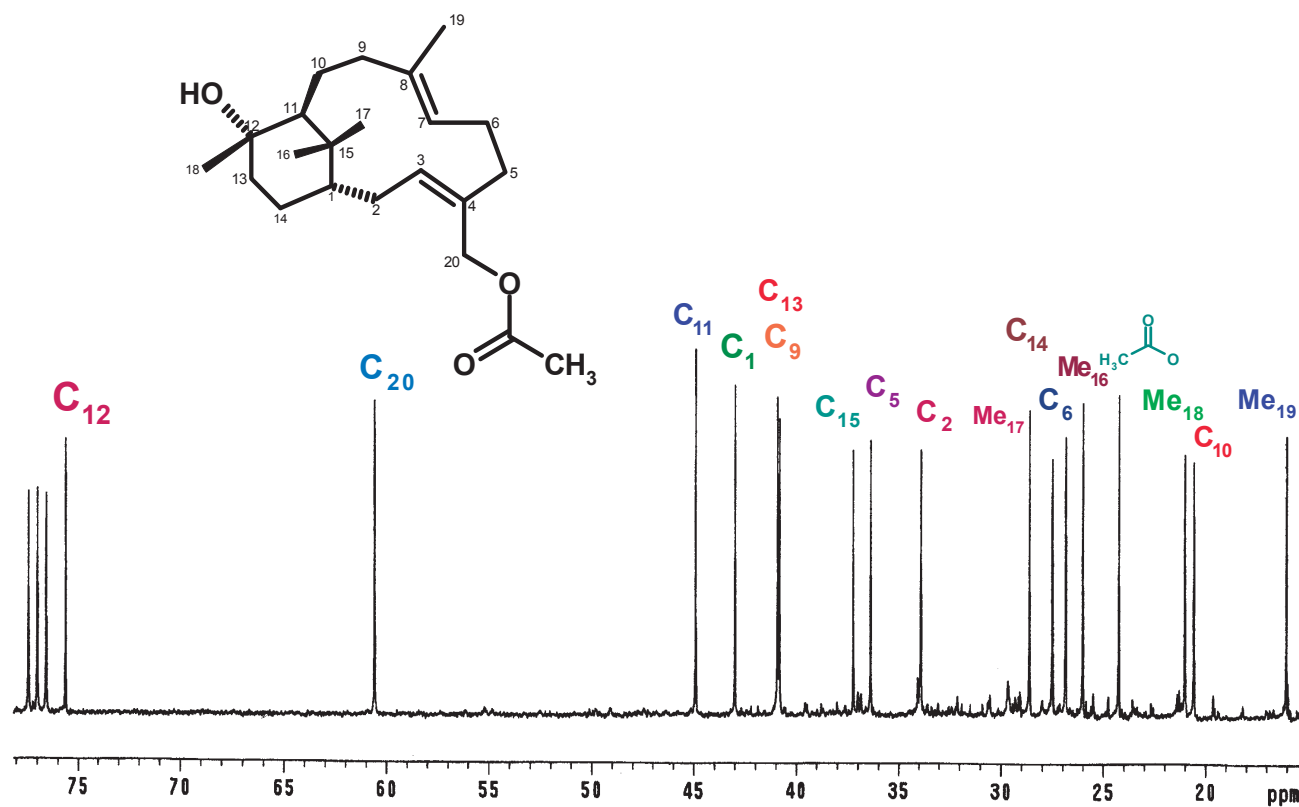
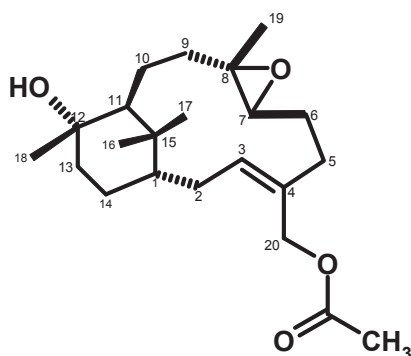


Figura 38.- Comparación de los espectros de RM¹³C del acetato del (+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVI) y del acetato del (+)-(1S,3Z,7S,8S,11S,12S)-7,8-epoverticilan-3-en-12,20-diol (LXXXVIII).



Bursera suntui (Toledo)
(Burseraceae)

acetato del (+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)
-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol

LXXXVIII

PROTÓN

H-1	1.53 <i>m</i>
H-2a	1.97 <i>m</i>
H-2b	2.87 <i>td</i> (13.5, 6.1)
H-3a	6.22 <i>dd</i> (12.9, 3.6)
H-3b	-----
H-5a	2.27 <i>td</i> (13.8, 2.8)
H-5b	2.52 <i>br d</i> (12.9)
H-6a	1.68 <i>m</i>
H-6b	1.96 <i>m</i>
H-7	2.99 <i>d</i> (9.4)
H-9a	1.97 <i>m</i>
H-9b	1.73 <i>m</i>
H-10a	1.55 <i>m</i>
H-10b	1.55 <i>m</i>
H-11	2.11 <i>m</i>
H-13a	1.92 <i>m</i>
H-13b	1.70 <i>m</i>
H-14a	1.97 <i>m</i>
H-14b	1.63 <i>m</i>
H-16	0.80 <i>s</i>
H-17	0.93 <i>s</i>
H-18a	1.27 <i>s</i>
H-18b	-----
H-19	1.26 <i>s</i>
H-20a	4.79 <i>d</i> (12.1)
H-20b	4.50 <i>d</i> (12.1)
CH ₃ COO :	2.06 <i>s</i>

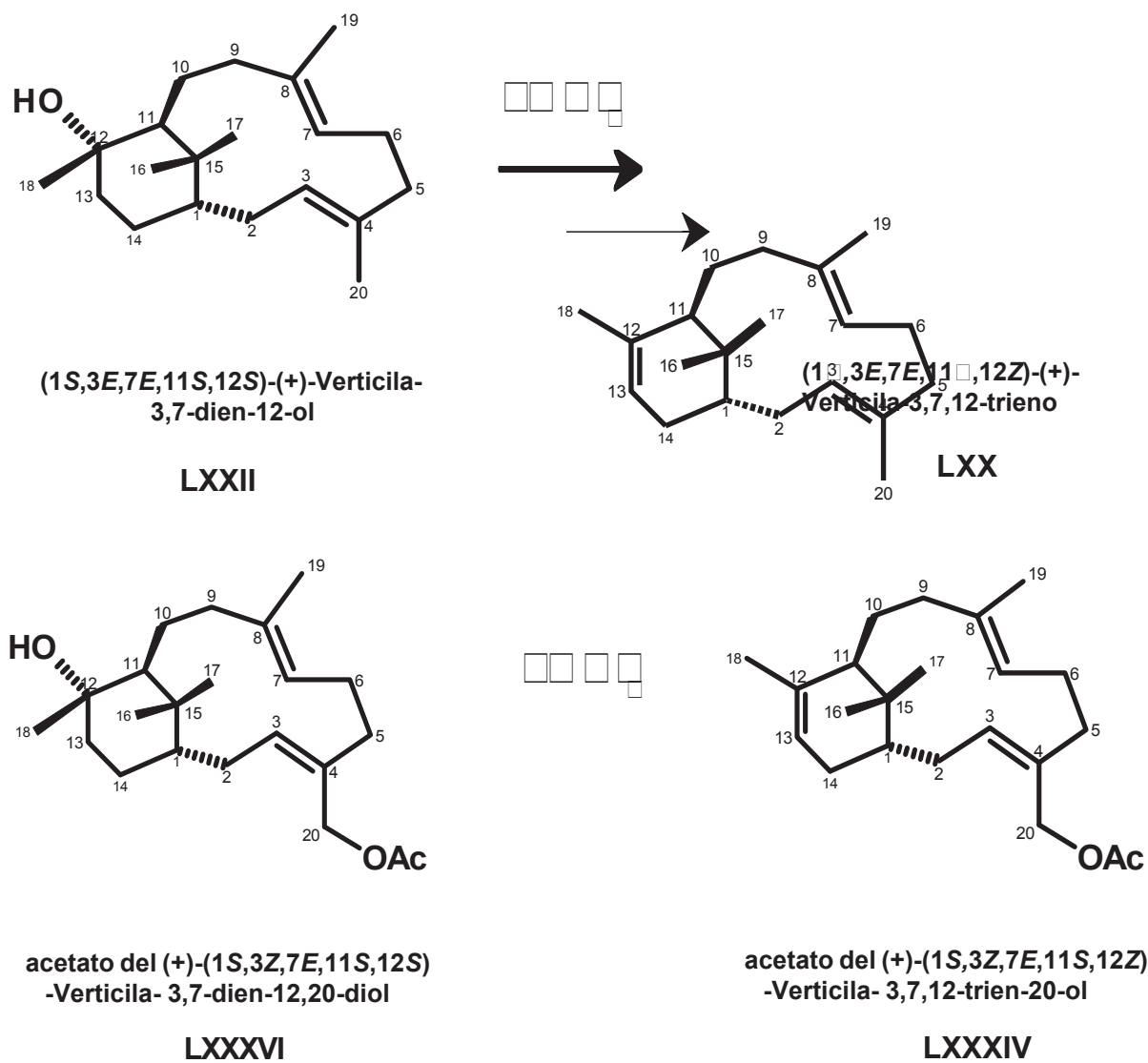
CARBONO

C-1	43.3
C-2	33.4
C-3	134.5
C-4	131.5
C-5	34.0
C-6	26.5
C-7	65.9
C-8	62.3
C-9	39.6
C-10	21.1
C-11	45.3
C-12	75.3
C-13	41.2
C-14	27.9
C-15	37.5
C-16	24.8
C-17	28.9
C-18	25.0
C-19	16.6
C-20	60.3

CH₃COO : 171.1 y 20.9 ppm

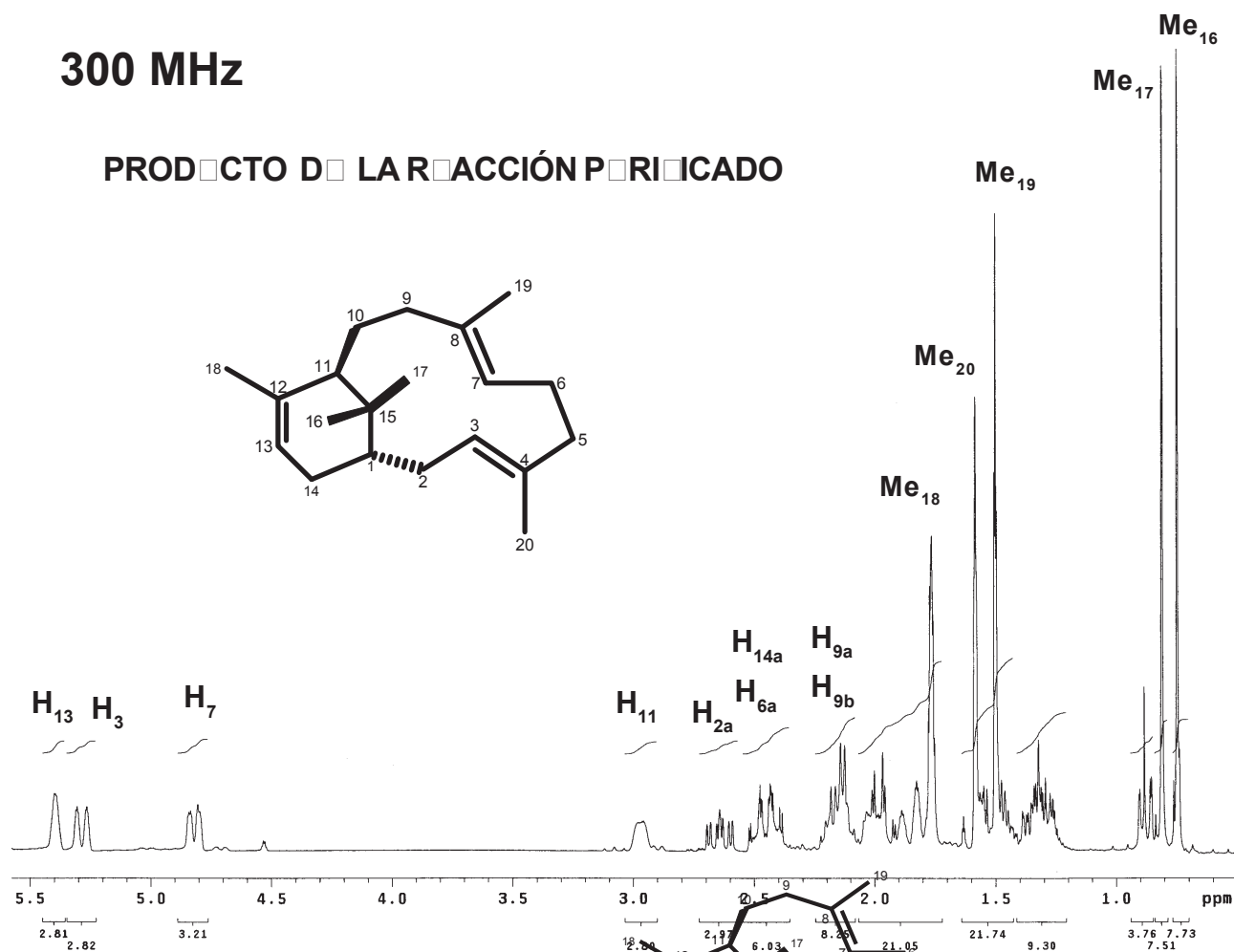
Tabla VII.- Desplazamientos de RM¹³C del acetato del (+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)-
-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol (LXXX) y del (+)-(1S,3Z,7E,11S,12S)-
-Verticila- 3,7-dien-12,20-diol (LXXXI).

12
 12 20
 4 2 3 3 2
 4 2
 13
 39



300 MHz

PRODUCTO DE LA REACCIÓN PURIFICADO



PRODUCTO CRUDO DE LA REACCIÓN

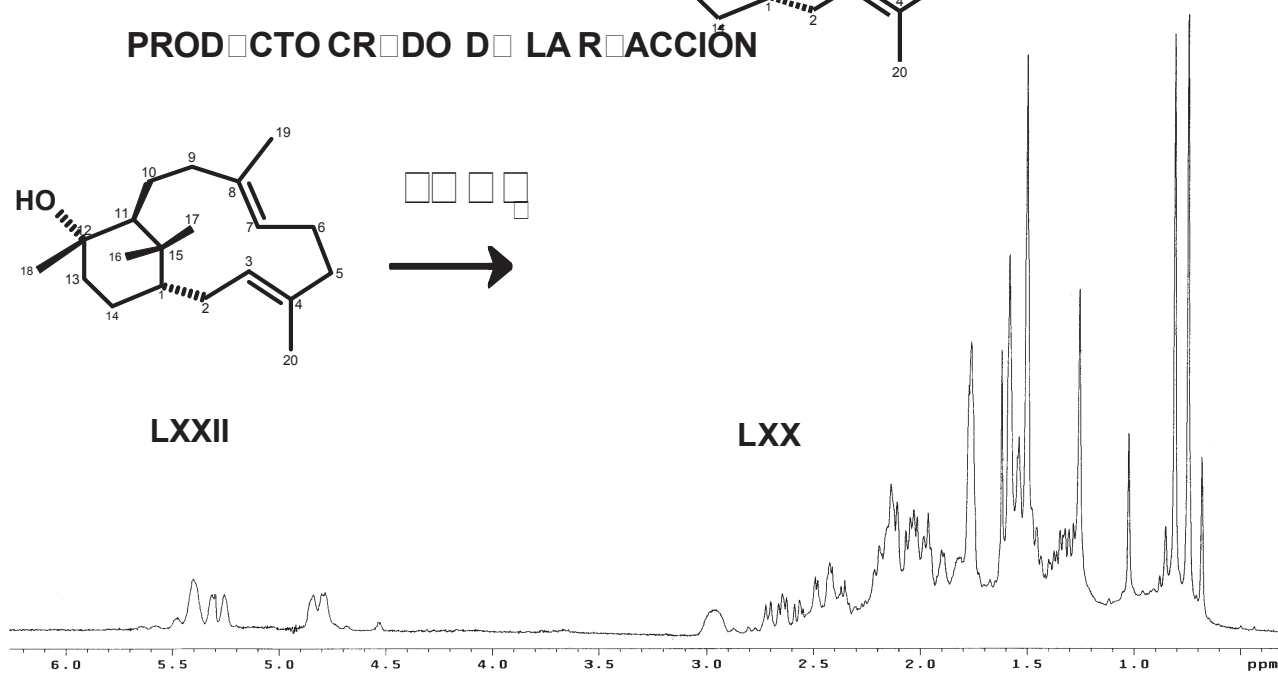


Figura 39.- espectros de RM¹H a 300 MHz

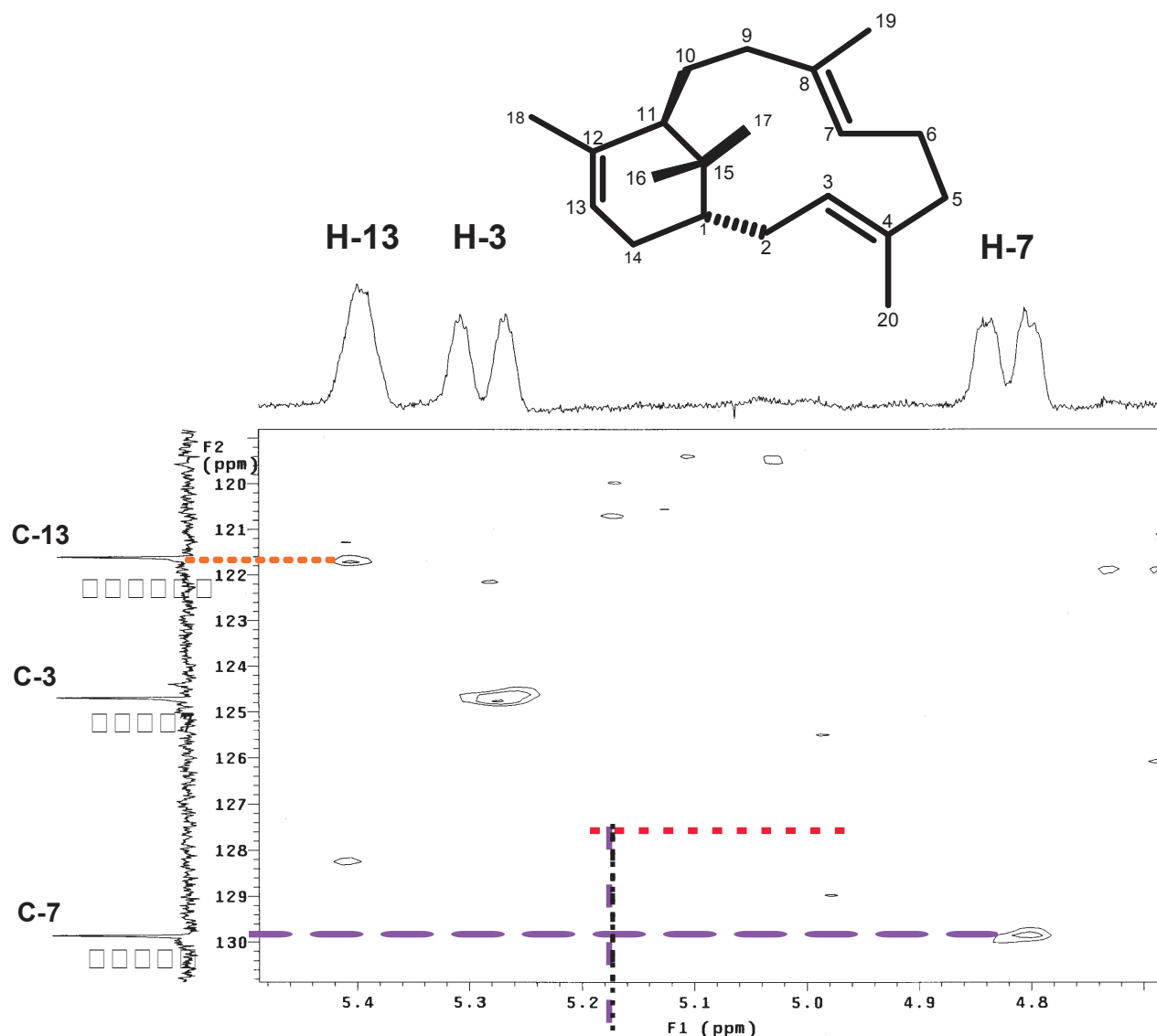
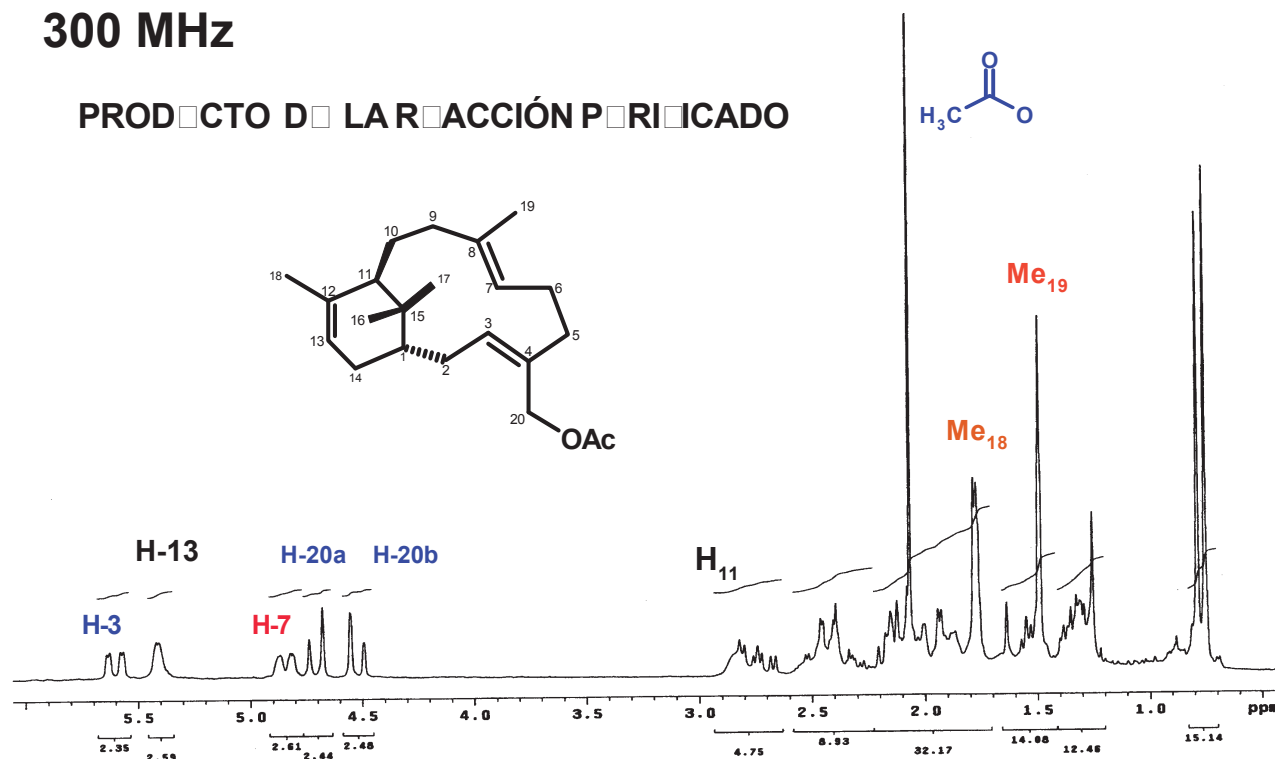


Figura 40.- Ampliación del espectro bidimensional de RM¹³C H¹TCOR en la Región de los protones alílicos y sus carbonos respectivos del (1^Z,3^E,7^E,11^Z)-(+)-Verticila-3,7,12-trieno (LXX).

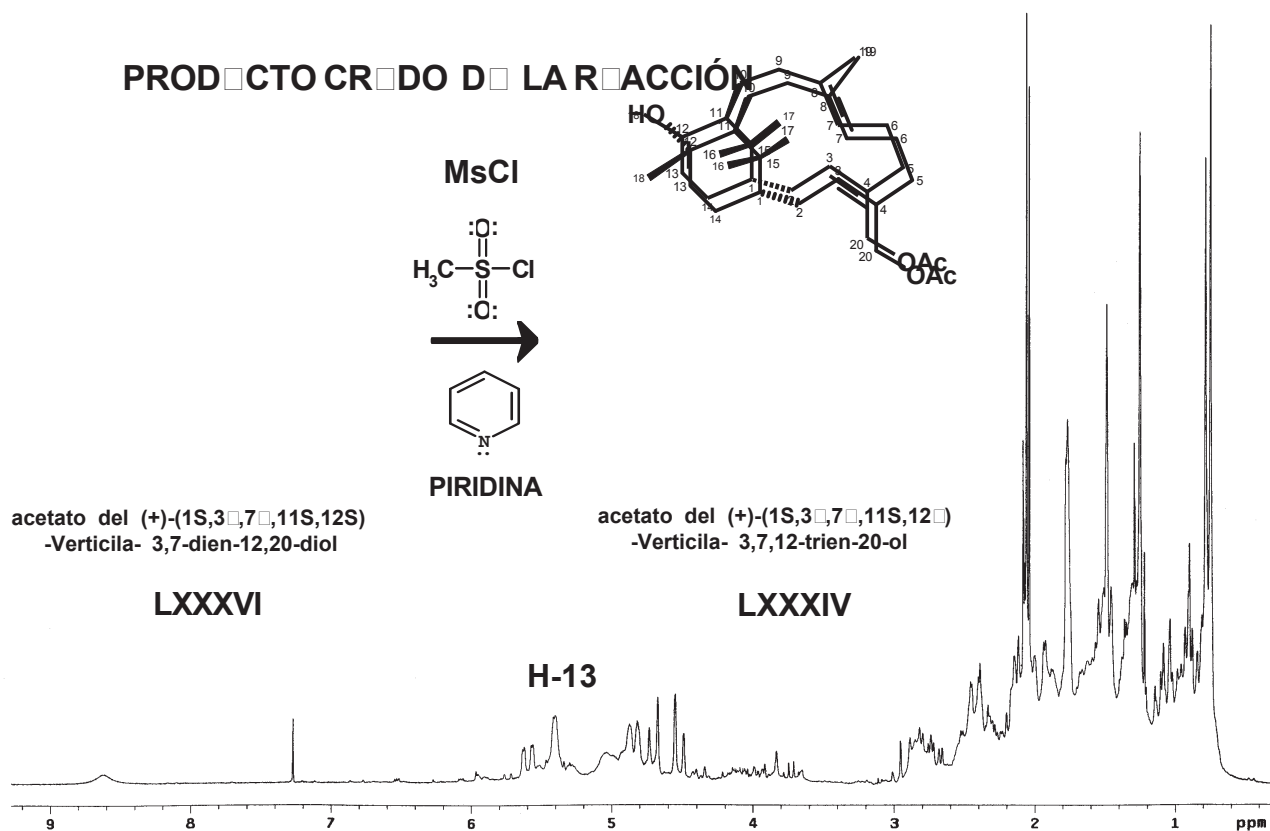
13	41
2	24
5	40
13	41

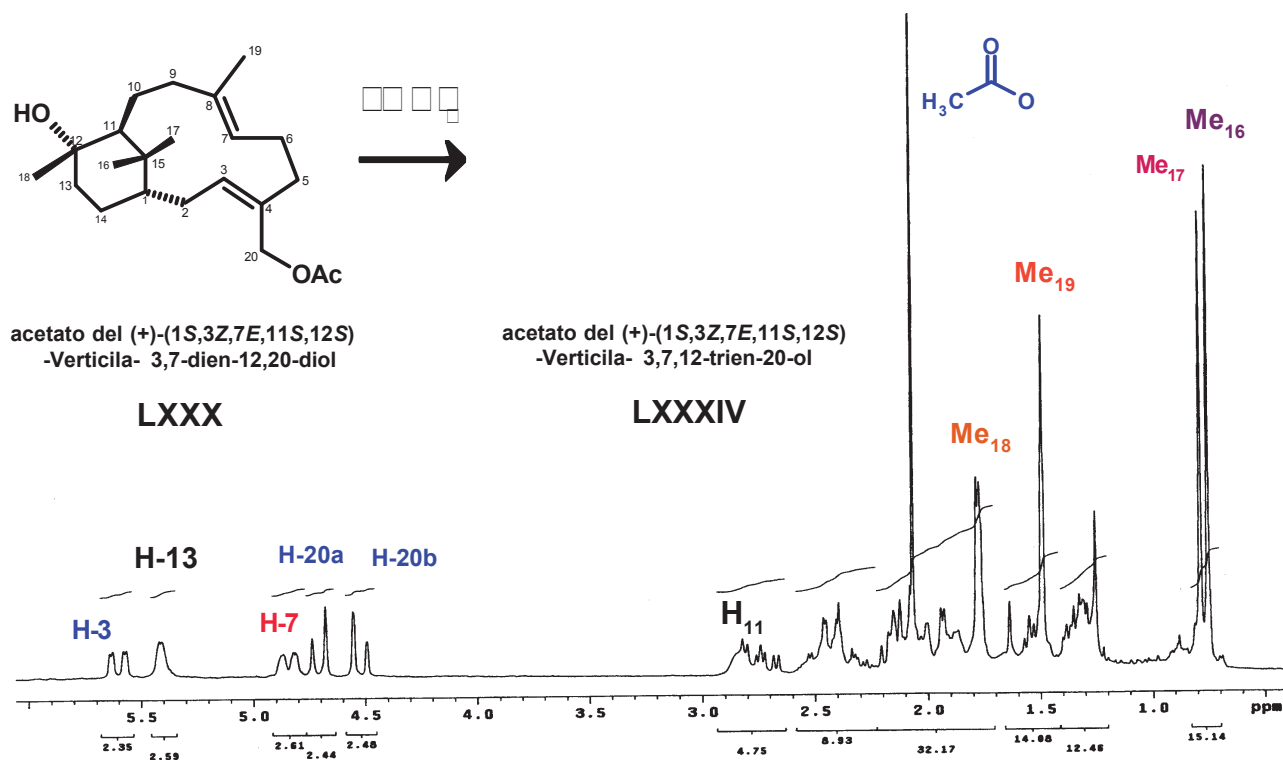
300 MHz

PRODUCTO DE LA REACCIÓN PURIFICADO



PRODUCTO CRUDO DE LA REACCIÓN

Figura 41.- espectros de RM¹H a 300 MHz



300 MHz

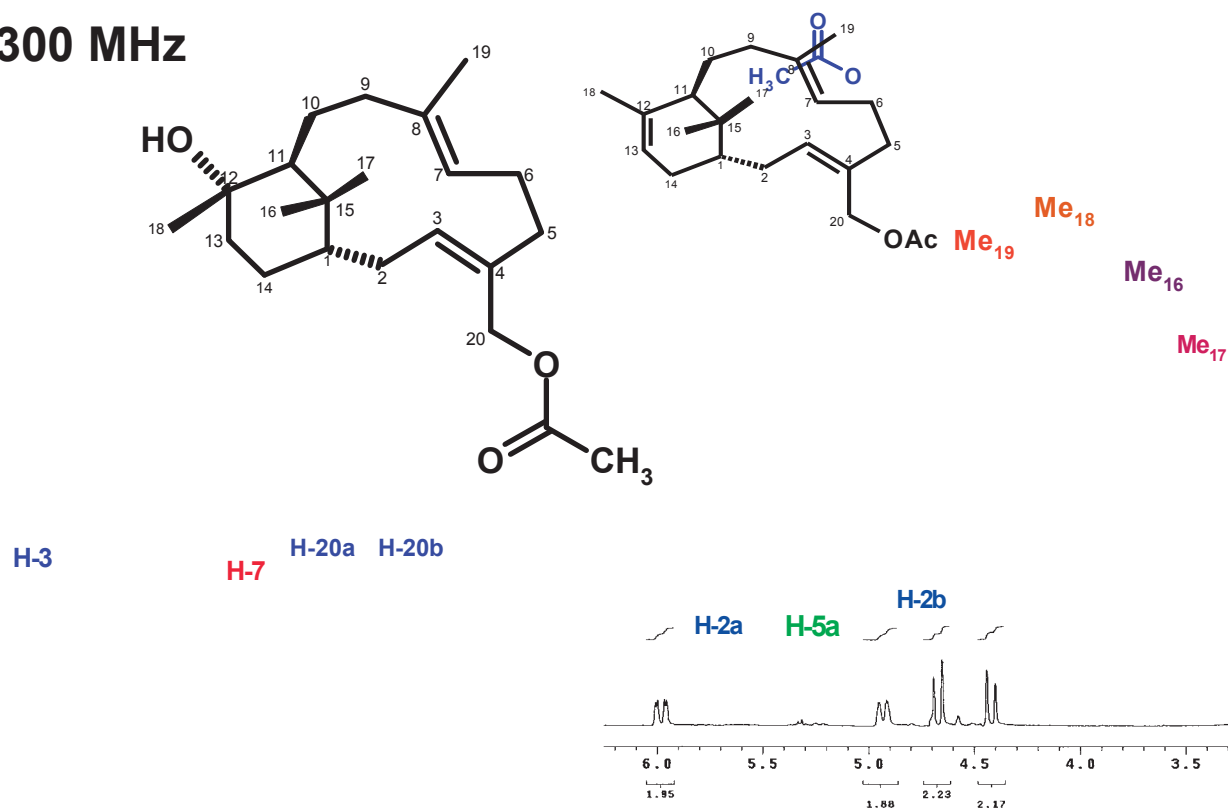


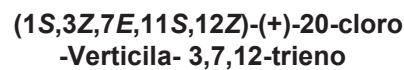
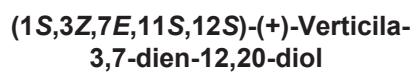
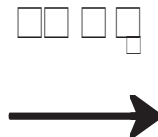
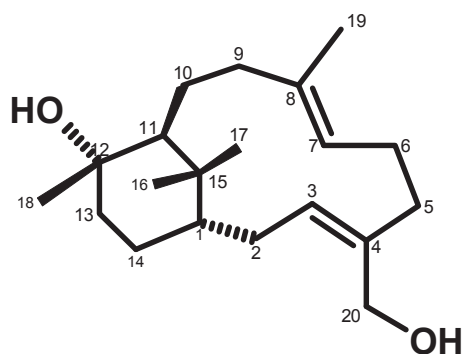
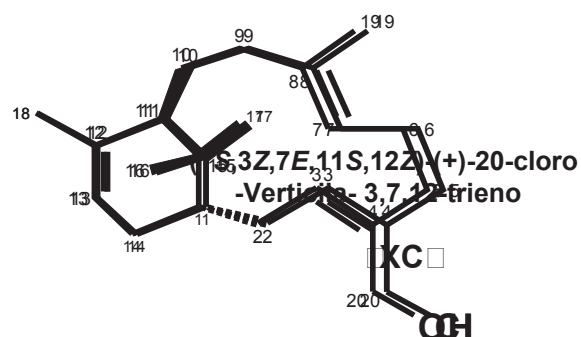
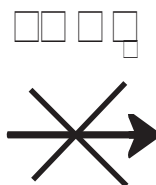
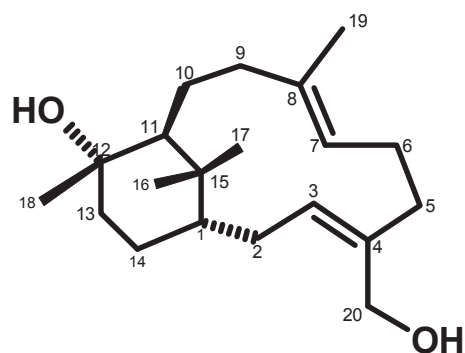
Figura 42.- espectros de RM 1 H a 300 MHz del acetato del (1S,3,7,11S,12S)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol.

11
 2
 12
 2
 83
 42

1S **3Z** **7E** **11S** **12S**

37 **12** **20**

43



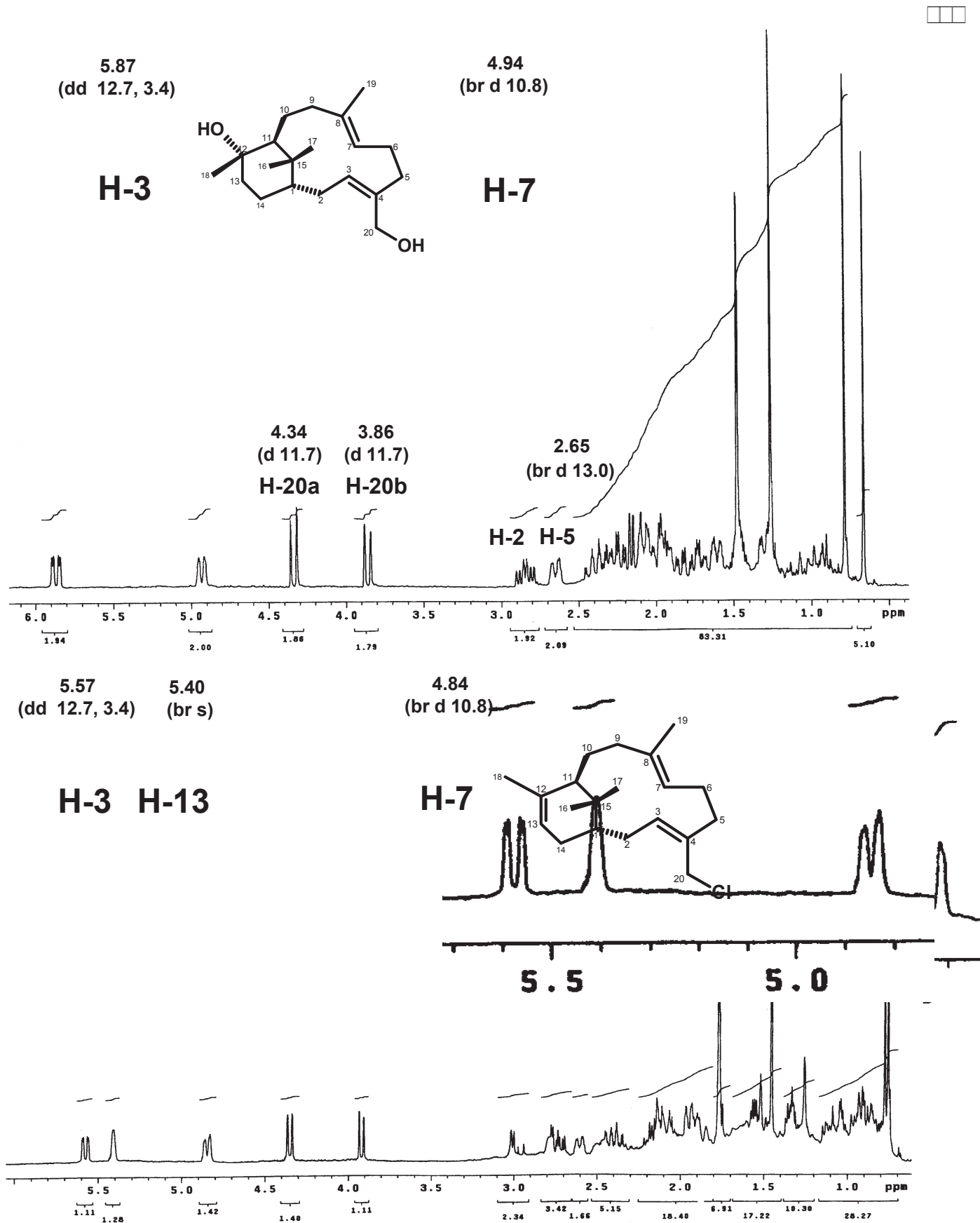


Figura 43.- espectros de RM¹H a 300 MHz (1S,3Z,7E,11S,12Z)-(+)-20-cloro-Verticila-3,7,12-trieno.

El espectro de RM¹³C del producto de reacción correspondiente al (1S,3Z,7E,11S,12Z)- (+)-20-cloro-Verticila- 3,7,12-trieno, muestra una serie de picos en la región de 130-140 ppm, correspondientes a los carbonos de la cadena insaturada. Los picos en la región de 120-130 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada. Los picos en la región de 40-50 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada. Los picos en la región de 20-30 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada. Los picos en la región de 10-20 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada.

El espectro de RM¹³C del producto de reacción correspondiente al (1S,3Z,7E,11S,12Z)- (+)-20-cloro-Verticila- 3,7,12-trieno, muestra una serie de picos en la región de 130-140 ppm, correspondientes a los carbonos de la cadena insaturada. Los picos en la región de 120-130 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada. Los picos en la región de 40-50 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada. Los picos en la región de 20-30 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada. Los picos en la región de 10-20 ppm corresponden a los carbonos de la cadena saturada.

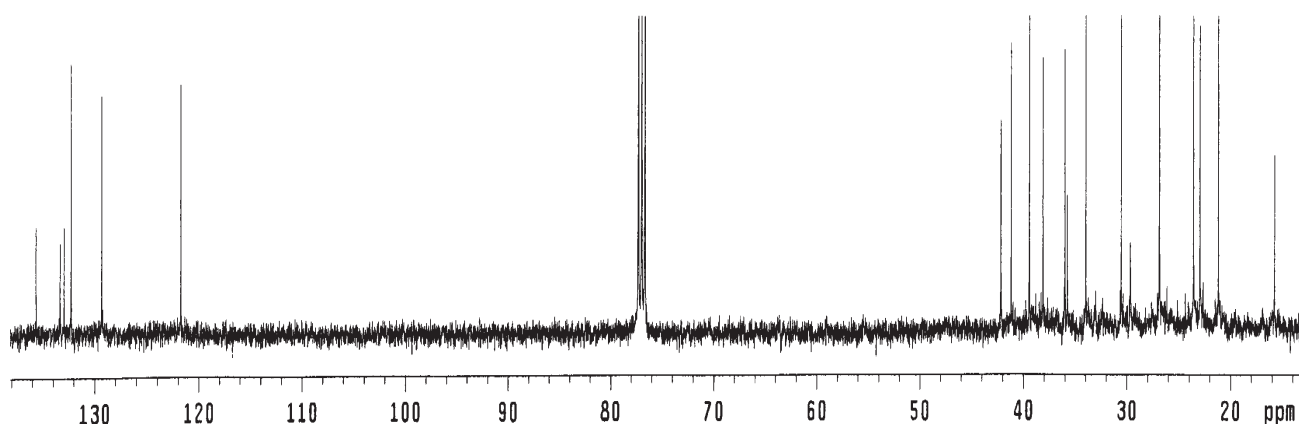
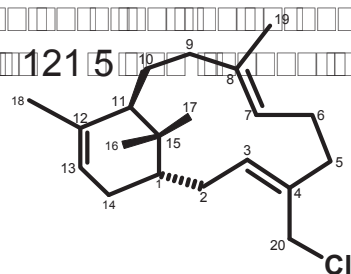


Figura 44.- Espectro de RM¹³C del producto de reacción correspondiente al (1S,3Z,7E,11S,12Z)- (+)-20-cloro-Verticila- 3,7,12-trieno.

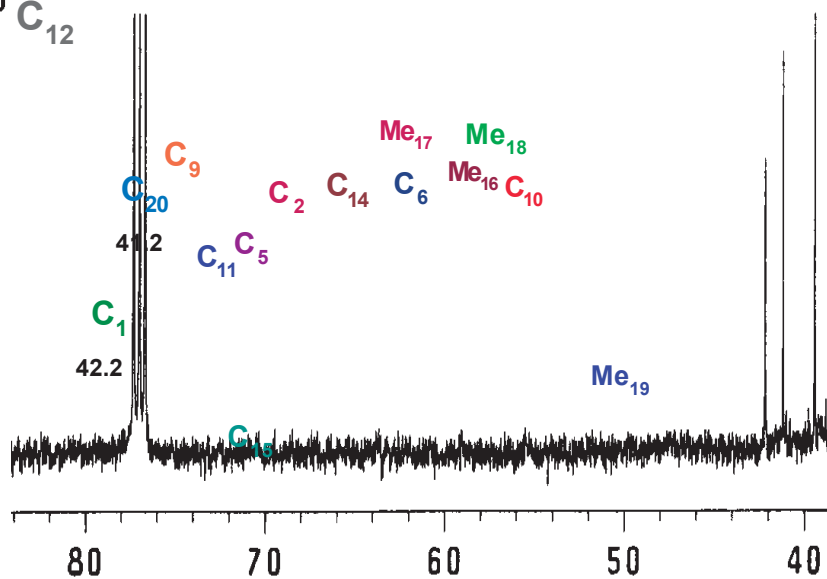
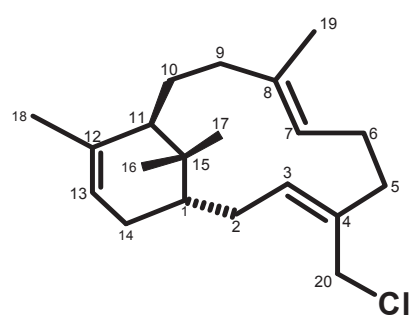
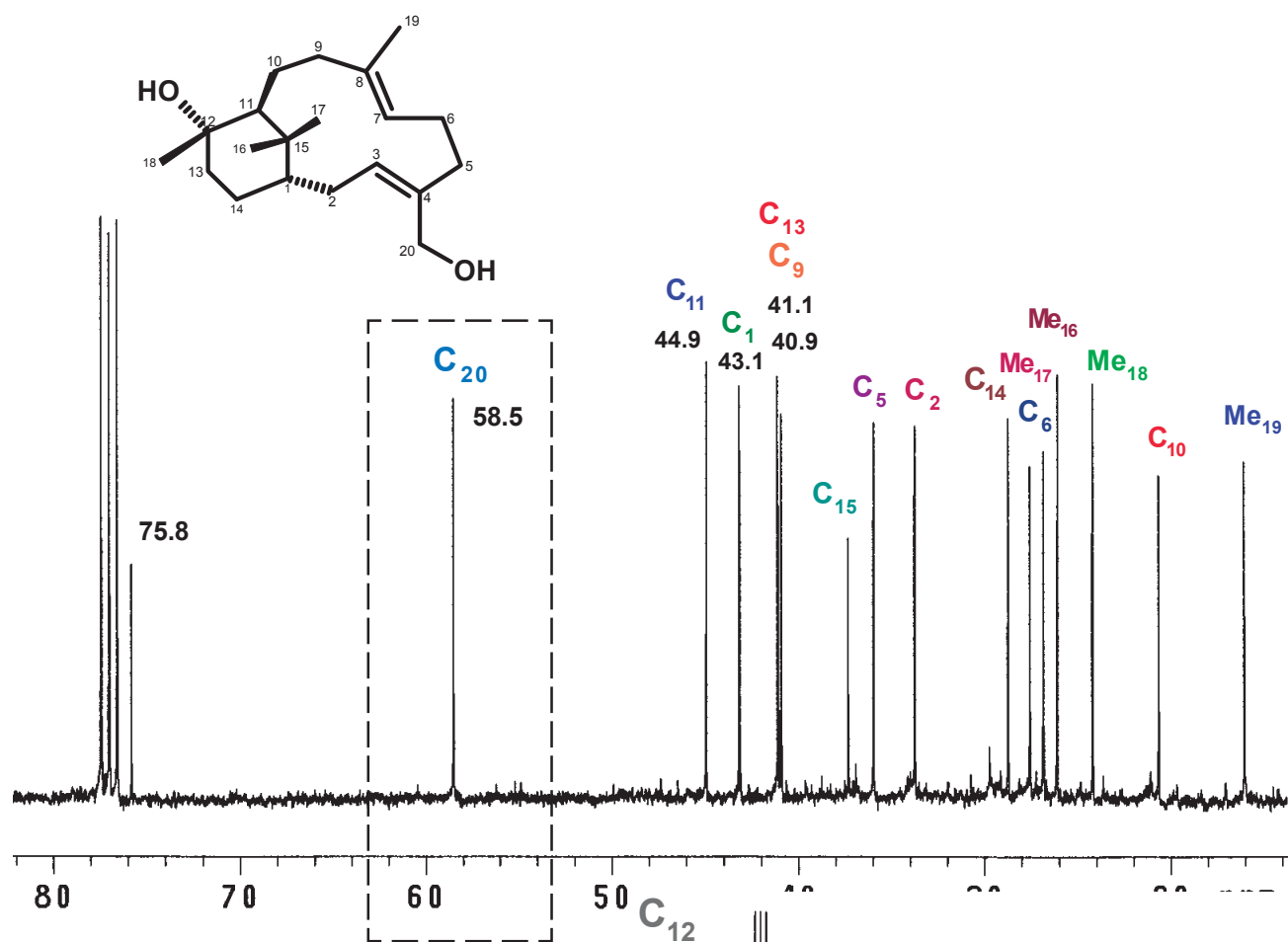


Figura 45.- espectros de RMN¹³C (1S,3Z,7E,11S,12Z)-(+)-20-cloro-Verticila- 3,7,12-trieno.

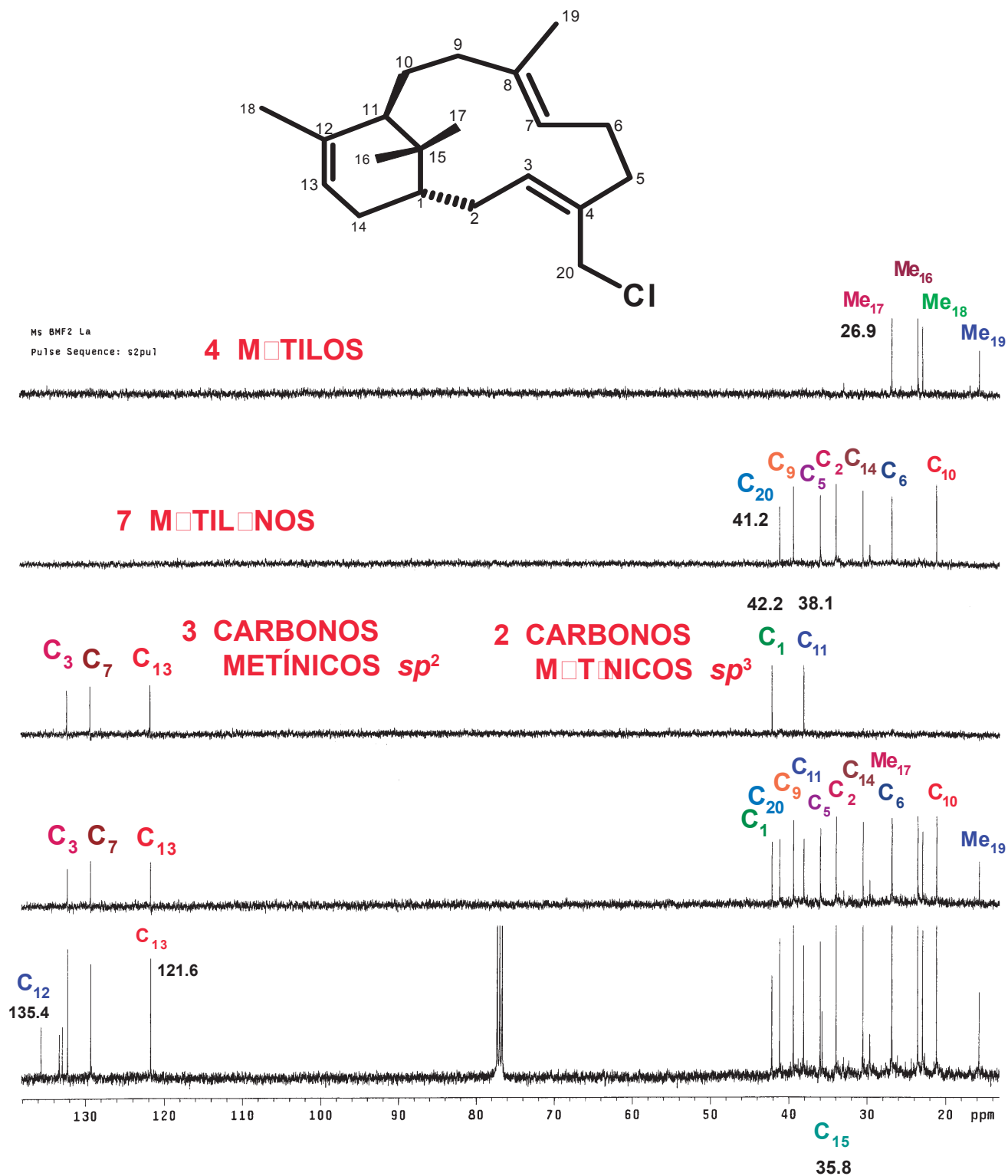


Figura 46.- Espectro de RM de ^{13}C DEPT del producto de reacción (XC) correspondiente al (1S,3Z,7E,11S,12Z)-(+)-20-cloro-Verticila-3,7,12-trieno.

de los carbonos C-12 y C-13 que en la materia prima (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)- (+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII) aparecieron en la región de los carbonos sp^3 debido a que C-12 era el carbono base del alcohol terciario desplazado en 75.8 ppm y el carbono C-13 era un metileno desplazado en 41.1 ppm, ambas señales no se encuentran debido a que ahora son carbonos sp^2 de una doble ligadura, esta comparación de los respectivos espectros de $RM^{13}C$ de ambos compuestos es mostrada en la Figura 45 además también pudo apreciarse que el carbono C-20 base del oxhidrilo primario, en el diol natural (LXXXVII), apareció en 58.5 ppm y en nuestro producto no aparece ninguna señal cercana a esa región, encontrándose ahora en 41.2 ppm, este corrimiento hacia campo alto de 17.4 ppm indicó que el C-20 ya no es base de un oxhidrilo primario sino que es base de un cloruro de alquilo primario, por lo que ocurrió una sustitución del oxhidrilo primario en C-20 por un cloro.

Las asignaciones del resto de las señales, se hicieron en base al análisis del espectro de $RM^{13}C$ DEPT de la Figura 46, en donde se revelaron claramente los cuatro metilos Me-19 en 15.7 ppm, luego Me-18, Me-16 y la señal del metilo desplazado hacia campo más bajo correspondió al Me-17, hacia campo bajo aparecieron las siete señales correspondientes a los metilenos C-2 ; C-5 ; C-6; C-9 , C-10 ; C-14 y C-20 claramente separadas, se observaron también las cinco señales de los carbonos metínicos, dos de ellas en la región de los carbonos sp^3 correspondientes a los carbonos C-1 y C-11, los cuales son comunes a los dos anillos, al de seis y al de doce y las otras tres señales aparecieron en la región de los carbonos sp^2 debidas a los carbonos metínicos de las tres dobles ligaduras trisustituídas $C_3=C_4$; $C_7=C_8$ y $C_{12}=C_{13}$, la asignación del único carbono cuaternario sp^3 que posee la molécula es el C-15, el cual se hizo por comparación del espectro DEPT del barrido correspondiente a la totalidad de los átomos de carbono que ésta posee (espectro de la parte inferior), con el espectro barrido correspondiente solamente a los carbonos protonados.

Por lo que se concluye que el producto de la reacción del tratamiento del (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII), con el cloruro de mesilo en piridina a baja temperatura, no solo llevó a cabo el producto de deshidratación selectiva, sino que ocurrió una sustitución del oxhidrilo primario por un cloro, recalcando que las condiciones de reacción efectuadas con la finalidad de obtener el respectivo mesilato en C-20, no tuvieron efecto y que el agente mesilante no se comportó como tal.

CONCLUSIONES

Las fracciones apolares obtenidas del extracto hexánico de los tallos de *Sursera*, eluidas con éter de petróleo y luego con n-hexano enfriado a 4°C y posteriormente eluidas a temperatura ambiente con ambos alcanos, se obtuvo una mezcla de tres diterpenos hidrocarbonados, de la cual por procedimientos cromatográficos posteriores se pudieron separar, el (1*S*,3*E*,7*E*,11*S*)-(+)-verticila-3,7,12(18)-trieno (LXIX), el (1*S*,3*E*,7*E*,11*S*,12*Z*)-(+)-verticila-3,7,12-trieno (LXX), el (1*S*,7*E*,11*Z*)-(-)-verticila-4(20),7,11-trieno (LXXI), mientras que con mezclas de hexano-cloruro de metileno 9:1 a temperatura ambiente permitieron obtener en buen rendimiento al (+)-verticilol como un sólido de bajo punto de fusión, tanto los trienos como este alcohol correspondieron a nuevos compuestos diterpénicos aislados de plantas que pertenecen a la familia de las *Surseraceae*, aunque previamente se habían reportado, para el caso del (+)-verticilol, anteriormente aislado de *Sursera pinnatifida* (Lieb. et Succ.), el cual es una *Taxodiaceae* y cuya caracterización estereoquímica se rectificó como el (1*S*,3*E*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-verticila-3,7,-dien-12-ol, todos estos diterpenos fueron dextrógiros a excepción del (1*S*,7*E*,11*Z*)-(-)-verticila-4(20),7,11-trieno.

Se caracterizaron tres nuevos compuestos con este tipo de esqueleto tipo verticilénico, el 20-acetato del (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVI), el (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII) y el (1*S*,3*Z*,7*S*,8*S*,11*S*,12*S*)-(+)-7,8-epoxiverticilan-3-en-12,20-diol (LXXXVIII), de los cuales en todos se efectuó su caracterización estereoquímica. Todos estos compuestos diterpénicos se han aislado por vez primera de plantas que pertenecen al género *Sursera*, son estructuras derivadas del sistema del biciclo[9-3-1]pentadecano se encuentran relacionadas biogenéticamente con los taxoides, lo que las hace importantes, para futuras transformaciones químicas, aparte de las propiedades antitumorales de esta una serie de compuestos obtenidos de *Sursera*.

El tratamiento ácido de dos de los productos naturales obtenidos, el 20-acetato del (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVI), el (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII), permitió reconocer que con estas condiciones el sistema verticilénico conserva el sistema bicíclico del esqueleto de origen, pero que las condiciones usadas para su transformación dieron como resultado la obtención casi cuantitativa de dos nuevos productos.

La caracterización de todos los compuestos se hizo en base a los datos espectroscópicos de RMP y RM¹³C fundamentalmente, tanto de los productos naturales como de los respectivos derivados preparados, además se estableció una nueva metodología que permite la deshidratación selectiva del alcohol terciario de los productos naturales acetato del (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVI), el (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII) hacia el carbono C-13 por lo que se concluye que el producto de la reacción del tratamiento del (1*S*,3*Z*,7*E*,11*S*,12*S*)-(+)-Verticila-3,7-dien-12,20-diol (LXXXVII), con el cloruro de mesilo en piridina a baja temperatura, no solo llevó a cabo el producto de deshidratación selectiva, sino que ocurrió una sustitución del oxhidrilo primario por un cloro, recalando que las condiciones de reacción efectuadas con la finalidad de obtener el respectivo mesilato en C-20, no tuvieron efecto y que el agente mesilante no se comportó como tal.

Cabe mencionar que los compuestos diterpénicos obtenidos, algunos ya habían sido aislados de otras fuentes, por lo que ya se encuentran reportados en la literatura, su aislamiento tiene gran importancia por tratarse de estructuras con mucho interés biológico y químico.

En nuestros estudios relativos a las plantas que pertenecen al género *□□□□□* hemos reportado el aislamiento de compuestos tanto monoterpénicos, como diterpénicos por lo que en la búsqueda de compuestos diterpénicos más funcionalizados, esto cada vez viene paulatinamente manifestándose, ya que tres fueron diterpenos hidrocarbonados con tres insaturaciones, uno con una función oxhidrónica, otro con un grupo acetato y un oxhidrilo, otro más con dos funciones oxhidrónicas y el último con una función epoxídica adicional.

Este estudio contribuye a incrementar el número de especies estudiadas, así como también el de los componentes encontrados en el género, lo que representa un marco importante para estudios desde el punto de vista de la variabilidad de estructuras encontradas en el mismo, la obtención de más estructuras funcionalizadas que permite llevar a cabo transformaciones químicas que apunten hacia sistemas tricíclicos cercanos a los taxoles ó a sistemas taxoides bicíclicos biológicamente importantes⁹³⁻⁹⁹.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Rzedowski, Vegetación de Mexico, Editorial Limusa, S.A., Mexico, D.F., 434 pp.(1978).
- 2.- Mousa y C. Coto.
Sistemas de vegetación 58, 69-85 (1987).
- 3.- L. Villaseñor, Sistemas de vegetación 47, 65-86 (1987).
- 4.- P. Galvanera, A. Islas, E. Guirre y A. Quijas, "Sistemas de vegetación", 57, 19-24 (2000).
- 5.- R. Fernández-Gava, C. Rodríguez-Giménez, M. A. Orreguín-Gánchez, A. Rodríguez-Giménez.
"Listado Florístico de la Cuenca del Río Balsas, México".
Sistemas de vegetación 9, 1-151 (1998).
- 6.- F. Miranda, "Estudios sobre la Vegetación de México V", Rasgos de la Vegetación en la Cuenca del Río Balsas.
Sistemas de vegetación 8, 95-114 (1947).
- 7.- F. Miranda y E. Hernández X., "Los sobre Tipos de Vegetación de México y su Clasificación".
Sistemas de vegetación 28, 29-179 (1963).
- 8.- Rzedowski y A. Calderón de Rzedowski
Sistemas de vegetación 74, 169-178 (2006).
- 9.- Rzedowski y R McVaugh, Synopsis of systems in western Mexico with notes of the material of systems collected by José Mociño, 18, 317-382 (1965).
- 10.- Rodolfo Palacios Chávez, 9(2), 153-182 (1984).
- 11.- Triensin, a new lignan from systems
D. Hernández, L. Román, A. Espiñeira and P. Joseph-Eathan,
Sistemas de vegetación, 47, 193 (1983).
- 12.- Estudio químico de la Resina del Papelillo
D. Hernández, L. Román, A. Manzo y P. Joseph-Eathan.
Sistemas de vegetación 31, 172 (1987).
- 13.- Clasamiento y Estudio químico de los componentes de la resina de sistemas
Tesis para obtener el Título de químico Farmacobiólogo,
presentada por Sergio Manzo Andrade a la Facultad de químico-Farmacobiología de la U.M.A.M. el 10 de agosto de (1988).

14.- **Clasificación y Reacciones de Lignanos Derivados del género**

Clasificación y Reacciones de Lignanos Derivados del género

Juan D. Hernández, Luisa Mariana Román, E.C. Alvarez, J. Manzo y P. Joseph-Eathan.

Clasificación y Reacciones de Lignanos Derivados del género, **33**, 231 (1989).

15.- **Química y Espectroscopía de los Componentes obtenidos de los Extractos hexánicos de algunas plantas.**

J.D. Hernández, M. García, R. Herrera y L. Román

II Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística, noviembre (1992), Morelia, Mich.

16.- **Derivados de Esqueleto Tipo Ursano con posible actividad**

hepatoprotectora obtenidos a partir de α -amirina (urs-2-en-3 β -ol).

J.D. Hernández, R. Herrera, M. García y L. Román.

III Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística, Centro Cultural Universitario (1993). Morelia, Mich.

17.- **Química de Algunos Triterpenos obtenidos de plantas.**

J.D. Hernández, M. García, R. Herrera y L. Román.

Clasificación y Reacciones de Lignanos Derivados del género, **38**, C49, 308 (1994).

18.- **Terpenoides de Resina y Fruto de *Salvia officinalis* (Schlecht.) Engl.**

J.D. Hernández, M. García y L. Román.

V Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística., 1995, pág. 53 (1995).

19.- **Caracterización de los Componentes Principales de Aceites Esenciales obtenidos de plantas.**

J.D. Hernández, Leticia García, R. Reyes, Juan Carlos Guzmán y L. Román, XIII Taller de Estudio de Productos Naturales, Mérida, Yucatán, México, C12 (1995).

20.- **Análisis por GC de Aceites Esenciales de Frutos de plantas.**

Juan D. Hernández, Juan Carlos Guzmán, M. García, y Luisa Román.

Clasificación y Reacciones de Lignanos Derivados del género, **40**, C42, 112 (1996).

21.- **Estudio Químico de la Parte Aérea de *Salvia officinalis* y de**

***Epilobium angustifolium* Rob.**

Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Manuel García Velgara a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.A.M., el 8 de febrero de (1996).

22.- **Cromatografía de Bases de Aceites Esenciales de Frutos de *Pimenta* Especies de plantas.**

Juan Diego Hernández, Juan Carlos Guzmán, Leticia García y Luisa

- Orania Román. *Químicos secundarios de plantas medicinales*, pág. 69-86 (1997).
- 23.- β-Felandreno, componente mayoritario obtenido de los extractos hexánicos de las ramas y frutillas de tres especies de *Curatella*. Juan D. Hernández, Rocío Alvarez, A. Magaña, Isaías Tapia, R. Pardo y Juan C. Guzmán, IX Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística, *Químicos*, pág. 29, (1999).
- 24.- Terpenos obtenidos por muestreo directo de peciolo y tallos delgados de 18 especies de *Curseraceae*. Juan Diego Hernández-Hernández, Rocío Alvarez, Concepción Ormenta, A. Carlos Guzmán y Luisa Orania Román-Marín. *Químicos*, 44, C-123, 136 (2000). XXXV Congreso Mexicano de Química, San Luis Potosí, S.L.P.
- 25.- Estudio químico de algunos componentes obtenidos de *Curatella*, *Curatella* var. *Curatella*, *Curatella* y *Curatella*. Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Rocío Alvarez Arcía a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.A.M. el 10 de enero del (2001).
- 26.- Essential oils from branches and fruits of twenty five Mexican *Curatella* species. Juan Diego Hernández-Hernández, Rocío Alvarez-Arcía, Juan Carlos Guzmán-Martínez, Concepción Ormenta, Lidia Zeiza, Isaías Tapia y Luisa Orania Román-Marín. 42nd. Annual Meeting of the American Society of Pharmacognosy. Memorias, *Químicos*, pág 129 (2001).
- 27.- Análisis de partes aéreas de cuajotes amarillos. Juan Diego Hernández-Hernández, Rocío Alvarez-Arcía y Luisa Orania Román-Marín. *Químicos*, 45, C2, 98, (2001). XXXVI Congreso Mexicano de Química,
- 28.- Curatella-Lignano obtenido de tallos de *Curatella*. Juan D. Hernández-Hernández, L. Zeiza, I. Martínez, A. López y A. Alvarez. XI Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística. *Químicos*, pág. 28, (2001).
- 29.- Diterpenos tipo Verticilano obtenidos de *Curseraceae*. Juan Diego Hernández-Hernández, Lidia Zeiza y Raceli Alvarez. XI Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística, *Químicos*, pág. 35, (2001).

- 30.- Morrison y Robert Neilson Boyd, Química Orgánica, 3ª edición, Fondo Educativo Interamericano. pág. 307-310, México, D.F., (1976).
- 31.- Andrew Streitwieser, Jr. y Clayton A. Heathcock, Química Orgánica, 1ª edición, Nueva Editorial Interamericana. pág. 611-614, México, D.F. (1979).
- 32.- William A. Conner y Albert A. Castro, Essentials of Modern Organic Chemistry, 3ª edición, Reinhold Publishing Corporation. pág. 220, México, D.F., London, Amsterdam (1967).
- 33.- Juan Diego Hernández Hernández, Notas de Química Orgánica I Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. (2007).
- 34.- Las proyecciones de Cram, Fischer y Newman. Juan D. Hernández-Hernández, R. Velázquez-Jiménez, A. Valdéz-Calderón, A. Moto-Quintana, A. Estrada-Cervantes, E. Ríos-Ramírez y Luisa A. Román-Marín. *Revista de la Asociación Mexicana de Química Orgánica*, 48, CEst 9, 222, (2004). XXIII Congreso Nacional de Educación Química Mérida, Yuc.
- 35.- Juan Diego Hernández Hernández, Notas de Química Orgánica II Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Mich. (2007).
- 36.- Koji Tanishii, T. Moto, A. Ito, A. Katori y A. Ozoe, Natural Products Chemistry, Volumen 1, Cap. 6, pág. 422-545, 1ª edición, Academic Press, Inc., México, D.F., London, Tokyo (1974).
- 37.- Modelos didácticos en la formación de bencenos disustituídos. Juan D. Hernández-Hernández, A. Valdéz-Calderón, A. Moto-Quintana, A. Estrada-Cervantes, R. Velázquez-Jiménez y Luisa A. Román-Marín. *Revista de la Asociación Mexicana de Química Orgánica*, 48, CEst 3, 217, (2004). XXIII Congreso Nacional de Educación Química Mérida, Yuc.
- 38.- Free energy relationships in sample diacetones P. Joseph-athan, A.D. Hernández y V.M. Rodríguez. *Revista de la Asociación Mexicana de Química Orgánica*, 3, 127 (1972).
- 39.- Stereochemistry of Pipitzols and Perezols P. Joseph-athan, L.A. Román, A.D. Hernández, A. Taira y A. A. atson., *Revista de la Asociación Mexicana de Química Orgánica*, 36, 731 (1980)
- 40.- Contribution to the chemistry of pipitzol P. Joseph-athan, Ma. P. González, L.A. Román, A.D. Hernández, A. Flores-Vela y R.L. Santillán. *Revista de la Asociación Mexicana de Química Orgánica*, 48, 585 (1985)

- 41.- Oji Kanishi, T. Ooto, M. Ito, M. Oatori y M. Ozoe, *Natural Products Chemistry*, Volumen 2, Caps. 7-12, pág. 1-568, 1ª Ed. , Academic Press, Inc., New York, London, Tokyo (1975).
- 42.- Structure, Chemistry and Stereochemistry of Rastevione, a sesquiterpenoid from the genus *Sesuvium*
L.M. Román, R.E. Del Río, M.D. Hernández, P. Joseph-Oathan, V. Abel y M.M. Matson.
Phytochemistry, 37, 2769 (1981)
- 43.- First seco-C oleananes from nature,
L.M. Román, D. Guerra-Ramírez, M. Morán, I. Martínez, M.D. Hernández, C. M. Cerda-Arcía-Rojas, M. Torres-Valencia y P. Joseph-Oathan,
Phytochemistry 6, 173-176 (2004).
- 44.- Absolute configuration of the α -methylbutyryl residue in longipinene derivatives from *Sesuvium portulacastrum*
R. Alvarez-Arcía, M. Torres-Valencia, L.M. Román, M.D. Hernández, C. M. Cerda-Arcía-Rojas y P. Joseph-Oathan,
Phytochemistry 66, 639-642 (2005).
- 45.- Transposición de Wagner-Meerwein en 7,8-diacetatos de longipinen y longipinan triolonas en presencia de trifloruro de boro eterato
Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo,
presentada por Ma. Ivina Lucio Vázquez a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.A.H.M. el 31 de enero de (1987).
- 46.- Preparación y transposiciones moleculares de ésteres de longipinantriol
Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Rosa María Domínguez López a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.A.H.M. el 11 de diciembre de (1989).
- 47.- Wagner-Meerwein Rearrangements of Longipinene Derivatives
L.M. Román, M.D. Hernández, Rosa E. Del Río, M.M. Lucio, C.M. Cerda Arcía-Rojas y P. Joseph-Oathan.
Phytochemistry 56, 1938 (1991).
- 48.- Molecular rearrangements in the Longipinene series
L.M. Román, M.D. Hernández, C.M. Cerda-Arcía-Rojas , R.M. Domínguez-López y P. Joseph-Oathan
Phytochemistry 55 , 577 (1992).
- 49.- Molecular Rearrangement of Rastevione Mesylate into Arteagane Derivatives.
Luisa M. Román, Gerardo Cepeda, M. Rebeca Morales, Juan D. Hernández, Carlos M. Cerda-Arcía-Rojas y Pedro Joseph-Oathan

Metabólicos y fisiológicos de *Longipinane*, **58**, 1808-1816 (1995).

- 50.- Mechanistic studies of Longipinane to Arteagane Rearrangement. Luisa M. Román, Gerardo Cepeda, R. Rebeca Morales, Salvador Flores, Juan D. Hernández, C.M. Cerda-Marcía-Rojas y Pedro Joseph-Mathan.

Metabólicos y fisiológicos de *Longipinane*, **59**, 391-395 (1996).

- 51.- Transposición de diésteres derivados de Longipineno. Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Ramón Guzmán Mejía a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.A.H. el 8 de enero de (1999).
- 52.- Contracción del ciclo de siete por rearreglo pinacólico en el sistema 6.5.7 de la 7-hidroxi-8-tosiloxi-isolongipin-10-en-1-ona Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Isaías Tapia Quintero a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.A.H. el 10 de noviembre de (1984).
- 53.- Preparación de 9-Deuterorasteviona. Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Audit Raceli Viña Verduzco a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.A.H. el 8 de agosto de (1997).
- 54.- In oplopane from *S. ...* P. Joseph-Mathan, R. Villagómez, L.M. Román y J.D. Hernández. *...* **28**, 1207 (1989).
- 55.- Minor oplopanes from *S. ...* P. Joseph-Mathan, R. Villagómez, L.M. Román y J.D. Hernández. *...* **28**, 2397 (1989).
- 56.- oplopanes from the leaves of *S. ...* P. Joseph-Mathan, R. Villagómez, L.M. Román y J.D. Hernández. *...* **29**, 977 (1990).
- 57.- Coumarin and terpenoids from *... var. oolepis* (Cartlett) P. Joseph-Mathan, J.D. Hernández, L.M. Román, E. Marcía, V. Mendoza y J. Mendoza. *...* **21**, 1129 (1982).
- 58.- Cromenos de *E. ...* Rob. J.D. Hernández, M. Marcía y L.M. Román. *...* **39**, C106, 291 (1995).
- 59.- Rutina un licósido Flavonoide obtenido de hojas de *...* *...* y *...* J.D. Hernández, Leticia Marcía, Juan Carlos Guzmán y Luisa M. Román.

VI Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística. *Revista de la Facultad de Química*, pág. 40 (1996). Morelia, Mich.

- 60.- Glicósidos Flavonoides de hojas de cuatro especies del género *Quercus*.

Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Leticia García Beredia a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.I.C. el 7 de junio de (1996).

- 61.- Análisis de Flavonoides de hojas de Curseras mediante HPLC
Ana Elena Gavarrete, Luisa Mariana Román-Marín y Juan Diego Hernández-Hernández

V Verano de la Investigación Científica del Pacífico.

29 de agosto al 1 de septiembre del (2000) Morelia, Mich.

- 62.- Comparación de los datos espectroscópicos de cuatro Glicósidos Flavonoides de quercetina obtenidos de *Quercus*.
Juan D. Hernández, Leticia García, Rosa Elba del Río, Juan Carlos Guzmán y Luisa M. Román.

VII Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística. *Revista de la Facultad de Química*, pág. 38, (1997). Morelia, Mich.

- 63.- Gliconas y glicósidos flavonoides obtenidos de hojas de tres especies del género *Quercus*.

Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo, presentada por Angelina Hernández Arragán a la Facultad de Químico-Farmacobiología de la U.M.I.C. el 15 de enero de (1999).

- 64.- Glicósidos de quercetina, luteolina y miricetina obtenidos de partes aéreas de Curseras.

Juan Diego Hernández-Hernández, Rocío Alvarez, Angelina Hernández, Leticia García y Luisa Mariana Román-Marín.

X Congreso Italo-Latinoamericano de Etnomedicina.

Memorias, pág 96 (2001).

23-28 de septiembre del 2001 Isla Margarita, Venezuela.

- 65.- Tres Gliconas flavonoides libres presentes en hojas de *Quercus*.
Juan D. Hernández, J. Hernández, L. García, Rosa Elba del Río y Luisa Mariana Román

VII Encuentro Universitario de Investigación Científica, Tecnológica y Humanística, *Revista de la Facultad de Química*, pág. 39, (1997). Morelia, Mich.

- 66.- Flavonoides obtenidos de la parte aérea de *Quercus*
Quercus elongata var. *elongata* p.s.
Quercus p.s. y *Quercus p.s.*

Juan Diego Hernández, Rocío Alvarez, Angelina Hernández, Juan Carlos Guzmán, Rosa E. del Río y Luisa Mariana Román.

- XXXXX SXXXXXXSXXXXXXX XXX XXXXXXX XXXX, **42**, R-2, 49 (1998)
XXXIII Congreso Mexicano de Química. Oaxaca, Oax.
- 67.- Preparación de derivados lignánicos del 2-(3,4-dimetoxibencil)-3-(3,4-metilendioxbencil)-1,4-butanodiol.
Juan Diego Hernández-Hernández, Yolanda López-Camacho, J.
Alvarez y Luisa Mariana Román-Marín
XXXXSXXXX XXX XXXX**46** , C113, 131, (2002).
- 68.- Preparación de derivados bromados y nitrados del diacetato de 2-(3,4-metilendioxbencil)-3-(3,4-dimetoxibencil)-1,4-butanodiol (I),
obtenido de XXXSXXXXXXXXXXXX
Juan D. Hernández-Hernández, Norma Ferrero, Perla L. López, L. J.
Román-Marín, C.M. Cerda-Arcía-Rojas y P. Joseph-Athan.
XXXXSXXXX XXX XXX**47** , C96 , 147 , (2003).
- 69.- Estudio Fitoquímico de XXXSXXXXXXXXXXXXs var. elongata
Juan D. Hernández-Hernández, René Velázquez-Himénez, Verónica
Reyes Olivares, J. Alarcón-Muñiga, Rocío Alvarez-Arcía, Luisa Mariana
Román, Carlos M. Cerda-Arcía-Rojas y Pedro Joseph-Athan.
XXV Congreso Nacional de Educación Química.
24 al 28 de septiembre del 2006, México, D.F.
- 70.- Lignanos y Triterpenos obtenidos de Curseras que pertenecen a la
sección Cursera
Juan D. Hernández-Hernández, René Velázquez-Himénez, Verónica
Reyes Olivares, I. Tapia-Muñtero y Concepción Armenta-Alinas.
II Congreso de Investigación Científica, Centro Cultural Universitario
de la UMich del 21 al 24 de noviembre del 2006, Morelia, Mich.
- 71.- Estudio Químico de la Parte Aérea de XXXSXXXXXXXXXXXX y de
XXXXEXXXXXXXXXXXXs Rob.
Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo,
presentada por Manuel Arcía Velgara
Escuela de Químico-Farmacobiología de la U.M.I.C.I.
8 de febrero de 1996.
- 72.- Estudio Químico del exudado resinoso de la XXXSXXXXXXXXXXXX,
XXXXSXXXXXXXXXXXXy XXXSXXXXXXXXXXXX
Tesis para obtener el Título de Químico Farmacobiólogo,
presentada por Rafael Herrera Lucio
Escuela de Químico-Farmacobiología de la U.M.I.C.I.
26 de abril de 1996
- 73.- Comparación de la Composición Química de dos lotes de Raíz de
XXXXSXXXXXXXXXXXX
Luisa J. Román, J. Morán, R. E. Del Río, Juan D. Hernández y P.

Joseph-athan.

Simposio Internacional Simposio Internacional de Química, **38**, C53, 309 (1994)

XXX Congreso Mexicano de Química.

- 74.- Derivados de 3-lupenona, un triterpeno pentacíclico obtenido de *Sesuvium portulacastrum* sp.

Juan Diego Hernández, Rocío Alvarez Arcía, Isaías Tapia y Luisa Rania Román.

Simposio Internacional Simposio Internacional de Química, **42**, R-1, 49 (1998)

XXXIII Congreso Mexicano de Química., Oaxaca, Oax.

- 75.- Sesuvium portulacastrum, una mursera de la sección Eullocia.

Juan D. Hernández-Hernández, M. E. Elías-Rubio, R. Velázquez-Miménez, C. Armenta-Alinas, R. Alvarez-Arcía, M. C. Guzmán-Martínez y Luisa Rania Román-Marín,

Simposio Internacional de Química, Vol 1, Número Especial, pág. 235 (2007).

- 76.- Distribución de terpenoides en *Sesuvium portulacastrum*

Juan D. Hernández-Hernández, M. Hernández, R. Alvarez, Juan C. Guzmán-Martínez, L. Leiza, M. López, I. Tapia, M. Ferrero y Luisa R. Román-Marín.

XIII Congreso Italo-Latinoamericano de Etnomedicina, C 35 (2004).

- 77.- Verticillane derivatives from *Sesuvium portulacastrum* and *Sesuvium*

J.D. Hernández, L.R. Román, C.M. Cerda-Arcia and P. Joseph-athan. Simposio Internacional de Química, Vol **68**, 1598-1602, (2005).

- 78.- Dos nuevos diterpenos macrocíclicos de *Sesuvium portulacastrum*

Juan D. Hernández, L. Leiza, L. R. Román, C.M. Cerda-Arcía-Rojas y P. Joseph-athan.

Simposio Internacional Simposio Internacional de Química, **46**, C21, 106, (2002).

XXV Congreso Latinoamericano de Química,

- 79.- Nuevos derivados tipo verticilano obtenidos de *Sesuvium portulacastrum*.

Juan D. Hernández-Hernández, Norma Ferrero, Perla López, L. R. Román-Marín, C.M. Cerda-Arcía-Rojas y P. Joseph-athan.

Simposio Internacional Simposio Internacional de Química, **47**, R-80, 105, (2003).

- 80.- Nuevos (+)-verticilenos de *Sesuvium portulacastrum* y *Sesuvium*

Juan D. Hernández, V. Reyes, M. Ferrero, I. Tapia, Luisa R. Román, Carlos M. Cerda-Arcía-Rojas, y P. Joseph-athan.

Simposio Internacional Simposio Internacional de Química, **48**, R-12, 90, (2004).

- 81.- Preparación de epóxidos a partir de (+)-verticiloles aislados de

Sesuvium portulacastrum.

Juan D. Hernández, V. Reyes, M. Ferrero, M. Pérez, Luisa R. Román, Carlos M. Cerda-Arcía-Rojas, y P. Joseph-athan.

Simposio Internacional Simposio Internacional de Química, **48**, R-13, 90, (2004).

- 82.- O. Oasar, O. Ooch and O.O. Oonig
Ooooooooooooooooooooooooooooo, **16**, 315-318, **(2001)**.
- 83.- O. Oarlsson, O.M. Pilotti, O.C. Ooderholm, T. Oorin, and O. Oundin
Ooooooooooooo, Vol. **34**, 2349-2354 **(1978)**.
- 84.- M. Oumimoto.
Ooooooooooooooooooooo, Vol. **19**, 643-655 **(1963)**.
- 85.- F. Oagashima, M. Toyota and O OsaOaOa
Ooooooooooooo s, **29(7)**, 2169-2174 **(1990)**.
- 86.- O. Obayashi, O. OgiOara, O. Osoyama, O. Ohigemori, O. Ooshida, T.
OasaO, O Li, O. IasaO, M. Oaito y T. Tsuruo.
Ooooooooooooooooooooo, Vol. **50**, 7401-7416 **(1994)**.
- 87.- Oagashima F.; Tamada O.; Fujii O.; OsaOaOa O
Ooooooooooooo s, **46(7)**, 1203-1208(6) **1997**.
- 88.- O.O.E. Omith, OOOppOOOOE, Cap. 12, 445-471 **(1982)** , Ed.
Chapman y Oall, London.
- 89.- O. OudesirOy O. OudesirO, La vida en la Tierra, 445-445 (1992)
Ed. Prentice -Oall Oispanoamérica, O.O., México.
- 90.- Oagashima F.; Oatsuhiro O.; Oamada O.; TaOaoaOa O.; OsaOaOa O
Ooooooooooooo s, **66**, 1662-1670 **(2005)**.
- 91.- L.O. Oamir, O Ohang, O. Outterer, F. Oauriol, O. Mamer, O.Ohiat e I.
Ooulanger., OOOOOOOOOO, **54** , 15845-15860 **(1998)**.
- 92.- O. Osoyama, O. Inobushi, T. Oatsui, O. Ohigemori y O. Obayashi,
Ooooooooooooooooooooo, **52**, 13145-13150 **(1996)**.
- 93.- Ou Ohao, Fu-Oheng O ang, Li-Oan Peng, Xiao-Li Li, Oang Xu, Xiao-Xin
Luo, Oang Lu, Li O u, Oi-Tai Oheng y Oin-Ohi Ohao.
Ooooooooooooooooooooo s, Oov. , **(2006)**.
- 94.- Oing-Oen Ohi, TaOayuO Oritani, TaOeyoshi Ougiyama, Ryo MuraOami y
Oeng-qiao O ei.
Ooooooooooooooooooooo s, **62(8)**, 1115-1118 **(1999)**.
- 95.- MiyaoOa O., OaOa O., Miura O., Oamada O
Ooooooooooooooooooooo s, **37**, 7107-7110, **(1996)**.
- 96.- Foote O. M., Oayes C. O., Pattenden O.
Ooooooooooooooooooooo s, **37**, 275-278, **(1996)**.
- 97.- Mohr P.O., Oalcomb R.L.
O Ooooooooooooo s, **4**, 2413-2416, **(2002)**.
- 98.- Ooyama O., Ishino M., TaOatori O., Ougita T., Oinoshita O., TaOahashi O.
Ooooooooooooooooooooo s, **45**, 6947-6948, **(2004)**.
- 99.- M. O. Renzulli, L. Rocheblave, O. Ovramova, F. Corelli y M. Ootta,
Ooooooooooooooooooooo **45**, 5155-5158, **(2004)**.