

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS INDUSTRIALS DE
BARCELONA

ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS PARA LA
DETERMINACIÓN DE LOS COMPUESTOS
ORGÁNICOS VOLÁTILES DE LA OLEORRESINA
DE PIMENTÓN

MEMÒRIA PRESENTADA PER
JOSEP MARIA GUADAYOL CUNILL
PER OPTAR AL GRAU DE DOCTOR ENGINYER
INDUSTRIAL

Dirigida per Josep Ribé Pons, Dr. Enginyer Industrial

Codirigida per Josep Caixach Gamisans, Dr. en C. Químiques

Terrassa, juliol 1994

**CUARTA PARTE:
DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

CAPÍTULO 12

COMPARACIÓN DE LAS DISTINTAS TÉCNICAS DE EXTRACCIÓN (AISLAMIENTO) DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES DE LA OLEORRESINA DE PIMENTÓN

12.1 Consideraciones generales

Se ha indicado, en el capítulo correspondiente, que existen muchas técnicas de extracción (aislamiento) de los compuestos volátiles contenidos en un alimento, no todas aplicables a la oleorresina de pimentón. La mayor parte de ellas relacionadas con la temperatura, de la que puede decirse que un aumento de la misma favorece siempre la concentración de VOCs obtenidos.

A pesar de lo indicado en el párrafo anterior, se ha considerado oportuno aplicar algún método que no utilice temperaturas elevadas, aunque por las circunstancias ya indicadas en diversas ocasiones en este trabajo, el proceso de obtención de la oleorresina de pimentón no favorece la existencia de VOCs de masas moleculares bajas.

La propia naturaleza del método de extracción propicia la obtención de unos VOCs en detrimento de otros, considerando cantidades relativas entre ellos. En algunos casos, ciertos compuestos ni aparecen, o aparecen en niveles prácticamente inmesurables debido a la técnica que se ha utilizado para su obtención. Es importante considerar que una técnica favorece más la presencia de unos VOCs que la de otros.

A continuación se pasa a valorar, de manera comparativa, los resultados obtenidos en cada uno de los métodos de extracción, incluyendo dentro de cada método las posibles variaciones que se hayan realizado en el mismo (caso de utilización de diferentes temperaturas, presiones absolutas, etc.), siguiendo el mismo orden en que se han citado dentro de los capítulos

dedicados a la realización experimental.

Las comparaciones se han realizado basándose en la misma muestra, la oleorresina S-420, suministrada por ITPSA. Ello permite conocer resultados uniformes y comparables entre sí. Considerando que se han tratado muchas muestras más, de distintas procedencias, se citarán en el caso de que se considere oportuno.

12.2 Destilación y extracción simultáneas

El método propuesto por Likens y Nickerson se ha aplicado de dos formas diferentes: a presión atmosférica y a presión reducida. Con ello se ha conseguido el objetivo de trabajar a dos temperaturas distintas entre sí, lo que supone la posibilidad de facilitar la extracción de diferentes VOCs, según el sistema aplicado.

La comparación de dos cromatogramas correspondientes a ambas extracciones, aplicadas a la misma muestra (S-420), permite observar algunas diferencias globales en los resultados, lo que permite hacer algunas valoraciones cualitativas.

Las figuras 12.1 y 12.2 presentan las zonas intermedias de los cromatogramas correspondientes a las extracciones a presión atmosférica y a presión reducida (160 mm), respectivamente. Si se tiene en cuenta una simple relación de alturas de los picos, se observa que la extracción a presión atmosférica presenta un número mayor de los mismos, así como mayores cantidades relativas de alguno de ellos.

Aunque en principio parece más decisiva la extracción a presión atmosférica, hay que pensar en que se ha llevado a cabo a una temperatura algo superior a los 100°C, lo que no es demasiado favorable en cuanto a posibles formaciones de productos por efecto de la misma.

Las figuras 12.3 y 12.4 presentan las zonas finales de los cromatogramas correspondientes a las extracciones a presión atmosférica y a presión reducida (160 mm Hg), respectivamente. Atendiendo a los razonamientos indicados antes, se observa una mayor cantidad de picos y mayor abundancia de los mismos en el caso de la extracción a presión atmosférica.

Aquí se llega a unas conclusiones parecidas a las obtenidas al estudiar la zona intermedia de los cromatogramas anteriores; aún haciendo hincapié en un posible efecto de la temperatura, hay que considerar más decisiva la extracción a presión atmosférica.

Todo lo indicado antes no debe descartar de ningún modo la aplicación de la extracción a presión reducida para la obtención de los VOCs de la oleorresina de pimentón, incluso a presión aún más reducida, en especial para separar aquellos compuestos volátiles que proporcionan las características aromáticas más importantes de la oleorresina, que son los que presentan una volatilidad mayor.

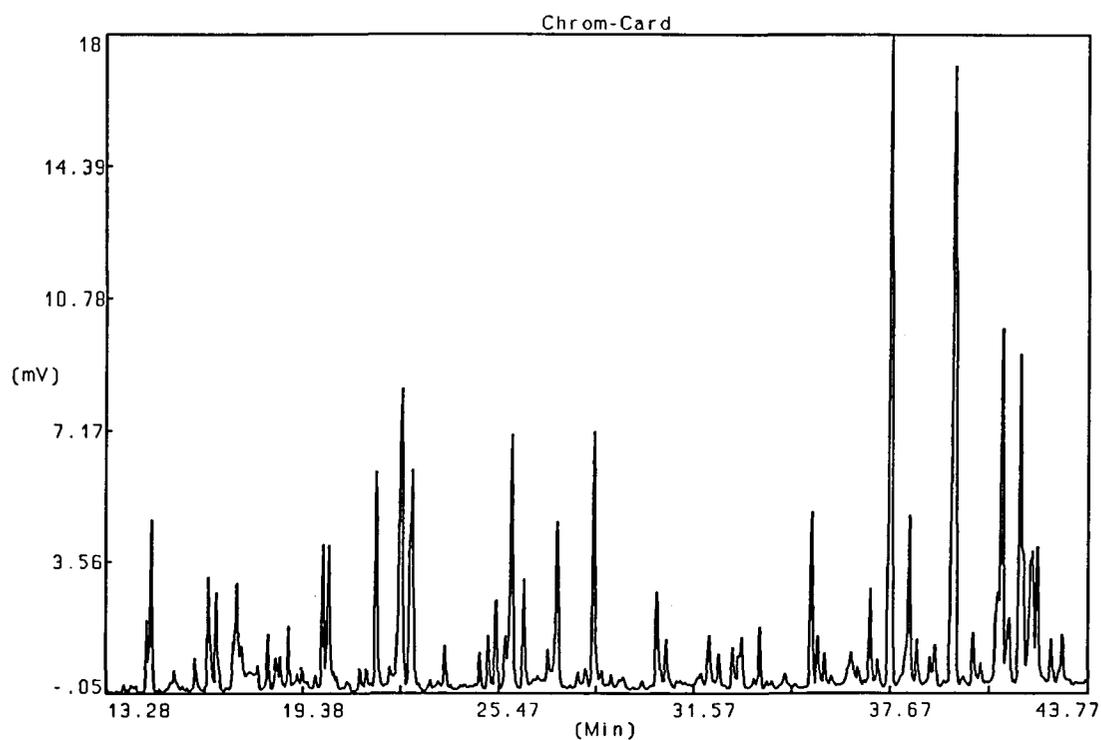


Figura 12.1 Cromatograma de la muestra S-420, extraída a presión atmosférica.

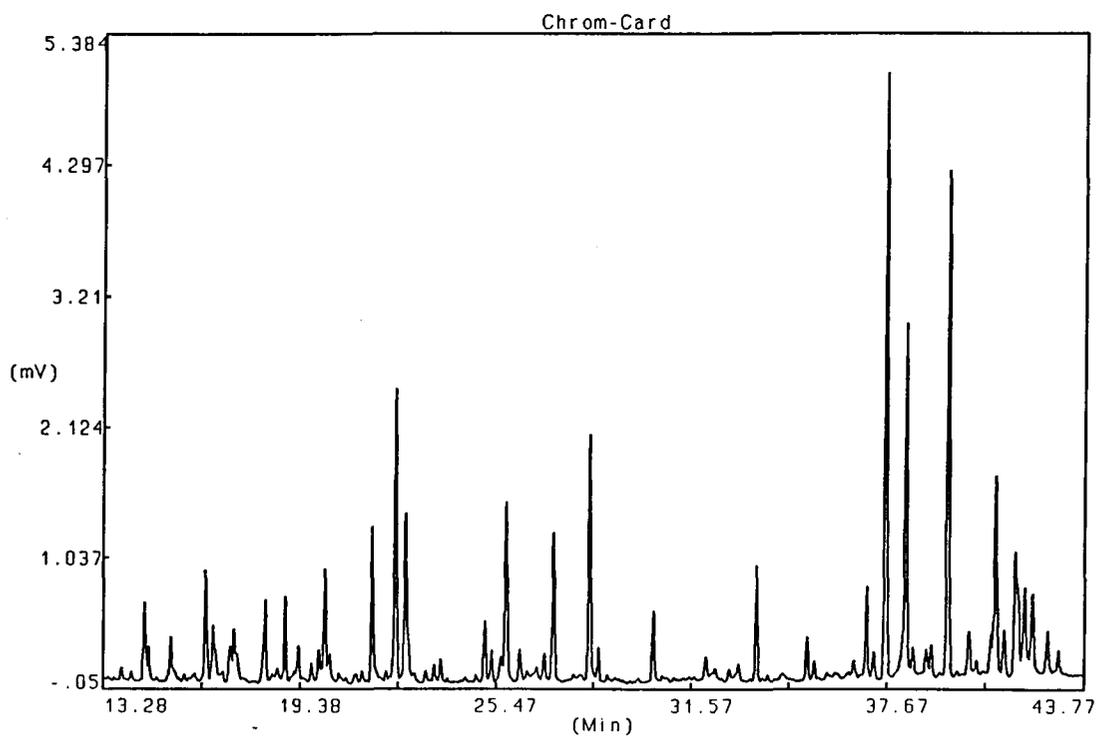


Figura 12.2 Cromatograma de la muestra S-420, extraída a presión reducida.

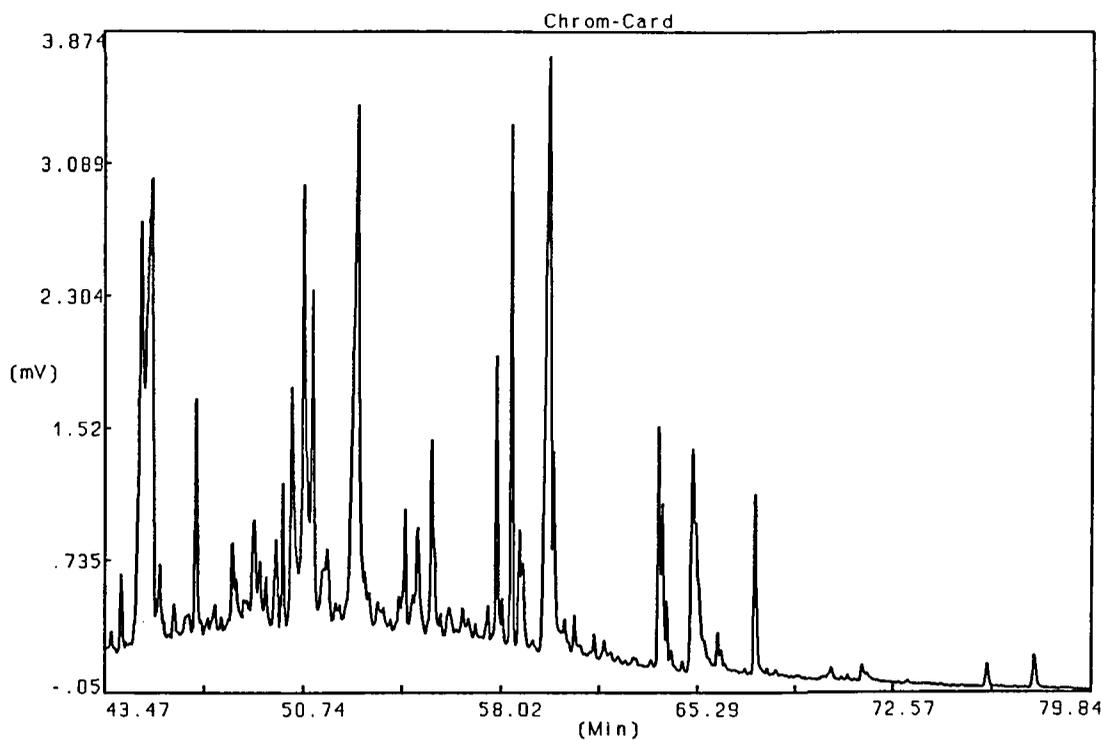


Figura 12.3 Cromatograma de la muestra S-420, extraída a presión atmosférica.

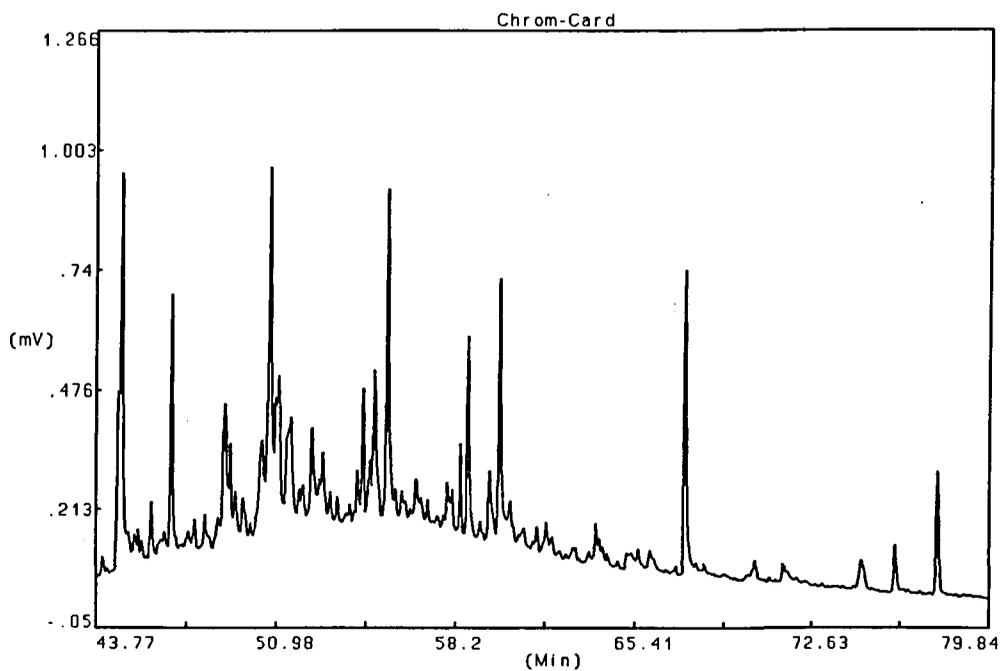


Figura 12.4 Cromatograma de la muestra S-420, extraída a presión reducida.

También debe tenerse en cuenta el tiempo de duración de la extracción, que en el caso de trabajar a presión reducida se ve ligeramente disminuido, lo que también es una aportación favorable.

Para la obtención de los cromatogramas anteriores se han variado ligeramente las condiciones de uno y otro, atendiendo a las concentraciones iniciales de VOCs en cada uno de los extractos, de tal forma que han sido las siguientes:

- Columna: DB-1 (J & W), 30 m x 0,251 mm, espesor fase estacionaria: 0,25 μm .
- Programa de temperaturas: 35° hasta 250° (3°/min), isoterma a 250° (7 minutos).
- Inyección: 3 μL (muestra a presión atmosférica), 2 μl (muestra a presión reducida).
- Split: 15:1 (muestra a presión atmosférica), 10:1 (muestra a presión reducida).
- Gas portador: helio a 1 mL/min (75 kpa), 14 cm/s.
- Temperatura inyector: 250°C.
- Temperatura detector: 275°C
- Detector: FID.

12.3 Headspace estático

Como se observa de manera directa en los cromatogramas de los VOCs obtenidos mediante este método, únicamente son detectables aquellos que poseen tiempos de retención más pequeños; ello supone que alguno de los componentes que aportan las características más aromáticas, por su baja presión de vapor, se pueden detectar con facilidad mediante este sistema de determinación de VOCs, que resulta ser sencillo y de rápida ejecución, aunque abarque un pequeño número de los mismos.

La separación de los VOCs se hace más marcada a medida que aumenta la temperatura, lo que puede conducir a la descomposición de ciertos componentes de la oleorresina de pimentón. No hay que olvidar que los carotenos son una importante fuente de VOCs cuando son sometidos a temperaturas elevadas, debido a la consiguiente descomposición térmica.

El empleo de este método a temperaturas más altas, a pesar de la descomposición que se produce, puede dar lugar a productos cuya existencia tiene una gran influencia en el flavor final. No hay que olvidar las condiciones de aplicación industrial en que puede emplearse la

oleoresina de pimentón, y que, en muchas ocasiones, requieren temperaturas elevadas.

Las ventajas que presenta si se le considera un método rápido para la obtención de unos pocos VOCs de la oleoresina de pimentón deben incluir la posibilidad de conseguir una "huella" que permita valorar al producto por la existencia de determinados VOCs, en este caso cabe esperar que sean algunos que aporten alguna característica concreta al flavor global.

Como es obvio, este método no resiste una comparación con cualquiera del resto de los indicados en este capítulo, principalmente por el pequeño número de VOCs que se consigue separar.

12.4 Headspace dinámico

Se ha aplicado este método de extracción según dos técnicas distintas: purge and trap y headspace dinámico propiamente dicho, cuyas características de ambos ya se han discutido en el capítulo correspondiente. Aquí se presenta una comparación entre ambas técnicas, figuras 12.5 y 12.6, debido a que se consideran de naturaleza muy similar, tanto en su realización práctica, como en resultados finales.

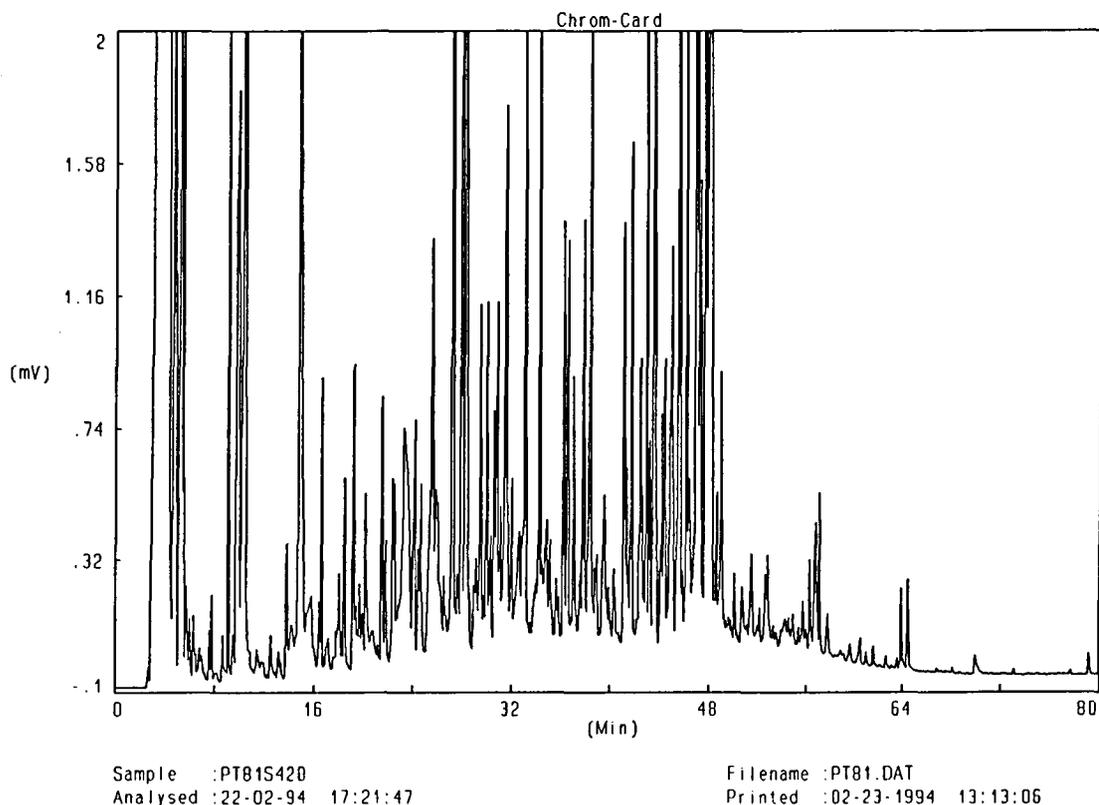


Figura 12.5 Cromatograma de los VOCs obtenidos mediante purge and trap a 81°C.

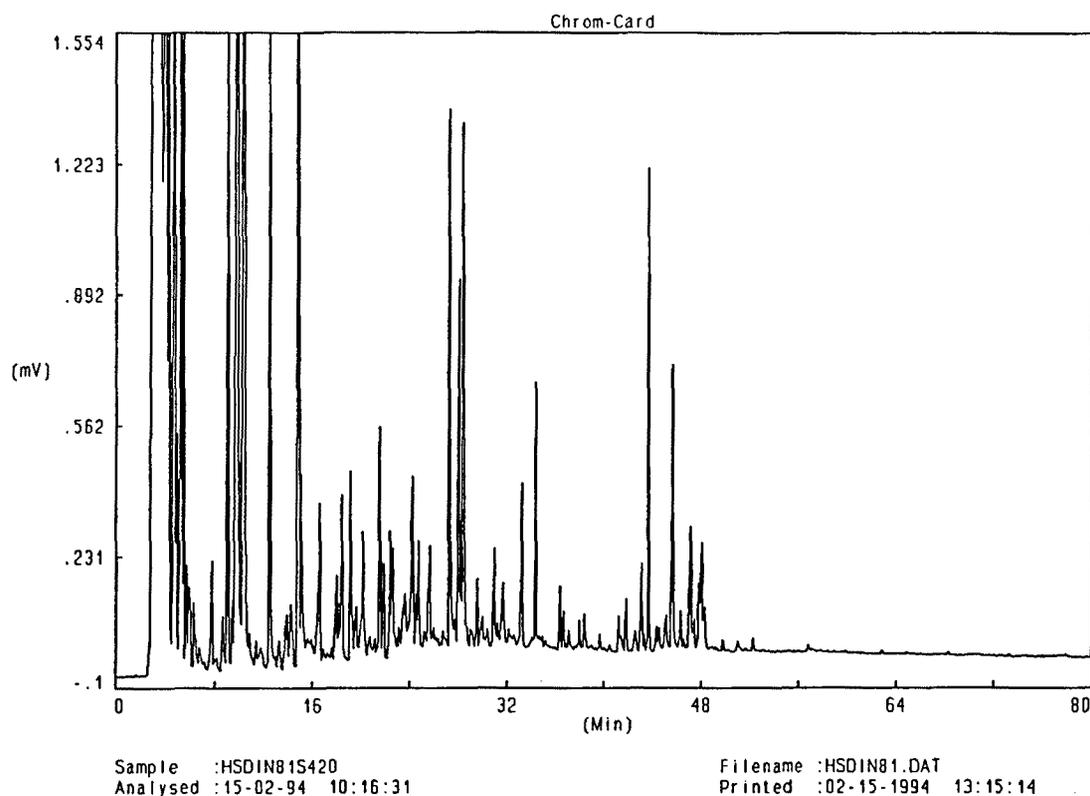


Figura 12.6 Cromatograma de los VOCs obtenidos mediante headspace dinámico a 81°C.

A la vista de los cromatogramas obtenidos, el método de purge and trap parece que presenta mejores resultados a nivel de VOCs obtenidos, como era de esperar, puesto que la acción directa en el interior de la oleoresina del nitrógeno favorece el arrastre de los VOCs, teniendo en cuenta, una vez más, el proceso de obtención de la oleoresina de pimentón, y, ante todo, la eliminación del disolvente.

Aunque el perfil cromatográfico es muy similar, el método de purge and trap permite la extracción de VOCs de tiempo de retención más elevado en las condiciones en que se ha realizado la separación cromatográfica.

Debe indicarse, como observación final, que para la elaboración de este capítulo se ha tenido en cuenta, únicamente, el perfil cromatográfico de los VOCs que se obtienen con la aplicación de cada método indicado, no atendiendo a la naturaleza de los mismos, discusión que se presenta en el siguiente capítulo.

CAPÍTULO 13

IDENTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES DE LA OLEORRESINA DE PIMENTÓN

13.1 Introducción

La obtención de los VOCs de la oleorresina de pimentón se ha llevado a cabo mediante unas técnicas de extracción de naturaleza muy distinta entre sí, lo que conduce a resultados en los que se presentan distintos VOCs, según el método seguido. Esta situación era previsible debido a las grandes diferencias de operación de uno a otro sistema.

La no aparición de un VOC en un análisis HRGC/MS no implica que no esté presente por este método determinado, sino que no se ha llegado a una cantidad suficiente para ser detectado con la sensibilidad habitual, debido a que el método aplicado ha favorecido la aparición de otros VOCs, que son los que se presentan como mayoritarios en la separación (aislamiento) correspondiente.

En realidad, la identificación de un volátil viene determinada por la coincidencia de su espectro de masas comparado con los que existen en la bibliografía y bancos de datos. Por la razón indicada, se supone la existencia de un VOC cuando se obtenga su espectro correspondiente, partiendo del que indican los bancos de datos informáticos, pero estudiando todas las posibilidades mediante todas las fuentes de espectros de masas de que se dispone. La repetición de los mismos espectros en diferentes métodos de extracción no hace más que confirmar la existencia de un determinado compuesto orgánico volátil.

Para presentar todos los VOCs obtenidos, se ha optado por indicar su presencia sobre los cromatogramas obtenidos mediante el acoplamiento HRGC/MS correspondiente. De cada uno de los métodos de extracción que se han puesto en práctica se presenta el correspondiente cromatograma, dividido en zonas, en las que se indica la presencia de los VOCs identifica-

dos. Ello es así para evitar la diferencia existente entre las diversas alturas de los picos, que no permiten destacar a aquellos que sin presentar una señal elevada, poseen su importancia como compuestos orgánicos volátiles.

La presencia o ausencia de un VOC en el listado de un método de extracción determinado puede considerarse debida a muchos factores que concurren, desde una mayor volatilidad hasta una facilidad mayor o menor para ser arrastrado por un gas portador, etc. En realidad, debe considerarse como una indicación del método más adecuado para el aislamiento de un determinado compuesto orgánico volátil.

Una vez se han listado los VOCs identificados en cada método de extracción, se presenta la lista definitiva de todos los volátiles que deben ser tenidos en consideración en el estudio de la presencia de los mismos en la oleoresina de pimentón. Se tienen en cuenta, como se ha indicado antes, en una primera aproximación, previa a la comparación con otro espectro de masas, la probabilidad que otorga el sistema informático sin que ello sea más que una primera indicación, que ha sido comprobada en cada caso, teniendo en cuenta todos los factores que pueden influir.

13.2 Extracción mediante el método de Likens y Nickerson a presión atmosférica

Las figuras 13.1, 13.2, 13.3, y 13.4 presentan los cromatogramas con los VOCs identificados mediante este método de extracción. El listado de los VOCs, en el mismo orden de elución en el cromatograma, es el siguiente:

Hexanal [capronaldehído]
m-xileno [1,3-dimetilbenceno]
6-metil-5-hepten-2-ona
(E,E)-2,4-heptadienal
4-metilbenzaldehído
Tetrametilpirazina
6-metil-3,5-heptadien-2-ona
2,4-dimetilbenzaldehído
1-(metilfenil)-etanona
Safranal [2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-carboxaldehído]
 β -ciclocitral [2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-carboxaldehído]
Tridecano
1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno
 α -cubebeno
 β -elemeno
Tetradecano
 α -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-2-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]
dihidro- β -ionona

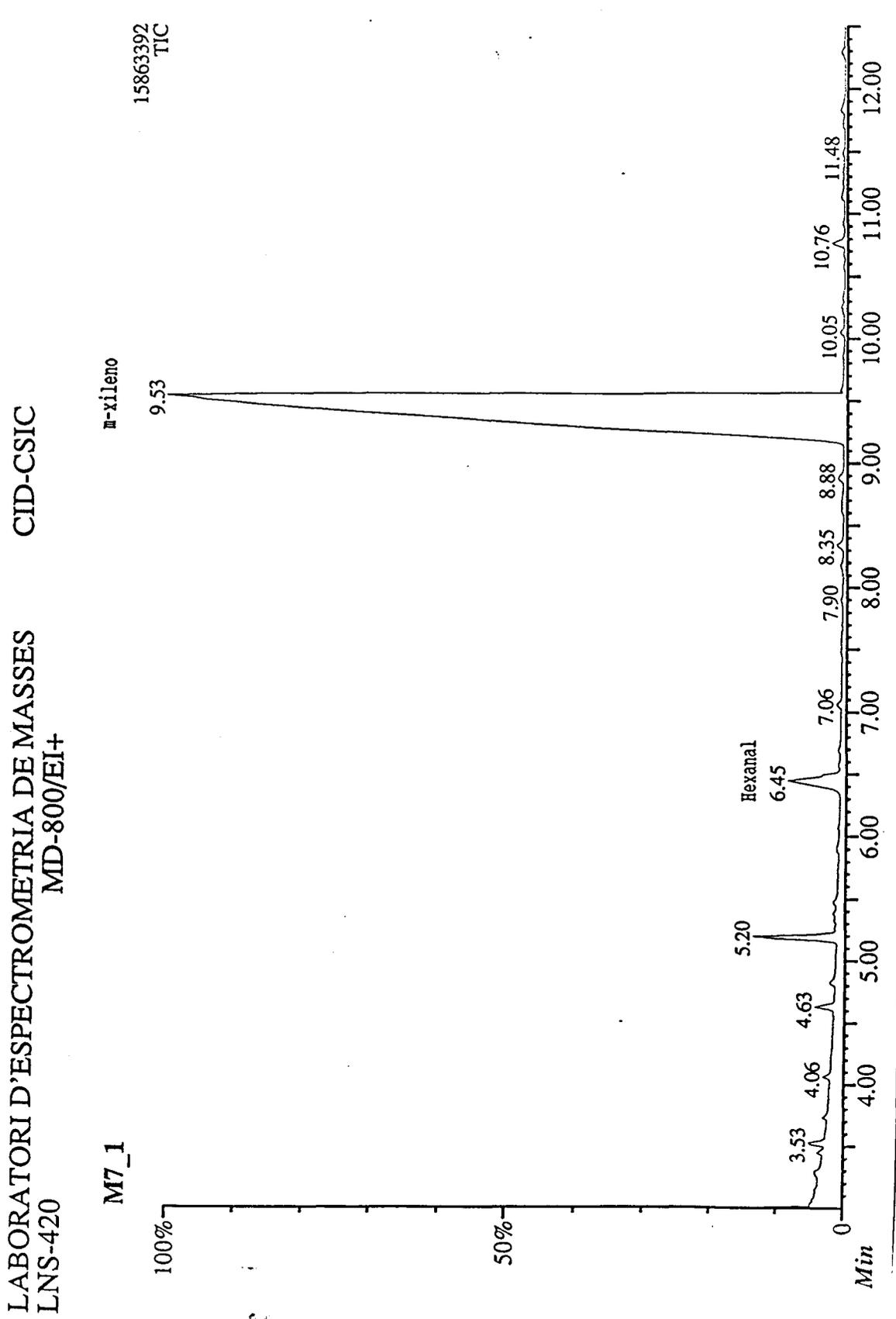


Figura 13.1 Método de Likens y Nickerson a presión atmosférica (minutos 3 a 12,5).

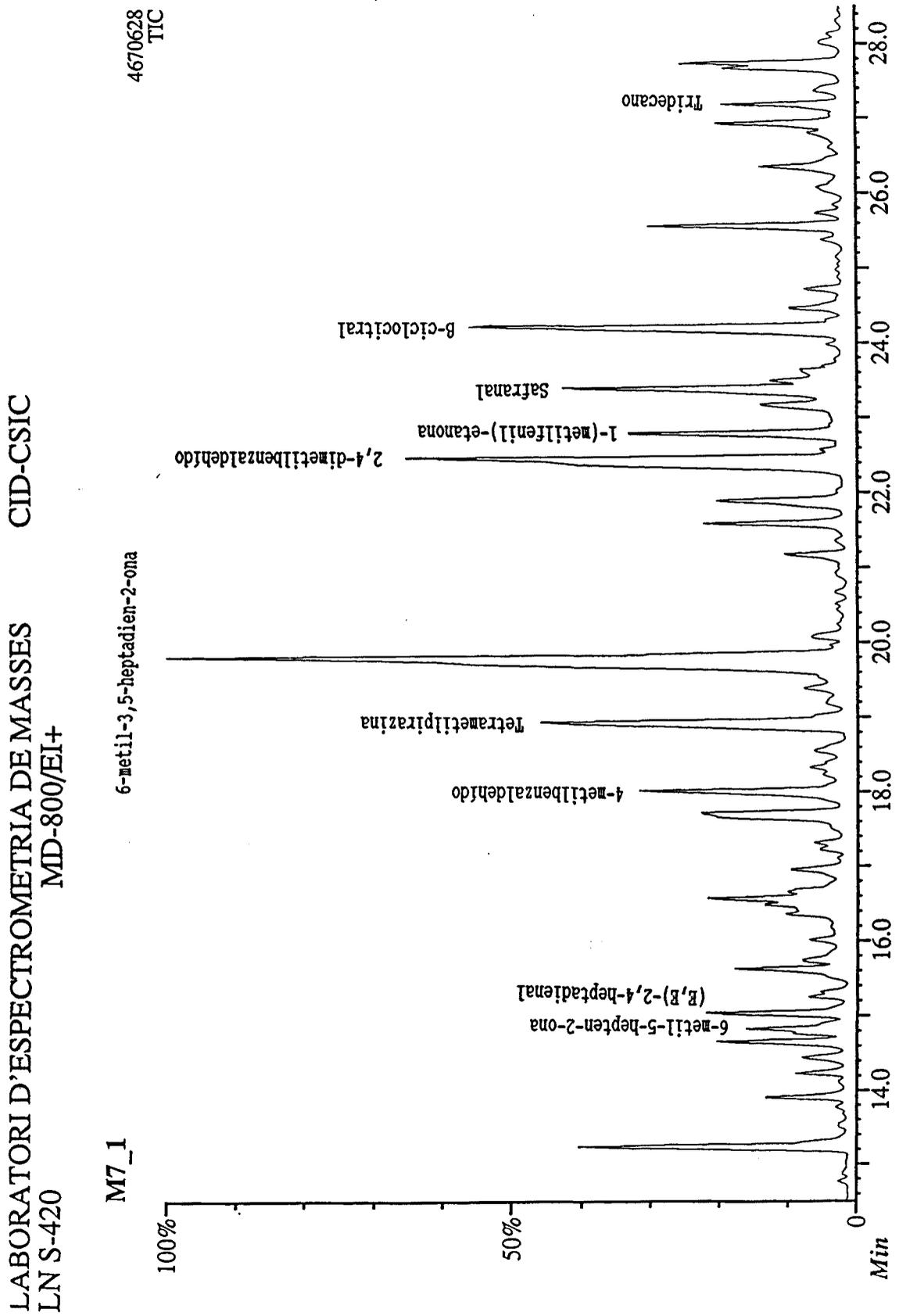


Figura 13.2 Método de Likens y Nickerson a presión atmosférica (minutos 12,5 a 28,5).

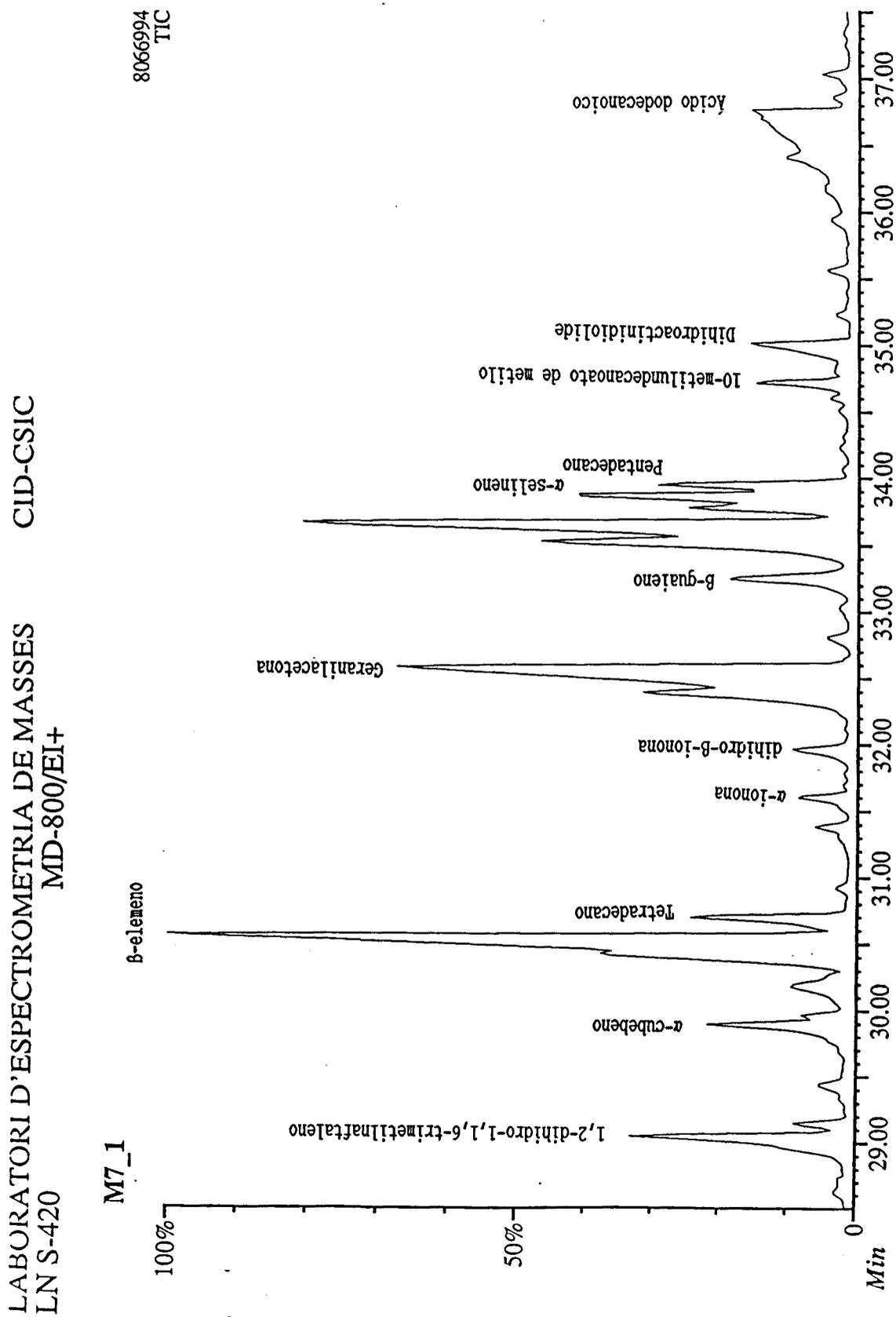


Figura 13.3 Método de Likens y Nickerson a presión atmosférica (minutos 28,5 a 37,5).

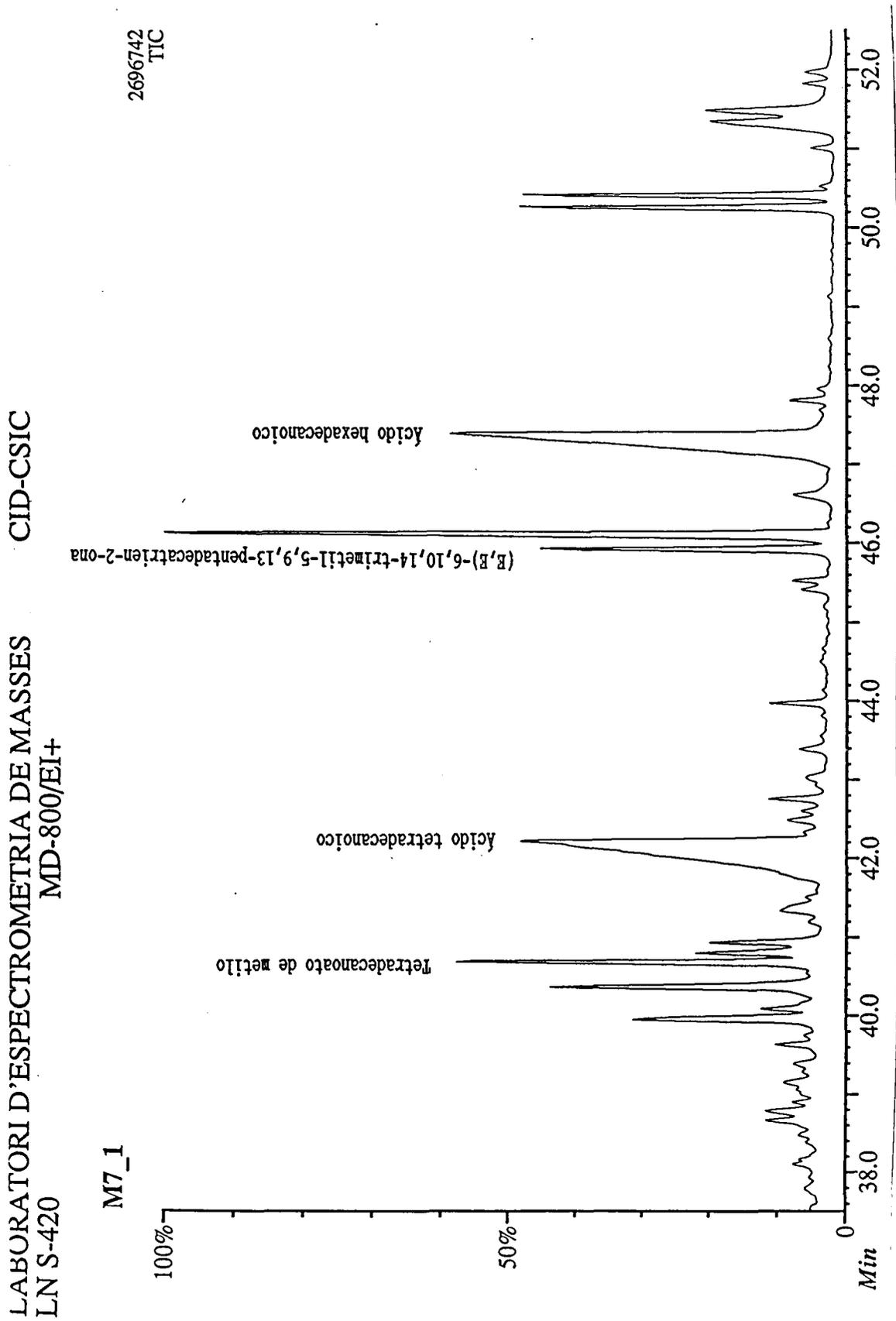


Figura 13.4 Método de Likens y Nickerson a presión atmosférica (minutos 37,5 a 52,5).

Geranilacetona [(E)-6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona]
 β -guaieno
 α -selineno
Pentadecano
10-metilundecanoato de metilo
Dihidroactinidiolide
Ácido dodecanoico
Tetradecanoato de metilo
Ácido tetradecanoico
(E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona
Ácido hexadecanoico

13.3 Extracción mediante el método de Likens y Nickerson a presión reducida

Las figuras 13.5, 13.6, 13.7, y 13.8 presentan los cromatogramas con los VOCs identificados mediante este método de extracción. El listado de los VOCs, en el mismo orden de elución en el cromatograma, es el siguiente:

Hexanal [capronaldehído]
m-xileno [1,3-dimetilbenceno]
Benzaldehído
7-octen-4-ol
6-metil-5-hepten-2-ona
(E,E)-2,4-heptadienal
(E)-3,7-octadien-2-ona
Limoneno
2,2,6-trimetilciclohexanona
 α -ocimeno [3,7-dimetil-1,3,7-octatrieno]
4-metilbenzaldehído
Tetrametilpirazina
Terpinoleno
(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-ona
2,4-dimetilbenzaldehído
1-(metilfenil)-etanona
Salicilato de metilo [2-hidroxibenzoato de metilo]
Safranal [2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-carboxaldehído]
 β -ciclocitral
Tridecano
2,4-decadienal
1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno
1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetilnaftaleno
 α -cubebeno

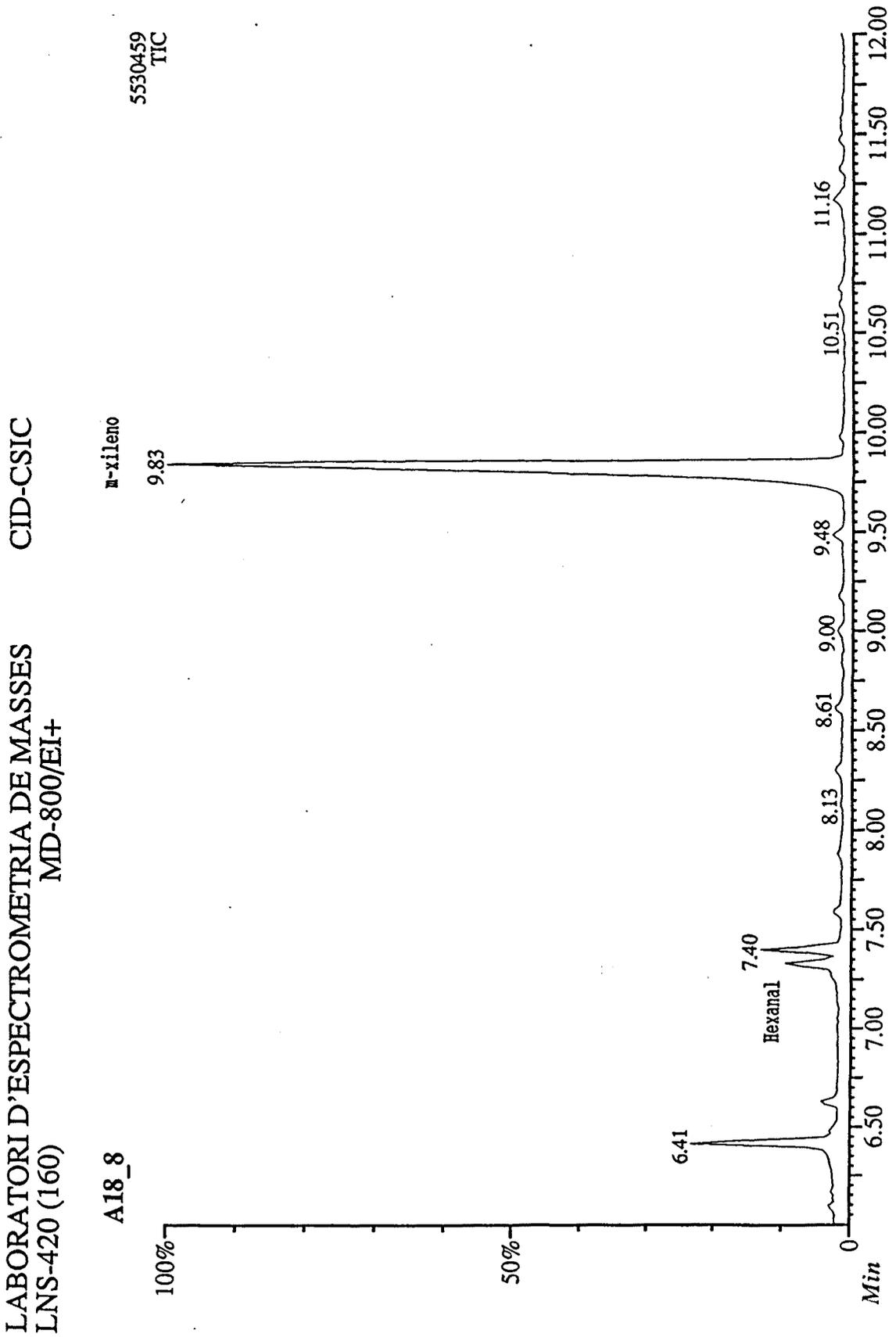


Figura 13.5 Método de Likens y Nickerson a presión reducida (minutos 6 a 12).

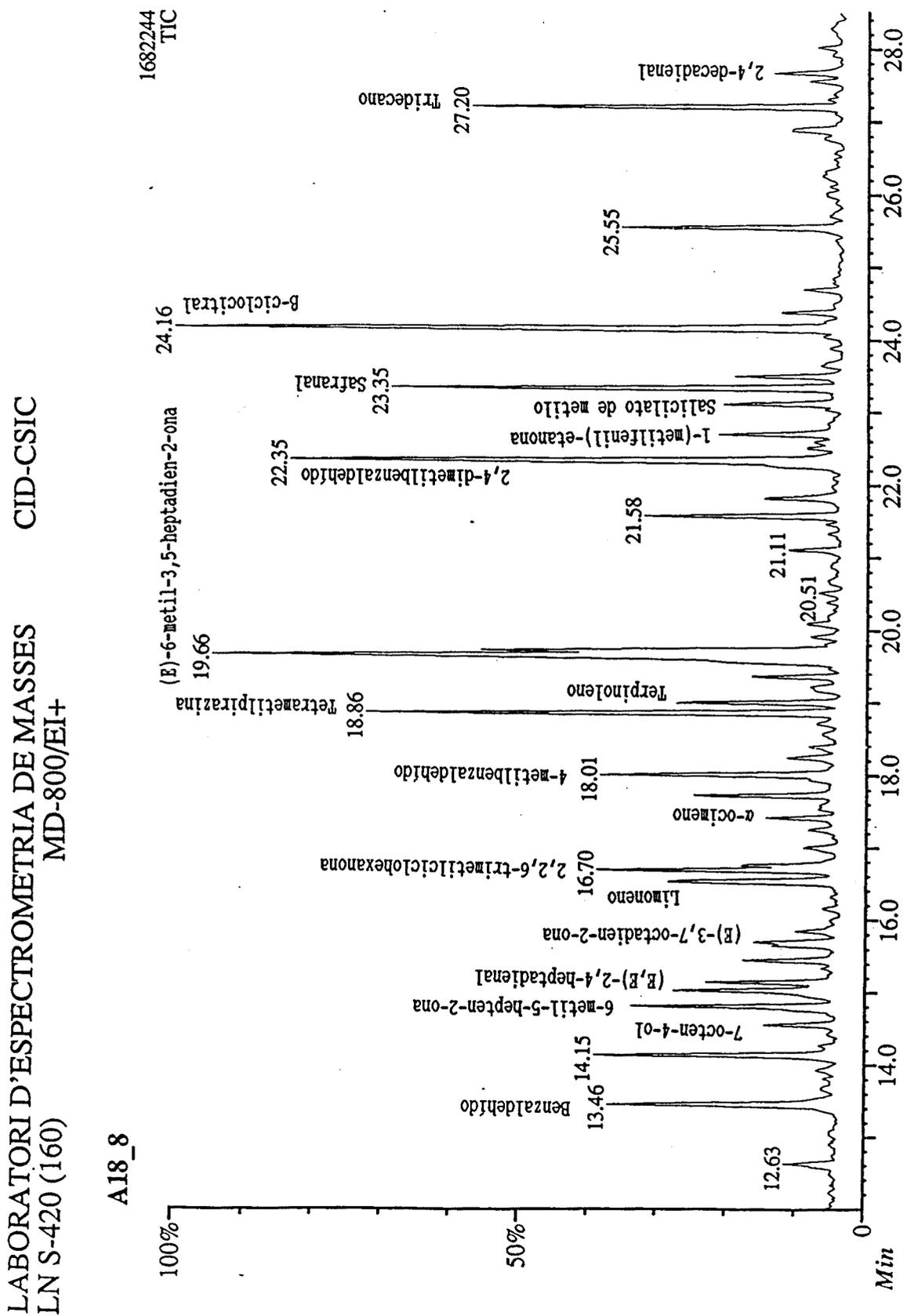


Figura 13.6 Método de Likens y Nickerson a presión reducida (minutos 12 a 28,5).

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420 (160) MD-800/EI+

CID-CSIC

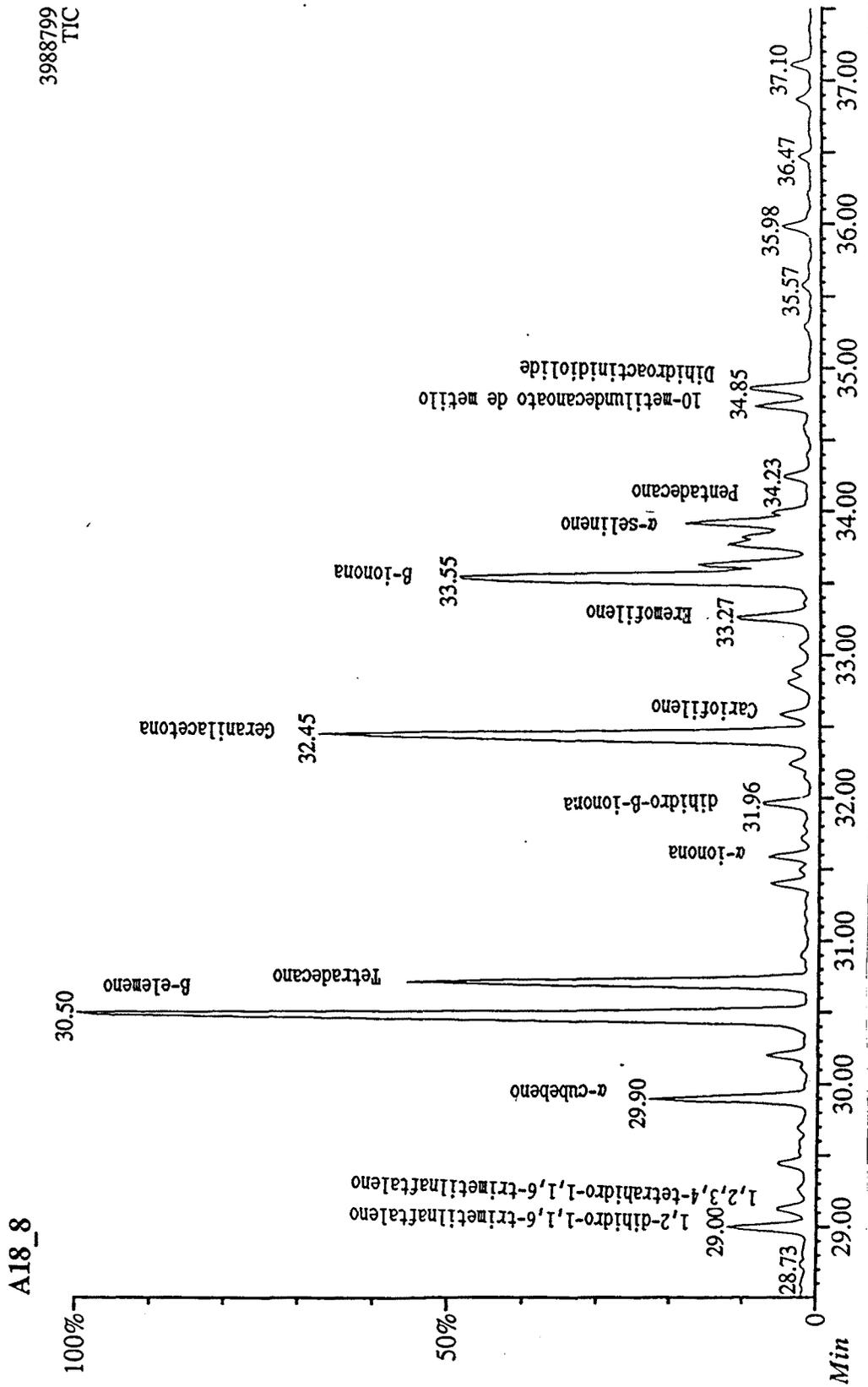


Figura 13.7 Método de Likens y Nickerson a presión reducida (minutos 28,5 a 37,5).

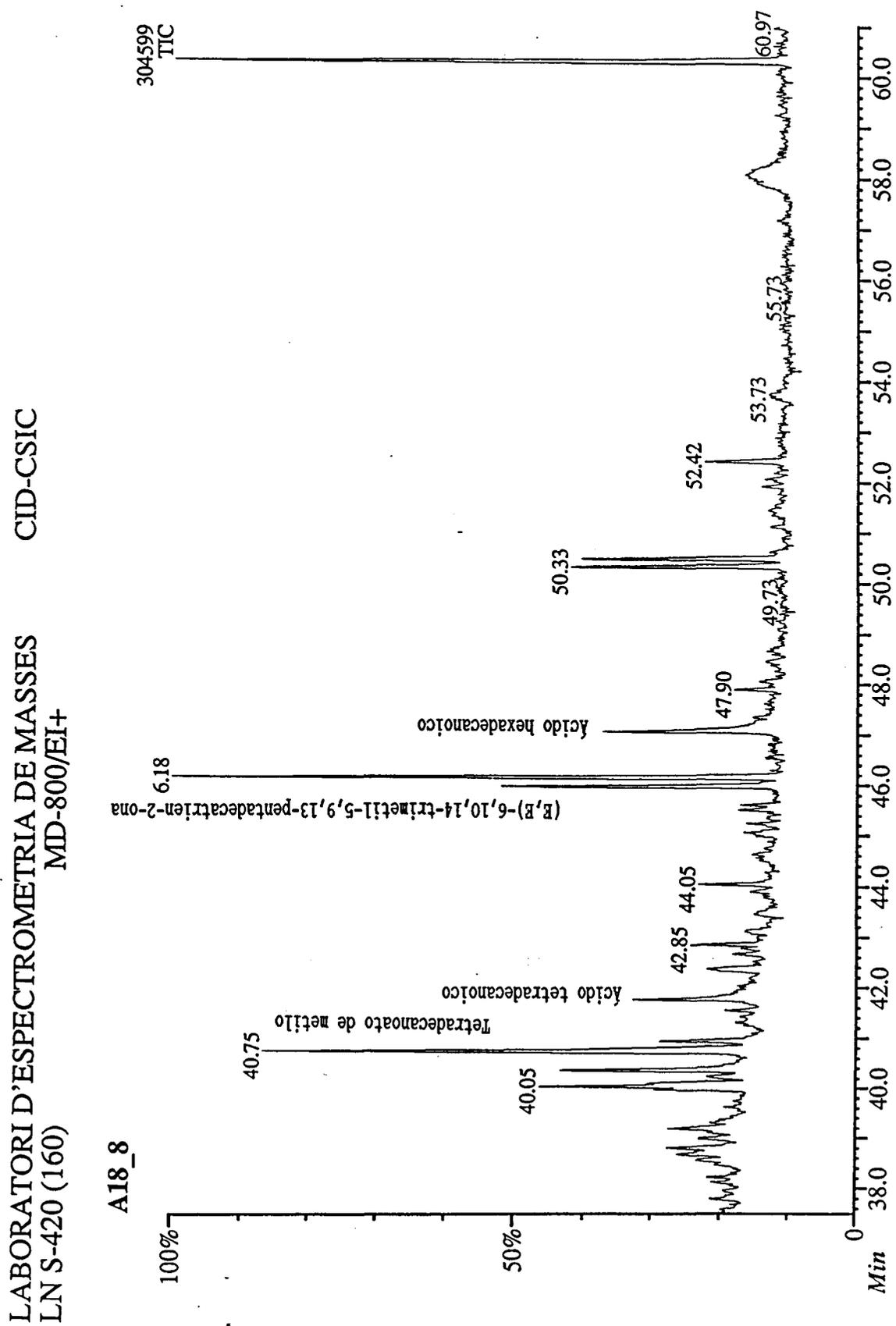


Figura 13.8 Método de Likens y Nickerson a presión reducida (minutos 37,5 a 61).

β -elemeno
Tetradecano
 α -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-2-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]
dihidro- β -ionona
Geranilacetona [(E)-6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona]
Cariofileno
Eremofileno
 β -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]
 α -selineno
Pentadecano
10-metilundecanoato de metilo
Dihidroactinidiolide
Tetradecanoato de metilo
Ácido tetradecanoico
(E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona
Ácido hexadecanoico

13.4 Extracción mediante el método de purge and trap

Las figuras 13.9, 13.10, 13.11, y 13.12 presentan los cromatogramas con los VOCs identificados mediante este método de extracción. El listado de los VOCs, en el mismo orden de elución en el cromatograma, es el siguiente:

m-xileno [1,3-dimetilbenceno]
2,6,6-trimetilciclohexanona
Tetrametilpirazina
(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-ona
2-feniletanol
2,4-dimetilbenzaldehído
1-(metilfenil)-etanona
Safranal [2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-carboxaldehído]
 β -ciclocitral [2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-carboxaldehído]
1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno
 α -cubebeno
 β -elemeno
 α -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-2-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]
dihidro- β -ionona
Geranilacetona [(E)-6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona]
10-metilundecanoato de metilo
Dihidroactinidiolide
Tetradecanoato de metilo
Ácido tetradecanoico

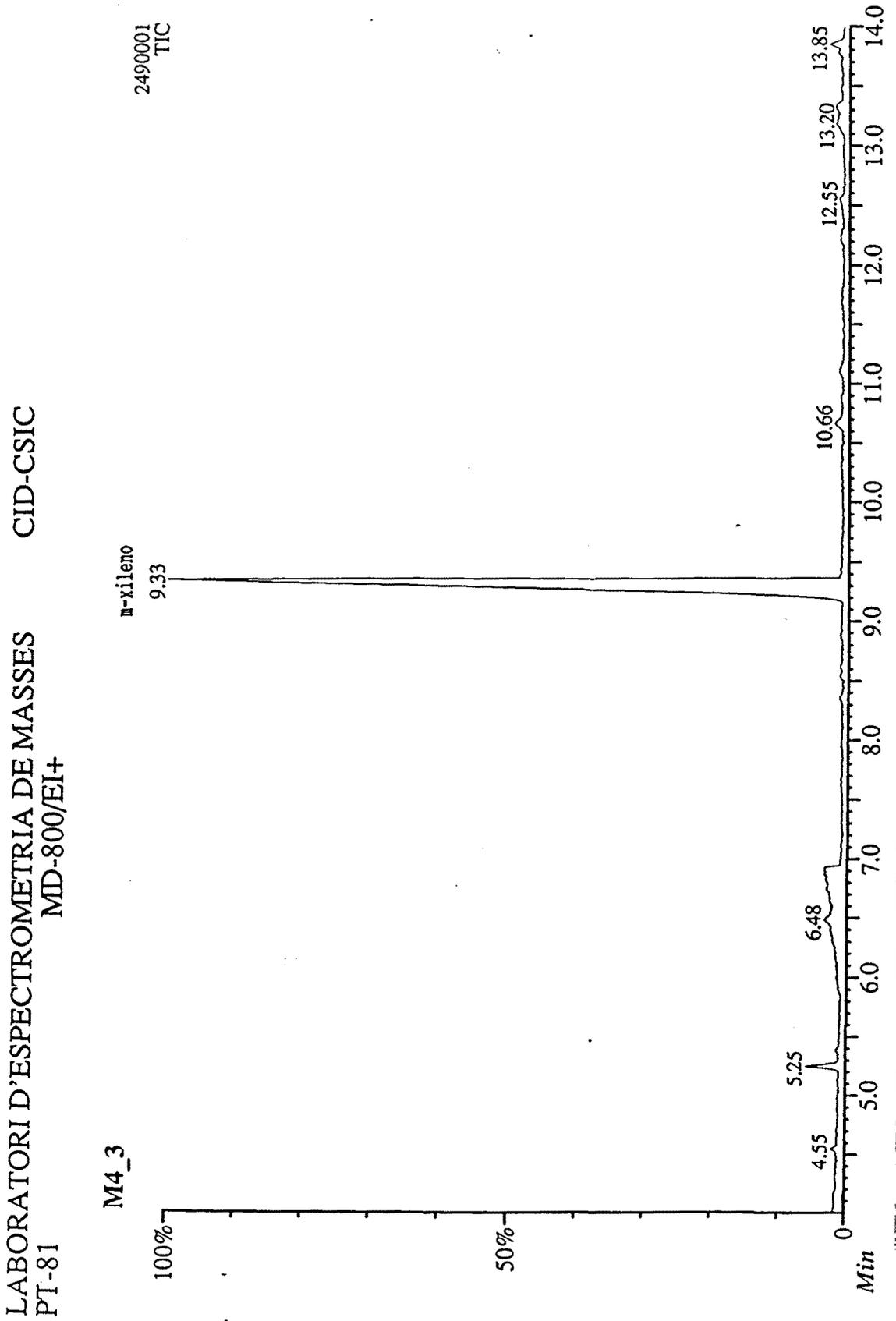


Figura 13.9 Método de purge and trap (minutos 4 a 14).

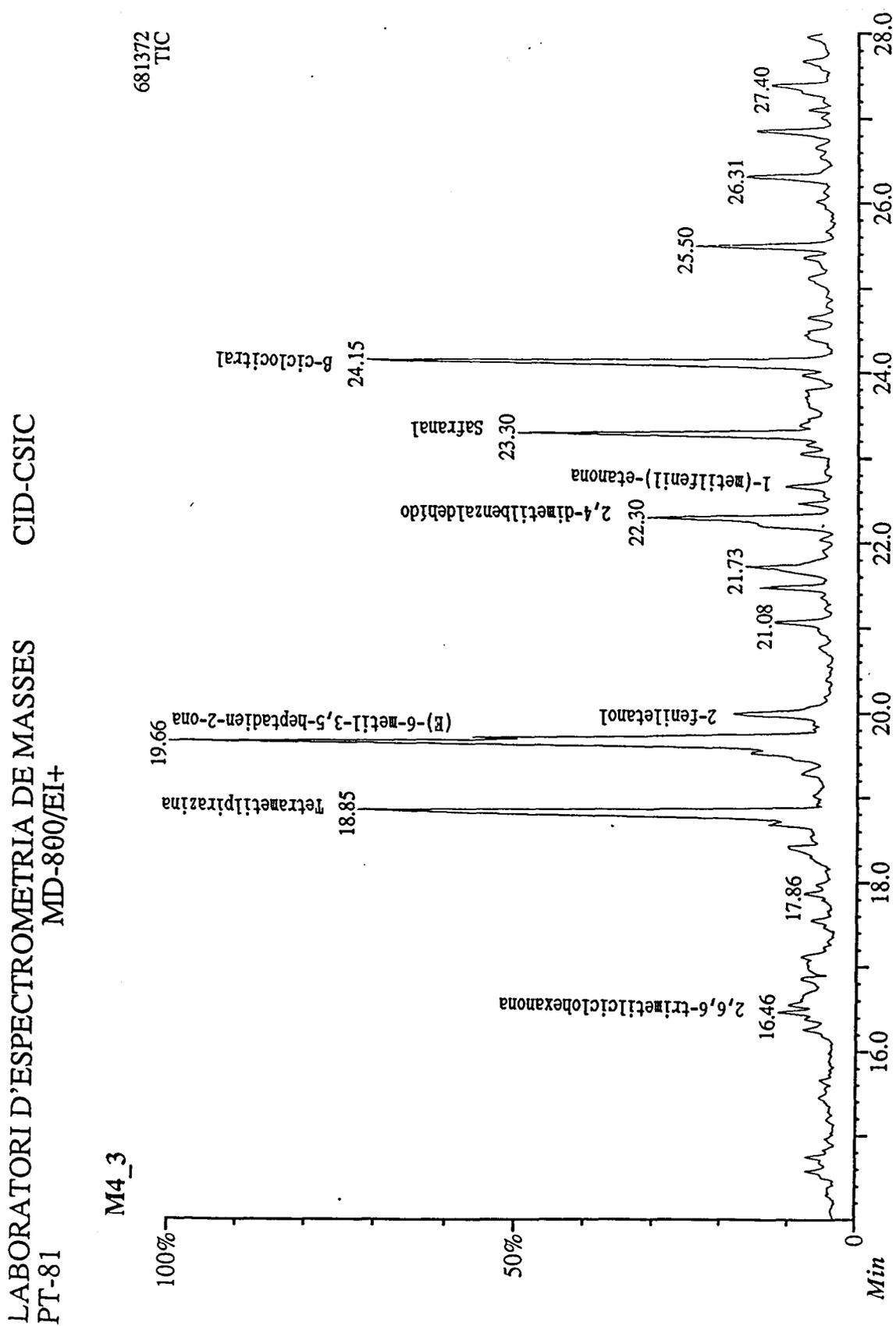


Figura 13.10 Método de purge and trap (minutos 14 a 28).

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
 MD-800/EI+ CID-CSIC
 PT-81

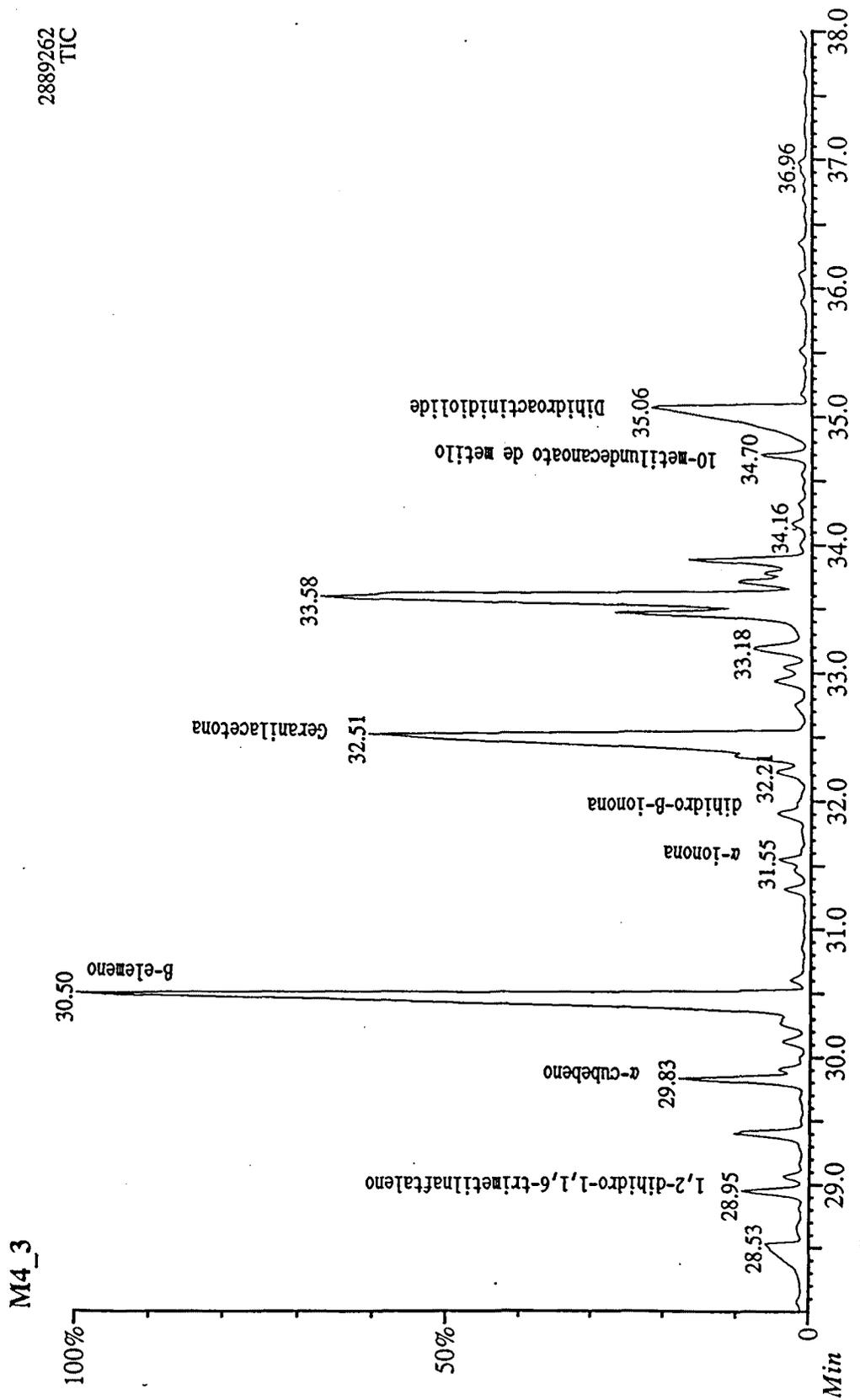


Figura 13.11 Método de purge and trap (minutos 28 a 38).

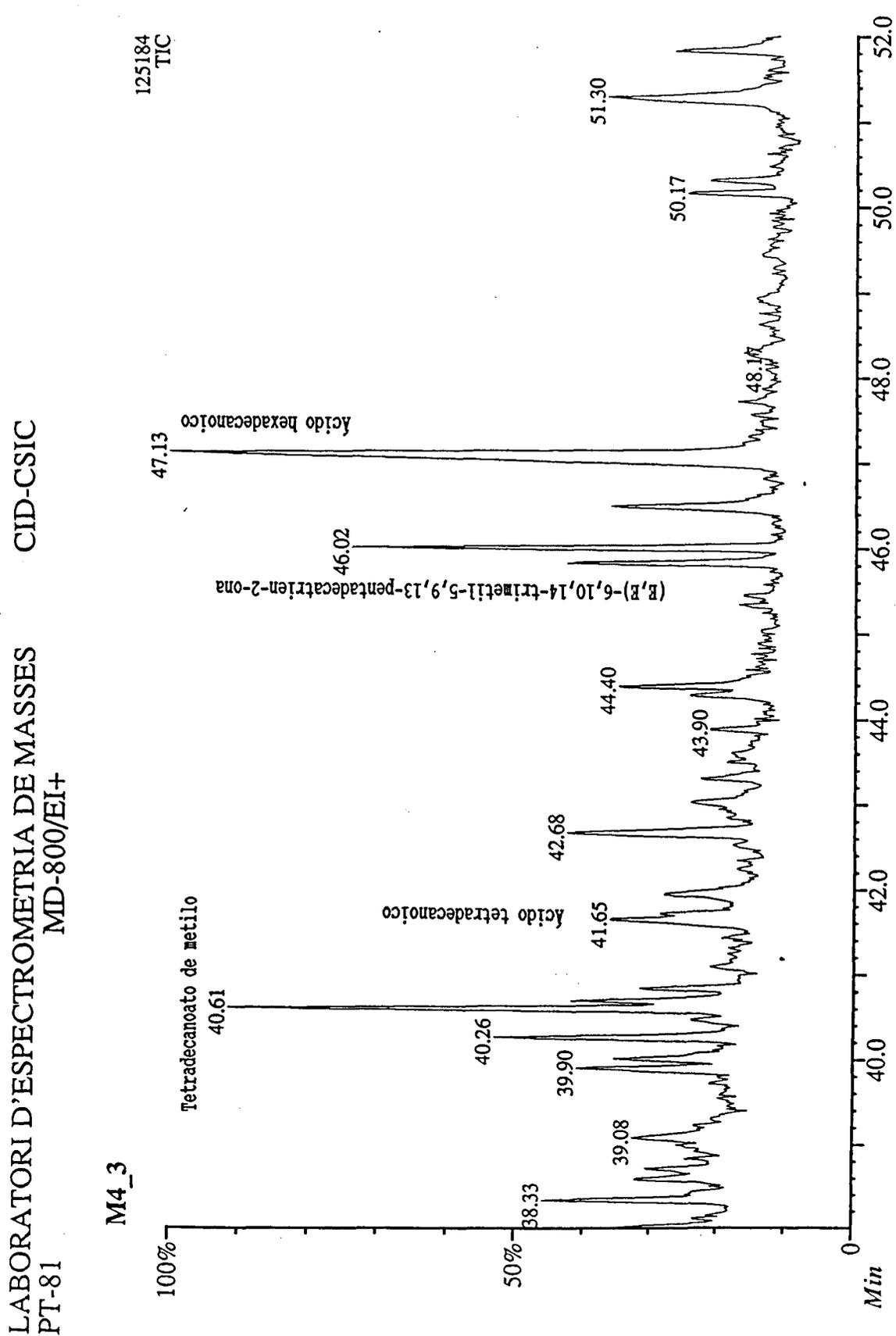


Figura 13.12 Método de purge and trap (minutos 38 a 52).

(E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona
Ácido hexadecanoico

13.5 Extracción mediante el método de headspace dinámico

Las figuras 13.13, 13.14 y 13.15 presentan los cromatogramas con los VOCs identificados mediante este método de extracción. El listado de los VOCs, en el mismo orden de elución en el cromatograma, es el siguiente:

1,3-butanodiol
m-xileno [1,3-dimetilbenceno]
7-octen-4-ol
6-metil-5-hepten-2-ona
Limoneno
2,2,6-trimetilciclohexanona
Tetrametilpirazina
2-feniletanol
2,4-dimetilbenzaldehído
1-(metilfenil)-etanona
Safranal [2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-carboxaldehído]
 β -ciclocitral [2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-carboxaldehído]
1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno
 α -cubebeno
 β -elemeno
dihidro- β -ionona
Geranilacetona [(E)-6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona]
 β -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]
Dihidroactinidiolide

13.6 Extracción mediante el método de headspace estático

Esta técnica de extracción debe ser considerada no comparable a los otros métodos indicados hasta ahora por la razón de su propia naturaleza que no permite la detección de compuestos de masa molecular elevada. Teniendo en cuenta el método de elaboración industrial de la oleorresina de pimentón, los resultados han servido para confirmar la pérdida de VOCs que se ha producido durante el mencionado proceso. Su aplicación tendría una justificación en el caso de que se conservasen los compuestos más volátiles, cosa que ya se ha indicado que no es posible.

Su mayor ventaja debe considerarse como confirmación de la no existencia de estos compues

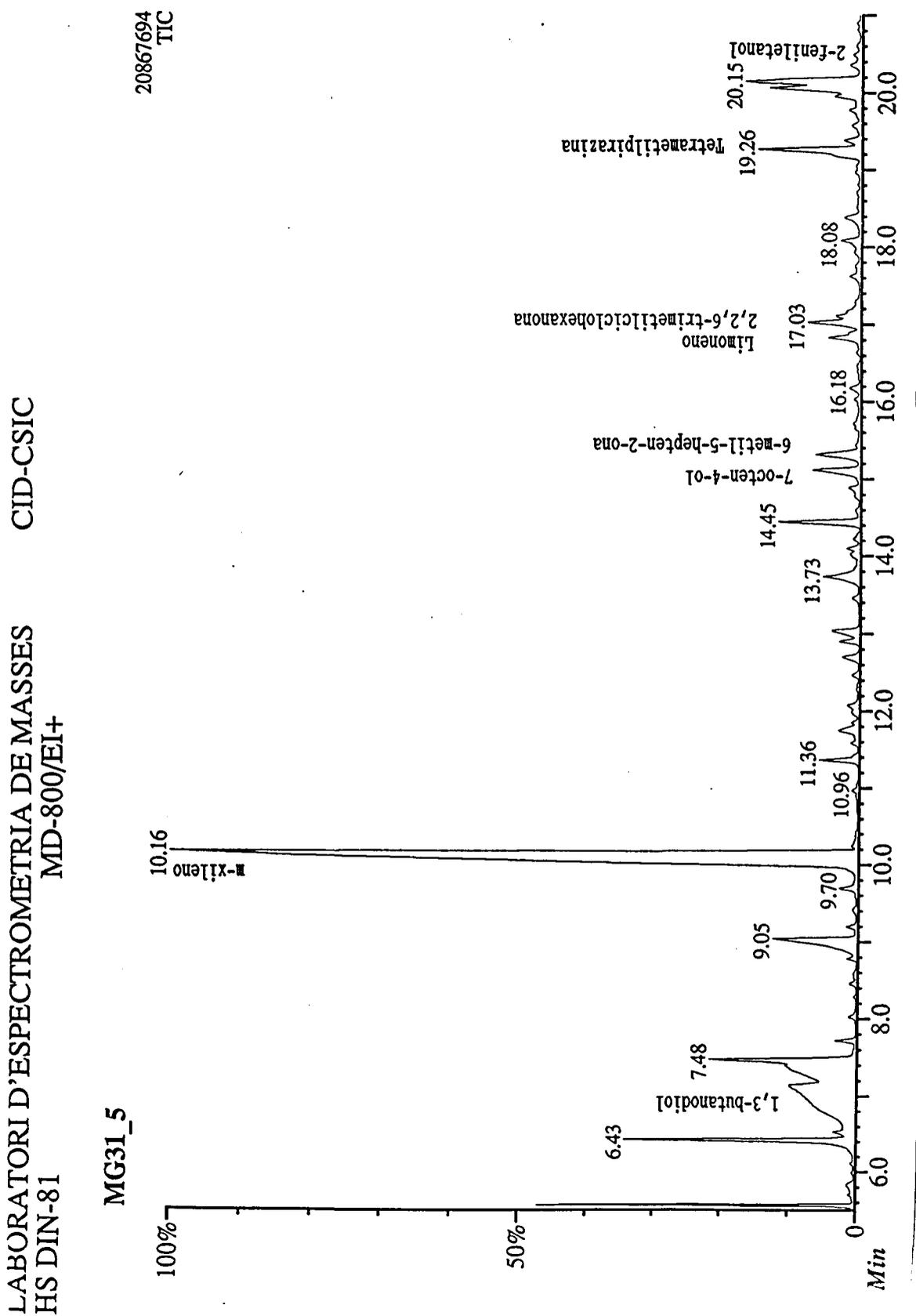


Figura 13.13 Método de headspace dinámico (minutos 5,5 a 21).

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
 HS DIN-81
 MD-800/EI+
 CID-CSIC

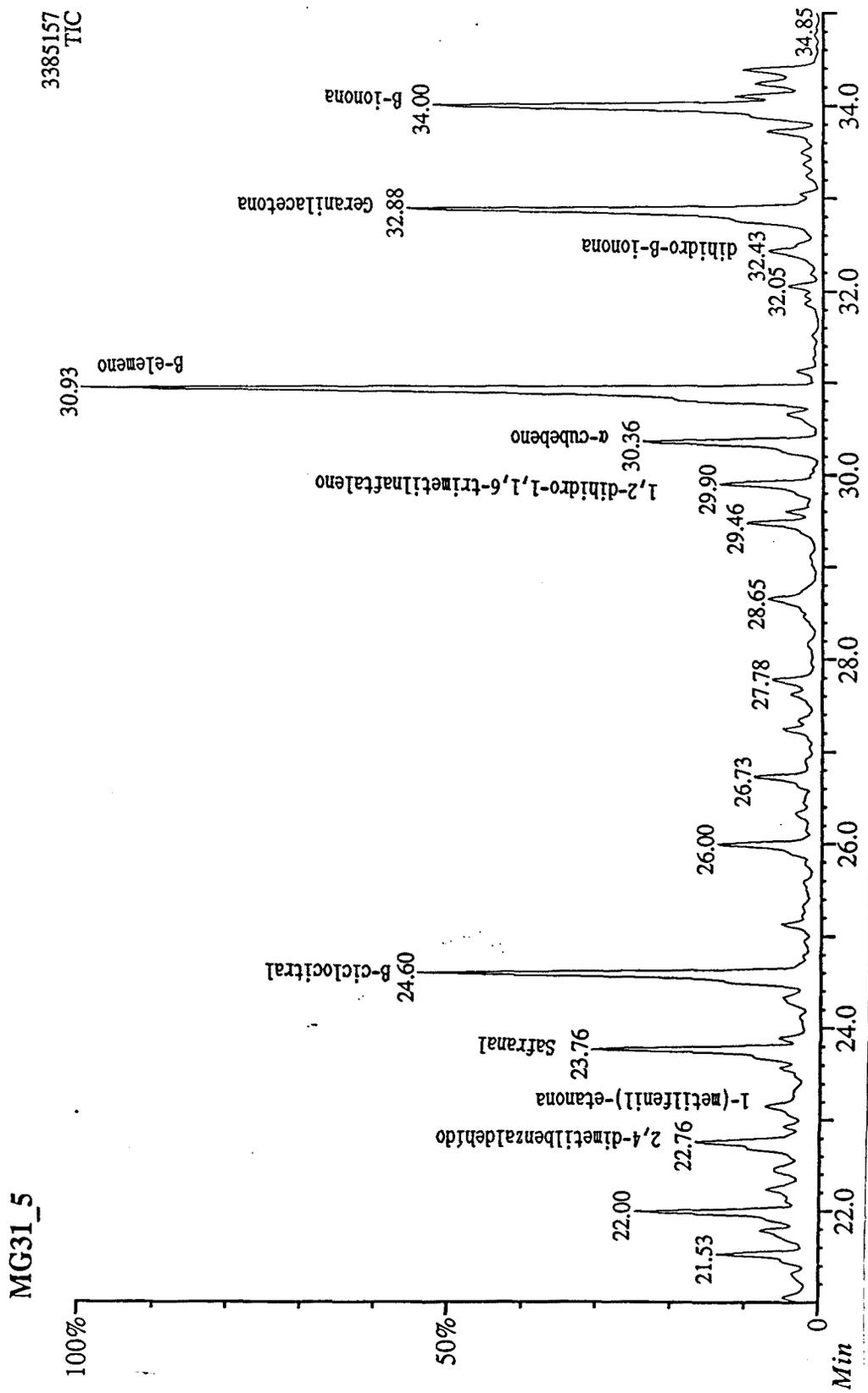


Figura 13.14 Método de headspace dinámico (minutos 21 a 35).

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
HS DIN-81
MD-800/EI+

CID-CSIC

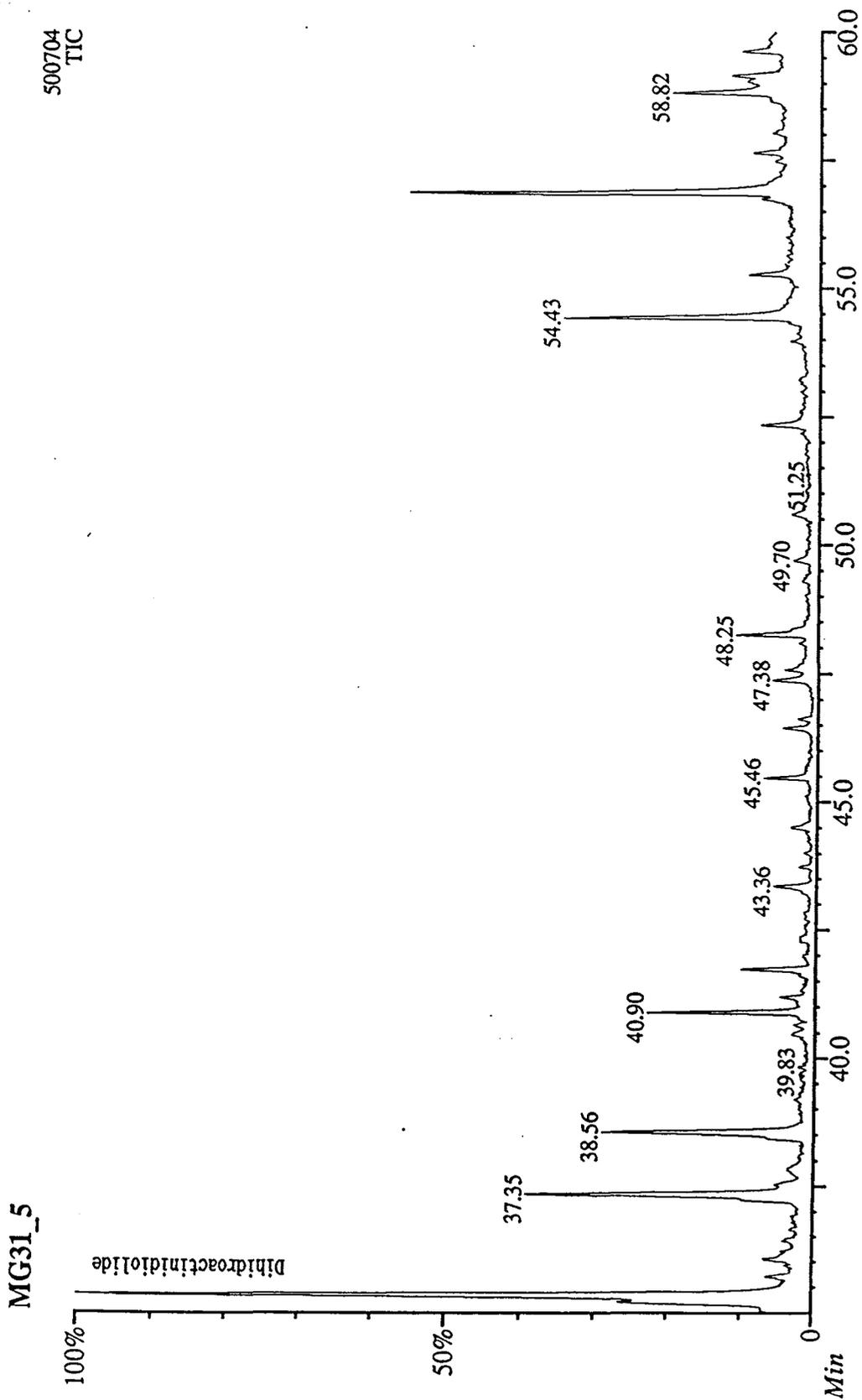


Figura 13.15 Método de headspace dinámico (minutos 35 a 60).

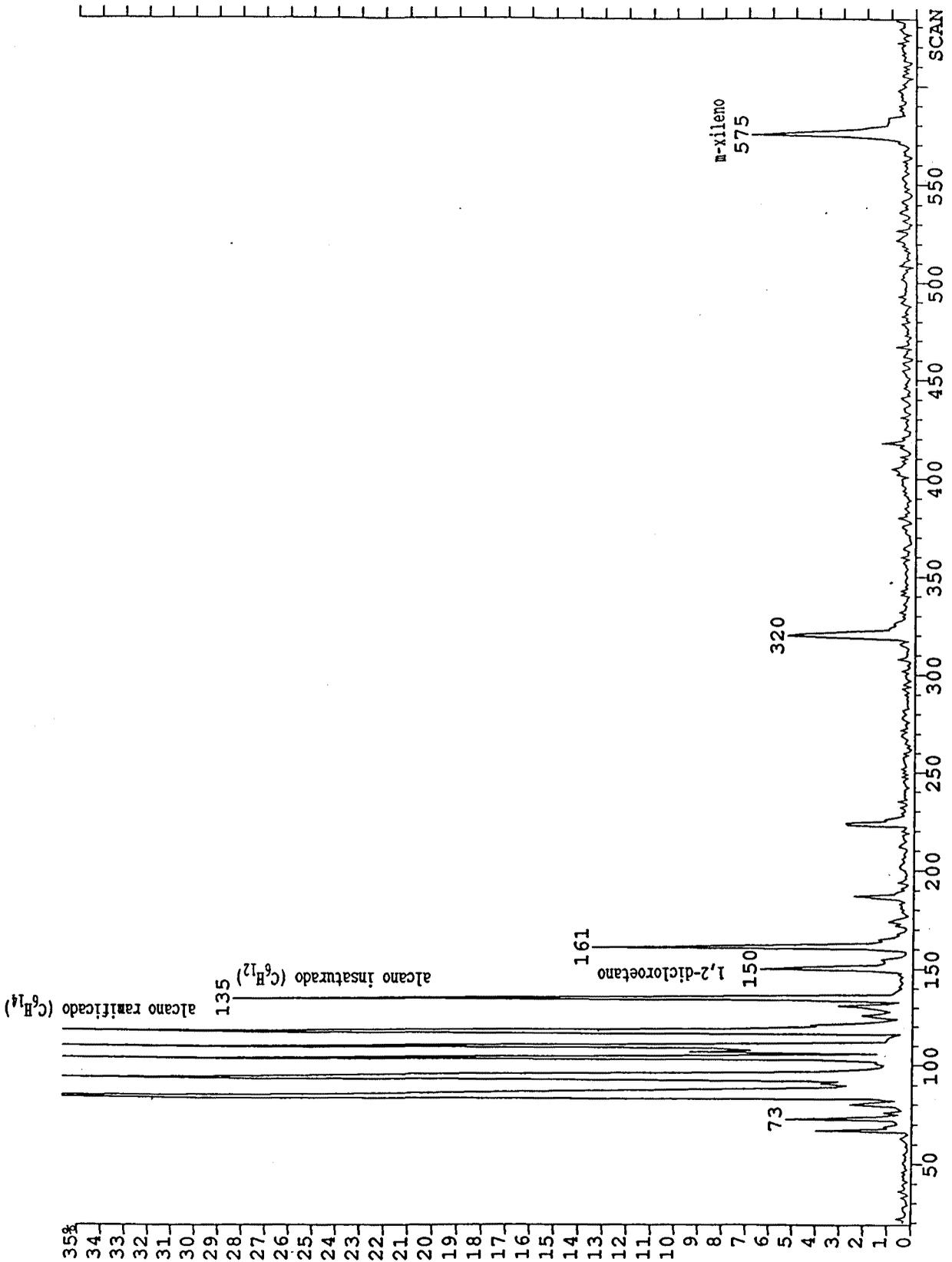


Figura 13.16 Cromatograma con los VOCs obtenidos mediante headspace estático.

tos volátiles, desaparecidos durante el proceso de eliminación del disolvente en la preparación industrial. Asimismo, se puede comprobar que la zona ocupada por el disolvente empleado para la extracción (hexano o sulfuro de carbono), y que ahora se encuentra ocupada por los posibles VOCs, sin un disolvente que los enmascare, no contiene VOCs de interés para el flavor final de la oleorresina de pimentón, aunque con una calibración adecuada se puede considerar un método interesante para la cuantificación del m-xileno. En la siguiente relación se puede observar lo que se ha indicado:

hidrocarburo no identificado
alcano ramificado (C_6H_{14})
alcano ramificado (C_6H_{14})
alcano insaturado (C_6H_{12})
1,2-dicloroetano (disolvente de la extracción industrial)
m-xileno (1,3-dimetilbenceno)

La posición de los VOCs obtenidos mediante este método se encuentra indicada en el correspondiente cromatograma de la figura 13.16.

13.7 Relación de compuestos orgánicos volátiles identificados en la oleorresina de pimentón

Teniendo en cuenta las premisas indicadas antes, y considerando los VOCs identificados globalmente, según los diversos métodos de extracción utilizados, se presenta una clasificación de manera que se agrupan por funciones químicas, tal y como se acostumbra a realizar en la mayoría de estudios de identificación de volátiles en alimentos.

En este trabajo se ha mantenido el orden de aparición en los análisis cromatográficos, dentro de la clasificación indicada antes. La relación definitiva es la siguiente:

Hidrocarburos

m-xileno [1,3-dimetilbenceno]
Limoneno
 α -ocimeno [3,7-dimetil-1,3,7-octatrieno]
Terpinoleno
Tridecano
1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno
1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetilnaftaleno
 α -cubebeno
 β -elemeno

Tetradecano
Cariofileno
Eremofileno
 β -guaieno
 α -selineno
Pentadecano

Alcoholes

1,3-butanodiol
7-octen-4-ol
2-feniletanol

Aldehídos

Hexanal [capronaldehído]
(E,E)-2,4-heptadienal
2,4-decadienal
Benzaldehído
4-metilbenzaldehído
2,4-dimetilbenzaldehído
Safranal [2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-carboxaldehído]
 β -ciclocitral [2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-carboxaldehído]

Cetonas

6-metil-5-hepten-2-ona
(E)-3,7-octadien-2-ona
2,2,6-trimetilciclohexanona
(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-ona
1-(metilfenil)-etanona
 α -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-2-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]
dihidro- β -ionona
Geranilacetona [(E)-6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona]
 β -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]
(E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona

Ácidos

Ácido dodecanoico
Ácido tetradecanoico
Ácido hexadecanoico

Ésteres

Salicilato de metilo [2-hidroxibenzoato de metilo]
10-metilundecanoato de metilo
Tetradecanoato de metilo

Lactonas

Dihidroactinidiolide

Bases

Tetrametilpirazina

Hay que indicar que se han separado un número considerablemente superior de VOCs, no incluidos en la anterior relación, y que se han descartado después de haber estudiado y contrastado a fondo su espectro de masas correspondiente con toda la información disponible, por no presentar una fiabilidad suficiente.

De este modo, se han estudiado posibles VOCs tales como 3,4-dimetiloctano, 2,5,6-trimetildecano, 3-dodeceno, 1,2-dihidro-1,5,8-trimetilnaftaleno, 1-heptadecanol, 2,6-dimetilciclohexanol, 2-hexenal, heptanal, 2-octenal, 2-nonenal, 2-tridecanona, 9,12-hexadecadienoato de metilo, 9,12-octadecadienoato de metilo, 12-(acetiloxi)-9-octadecenoato de metilo y otros compuestos, aparte de muchos más que se descartaron desde un principio.

13.8 Resumen de la relación entre los diferentes métodos de extracción y los volátiles identificados en cada uno de ellos

La tabla que se sigue a continuación presenta los métodos que mejor han permitido detectar a los VOCs que se han identificado en la oleoresina de pimentón. Se recuerda que la no

identificación de un VOC en un determinado método no significa que no se haya obtenido en la extracción, sino que no es el mejor método para extraerlo y después identificarlo.

Tabla 13.1 Resumen de la identificación de los VOCs según el método de extracción

Compuesto orgánico volátil identificado	Método de extracción				
	A	B	C	D	E
m-xileno	*	*	*	*	*
Limoneno	-	*	-	*	-
α -ocimeno [3,7-dimetil-1,3,7-octatrieno]	-	*	-	-	-
Terpinoleno	-	*	-	-	-
Tridecano	*	*	-	-	-
1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno	*	*	*	*	-
1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetilnaftaleno	-	*	-	-	-
α -cubebeno	*	*	*	*	-
β -elemeno	*	*	*	*	-
Tetradecano	*	*	-	-	-
Cariofileno	-	*	-	-	-
Eremofileno	-	*	-	-	-
β -guaieno	*	-	-	-	-
α -selineno	*	*	-	-	-
Pentadecano	*	*	-	-	-
1,3-butanodiol	-	-	-	*	-
7-octen-4-ol	-	*	-	*	-
2-feniletanol	-	-	*	*	-
Hexanal	*	*	-	-	-
(E,E)-2,4-heptadienal	*	*	-	-	-
2,4-decadienal	-	*	-	-	-
Benzaldehído	-	*	-	-	-

4-metilbenzaldehído	*	*	-	-	-
2,4-dimetilbenzaldehído	*	*	*	*	-
Safranal	*	*	*	*	-
β -ciclocitral	*	*	*	*	-
6-metil-5-hepten-2-ona	*	*	-	*	-
(E)-3,7-octadien-2-ona	-	*	-	-	-
2,2,6-trimetilciclohexanona	-	*	*	*	-
(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-ona	*	*	*	-	-
1-(metilfenil)-etanona	*	*	*	*	-
α -ionona	*	*	*	-	-
Dihidro- β -ionona	*	*	*	*	-
Geranilacetona	*	*	*	*	-
β -ionona	-	*	-	*	-
(E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona	*	*	*	-	-
Ácido dodecanoico	*	-	-	-	-
Ácido tetradecanoico	*	*	*	-	-
Ácido hexadecanoico	*	*	*	-	-
Salicilato de metilo	-	*	-	-	-
10-metilundecanoato de metilo	*	*	*	-	-
Tetradecanoato de metilo	*	*	*	-	-
Dihidroactinidiolide	*	*	*	*	-
Tetrametilpirazina	*	*	*	*	-

En el que:

A es el método de Likens y Nickerson a presión atmosférica

B es el método de Likens y Nickerson a presión reducida

C es el método de purge and trap a 81°C

D es el método de headspace dinámico a 81°C

E es el método de headspace estático

13.9 Espectros de masas utilizados para la identificación de los VOCs de la oleorresina de pimentón

Para proceder a la identificación de los espectros que se han obtenido a partir de los diferentes acoplamientos HRGC/MS que se han realizado, se han seleccionado los espectros sobre los que se ha trabajado con mayor intensidad, por ser los más significativos y mayoritarios, indicando el método de aislamiento que se ha empleado.

En varias ocasiones, caso de diversos alcoholes, la no aparición en el método de Likens y Nickerson es debida a su solubilidad en agua, por lo que su recuperación en un disolvente orgánico puede no ser suficiente como para ser identificado en el acoplamiento HRGC/MS.

El resultado de estas identificaciones proviene de trabajar con los dos equipos de espectrometría de masas disponibles en el Laboratorio de Espectrometría de Masas del CID-CSIC de Barcelona. El número de muestras de procedencia española ha sido muy alto para poder llegar a los resultados que se han indicado.

Es oportuno indicar que se han tratado muestras de oleorresina de pimentón procedentes de Marruecos y de Zambia, a las que se les ha sometido los mismos procesos de extracción, separación e identificación que se han indicado antes. Los resultados han sido bastante paralelos a los obtenidos para las muestras de oleorresina procedentes de Murcia, sin la presencia de VOCs que presentaran una significación muy distinta.

En cada espectro de masas de un compuesto orgánico volátil identificado se ha indicado, como ya se ha dicho, el método de extracción a través del que se ha obtenido, sin que ello indique que sea el único que sea fiable, sino que no se ha considerado oportuno incluir todos los espectros existentes en cada sistema de extracción.

El orden de los espectros de masas es el mismo que el de la relación global de los VOCs indicada anteriormente, que consiste en una ordenación por funciones químicas, y dentro de ellas, por orden de elución en los correspondientes cromatogramas.

La aparición, en cantidades realmente insignificantes, del disolvente empleado para la extracción industrial (en el caso estudiado se trata de 1,2-dicloroetano), no hace más que confirmar la excelente eliminación del mismo; teniendo en cuenta, además, que la adición de oleorresina de pimentón en los alimentos es muy pequeña, por lo que la concentración del mencionado disolvente será todavía menor.

En el caso del estudio de oleorresinas de pimentón obtenidas mediante extracción con hexano, no se han detectado diferencias importantes respecto a los VOCs identificados, con respecto al empleo de otros disolventes.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420
CID-CSIC
MD-800/EI+

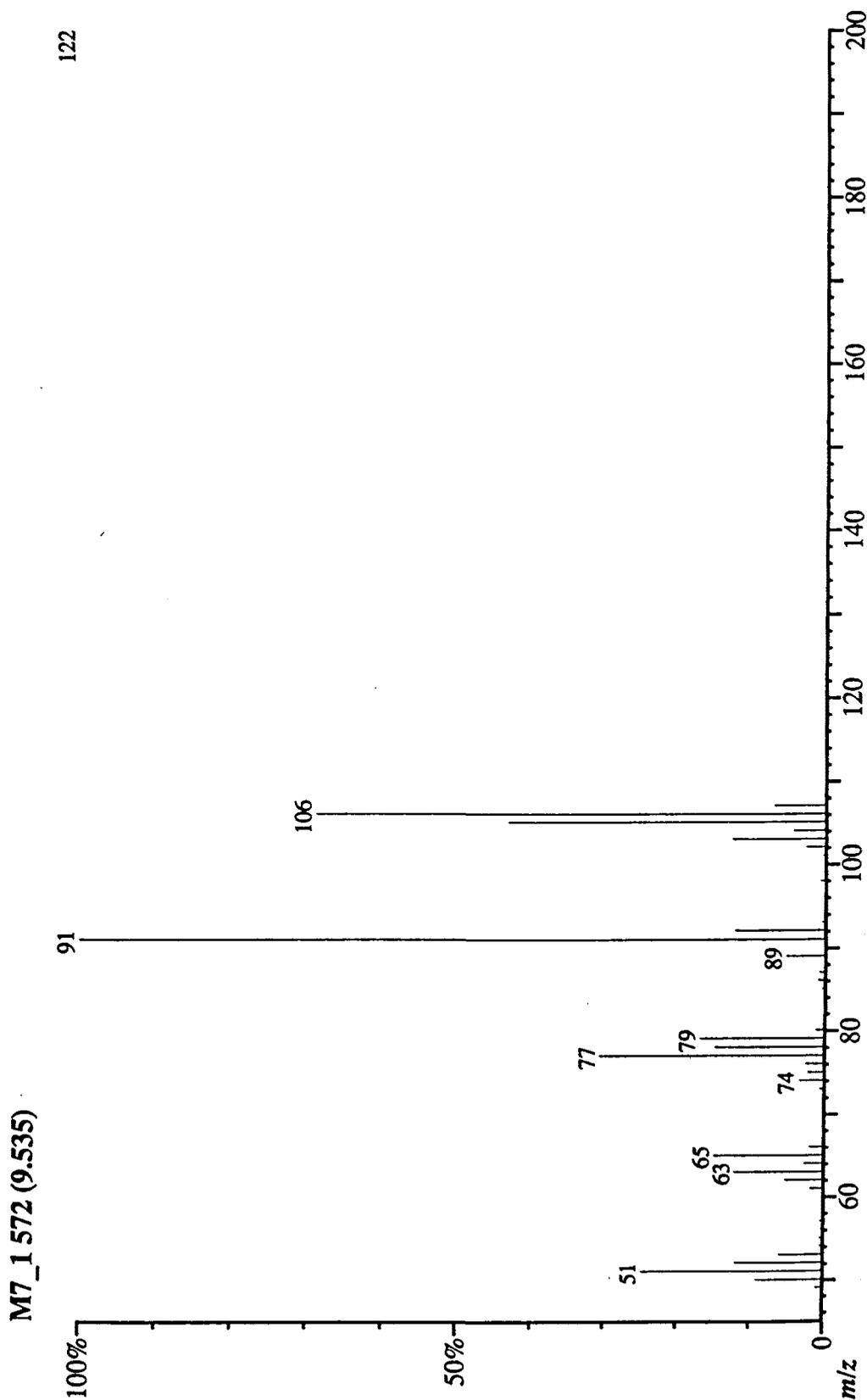


Figura 13.17 Espectro de masas identificado como *m*-xileno en el método LN a presión atmosférica.

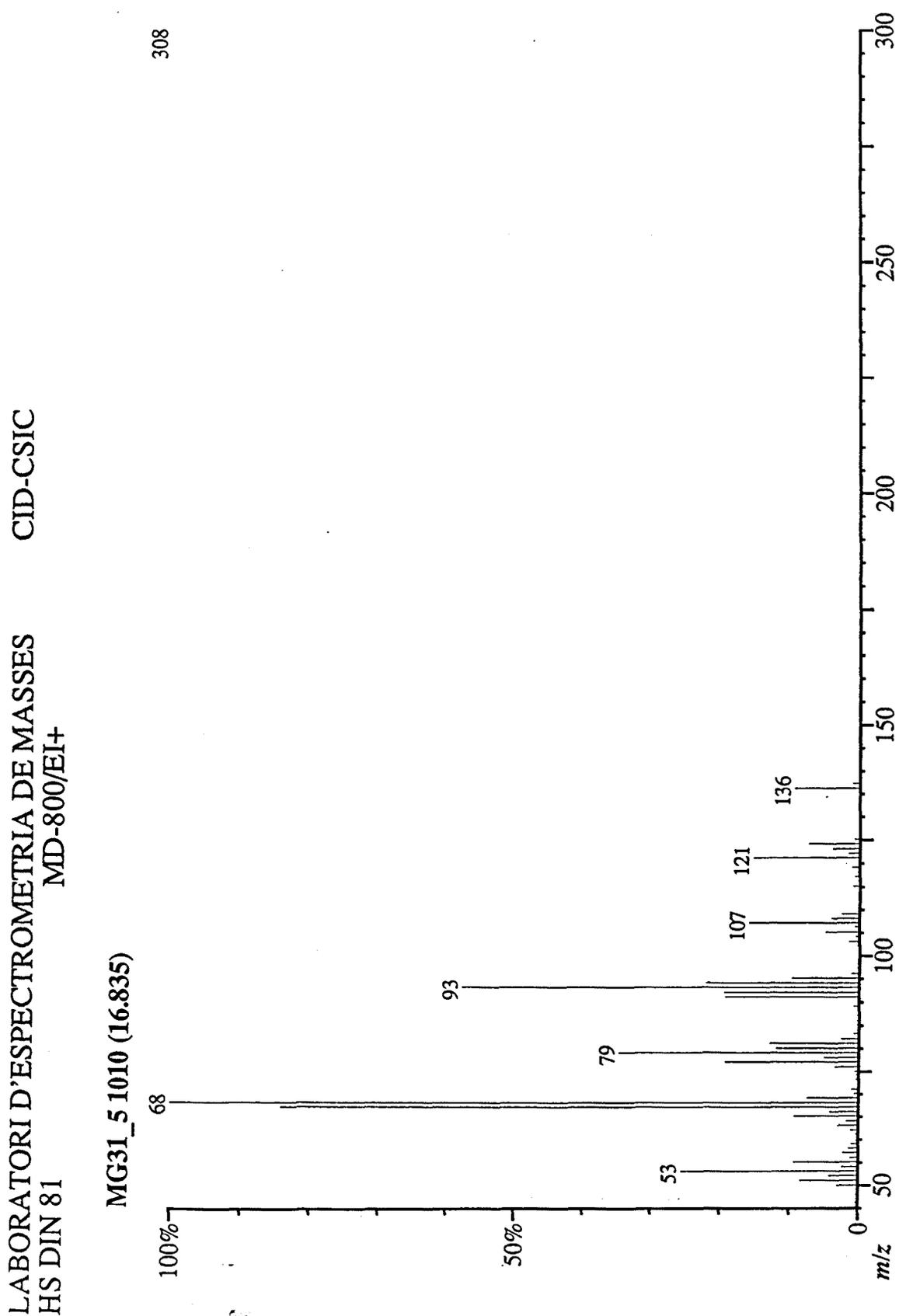


Figura 13.18 Espectro de masas identificado como Limoneno en el método headspace dinámico a 81°C.

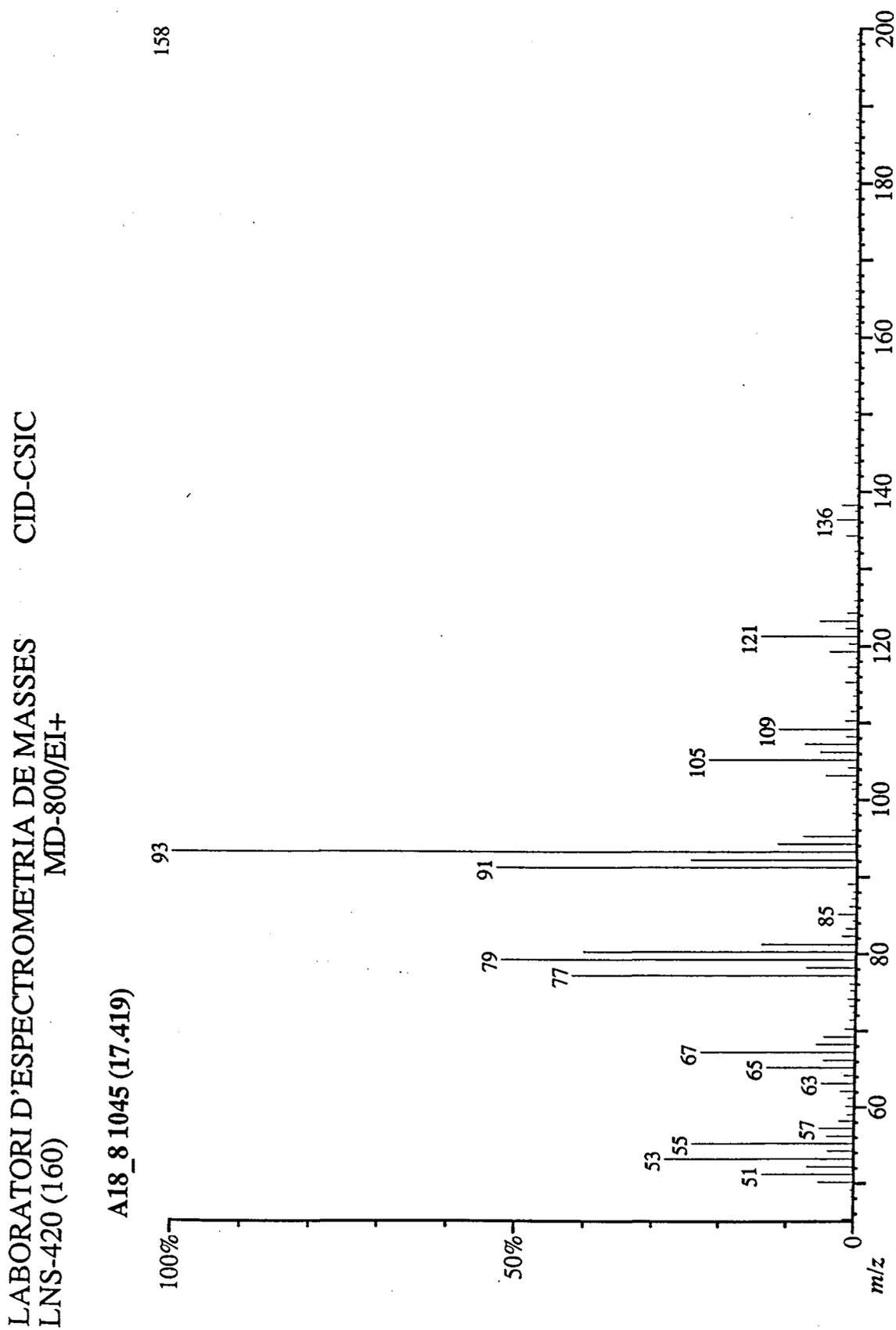


Figura 13.19 Espectro de masas identificado como α -ocimeno en el método LN a presión reducida.

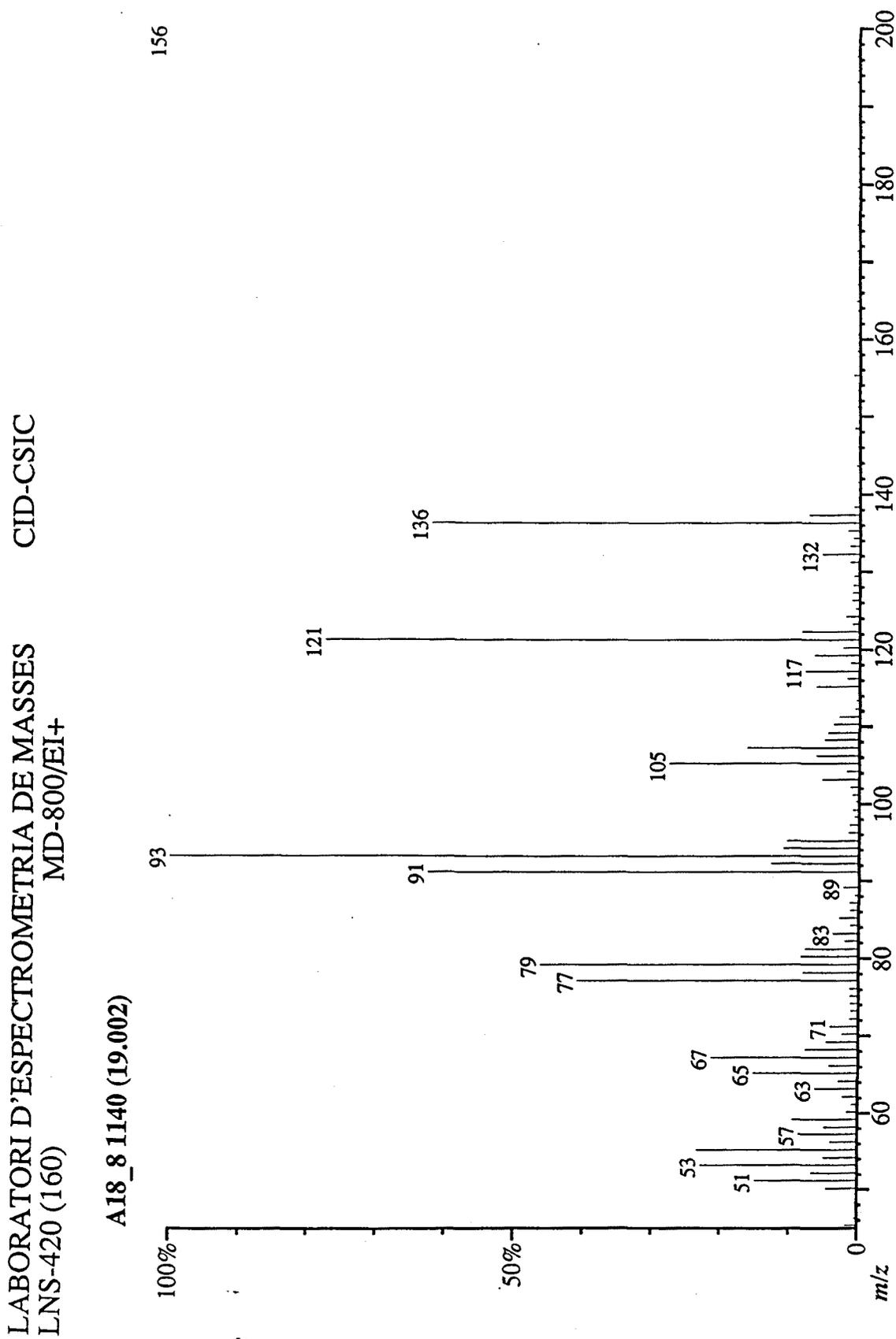


Figura 13.20 Espectro de masas identificado como Terpinoleno en el método LN a presión reducida.

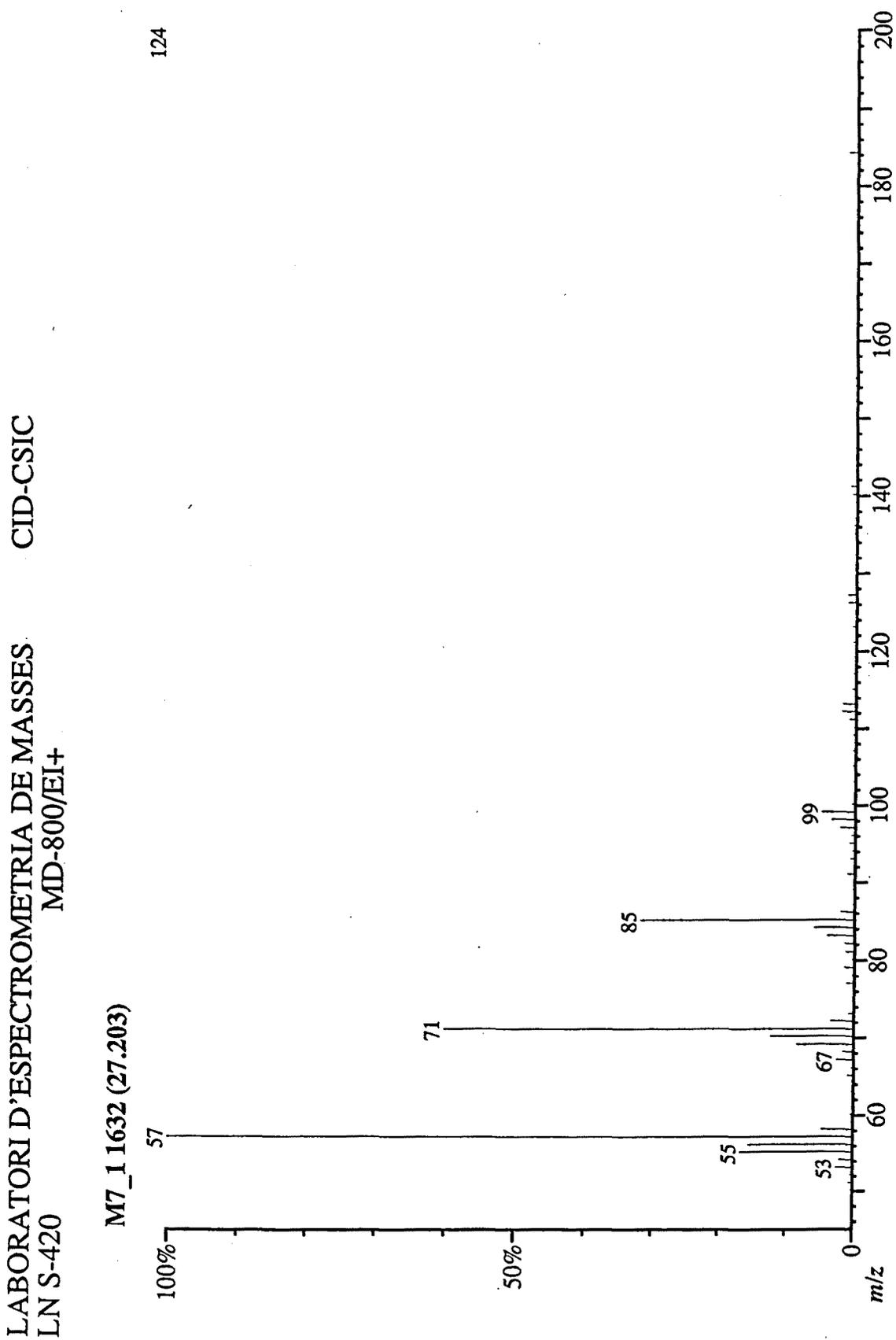


Figura 13.21 Espectro de masas identificado como tridecano en el método LN a presión atmosférica.

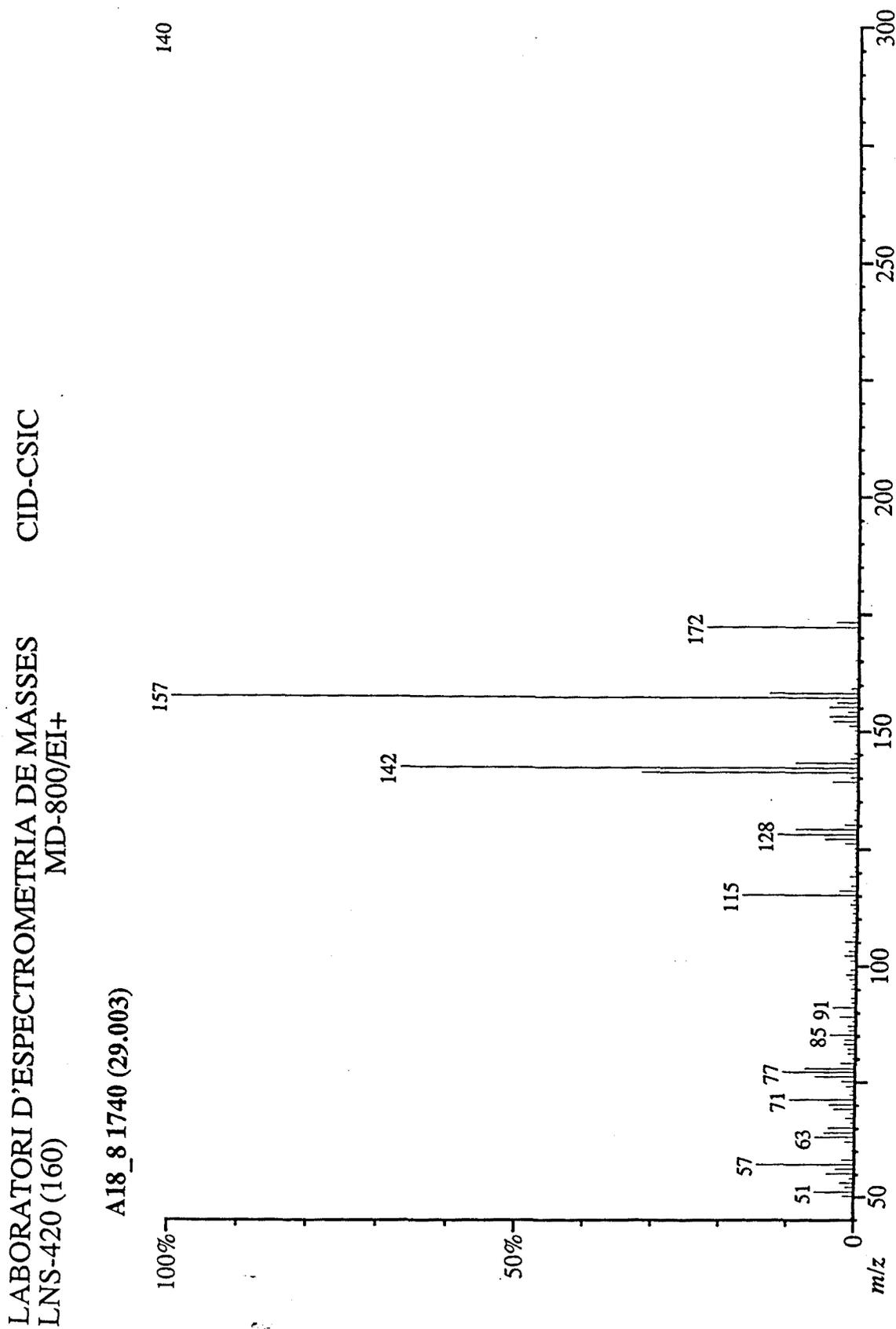


Figura 13.22

Espectro de masas identificado como 1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno en el método LN a presión reducida.

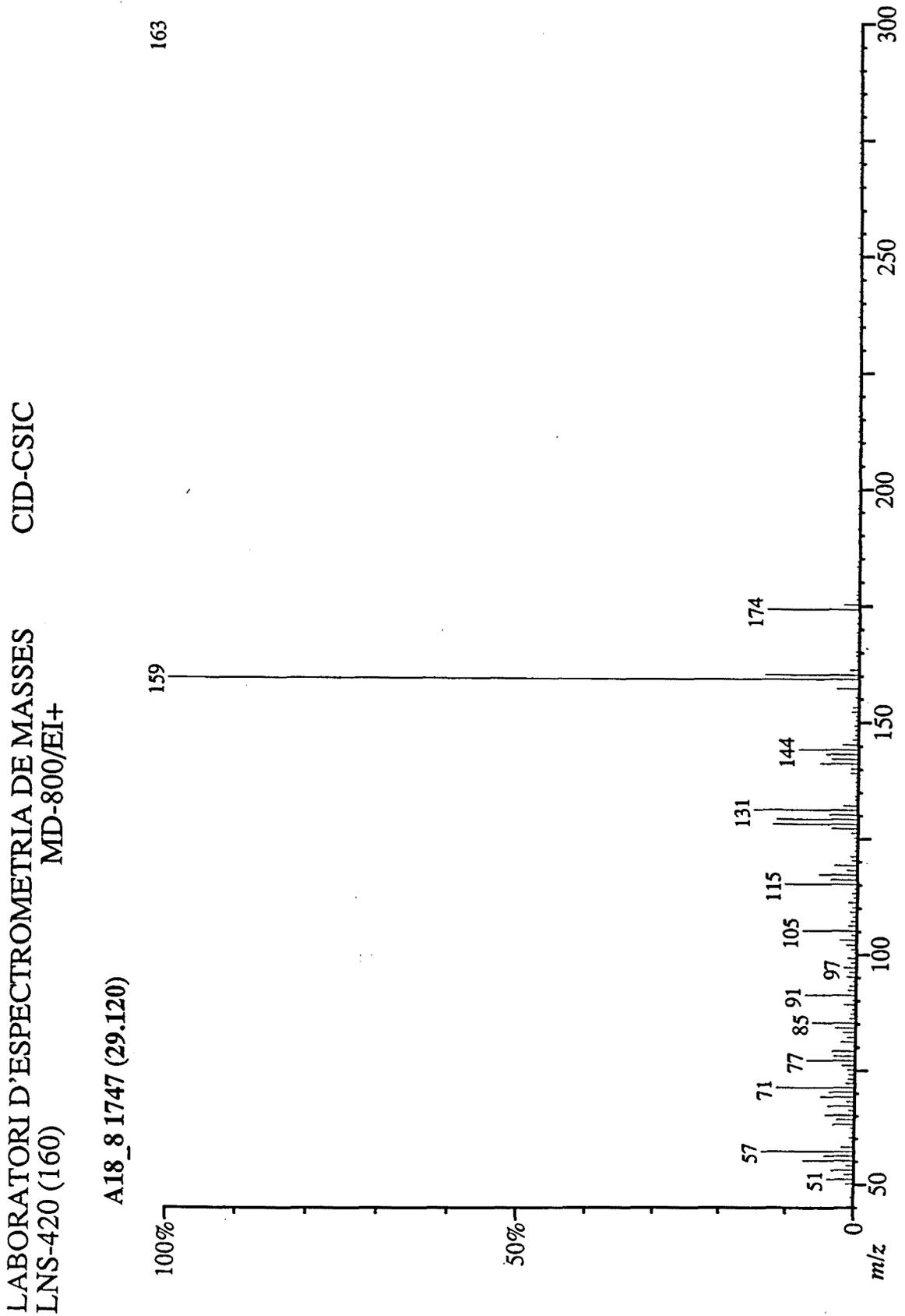


Figura 13.23 Espectro de masas identificado como 1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetilnaftaleno en el método LN a presión reducida.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LNS-420 MD-800/EI+ CID-CSIC

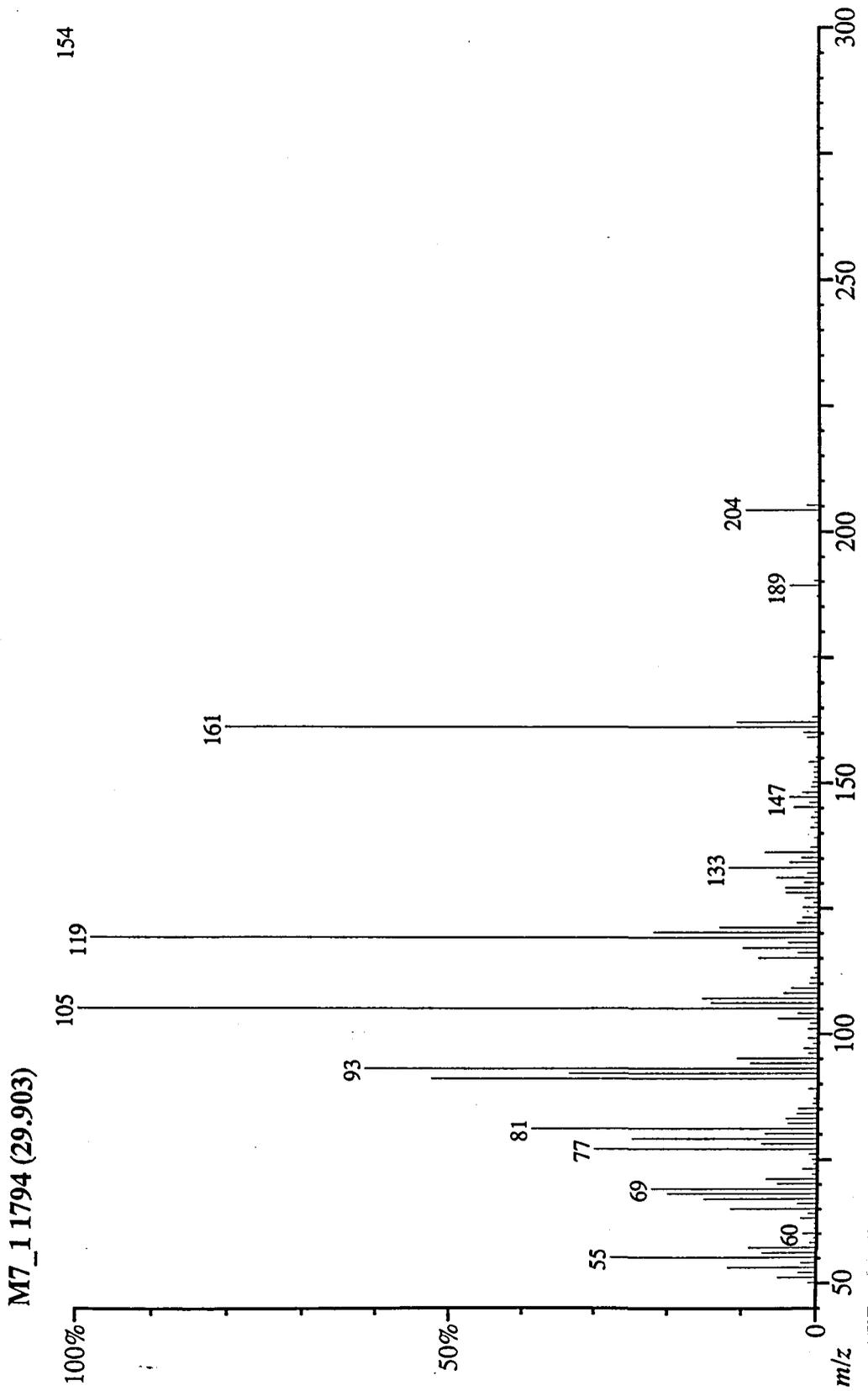


Figura 13.24 Espectro de masas identificado como α -cubebeno en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LNS-420 (160) MD-800/EI+ CID-CSIC

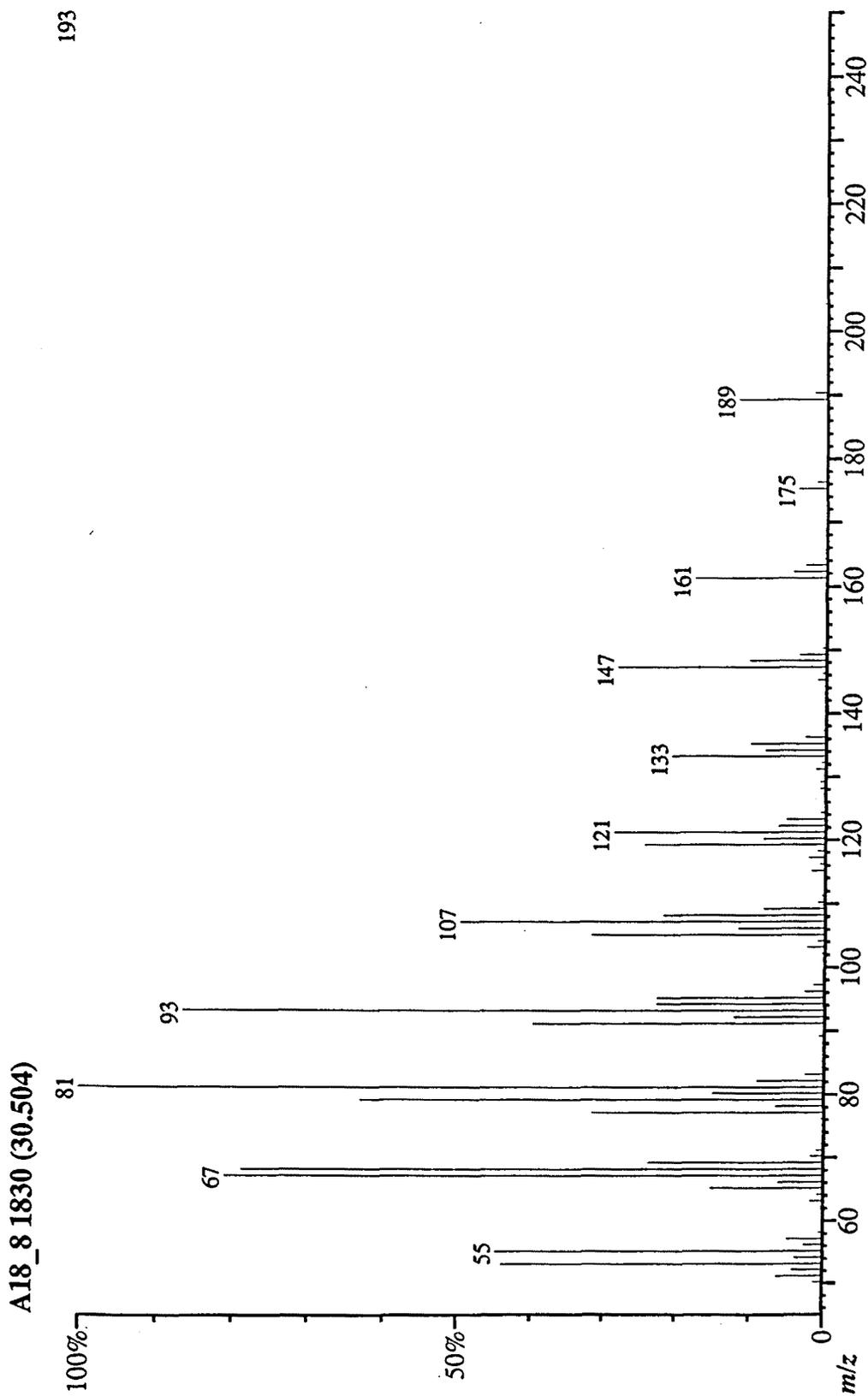


Figura 13.25 Espectro de masas identificado como β -elemeno en el método LN a presión reducida.

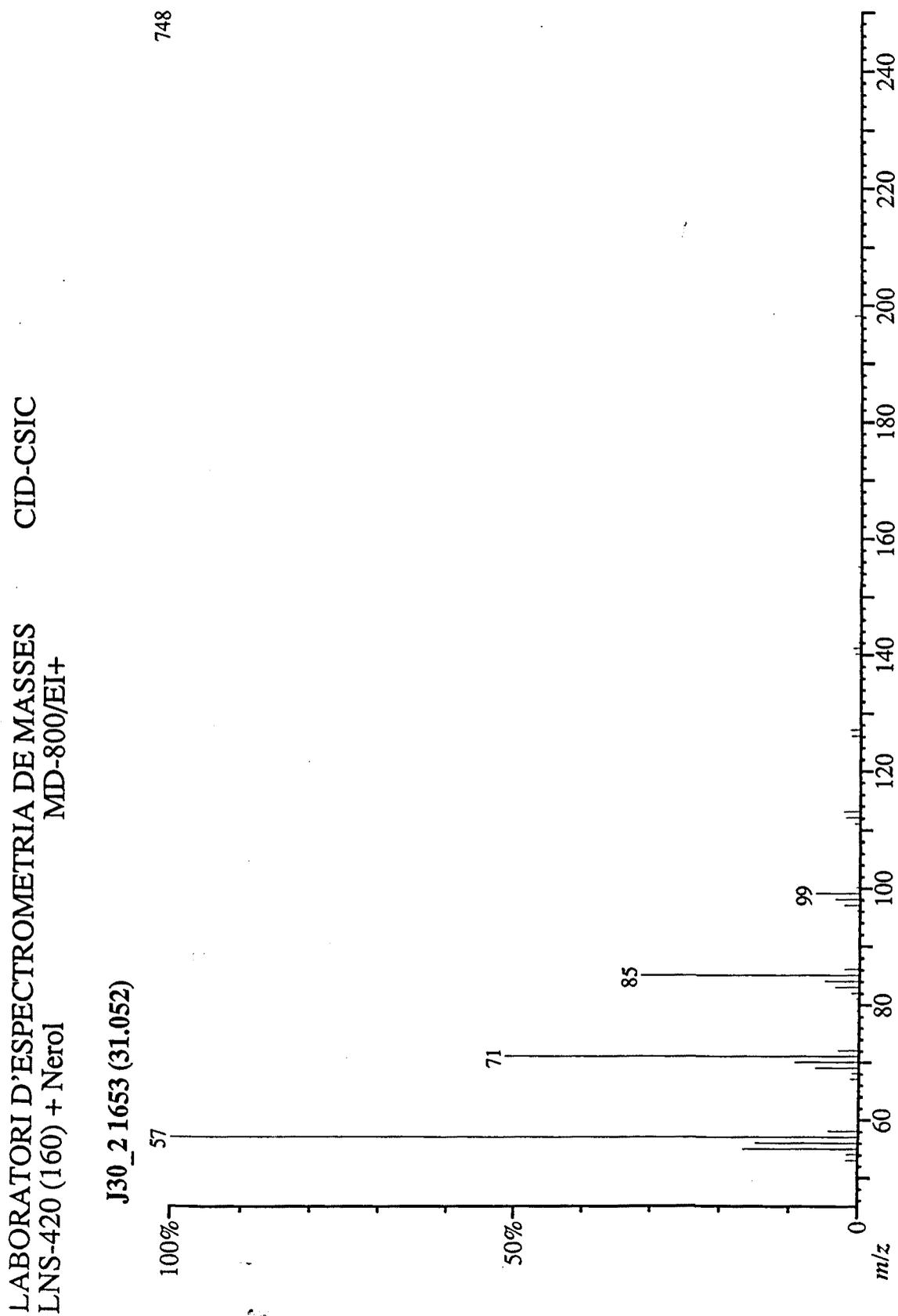


Figura 13.26 Espectro de masas identificado como Tetradecano en el método LN a presión reducida.

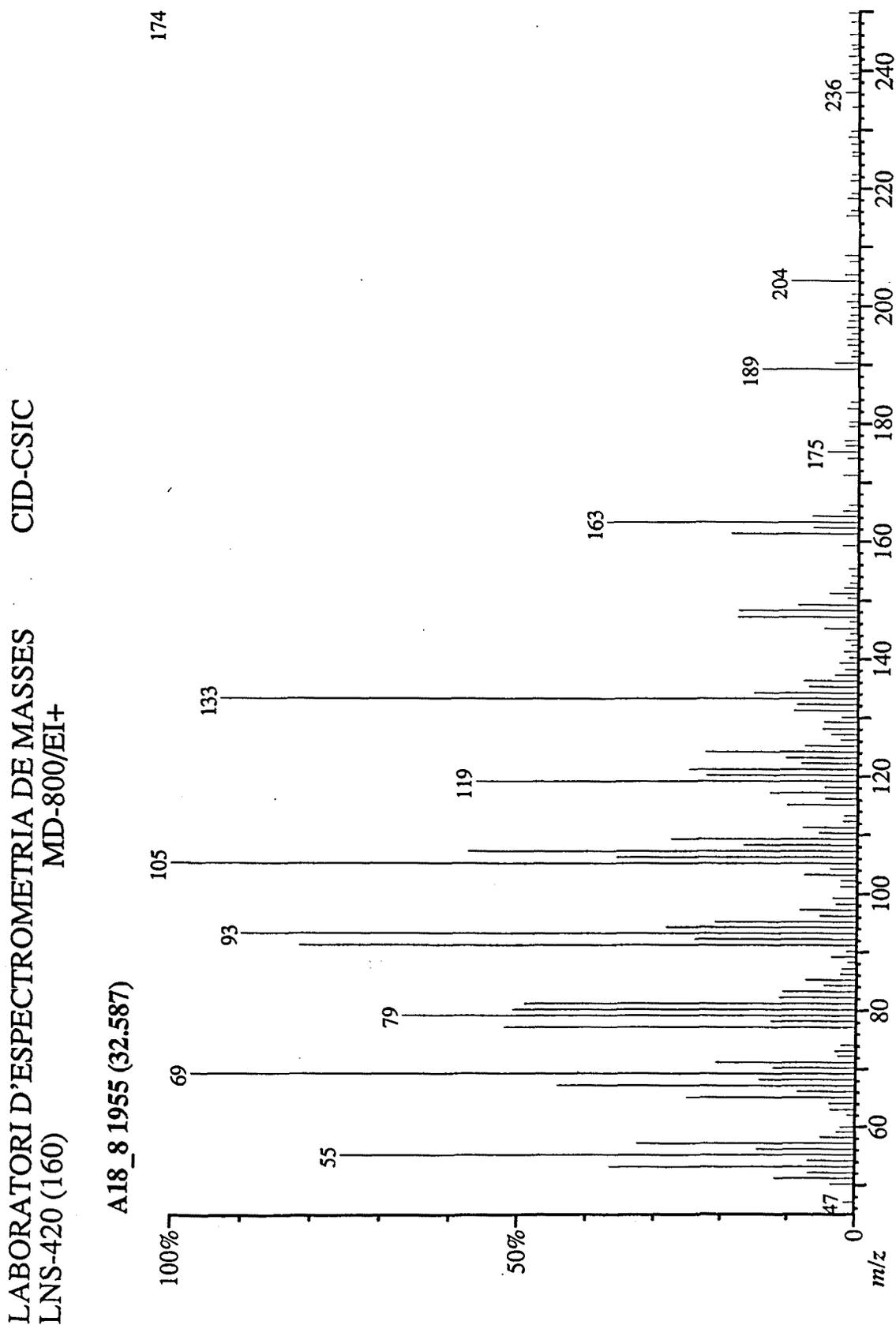


Figura 13.27 Espectro de masas identificado como Cariofileno en el método LN a presión reducida.

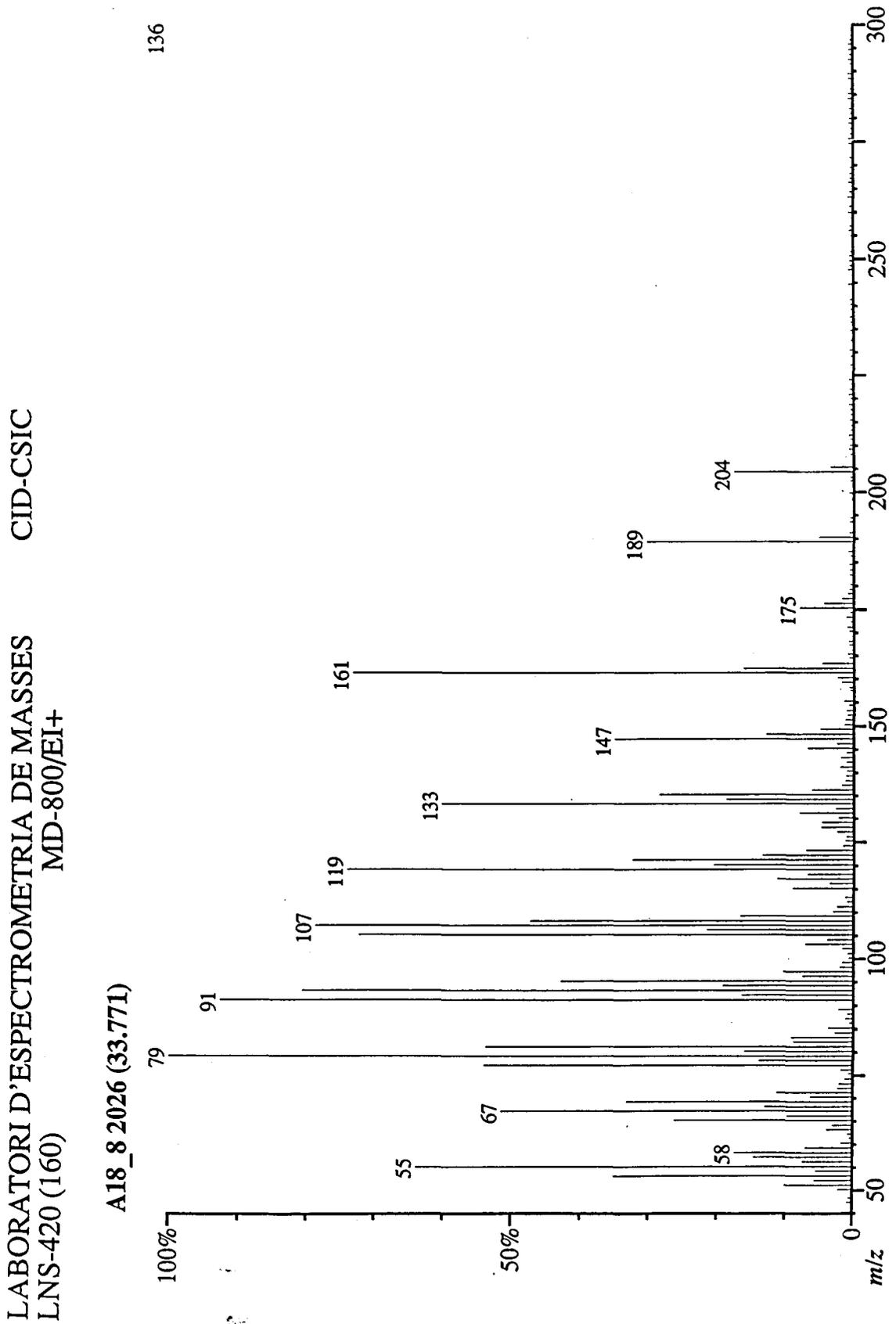


Figura 13.28 Espectro de masas identificado como Eremofileno en el método LN a presión reducida.

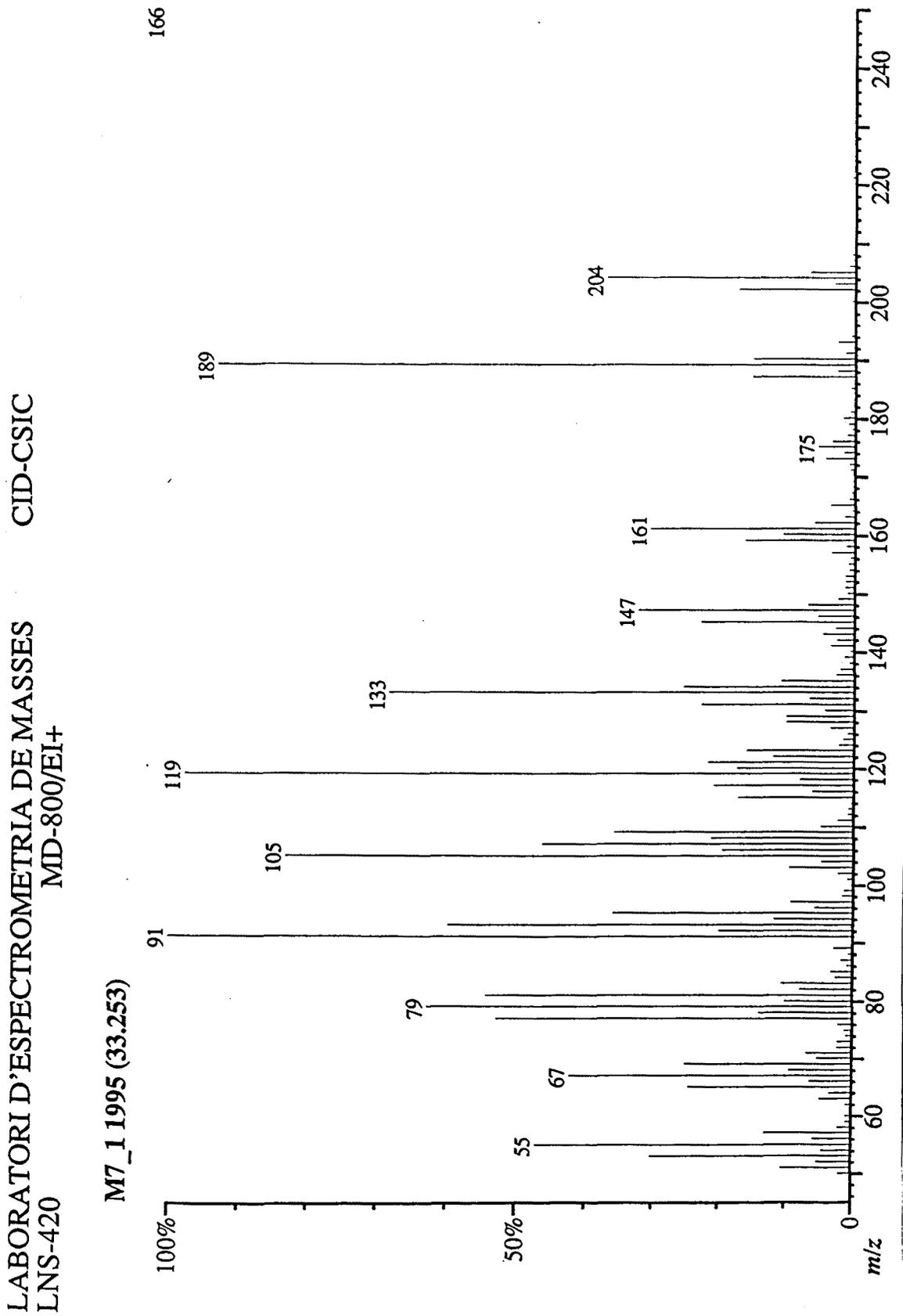


Figura 13.29 Espectro de masas identificado como β -guaieno en el método LN a presión atmosférica.

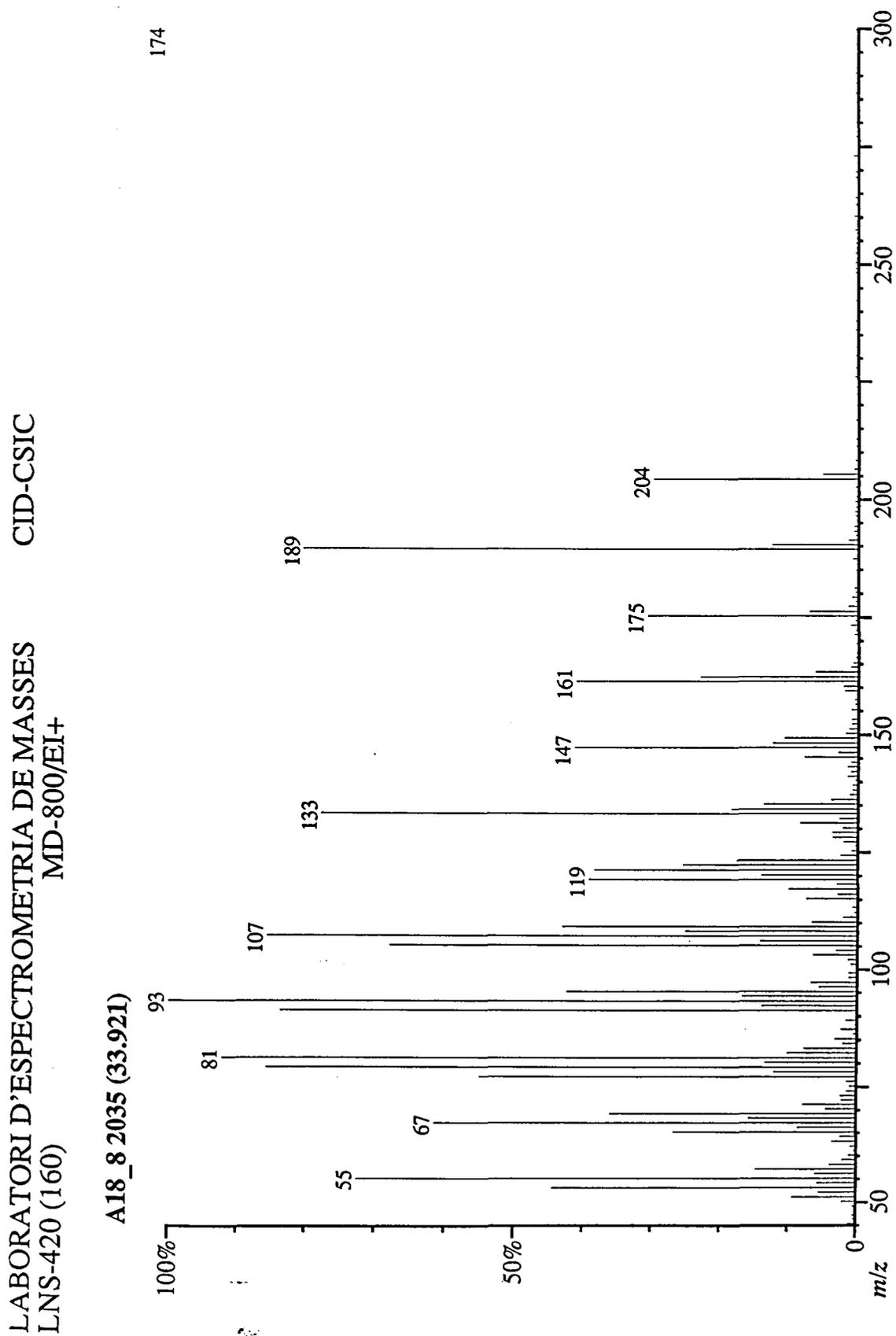


Figura 13.30 Espectro de masas identificado como α -selineno en el método LN a presión reducida.

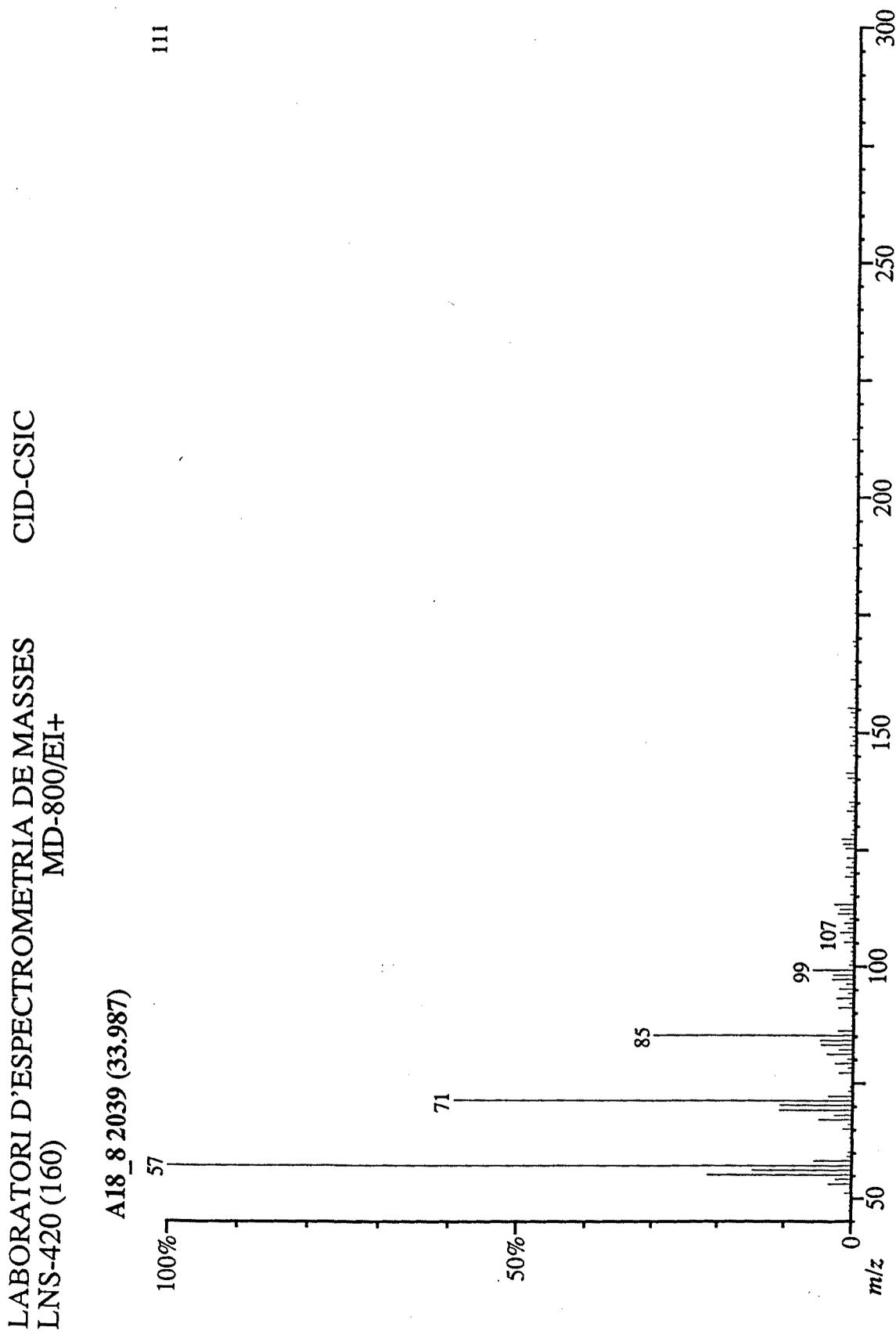


Figura 13.31 Espectro de masas identificado como Pentadecano en el método LN a presión reducida.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
 HS DIN-81
 MD-800/EI+
 CID-CSIC

MG31_5 417 (6.951)

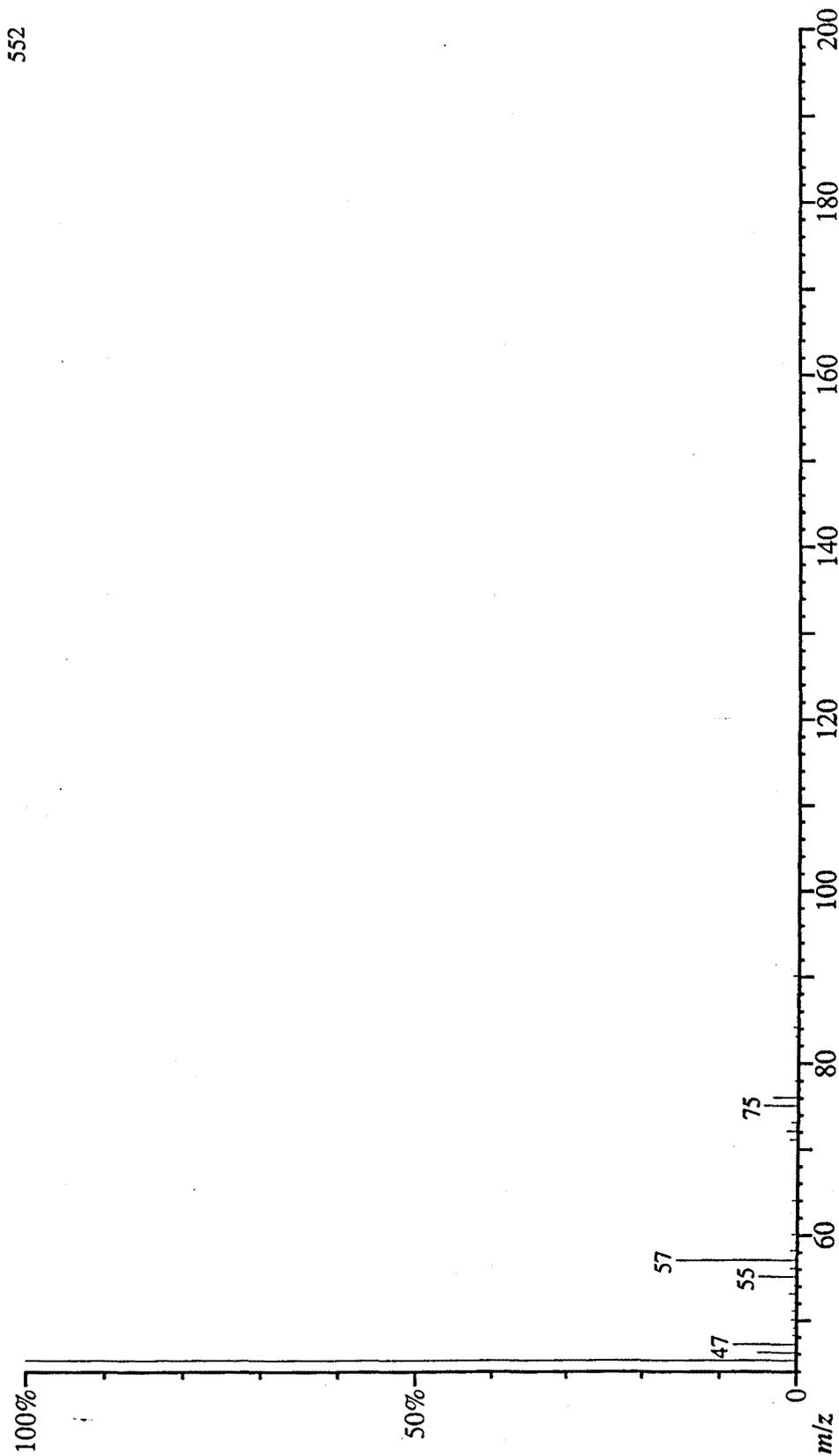


Figura 13.32 Espectro de masas identificado como 1,3-butanodiol en el método headspace dinámico a 81°C.

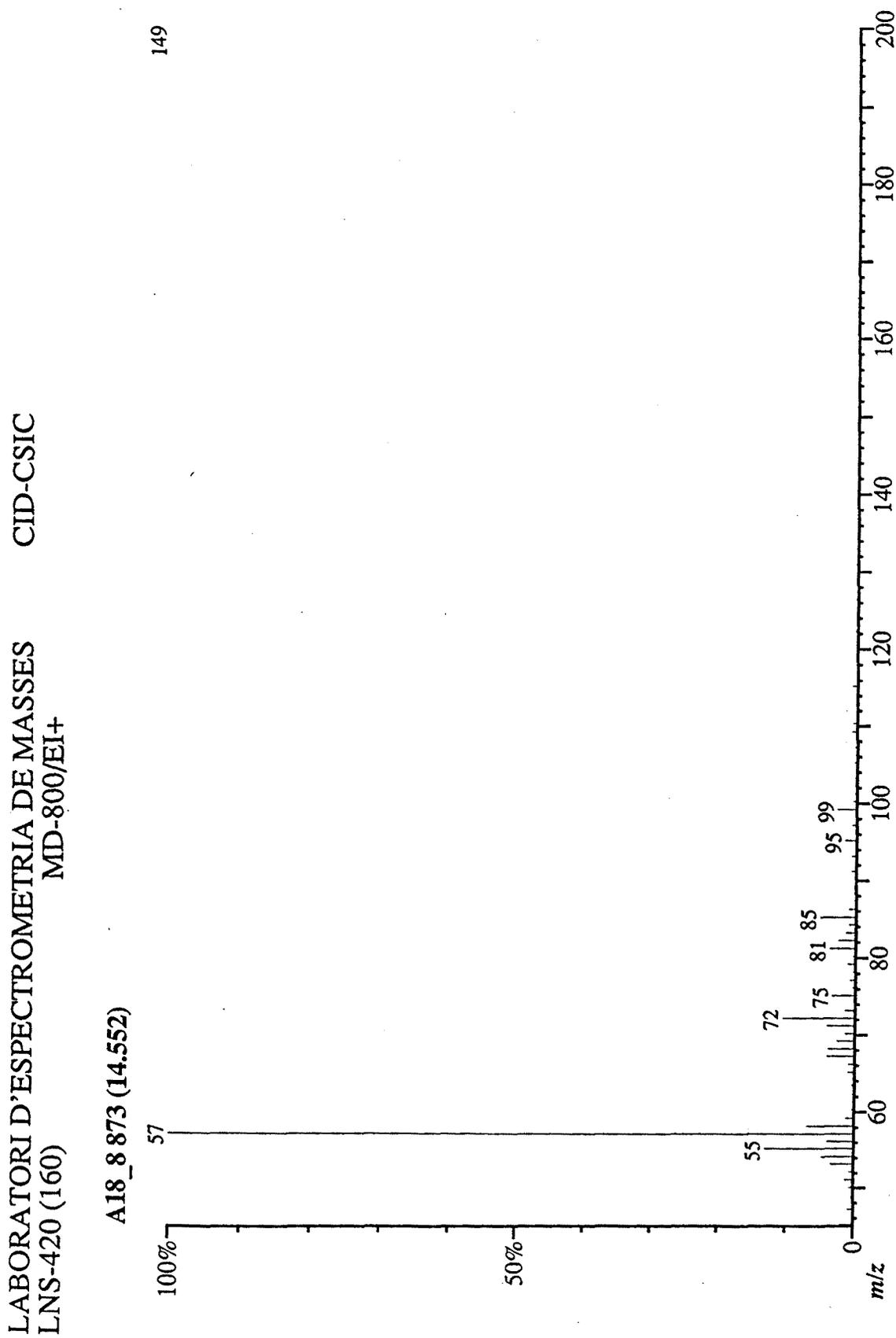


Figura 13.33 Espectro de masas identificado como 7-octen-4-ol en el método LN a presión reducida.

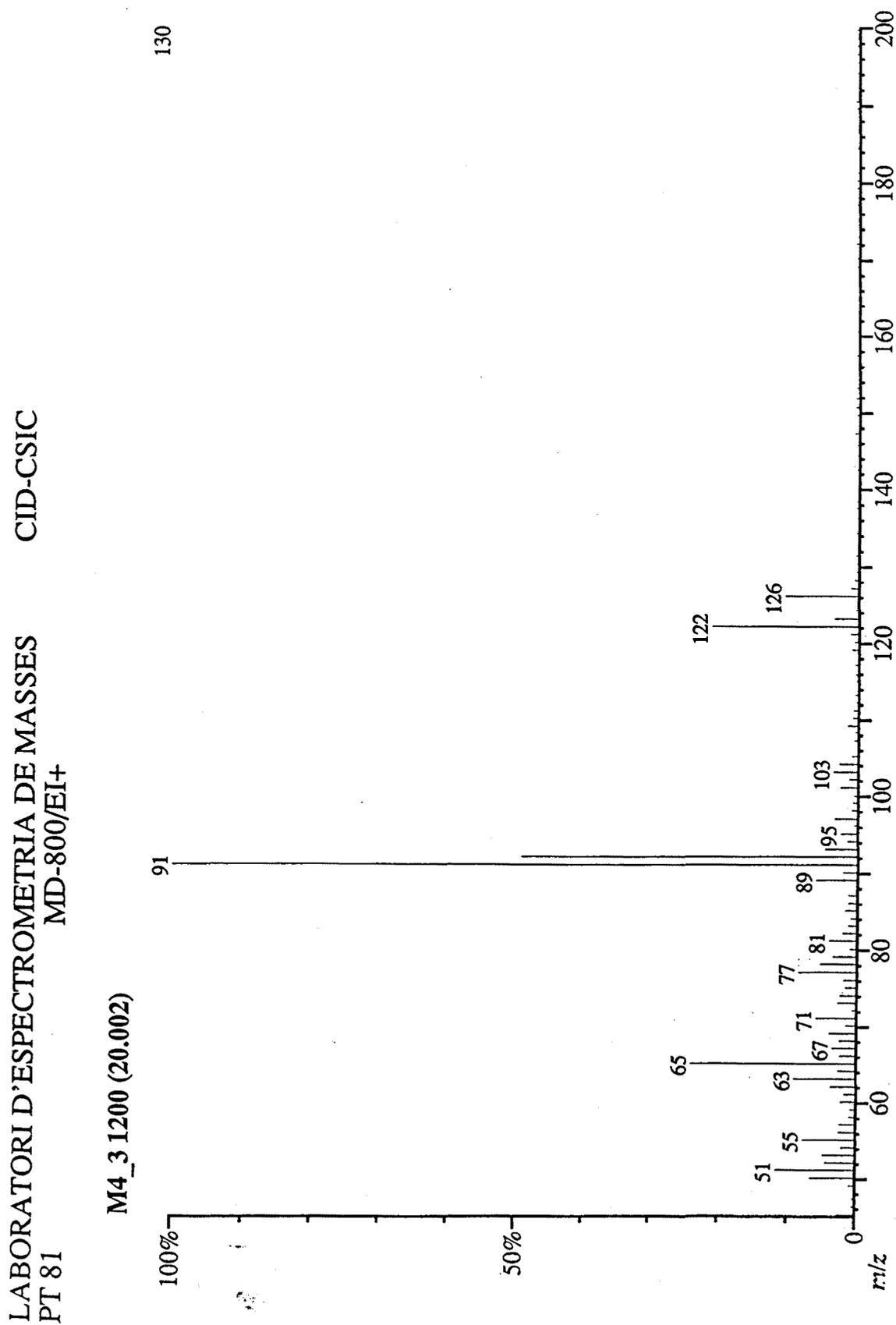


Figura 13.34 Espectro de masas identificado como 2-feniletanol en el método purge and trap a 81°C.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420
MD-800/EI+
CID-CSIC

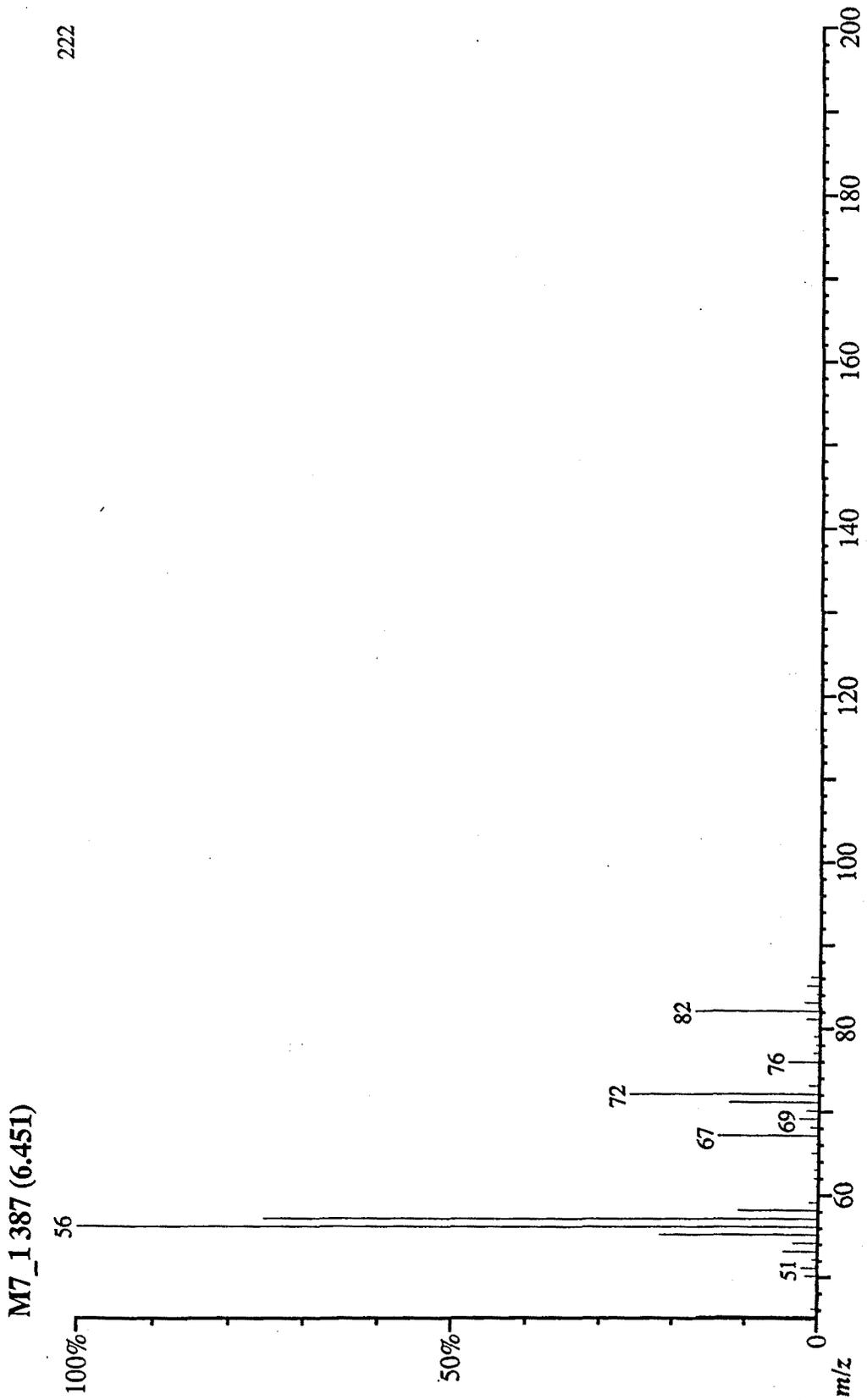


Figura 13.35 Espectro de masas identificado como hexanal en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420
CID-CSIC
MD-800/EI+

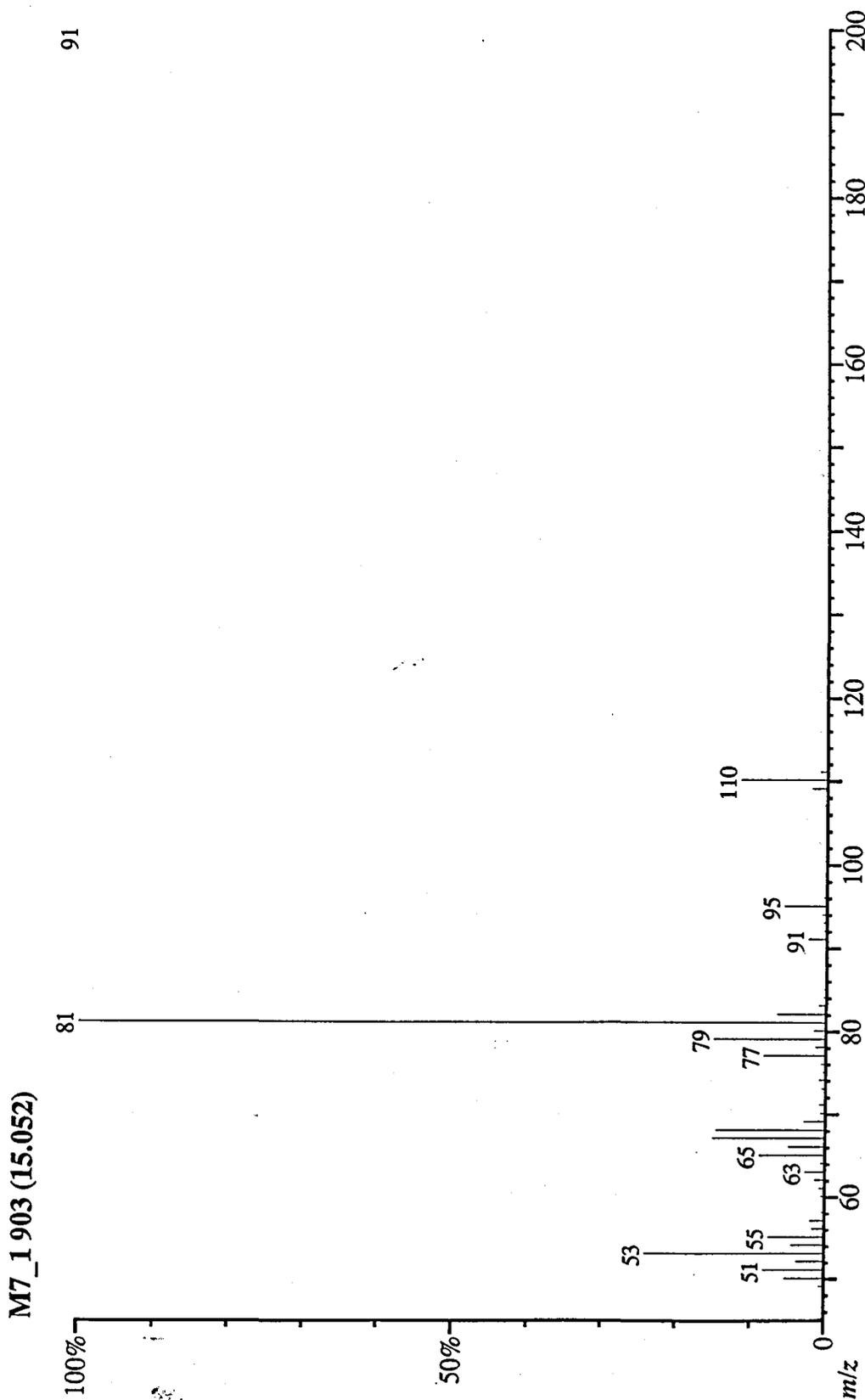


Figura 13.36

Espectro de masas identificado como (E,E)-2,4-heptadienal en el método LN a presión atmosférica.

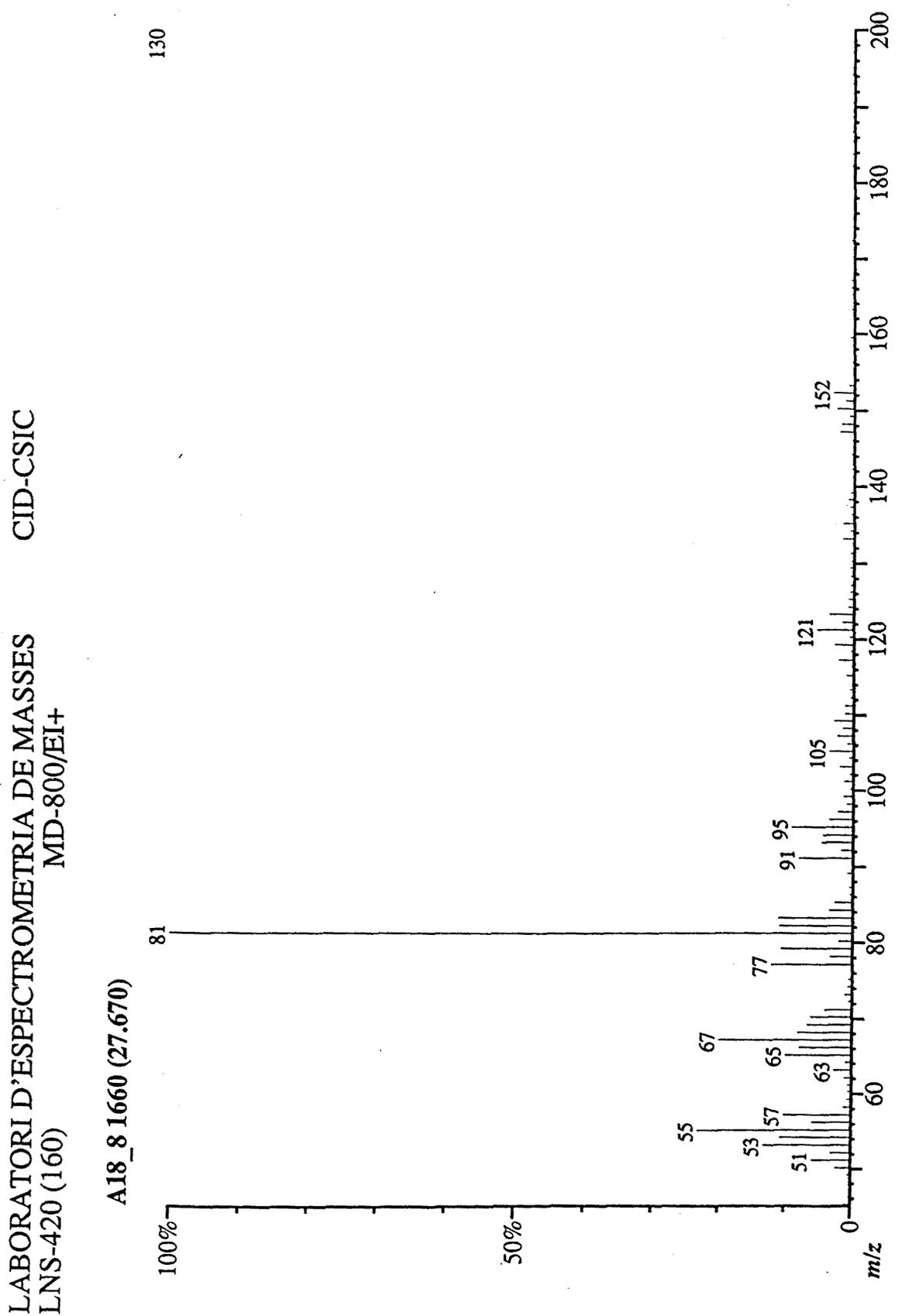


Figura 13.37 Espectro de masas identificado como 2,4-decadienal en el método LN a presión reducida.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LNS-420 (160) MD-800/EI+ CID-CSIC

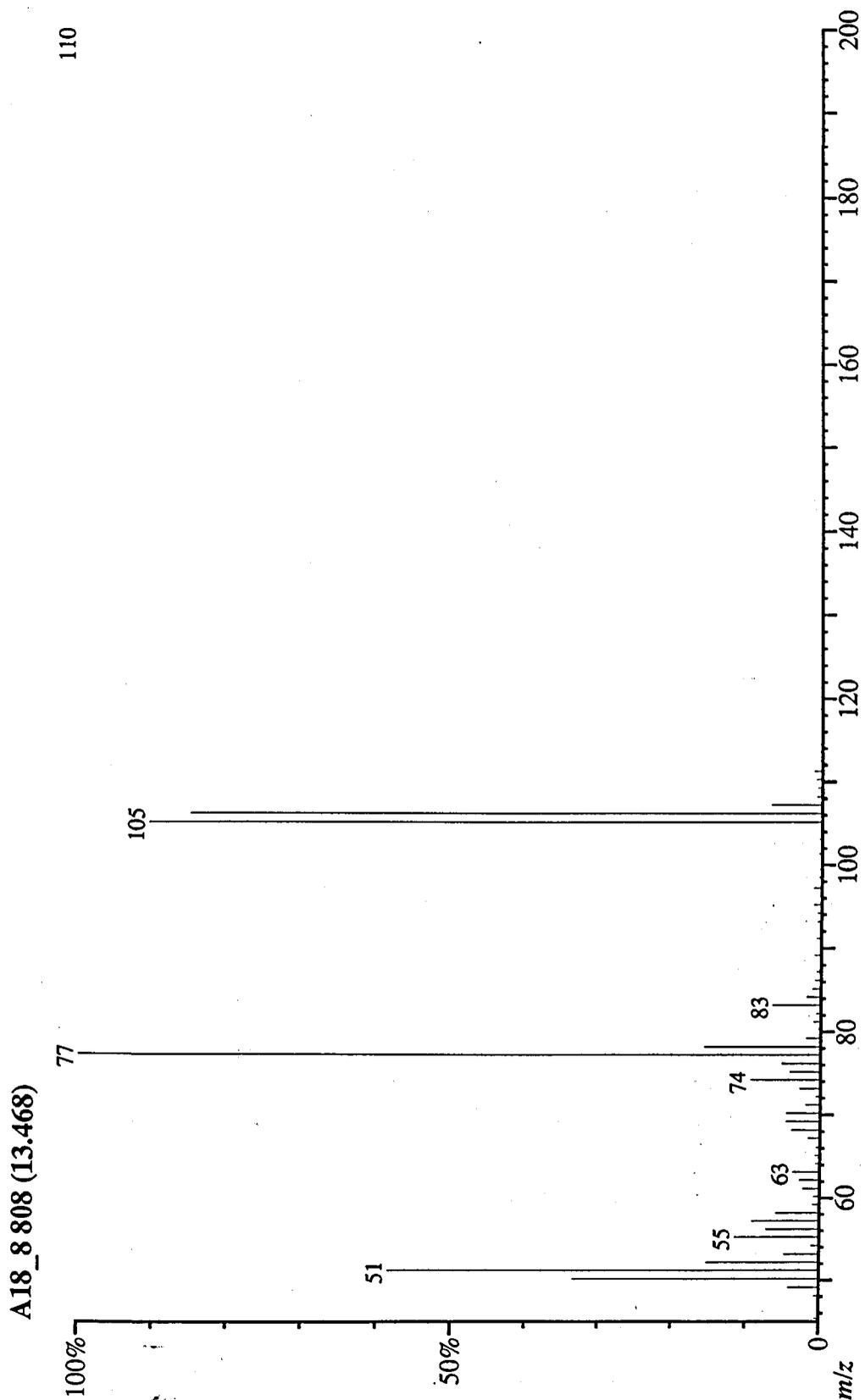


Figura 13.38 Espectro de masas identificado como *Benzaldehído* en el método LN a presión reducida.

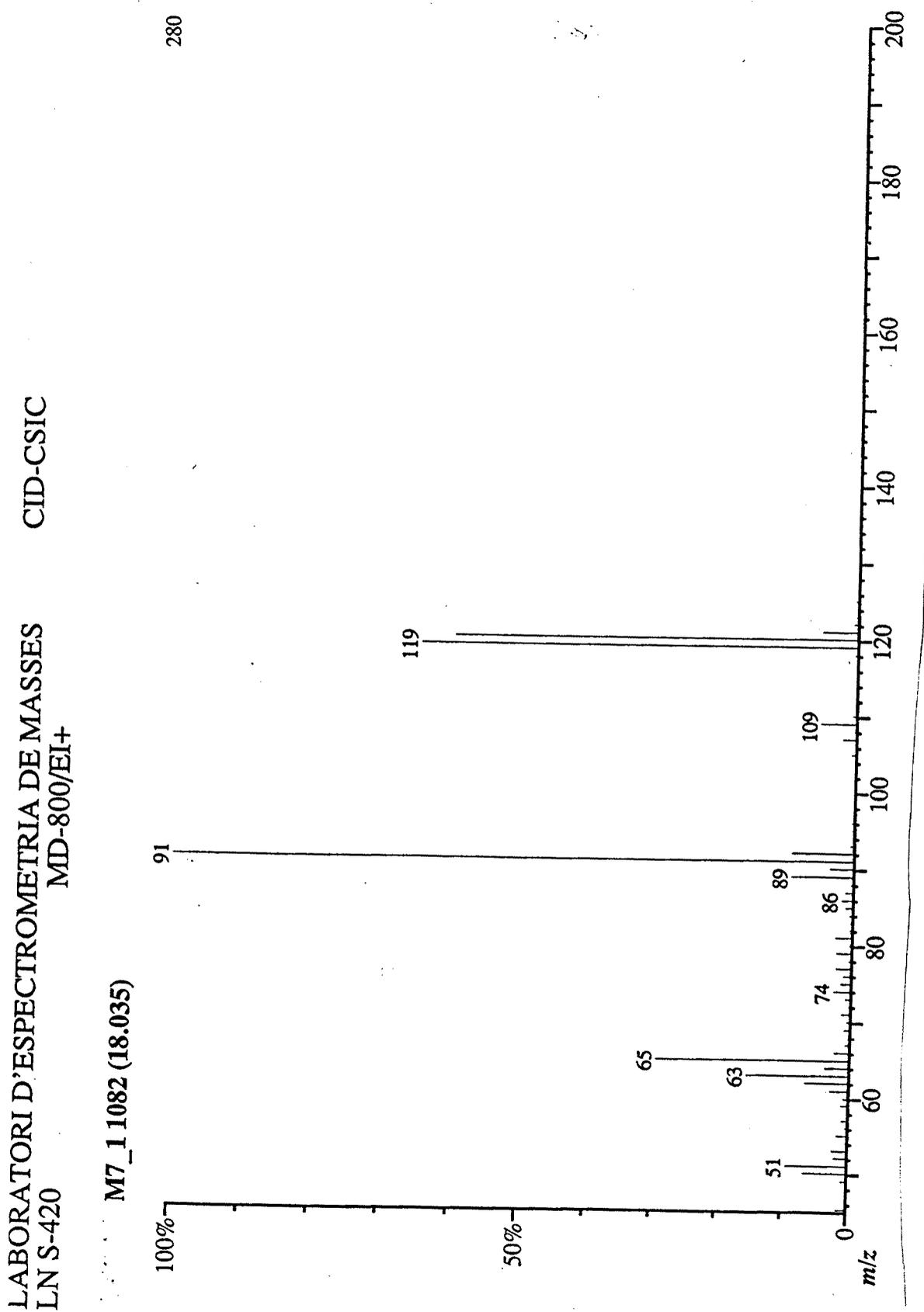


Figura 13.39 Espectro de masas identificado como 4-metilbenzaldehído en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420
MD-800/EI+

CID-CSIC

M7_1 1349 (22.486)

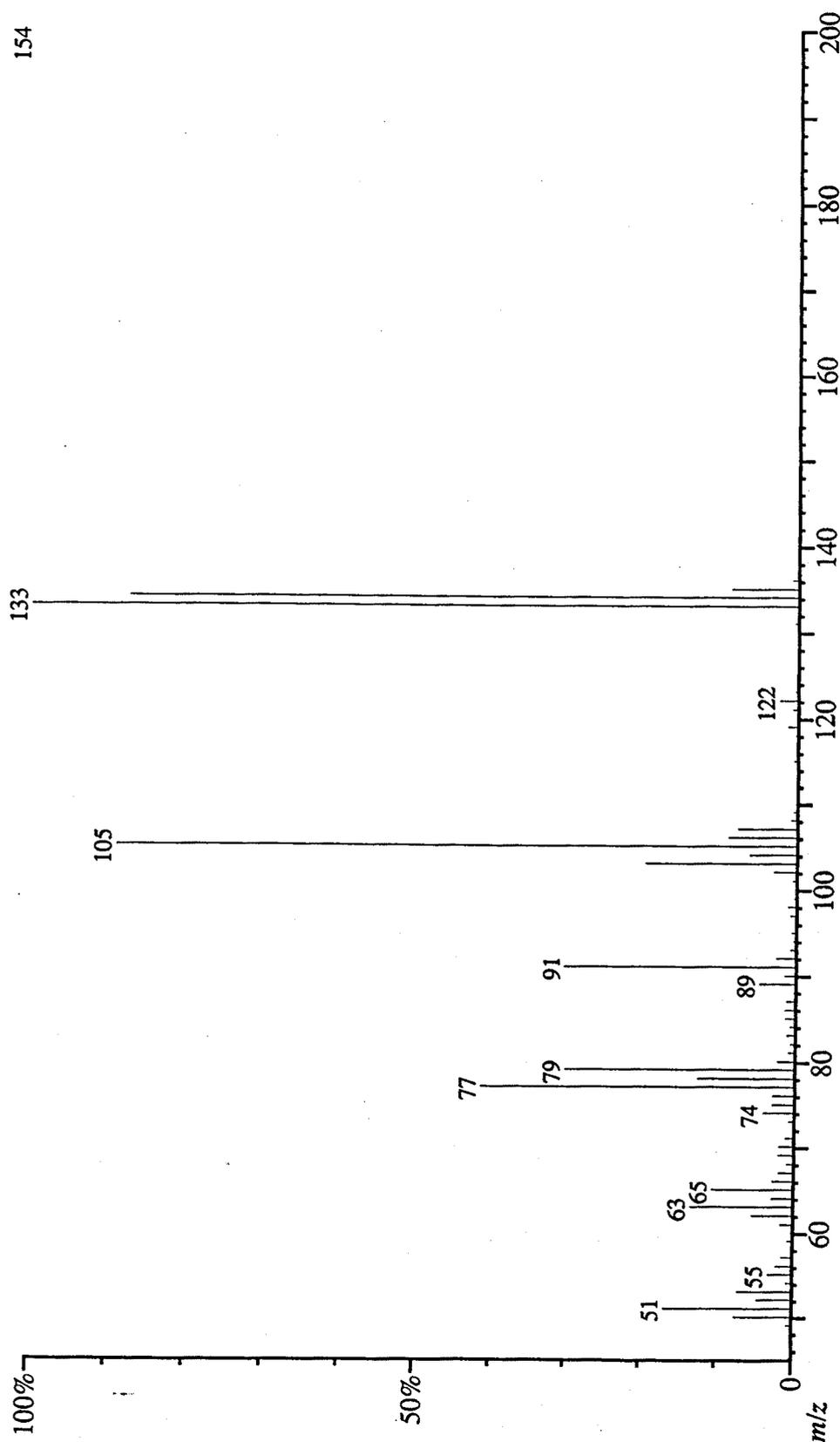


Figura 13.40

Espectro de masas identificado como 2,4-dimetilbenzalhído en el método LN a presión atmosférica.

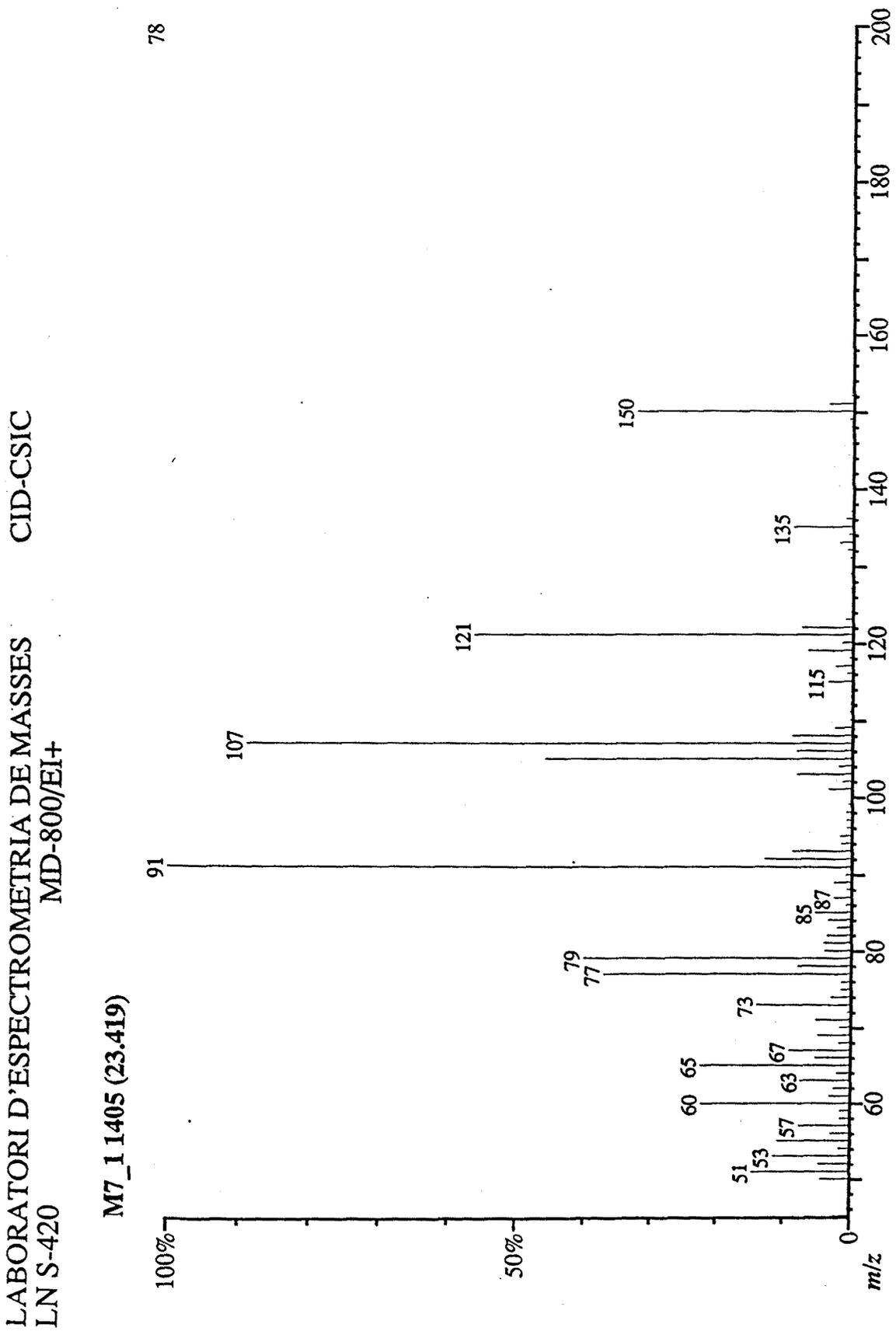


Figura 13.41 Espectro de masas identificado como Safranal en el método LN a presión atmosférica.

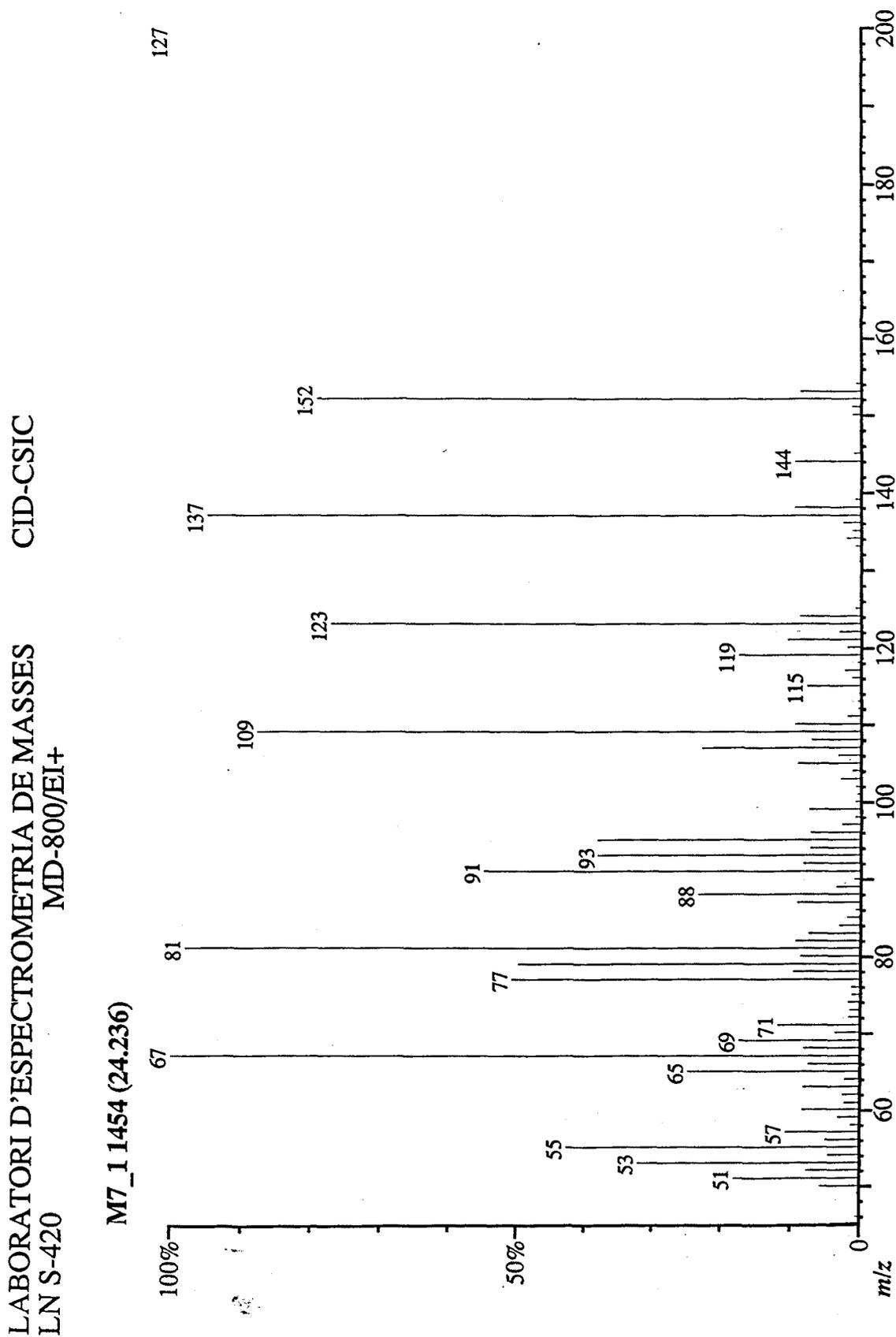


Figura 13.42 Espectro de masas identificado como β -ciclocitral en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420
MD-800/EI+

CID-CSIC

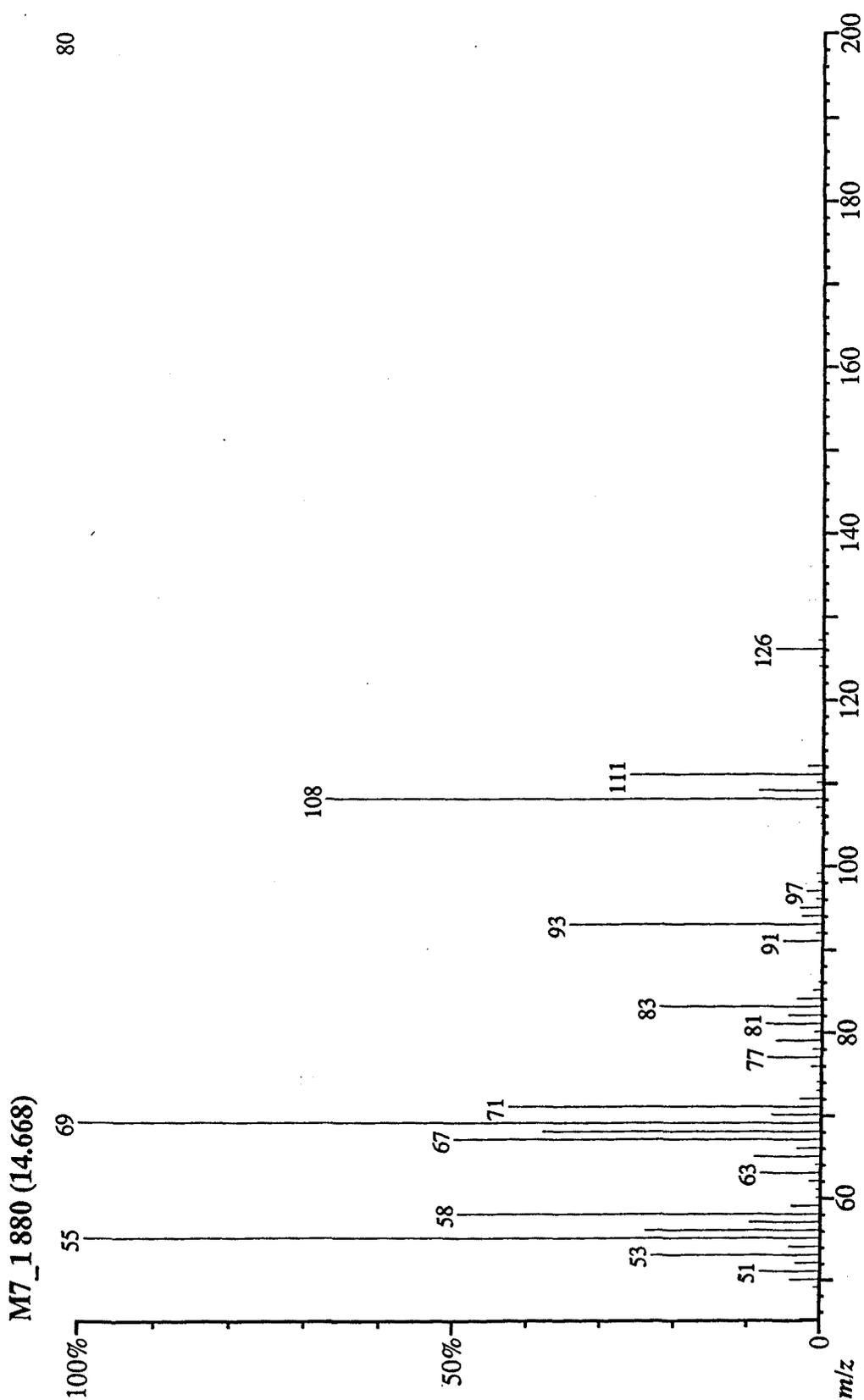


Figura 13.43

Espectro de masas identificado como 6-metil-5-hepten-2-ona en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LNS-420 (160) MD-800/EI+ CID-CSIC

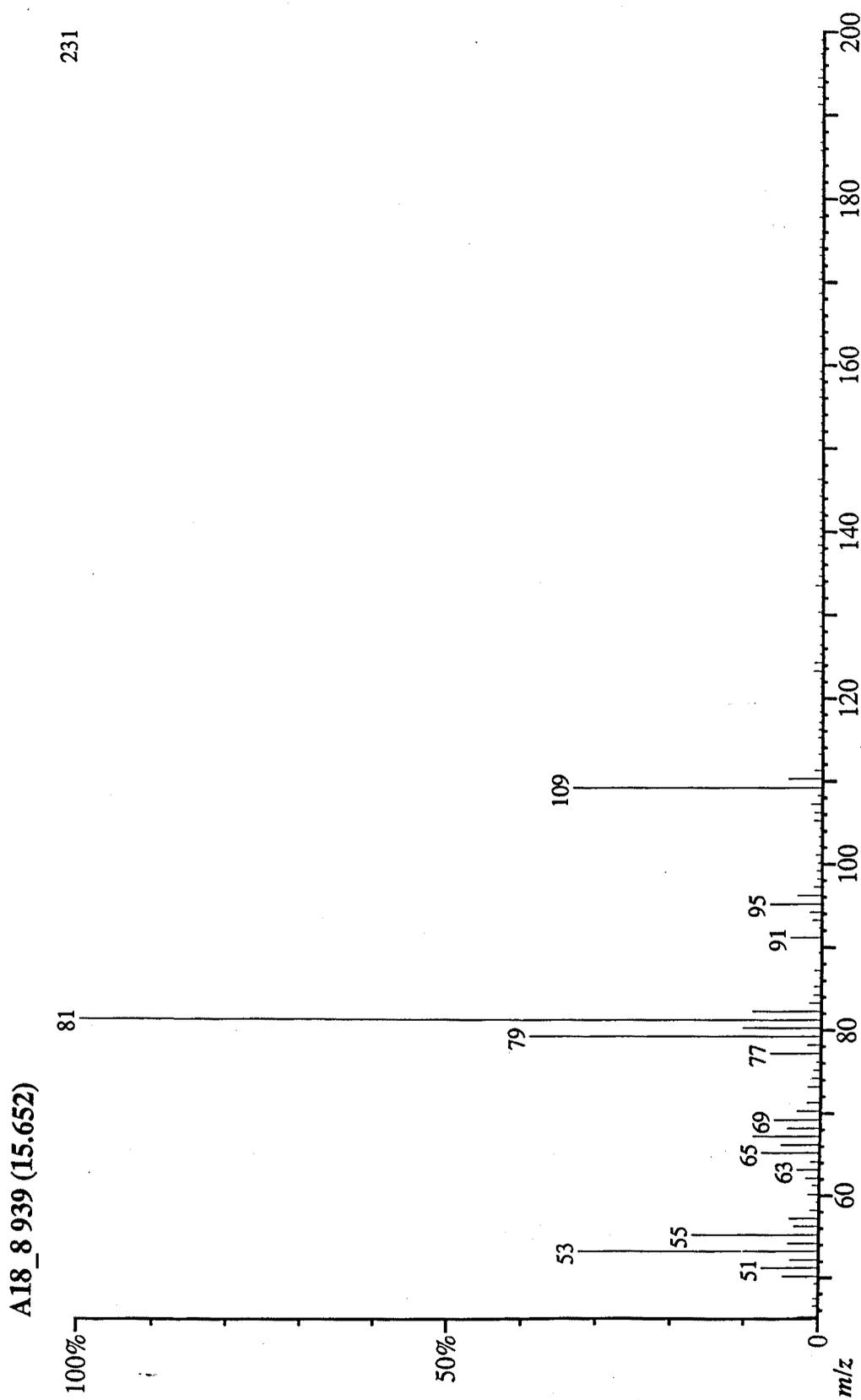


Figura 13.44 Espectro de masas identificado como (E)-3,7-octadien-2-ona en el método LN a presión reducida.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LNS-420 (160) MD-800/EI+ CID-CSIC

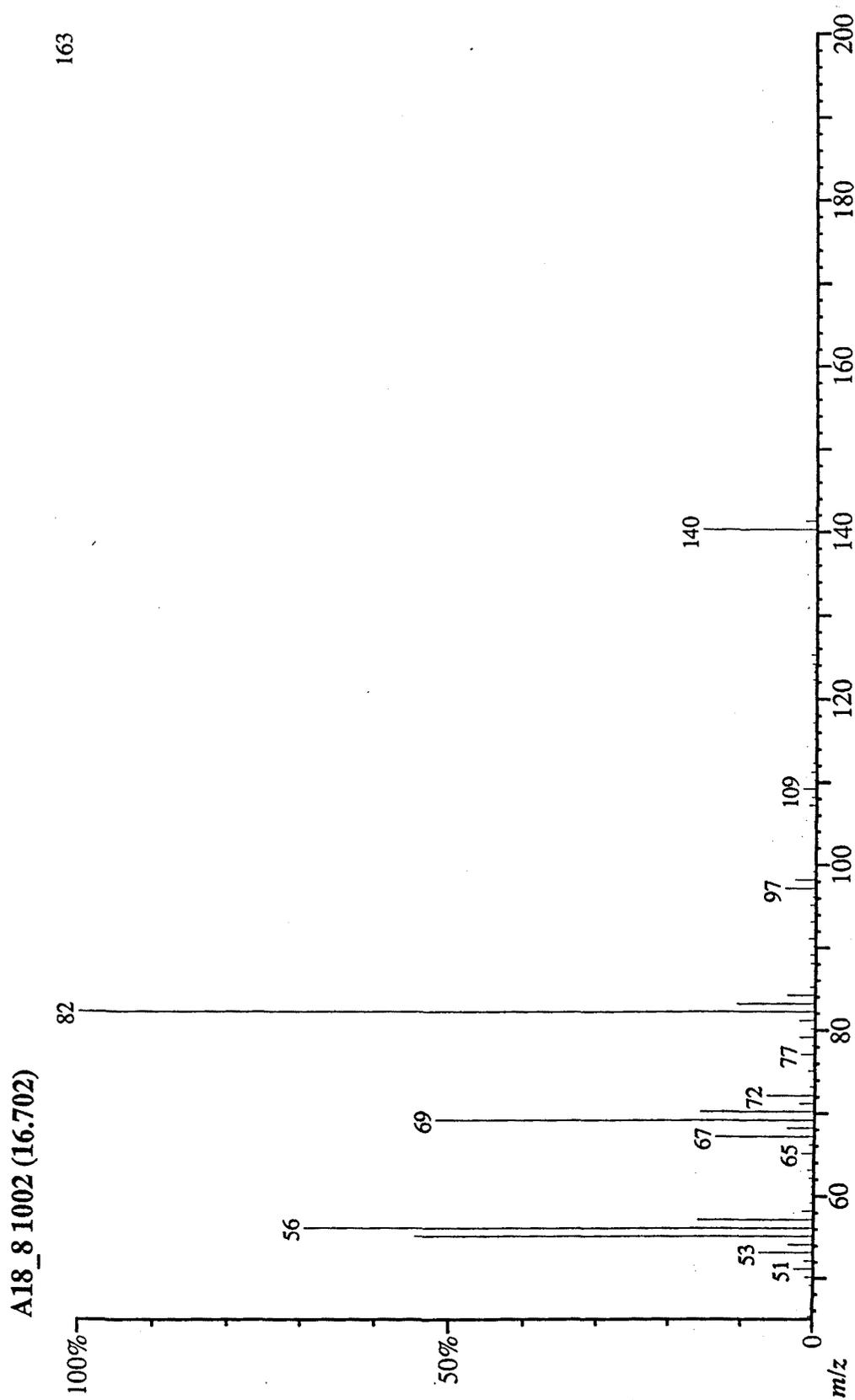


Figura 13.45 Espectro de masas identificado como 2,2,6-trimetilciclohexanona en el método LN a presión reducida.

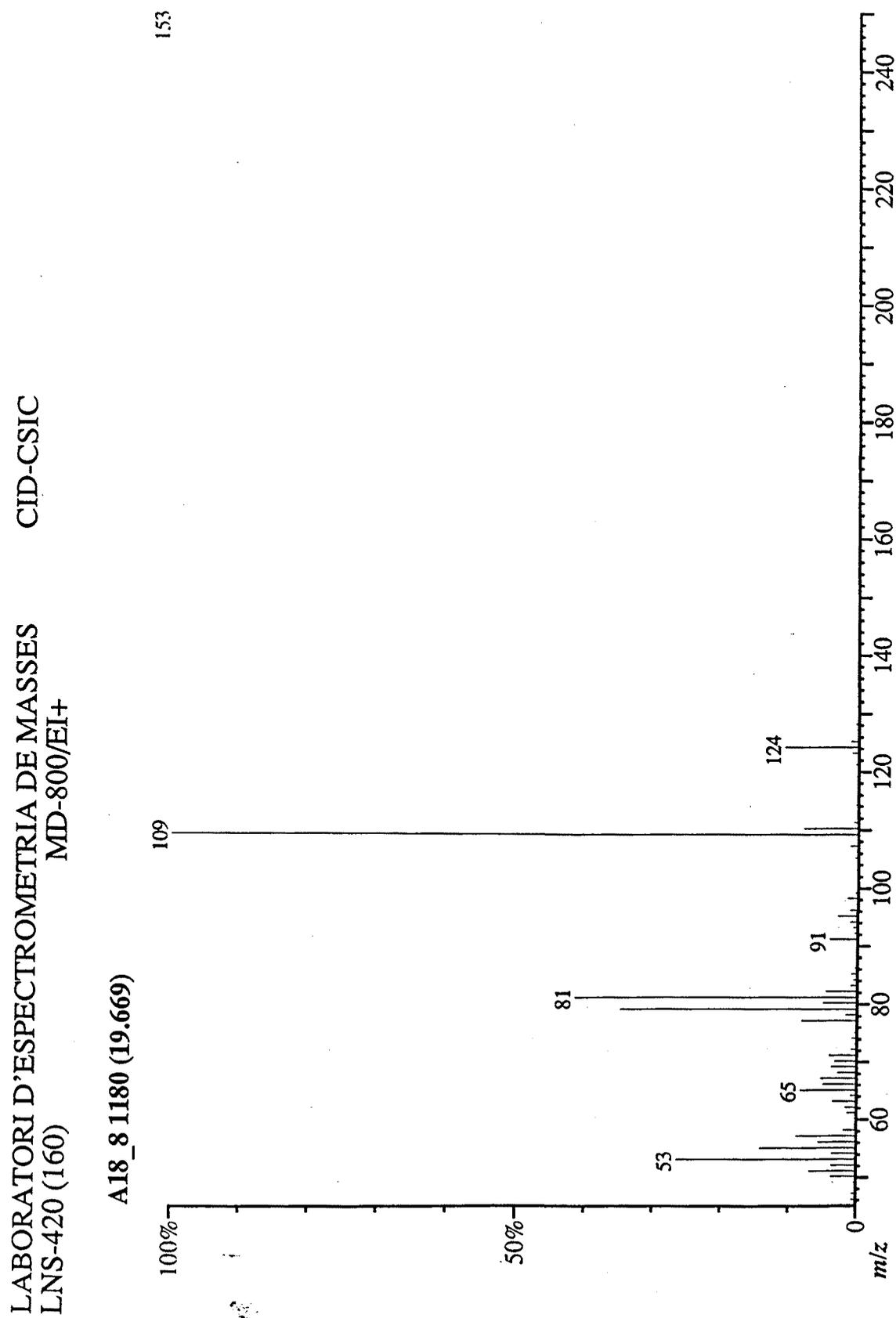


Figura 13.46 Espectro de masas identificado como 6-metil-3,5-heptadien-2-ona en el método LN a presión reducida.

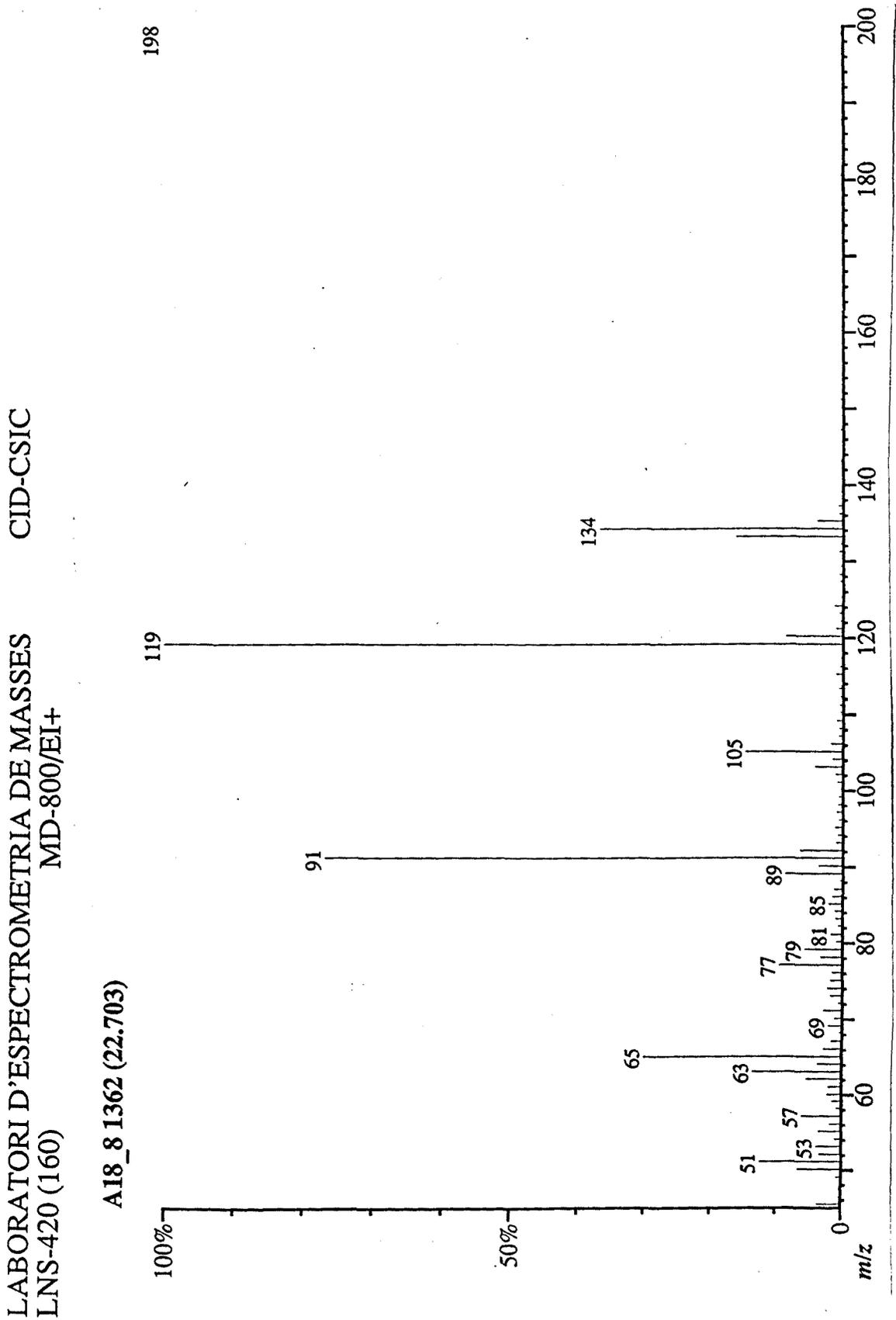


Figura 13.47 Espectro de masas identificado como 1-(metilfenil)-etanona en el método LN a presión reducida.

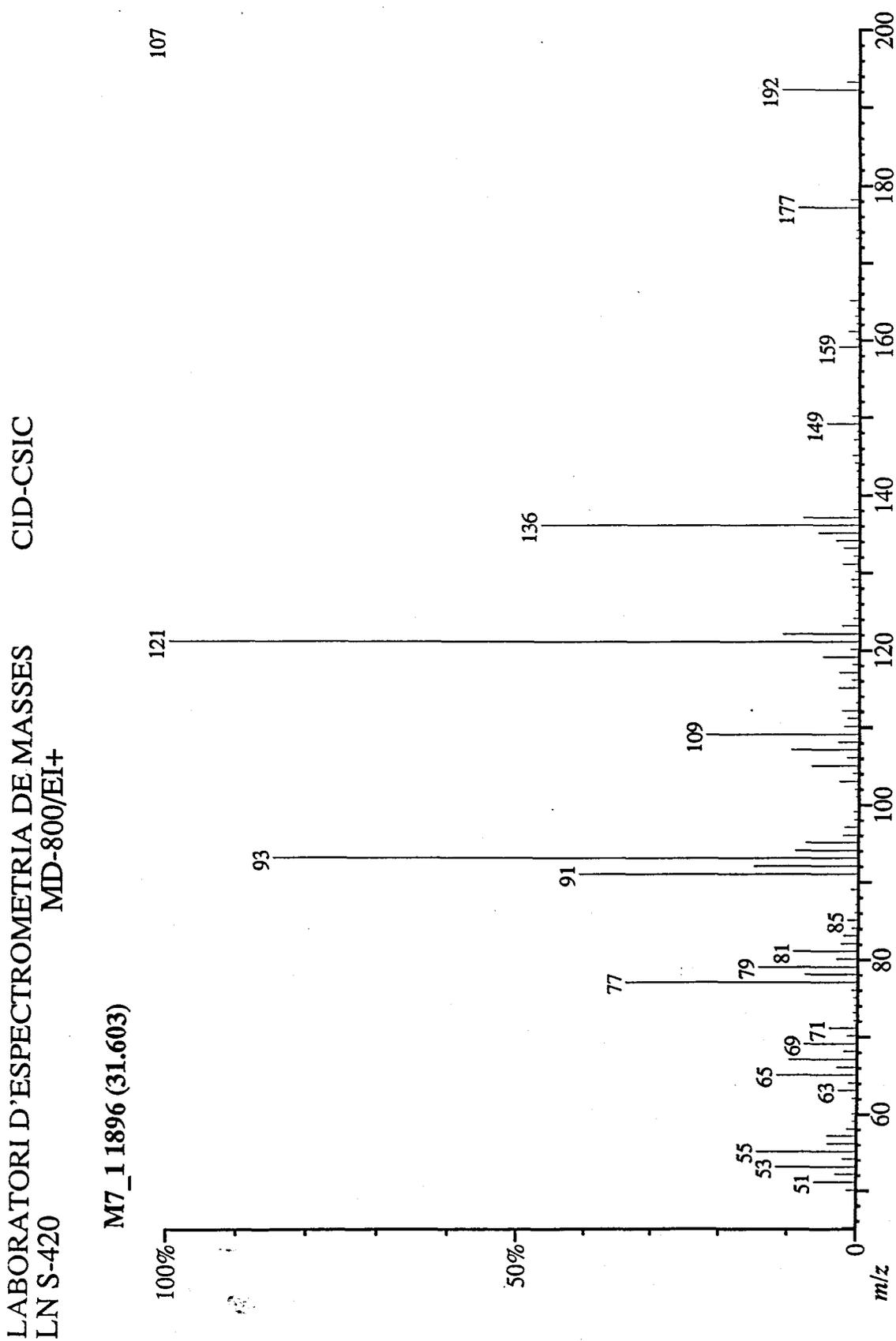


Figura 13.48 Espectro de masas identificado como α -ionona en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420

CID-CSIC

MD-800/EI+

M7_11918 (31.970)

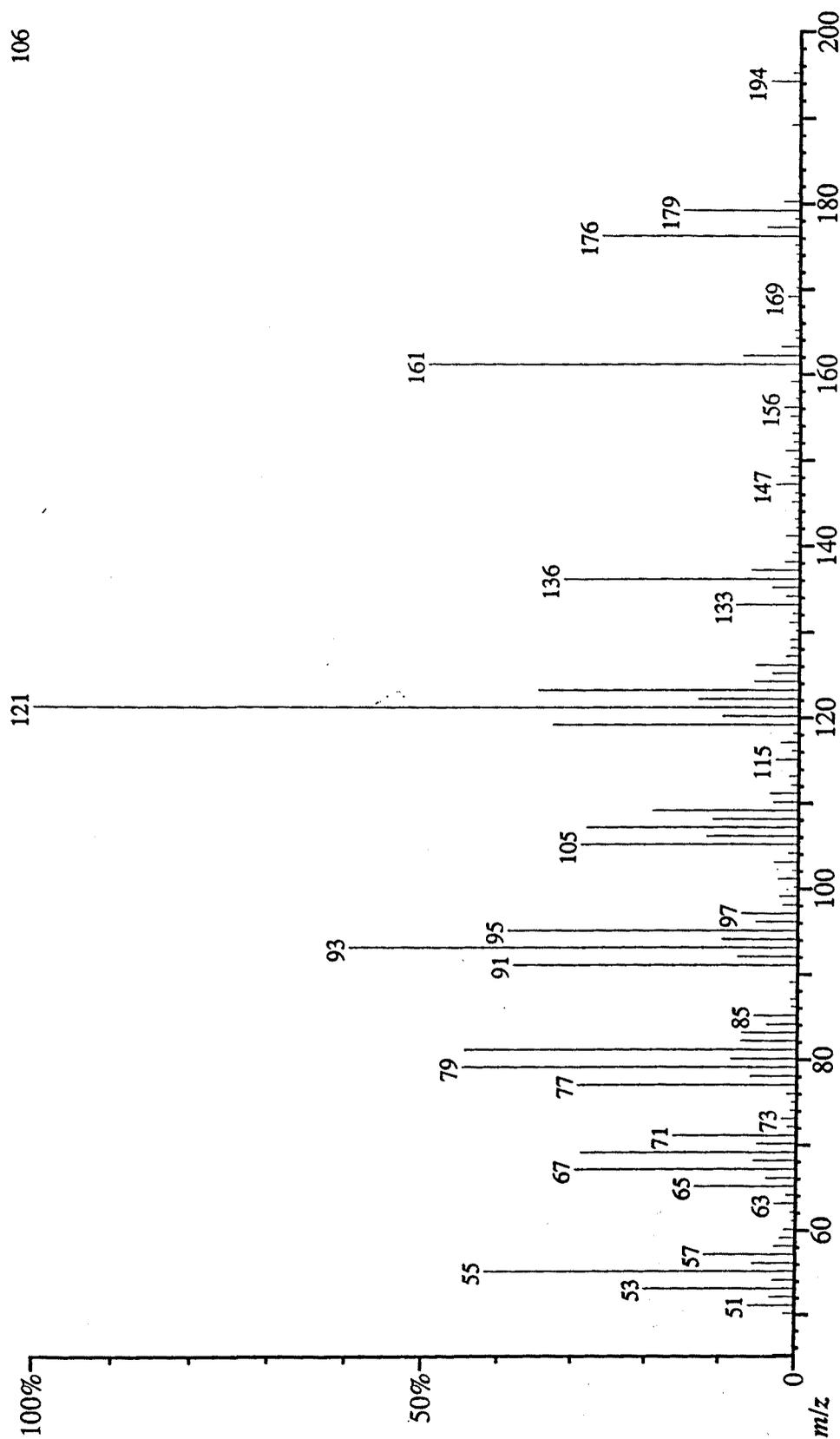


Figura 13.49 Espectro de masas identificado como dihidro- β -ionona en el método LN a presión atmosférica.

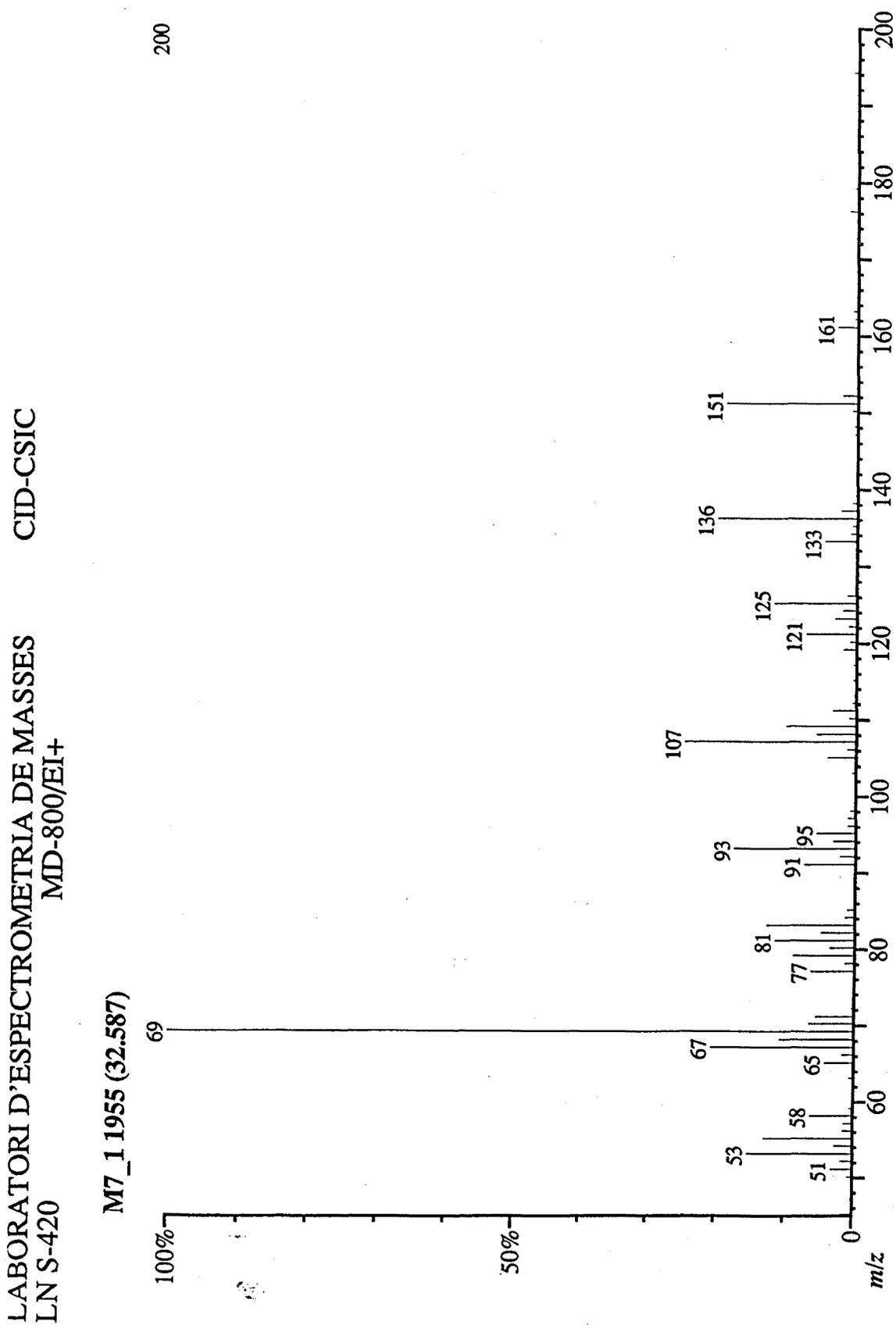


Figura 13.50 Espectro de masas identificado como Geranylacetona en el método LN a presión atmosférica.

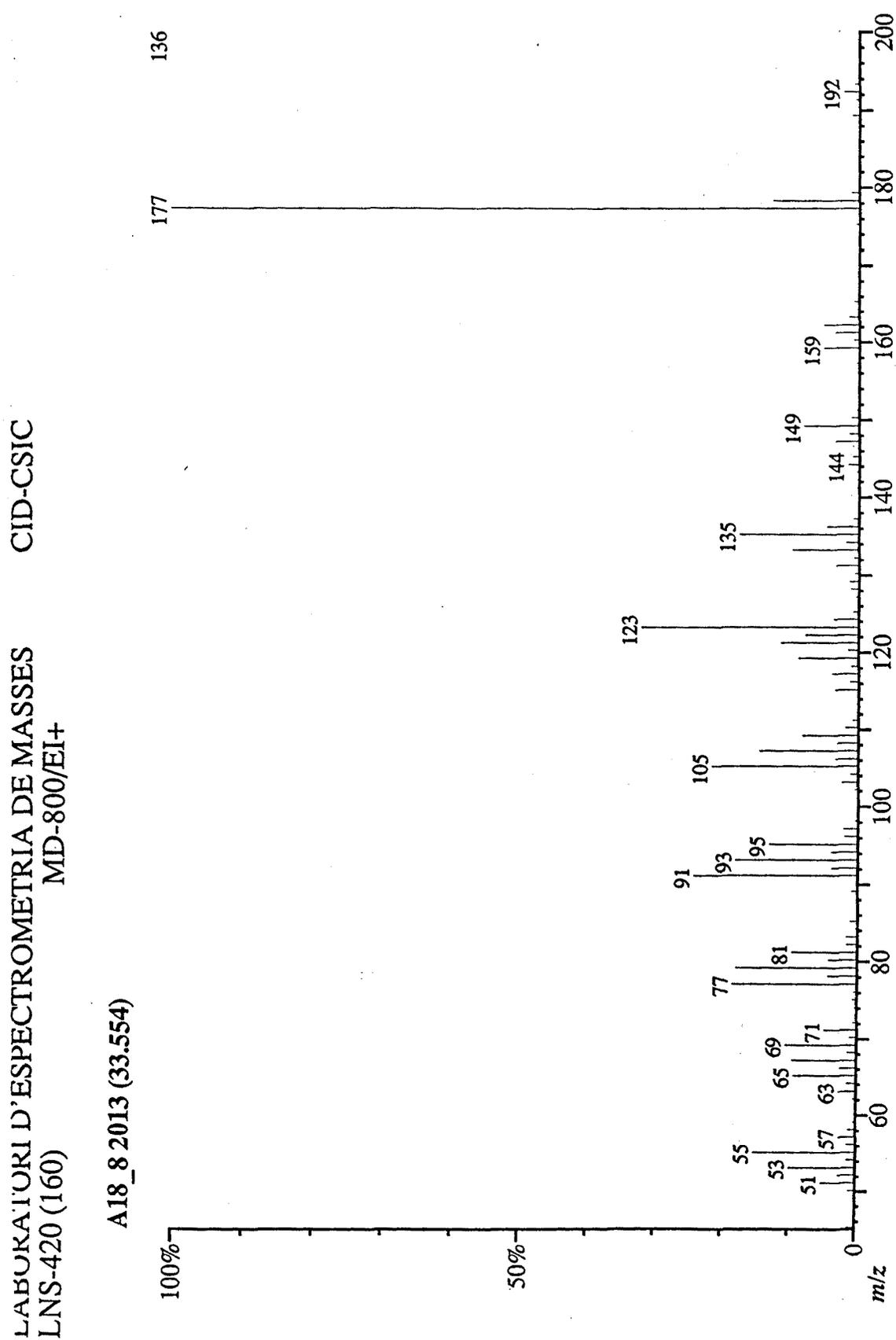


Figura 13.51 Espectro de masas identificado como β -ionona en el método LN a presión reducida.

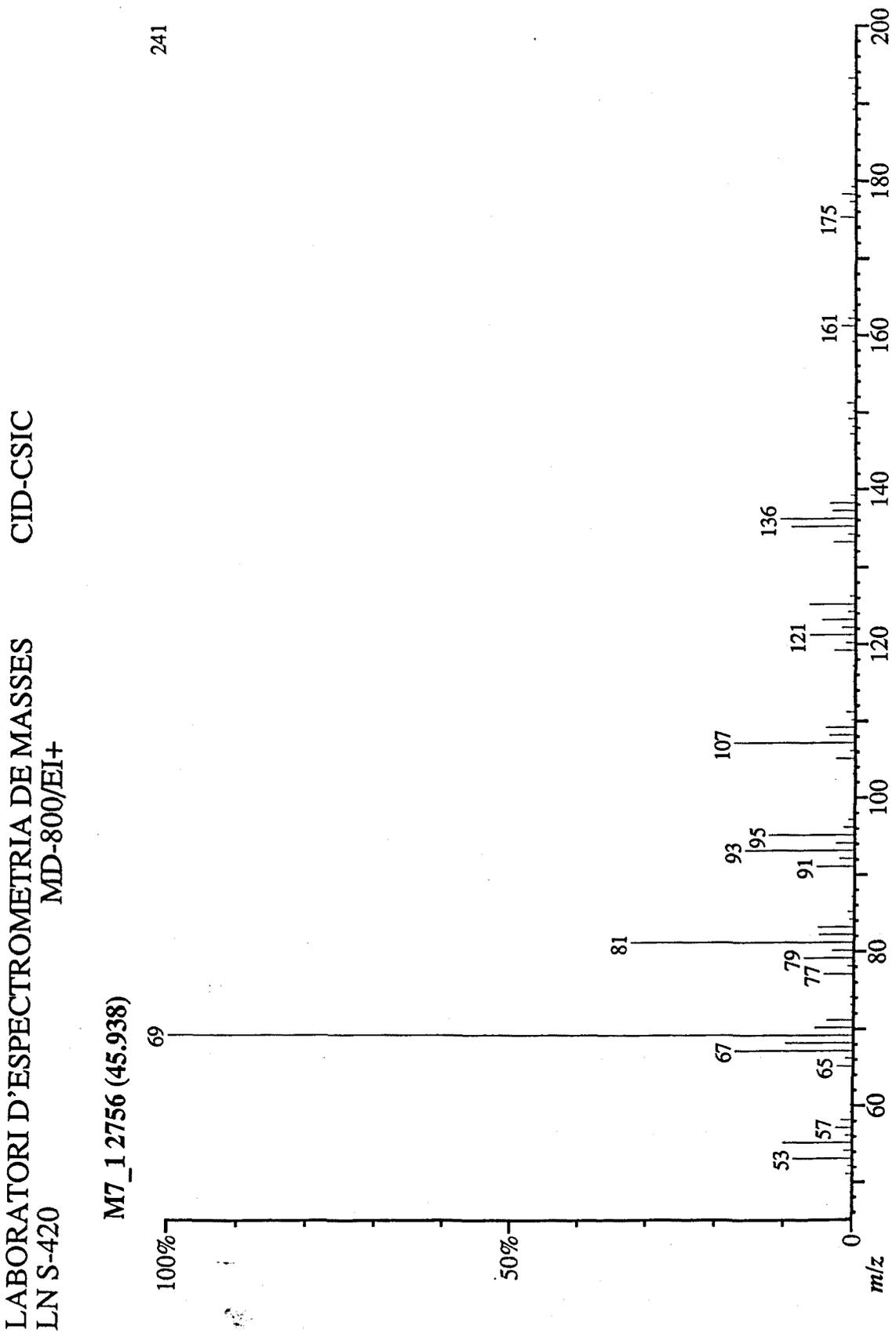


Figura 13.52

Espectro de masas identificado como (E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LNS-420
CID-CSIC
MD-800/EI+

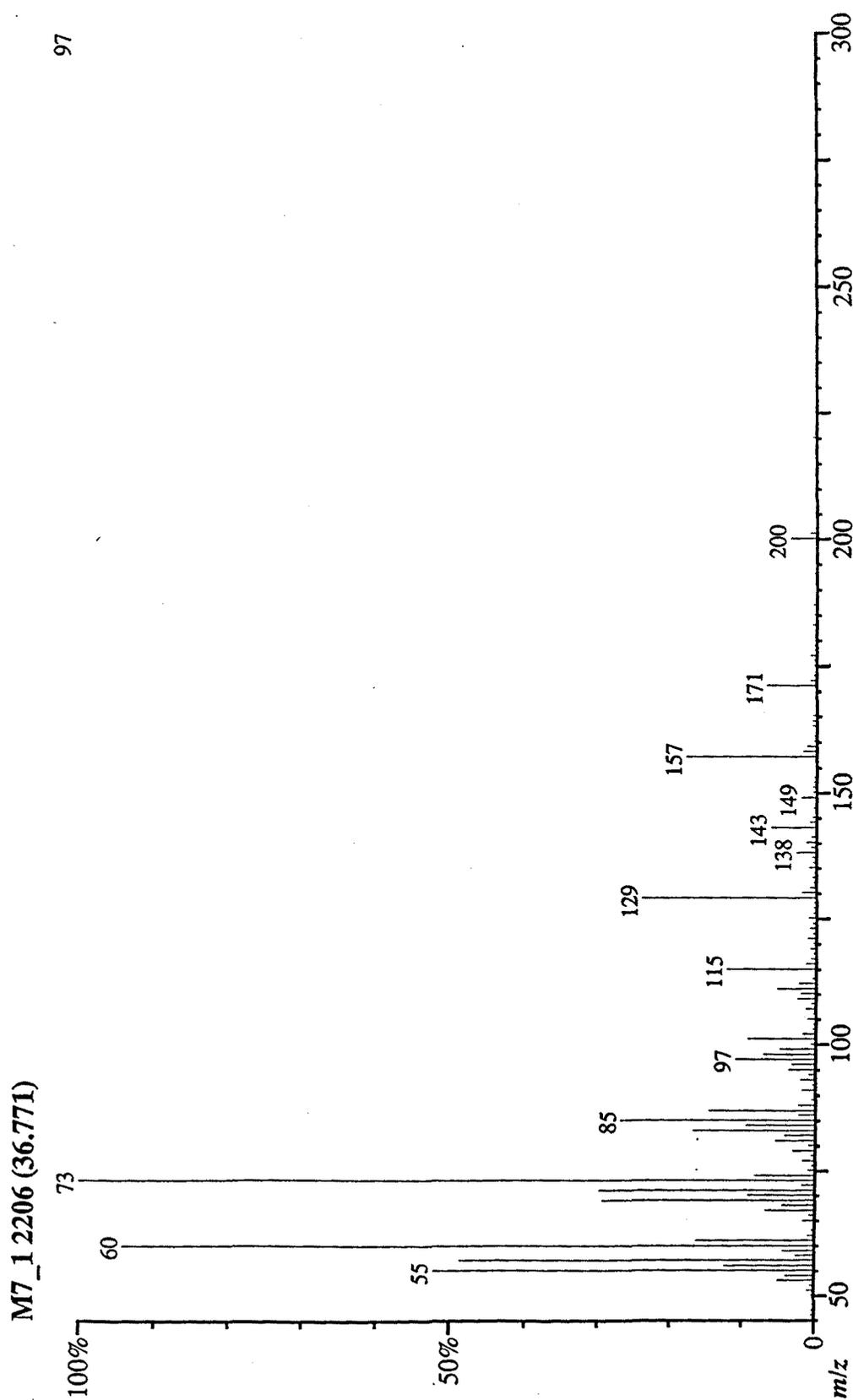


Figura 13.53

Espectro de masas identificado como Ácido dodecanoico en el método LN a presión atmosférica.

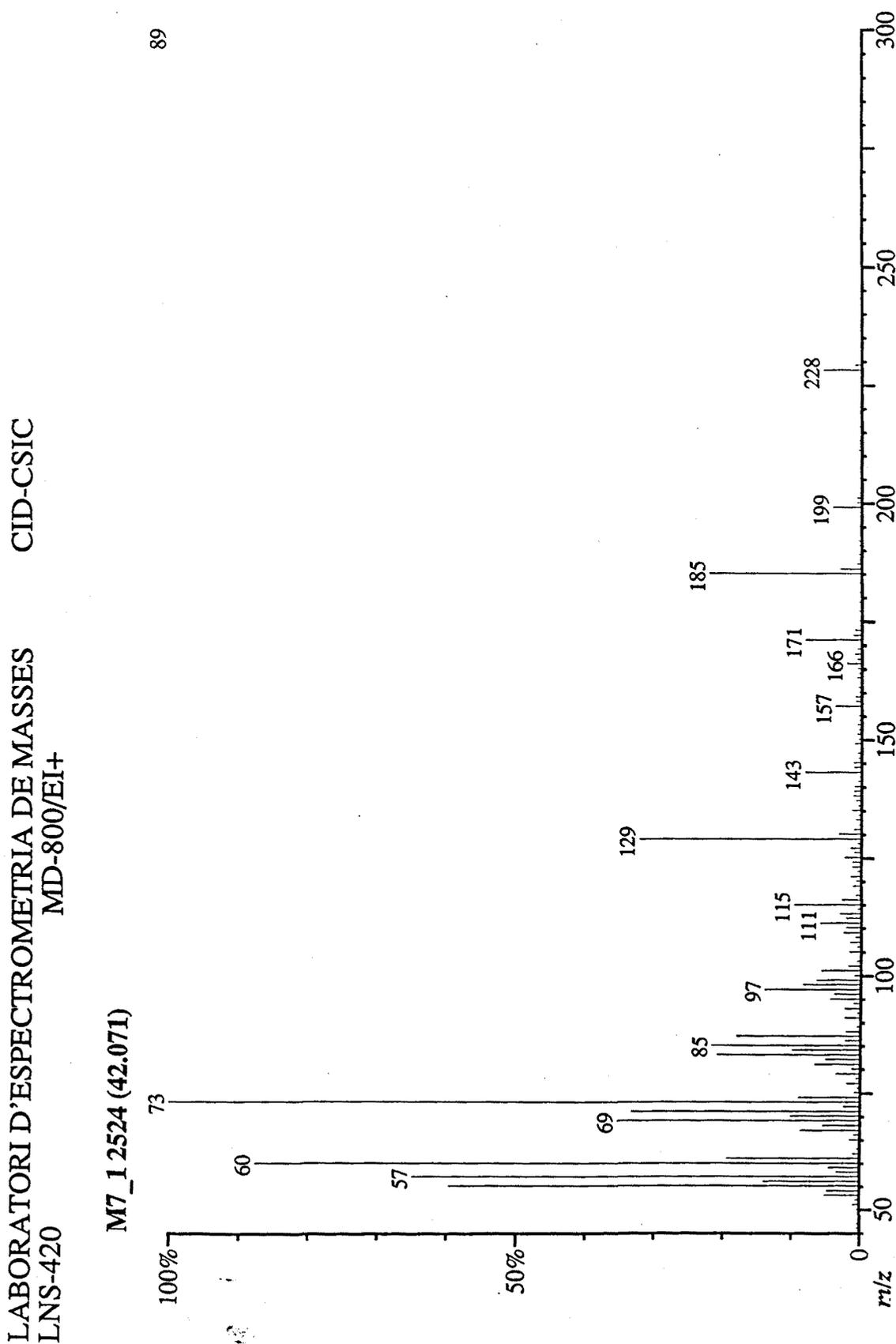


Figura 13.54 Espectro de masas identificado como Ácido tetradecanoico en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LNS-420

MD-800/EI+

CID-CSIC

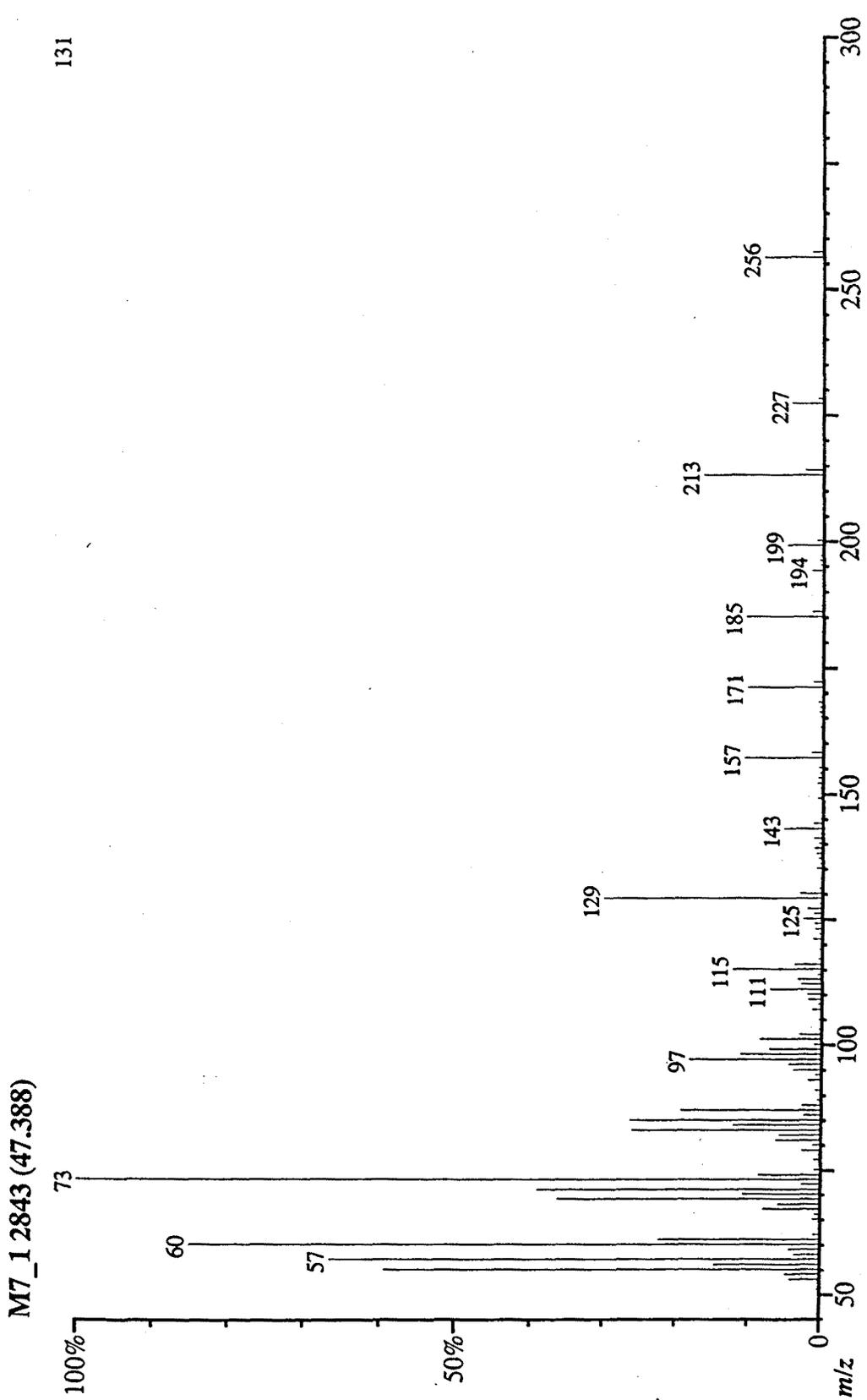


Figura 13.55 Espectro de masas identificado como Ácido hexadecanoico en el método LN a presión atmosférica.

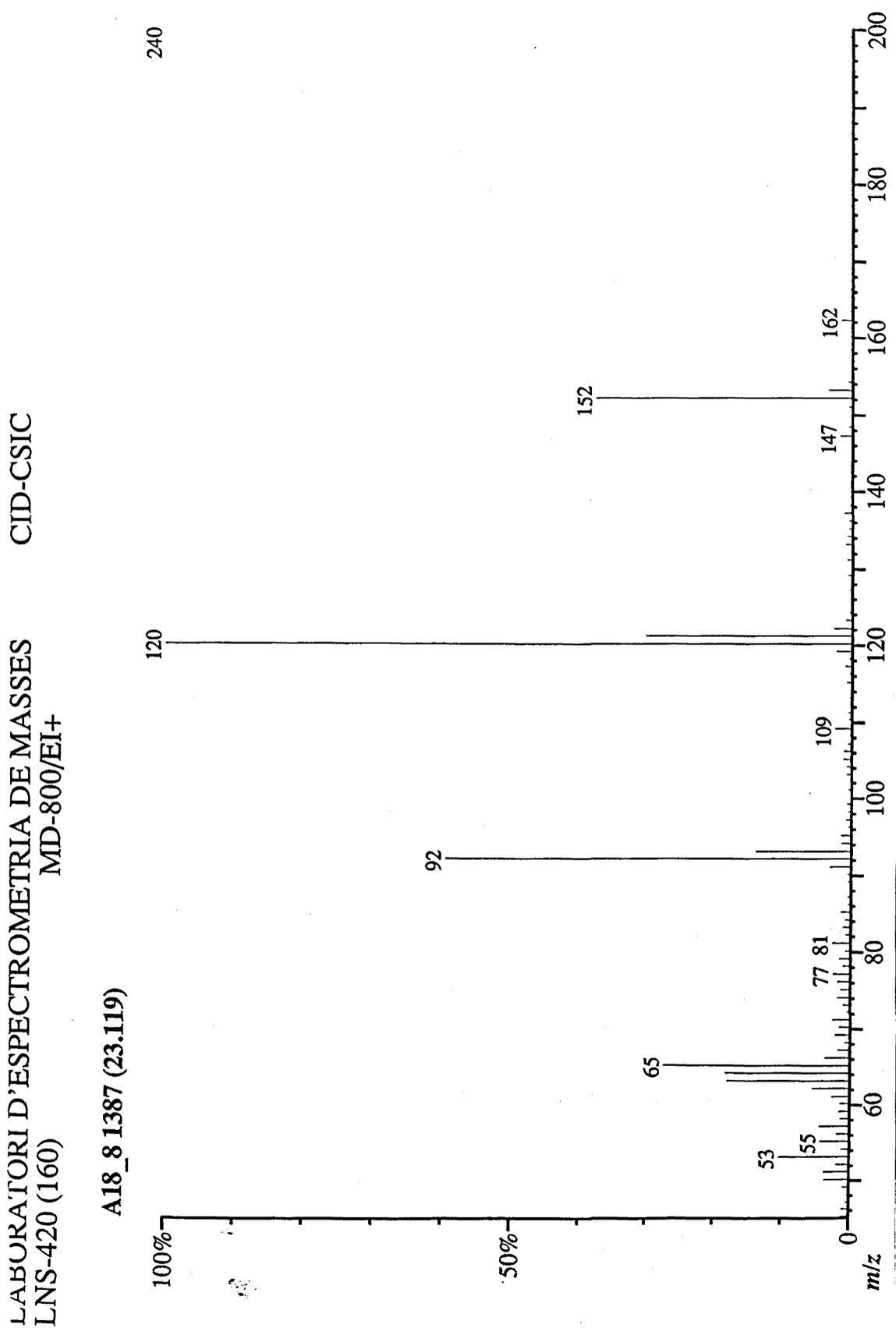


Figura 13.56 Espectro de masas identificado como Salicilato de metilo en el método LN a presión reducida.

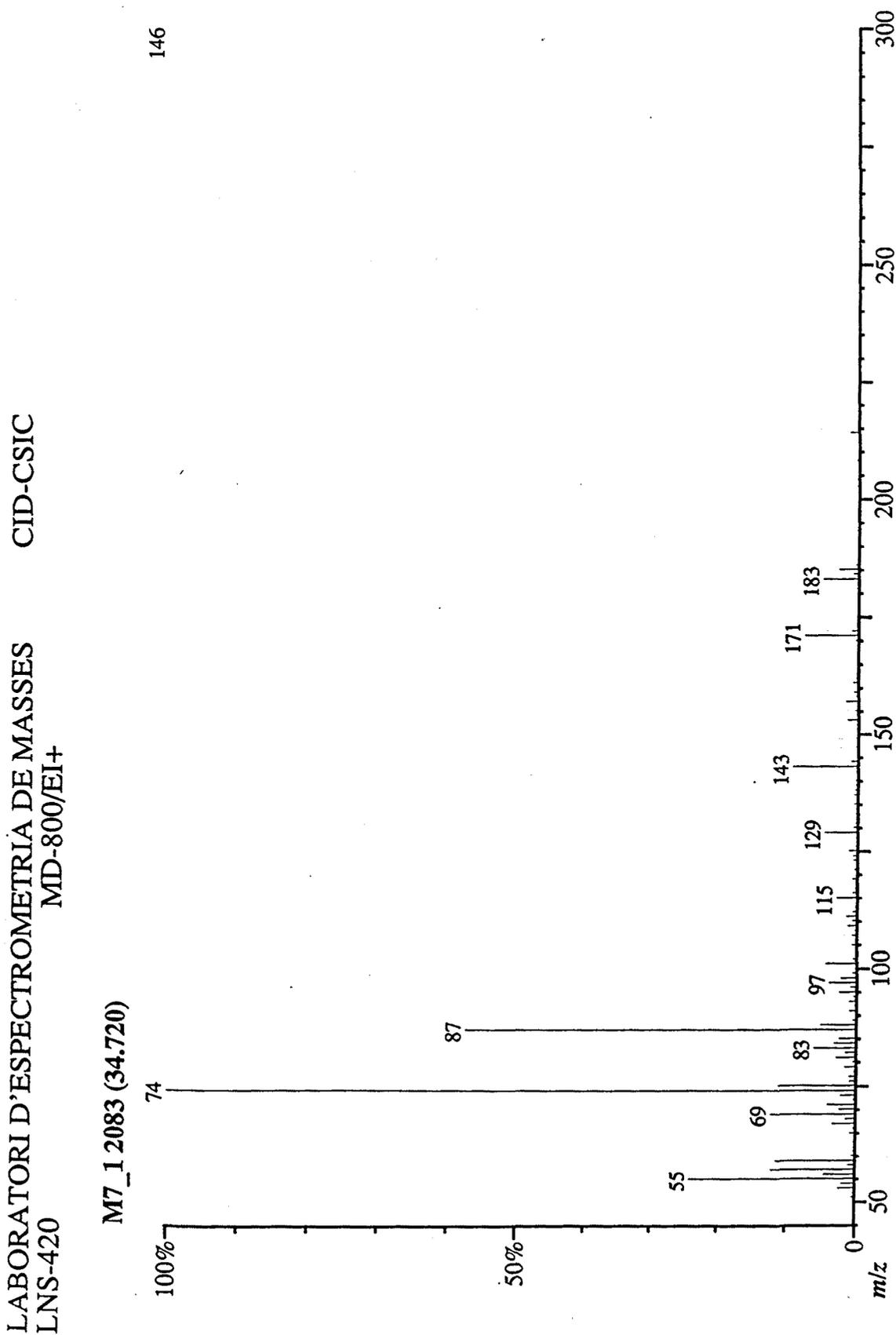


Figura 13.57 Espectro de masas identificado como 10-metilundecanoato de metilo en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420
CID-CSIC
MD-800/EI+

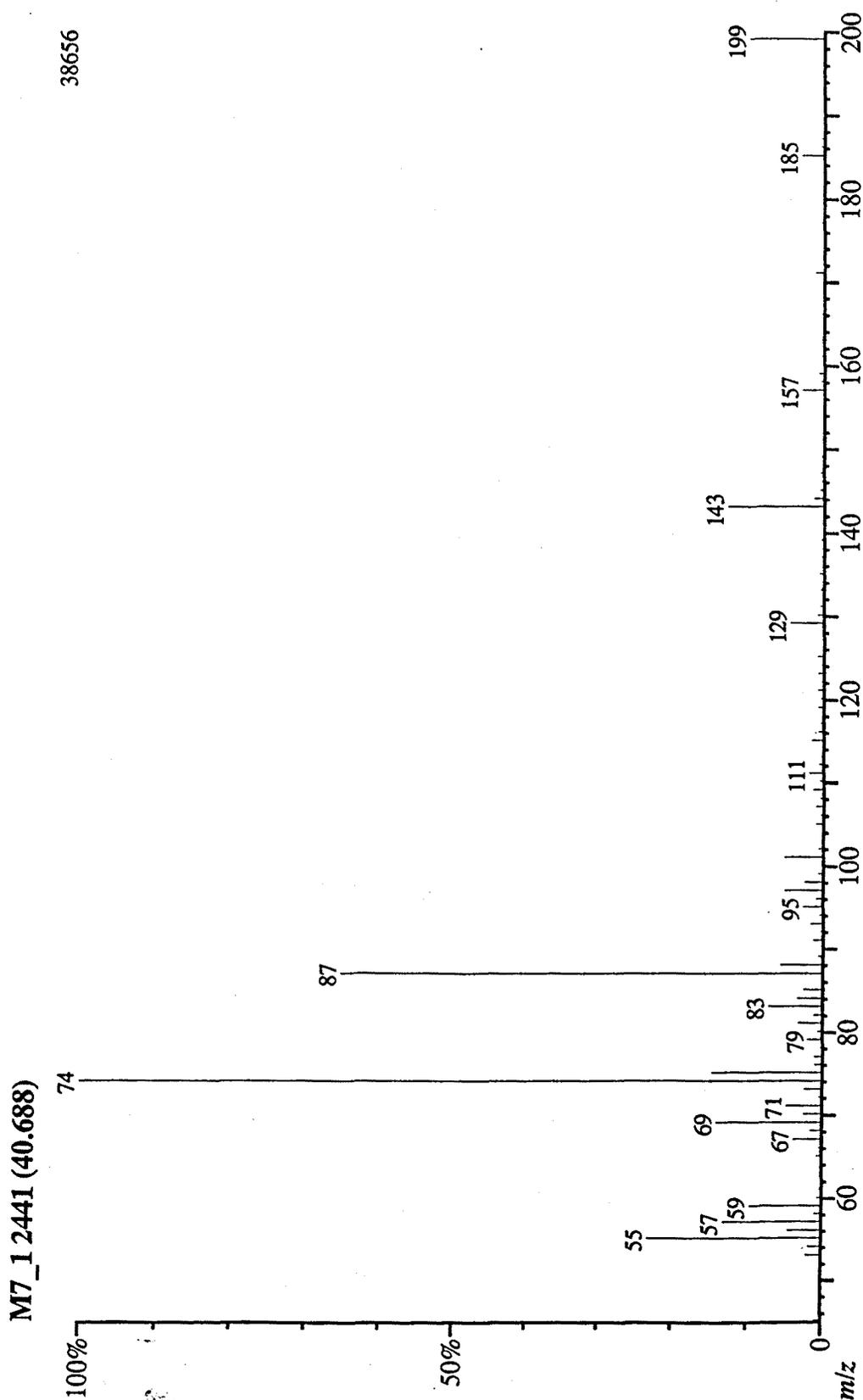


Figura 13.58

Espectro de masas identificado como *Tetradecanoato de metilo* en el método LN a presión atmosférica.

LABORATORI D'ESPECTROMETRIA DE MASSES
LN S-420

CID-CSIC
MD-800/EI+

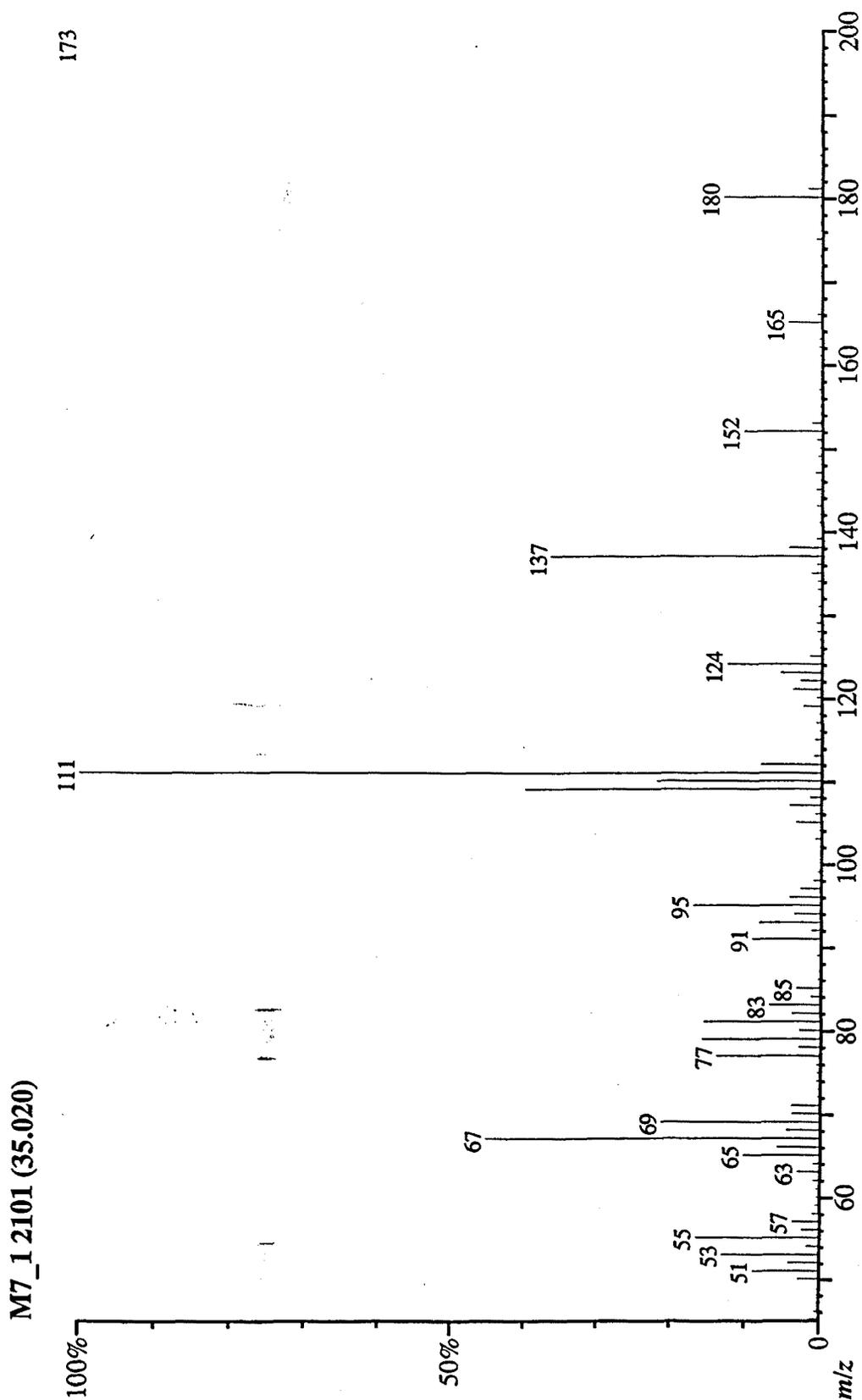


Figura 13.59

Espectro de masas identificado como Dihydroactinidiolide en el método LN a presión atmosférica.

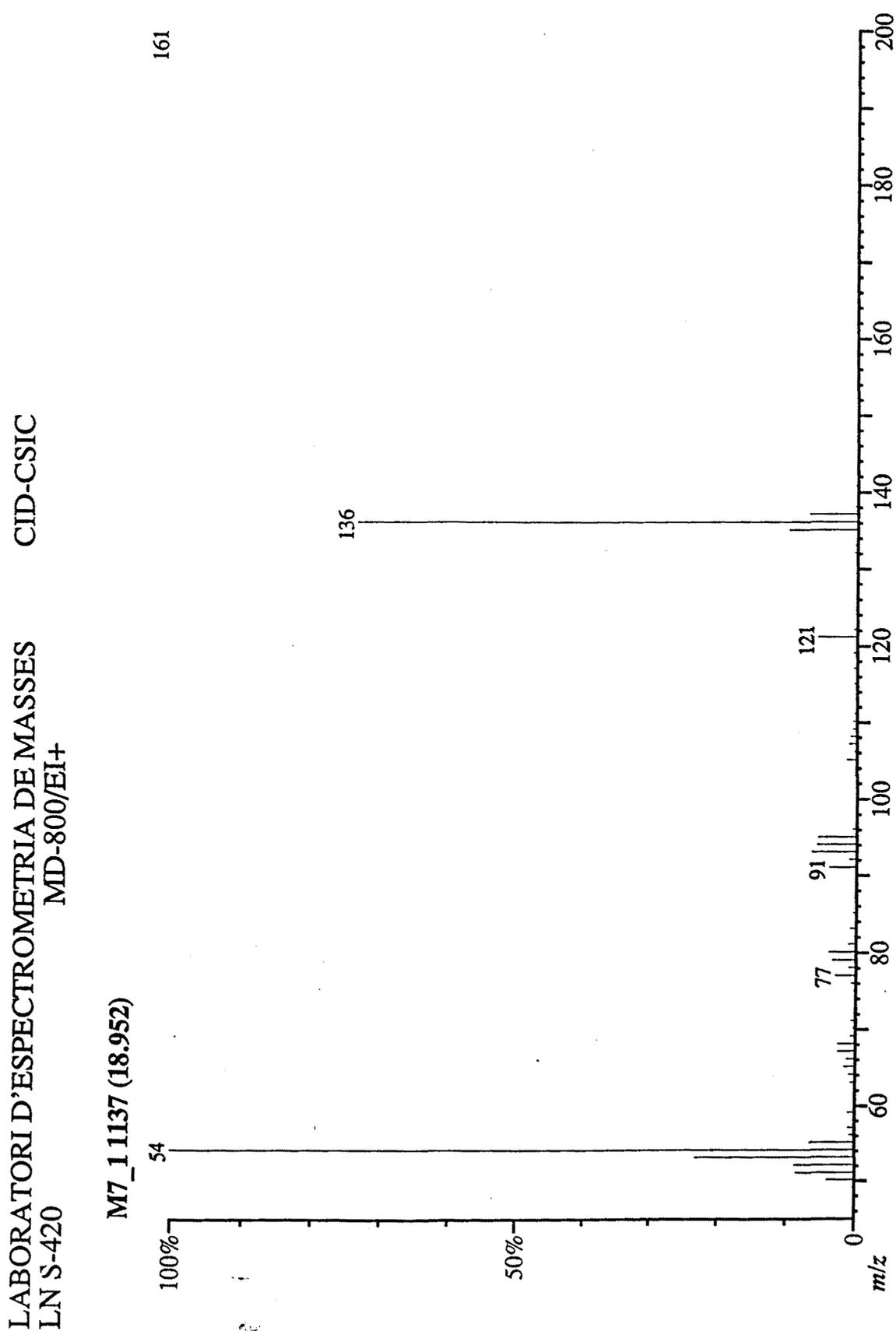


Figura 13.61 Espectro de masas identificado como Tetrametilpirazina en el método LN a presión atmosférica.

13.10 Bibliografía

- [1] R. DAVIS, M. FREARSON. *Mass Spectrometry*. Colec. ACOL. London. John Wiley & Sons. 1989.
 - [2] WALTER JENNINGS, TAKAYUKI SHIBAMOTO. *Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography*. New York. Academic Press. 1980.
 - [3] F. W. KARASEK, R. E. CLEMENT. *Basic Gas Chromatography-Mass Spectrometry, principles and techniques*. Amsterdam. Elsevier. 1991.
 - [4] F. W. McLAFFERTY. *Interpretación de los espectros de masas*. Barcelona. Reverté. 1969.
 - [5] E. PRETSCH, T. CLERC, J. SEIBL, W. SIMON. *Tablas para la elucidación estructural de compuestos orgánicos por métodos espectroscópicos*. Col. Vertix. Madrid. Alhambra. 1980.
 - [6] J. SEIBL. *Espectrometría de masas*. Col. Vertix. Madrid. Alhambra. 1973.
 - [7] R. M. SILVERSTEIN, G. C. BASSLER Y T. C. MORRILL. *Identificación espectrométrica de compuestos orgánicos*. México D. F. Diana. 1981.
 - [8] A. A. SWIGAR, R. M. SILVERSTEIN. *Monoterpenes. Infrared, Mass, ¹HNMR, and ¹³CNMR Spectra, and Kováts Indices*. Milwaukee. Aldrich Chemical Company, Inc. 1981.
-

CAPÍTULO 14

DISCUSIÓN SOBRE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES IDENTIFICADOS EN LA OLEORRESINA DE PIMENTÓN

14.1 Introducción

Los VOCs identificados en el capítulo anterior son la base para la discusión que se realiza en el presente capítulo. En primer lugar se indican aquellos alimentos en los que han sido identificados previamente los mencionados VOCs. Sigue, a continuación un pequeño resumen estadístico. En algunos casos, y para evitar confusiones o traducciones incorrectas, se ha optado por mantener el nombre original del alimento en el que se ha identificado el volátil, también se ha optado por mantener el nombre botánico original en alguno de los alimentos naturales. Se ha mantenido la clasificación presentada por *Volatile Compounds in Food. Qualitative and Quantitative Data, Volúmenes 1 y 2. Suplementos 1, 2 y 3* [1].

14.2 Presencia, en otros alimentos, de los hidrocarburos identificados en la oleorresina de pimentón

m-xileno (1,3-dimetilbenceno)

Identificado anteriormente en:

Pasas negras
Papaya
Patata horneada
Tomate
Queso
Pescado magro
Grasa de pollo

Fruto da guava
Mermelada de fresa
Patata (cocida o hervida)
Hojas de perejil
Mantequilla
Carne de pollo (cocida)
Carne de buey (hervida o cocida)

Carne de buey (parrilla o asada)
 Grasa de buey
 Carne de cerdo
 Carne de cerdo curada (cruda)
 Hígado de cerdo
 Vino blanco
 Cacao
 Cacahuete tostado
 Haba de soja
 Judía (cruda)
 Champiñón
 Nuez
 Salvado de arroz
 Eneldo (hierba)
 Berro
 Garcinia mangostana
 Kiwi
 Vainilla
 Endivia
 Nectarina
 Valerianella locusta
 Cangrejo
 Vieira

Carne de buey (en conserva)
 Carne de buey (cruda)
 Carne de cerdo sin curar (hervida o cocida)
 Carne de cerdo curada (hervida o cocida)
 Ron
 Vino rosado
 Corylus avellano (asado)
 Miel
 Zumo de fruto de la pasión
 Judías (calientes)
 Mango (fresco)
 Arroz
 Arroz tradicional (cocido)
 Avena
 Krill
 Chirimoya
 Kumasaza
 Carica pubescens
 Gamba (cocida)
 Dioscorea
 Okra
 Cangrejo de río

Limoneno

Identificado anteriormente en:

Albaricoque
 Cereza ácida
 Zumo de piel de naranja
 Zumo de limón
 Zumo de pomelo
 Aceite de piel de *C. reticulata*
 Aceite de piel de tangerine
 Aceite de piel de Satsuma
 Aceite de piel de lima
 Aceite de piel de Kumquat
Vaccinium myrtillus L.
Vaccinium vitis idaea L.
Vaccinium ashei Raede
Vaccinium oxycoccus L.
 Pasas negras (bayas)
 Fruto de guava
Psidium cattelianum Sabine
Vitis vinifera L.
Vitis rotundifolia
 Melón
 Melocotón

Cereza dulce
 Zumo de naranja
 Aceite de piel de naranja amarga
 Aceite de piel de limón
 Aceite de piel de pomelo
 Zumo de *C. reticulata*
 Zumo de Satsuma
 Zumo de lima
 Aceite de piel de lima (destilado)
 Aceite de piel de pummelo
Vaccinium macrocarpon, Ait.
Vaccinium corymbosum L.
Vaccinium angustifolium
Vaccinium uliginosum L.
 Pasas negras (brotes)
 Fruto de feijoa
 Guava amarilla
Vitis labrusca L.
 Otras *vitis* species
 Papaya
 Pera Bartlett

Otros tipos de pera
Frambuesa
Zarzamora (caliente)
Mermelada de fresa
Apio (hojas y tallos)
Semilla de apio
Patata al horno
Capsicum annuum (Bell pepper)
Tomate
Canela
Clavo
Jenjibre
Aceite de Mentha arvensis L.
Aceite de Mentha cardiaca Ger.
Otros aceites de menta
Pimienta
Perejil (hojas)
Pan de trigo
Quesos suizos
Otros tipos de quesos
Pescado graso (ahumado)
Carne de pollo (cocida)
Carne de pollo (frita)
Carne de buey (parrilla o asada)
Carne de cerdo curada (ahumada)
Aceite de lúpulo
Weinbrand
Ron
Vino blanco
Cacao
Té negro
Té parcialmente fermentado
Té elaborado
Cacahuete tostado
Patatas chips
Haba de soja (caliente)
Zum de fruto de la pasión
Ciruela
Setas (otras variedades)
Origanum vulgare L.
Trassi
Semilla de sésamo (asada)
Mango (enlatado)
Brócoli (cocido)
Nuez
Raíz de chirivía (cruda)
Nuez de Brasil
Cardamom
Ginebra
Arroz tradicional (cocido)
Membrillo
Piña
Zarzamora (fresca)
Fresa
Zanahoria
Apio (raíces)
Cebolla (asada)
Patata (cocida o hervida)
Capsicum frutescens
Anís
Otros tipos de canela
Cuminum cyminum L.
Aceite de menta
Aceite de Mentha spicata L.
Mentha pulegium L.
Nuez moscada
Macis
Tomillo
Queso Cheddar
Gruyere de comte
Mantequilla
Pescado magro (crudo)
Carne de pollo (asada)
Carne de buey (hervida o cocida)
Grasa de buey
Hígado de cerdo
Coñac
Otros tipos de licor de uva
Whisky escocés
Vino tinto
Café
Té verde
Té fermentado vía microbiana
Corylus avellano (asado)
Pecan (crudo)
Haba de soja
Aceituna
Fruto de la pasión
Judía (cruda)
Origanum majorana L.
Averrhoa carambola L.
Licor de ciruela
Mango (fresco)
Coliflor (cocida)
Tamarindo
Licor de manzana
Raíz de chirivía (cocida)
Alcachofero
Culantro (semilla)
Salvado de arroz
Arroz aromático (cocido)
Artemisia dracunculus L.

Semilla de zanahoria	Orégano (español)
Pera Prickly	Litchi
Acorus calamus L.	Eneldo (hierba)
Eneldo (semilla)	Eneldo (raíz)
A. sowa Roxb.	Matsutake
Lovage	Carum carvi L.
Baya de enebro	Baya de enebro (extracto alcohólico)
Beli	Sémola de avena
Maíz	Anacardium occidentale
Basil	Laurel
Foeniculum vulgare Mill.	Katsuobushi
Anthriscus cerefolium L.	Krill
Pimienta de California	Chirimoya
Kiwi	Myrtus communis L.
Rosemary	Vino de arándano
Aceite de buchu	Vainilla
Curcuma longa L.	Curcuma xanthorrhiza Roxb.
Endivia	Melisa oficial
Ouzo	Salvia
Salvia sclarea L.	Gamba (cruda)
Gamba (cocida)	Annona atemoya
Nectarina	Illicium anisatum
Illicium verum	Dioscorea
Valerianella locusta	Okra
Chayote	Udo
Cangrejo	Cangrejo de río
Almeja	Aronia melanocarpa Ell.
Physalis peruviana L.	Espino falso
Piel de membrillo chino	Pawpaw
Monstera deliciosa Liebm.	Monodora tenuifolia
Pasas rojas	

 α -ocimeno

Identificado anteriormente en:

Papaya

Terpinoleno

Identificado anteriormente en:

Albaricoque	Zumo de naranja
Aceite de piel de naranja	Aceite de piel de naranja amarga
Zumo de limón	Aceite de piel de limón
Zumo de pomelo	Aceite de piel de <i>C. reticulata</i>
Zumo de tangerine	Aceite de piel de tangerine

Aceite de Satsuma	Aceite de piel de Satsuma
Zumo de lima	Aceite de piel de lima
Aceite de piel de Kumquat	Aceite de piel de pomelo
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	<i>Vaccinium ashei</i> Raede
Pasas negras	Fruto de guava
Fruto de guava	Papaya
Frambuesa	Zarzamora (fresca)
Zarzamora (caliente)	Frambuesa
Frambueso negro (hojas)	Zarzamora (hojas)
Zanahoria	Apio (hojas y tallos)
Apio (raíces)	Semilla de apio
<i>Capsicum annuum</i> (Bell pepper)	Tomate
Anís	Canela
Jenjibre	Aceite de menta
Aceite de <i>mentha arvensis</i> L.	Aceite de <i>mentha spicata</i> L.
Aceite de <i>mentha cardiaca</i> L.	Aceite de <i>mentha pulegium</i> L.
Otros aceites de menta	Nuez moscada
Pimienta	Macis
Perejil (hojas)	Tomillo
Queso	Leche
Cerveza	Ron
Vino blanco	Té negro
Té fermentado vía microbiana	Té elaborado
Haba de soja	Haba de soja (caliente)
Zumo de fruto de la pasión	Fruto de la pasión
Judía	Judía (caliente)
<i>Origanum majorana</i> L.	Orégano (español)
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Mango (fresco)
Raíces de chirivía (fresca)	Raíces de chirivía (cocida)
Semilla de culantro	Ginebra
Estragón	Orégano (español)
Litchi	Hierba de eneldo
Raíz de eneldo	<i>Levisticum officinale</i> Koch
Baya de enebro	Baya de enebro (extracto alcohólico)
Albahaca	Laurel
<i>Foeniculum vulgare</i> Mill.	Pimienta de California
Chirimoya	<i>Myrtus communis</i> L.
Rosemary	Aceite de buchu
<i>Curcuma longa</i> L.	<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.
Salvia	<i>Salvia sclarea</i> L.
<i>Annona atemoya</i>	Nectarina
<i>Illicium anisatum</i>	<i>Illicium verum</i>
<i>Dioscorea</i>	<i>Physalis peruviana</i> L.
<i>Monodora tenuifolia</i>	

Tridecano

Identificado anteriormente en:

Manzana (fresca)	Albaricoque
Zumo de Satsuma	Vaccinium angustifolium
Fruto de guava	Vitis vinifera L.
Otras vitis species	Melocotón
Cebolla (asada)	Allium grayi Regal
Guisante	Vinagre
Perejil (hojas)	Gruyere de comte
Parmesano	Otros tipos de quesos
Mantequilla	Huevo (hervido)
Pescado graso (crudo)	Pescado graso (ahumado)
Pescado magro (crudo)	Aceite de pescado
Carne de pavo (asada)	Carne de pollo (cocida)
Carne de pollo (asada)	Carne de pollo (frita)
Grasa de pollo	Gallina de Guinea
Carne de buey (hervida o cocida)	Carne de buey (parrilla o asada)
Grasa de buey	Carne de carnero (hervida)
Carne de cordero (hervida)	Hígado de cordero y carnero
Carne de cerdo sin curar (hervida o cocida)	Carne de cerdo curada (cruda)
Carne de cerdo curada (hervida o cocida)	Carne de cerdo curada (frita)
Grasa de cerdo	Aceite de lúpulo
Vino tinto	Cacao
Café	Té verde
Té fermentado vía microbiana	Corylus avellano (asado)
Cacahuete tostado	Haba de soja
Coco	Ciruela
Judía (cruda)	Setas (otras variedades)
Trigonella foenum-graecum L.	Nuez
Nuez de Brasil	Salvado de arroz
Arroz tradicional (cocido)	Arroz aromático (cocido)
Eneldo (hierba)	Eneldo (raíz)
A. sowa Roxb.	Sémola de avena
Katsuobushi	Krill
Carica pubescens	Gamba (cruda)
Berenjena	Nectarina
Valerianella locusta	Cangrejo de río
Zarzamora	Monstera deliciosa Liebm.

1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno

Identificado anteriormente en:

Melocotón	Fresa
Coñac	Weinbrand
Otros tipos de licor de uva	Ron
Ron de segunda categoría	Jerez
Vino blanco	Vino tinto
Vino de Oporto	Vino especial
Vino de uvas en racimo	Zumo de fruto de la pasión

1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetilnaftaleno

Identificado anteriormente en:

Ron

Vino blanco

 α -cubebeno

Identificado anteriormente en:

Clavo

 β -elemeno

Identificado anteriormente en:

Zumo de naranja
 Aceite de piel de naranja amarga
 Zumo de pomelo
 Aceite de piel de *C. reticulata*
 Aceite de piel de tangerine
 Aceite de piel de Satsuma
 Aceite de piel de lima (destilado)
 Pasas negras (brotes)
 Fruto de feijoa
 Zanahoria
 Apio (raíces)
 Aceite de menta
 Aceite de *Mentha cardiaca* Ger.
 Pimienta
 Tomillo
 Cacao
 Té fermentado parcialmente
Origanum vulgare L.
 Mango (fresco)
Acorus calamus L.
 Eneldo (raíz)
 Baya de enebro (extracto alcohólico)
 Basil
 Pimienta de California
Curcuma longa L.
 Melisa oficial
Illicium verum

Aceite de piel de naranja
 Zumo de limón
 Aceite de piel de pomelo
 Zumo de *C. reticulata*
 Zumo de Satsuma
 Aceite de piel de lima
 Aceite de piel de Kumquat
 Fruto de guava
 Piel de feijoa
 Apio (hojas y tallos)
 Jengibre
 Aceite de *mentha spicata* L.
 Otros aceites de menta
 Perejil (hojas)
 Aceite de lúpulo
 Té negro
 Té fermentado vía microbiana
Trigonella foenum-graecum L.
 Alcachofero
 Eneldo (semilla)
 Baya de enebro
 Beli
 Laurel
 Aceite de buchu
Curcuma xanthorrhiza Roxb.
Annona atemoya
Monodora tenuifolia

Tetradecano

Identificado anteriormente en:

Manzana (fresca)	Aceite de piel de limón
Aceite de piel de lima	Aceite de piel de kumquat
Fruto de guava	Vitis vinifera L.
Otras vitis species	Papaya
Melocotón	Fresa
Cebolla (asada)	Allium grayi Regal
Guisante	Patata frita
Aceite de menta	Vinagre
Tomillo	Queso Cheddar
Parmesano	Otros tipos de quesos
Mantequilla	Huevo (hervido)
Pescado graso (crudo)	Pescado graso (ahumado)
Pescado graso (seco)	Pescado magro (crudo)
Aceite de pescado	Carne de pavo (asada)
Carne de pollo (cocida)	Carne de pollo (asada)
Carne de pollo (frita)	Grasa de pollo
Gallina de Guinea	Carne de buey (hervida o cocida)
Carne de buey (parrilla o asada)	Grasa de buey
Carne de buey (cruda)	Carne de carnero (hervida)
Hígado de cordero y carnero	Carne de cerdo sin curar (hervida o cocida)
Carne de cerdo curada (cruda)	Carne de cerdo curada (cruda)
Carne de cerdo curada (frita)	Grasa de cerdo
Aceite de lúpulo	Vino blanco
Cacao	Café
Té verde	Té fermentado vía microbiana
Patatas chips	Miel
Coco	Aceituna
Ciruella	Judía (cruda)
Setas (otras variedades)	Trigonella foenum-graecum L.
Mango (fresco)	Nuez
Nuez de Brasil	Salvado de arroz
Arroz tradicional (cocido)	Arroz aromático (cocido)
Eneldo (hierba)	Eneldo (raíz)
A. sowa Roxb.	Licorice
Sémola de avena	Wort
Katsoubushi	Krill
Vainilla	Carica pubescens
Endivia	Gamba (cocida)
Berengena	Nectarina
Valerianella locusta	Cangrejo de río
Rubus ursinus var. loganobaccus	Monstera deliciosa Liebm.

Cariofileno

Identificado anteriormente en:

Zumo de naranja	Aceite de piel de naranja
-----------------	---------------------------

Aceite de piel de naranja amarga	Zumo de limón
Aceite de piel de limón	Zumo de pomelo
Aceite de piel de pomelo	Aceite de piel de <i>C. reticulata</i>
Aceite de piel de tangerine	Zumo de Satsuma
Aceite de piel de Satsuma	Aceite de piel de lima
Aceite de piel de Kumquat	Aceite de piel de pummelo
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	<i>Vaccinium corymbosum</i> L.
Pasas negras (bayas)	Pasas negras (brotes)
Fruto de guava	Piel de guava
Fruto de Feijoa	Piel de Feijoa
<i>Psidium cattelianum</i> Sabine	Guava amarilla
<i>Vitis vinifera</i> L.	Otras <i>vitis</i> species
Papaya	Frambueso
Zanahoria	Apio (hojas y tallos)
Apio (raíces)	Semilla de apio
<i>Capsicum annuum</i> (Bell pepper)	<i>Capsicum frutescens</i>
Anís	Canela
Otros tipos de canela	Clavo
<i>Cuminum cyminum</i> L.	Jenjibre
Aceite de menta	Aceite de <i>mentha arvensis</i> L.
Aceite de <i>mentha spicata</i> L.	Aceite de <i>mentha cardiaca</i> Ger.
Aceite de <i>mentha pulegium</i> L.	Otros aceites de menta
Nuez moscada	Pimienta
Macis	Perejil (hojas)
Aceite de semilla de perejil	Tomillo
Pollo (asado)	Aceite de lúpulo
Cerveza	Cacao
Té verde	Té fermentado parcialmente
Pecan (crudo)	Setas (otras variedades)
<i>Origanum majorana</i> L.	Orégano (español)
Licor de ciruela	Mango (fresco)
Alcachofero	Culantro (semilla)
Ginebra	Semilla de zanahoria
Orégano (español)	Sukiyaki
<i>Acorus calamus</i> L.	Eneldo (semilla)
Eneldo (raíz)	<i>A. sowa</i> Roxb.
<i>Carum carvi</i> L.	Baya de enebro
Baya de enebro (extracto alcohólico)	Beli
<i>Anacardium occidentale</i>	Basil
Laurel	<i>Anthriscus cerefolium</i> L.
Pimienta de California	<i>Myrtus communis</i> L.
Rosemary	<i>Curcuma longa</i> L.
<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.	Melisa oficial
Ouzo	Salvia
<i>Salvia sclarea</i> L.	<i>Achras sapota</i> L.
<i>Annona atemoya</i>	<i>Illicium verum</i>
Marula	Okra
<i>Monodora tenuifolia</i>	Pasas rojas

Identificado anteriormente en:

Mango

β -guaieno

Identificado anteriormente en:

Pasas negras (brotes)

Pimienta de California

α -selineno

Identificado anteriormente en:

Aceite de piel de naranja amarga

Zumo de pomelo

Zumo de Satsuma

Pasas negras (brotes)

Piña

Semilla de apio

Jenjibre

Aceite de lúpulo

Baya de enebro

Anacardium occidentale

Aceite de piel de limón

Aceite de piel de *C. reticulata*

Aceite de piel de Satsuma

Fruto de guava

Apio (hojas y tallos)

Otros tipos de canela

Pimienta

Mango

Baya de enebro (extracto alcohólico)

Basil

Pentadecano

Identificado anteriormente en:

Albaricoque

Aceite de piel de limón

Aceite de piel de lima

Fruto de guava

Otras vitis species

Papaya

Fresa

Allium grayi Regal

Capsicum frutescens

Aceite de menta

Quesos suizos

Gruyere de comte

Mantequilla

Pescado graso (crudo)

Pescado graso (asado)

Pescado graso (cocido)

Aceite de piel de naranja

Aceite de piel de *C. reticulata*

Aceite de piel de Kumquat

Vitis vinifera L.

Melón

Melocotón

Cebolla (asada)

Guisante

Tomate

Queso Cheddar

Camembert

Parmesano

Huevo (hervido)

Pescado graso (ahumado)

Pescado graso (seco)

Aceite de pescado

Carne de pavo (asada)	Carne de pollo (cocido)
Carne de pollo (asado)	Grasa de pollo
Gallina de Guinea	Carne de buey (hervida o cocida)
Carne de buey (parrilla o asada)	Grasa de buey
Carne de buey (cruda)	Carne de cordero (hervida)
Carne de cerdo sin curar (hervida o cocida)	Carne de cerdo curada (crudo)
Carne de cerdo curada (hervida o cocida)	Hígado de cerdo
Aceite de lúpulo	Vino rojo
Café	Té verde
Té fermentado vía microbiana	Coco
Ciruela	Judía (cruda)
Judía (caliente)	Agaricus (variedades)
Setas, otras variedades	Trigonella foenum-graecum L.
Alga parda	Salvado de arroz
Arroz tradicional (cocido)	Arroz aromático (cocido)
Eneldo (raíz)	A. sowa Roxb.
Sémola de avena	Katsuobushi
Krill	Vainilla
Carica pubescens	Gamba (cocida)
Gamba (asada)	Berenjena
Nectarina	Valerianella locusta
Cangrejo de río	Calamar
Fruta de membrillo chino	Monstera deliciosa Liebm.

14.3 Presencia, en otros alimentos, de los alcoholes identificados en la oleorresina de pimentón

1,3-butanodiol

Según *Volatile Compounds In Food, Supplement 3 (1992)*, no ha sido identificado anteriormente como componente volátil en alimento alguno.

7-octen-4-ol

Identificado anteriormente en:

Carne de pollo (cruda)	Shiitake
Orégano (español)	Cangrejo
Empetrum nigrum coll.	

2-feniletanol

Identificado anteriormente en:

Manzana (fresca)	Zumo de manzana
Manzana (cocida)	Albaricoque

Plátano	Cereza ácida
Zumo de naranja	Zumo de satsuma
Vaccinium myrtillus L.	Vaccinium macrocarpon Ait.
Vaccinium vitis idaea L.	Vaccinium corymbosum L.
Vaccinium oxycoccus L.	Vaccinium uliginosum L.
Pasas negras (bayas)	Pasas negras (brotes)
Fruto de guava	Fruto de feijoa
Vitis vinifera L.	Vitis labrusca L.
Vitis rotundifolia	Otras vitis species
Zarzamora (caliente)	Fresa
Mermelada de fresa	Espárrago (crudo)
Espárrago (cocido)	Col (cruda)
Cebolla (asada)	Puerro (caliente)
Patata (cocida o hervida)	Rutabaga
Tomate	Pasta de tomate
Canela	Cassia
Aceite de menta	Aceite de Mentha cardiaca Ger.
Azafrán	Vinagre
Pan de trigo	Pan tostado
Pan	Queso Cheddar
Quesos suizos	Camembert
Gruyere de comte	Limburger
Parmesano	Otros tipos de quesos
Mantequilla	Carne de pollo (cocida)
Grasa de buey	Carne de cerdo curada (cruda)
Aceite de lúpulo	Cerveza
Coñac	Armagnac
Weinbrand	Otros tipos de licor de uva
Ron categoría II	Whisky Bourbon
Whisky irlandés	Whisky de malta
Whisky escocés	Whisky canadiense
Whisky japonés	Sidra
Vino de fruto de la pasión	Jerez
Vino blanco	Vino tinto
Vino rosado	Vino de Oporto
Vino espumoso	Vino especial
Botrytised wine	Cacao
Café	Té negro
Té verde	Té parcialmente fermentado
Té fermentado vía microbiana	Té elaborado
Cebada	Cacahuete tostado
Miel	Haba de soja
Coco	Zarza nórdica
Rubus chamaemorus L.	Aceituna
Zumo de fruto de la pasión	Ciruela
Eugenia jambos L.	Judía (cruda)
Judía (caliente)	Agaricus (variedades)
Shiitake	Setas (otras variedades)
Averrhoa carambola L.	Cerveza de Bantú
Licor de ciruela	Mango (fresco)
Mango (enlatado)	Tamarindo

Licor de pera	Licor de manzana
Alcachofero	Ginebra
Salvado de arroz	Arroz tradicional (cocido)
Arroz aromático (cocido)	Licor de cereza
Membrillo	Rábano (fermentado)
Vino de ciruela	Shoyu
Feronia limonia	Litchi
Sukiyaki	Licorice
Matsutake	Vino de fresa
Beli	Calabaza
Sake	Sémola de avena
Nasturtium officinale R.Br.	Basil
Malta	Malta turbosa
Wort	Katsuobushi
Anthriscus cerefolium L.	Sambucus nigra L.
Chirimoya	Kiwi
Loquat	Myrtus communis L.
Vino de arándano	Licor de frambuesa
Kumazasa	Aceite de buchu
Vainilla	Carica pubescens
Endivia	Melisa oficial
Ouzo	Salvia sclarea L.
Gamba (cruda)	Gamba (fermentada)
Trufa	Arrack
Marula	Valerianella locusta
Nabo	Col china
Cangrejo	Zarzamora
Aronia melanocarpa Ell.	Empetrum nigrum coll.
Espino falso	Fruta de membrillo chino
Pulpa de membrillo chino	Monstera deliciosa Liebm.

14.4 Presencia, en otros alimentos, de los aldehídos identificados en la oleorresina de pimentón

Hexanal (capronaldehído)

Identificado anteriormente en:

Manzana (fresca)	Zumo de manzana
Manzana (cocida)	Plátano
Cereza dulce	Cereza ácida
Zumo de naranja	Aceite de piel de naranja
Aceite de piel de naranja amarga	Aceite de piel de limón
Zumo de pomelo	Aceite de piel de pomelo
Aceite de piel de <i>C. reticulata</i>	Zumo de <i>C. reticulata</i>
Aceite de piel de tangerine	Zumo de Satsuma
Zumo de lima	Aceite de piel de Kumquat
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	<i>Vaccinium macrocarpon</i> , Ait.

Vaccinium vitis idaea L.	Vaccinium corymbosum L.
Vaccinium ashei raede	Cranberry
Vaccinium uliginosum L.	Pasas negras (bayas)
Fruto de guava	Piel de guava
Fruto de feijoa	Guava amarilla
Pasa (uva seca)	Melón
Papaya	Melocotón
Pera	Piña
Frambuesa	Zarzamora
Frambuesa (hojas)	Fresa
Mermelada de fresa	Espárrago (crudo)
Espárrago (cocido)	Col (cruda)
Col (cocida)	Kohlrabi
Zanahoria	Apio (hojas y tallos)
Apio (raíces)	Pepino
Lechuga	Chalote
Cebolla	Puerro
Ajo cebollino	Allium grayi Regal
Guisante	Patata (cruda)
Patata al horno	Patata (cocida o hervida)
Capsicum annum (Bell pepper)	Capsicum frutescens
Rutabaga	Tomate
Pasta de tomate	Clavo
Jenjibre	Aceite de mentha spicata L.
Hojas de perejil	Pan de trigo
Pan tostado	Pan
Diversos tipos de queso	Mantequilla
Yogourt	Leche
Huevos revueltos	Nata
Caviar	Pescado
Carne de pavo (asada)	Carne de pollo (cocida)
Carne de pollo (asada)	Carne de pollo (frita)
Grasa de pollo	Carne de pollo (cruda)
Carne de buey (hervida o cocida)	Carne de buey (parrilla o asada)
Carne de buey (en conserva)	Carne de buey (cruda)
Carne de carnero (cruda)	Hígado de cordero y carnero
Carne de cerdo sin curar (crudo)	Carne de cerdo sin curar (cocinada)
Carne de cerdo curado (crudo)	Carne de cerdo curada (cocinada)
Grasa de cerdo	Hígado de cerdo
Aceite de lúpulo	Cerveza
Coñac	Ron
Whisky escocés	Sidra
Vino blanco	Vino tinto
Cacao	Café
Té negro	Té verde
Té fermentado parcialmente	Té fermentado vía microbiana
Té elaborado	Cebada
Corylus avellano (asado)	Cacahuete tostado
Pecan (asado)	Palomitas de maíz
Patatas chips	Copos de avena (tostados)
Miel	Haba de soja

Haba de soja (deffated)	Haba de soja verde
Coco	Rubus chamaemorus L.
Aceituna	Zumo de fruto de la pasión
Ciruela	Eugenia jambos L.
Judía (cruda)	Judía (caliente)
Agaricus	Champiñón
Averrhoa carambola L.	Trassi (cocido)
Licor de ciruela	Semilla de sésamo (asada)
Mango (fresco)	Coliflor (cruda)
Coliflor (cocida)	Tamarindo
Nuez	Remolacha (cocida)
Nuez de Brasil	Alcachofa
Alga parda	Coles de Bruselas
Arroz natural	Salvado de arroz
Arroz tradicional (cocido)	Arroz aromático (cocido)
Arroz tratado (cocido)	Membrillo
Rábano (crudo)	Soja
Muruci	Eneldo (hierba)
Matsutake	Calabaza
Sake	Copos de avena (tostados)
Maíz	Anacardium occidentale
Malta	Wort
Katsobushi	Sambucus nigra L.
Krill	Vinga unguiculata L.
Mandioca	Kiwi
Kumasaza	Endivia
Melisa oficinal	Salvia
Achras sapota L.	Gamba (cocida)
Ostras	Berenjena
Trufa	Nectarina
Solanum quitoense Lam.	Solanum muricatum
Dioscorea	Benincasa hispida Cogn
Valerianella locusta	Okra
Chayote	Brassica campestris
Nabo	Cangrejo
Cangrejo de río	Almeja
Mejillón	Vieira
Zarzamora	Physalis peruviana L.
Fruta de membrillo chino	Piel de membrillo chino
Pasas rojas	

(E,E)-2,4-heptadienal

Identificado anteriormente en:

Vaccinium macrocarpon, Ait.	Cranberry
Fruto de guava	Vitis vinifera L.
Melón	Zarzamora
Col (cocida)	Guisante

Patata (cruda)	Patata al horno
Patata (cocida o hervida)	Tomate
Mantequilla	Pescado graso (ahumado)
Pescado magro (crudo)	Aceite de pescado
Carne de pollo (cocido)	Grasa de pollo
Gallina de Guinea	Grasa de buey
Té negro	Té verde
Té fermentado parcialmente	Té fermentado vía microbiana
Té elaborado	Patatas chips
Ciruela	Coliflor (cocida)
Brócoli (cocido)	Alga parda
Arroz natural	Katsoubushi
Chirimoya	Kiwi
Endivia	Licor de anís
Melisa officinal	Ostras
Benincasa hispida Cogn	Chayote
Cangrejo de río	Almeja

2,4-decadienal

Identificado anteriormente en:

Zumo de pomelo	Vaccinium macrocarpon, Ait.
Fruto de guava	Otros tipos de pera
Mermelada de fresa	Espárrago (crudo)
Espárrago (cocido)	Col (cruda)
Guisante	Tomate
Perejil (hojas)	Pan de trigo
Mantequilla	Caviar
Aceite de pescado	Carne de pollo (cocida)
Grasa de pollo	Carne de pollo (cruda)
Gallina de Guinea	Carne de buey (hervida o cocida)
Carne de buey (parrilla o asada)	Grasa de buey
Carne de carnero (hervida)	Hígado de cordero y carnero
Carne de cerdo sin curar (parrilla o asada)	Carne de cerdo curado (crudo)
Carne de cerdo (hervido o asado)	Grasa de cerdo
Coñac	Corylus avellano (asado)
Cacahuete tostado	Pecan (asado)
Patatas chips	Haba de soja
Haba de soja desgrasada	Haba de soja (caliente)
Aceituna	Judía (cruda)
Agaricus (variedades)	Setas (otras variedades)
Trassi	Almendra tostada
Semilla de sésamo (asada)	Nuez
Nuez de Brasil	Arroz natural
Salvado de arroz	Arroz tradicional (cocido)
Arroz aromático (cocido)	Sémola de avena
Katsuobushi	Mandioca

Benzaldehído

Identificado anteriormente en:

Manzana (fresca)	Zumo de manzana
Manzana (cocida)	Cereza dulce
Cereza ácida	Zumo de naranja
Zumo de Satsuma	Vaccinium myrtillus L.
Vaccinium macrocarpon, Ait.	Vaccinium vitis idaea L.
Vaccinium corymbosum L.	Vaccinium ashei raede
Vaccinium angustifolium	Cranberry
Vaccinium oxycocum L.	Vaccinium uliginosum L.
Pasas negras (bayas)	Pasas negras (brotes)
Fruto de guava	Guava (piel)
Psidium cattelianum Sabine	Vitis vinifera L.
Vitis labrusca L.	Vitis rotundifolia
Otros tipos de vitis species	Pasa (uva seca)
Melón	Papaya
Melocotón	Piña
Frambueso	Zarzamora
Frambueso (hojas)	Frambueso negro (hojas)
Zarzamora (hojas)	Fresa
Mermelada de fresa	Espárrago (crudo)
Espárrago (cocido)	Col (cruda)
Col (cocida)	Kohlrabi
Apio (hojas y tallo)	Cebolla (asada)
Puerro (crudo)	Guisante
Patata (cruda)	Patata al horno
Patata frita	Patata (cocida o hervida)
Capsicum annum (Bell pepper)	Capsicum frutescens
Sauerkraut	Tomate
Pasta de tomate	Canela
Casia	Clavo
Aceite de mentha cardiaca Ger.	Vinagre
Perejil (hojas)	Pan de trigo
Pan tostado	Otros tipos de pan
Queso Cheddar	Camembert
Gruyere de comte	Parmesano
Otros tipos de quesos	Mantequilla
Yogourt	Leche
Pescado graso (crudo)	Pescado magro (crudo)
Aceite de pescado	Carne de pavo (asada)
Carne de pollo (cocida)	Carne de pollo (asada)
Carne de pollo (frita)	Grasa de pollo
Gallina de Guinea	Carne de buey (hervida o cocida)
Carne de buey (parrilla o asada)	Carne de buey (en conserva)
Grasa de buey	Carne de buey (cruda)
Carne de cordero (hervida)	Carne de cerdo sin curar (hervida o cocida)
Carne de cerdo sin curar (al grill o asada)	Carne de cerdo curado (hervida o asada)
Carne de cerdo curada (cruda)	Hígado de cerdo

Aceite de lúpulo	Cerveza
Cañac	Armagnac
Weinbrand	Otros de tipos de licor de uva
Ron	Ron de categoría II
Whisky Bourbon	Whisky de Malta
Whisky escocés	Whisky canadiense
Sidra	Jerez
Vino blanco	Vino tinto
Vino de Oporto	Vino espumoso
Vino especial	Vino de uvas en racimo
Cacao	Café
Té negro	Té verde
Té fermentado parcialmente	Té fermentado vía microbiana
Té elaborado	Corylus avellano (asado)
Cacahuete tostado	Palomitas de maíz
Patatas chips	Miel
Haba de soja	Haba de soja verde
Proteína de soja (hidrolizada)	Zarza nórdica
Rubus chamaemorus L.	Aceituna
Zumo de fruto de la pasión	Fruto de la pasión
Ciruela	Judías (crudas)
Judías (calientes)	Agaricus
Boletus edulis	Shiitake
Champiñón	Averrhoa carambola L.
Trassi (cocido)	Cerveza de Bantú
Licor de ciruela	Almendra (asada)
Nuez Macadamia (asada)	Semilla de sésamo (asada)
Mango (fresco)	Coliflor (cocida)
Brócoli (cocido)	Tamarindo
Nuez	Licor de pera
Licor de manzana	Remolacha (cocida)
Nuez de Brasil	Alcachofero
Arroz natural	Salvado de arroz
Arroz tradicional (cocido)	Arroz aromático (cocido)
Arroz tratado (cocido)	Licor de Jerez
Membrillo	Vino de ciruela
Shoyu	Pera Prickly
Litchi	Patata dulce (caliente)
Sukiyaki	Eneldo (hierba)
Licorice	Matsutake
Vino de fresa	Beli
Calabaza	Sake
Copos de avena (tostados)	Nasturtium officinale R.Br.
Anacardium occidentale	Laurel
Malta	Malta turbosa
Wort	Katsuobushi
Sambucus nigra L.	Krill
Garcinia mangostana	Vinga unguiculata L.
Mandioca	Chirimoya
Kiwi	Loquat
Vino de arándano	Kumazasa

Vainilla	Carica pubescens
Zizania aquatica	Achicoria
Endivia	Melisa oficial
Ouzo	Salvia sclarea L.
Achras sapota L.	Gamba (cruda)
Gamba (cocida)	Gamba (fermentada)
Ostras	Berenjena
Trufa	Arrack
Nectarina	Marula
Dioscorea	Benincasa hispida Cogn
Okra	Chayote
Cangrejo	Cangrejo de río
Almeja	Vieira
Aronia melanocarpa Ell.	Empetrum nigrum coll.
Physalis peruviana L.	Espino falso
Strychnos madagasc.	Fruta de membrillo chino
Pulpa de membrillo chino	Spondias mombins L.
Pasas rojas	

4-metilbenzaldehído

Identificado anteriormente en:

Fruto de feijoa	Patata frita
Tomate	Mantequilla
Cerveza	Ron
Té negro	Té elaborado
Corylus avellano (asado)	Mango (fresco)
Arroz natural	Membrillo
Katsoubushi	Chirimoya
Carica pubescens	Endivia

2,4-dimetilbenzaldehido

Identificado anteriormente en:

Coñac	Té negro
Almeja	

Safranal (2,6,6-trimetil-1,3-ciclohexadien-1-carboxaldehido)

Identificado anteriormente en:

Zumo de pomelo	Azafrán
Té negro	Té verde
Té fermentado	Melisa oficial

β -ciclocitral (2,6,6-trimetil-1-ciclohexen-1-carboxaldehído)

Identificado anteriormente en:

Albaricoque	Melón
Guisante	Tomate
Pasta de tomate	Coñac
Ron	Té negro
Té verde	Té fermentado vía microbiana
Té elaborado	Mango (fresco)
Licor de manzana	Vanilla
Physalis peruviana L.	

14.5 Presencia, en otros alimentos, de las cetonas identificadas en la oleorresina de pimentón**6-metil-5-hepten-2-ona**

Identificado anteriormente en:

Manzana (fresca)	Zumo de manzana
Cereza dulce	Cereza ácida
Zumo de naranja	Aceite de piel de naranja
Aceite de piel de limón	Aceite de piel de <i>C. reticulata</i>
Aceite de piel de lima	<i>Vaccinium myrtillus</i> L.
<i>Vaccinium macrocarpon</i> , Ait.	<i>Vaccinium vitis idaea</i> L.
<i>Vaccinium oxycoccus</i> L.	Fruto de guava
Guava amarilla	Melón
Papaya	Melocotón
Pera Bartlett	Frambuesa
Zarzamora	Fresa (fruto)
Zanahoria	Patata (horneada)
Tomate	Pasta de tomate
Clavo	Aceite de menta
Mantequilla	Carne de buey (en conserva)
Aceite de lúpulo	Cerveza
Coñac	Weinbrand
Licor de uva	Sidra
Vino blanco	Cacao
Café	Té negro
Té verde	Té fermentado parcialmente
Té fermentado vía microbiana	Té elaborado
Zarza nórdica	<i>Rubus chamaemorus</i> L.
Aceituna	Zumo de fruta de la pasión
<i>Origanum vulgare</i> L.	<i>Averrhoa carambola</i> L.
Licor de manzana	Arroz natural
Salvado de arroz	Arroz tradicional (cocido)

Arroz aromático (cocido)	Arroz tratado (cocido)
Membrillo	Orégano (español)
Matsutake	Wort
Katsoubushi (dried bonito)	Sambucus nigra L.
Chirimoya	Kiwi
Vino de arándano	Carica pubescens
Endivia	Melisa oficial
Salvia sclarea L.	Borassus aethiopum L.
Nectarina	Almeja
Physalis peruviana L.	Fruta de membrillo chino

3,7-octadien-2-ona

Según *Volatile Compounds In Food, Supplement 3 (1992)*, no ha sido identificado anteriormente como componente volátil en alimento alguno.

2,2,6-trimetilciclohexanona

Identificado anteriormente en:

Albaricoque	Vaccinium myrtillus L.
Vino blanco	Té negro
Té verde	Té fermentado vía microbiana
Té elaborado	Zumo de fruto de la pasión
Eneldo (hierba)	

(E)-6-metil-3,5-heptadien-2-ona

Identificado anteriormente en:

Coñac	Té negro
Té verde	Té fermentado vía microbiana

1-(metilfenil)-etanona (metilacetofenona, estructura desconocida)

Según *Volatile Compounds In Food, Supplement 3 (1992)*, no ha sido identificado anteriormente como componente volátil en alimento alguno. En la mencionada publicación figura una metilacetofenona de estructura desconocida, que se ha identificado anteriormente en aceite de piel de *C. reticulata*, tomate y carne de buey (parrilla o asada).

α -ionona [(E)-4-(2,6,6-trimetil-2-ciclohexen-1-il)-3-buten-2-ona]

Identificado anteriormente en:

Albaricoque	Aceite de piel de naranja
Zumo de pomelo	Frambueso
Zarzamora	Zanahoria
Apio (hojas y tallos)	Semilla de apio
Guisante	Tomate
Tomillo	Coñac
Otros tipos de licor de uva	Ron
Whisky Bourbon	Whisky irlandés
Whisky de malta	Whisky escocés
Whisky canadiense	Té negro
Té verde	Té fermentado vía microbiana
Judía (caliente)	Almendra tostada
Tamarindo	Frambueso brandy
Kumazasa	Rubus ursinus var. loganobaccus
Piel de membrillo chino	

dihidro- β -ionona

Identificado anteriormente en:

Albaricoque	Frambueso
Zarzamora	Té verde
Zarza nórdica	Fruto de la pasión
Zumo de fruto de la pasión	Aronia melanocarpa Ell.

Geranilacetona [(E)-6,10-dimetil-5,9-undecadien-2-ona]

Identificado anteriormente:

Albaricoque	Aceite de piel de naranja
Aceite de piel de lima (destilado)	Zumo de pomelo
Pasa (uva seca)	Melón
Papaya	Zanahoria
Capsicum frutescens	Tomate
Pasta de tomate	Aceite de mentha cardiaca Ger.
Carne de cerdo curada (cruda)	Coñac
Té negro	Té verde
Té fermentado vía microbiana	Zumo de fruto de la pasión
Salvado de arroz	Arroz aromático (cocido)
Orégano (español)	Maíz
Katsuobushi	Chirimoya
Kumazasa	Endivia
Melisa oficial	Borassus aethiopum L.
Nectarina	Almeja

β -ionona

Identificado anteriormente en:

Albaricoque	Cereza ácida
Zumo de naranja	Aceite de piel de limón
Vaccinium ashei raede	Fruto de guava
Vitis vinifera L.	Vitis rotundifolia
Melón	Papaya
Melocotón	Frambueso
Zarzamora	Zanahoria
Guisante	Capsicum annuum (Bell pepper)
Tomate	Pasta de tomate
Aceite de menta	Aceite de mentha spicata L.
Carne de buey (hervida o cocida)	Aceite de lúpulo
Cerveza	Coñac
Otros tipos de licor de uva	Ron
Whisky Bourbon	Whisky irlandés
Whisky de malta	Whisky escocés
Whisky canadiense	Vino blanco
Vino tinto	Vivo espumoso
Té negro	Té verde
Té fermentado parcialmente	Té fermentado vía microbiana
Té elaborado	Zumo de fruta de la pasión
Fruto de la pasión	Ciruela
Judias (calientes)	Champiñón
Averrhoa carambola L.	Almendra tostada
Trigonella foenum-graecum L.	Mango (fresco)
Mango (enlatado)	Tamarindo
Alga parda	Salvado de arroz
Membrillo	Pera Prickly
Patata dulce (caliente)	Eneldo (hierba)
Nasturtium officinale R.Br.	Anthriscus cerefolium L.
Loquat	Licor de frambuesa
Kumazasa	Aceite de buchu
Carica pubescens	Endivia
Melisa officinal	Salvia sclarea L.
Physalis peruviana L.	Fruto de membrillo chino
Piel de membrillo chino	Pulpa de membrillo chino
Mammea americana L.	

(E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona

Identificado anteriormente en:

Zumo de pomelo	Melón
Tomate	Arroz tradicional (cocido)
Arroz aromático (cocido)	Melisa officinal

14.6 Presencia, en otros alimentos, de los ácidos identificados en la oleorresina

de pimentón**Ácido dodecanoico**

Identificado anteriormente en:

Manzana (fresca)	Albaricoque
Plátano	Cereza ácida
Zumo de pomelo	Aceite de piel de <i>C. reticulata</i>
Cranberry	Fruto de guava
Vitis vinifera L.	Vitis labrusca L.
Otras vitis species	Pasa (uva seca)
Melón	Papaya
Frambuesa	Fresa
Mermelada de fresa	Pepino
Nuez moscada	Pan de trigo
Pan tostado	Pan
Queso Cheddar	Quesos suizos
Camembert	Queso Limburger
Manchego	Parmesano
Provolone	Romano
Queso Tilsit	Otros tipos de quesos
Mantequilla	Leche
Pescado graso (ahumado)	Grasa de pollo
Grasa de buey	Carne de carnero (hervida)
Hígado de cordero y carnero	Grasa de cerdo
Cerveza	Coñac
Ron	Ron de categoría III
Whisky Bourbon	Whisky irlandés
Whisky de malta	Whisky escocés
Whisky canadiense	Whisky japonés
Whisky finlandés	Sidra
Vino de fruto de la pasión	Vino blanco
Vino tinto	Vino rosado
Vino espumoso	Vino especial
Cacao	Té negro
Té elaborado	Cacahuete tostado
Patatas chips	Coco
Rubus chamaemorus L.	Zumo de fruto de la pasión
Ciruela	Judías (crudas)
Setas (otras variedades)	Trassi
Licor de ciruela	Trigonella foenum-graecum L.
Mango (fresco)	Salvado de arroz
Arroz tradicional (cocido)	Arroz aromático (cocido)
Rábano (crudo)	Eneldo (semilla)
Eneldo (raíz)	Sake
Malta turbosa	Wort
Sambucus nigra L.	Chirimoya
Vainilla	Solanum muricatum
Vieira	Aronia melanocarpa Ell.

Empetrum nigrum coll.
Strychnos madagasc.

Physalis peruviana L.
Pawpaw

Ácido tetradecanoico

Identificado anteriormente en:

Albaricoque
Zum de limón
Cranberry
Vitis vinifera L.
Otras vitis species
Papaya
Fresa
Pepino
Nuez moscada
Pan
Quesos suizos
Queso Limburger
Parmesano
Romano
Otros tipos de quesos
Leche
Pescado graso (ahumado)
Carne de pollo (cocida)
Carne de cordero
Grasa de cerdo
Coñac
Ron (tercera categoría)
Whisky irlandés
Whisky escocés
Jerez
Cacao
Cacahuete tostado
Rubus chamaemorus L.
Ciruela
Shiitake
Mango (fresco)
Salvado de arroz
Arroz aromático (cocido)
Eneldo (semilla)
Nasturtium officinale R.Br.
Wort
Chirimoya
Melisa officinal
Nectarina
Chayote
Almeja
Calamar

Plátano
Zum de pomelo
Fruto de guava
Vitis labrusca L.
Melón
Frambuesa
Mermelada de fresa
Tomate
Tomillo
Queso Cheddar
Camembert
Manchego
Provolone
Queso Tilsit
Mantequilla
Fatty fish (crudo)
Pescado magro (crudo)
Carne de carnero
Carne de cerdo curado (crudo)
Cerveza
Ron
Whisky Bourbon
Whisky de malta
Whisky japonés
Vino blanco
Té negro
Coco
Zum de fruta de la pasión
Judías
Licor de ciruela
Alga parda
Arroz tradicional (cocido)
Arroz tratado (cocido)
Sake
Malta turbosa
Katsuobushi
Vainilla
Gamba (cruda)
Solanum muricatum
Cangrejo
Vieira
Physalis peruviana L.

Fruta de membrillo chino

Pawpaw

Ácido hexadecanoico

Identificado anteriormente en:

Manzana fresca
 Plátano
 Zumo de pomelo
 Fruto de guava
 Vitis labrusca L.
 Melón
 Pera Bartlett
 Frambueso
 Mermelada de fresa
 Tomate
 Nuez moscada
 Pan
 Quesos suizos
 Queso Limburger
 Parmesano
 Romano
 Otros tipos de quesos
 Leche
 Pescado graso (ahumado)
 Carne de pollo (cocida)
 Carne de cerdo curada (cruda)
 Cerveza
 Ron
 Whisky Bourbon
 Whisky de malta
 Whisky japonés
 Vino blanco
 Cacao
 Cacahuete tostado
 Haba de soja
 Zuno de fruta de la pasión
 Judías
 Origanum vulgare L.
 Trigonella foenum-graecum L.
 Alga parda
 Arroz tradicional (cocido)
 Arroz tratado (cocido)
 Eneldo (semilla)
 Malta turbosa
 Katsuobushi
 Chirimoya
 Melisa officinal
 Nectarina

Albaricoque
 Zumo de limón
 Cranberry
 Vitis vinifera L.
 Otras vitis species
 Papaya
 Otros tipos de pera
 Fresa
 Pepino
 Jengibre
 Azafrán
 Queso Cheddar
 Camembert
 Manchego
 Provolone
 Queso Tilsit
 Mantequilla
 Pescado graso (crudo)
 Pescado magro (crudo)
 Carne de cordero y carnero
 Grasa de cerdo
 Coñac
 Ron (categoría III)
 Whisky irlandés
 Whisky escocés
 Jerez
 Vino de Oporto
 Té negro
 Palomitas de maíz
 Rubus chamaemorus L.
 Ciruela
 Shiitake
 Licor de ciruela
 Mango (fresco)
 Salvado de arroz
 Arroz aromático (cocido)
 Acorus Calamus L.
 Sake
 Wort
 Mandioca
 Raíz de achicoria
 Gamba (cruda)
 Solanum muricatum

Chayote
Cangrejo
Vieira
Physalis peruviana L.
Pawpaw

Wasabi
Almeja
Calamar
Fruta de membrillo chino
Spondias mombins L.

14.7 Presencia, en otros alimentos, de los ésteres identificados en la oleorresina de pimentón

Salicilato de metilo [2-hidroxibenzoato de metilo]

Identificado anteriormente en:

Vaccinium myrtillus L.
Vaccinium macrocarpon, Ait.
Fruto de feijoa
Otras especies de Vitis
Papaya
Mermelada de fresa
Capsicum annuum (Bell pepper)
Tomate
Clavo
Aceite de mentha cardiaca Ger.
Carne de buey (parrilla o asada)
Ron
Vino blanco
Café
Té verde
Té fermentado vía microbiana
Aceituna
Ciruela
Averrhoa carambola L.
Tamarindo
Kumazasa
Carica pubescens
Salvia sclarea L.
Physalis peruviana L.
Spondias mombins L.

Vaccinium vitis idaea L.
Pasas negras
Vitis Labrusca L.
Pasa (uva seca)
Fresa
Patata (cocida o hervida)
Capsicum frutescens
Pasta de tomate
Aceite de menta
Mantequilla
Coñac
Whisky escocés
Vino de Oporto
Té negro
Té parcialmente fermentado
Té elaborado
Zumo de fruto de la pasión
Judias (calientes)
Licor de ciruela
Kiwi
Vainilla
Melisa oficial
Achras sapota L.
Espino falso

10-metilundecanoato de metilo

Identificado anteriormente en:

Aceite de lúpulo

Tetradecanoato de metilo

Identificado anteriormente en:

Manzana fresca	Plátano
Vaccinium myrtillus L.	Vitis labrusca
Otras vitis species	Papaya
Zarzamora	Fresa
Ajo cebollino	Allium grayi Regal
Capsicum frutescens	Tomate
Parmesano	Otros tipos de quesos
Pescado graso (ahumado)	Weinbrand
Otros tipos de licor de uva	Té negro
Coco	Judía
Champiñón	Cerveza de Bantu
Licor de ciruela	Licor de manzana
Ruibarbo	Vainilla
Carica pubescens	Gamba (cocida)
Gamba (asada)	Nabo
Col china	Almeja
Mejillón	Calamar
Physalis peruviana L.	Pawpaw

14.8 Presencia, en otros alimentos, de las lactonas identificadas en la oleorresina de pimentón**Dihidroactinidiolide**

Identificado anteriormente en:

Albaricoque	Vaccinium myrtillus L.
Vaccinium oxycoccus L.	Vitis vinifera L.
Vitis labrusca L.	Melón
Frambuesa	Tomate
Pan tostado	Cerveza
Vino blanco	Vino tinto
Té negro	Té verde
Té parcialmente fermentado	Té fermentado vía microbiana
Té elaborado	Zumo de fruto de la pasión
Trigonella foenum-graecum L.	Mango (fresco)
Salvado de arroz	Eneldo (hierba)
Vainilla	Achicoria
Endivia	Physalis peruviana L.
Fruta de membrillo chino	

14.9 Presencia, en otros alimentos, de las bases identificadas en la oleorresina

de pimentón

Tetrametilpirazina

Identificado anteriormente en:

Patata frita	Capsicum annuum (Bell pepper)
Pan de trigo	Quesos suizos
Camembert	Gruyere
Otros tipos de quesos	Carne de buey
Hígado de cordero y carnero	Carne de cerdo
Hígado de cordero	Cerveza
Whisky de malta	Whisky japonés
Jerez	Cacao
Café	Té negro
Té verde	Corylus avellano (asado)
Cacahuete tostado	Haba de soja desgrasada
Proteína de soja (hidrolizada)	Judias
Boletus edulis	Trassi (cooked)
Salvado de arroz	Shoyu
Sukiyaki	Licorice
Malta	Katsoubushi
Krill	Zizania aquatica
Gamba (cruda)	Gamba (cocida)
Gamba (fermentada)	Gamba (asada)
Cangrejo	Vieira
Calamar	

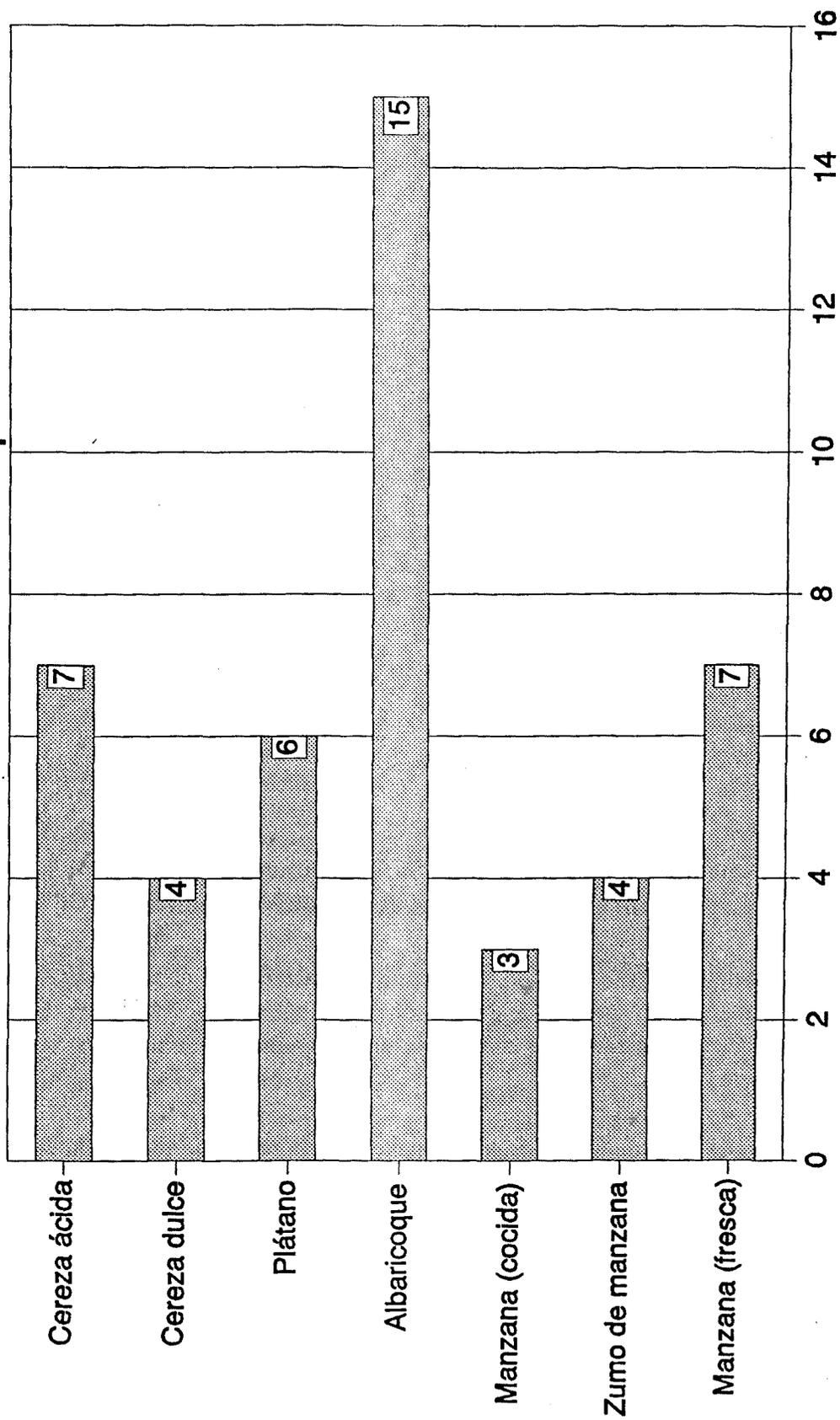
14.10 Relación estadística de la identificación, en otros alimentos, de determinados VOCs identificados en la oleorresina de pimentón

Basándose en los datos indicados en los apartados anteriores sobre la existencia de los VOCs identificados en la oleorresina de pimentón en otros alimentos, se han agrupado aquellos cuya repetición es aceptable para construir unas tablas que indican el número de veces que se repite cada alimento.

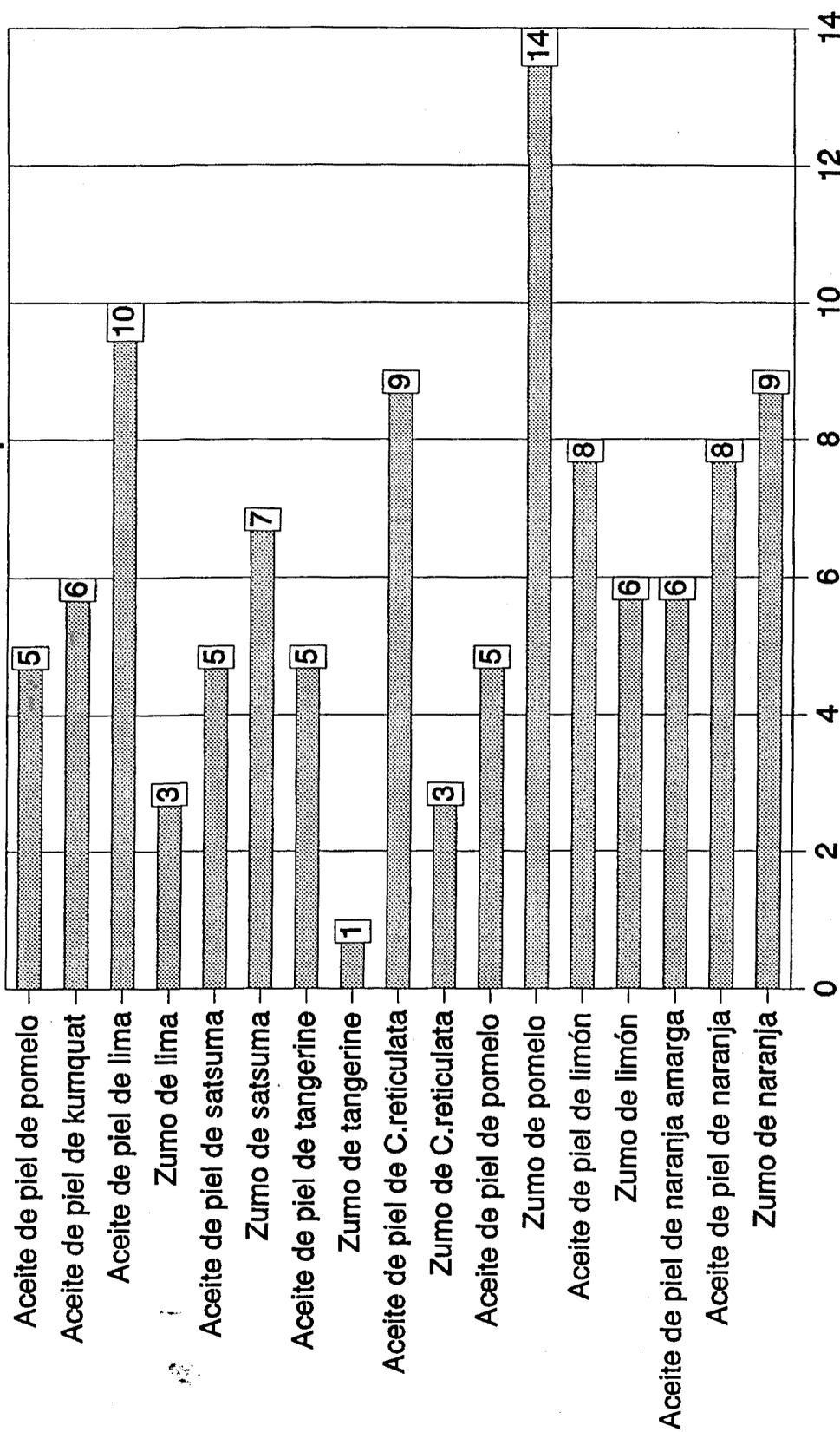
La agrupación de los mencionados alimentos se ha realizado por afinidad entre los mismos y manteniendo una estructura similar a la que presenta *Volatile Compounds In Food, Supplement 3 (1992)*, lo que facilita cualquier consulta posterior.

El anterior estudio permite, por un lado, conocer aquellos alimentos en los que se habían detectado los volátiles presentes en la oleorresina de pimentón; y por otro lado, relaciona alimentos que poseen afinidades en lo que respecta a alguno de las sustancias naturales que contienen y que, bajo ciertas condiciones, pueden ser generadoras de compuestos orgánicos volátiles.

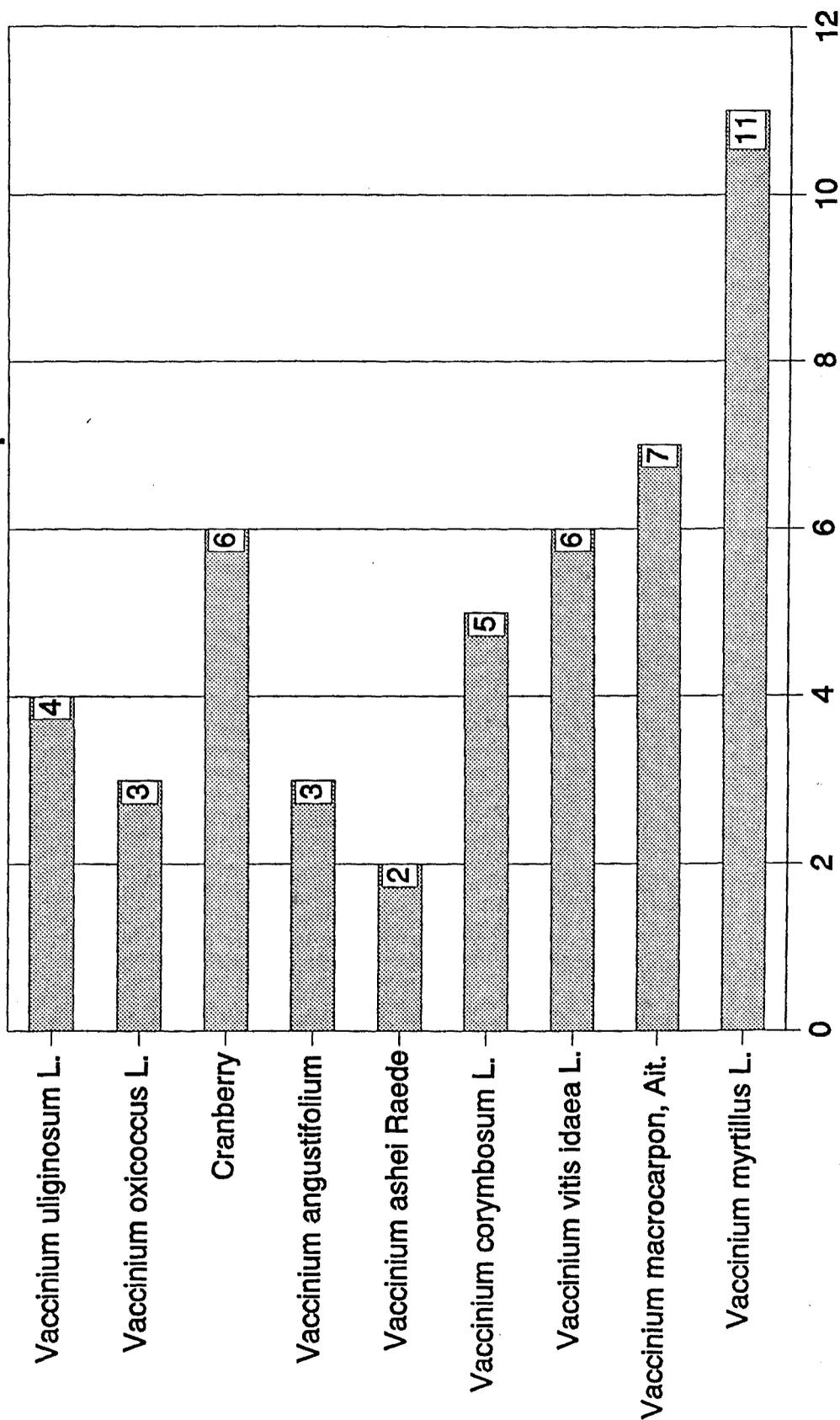
Número de VOCs presentes en diversos tipos de frutas identificados en la oleorresina de pimentón



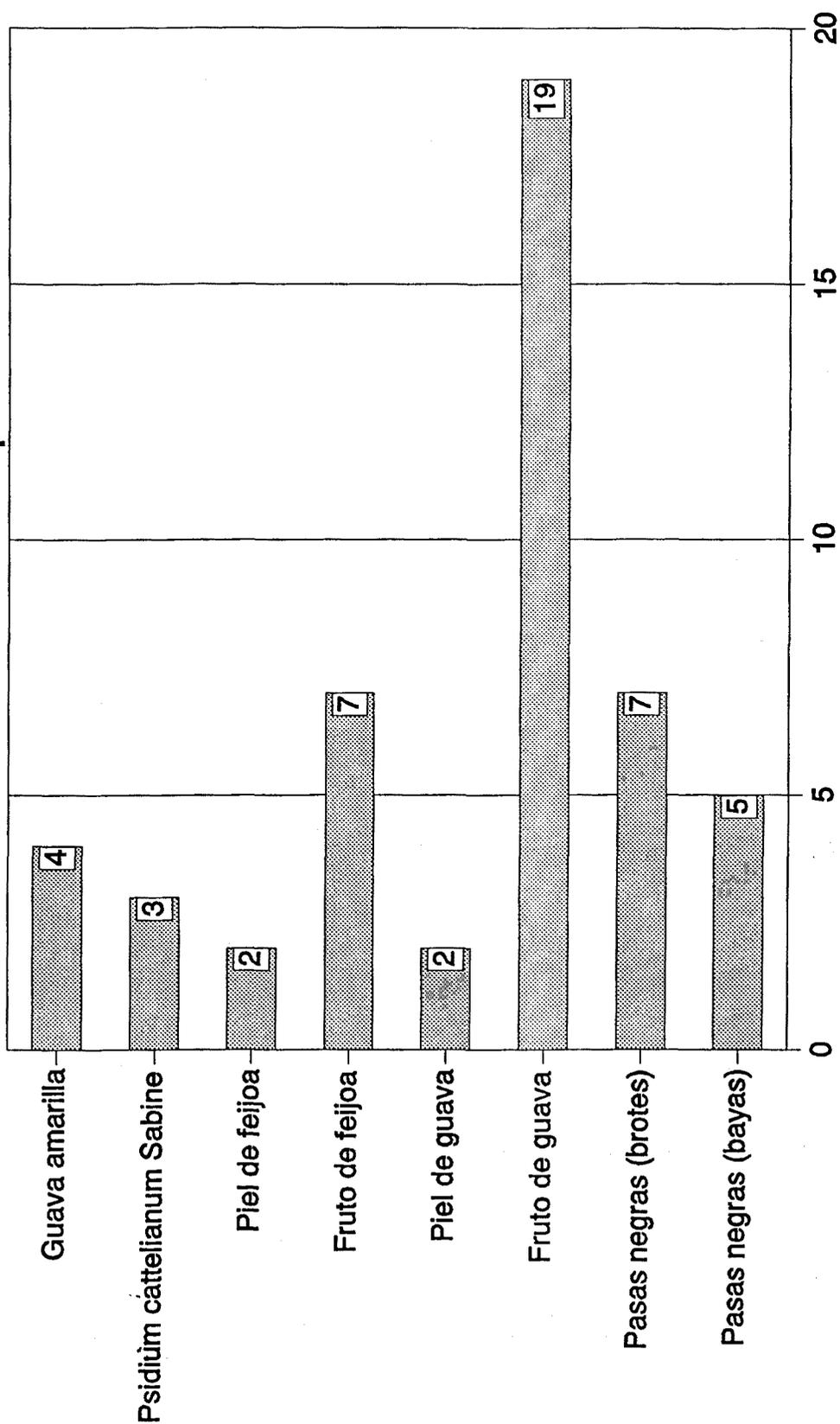
Número de VOCs presentes en diversos cítricos identificados en la oleoresina de pimentón



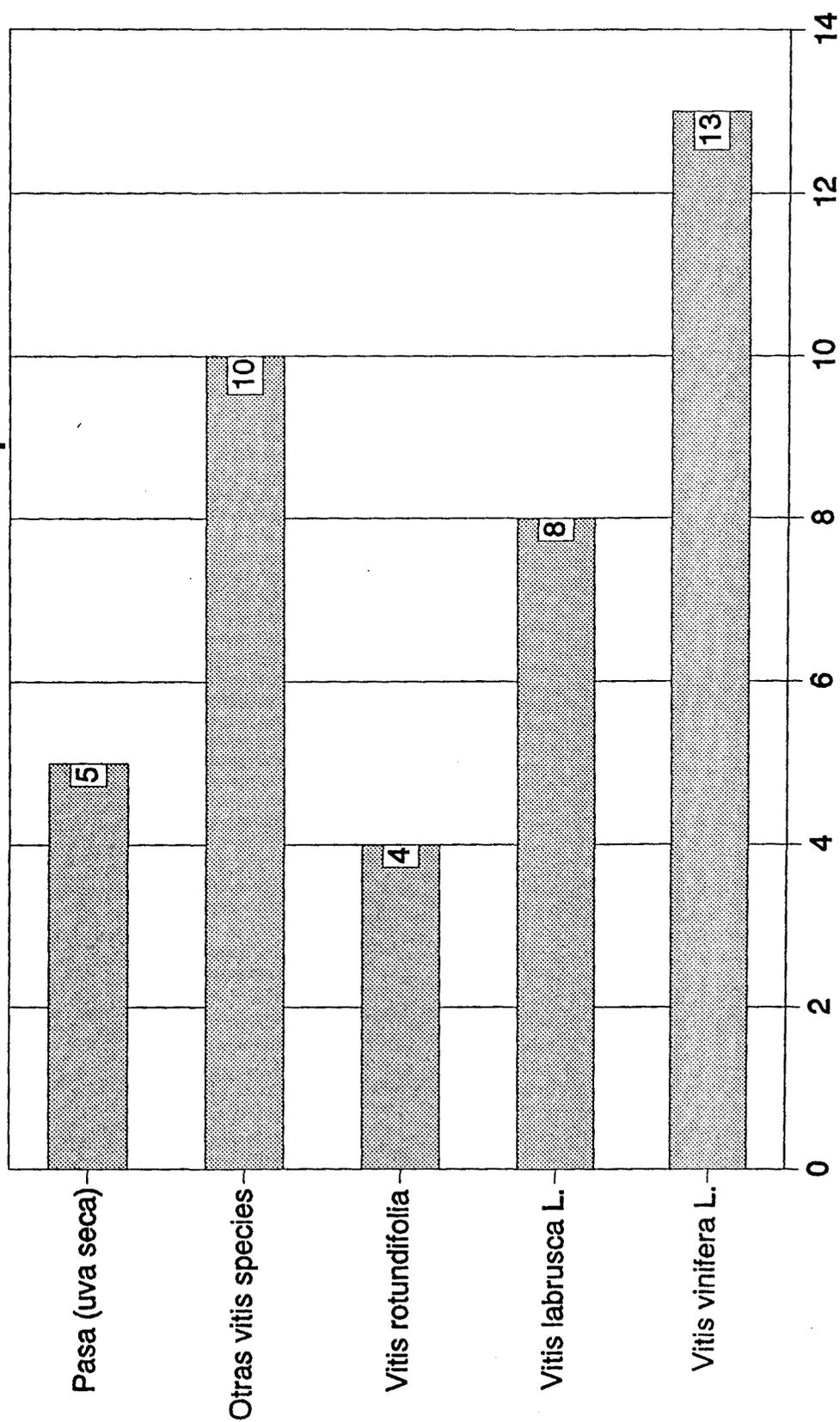
Número de VOCs presentes en *Vaccinium* species identificados en la oleoresina de pimentón



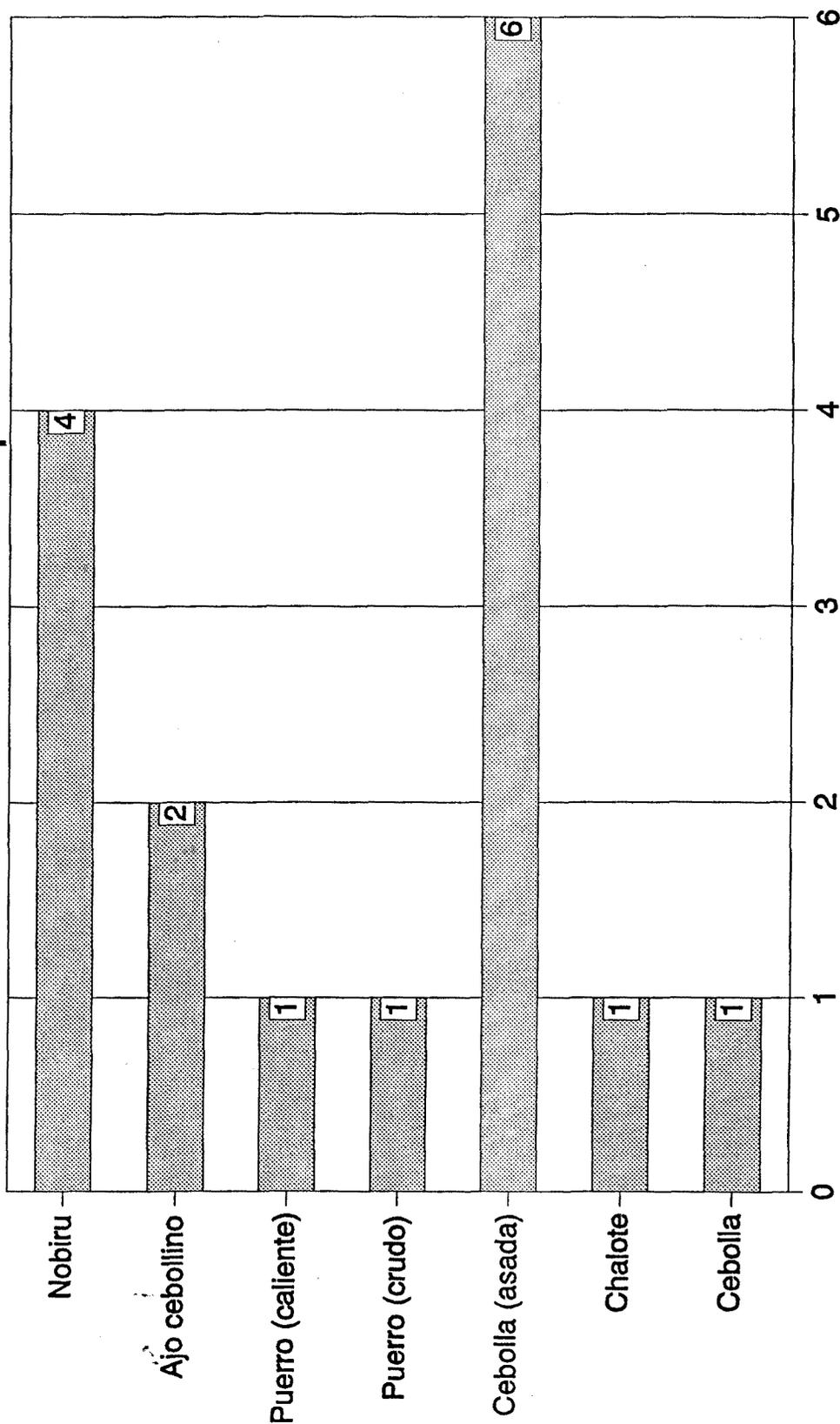
Nº de VOCs presentes en *Ribes nigrum* L., guava y feijoa identificados en la oleoresina de pimentón



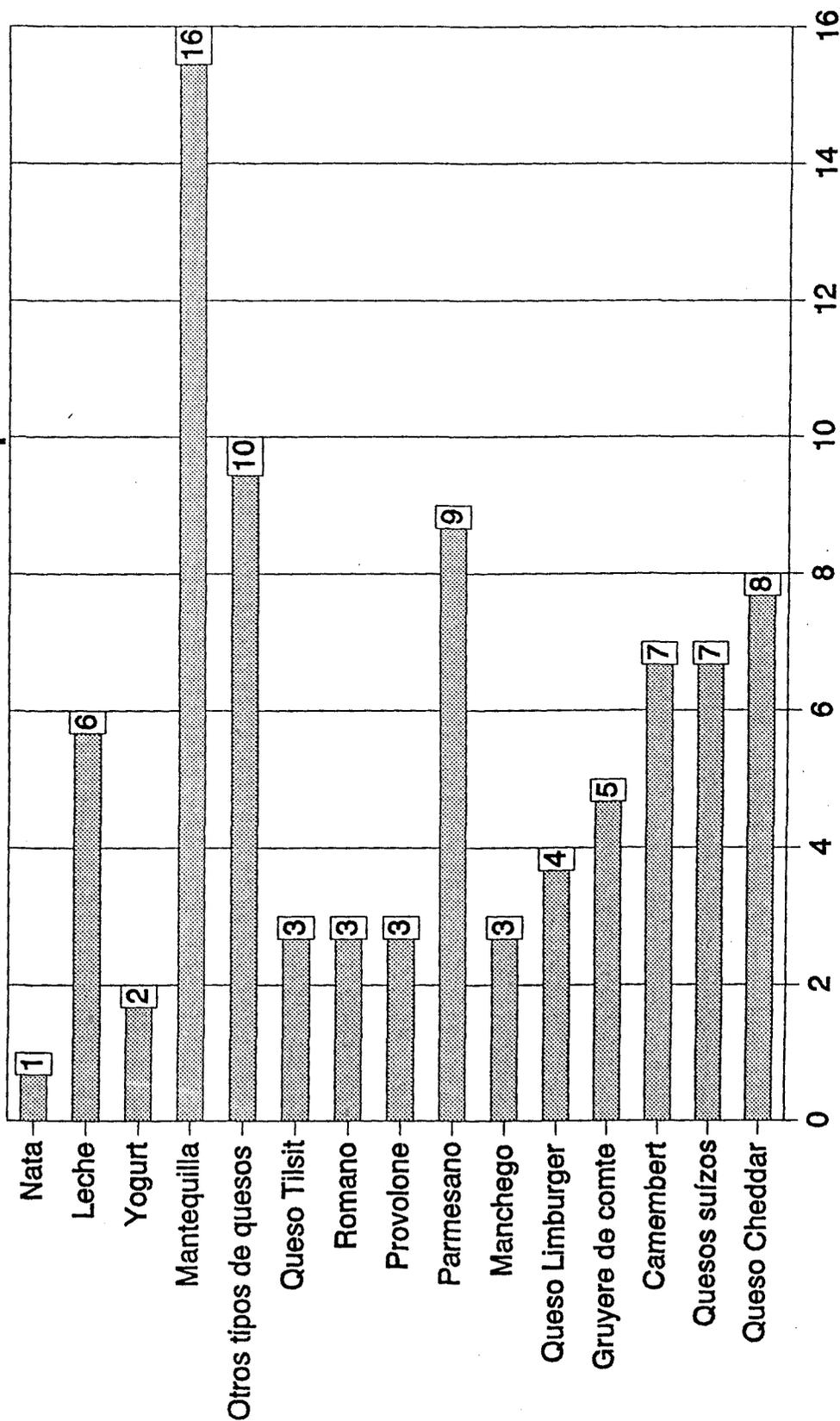
Número de VOCs presentes en uva (*Vitis* species) identificados en la oleoresina de pimentón



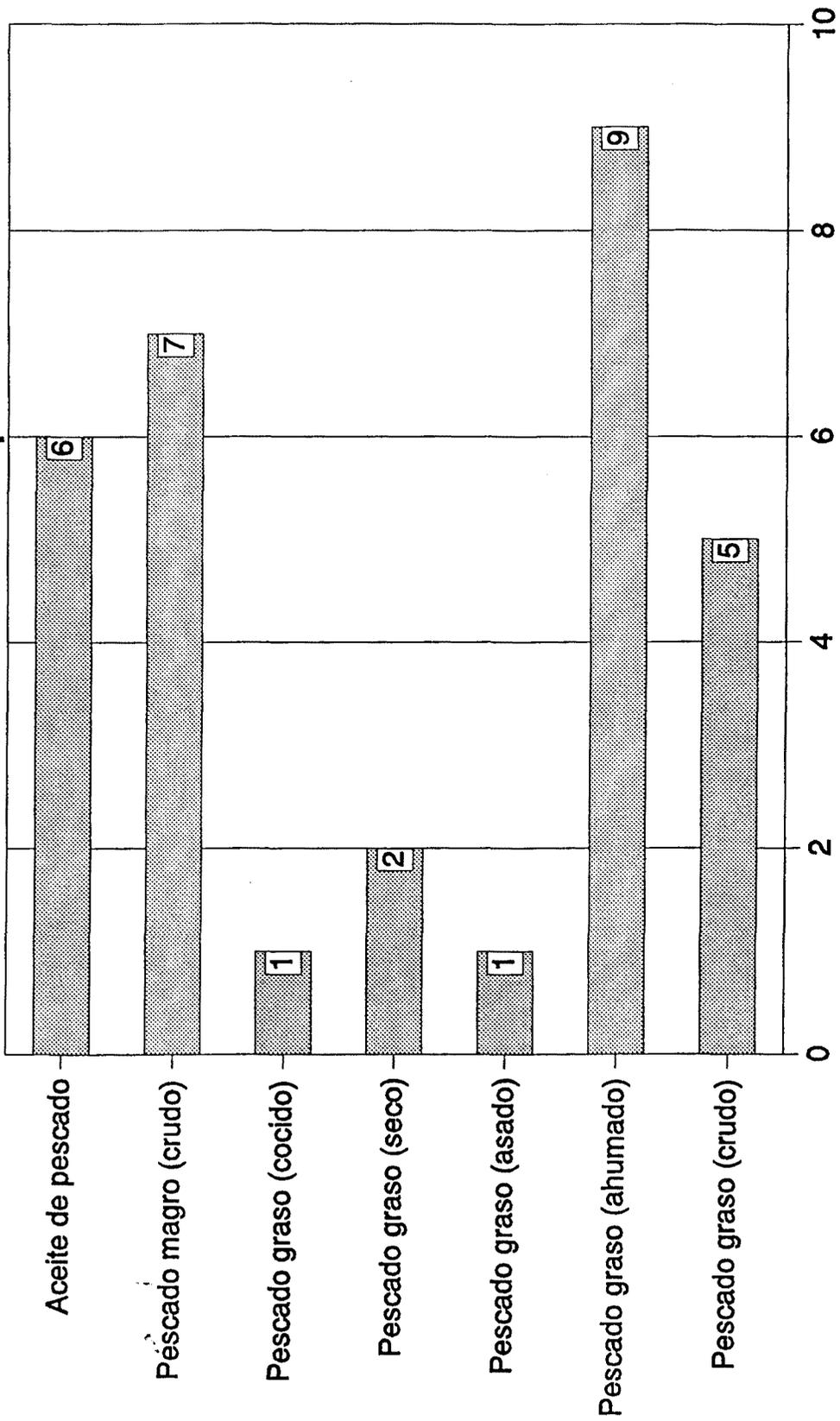
Número de VOCs presentes en Allium species identificados en la oleoresina de pimentón



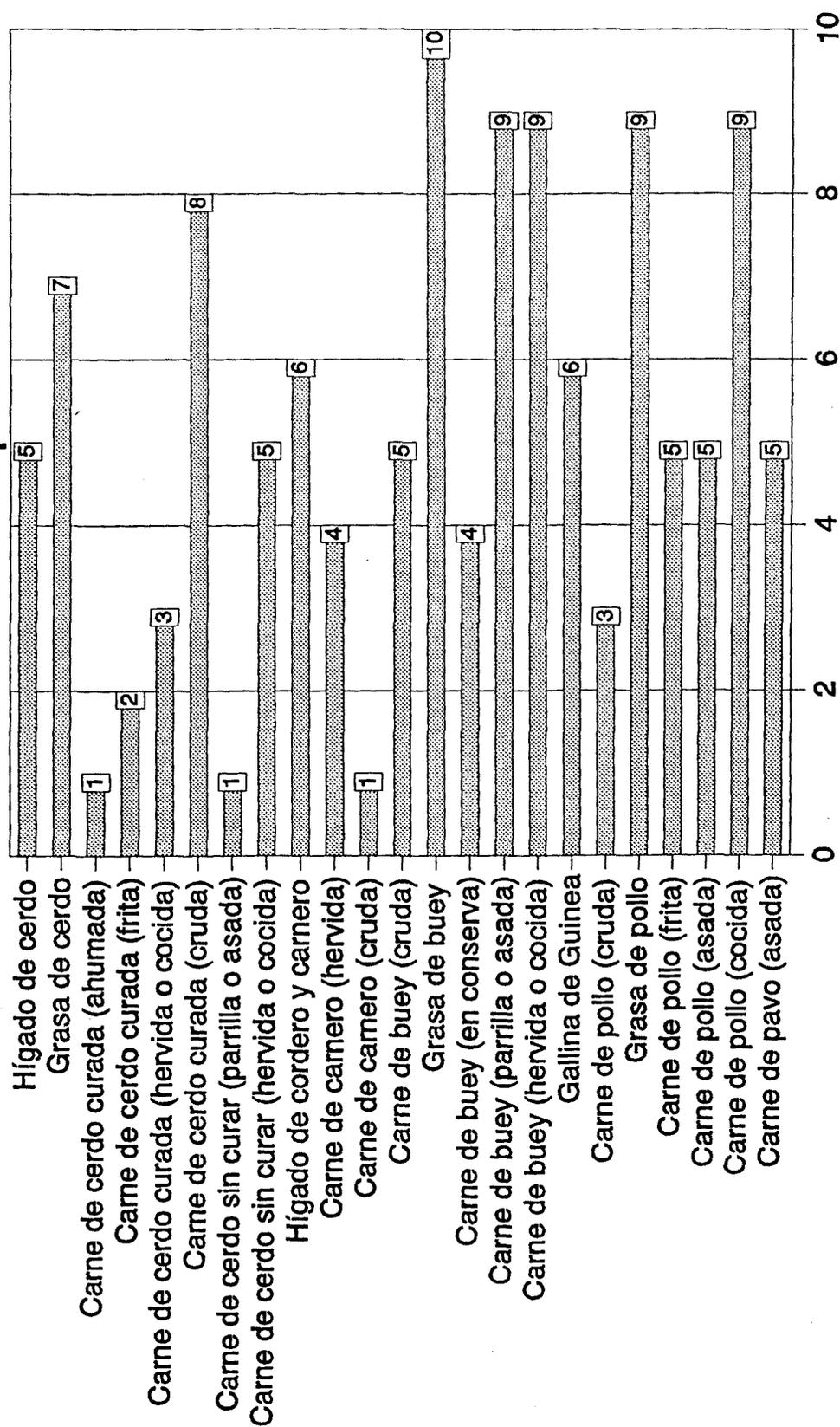
Número de VOCs presentes en la leche y derivados identificados en la oleorresina de pimentón



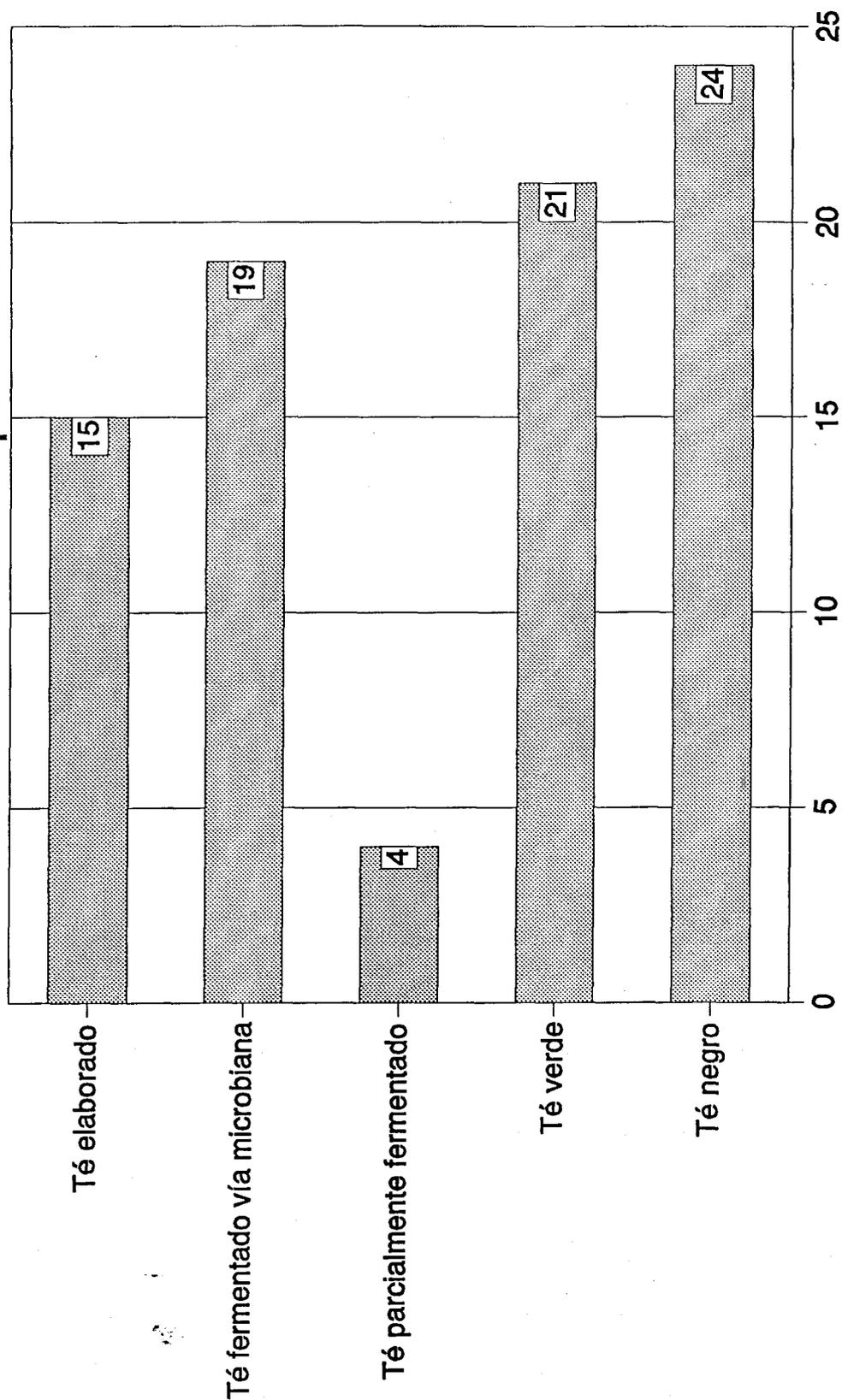
Número de VOCs presentes en diversos tipos de pescado identificados en la oleoresina de pimentón



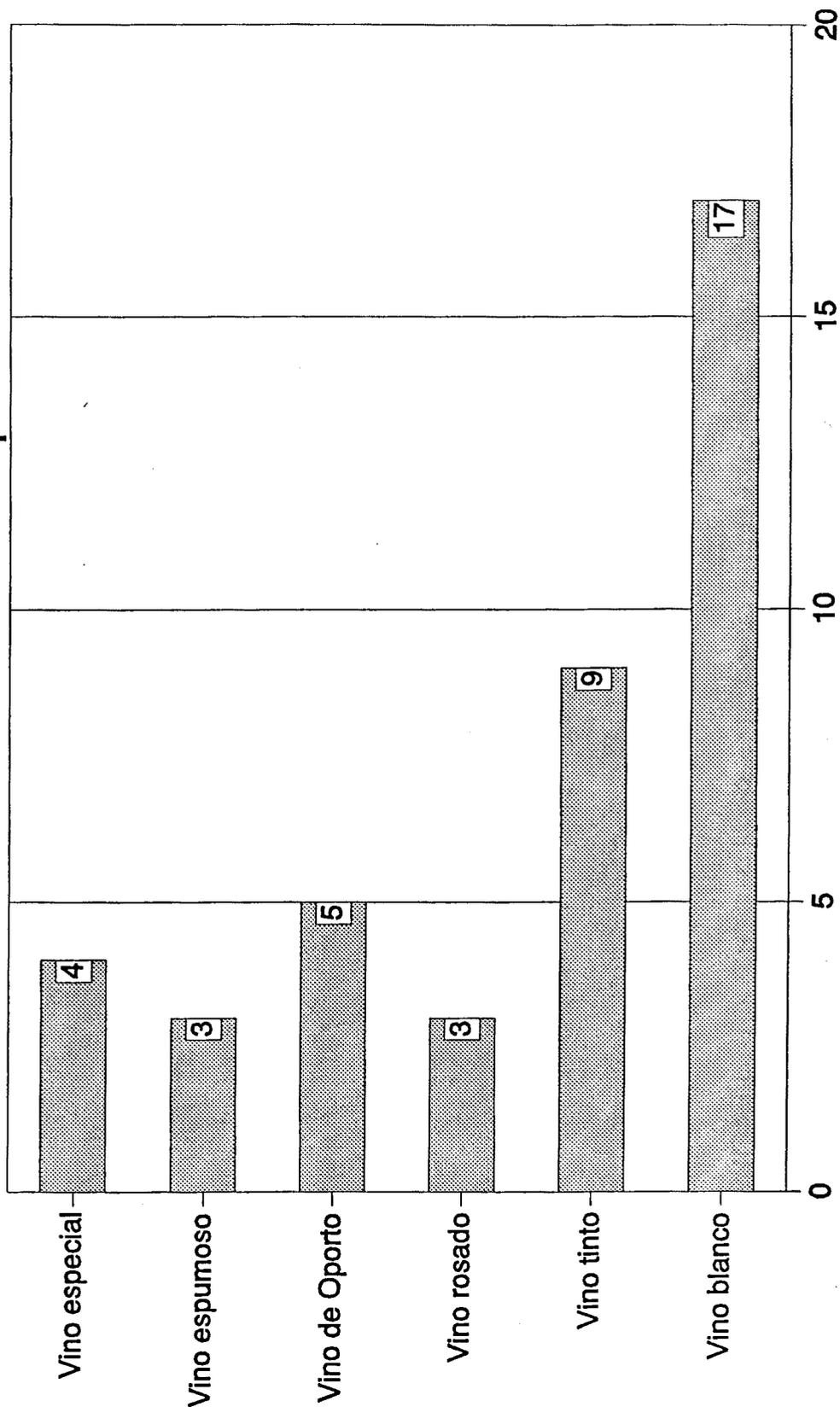
Número de VOCs presentes en diversos tipos de carnes identificados en la oleorresina de pimentón



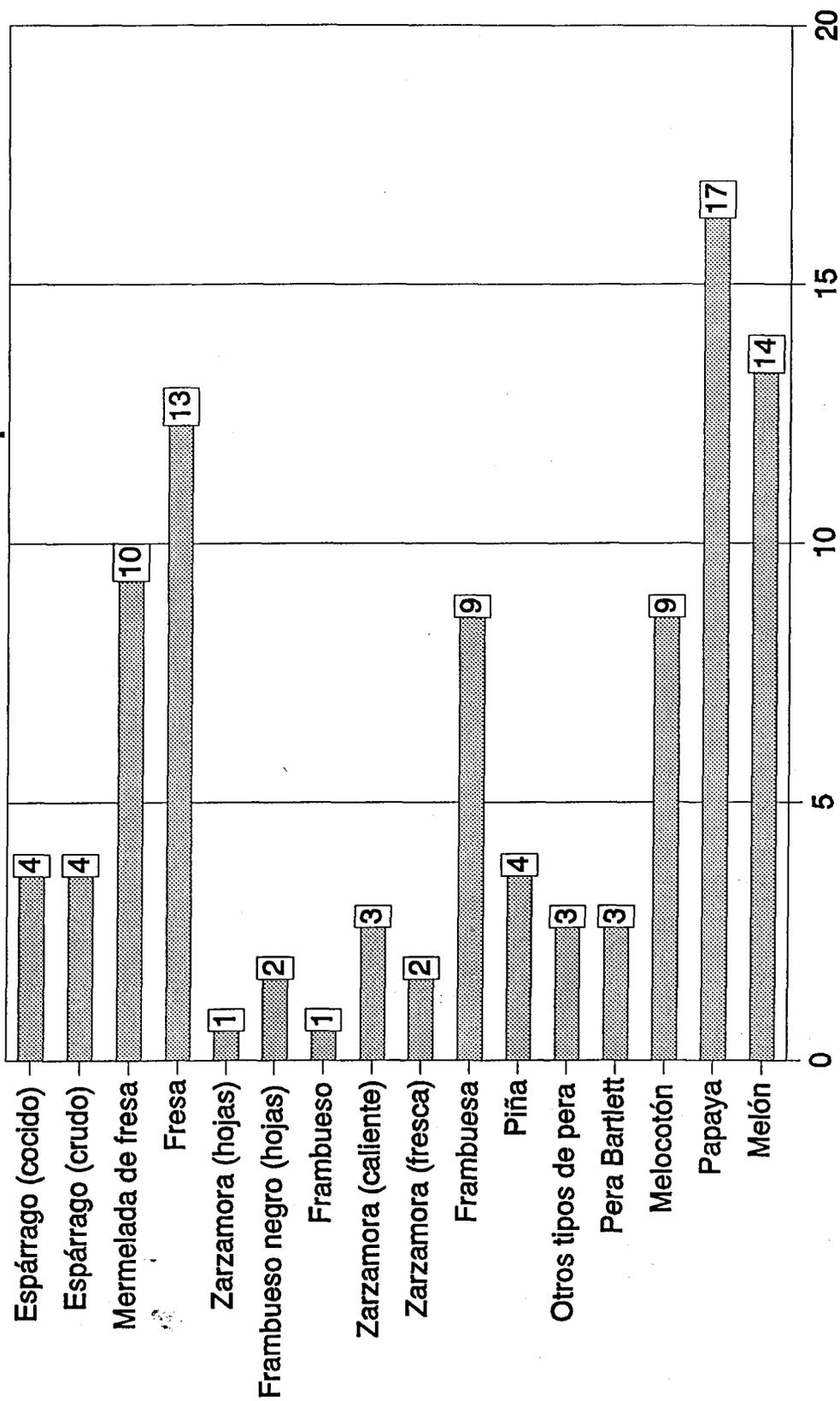
Número de VOCs presentes en diversos tipos de té identificados en la oleoresina de pimentón



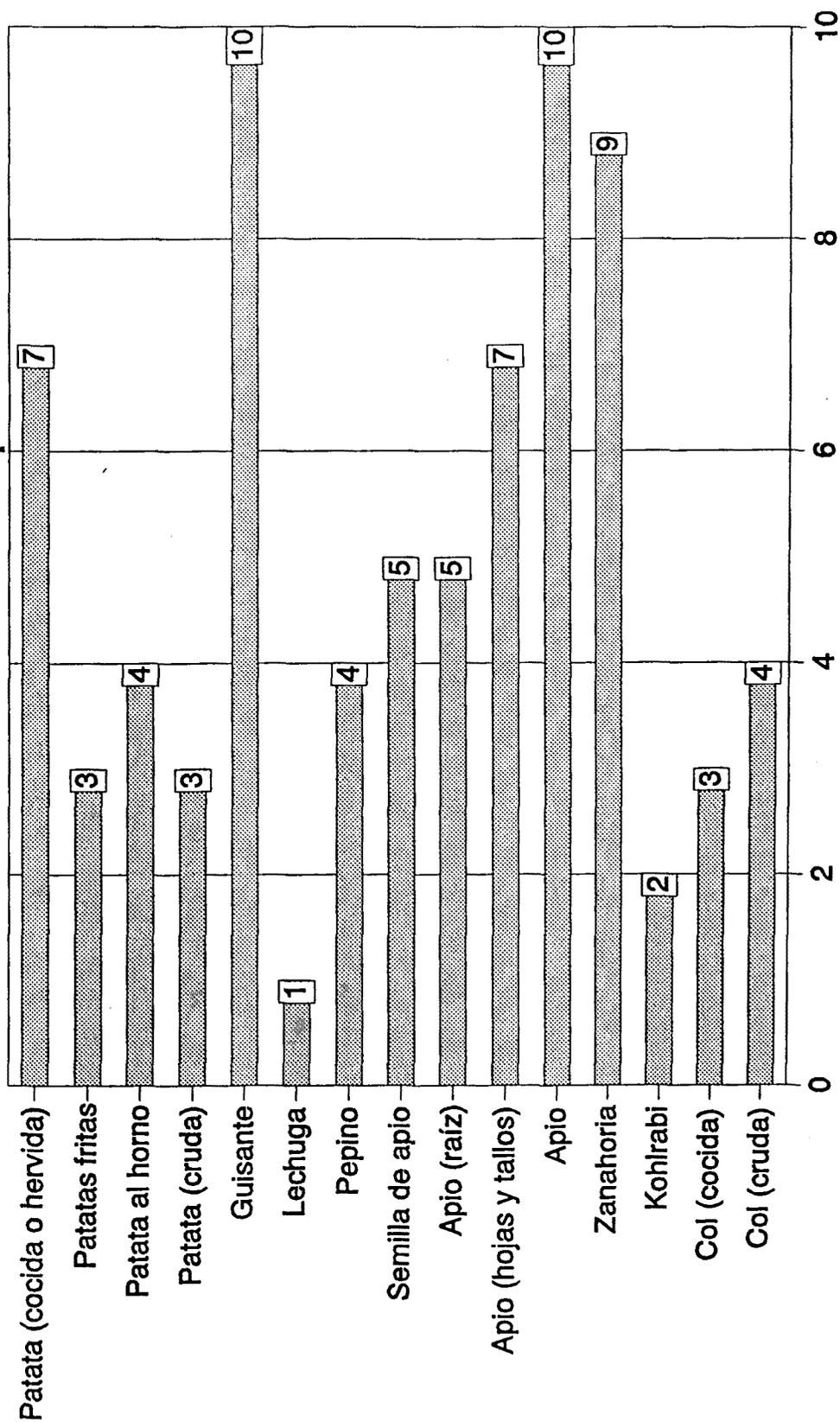
Número de VOCs presentes en varias clases de vino identificados en la oleoresina de pimentón



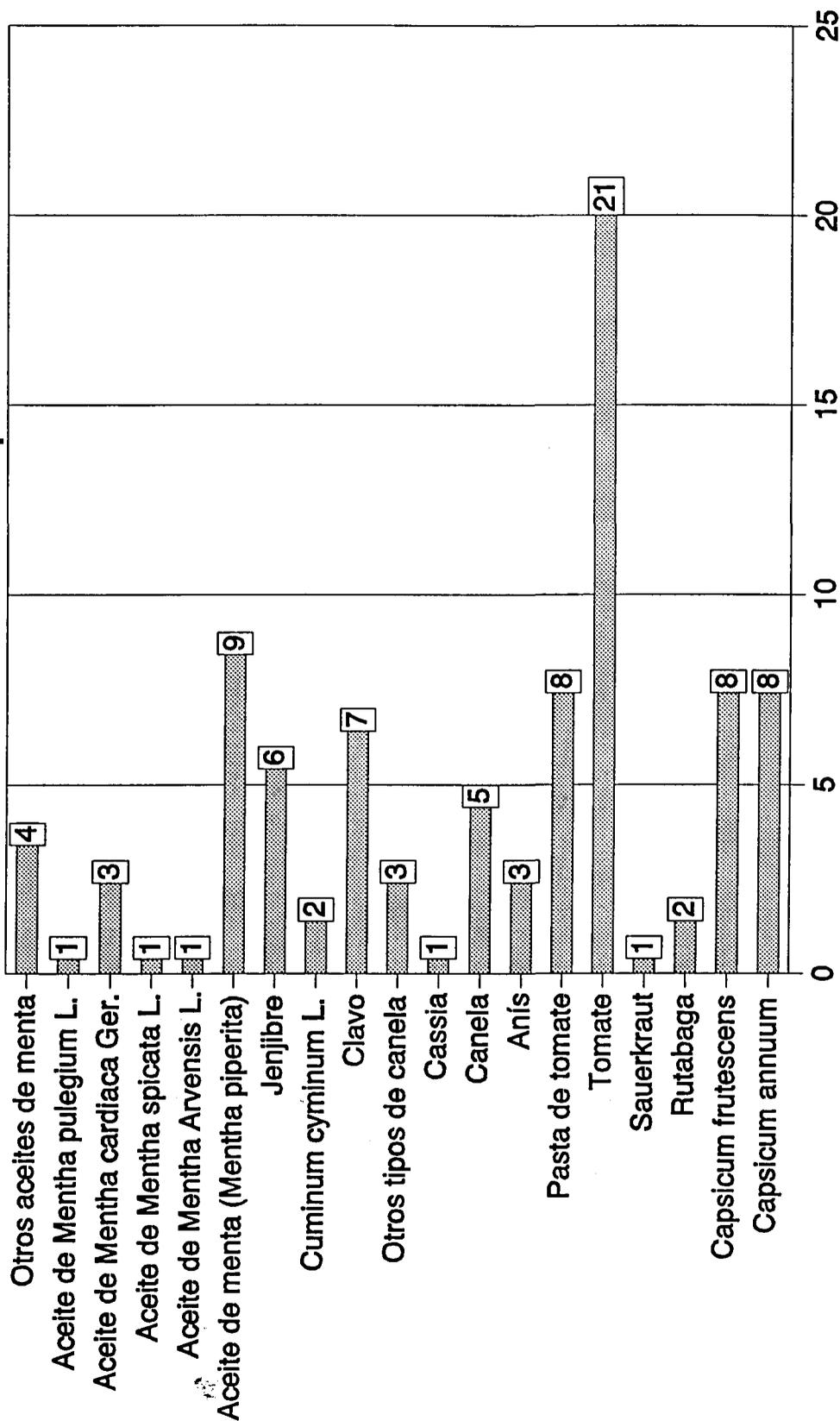
Número de VOCs presentes en alimentos (I) identificados en la oleoresina de pimentón



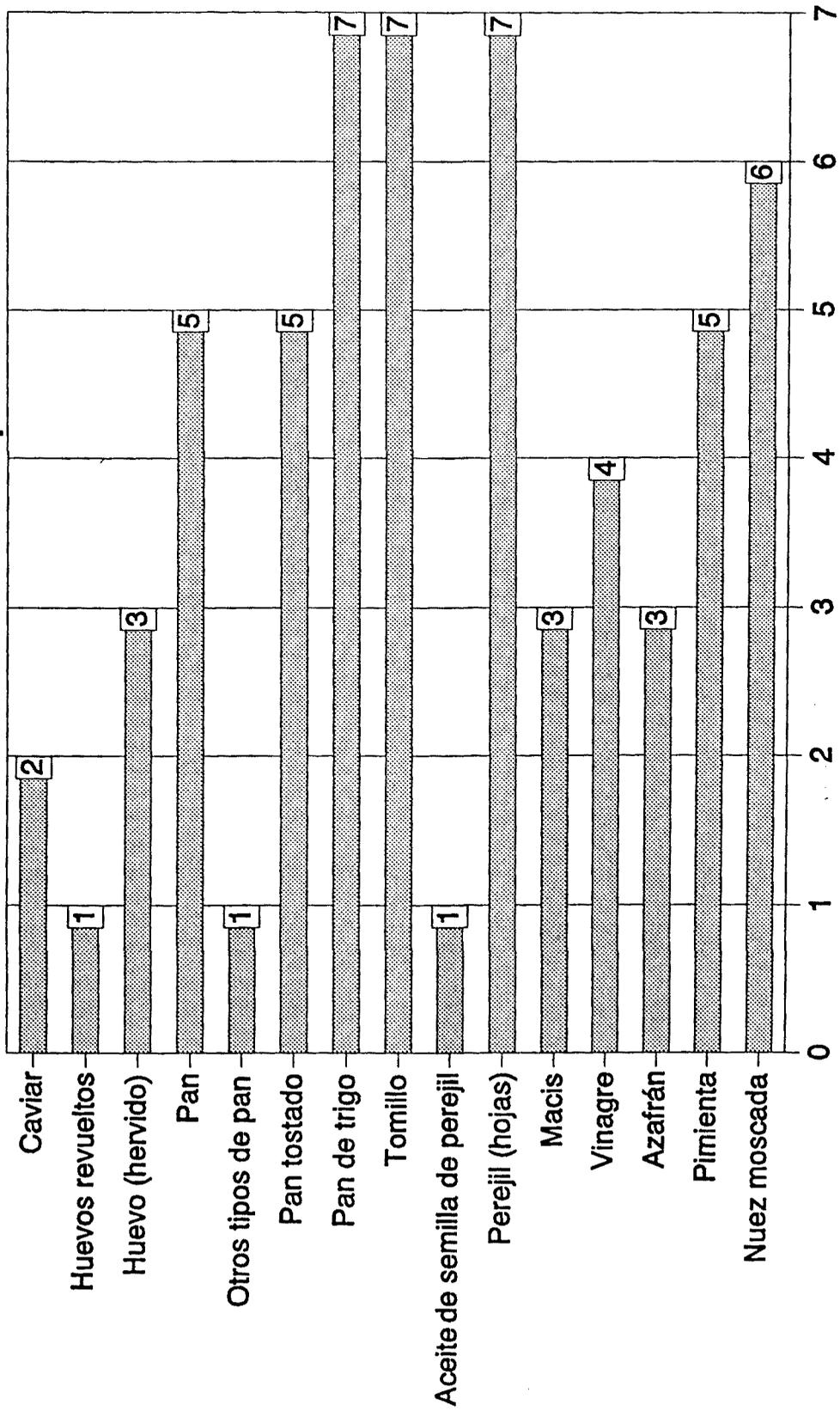
Número de VOCs presentes en alimentos (II) identificados en la oleorresina de pimentón



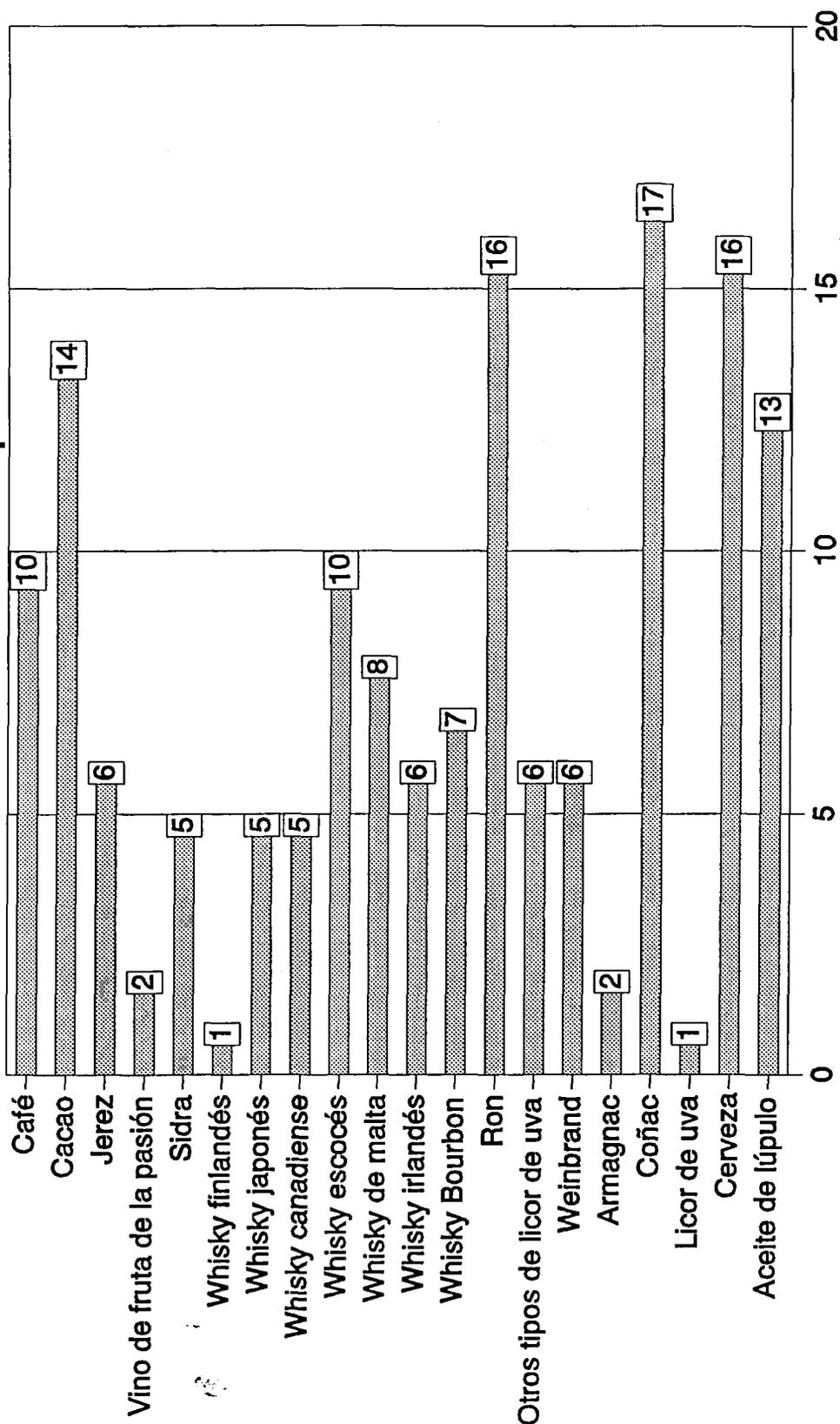
Número de VOCs presentes en alimentos (III) identificados en la oleoresina de pimentón



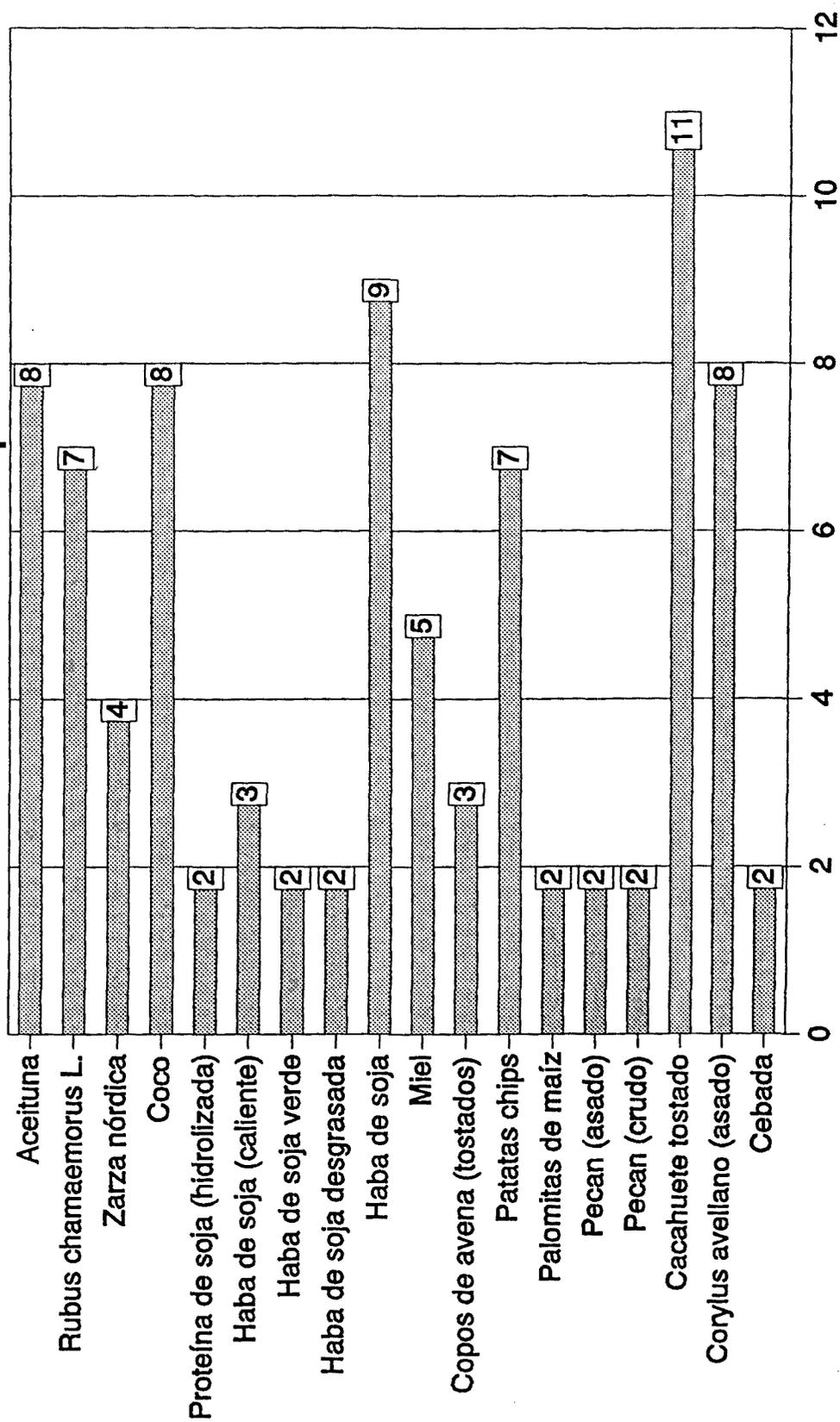
Número de VOCs presentes en alimentos (IV) identificados en la oleoresina de pimentón



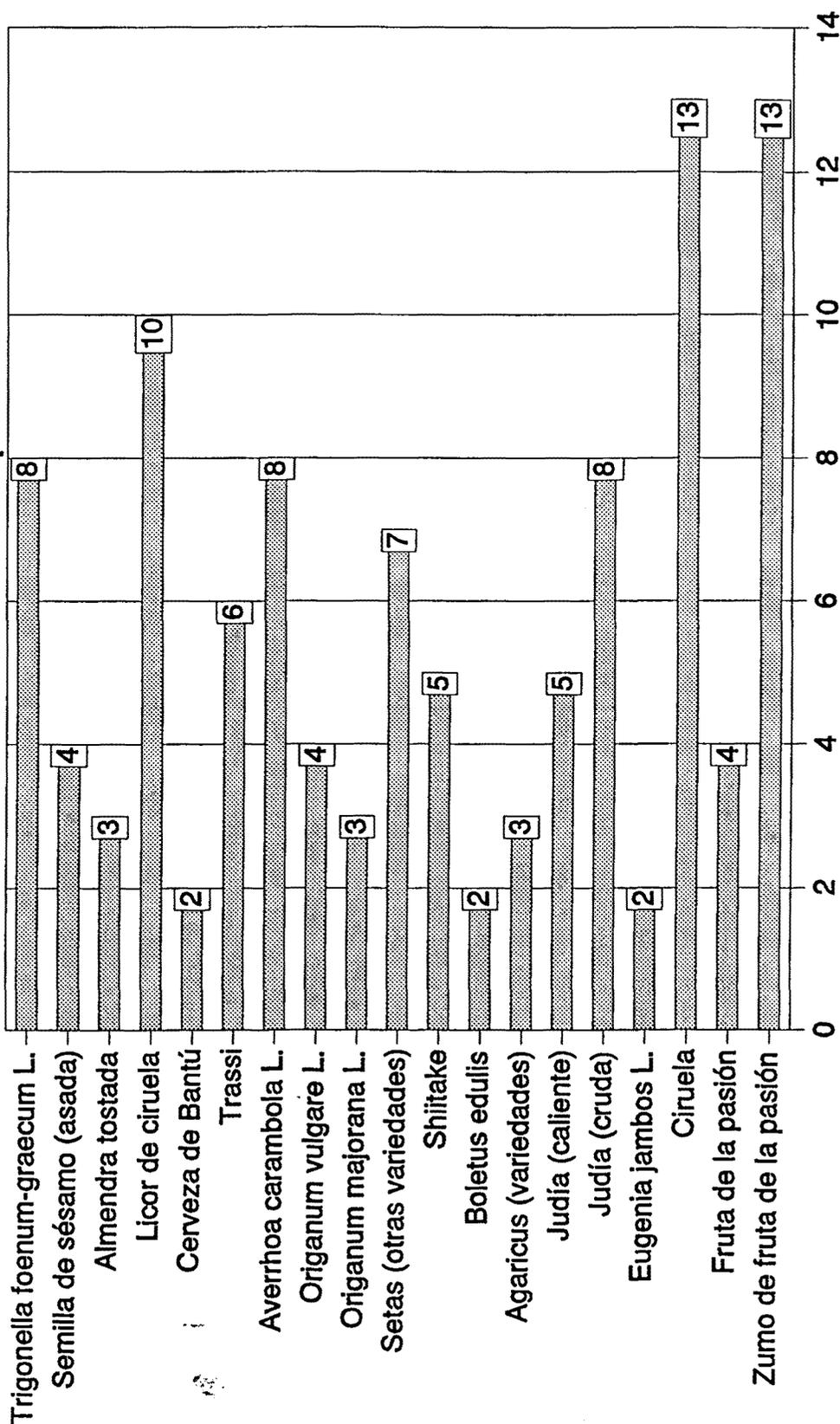
Número de VOCs presentes en alimentos (V) identificados en la oleoresina de pimentón



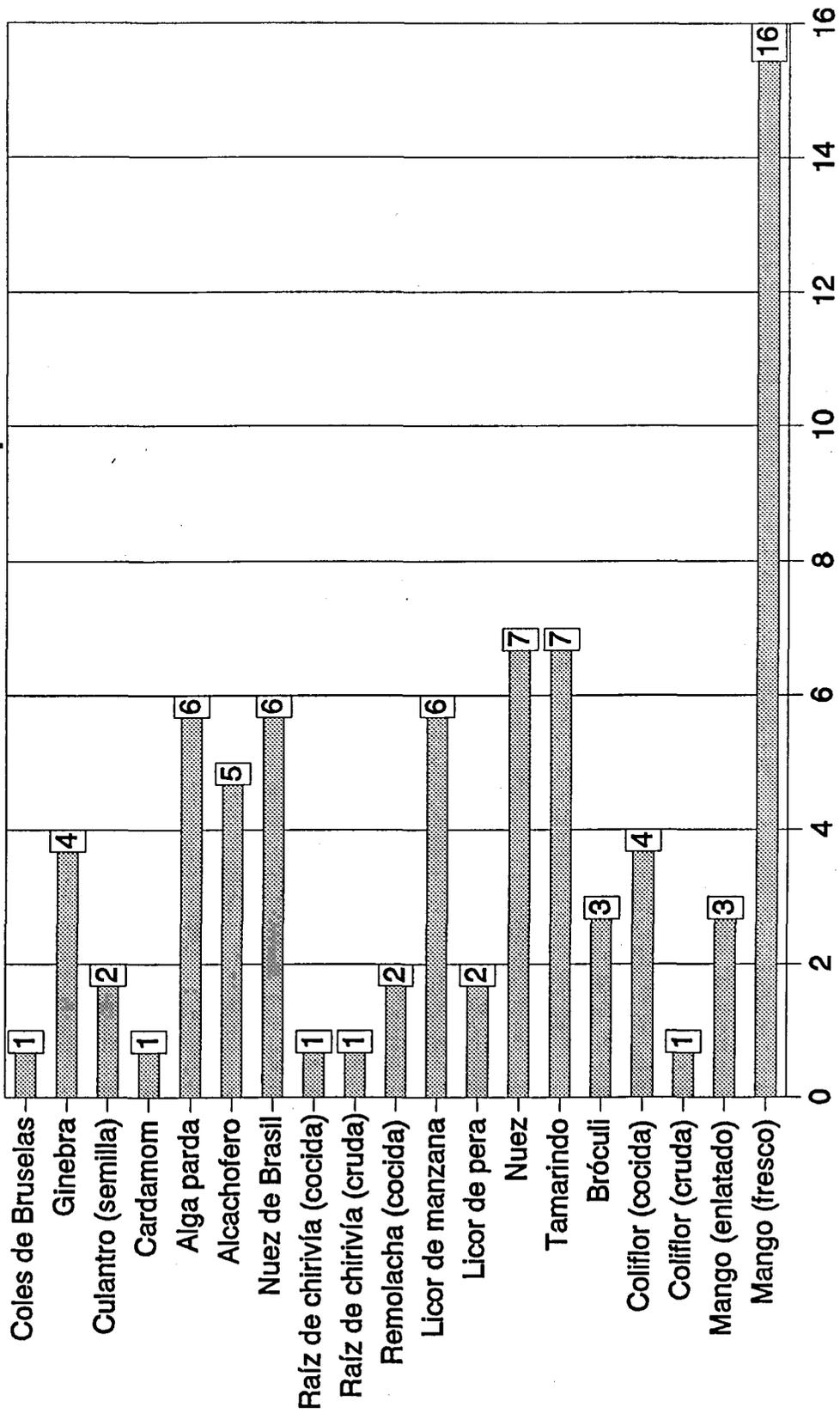
Número de VOCs presentes en alimentos (VI) identificados en la oleoresina de pimentón



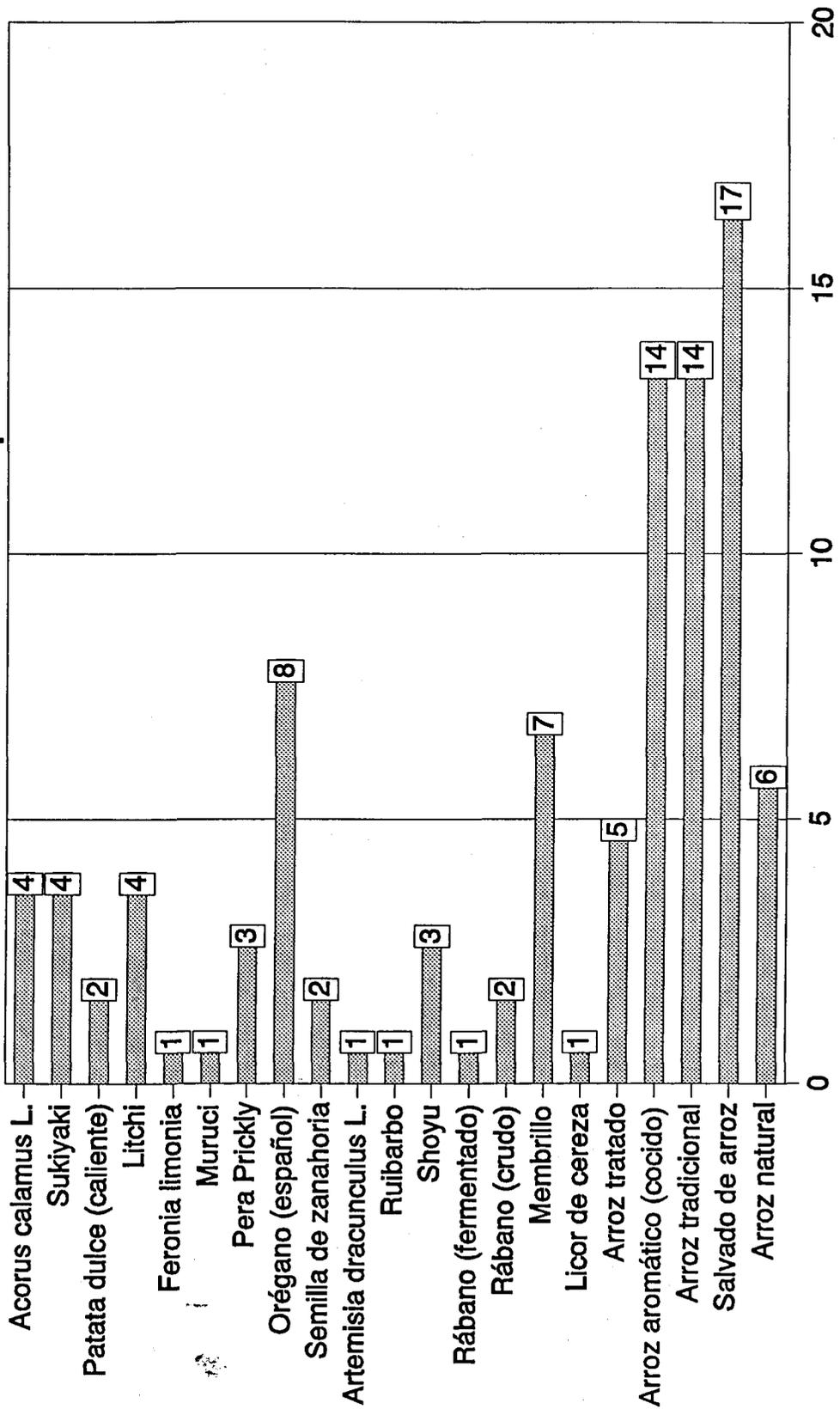
Número de VOCs presentes en alimentos (VII) identificados en la oleoresina de pimentón



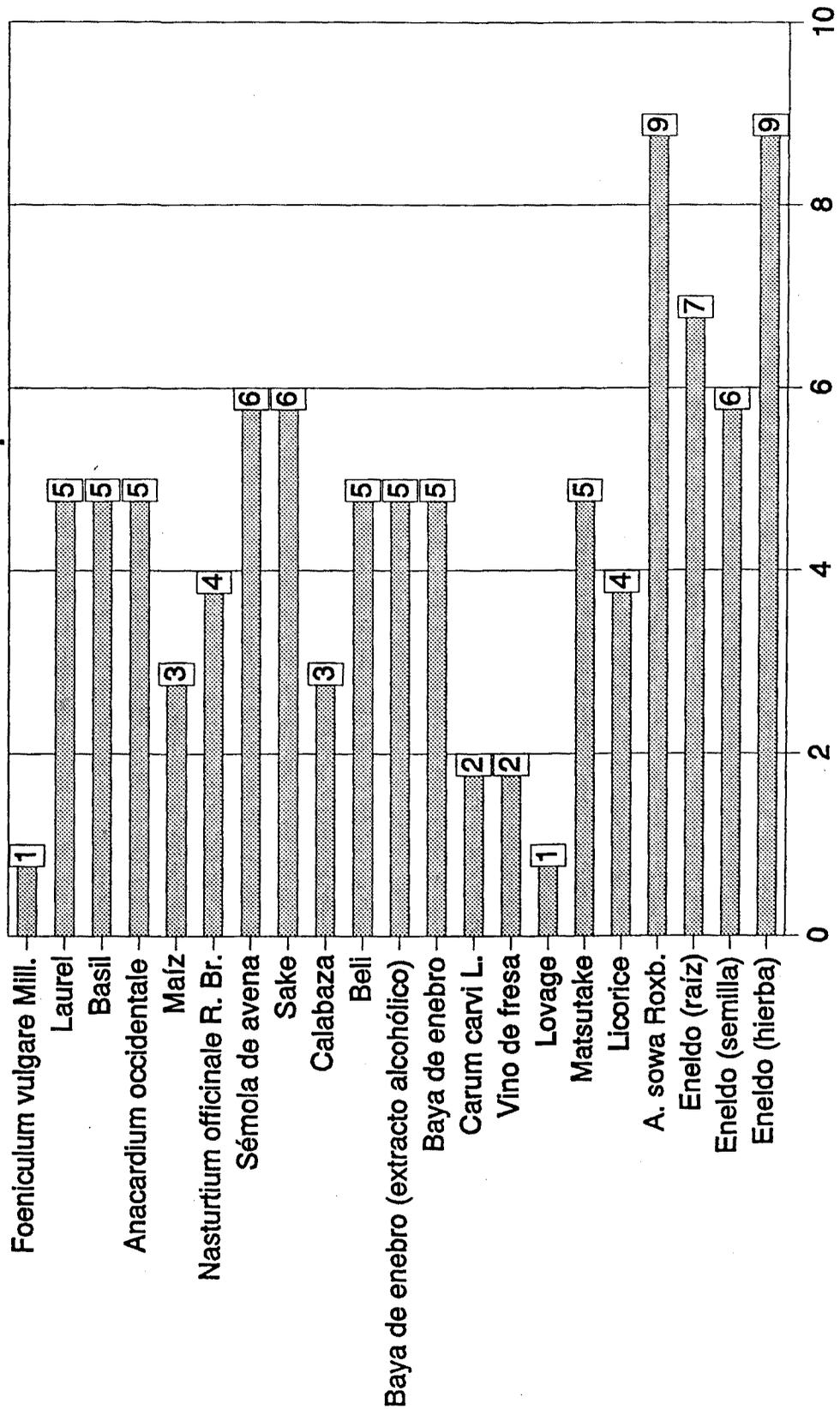
Número de VOCs presentes en alimentos (VIII) identificados en la oleoresina de pimentón



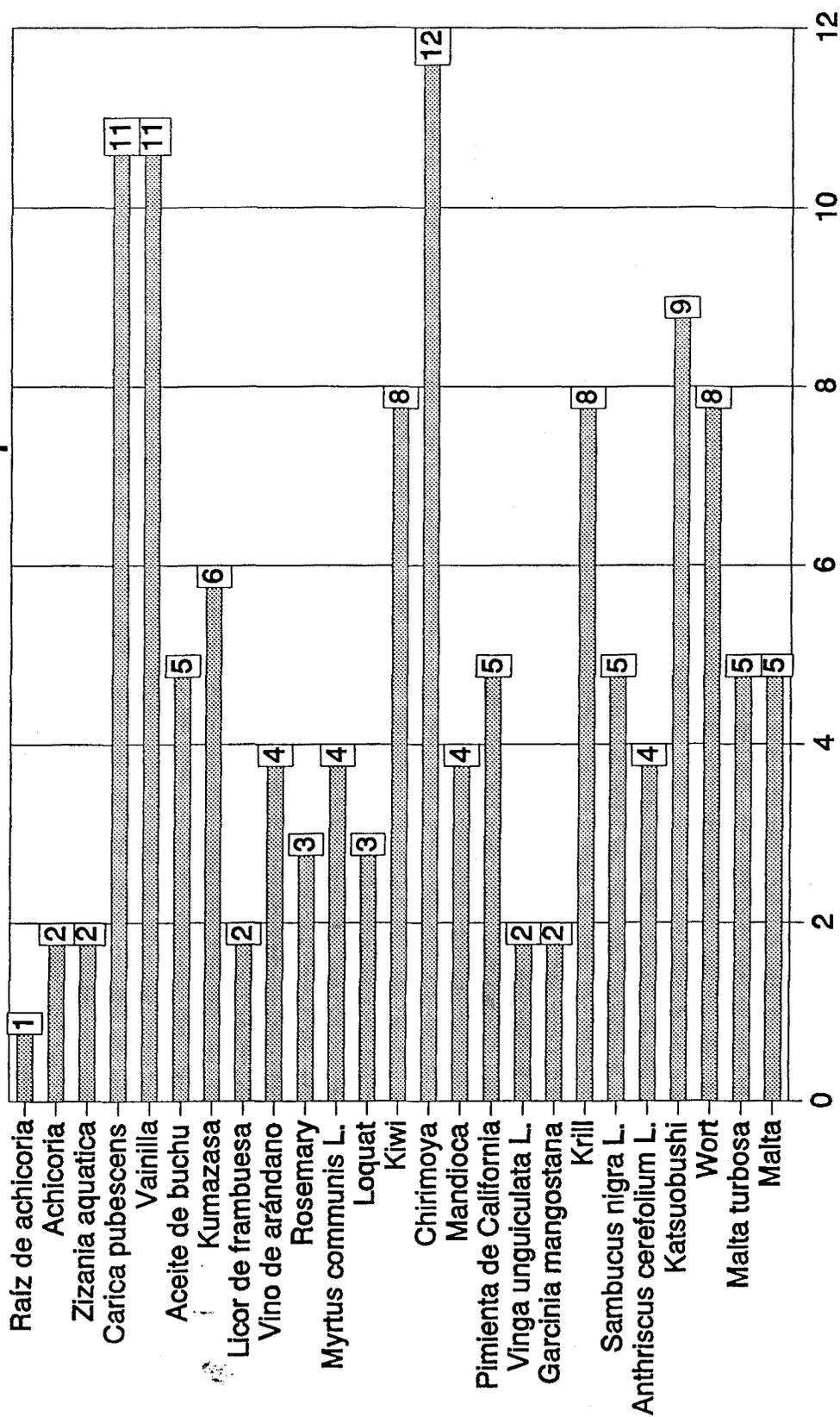
Número de VOCs presentes en alimentos (IX) identificados en la oleoresina de pimentón



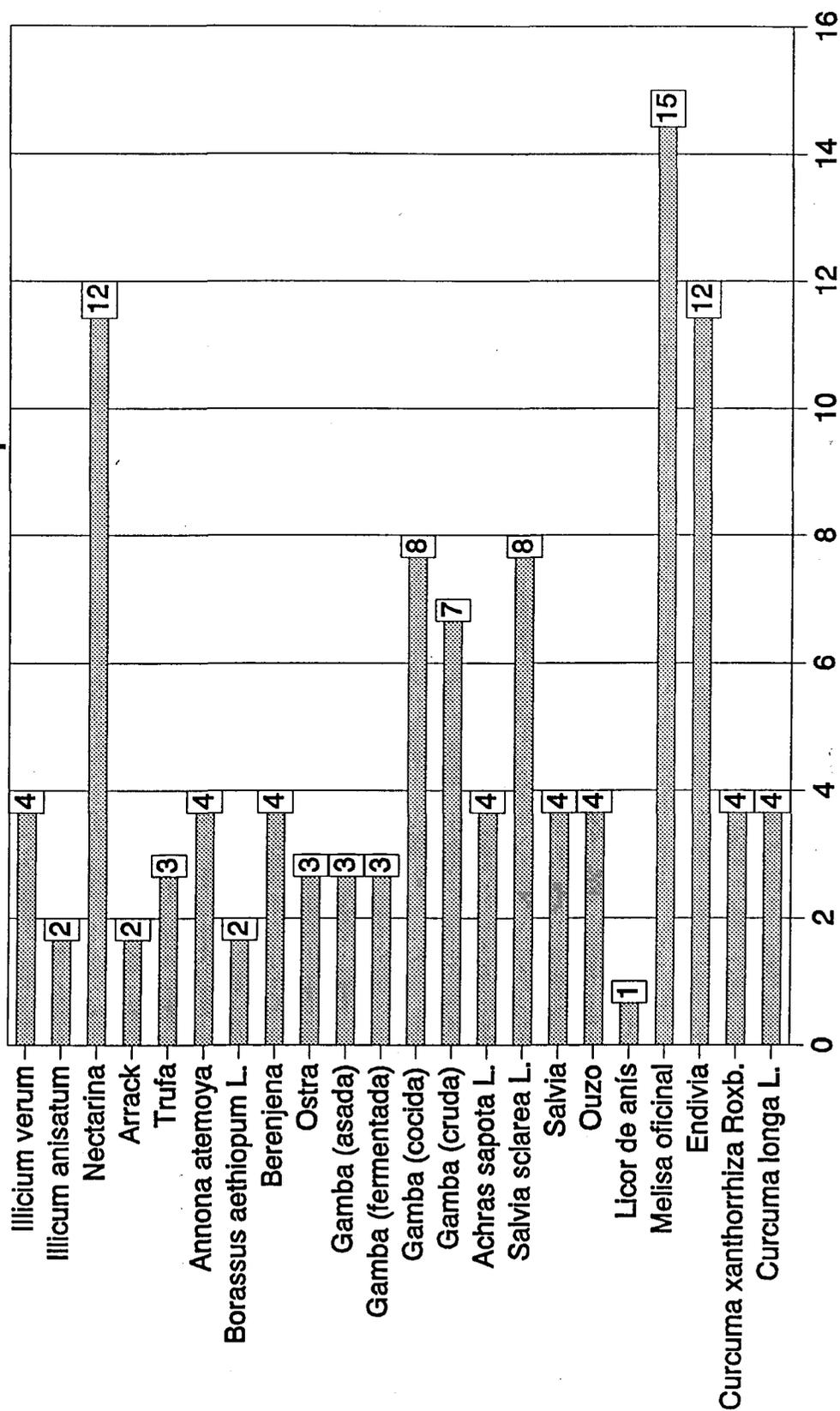
Número de VOCs presentes en alimentos (X) identificados en la oleoresina de pimentón



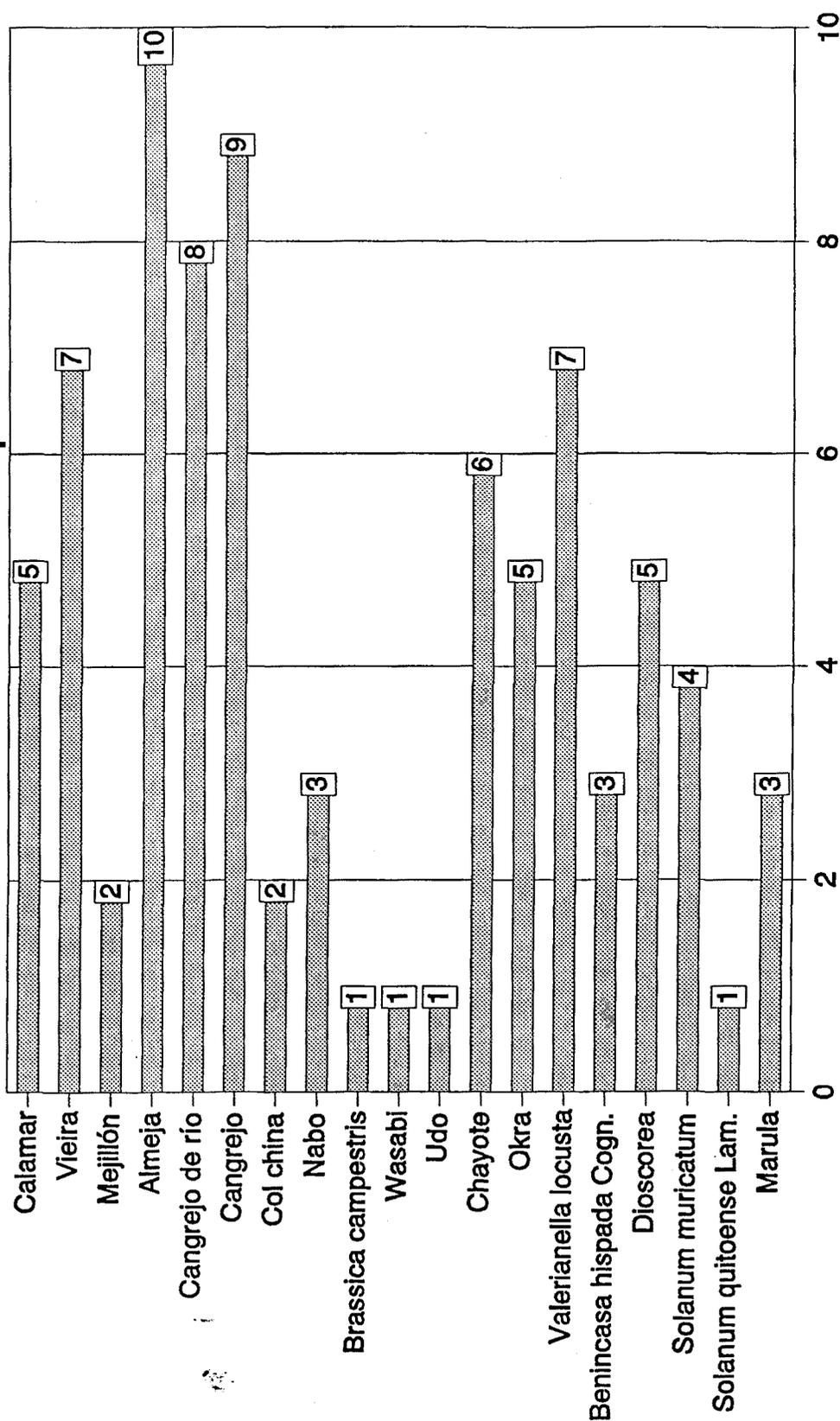
Número de VOCs presentes en alimentos (XI) identificados en la oleoresina de pimentón



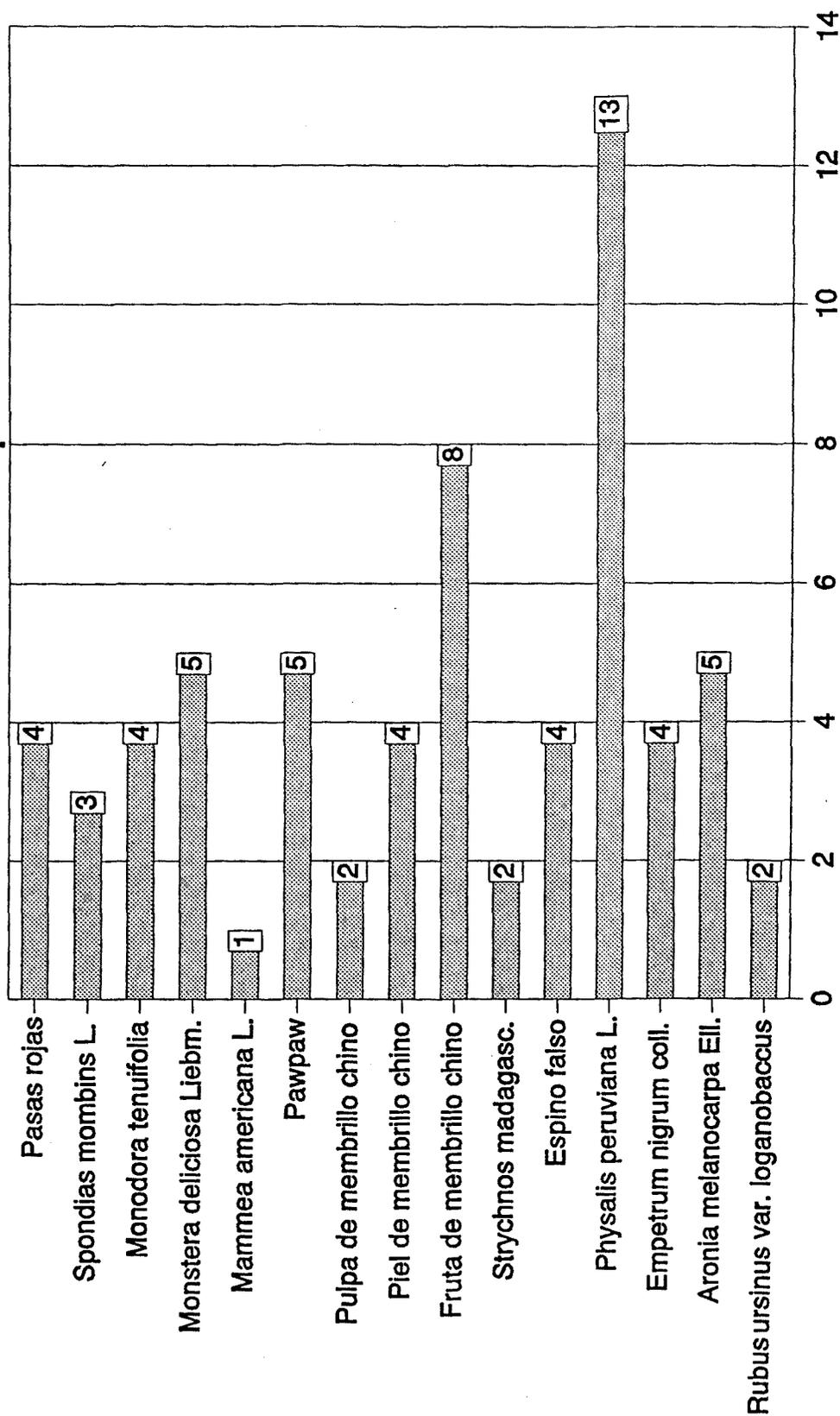
Número de VOCs presentes en alimentos (XII) identificados en la oleoresina de pimentón



Número de VOCs presentes en alimentos (XIII) identificados en la oleoresina de pimentón



Número de VOCs presentes en alimentos (XIV) identificados en la oleoresina de pimentón



14.11 Comentario sobre la presencia de los volátiles de la oleorresina de pimentón en determinados alimentos

Los diagramas de barras anteriores indican el número de volátiles, identificados en la oleorresina de pimentón, que se encuentran en otro alimento. El objetivo es indicar algunas observaciones, surgidas del estudio de estas tablas.

Se observa que, en el caso de los cítricos la mayor abundancia de VOCs se encuentra en el zumo de pomelo. En el caso de las frutas se da en el albaricoque y en el fruto de guava. En los derivados de la leche, la mantequilla es el producto con mayor número de VOCs identificados en la oleorresina de pimentón, la causa es debida a los carotenoides existentes en la hierba de la que se alimentan las vacas de leche.

Los resultados obtenidos en los diferentes tipos de té, con elevados contenidos de VOCs identificados en la oleorresina de pimentón, se justifica por la presencia de carotenos, que se encuentran en las hojas. Durante el secado, estos carotenos producen compuestos oxigenados, responsables del flavor del té, entre los que destaca el dihidroactinidiolide y las iononas (Weeks, 1986).

El tomate, perteneciente a la familia de las solanáceas, como el pimiento, debe presentar características paralelas a la oleorresina de pimentón, como así ha sido, en lo referente a VOCs comunes. Por razones indicadas antes, la coincidencia se produce únicamente en los VOCs de baja volatilidad, debido a que los estudios existentes para el tomate parten del fruto fresco y de partes de la planta (Buttery, Ling, 1992). Aunque la patata también pertenece a la familia de la solanáceas su coincidencia en volátiles es muy inferior.

Hay que resaltar que los VOCs identificados en la oleorresina de pimentón no presentan una coincidencia excesiva con los identificados en las *Capsicum species*, en parte por posibles transformaciones químicas producidas durante la eliminación del disolvente industrial; y por otro lado, debido a la gran pérdida de VOCs al aplicar vacío para que la cantidad presente de disolvente industrial se ajuste a la legislación vigente en materia de alimentación.

14.12 Extracción de los compuestos orgánicos volátiles presentes en la cáscara de bola roja

Mediante un esquema similar al método de Likens y Nickerson, aunque con mayores problemas de espuma, se han extraído los posibles VOCs de la cáscara de pimentón, antes de ser molida y extraída mediante disolventes. En principio es aceptable pensar en la existencia de un grupo más numeroso de VOCs, especialmente de aquellos que presentan una volatilidad relativamente elevada. Se indican algunos de los VOCs identificados, y que luego no han aparecido en la oleorresina de pimentón:

heptano
3-metilpentano
octano
2,5-dimetilfurano
5-metil-2-furancarboxaldehído
1-metil-4-(1-metiletiliden)-ciclohexano
decano
bencenoacetaldehído
2-octenal
3,7-dimetil-1,6-octadien-3-ol
linalol oxido B
(E)-2-nonenal
 α -terpineol
Nerol
geraniol
ácido nonanoico
(E)-2-nonenal
2-hidroxi-5-metilacetofenona
4,4,7A-trimetil-5,6,7,7A-tetrahidro-2(4H)-benzofuranona
9,12,15-octadecatrienal
10-undecenal
tridecanal
3,3,5-trimetilciclohexanol
1-hexadecanol
(Z)6,(Z)9-pentadecadien-1-ol
5,8,11-heptadecatrien-1-ol
tetradecanal
6,10,14-trimetil-2-pentadecanona
octadecanal
9,12,15-octadecatrienal
1-heptadecanol

Se aprecia una cierta cantidad de VOCs de volatilidad relativamente alta, que luego ya no aparecen en la oleorresina, si su número no es mayor, es fundamentalmente, debido a que el producto ya ha estado expuesto al sol. La gran abundancia de alcoholes de cadena larga confirma su transformación cuando la oleorresina se trata para la eliminación del disolvente, sin contar con la pérdida de VOCs que esta operación representa.

14.13 Procedencia de determinados volátiles en la oleorresina de pimentón

Sin profundizar excesivamente en este tema, se pretende justificar la existencia de determinados volátiles, según los estudios realizados por diversos autores, citados en la

bibliografía.

La presencia de carotenos en el pimiento es fundamental, como ya se ha indicado previamente, para una posterior justificación de los VOCs identificados en la oleorresina, siendo el β -caroteno el más característico. Su cadena poliénica se oxida con facilidad, produciendo compuestos cíclicos y acíclicos, que contienen, en muchas ocasiones, un grupo funcional oxigenado en un anillo del tipo trimetilciclohexano, o un grupo funcional oxigenado en una cadena alílica.

Por las razones indicadas en el apartado anterior, la existencia de 1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno, 1,2,3,4-tetrahidro-1,1,6-trimetilnaftaleno, α -ionona, β -ionona, dihidro- β -ionona, dihidroactinidiolide, 2,6,6-trimetilciclohexanona, β -ciclocitral pueden considerarse que el β -caroteno es su precursor. También el safranal puede considerarse derivado de los carotenos (Weeks, 1986).

También la presencia de 6-metil-5-hepten-2-ona, (E)-3,7-octadien-2-ona, (E)-6-metil-3,5-heptadien-2-ona, geranilacetona y (E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona puede considerarse derivada de carotenoides (Buttery, Ling, 1992).

Es adecuado tener en consideración que la descomposición térmica del β -caroteno produce gran cantidad de volátiles que están presentes cuando las condiciones de temperatura así lo permiten, aunque no es el caso que ocupa a este estudio (Onyewu et al., 1989)

La presencia de 2-feniletanol se considera que ha sido producida por el aminoácido fenilalanina (Buttery, Ling, 1992).

La presencia de benzaldehído y similares puede considerarse como un producto de la hidrólisis de los glucósidos.

Por lo general, las pirazinas se presentan en la naturaleza en cantidades muy pequeñas, sin embargo su aportación al flavor es muy importante, por lo que el estudio de su generación es objeto actualmente de diversas investigaciones. Su procedencia se considera como un producto de la reacción de Maillard, como sería el caso de la tetrametilpirazina.

Los terpenos son hidrocarburos cíclicos y acíclicos cuyas fórmulas moleculares son múltiplos de C_5H_8 , normalmente tal definición se extiende para incluir alcoholes, aldehídos, cetonas y otros derivados que presentan el mismo esqueleto carbonado del hidrocarburo terpénico fundamental, a tales compuestos se les denomina terpenoides. Un carácter fundamental de tales compuestos y de sus derivados es la presencia de la estructura carbonada del 2-metilbutano como unidad fundamental. La mayoría de los hidrocarburos son no saturados y pueden considerarse productos de condensación del isopreno (C_5H_8).

La presencia de terpenos y sesquiterpenos en la oleorresina de pimentón es abundante. El

limoneno es un terpeno con un elevado olor a limón.

Pueden considerarse VOCs derivados de lípidos los siguientes: hexanal, (E,E)-2,4-heptadienal, 2,4-decadienal y 7-octen-4-ol, así como los ácidos dodecanoico, tetradecanoico y hexadecanoico.

14.14 Bibliografía

- [1] ARMSTRONG, GILLIES, YAMAZAKI. "Natural Flavors Produced by Biotechnological Processing". *Flavor Chemistry: Trends and Developments*. 1988, 105-120.
 - [2] P.R. ASHURST (Editor). *Food Flavours*. London, Blackie Academic & Profesional, 1991.
 - [3] R.G. BUTTERY, L.C. LING. "Volatile Components of Tomato Fruit and Plant Parts". *Bioactive Volatile Compounds from Plants. ACS Symposium Series*. 1992, 23-34.
 - [4] H. MAARSE, C.A. VISSCHER (Editors), *Volatile Compounds in Food. Qualitative and Quantitative Data, Volúmenes 1 y 2. Suplementos 1, 2 y 3*. TNO Biotechnology and Chemistry Institute, The Netherlands, 1989/90/91/92.
 - [5] P.N. ONYEWU, H.D. DAUN, CHI-TANG HO. "Volatile Thermal Decomposition Products of β -carotene". *Thermal Generation of Aromas. ACS Symposium Series*. (1989), 247-254.
 - [6] T.H. PARLIMENT. "Thermal Generation of Aromas. An Overview. *Thermal Generation of Aromas. ACS Symposium Series*. (1989), 2-11.
 - [7] P. SCHREIER. *Chromatographic Studies of Biogenesis of Plant Volatiles*. Heidelberg, Alfred Hüthig Verlag, 1984.
 - [8] W.W. WEEKS. "Carotenoids. A Source of Flavor and Aroma". *Biogenesis of Aromas. ACS Symposium Series*, 317 (1986), 157-166.
-

CAPÍTULO 15

CUANTIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES DE LA OLEORRESINA DE PIMENTÓN

15.1 Interpretación de los resultados obtenidos

Ya se ha indicado que no se conoce la respuesta de la detección para cada uno de los VOCs, por no disponer de patrones, sin embargo, se ha dispuesto un patrón interno, nerol, que se ha introducido en el sistema HRGC/MS, considerándose un factor de respuesta unidad. Dicha consideración permite relacionar las áreas de cada compuesto con su contenido en la muestra, y, así, extrapolar a la totalidad de la misma.

Una vez realizadas las operaciones indicadas en el capítulo 11, la cuantificación para los VOCs que se pueden considerar mayoritarios es la siguiente, respecto a la cantidad de oleorresina de pimentón de partida:

VOCs identificados (mayoritarios)	$\mu\text{g/g}$
m-xileno	11,5
benzaldehído	1,3
6-metil-5-hepten-2-ona	0,9
limoneno	0,6
2,2,6-trimetilciclohexanona	1,2
4-metilbenzaldehído	1,3
Tetrametilpirazina	2,9

6-metil-3,5-heptadien-2-ona	5,2
2,4-dimetilbenzaldehído	1,8
Safranal	1,6
β -ciclocitral	2,2
Tridecano	1,2
1,2-dihidro-1,1,6-trimetilnaftaleno	0,8
α -cubebeno	1,8
β -elemeno	0,8
Tetradecano	5,3
α -ionona	0,4
dihidro- β -ionona	0,6
Geranilacetona	7,9
β -ionona	7,8
α -selineno	4
10-metilundecanoato de metilo	0,9
Dihidroactinidiolide	0,9
Tetradecanoato de metilo	0,8
(E,E)-6,10,14-trimetil-5,9,13-pentadecatrien-2-ona	0,4

A la vista de los resultados cuantitativos de diferentes VOCs puede considerarse que aportan de manera decisiva su influencia al total del aroma de la oleorresina de pimentón. Hay que considerar, además, el efecto sinérgico que aparece cuando existe una mezcla de compuestos que aportan un determinado flavor, debido a que el efecto final es superior al que se tendría en el caso de que cada uno de los VOCs actuara de manera individual.

15.2 Cuantificación global de compuestos orgánicos volátiles de la oleorresina de pimentón

Para llevar a cabo la cuantificación global, se ha sometido a la oleorresina de pimentón a una extracción mediante el método de Likens y Nickerson a presión atmosférica. Se ha aplicado a una cantidad de oleorresina superior a la utilizada para la separación e identificación de los VOCs. La extracción se ha realizado con pentano como disolvente, de este modo su bajo

punto de ebullición ha permitido evaporarlo con facilidad. Los resultados se refieren al contenido en volátiles mediante la aplicación del método de Likens y Nickerson, lo que no coincidirá con otros métodos por razones ya indicadas.

Se ha extraído un total de 486,8 g de oleorresina de pimentón, obteniéndose un total de 0,2377 g de VOCs, lo que representa un 0,049%.

**QUINTA PARTE:
CONCLUSIONES**

CAPÍTULO 16

CONCLUSIONES

16.1 Sobre los sistemas de extracción (aislamiento) de los VOCs de la oleorresina de pimentón

Se han experimentado cinco técnicas de obtención de VOCs, aplicadas todas ellas a la misma muestra de oleorresina con resultados relativamente parecidos, pero con algunas diferencias dignas de resaltar.

Las técnicas de headspace dinámico han permitido la extracción de diversos volátiles, aunque la recuperación de los mismos no es tan completa como en otros métodos. Esta técnica sería más recomendable en el caso de que se tratara de VOCs de volatilidad realmente elevada, no como en el caso de la oleorresina de pimentón.

El método de Likens y Nickerson se ha desarrollado de dos maneras distintas, a presión atmosférica y a presión reducida. A pesar del riesgo que se corre al aumentar la temperatura en el primer método, se han obtenido resultados ligeramente superiores con la técnica aplicada a presión atmosférica, especialmente en los VOCs de menor volatilidad. Aún teniendo en cuenta lo dicho, no hay que descartar la aplicación del método a presión reducida, por generar resultados parecidos, a temperatura inferior y en menor tiempo.

La técnica de headspace estático se ha empleado para conocer los VOCs de mayor volatilidad y que quedaban enmascarados por el disolvente en las extracciones indicadas antes. Los resultados han sido positivos en el aspecto de apoyar la aplicación de la extracción de Likens y Nickerson a presión atmosférica, puesto que los VOCs que no aparecen en dicha aplicación no se consideran importantes para el olor y sabor de la oleorresina de pimentón. Sin embargo, es el método de más rápida aplicación. En el caso de la existencia de VOCs de volatilidad elevada, este método permitiría adquirir una huella importante de la oleorresina de pimentón.

Se presenta una tabla que permite escoger el método de extracción que ha resultado más adecuado para un determinado volátil. En el caso de VOCs solubles en agua, los métodos deben ser mediante headspace dinámico.

16.2 Sobre los VOCs identificados en la oleoresina de pimentón

A pesar del sistema industrial de obtención de la oleoresina, que no favorece la existencia de VOCs, se han obtenido resultados muy interesantes en este apartado. Se han identificado 44 compuestos orgánicos volátiles, aparte de descartar a varios más, por no tener suficiente garantía de su identificación. Entre ellos, algunos tan importantes como safranal, diversas iononas, y otros compuestos cuyas características aportan propiedades determinadas al flavor de la oleoresina de pimentón. La mayoría de VOCs identificados presentan puntos de ebullición bastante elevados, lo que era de esperar debido a la obtención industrial de la oleoresina de pimentón.

Se ha estudiado la presencia de VOCs en la cáscara de pimiento, no identificados en la oleoresina, lo que confirma la desaparición de VOCs.

Se ha realizado un estudio de la existencia de los VOCs identificados en otros alimentos, obteniéndose resultados muy coherentes, que relacionan la procedencia de determinados elementos con los VOCs que contienen.

Se ha comprobado la existencia de productos derivados de los carotenos, como consecuencia de su existencia en el pimiento.

La cuantificación se ha realizado con nerol como patrón interno, resultando unos contenidos muy aceptables de VOCs, superando, en muchas ocasiones, su umbral de percepción, aparte del posible efecto sinérgico.

16.3 Sobre la técnica HRGC/MS

Los resultados han sido muy satisfactorios con el empleo de los dos equipos disponibles, tanto para la separación de los VOCs, como para su identificación. Las bases de datos contienen aquellos espectros que ha sido preciso identificar. El detector FID también ha presentado un comportamiento excelente.

16.4 Sobre la extracción industrial

La técnica de extracción utilizada industrialmente no es la más adecuada para mantener el

contenido en VOCs que se encuentran en el pimentón. Para ello sería necesario utilizar un método en el que se evitase las temperaturas muy elevadas y la eliminación del disolvente tan radical. Se está estudiando la obtención de oleoresina de pimentón mediante extracción supercrítica, los resultados de esta técnica permitirán un mayor contenido en VOCs.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
ADMINISTRACIÓ D'AFECTACIÓ D'ACADÈMICS

Aquesta Tesi ha estat enregistrada
a la pàgina 65 amb el número 599

Barcelona, 25-1-95

