



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMÁTICA

**ESTUDIO METABOLÓMICO POR MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS DE
ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO *Ferocactus* (Cactaceae)**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

GABRIELA HERNÁNDEZ GALICIA

**TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. MARIANO MARTÍNEZ VÁZQUEZ,
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM**

**COMITÉ TUTOR: DRA. TERESA MARGARITA TERRAZAS SALGADO
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM**

**COMITÉ TUTOR: DRA. MERCEDES ISOLDA LUNA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM**

MÉXICO, D.F. SEPTIEMBRE, 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

FACULTAD DE CIENCIAS

SISTEMÁTICA

**ESTUDIO METABOLÓMICO POR MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS DE
ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO *Ferocactus* (Cactaceae)**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA:

GABRIELA HERNÁNDEZ GALICIA

TUTOR PRINCIPAL DE TESIS: DR. MARIANO MARTÍNEZ VÁZQUEZ,
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

COMITÉ TUTOR: DRA. TERESA MARGARITA TERRAZAS SALGADO
INSTITUTO DE BIOLOGÍA, UNAM

COMITÉ TUTOR: DRA. MERCEDES ISOLDA LUNA VEGA
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM

MÉXICO, D.F. SEPTIEMBRE, 2014



POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
FACULTAD DE CIENCIAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

OFICIO FCIE/DEP/408/14

ASUNTO: Oficio de Jurado

Dr. Isidro Ávila Martínez
Director General de Administración Escolar, UNAM
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día **19 de mayo de 2014** se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** en el campo de conocimiento de **SISTEMÁTICA** del (la) alumno (a) **HERNÁNDEZ GALICIA GABRIELA** con número de cuenta **302090105** con la tesis titulada "**Estudio metabólico por métodos cromatográficos de algunas especies del género *Ferocactus* (Cactaceae)**", realizada bajo la dirección del (la) **DR. MARIANO MARTÍNEZ VÁZQUEZ**:

Presidente: DR. ÁNGEL SALVADOR ARIAS MONTES
Vocal: DRA. MARÍA DEL ROCÍO CRUZ ORTEGA
Secretario: DRA. TERESA MARGARITA TERRAZAS SALGADO
Suplente: DRA. MARTHA LYDIA MACÍAS RUBALCAVA
Suplente: DRA. MERCEDES ISOLDA LUNA VEGA

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, D.F., a 15 de agosto de 2014


Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga
Coordinadora del Programa



MCAA/MJFM/ASR/mnm

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por otorgarme la beca de estudios 440807/270108.

A los miembros del Comité Tutor: Dr. Mariano Martínez Vázquez, Dra. Teresa Terrazas, Dra. Isolda Luna Vega, por sus valiosos comentarios y observaciones durante el desarrollo del trabajo y por el tiempo brindado.

A los miembros del Jurado: Dr. Ángel Salvador Arias Montes, Dra. María del Rocío Cruz Ortega, Dra. Martha Lydia Macías Rubalcava, por sus aportaciones para el mejoramiento de la presente tesis.

...

Pero cuando alguien a quien se quiere muere... entonces de verdad os digo que uno siente lo que significa, y hace mucho, mucho, mucho daño. Es como un castillo de fuegos artificiales que se apagara de golpe y todo quedara negro. Me siento sola, enferma, me duele el corazón y cada movimiento me cuesta esfuerzos titánicos.

...

Pensando en eso esta noche, con el corazón y el estómago hechos papilla, me digo que a fin de cuentas quizá sea eso la vida: mucha desesperación pero también algunos momentos de belleza donde el tiempo ya no es igual. Es como si las notas musicales hicieran una suerte de paréntesis en el tiempo, una suspensión, otro lugar aquí mismo, un siempre en el jamás.

Si, eso es, un siempre en el jamás.

No tema...

...por usted, a partir de ahora buscaré los siempres en los jamases.

La belleza en este mundo.

Muriel Barbery
La elegancia del erizo

2007



A mis padres

ÍNDICE

Lista de figuras y cuadros	3
I. Resumen	4
II. Abstract	5
III. Introducción	6
IV. Objetivos	9
4.1 Objetivo general	9
4.2 Objetivos particulares	9
V. Antecedentes	10
5.1 El género <i>Ferocactus</i>	10
5.1.1 Problemática taxonómica del género <i>Ferocactus</i>	12
5.2 Quimiotaxonomía	13
5.2.1 Consideraciones generales en quimiotaxonomía	14
5.2.2 Aspectos quimiotaxonómicos de la familia Cactaceae	17
5.3 Metabolómica	18
VI. Método	20
6.1 Material vegetal	20
6.2 Obtención de los extractos orgánicos	20
6.3 Análisis metabolómico	20
6.4 Identificación de los compuestos químicos	23
6.5 Análisis multivariado	23
VII. Resultados	25
7.1 Rendimiento de los extractos orgánicos	25
7.2 Análisis metabolómico	26
7.2.1 Análisis por cromatografía en columna abierta (CCA)	26
7.2.2 Análisis por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM)	31
7.2.3 Análisis por cromatografía líquida de alto desempeño (CLAD)	32
7.3 Análisis multivariado	33
VIII. Discusión	46
8.1 Análisis metabolómico	46

8.2 Análisis multivariado	48
8.3 Quimiotaxonomía	50
IX. Conclusiones	52
X. Literatura citada	53
XI. Apéndices	58

LISTA DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1. Algunas especies del género <i>Ferocactus</i>	11
Figura 2. Distribución del género <i>Ferocactus</i> en México	11
Figura 3. Clados propuestos para el género <i>Ferocactus</i>	12
Figura 4. Disciplinas “ómicas”	18
Figura 5. Método de lavado utilizado para el estudio metabolómico de <i>Ferocactus</i>	21
Figura 6. Lavado del extracto CH ₂ Cl ₂ /MeOH 1:1 1794 de <i>F. recurvus</i> (Clado 2)	27
Figura 7. Lavado del extracto CH ₂ Cl ₂ /MeOH 1:1 1846 de <i>F. alamosanus</i> (Clado 3)	27
Figura 8. Lavado del extracto CH ₂ Cl ₂ /MeOH 1:1 1795 de <i>F. robustus</i> (Clado 4)	28
Figura 9. Estructuras de los metabolitos secundarios aislados por CCA	28
Figura 10. CCF de los compuestos identificados en CCA	31
Figura 11. Cromatogramas del estigmasterol y β-sitosterol obtenidos mediante CG/EM	32
Figura 12. Gráficas de proyección bidimensional CG/EM	35
Figura 13. Gráficas de proyección tridimensional CG/EM	38
Figura 14. Gráficas de proyección bidimensional CLAD	42
Figura 15. Gráficas de proyección tridimensional CLAD	44
Figura 16. Principales metabolitos secundarios sintetizados por las especies del género <i>Ferocactus</i>	49
Cuadro 1. Condiciones de trabajo para la CG/EM	22
Cuadro 2. Condiciones de trabajo para la CLAD	22
Cuadro 3. Listado de especies analizadas del género <i>Ferocactus</i>	25
Cuadro 4. Especies analizadas por CCA	29

I. RESUMEN

El género *Ferocactus* (Cacteaceae), con 28 especies y 14 subespecies, se distribuye en zonas áridas y semiáridas de Estados Unidos y México. Este género presenta problemas de clasificación, no se ha llegado al acuerdo si se pueden reconocer dos subgéneros o si su origen polifilético llevará a reconocer más de un género. Con la finalidad de aportar datos para su correcta clasificación, en la presente tesis se muestran los resultados de un estudio metabolómico de 17 especies y tres subespecies, pertenecientes a los cuatro clados propuestos para este género. El estudio se llevó a cabo mediante diferentes técnicas cromatográficas, destacando la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM) y la cromatografía líquida de alto desempeño (CLAD), de los extractos de diclorometano-metanol (CH₂Cl₂/MeOH 1:1) de las partes aéreas de las diferentes especies, colectadas en el mismo estadio vegetativo. Se generaron matrices de datos utilizando los valores de las abundancias registradas por la CG/EM y CLAD, las cuales fueron sometidas a análisis de componentes principales. Los resultados indican que los metabolitos secundarios predominantes son los esteroides tipo C₂₉ o C₂₈ con insaturaciones Δ^5 como el β -sitosterol, campesterol y estigmasterol, seguido de los triterpenos; a pesar de que hay una clara mayoría de esteroides, se observa una tendencia a producir cierto tipo de metabolito secundario según el clado.

En el clado 1 se observa la producción solo de esteroides como el (3 α ,5 α ,24S)-estigmasterol y compuestos con tiempos de retención de entre 18.0 y 25.0 min como metabolitos secundarios principales. En el clado 2 hay una tendencia a la producción de triterpenos como el α -amirina y compuestos con tiempos de retención de entre 30.0 y 39.9 min; la producción de compuestos poliprenoides como el α -tocoferol y γ -tocoferol y compuestos con tiempos de retención de entre 25.0 y 30.0 min es preferida por las especies del clado 3; los triterpenos como el urs-12-en-28-ol son preferidas por las especies del clado 4. El análisis de componentes principales permite agrupar a las especies de forma muy similar a la clasificación realizada con caracteres moleculares, lo que sugiere que los compuestos químicos son una herramienta importante para corroborar hipótesis previamente establecidas.

II. ABSTRACT

The genus *Ferocactus* (Cactaceae), with 28 species and 14 subspecies, is distributed in arid and semiarid regions of the United States and Mexico. However due to its polyphyletic character this genus presents classification problems, and there is not an agreement to recognize two subgenera or in fact there is more than one genus. In order to provide new data to an adequate classification, now we showed the results of a metabolomic study of 17 species and three subspecies, belonging to the four clades proposed for this genre. The study was conducted by using various chromatographic techniques mainly gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC/MS) and high performance liquid chromatography (HPLC) of aerial parts of dichloromethane-methanol (CH₂Cl₂/MeOH 1:1) extracts of the different species collected in the same vegetative stage. Data matrices were generated using values recorded by GC/MS and HPLC abundances, which were subjected to principal component analysis. The results indicate that the predominant secondary metabolites are the C₂₉ or C₂₈ type sterols Δ^5 unsaturation as β -sitosterol, campesterol and stigmasterol followed by triterpenes, although there is a clear majority of sterols, in projection graphs compounds there is a tendency to produce a certain type of secondary metabolite as the clade.

In the clade 1 sterol production like the (3 α , 5 α , 24S)-estigmast-7-en-3-ol and compounds with retention times between 18.0 and 25.0 min were the main secondary metabolite detected. In the clade 2 there is a tendency to production of triterpenes as the α -amyrin and compounds with retention times between 30.0 and 39.9 min. On the other hand, poliprenoids like α -tocopherol and γ -tocopherol as well as compounds with retention times between 25.0 and 30.0 min were preferred by the species of clade 3; triterpenes like urs-12-en-28-ol were preferred by the species of clade 4. According to these findings, the principal component analysis allows separate the different species in a very similar way to that based using molecular characteristics, the data also indicate that chemical compounds are an important tool to corroborate the previously established hypotheses.

III. INTRODUCCIÓN

Las técnicas analíticas permiten estudiar una gama muy diversa de atributos diferentes a los morfológicos (químicos, citológicos o moleculares), con la finalidad de apoyar las clasificaciones taxonómicas (Stace, 1980). La quimiotaxonomía es el estudio de la distribución de un grupo de compuestos o grupos de compuestos biogénicamente relacionados en una serie de especies relacionadas o supuestamente relacionadas. De acuerdo con lo anterior estos compuestos son caracteres útiles para clasificar a un conjunto de plantas. Estas características están genéticamente controladas y tienen la ventaja, sobre las morfológicas, que pueden ser exactamente descritas en términos de una estructura definida y una fórmula química configuracional (García-Argáez, 2003). La búsqueda de caracteres adicionales a los morfológicos en taxonomía vegetal ha sido una de las inquietudes de los investigadores desde hace varias décadas (Miller y Bohmt, 1982; Almaraz-Abarca, 2000; Delgado-Alvarado, 2007).

La metabolómica tiene como objetivo principal el análisis cualitativo y cuantitativo de todos los metabolitos (metabolitos secundarios) en un organismo (Verpoorte *et al.*, 2005). Por lo anterior, la metabolómica es una herramienta de gran valor para la taxonomía y quimiotaxonomía, ya que puede proporcionar evidencias de parentesco dentro de un grupo taxonómico determinado, lo cual es de gran utilidad para su clasificación. Una de las ventajas de la metabolómica es que ya no se aíslan compuestos individuales, sino que se realiza un análisis más o menos completo de un organismo (Heinrich, 2005).

La familia Cactaceae es originaria del Continente Americano y una de las más representativas de su flora, por la gran cantidad y diversidad de géneros y especies que la conforman y por su presencia en casi todos los ecosistemas, principalmente en los áridos y semiáridos, pero también en los templados y tropicales (Anderson, 2001). Muchas de las especies de la familia Cactaceae presentan una enorme variabilidad morfológica intra e interpoblacional como respuesta a las presiones ambientales y a su enorme plasticidad genética.

Existe gran capacidad de hibridación interespecífica e incluso intergenérica de los miembros de esta familia. Las descripciones hechas considerando los caracteres de plantas juveniles y no de plantas adultas, ha llevado a que por falta de datos se hagan generalizaciones basadas en uno o en pocos individuos, lo que ha provocado mayor confusión que permitido vislumbrar una solución a dicha problemática, por lo que lo más conveniente es usar plantas que hayan alcanzado su completo desarrollo, ya que los caracteres morfológicos son menos variables (Anderson, 2001).

El uso específico de los metabolitos secundarios en las plantas ha permitido apoyar exitosamente propuestas de clasificaciones preexistentes. En la familia Cactaceae, Rebman y Pinkava (2001) consideran a los caracteres químicos como relevantes en el área taxonómica para cactáceas como el género *Opuntia*. La validez taxonómica de los perfiles de flavonoides como marcadores taxonómicos dentro de la familia Cactaceae ha sido poco evaluada. Entre los reportes existentes está el de Miller (1988, citado por Cota, 1991; Miller y Bohmt, 1982) que hace referencia a la composición de flavonoles en los pétalos de *Echinocereus*; el de Clark *et al.* (1980) en el que se determina la composición fenólica de los pétalos de *Cylindropuntia*. Existen otros reportes que hacen referencia a los caracteres químicos en la familia Cactaceae como el de Flores-Ortiz *et al.* (2003) quienes registran los alcaloides en los tallos de las especies de *Neobuxbaumia*.

El género *Ferocactus* es uno de los más numerosos de la tribu Cactaeae, subfamilia Cactoideae, con 28 especies y 14 subespecies *sensu* Guzmán *et al.* (2003). Este género se distribuye en zonas áridas y semiáridas de Estados Unidos y México.

Ferocactus ha tenido una historia taxonómica problemática (Britton y Rose, 1922; Backeberg, 1961; Taylor y Clark, 1983; Taylor, 1984; Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991; Unger, 1992; Lindsay, 1996; Anderson, 2001; Grego-Valencia, 2010). Estudios moleculares recientes han propuesto cuatro clados para este género (Vázquez-Sánchez *et al.*, 2013), pero a pesar de los trabajos taxonómicos sustanciales realizados en las últimas décadas, no se ha resuelto si se pueden reconocer dos subgéneros o si su origen polifilético llevará a reconocer más de un género (Taylor, 1984; Cota, 1991; Cota

y Wallace, 1997; Butterworth *et al.*, 2002). Por lo anterior, en el presente trabajo se estudió el metaboloma (metabolitos secundarios) del género *Ferocactus* con el objetivo de identificar caracteres que apoyen la circunscripción infragenérica.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Estudiar y comparar el metaboloma (metabolitos secundarios) del género *Ferocactus sensu* Guzmán *et al.* (2003).

4.2 Objetivos particulares

- Obtener los extractos diclorometano/metanol ($\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{MeOH}$ (1:1)) de algunas de las especies del género *Ferocactus*.
- Separar los metabolitos secundarios de una especie representante de cada clado, los cuales sirvieron como estándares en estudios cromatográficos por medio de cromatografía líquida de alto desempeño (CLAD) y cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM) de todas las especies seleccionadas.
- Identificar los metabolitos secundarios aislados por métodos espectroscópicos.
- Agrupar a las especies a través de su similitud metabólica secundaria.

V. ANTECEDENTES

5.1 El género *Ferocactus*

Ferocactus proviene del latín *ferox* salvaje o feroz, es decir, el cactus feroz, refiriéndose al carácter espinoso de las plantas. Son plantas suculentas muy voluminosas de formas cilíndricas o globosas (Figura 1) (Anderson, 2001). La presencia de costillas es característica de todos los miembros de este género. La epidermis está protegida por una cutícula gruesa (Lindsay, 1996). Las espinas, en la mayoría de las especies están diferenciadas en radiales y centrales; las radiales son delgadas, generalmente aciculares hasta pilosas, rígidas o suaves, rectas o más o menos torcidas, de color semejante a las centrales o más claras hasta blancas; las espinas centrales con frecuencia son aplanadas y anchas, anilladas, duras, rectas o con la punta curva o ganchuda, de color rojo, rojo purpúreo, amarillento o castaño, volviéndose grises con la edad. En algunas especies, las espinas están modificadas para la producción de néctar y sirven como nectario extrafloral. Las flores comúnmente se presentan en las areolas jóvenes del ápice del tallo, son grandes, infundibuliformes o campanuladas, con pericarpelo o tubo receptacular casi siempre muy gruesos, con escamas orbiculares, enteras o ciliadas, sin lana axilar, de forma y tamaño en transición con los segmentos del perianto con margen ciliado, amarillentos o rojizos, estambres numerosos y cortos, insertos desde arriba de la cámara nectarial hasta la garganta; cámara nectarial algo amplia y corta; estilo grueso, estriado longitudinalmente; lóbulos del estigma numerosos; óvulos con funículos cortos. Los frutos son más o menos ovoides, muy escamosos, al principio de paredes carnosas y pulpa también carnosas, después secos, se abren longitudinalmente o por medio de un poro basal y conservan los restos secos del perianto, las semillas son globosas-alargadas, algo curvas con testa negra o castaño rojiza oscura, foveolada o reticulada, no verrucosa (Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada, 1991).



Figura 1. Algunas especies del género *Ferocactus*. A. *F. echidne*. B. *F. robustus* y C. *F. pilosus*.

Las especies del género *Ferocactus* se distribuyen en diferentes tipos de vegetación, principalmente el matorral xerófilo, desde el suroeste de Estados Unidos hasta Oaxaca en México (Figura 2, Apéndice 1). Particularmente, un número alto de especies se encuentran en la península de Baja California y en el desierto Sonorense (Anderson, 2001).

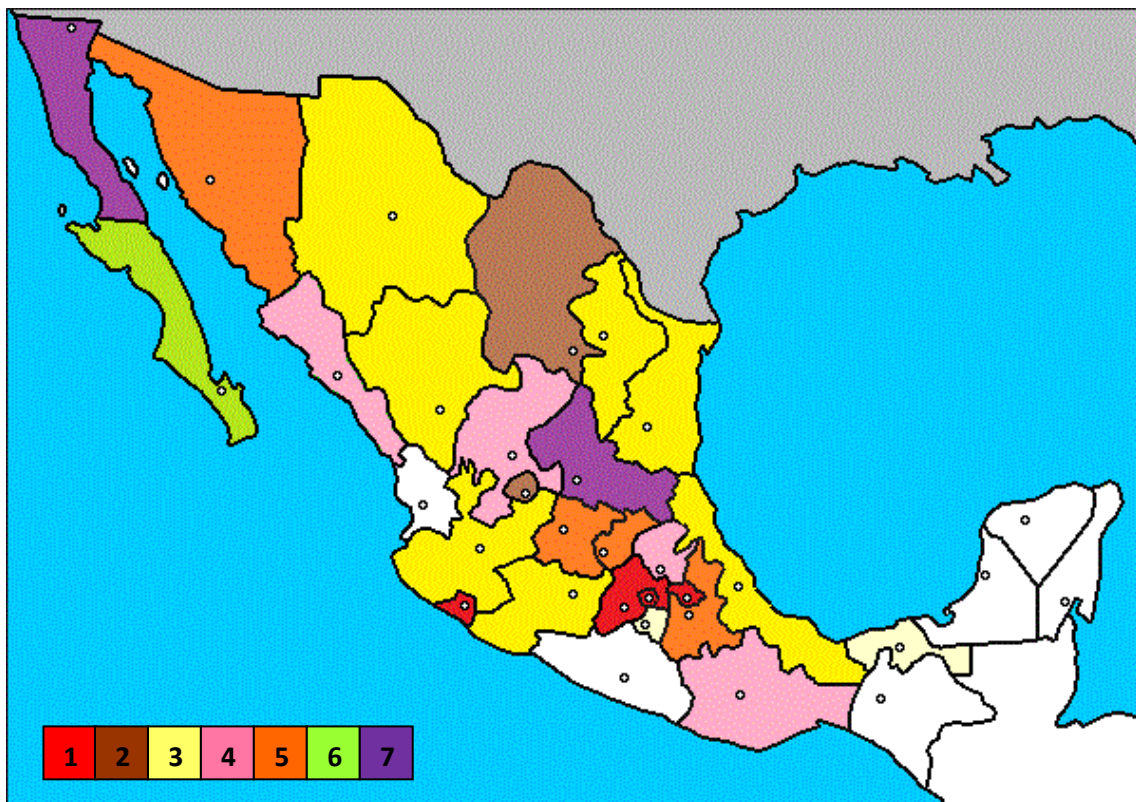


Figura 2. Distribución del género *Ferocactus* en México. Los colores indican el número de especies registradas para cada estado de la República Mexicana (Guzmán *et al.*, 2003).

5.1.1 Problemática taxonómica del género *Ferocactus*

Como una consecuencia de la variación natural se han propuesto diferentes límites en el reconocimiento de especies para el género *Ferocactus* (Apéndice 2). En consecuencia el número de especies aceptadas por los especialistas ha cambiado.

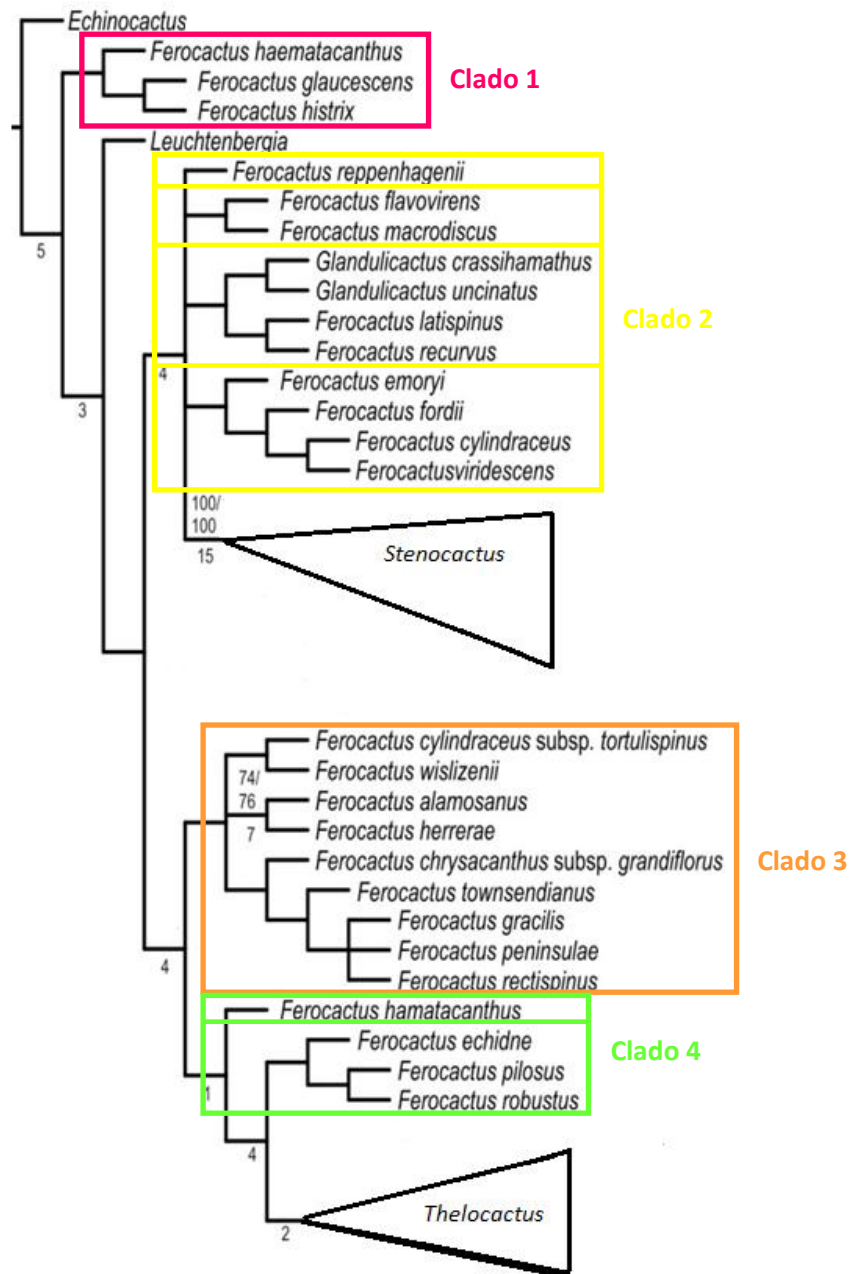


Figura 3. Clados propuestos para el género *Ferocactus*. Tomado y modificado de Vázquez-Sánchez *et al.* (2013).

Britton y Rose (1922) incluyeron 30 especies en *Ferocactus*. Un análisis más profundo de *Ferocactus* fue hecho por Lindsay en su disertación doctoral de 1955, en un estudio ecológico del género, propuso un total de 25 especies y 19 variedades, y el material subsecuente fue finalmente publicado en 1996, donde reconoció 29 especies y 12 variedades. Otras dos contribuciones importantes fueron realizadas por Taylor y Clark (1983) incluyeron 29 especies y Taylor (1984) quien reconoció 23 especies y 20 variedades. Estos dos últimos trabajos están entre los más importantes ya que sus ideas acerca de la evolución del género se basaron en caracteres vegetativos y geográficos, así como caracteres macro y microbiológicos de la cubierta de la semilla. Más tarde, Bravo-Hollis y Sánchez-Mejorada (1991) aceptaron 29 especies y 25 variedades clasificadas dentro de tres subgéneros, basándose en el trabajo aún inédito de Lindsay, debido a que las especies presentan características muy particulares. Unger (1992) hizo una revisión taxonómica en la cual incluye la distribución y descripciones originales, aunque sus delimitaciones taxonómicas se basaron en trabajos previos, él presenta una clasificación en la cual reconoce cuatro secciones y una lista de híbridos. En el Catálogo de Cactáceas Mexicanas se reconocen 28 especies y 14 subespecies (Guzmán *et al.*, 2003).

Estudios moleculares recientes han propuesto cuatro clados para este género (Figura 3) (Vázquez-Sánchez *et al.*, 2013), pero a pesar de los trabajos taxonómicos sustanciales realizados en las últimas décadas, no se ha resuelto si se pueden reconocer dos subgéneros o si su origen polifilético llevará a reconocer más de un género.

5.2 Quimiotaxonomía

Una de las grandes metas de la sistemática vegetal es ayudar a construir un sistema filogenético que refleje las relaciones naturales entre todos los taxa de plantas. Sin embargo, esta no es una tarea fácil de alcanzar a juzgar por los diferentes sistemas de clasificación de las angiospermas que se han producido en los últimos años (APG III, 2009).

Ante una ausencia de evidencia fósil, los caracteres morfológicos auxiliados con aquellos de otras disciplinas tales como anatomía, palinología, embriología, química y bioquímica se usan para proponer afinidades naturales. Es en este contexto que se inscribe la llamada quimiotaxonomía, la cual se puede entender como un método para clasificar a un grupo de plantas con base en los compuestos químicos que producen. De acuerdo a lo anterior estos compuestos químicos son caracteres útiles para clasificar a un conjunto de plantas (Erdtman, 1963). Estas características están genéticamente controladas y tienen la ventaja sobre los morfológicos que pueden ser exactamente descritas en términos de una estructura definida y una fórmula química configuracional (García-Argáez, 2003).

Se ha definido la quimiotaxonomía como el estudio de la distribución de un grupo de compuestos o grupos de compuestos biogenéticamente relacionados en una serie de plantas relacionadas o supuestamente relacionadas (García-Argáez, 2003).

Así mismo el grupo de metabolitos secundarios que constituyen un sistema de caracteres químicos que relacionan a un conjunto de plantas bajo estudio se establecen como los marcadores quimiotaxonómicos de ese grupo de plantas (García-Argáez, 2003).

5.2.1 Consideraciones generales en quimiotaxonomía

Son muchos los ejemplos en los cuales los caracteres químicos han sido utilizados con éxito por quimiotaxónomos expertos para elucidar relaciones naturales entre familias de plantas. En el orden de los Rutales, que está constituido por las familias Simaroubaceae, Meliaceae, Burseraceae, Cneoraceae y posiblemente Anacardiaceae; la presencia recurrente de cumarinas está restringida a las familias Rutaceae y Meliaceae, y en esta última la presencia de cumarinas parece estar restringida a los géneros de la subfamilia Cedreliodeae (García-Argáez, 2003). Otro ejemplo muy conocido es el de las especies del género *Annona* las cuales se especializan en sintetizar alcaloides del tipo bencil-isoquinolino, así como los compuestos lípidicos llamados acetogeninas (Liscombe *et al.*, 2005), o las especies de la familia Asteraceae que se caracterizan en sintetizar lactonas sesquiterpénicas (Seaman, 1982). Sin

embargo, como se ha hecho notar frecuentemente, la clasificación de las plantas debe realizarse utilizando caracteres químicos y de otros campos en conjunto. Las razones principales de estos son, por un lado, la escasez de características químicas disponibles para comparar a niveles de familia y superiores, y por otro lado, la dificultad en seleccionar e interpretar correctamente a los caracteres químicos. Algunos de los factores que causan estas dificultades se discuten a continuación:

Una de las dificultades al usar caracteres químicos para encontrar relaciones entre taxa superiores tales como familia, órdenes, y arriba de éstos, es el hecho de que pocas clases de compuestos poseen una amplia distribución en las plantas, por lo tanto se carece de caracteres para comparar. Una excepción son los flavonoides los cuales están presentes en todas las plantas vasculares, pero presentan la desventaja de que el tipo de estructura tiende a presentarse en grupos no relacionados (casos de convergencia química) (Sultana *et al.*, 1999).

La habilidad para sintetizar el mismo compuesto químico puede ser originada independientemente en dos o más plantas no relacionadas. Si el camino biogénico para producir este compuesto es diferente en cada taxa, entonces el mismo compuesto químico representa caracteres diferentes (García-Argáez, 2003).

Sin embargo, si el camino biosintético es el mismo, especialmente si este compuesto es relativamente fácil de sintetizar por la planta a partir de un metabolito primario tal como un aminoácido de proteína, entonces, la única manera para decidir si la presencia de un cierto constituyente en dos taxa está basado en una relación de parentesco verdadera o en una convergencia, es investigar si este constituyente químico se correlaciona con otros caracteres filogenéticos en los taxa bajo estudio. Si este constituyente se correlaciona con otros marcadores químicos o con otros tipos de caracteres, este constituyente es un marcador filogenético (García-Argáez, 2003).

Otro punto a considerar es que los metabolitos secundarios son frecuentemente sintetizados por las plantas y a su vez le sirven para defenderse de factores ambientales, tales como los depredadores. Cuando una planta produce un compuesto

químico tóxico, el cual le confiere mejor protección contra plagas y enfermedades, esta planta tiene mayores posibilidades de sobrevivir; sin embargo, los insectos y microorganismos coevolucionan con las plantas y pueden detoxificar el veneno de la planta. La planta nuevamente evoluciona a producir un nuevo tipo de compuesto químico el que su enemigo no puede, todavía, metabolizar. Por ejemplo, los miembros de las Asteraceae tienen una facilidad para cambiar su característica síntesis de lactonas sesquiterpénicas por diterpenos, triterpenos y sesquiterpenos que no presentan la función lactona (Seaman, 1982).

La variación química dentro de una familia de plantas o a niveles superiores es un factor que no permite escoger una o dos especies en forma aleatoria como representativas de la química del grupo, por lo que es común, dentro de la quimiotaxonomía, utilizar el concepto de “tendencia a producir cierto tipo de compuestos”. Esto indudablemente requiere de un buen conocimiento de la química de todo el grupo bajo estudio y de las rutas biosintéticas de los compuestos. Otro factor limitante es la carencia de datos químicos en ciertos taxa. Aunque algunas familias han sido ampliamente estudiadas, otras se han estudiado para cierto tipo de compuestos y de algunas otras se conocen pocos o ningún estudio químico. Aunado a esto, en los últimos años se han efectuado estudios fitoquímicos biodirigidos. Esto significa que hay una tendencia a la búsqueda de nuevos compuestos como actividad biológica, consecuentemente la presencia de sustancias conocidas generalmente no se informa (información que sería de gran utilidad en quimiotaxonomía) (García-Argáez, 2003).

Aún más, debido a que el aislamiento de nuevos compuestos en el reino vegetal crece de manera exponencial (Seaman, 1982), resulta imposible para un taxónomo retener toda esta información en la memoria. Por lo que las bases de datos deberán contener toda esta información; y las relaciones entre los taxa serán propuestas por métodos filogenéticos, los que considerarán entre otros aspectos, la convergencia y pérdida de mutaciones. Por otro lado, los caracteres químicos se han utilizado exitosamente para complementar o mejorar árboles construidos con otros caracteres o inclusive para

discernir entre dos relaciones taxonómicas propuestas (Seaman, 1982; Sultana *et al.*, 1999).

Cuando hay diferencias entre el punto de vista químico y otro como por ejemplo el molecular, no necesariamente significa que alguno de los dos este mal. Un árbol filogenético basado en un solo carácter ya sea morfológico, anatómico, químico o molecular, refleja la evolución de ese carácter en particular y no la evolución de la planta. En todos los casos se tendrá que utilizar, tanto como sea posible, buenos caracteres de diferentes disciplinas en conjunto para proponer relaciones filogenéticas (García-Argáez, 2003).

A niveles bajos de jerarquía taxonómica, tal como el género o inferiores, los metabolitos secundarios de plantas son muy útiles y el número de caracteres disponibles para realizar comparaciones es mucho mayor (García-Argáez, 2003).

La quimiotaxonomía de plantas en amplio sentido, utilizando micro y macromoléculas, ha contribuido sustancialmente al propósito final de la sistemática de plantas “la generación del sistema natural” (García-Argáez, 2003).

5.2.2 Aspectos quimiotaxonómicos de la familia Cactaceae

Las cactáceas son una familia estudiada desde los puntos de vista morfológico y fisiológico debido a las adaptaciones que presenta para su supervivencia en condiciones de estrés hídrico (Mauseth y Plemons-Rodríguez, 1998; Dubrovsky *et al.*, 1998), y desde el punto de vista ecológico para determinar las interacciones con animales polinizadores (Valiente-Banuet y Arizmendi, 1997; Casas *et al.*, 1999). Los estudios sobre la composición química de cactáceas son más escasos. Algunos ejemplos de estudios de metabolitos secundarios en la familia Cactaceae son: Rebman y Pinkava (2001) consideran a los caracteres químicos relevantes en la taxonomía del género *Opuntia*. La validez taxonómica de los perfiles de flavonoides como marcadores taxonómicos dentro de la familia Cactaceae ha sido poco evaluada, entre los reportes existentes está el de Miller (1988, citado por Cota, 1991; Miller y Bohmt, 1982) que hace referencia a la composición de flavonoles en los pétalos de *Echinocereus*; el de

Clark *et al.* (1980) en el que se determina la composición fenólica de los pétalos de *Cylindropuntia*. Existen otros reportes que hacen referencia a los caracteres químicos en la familia Cactaceae como el de Flores-Ortiz *et al.* (2003) quienes registran los alcaloides en los tallos de las especies de *Neobuxbaumia*.

El desarrollo de técnicas químicas de análisis más resolutivos ha estimulado el desarrollo de nuevos estudios fitoquímicos en muchos grupos de plantas, incluidas las cactáceas. Generalmente ese tipo de estudios tienen como finalidad la búsqueda de compuestos químicos con actividad biológica. La presencia de alcaloides en cactáceas ha sido reconocida desde hace varias décadas (Bravo-Hollis, 1978) y estudios recientes se han llevado a cabo para determinar la presencia de alcaloides en un número mayor de especies de esta familia (Ferrigni *et al.*, 1984; Brown *et al.*, 2001; Oliveira y Machado, 2003).

5.3 Metabolómica

La metabolómica es una disciplina hermana de las otras disciplinas llamadas “ómicas” como la genómica, transcriptómica y proteómica (Figura 4) (Heinrich, 2005). Se define como el estudio sistemático de las pequeñas moléculas orgánicas (metabolitos) presentes en un sistema biológico, y su análisis tiene como objetivo principal evaluar de forma cualitativa y cuantitativa todos los metabolitos en un organismo (Verpoorte *et al.*, 2005).

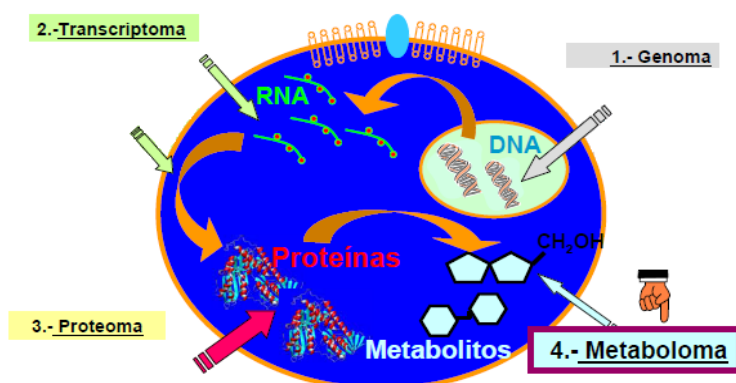


Figura 4. Disciplinas “ómicas”. 1. Genómica, 2. Transcriptómica, 3. Proteómica y 4. Metabolómica.

Los datos se generan por medio de tres métodos de investigación ya bien conocidos (que no son exclusivos, pero interrelacionados):

- Métodos basados en la cromatografía (gases (CG), líquida (CLAD), capa fina (CF), columna (CC), etc.).
- Métodos basados en el peso molecular (espectrometría de masas (EM)).
- Métodos físicos y espectroscópicos (Resonancia Magnética Nuclear (RMN), Infrarrojo (IR)) (Verpoorte *et al.*, 2005).

La metabolómica utiliza el análisis estadístico multivariado para correlacionar:

- variaciones en la concentración de metabolitos.
- con distintas propiedades de 2 o más grupos de muestras comparadas (organismo, órgano, tejido, célula etc.).

De acuerdo con lo anterior, la metabolómica es una herramienta de gran valor para la taxonomía y quimiotaxonomía, ya que puede proporcionar evidencias de parentesco dentro de un grupo taxonómico determinado, lo cual es de gran utilidad para su clasificación. Lo central es que ya no se aíslan unos compuestos individuales, sino que se realiza un análisis más o menos completo de un organismo (Heinrich, 2005).

VI. MÉTODO

6.1 Material vegetal

El material vegetal forma parte del Proyecto “Xilema secundario en la tribu Cacteeae: evolución, ontogenia y variación del cámbium vascular y derivados” Papitt IN224307 de la Dra. Teresa Terrazas del Instituto de Biología. El número de individuos reproductivos por especie recolectados varía de 1 a 5 y corresponde a 17 especies y 3 subespecies del género *Ferocactus*, y tres especies relacionadas con el grupo en estudio, *Stenocactus dichroacanthus*, *Thelocactus leucacanthus* y *Echinocactus horizonthalonius* (Apéndice 3). De cada especie se tomó un ejemplar que fue depositado en el herbario MEXU. Estos ejemplares abarcan el área de distribución del género desde Baja California hasta Oaxaca.

6.2 Obtención de los extractos orgánicos

El material vegetal seco (partes aéreas) fue molido y pesado, posteriormente fue sometido a maceración en una mezcla de disolventes diclorometano-metanol ($\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{MeOH}$ (1:1)) durante 48 h a temperatura ambiente. El sobrenadante se filtró y el disolvente fue eliminado mediante evaporación a presión reducida en un rotavapor marca Büchi R-480, este procedimiento se repitió 4 veces, obteniéndose de esta manera los extractos orgánicos, los cuales fueron guardados en frascos de vidrio, previamente pesados.

6.3 Análisis metabolómico

Debido a que los extractos son mezclas muy complejas de compuestos, se decidió hacer lavados con disolventes de diferentes polaridades, con la finalidad de facilitar el análisis. En la figura 5 se muestra el procedimiento de lavado de los extractos totales ($\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{MeOH}$ 1:1) y la técnica cromatográfica utilizada para analizar cada extracto.

Una vez obtenidos los extractos, el análisis metabolómico se llevo a cabo mediante diferentes métodos cromatográficos:

- **Cromatografía en capa fina (CCF).** Se emplearon placas de aluminio recubiertas de gel de sílice (sílica gel 60/UV250, Alugram) y se utilizó como revelador luz UV y/o sulfato cérico (Ce_2SO_4) al 1% en ácido sulfúrico (H_2SO_4 Baeker) 2N.
- **Cromatografía en columna abierta (CCA).** Se emplearon columnas de vidrio de diferentes capacidades de acuerdo a la cantidad de muestra a analizar, empacadas con gel de sílice (MN-Kiesegel G Macherey-Nagel) en una proporción 3:1 con respecto al peso del extracto a separar, mientras que para la adsorción del extracto en gel de sílice se utilizó una proporción 1:1. Se emplearon como eluyentes mezclas de disolventes con polaridad creciente, iniciando con hexano (100%), prosiguiendo con mezclas de hexano-acetato de etilo (9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 1:1, 4:6, 3:7, 2:8 y 1:9), acetato de etilo (100%), mezclas de acetato de etilo-metanol (9:1, 8:2, 7:3, 6:4, 1:1, 4:6, 3:7, 2:8 y 1:9) y finalizando con metanol (100 %). Se colectaron fracciones de 150, 100 y 50 mL cada una, dependiendo del extracto analizado.

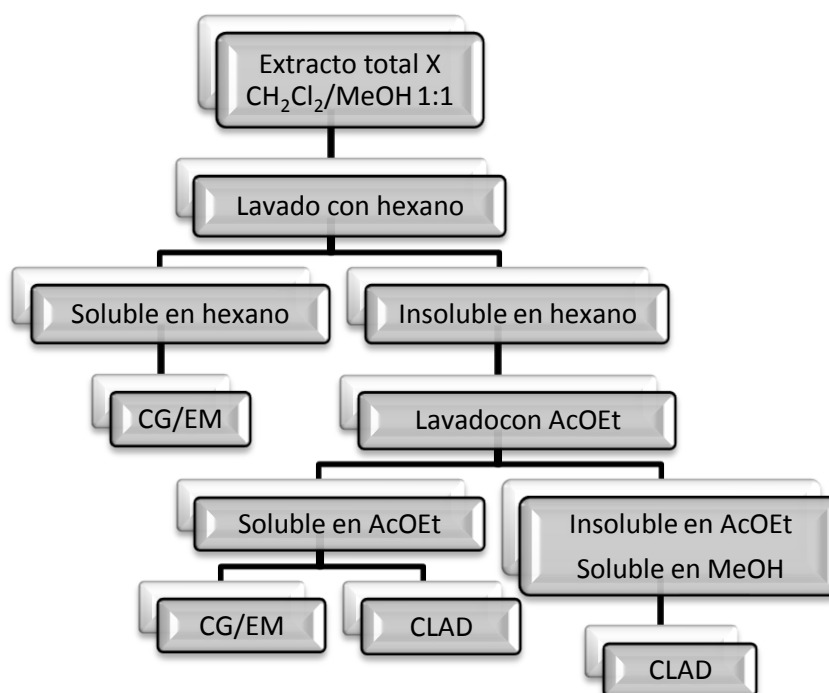


Figura 5. Método de lavado utilizado para el estudio metabolómico de *Ferocactus*.

- **Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG/EM).** Las condiciones utilizadas para el análisis de los extractos solubles en hexano y solubles en acetato de etilo (AcOEt) (Figura 5), se resumen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Condiciones de trabajo para la CG/EM.

	Hexano/AcOEt
Equipo	Hewlett-Packard modelo 5945 A
Cromatógrafo de gases/Espectrómetro de masas	JEOL GCMate II
Columna	Alltech CE-5
Temperatura inicial	30 °C durante un minuto
Rapidez de calentamiento	8°C/min
Temperatura final	305°C durante 6 minutos
Temperatura del inyector	310°C
Flujo	2 mL/min
Eluyente	Helio

- **Cromatografía líquida de alto desempeño (CLAD).** Las condiciones utilizadas para el análisis de los extractos solubles en acetato de etilo (AcOEt) y solubles en metanol (MeOH) (Figura 5), se resumen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Condiciones de trabajo para la CLAD.

	AcOEt		MeOH	
Cromatógrafo de Líquidos	Aglient 1200 series		Aglient 1200 series	
Detector de arreglo de diodos	Marca Waters 2996		Marca Waters 2996	
Longitud de onda (λ)	240 nm		280 nm	
Columna	Synergi MAX-RP		Synergi MAX-RP	
Eluyente	Metanol (MeOH)	Ácido fórmico 0.1% (CH ₂ O ₂)	Metanol (MeOH)	Ácido fórmico 0.1% (CH ₂ O ₂)
	Inicial	10 90	10 90	90
	5 min	- -	10 90	90
	30 min	100 0	100 0	0
Flujo	0.2 mL/min		0.2 mL/min	
Volumen de inyección	5.0 μ L		5.0 μ L	
Tiempo de corrida	50 min		50 min	
Temperatura	Ambiente		Ambiente	

6.4 Identificación de los compuestos químicos

La identificación de los metabolitos secundarios aislados en la CCA se realizó por medio de métodos físicos (punto de fusión), espectroscópicos y espectrométricos como Resonancia Magnética Nuclear (RMN) y Espectrometría de Masas (EM) respectivamente.

- **Punto de fusión:** los puntos de fusión (p. f.) (°C) se determinaron en un aparato Fisher Jones y se reportan los valores sin corrección.
- **Resonancia Magnética Nuclear:** Los espectros de resonancia magnética nuclear protónica RMN (^1H) y de carbono 13 (^{13}C) se adquirieron en espectrofotómetros Varian Gemini XL-200 y Varian VXR 300. Para disolver las muestras, se utilizó el cloroformo deuterado (CDCl_3) (Aldrich), se empleó el tetrametilsilano (TMS) como referencia interna. Los desplazamientos químicos (δ) están expresados en partes por millón (ppm). Las señales protónicas se indicaron con las siguientes abreviaturas: (s) singulete, (d) doblete, (t) triplete, (q) cuadruplete y (m) multiplete. Las constantes de acoplamiento (J) están expresadas en Hertz (Hz). Los compuestos fueron identificados por comparación de sus datos espectroscópicos y constantes físicas con lo informado en la literatura.
- **Espectrometría de Masas:** Los espectros de masas (EM) se obtuvieron en un equipo Hewlett-Packard modelo 5945 A, espectrometro de masas modelo JEOL, SX 102 A y JEOL, JMS AX-505 HA, mediante la técnica de impacto electrónico a 70 eV. Los resultados se presentaron como relación de masa respecto de la carga (m/z).

6.5 Análisis multivariado

El análisis de componentes principales (ACP) es una técnica estadística de síntesis de la información o reducción de la dimensión (número de variables), es decir, ante un banco de datos con muchas variables, el objetivo será reducirlas a un número menor perdiendo la menor cantidad de información posible, en otras palabras es transformar

un conjunto de variables en un nuevo conjunto de variables llamados componentes principales (CP) interrelacionados entre sí.

Para realizar el ACP se generaron matrices de datos (con los metabolitos secundarios identificados en cada extracto) utilizando los valores de las distancias y abundancias registradas por la CG/EM y CLAD. Las matrices fueron sometidas ACP, para lo cual fueron estandarizadas carácter por carácter mediante transformación lineal, en el cual el valor promedio fue obtenido del valor de cada carácter dividido entre la desviación estándar. La matriz básica de datos estandarizada (MBDS) fue analizada mediante análisis de ordenación. Los análisis fueron realizados con el programa NTSYSpc ver.2.21f (Rohlf, 2005), con la finalidad de identificar aquellos metabolitos secundarios que ayudan a reconocer especies o grupos de especies.

El ACP fue logrado mediante el análisis de ordenación eigen usando una matriz de correlación por caracteres, la cual fue calculada de la MBDS.

Las coordenadas de un carácter en cada componente principal se corresponden con las saturaciones de la variable en dichos factores, que se encuentran en la matriz. Los caracteres con mayor importancia en cada componente principal fueron observados en la matriz de ordenación de caracteres eigen. Los componentes principales son una combinación lineal de los caracteres originales que recogen mayor varianza.

VII. RESULTADOS

7.1 Rendimiento de los extractos orgánicos

Los extractos fueron obtenidos a partir de la maceración del material vegetal, el procedimiento se repitió cuatro veces para cada individuo. La cantidad de extracto obtenido por individuo se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Listado de especies analizadas del género *Ferocactus*.

Especie	Abreviatura	Clave	Peso seco de la planta (g)	Peso seco del extracto (g)
<i>F. haematacanthus</i>	<i>Fhae</i>	1796-1	126.61	2.5304
		1796-2	249.85	5.9265
<i>F. histrix</i>	<i>Fhis</i>	1671	47.78	2.1990
<i>F. reppenhagenii</i>	<i>Frep</i>	FH	32.35	1.8682
<i>F. macrodiscus</i>	<i>Fma</i>	1798-1	179.33	8.1178
		1798-2	224.35	7.2834
		1798-3	220.39	4.0102
<i>F. recurvus</i>	<i>Fre</i>	1794	501.82	8.6871
		1797	53.91	1.6915
<i>F. fordii</i>	<i>Ffo</i>	1809-1	123.19	5.2132
		1809-2	3.73	5.3942
<i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>cylindraceus</i>	<i>Fcyo</i>	1808-1	187.59	4.6026
		1808-2	101.33	3.9166
		1808-3	177.32	4.4190
		1808-4	103.84	2.5548
		1808-5	251.43	9.0944
<i>F. viridescens</i>	<i>Fvi</i>	1801-1	152.08	8.1584
		1801-2	1.20	0.1213
		1802-1	76.85	2.8958
		1802-2	193.94	5.4940
<i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>tortulispinus</i>	<i>Fcyto</i>	1812-1	254.70	5.8998
		1812-2	24.58	2.4104
<i>F. wislizenii</i>	<i>Fwi</i>	1833A	187.39	9.0500
		1833	364.24	15.4768
<i>F. alamosanus</i>	<i>Fala</i>	1846-1	488.02	46.1460
		1846-2	381.28	7.1590

(Continúa)

Cuadro 3. Listado de especies analizadas del género *Ferocactus*. (Continúa).

Especie	Abreviatura	Clave	Peso seco de la planta (g)	Peso seco del extracto (g)
<i>F. chrysacanthus</i> subsp. <i>grandiflorus</i>	<i>Fchrygra</i>	1815	503.15	10.2470
		1816	168.61	4.1116
<i>F. townsendianus</i>	<i>Ftow</i>	1825	158.41	7.0880
		1826	188.44	5.3224
<i>F. gracilis</i>	<i>Fgra</i>	1810	198.08	4.5032
<i>F. peninsulae</i>	<i>Fpe</i>	1817	273.71	8.3920
		1821	154.13	1.0580
<i>F. rectispinus</i>	<i>Frec</i>	1827	338.64	11.8065
		1822	137.42	5.1840
<i>F. hamatacanthus</i>	<i>Fham</i>	821	18.99	4.2266
<i>F. echidne</i>	<i>Fech</i>	1682	37.65	1.7876
<i>F. pilosus</i>	<i>Fpi</i>	827-1	79.69	1.3700
		827-2	129.08	1.4362
		890	41.47	2.4232
<i>F. robustus</i>	<i>Frob</i>	1795	137.03	5.9377
<i>E. horizonthalonius</i>	<i>Ehori</i>	1691	69.46	1.6774
<i>S. dichroacanthus</i>	<i>Sdi</i>	910	31.28	1.9022
<i>T. leucacanthus</i>	<i>Tleu</i>	1681	46.15	4.8928

7.2 Análisis metabolómico

7.2.1 Análisis por cromatografía en columna abierta (CCA)

Con el fin de obtener los metabolitos secundarios que fueron utilizados como estándares en los análisis por CLAD y CG/EM, se realizó un análisis cromatográfico por CCA a presión reducida de un representante de cada clado. Se eligieron las especies de las que se disponía mayor cantidad de extracto para que el aislamiento de los compuestos fuera más sencillo.

El extracto 1796-2 de la especie *F. haematacanthus* (Clado 1) fue cromatografiado totalmente, es decir se cromatografió el extracto total de CH₂Cl₂/MeOH 1:1. Al realizar la cromatografía de este extracto, se observó que la mezcla era muy compleja por lo que se decidió hacer lavados de los extractos de las especies *F. recurvus* (1794) (Clado 2), *F. alamosanus* (1846) (Clado 3) y *F. robustus* (1795) (Clado 4), para que su

cromatografía fuera más sencilla, los lavados de cada extracto se explica en las figuras 6-8.

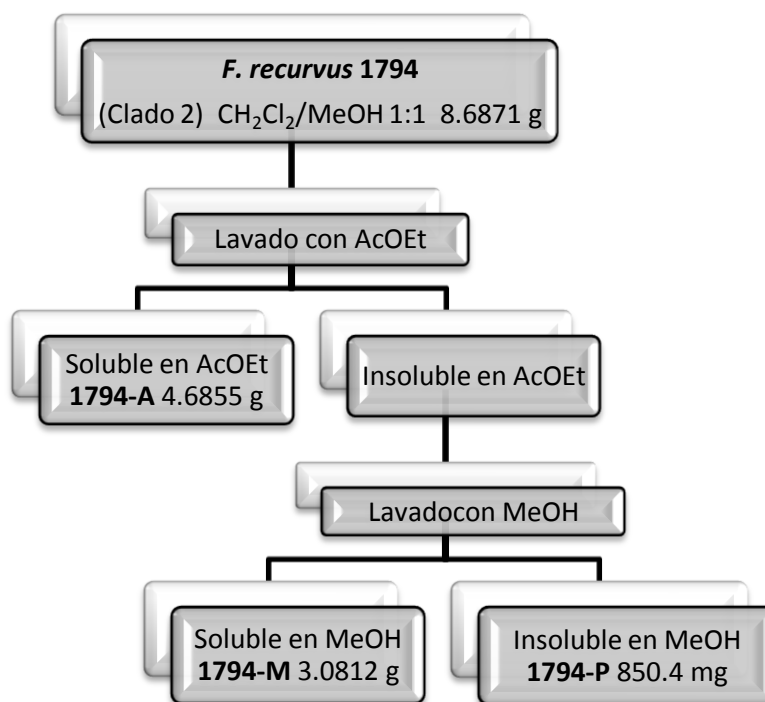


Figura 6. Lavado del extracto CH₂Cl₂/MeOH 1:1 1794 de *F. recurvus* (Clado 2).

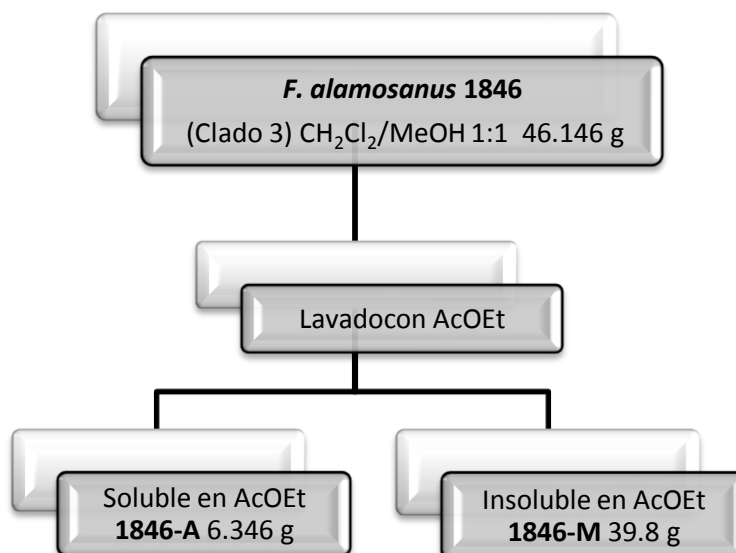


Figura 7. Lavado del extracto CH₂Cl₂/MeOH 1:1 1846 de *F. alamosanus* (Clado 3).

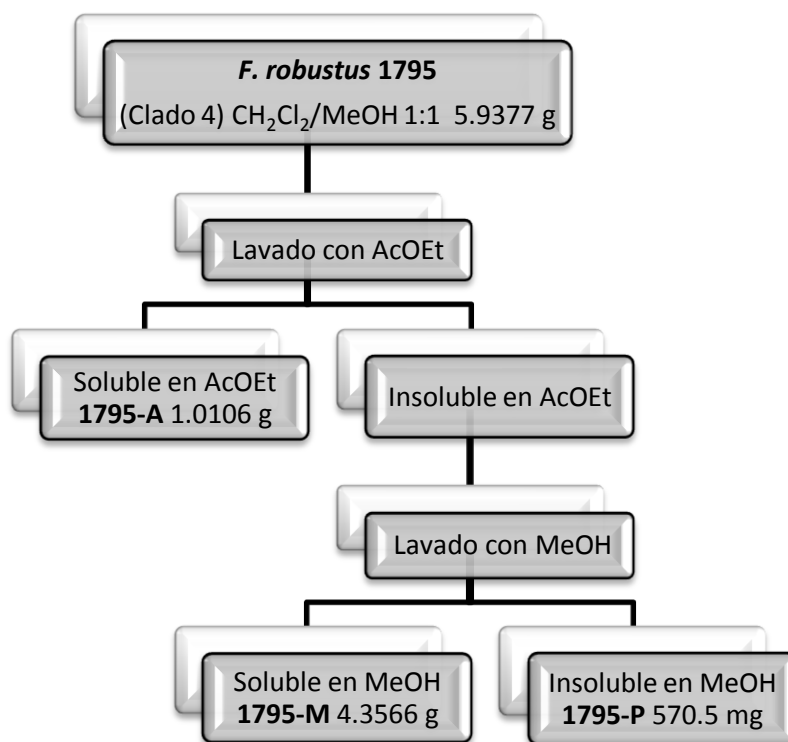


Figura 8. Lavado del extracto CH₂Cl₂/MeOH 1:1 1795 de *F. robustus* (Clado 4).

En el cuadro 4 se resumen los resultados de cada una de las CCA de los extractos seleccionados.

La caracterización de la cera (1794-P) y las sales (1846-MP y 1795-P1) se logró mediante espectroscopia infrarroja (Apéndice 4) y mediante la comparación de sus datos físicos, sin embargo, no se llegó a la identificación específica del tipo de sales y cera. En todas las especies evaluadas por CCA se aislaron los compuestos β -sitosterol, estigmasterol y lupeol (Figura 9) en diferentes proporciones, todos ellos compuestos poco polares, sin embargo, no se lograron separar compuestos polares.

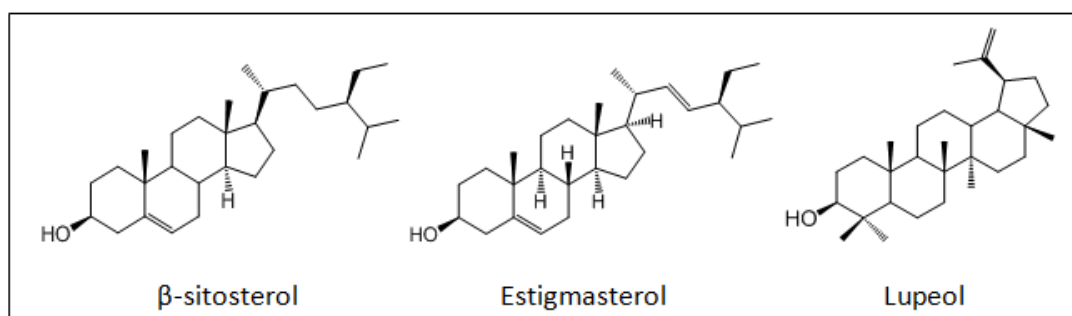


Figura 9. Estructuras de los metabolitos secundarios aislados por CCA.

La identificación del β -sitosterol, estigmasterol y lupeol se logró mediante CCF (Figura 10) y por la comparación de sus datos físicos y espectroscópicos con los datos de literatura (Fotie *et al.*, 2006) (Apéndice 5).

Cuadro 4. Especies analizadas por CCA.

Especie y clave	Cantidad de extracto analizado	No. de fracciones obtenidas	Fracción y sistema de elución	Compuesto	Cantidad	p.f. (°C)
F. haematacanthus 1796-2 CH ₂ Cl ₂ /MeOH 1:1	5.9265 g	183	11-13 Hex/AcOEt 9:1	β -sitosterol y Estigmasterol	30.9 mg	115-128
			11-13 aguas madre	β -sitosterol, Estigmasterol y Lupeol	165.1 mg	118-130
			14-16 Hex/AcOEt 9:1	β -sitosterol	80.3 mg	135-136
F. recurvus 1794 CH ₂ Cl ₂ /MeOH 1:1	8.6871 g					
1794-A AcOEt	4.6855 g	104	8 Hex/AcOEt 9:1	Lupeol	1 mg	-
			9-10 Hex/AcOEt 9:1	β -sitosterol	38.3 mg	134-136
			11 Hex/AcOEt 9:1	β -sitosterol y Estigmasterol	29.1 mg	120-127
1794-M MeOH	3.0812 g	113	6-9 Hex/AcOEt 9:1	Lupeol	5 mg	214-217
1794-P	850.4 mg	-	-	Ceras	-	Descompone 195

(Continúa)

Cuadro 4. Especies analizadas por CCA. (Continúa).

Espece y clave	Cantidad de extracto analizado	No. de fracciones obtenidas	Fracción y sistema de elución	Compuesto	Cantidad	p.f. (°C)
<i>F. alamosanus</i>						
1846 CH ₂ Cl ₂ /MeOH 1:1	46.146 g					
1846-A AcOEt	6.3460 g	109	8 Hex/AcOEt 9:1 9-11	Lupeol	2 mg	210-216
			Hex/AcOEt 9:1 12	β-sitosterol	53.1 mg	134-136
			Hex/AcOEt 9:1 13-18	β-sitosterol y Estigmasterol	54.1 mg	125-130
1846-M MeOH	39.8 g	50	Hex/AcOEt 9:1	β-sitosterol	15.6 mg	135-136
1846-MP		-	-	Sal	2.4469 g	No funde
<i>F. robustus</i>						
1795 CH ₂ Cl ₂ /MeOH 1:1	5.9385 g					
Partición 1795-A AcOEt	1.0106 g	58	7 Hex/AcOEt 9:1 8	Lupeol	10 mg	215-217
			Hex/AcOEt 9:1 9	β-sitosterol	17 mg	134-136
			Hex/AcOEt 9:1 6	Estigmasterol	4.2 mg	160-164
Partición 1795-M MeOH	4.3566 g	150	Hex/AcOEt 9:1 7	Lupeol	5 mg	214-217
			Hex/AcOEt 9:1	β-sitosterol	10 mg	130-135
1795-P1				Sal	212.6 mg	No funde

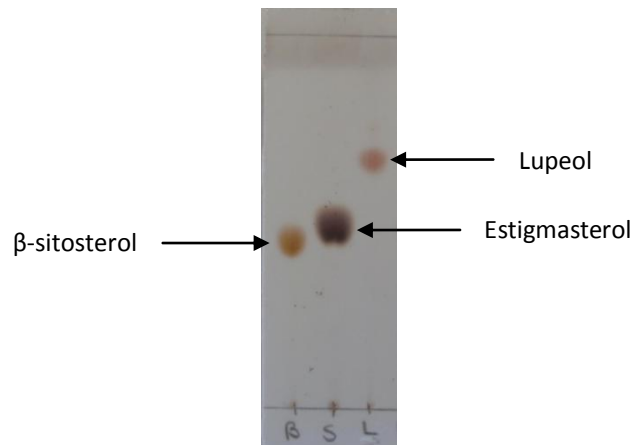


Figura 10. CCF de los compuestos identificados en CCA. β -sitosterol, estigmasterol y lupeol (Hex/AcOEt 3:1).

7.2.2 Análisis por cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas (CG/EM)

La cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM) es una técnica que constituye una herramienta potente para separar, identificar y cuantificar los componentes volátiles y semivolátiles de mezclas complejas. Por esta razón se decidió evaluar por esta técnica las fracciones poco y medianamente polares (hexano y AcOEt) de los extractos, para esto se realizaron lavados con hexano y AcOEt a cada uno de los extractos (Figura 5). Los compuestos β -sitosterol, estigmasterol y lupeol aislados por la CCA sirvieron como estándares en la CG/EM (Figura 11).

Se determinó la composición de 17 especies y tres subespecies de *Ferocactus* y de dos especies diferentes al grupo en estudio (*Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus*). La identificación de los compuestos se logró a partir de su espectro de masas; librería NIST (Mass Spectral Database); programa MASSLAB. Se identificaron un total de 126 compuestos diferentes. Cada compuesto se enumeró desde 1 hasta 126 (Apéndice 6).

File: 574-0001-B5 Date Run: 04-03-2013 (Time Run: 17:20:49)
 Sample: Dr Martinez-Mariano Columna HP-5
 Instrument: JEOL GCmate
 Inlet: GC Ionization mode: EI-

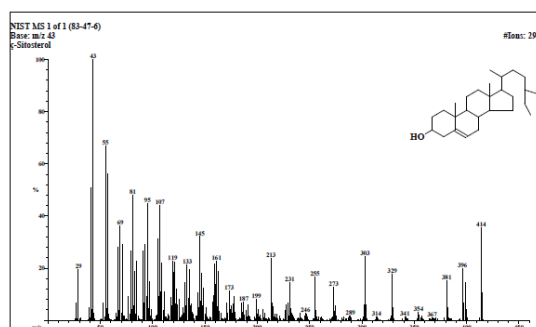
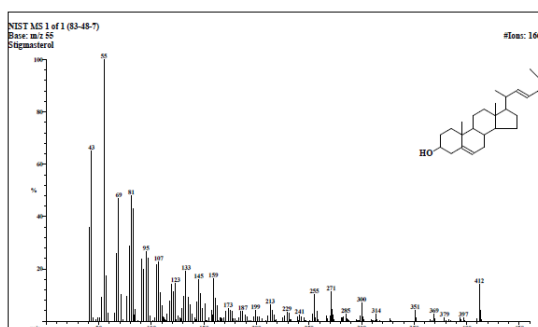
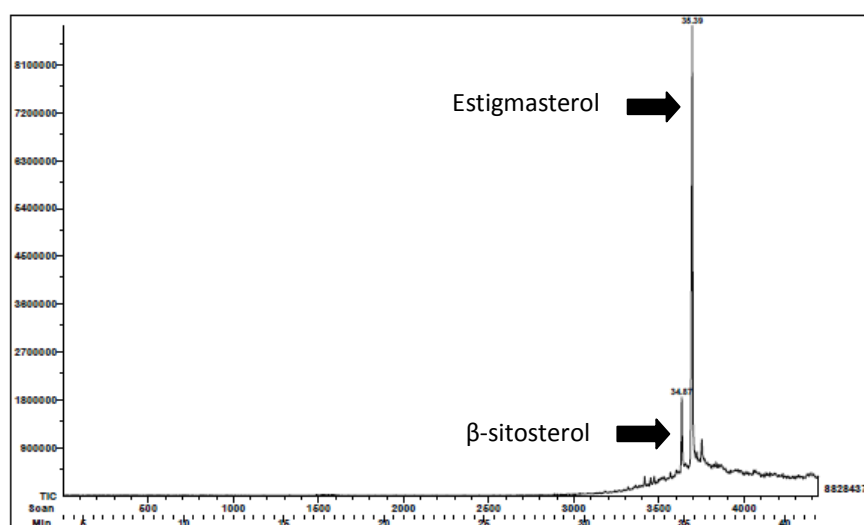


Figura 11. Cromatogramas del estigmasterol y β -sitosterol obtenidos mediante CG/EM.

7.2.3 Análisis por cromatografía líquida de alto desempeño (CLAD)

Se determinó la composición de 17 especies y tres subespecies de *Ferocactus* y de tres especies diferentes al grupo en estudio (*Echinocactus horizonthalonius*, *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus*). A partir de los cromatogramas individuales obtenidos en el sistema CLAD, se detectaron un total de 257 compuestos diferentes. Cada compuesto se enumeró desde 1 hasta 257 (Apéndice 12).

La detección de cada uno de los compuestos estuvo basada en los tiempos de retención y en las características espectrales proporcionadas por el detector de arreglo de diodos del mismo sistema CLAD.

7.3 Análisis multivariado

A continuación se presentan los resultados de los análisis que se llevaron a cabo con los datos obtenidos del estudio de las fracciones solubles en hexano y acetato de etilo (AcOEt), mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG/EM) (Figura 5).

La matriz básica de datos (MBD) fue construida con 126 caracteres químicos (79 esteroides, 20 triterpenos, 7 esteroides, 5 poliprenoides, 3 sesquiterpenos, 3 furanonas, 2 policetidos, 2 diterpenos, 2 furanos, 1 fenilpropanoide y 2 compuestos aromáticos simples) y 22 especies (Apéndices 6 y 7).

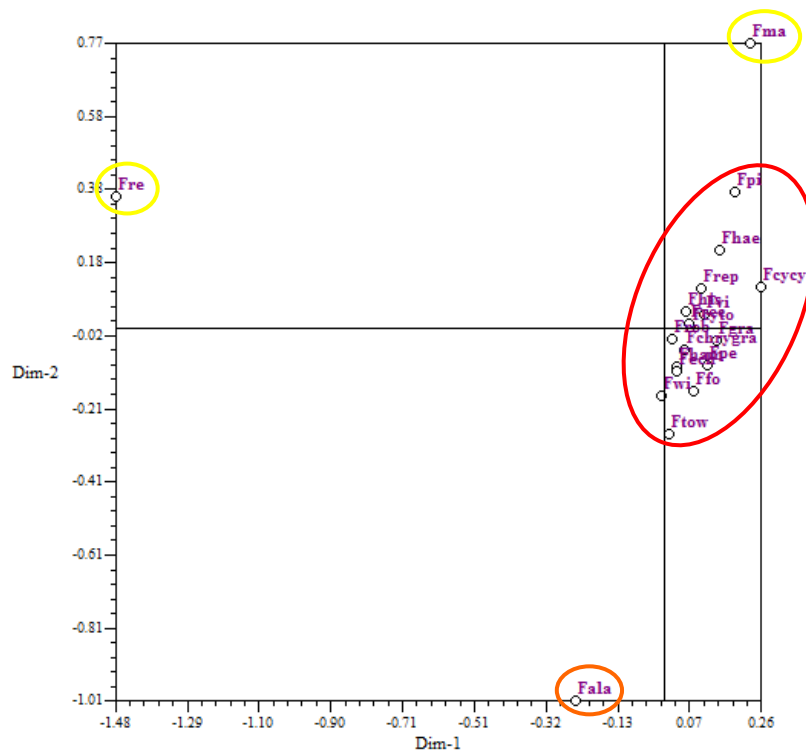
El ACP que incluye las especies *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus* permiten delimitar el género *Ferocactus*. Hay una clara separación de dichas especies del grupo principal que corresponde al género estudiado (Figuras 12, A y B óvalos rojos y 13, A y B óvalos rojos). Por lo anterior se decidió eliminar del ACP las especies *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus* (Figuras 12, A y B óvalo morado y azul respectivamente y 13, A y B óvalo morado y azul respectivamente) así como sus metabolitos secundarios particulares, para poder observar la dispersión de las especies del género estudiado con base en los componentes principales.

La nueva MBD fue construida con 111 caracteres químicos (71 esteroides, 18 triterpenos, 5 poliprenoides, 3 esteroides, 3 sesquiterpenos, 3 furanonas, 2 policetidos, 2 furanos, 2 diterpenos, y 2 compuestos aromáticos simples) correspondientes a las 20 especies del género en estudio (Apéndices 8 y 9), la MBD fue analizada de la misma manera que la anterior.

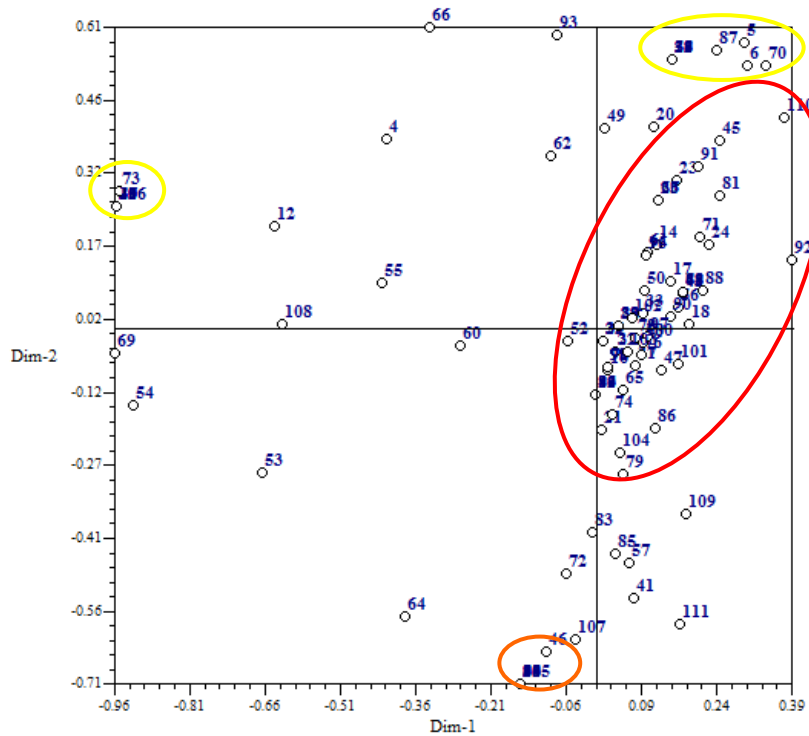
El ACP realizado con la nueva MBD permite ver la dispersión del grupo en estudio, formándose un grupo principal (Figuras 12, C y D óvalo rojo y 13, C y D óvalo rojo) y separando a las especies *F. recurvus*, *F. macrodiscus* y *F. alamosanus* (Figuras 12, C y D óvalos amarillo y naranja y 13, C y D óvalos amarillo y naranja). En el grupo principal no se ve una clara dispersión (Figuras 12, C y D óvalo rojo y 13, C y D óvalo rojo), por lo

que se decidió sacar del análisis las especies que se encuentran más lejanas al grupo principal, así como sus metabolitos secundarios particulares, con la finalidad de ver una clara dispersión, recordando la posición que ocupan las especies *F. recurvus*, *F. macrodiscus* y *F. alamosanus*.

Se construyó una nueva MBD con 87 caracteres (60 esteroides, 13 triterpenos, 5 poliprenoides, 3 esteroides, 2 sesquiterpenos, 2 diterpenos, 1 furano y 1 compuesto aromático simple) correspondientes a las 17 especies de *Ferocactus* restantes (Apéndices 10 y 11), la MBD se analizó de la misma manera que las anteriores. El análisis permitió observar la dispersión del grupo principal (Figuras 12, E y F y 13, E y F), e incluso se observa una tendencia de agrupamiento semejante al propuesto por Vázquez-Sánchez *et al.* (2013) (Figura 3), clado 1=óvalo rosa, clado 2=óvalo amarillo, clado 3=óvalo naranja, clado 4=óvalo verde (Figuras 12, E y F y 13, E y F).

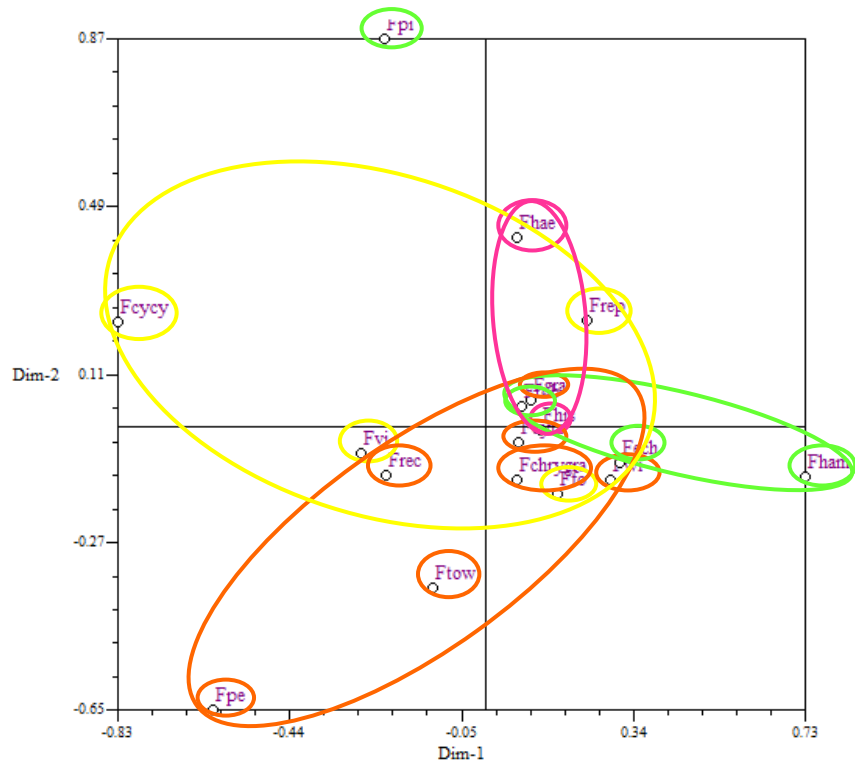


C

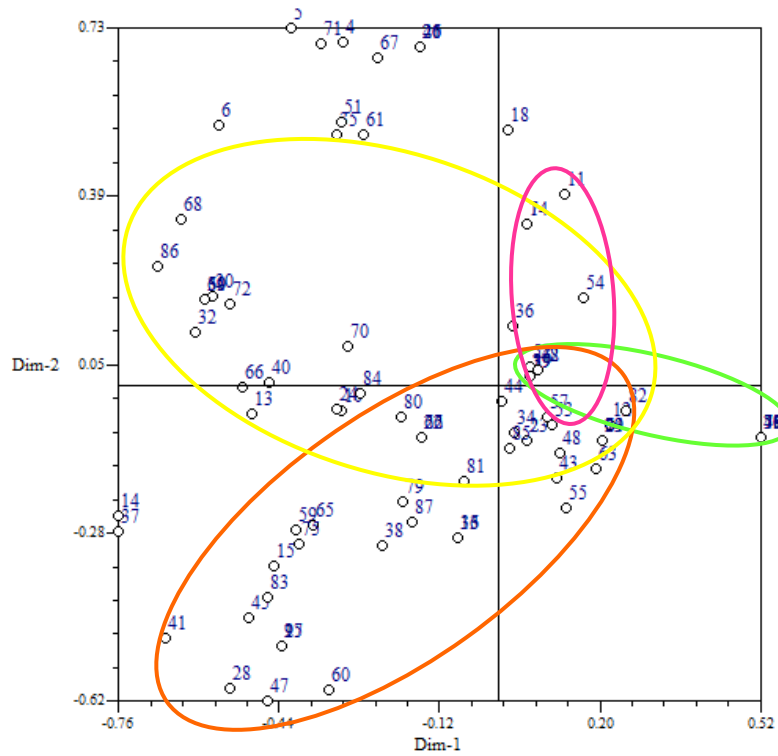


D

Figura 12. Gráficas de proyección bidimensional CG/EM. **C.** Proyección bidimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **D.** Proyección de los caracteres. Sin las especies *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus*. (Ver abreviaturas cuadro 2) (Continúa).

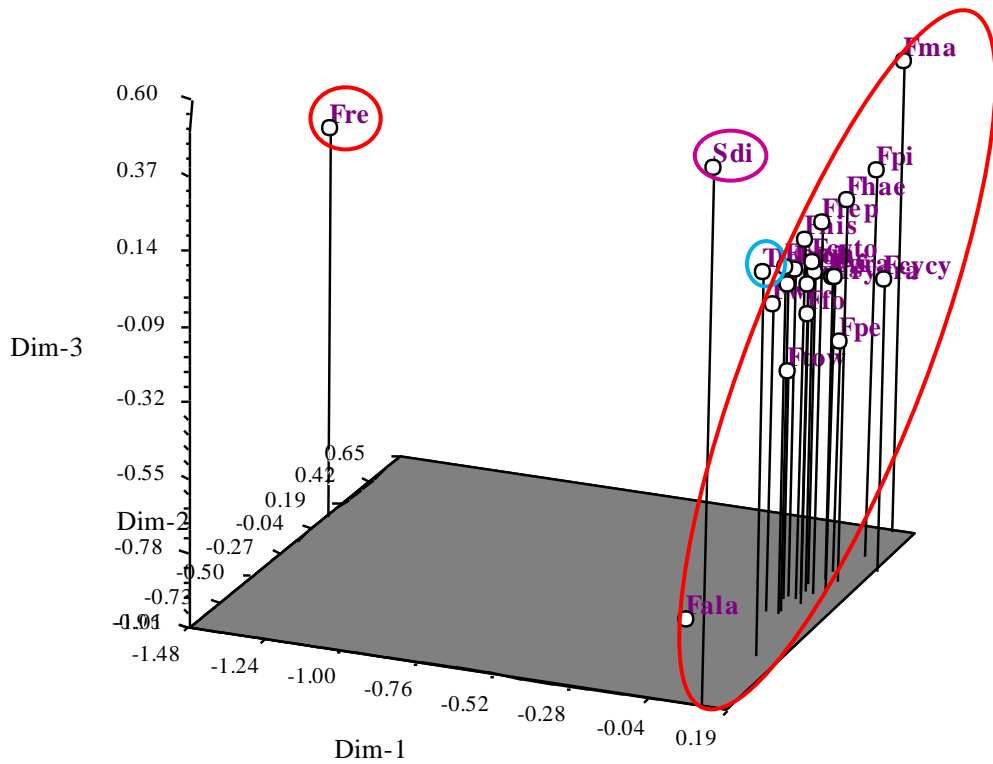


E

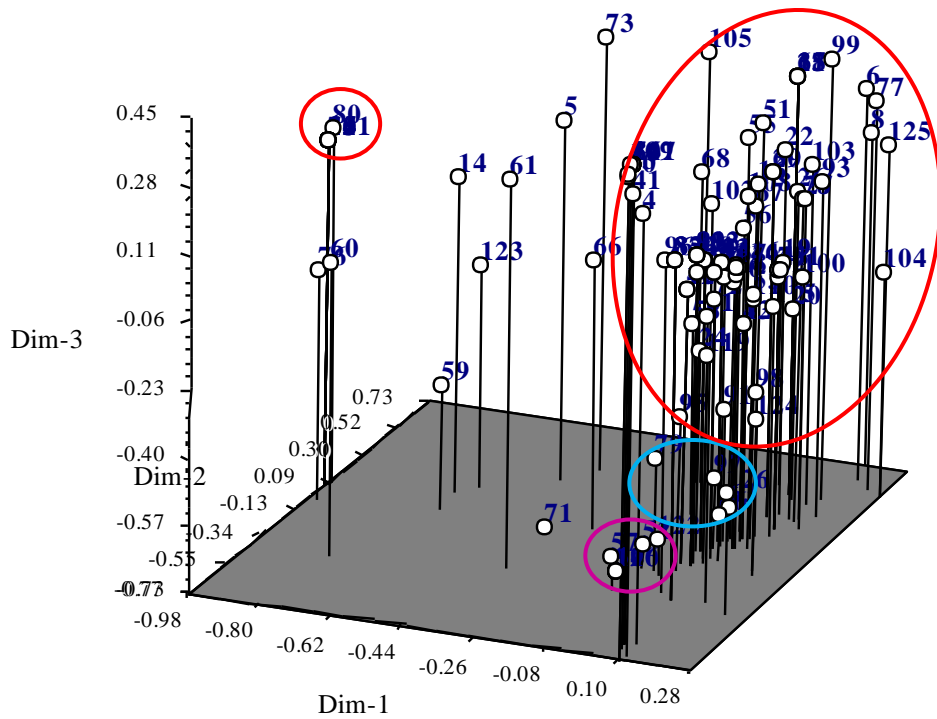


F

Figura 12. Gráficas de proyección bidimensional CG/EM. **E.** Proyección bidimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **F.** Proyección de los caracteres. Sin las especies *F. recurvus*, *F. macrodiscus*, *F. alamosanus*, *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus*. (Ver abreviaturas cuadro 2).

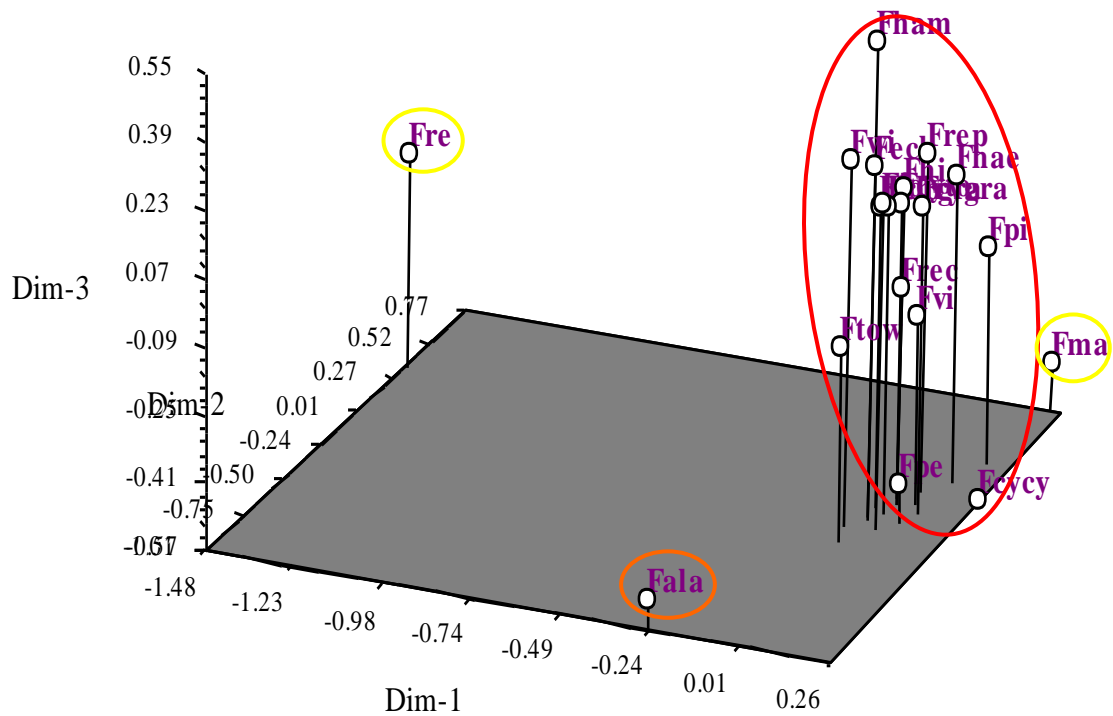


A

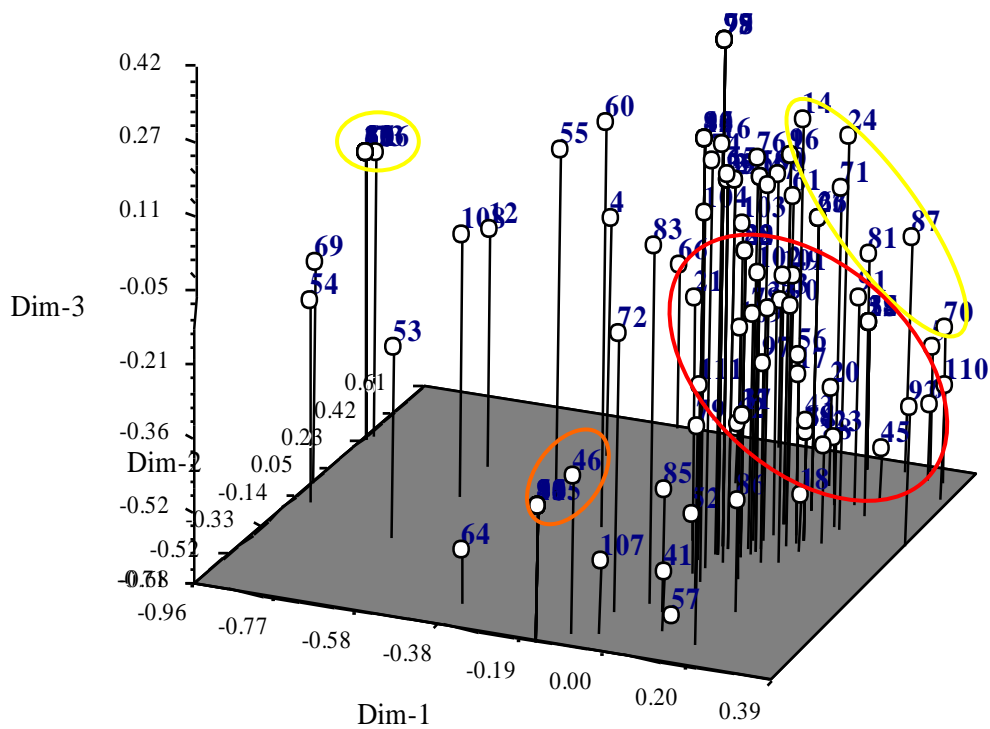


B

Figura 13. Gráficas de proyección tridimensional CG/EM. **A.** Proyección tridimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **B.** Proyección de los caracteres. Incluye las especies *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus*. (Ver abreviaturas cuadro 2) (Continúa).

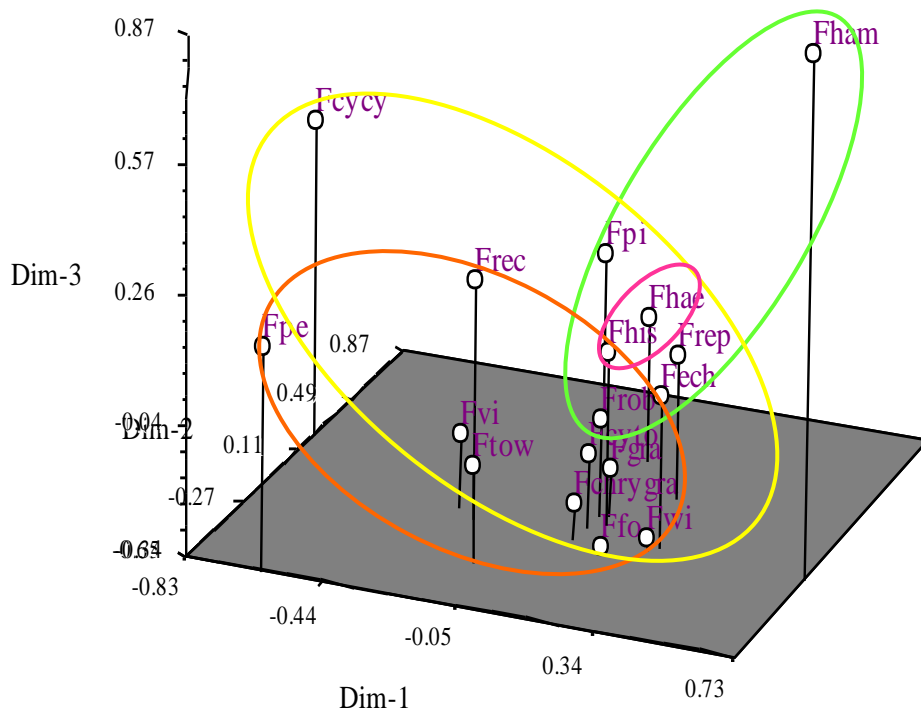


C

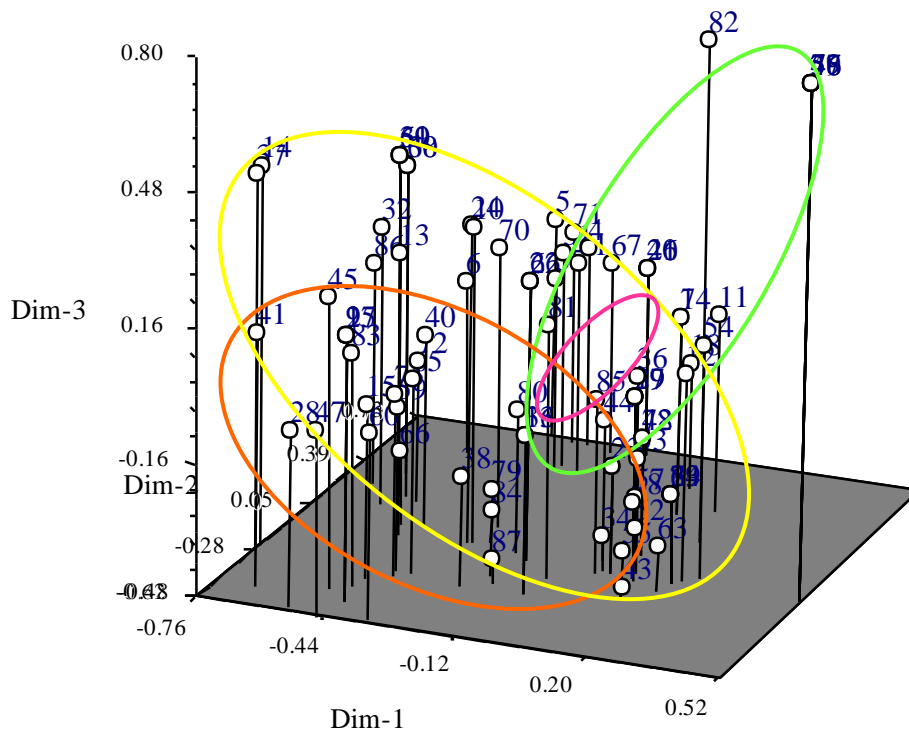


D

Figura 13. Gráficas de proyección tridimensional CG/EM. **C.** Proyección tridimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **D.** Proyección de los caracteres. Sin las especies *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus*. (Ver abreviaturas cuadro 2) (Continúa).



E



F

Figura 13. Gráficas de proyección tridimensional CG/EM. E. Proyección tridimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. F. Proyección de los caracteres. Sin las especies *F. recurvus*, *F. macrodiscus*, *F. alamosanus*, *Stenocactus dichroacanthus* y *Thelocactus leucacanthus*. (Ver abreviaturas cuadro 2).

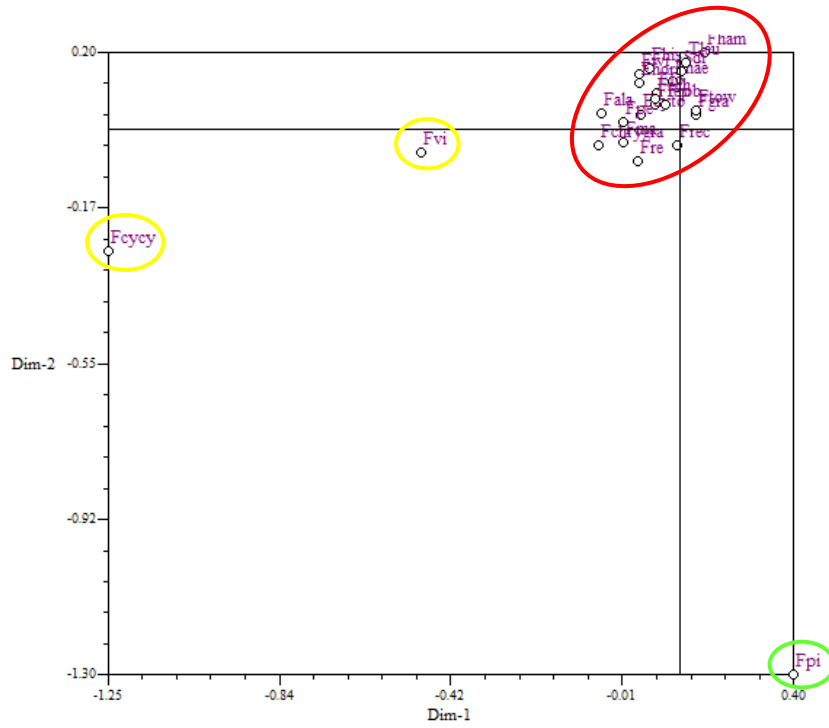
Los siguientes resultados pertenecen al análisis de los datos obtenidos del estudio de las fracciones solubles en acetato de etilo (AcOEt) y metanol (MeOH), mediante cromatografía líquida de alto desempeño (CLAD) (Figura 5).

La matriz básica de datos (MBD) fue construida con 257 caracteres químicos (18 0.8-6.5 min, 53 10.1-19.9 min, 91 20.0-29.8 min, 75 30.8-39.7 min, 20 40.1-48.3 min) y 23 especies (Apéndices 12 y 13). Esta matriz se analizó de la misma manera que las anteriores.

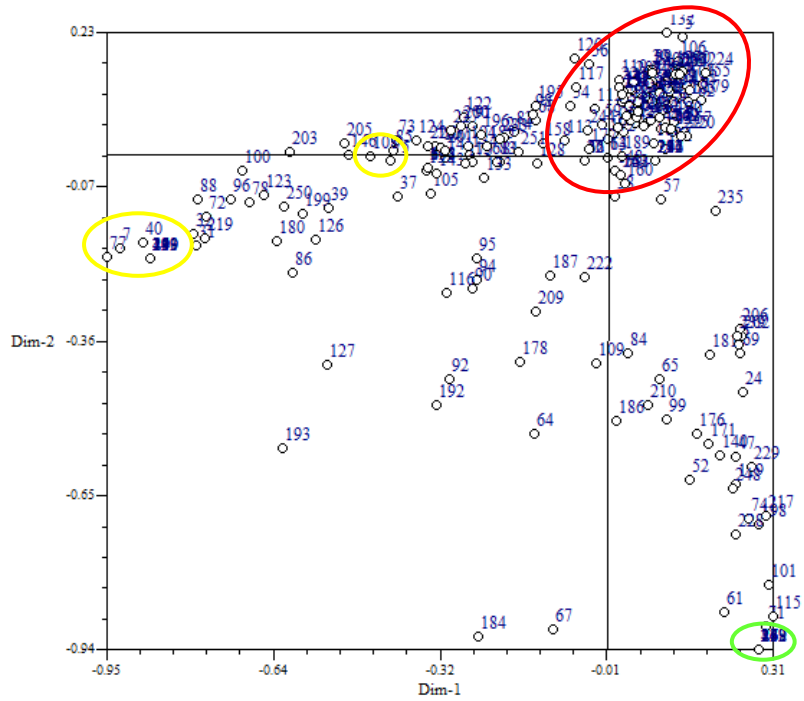
El ACP que incluye las especies *Stenocactus dichroacanthus*, *Thelocactus leucacanthus* y *Echinocactus horizonthalonius* no permite delimitar al género estudiado. Las tres especies antes mencionadas se encuentran dentro del grupo principal, (Figuras 14, A y B óvalo rojo y 15, A y B óvalo rojo). En un segundo análisis se eliminó las especies *Stenocactus dichroacanthus*, *Thelocactus leucacanthus* y *Echinocactus horizonthalonius*, así como las especies *F. cylindraceus* subsp. *cylindraceus*, *F. viridescens* y *F. pilosus* que se encuentran más lejanas al grupo principal, y sus metabolitos secundarios particulares, con el objetivo de detectar si las especies del grupo principal pueden separarse.

Este segundo análisis se realizó con 223 caracteres químicos (11 1.6-5.9 min, 41 11.0-19.9 min, 83 20.0-29.8 min, 70 30.0-39.7 min y 18 40.1-48.3 min) correspondientes a las 17 especies restantes (Apéndice 14 y 15).

El segundo análisis permitió observar una tendencia de agrupamiento similar al reportado por Vázquez-Sánchez *et al.* (2013), clado 1=óvalo rosa, clado 2=óvalo amarillo, clado 3=óvalo naranja, clado 4=óvalo verde (Figuras 13, C y D y 14, C y D), principalmente en el clado 3 donde se observa una clara separación de éste, mientras que al igual que en el análisis de los resultados obtenidos mediante CG/EM, el clado 4 se encuentra disperso en todos los clados (óvalo verde).

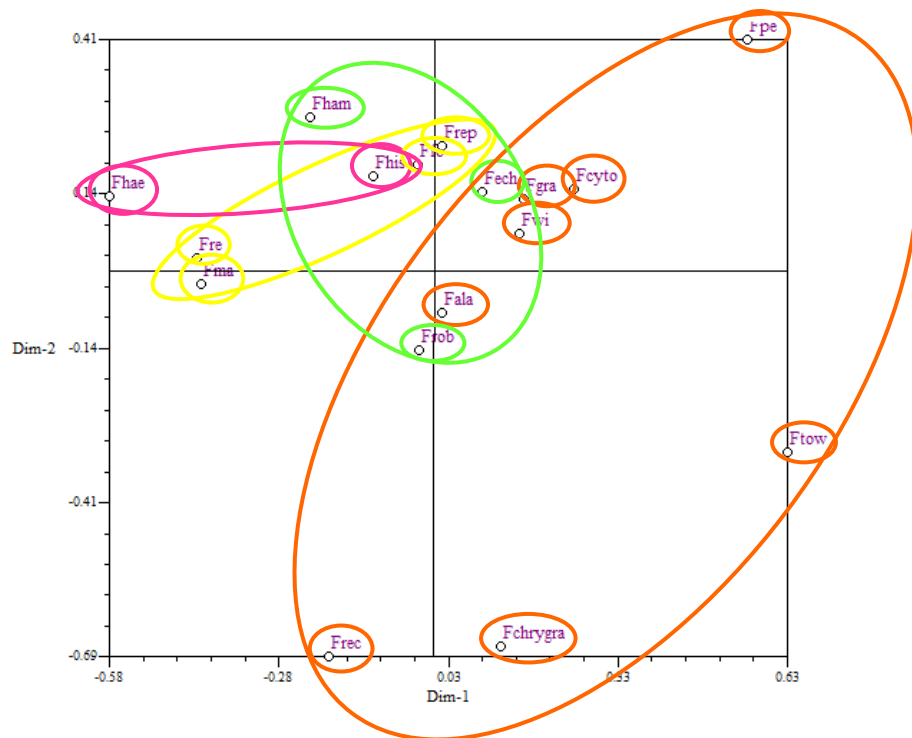


A

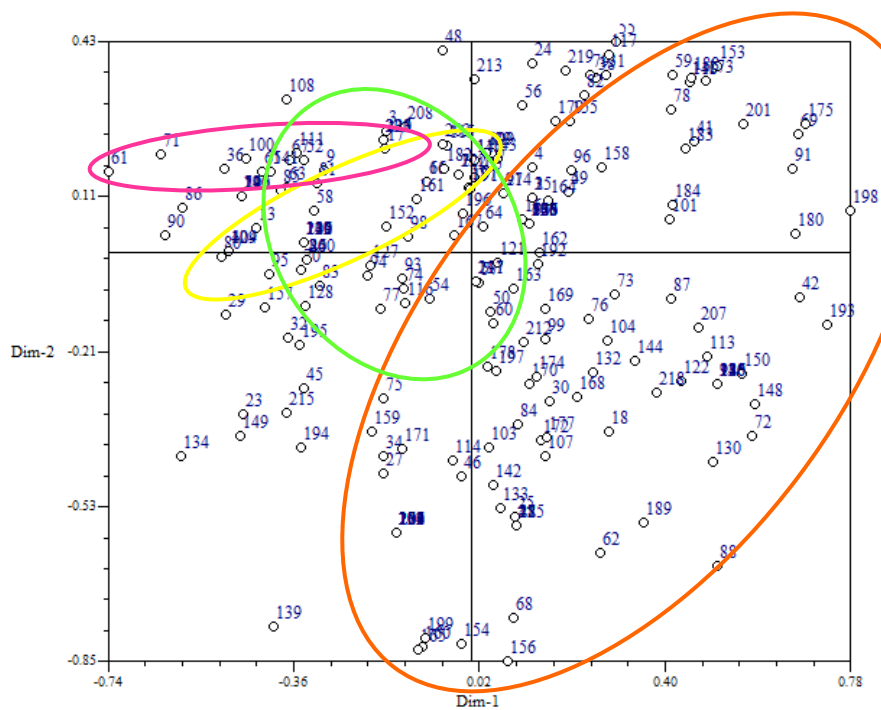


B

Figura 14. Gráficas de proyección bidimensional CLAD. **A.** Proyección bidimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **B.** Proyección de los caracteres. Incluye las especies *Stenocactus dichroacanthus*, *Thelocactus leucacanthus* y *Echinocactus horizontalonius*. (Ver abreviaturas cuadro 2) (Continúa).

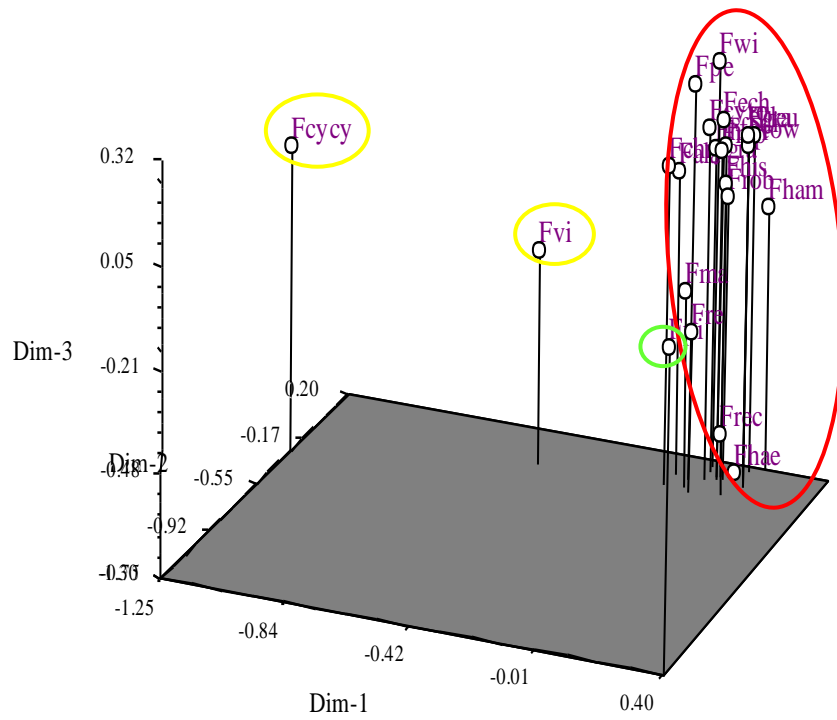


C

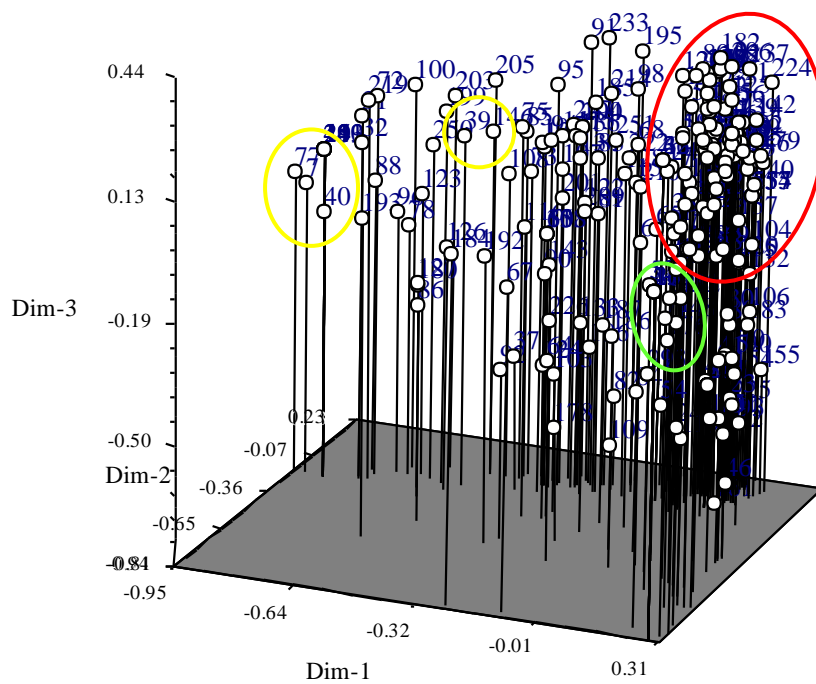


D

Figura 14. **C.** Proyección bidimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **D.** Proyección de los caracteres. Sin las especies *F. cylindraceus* subsp. *cylindraceus*, *F. viridescens*, *F. pilosus*, *Stenocactus dichroacanthus*, *Thelocactus leucacanthus* y *Echinocactus horizonthalonius*. (Ver abreviaturas cuadro 2).

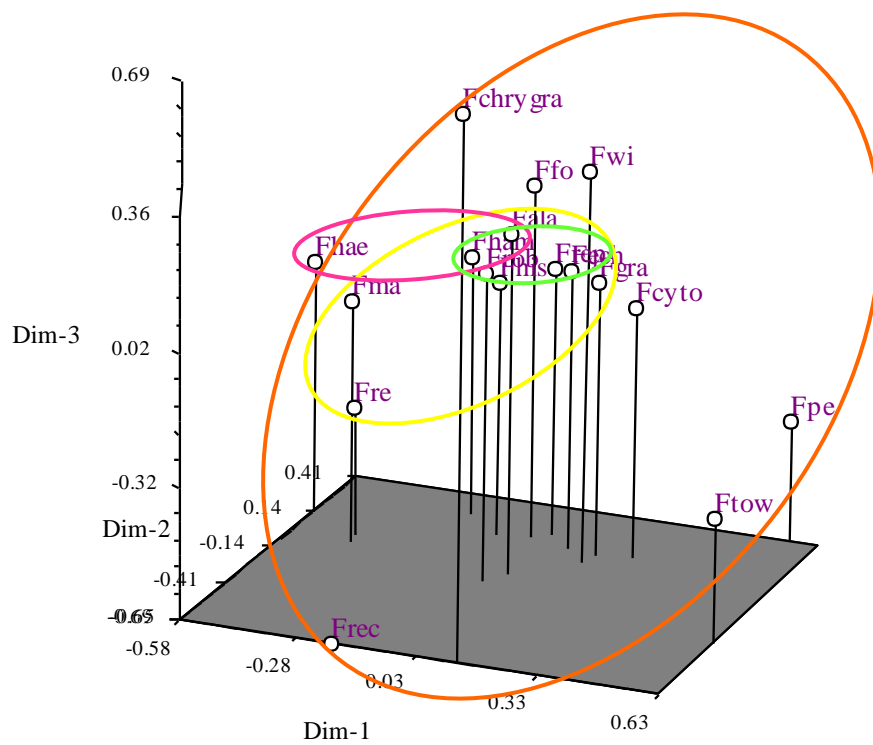


A

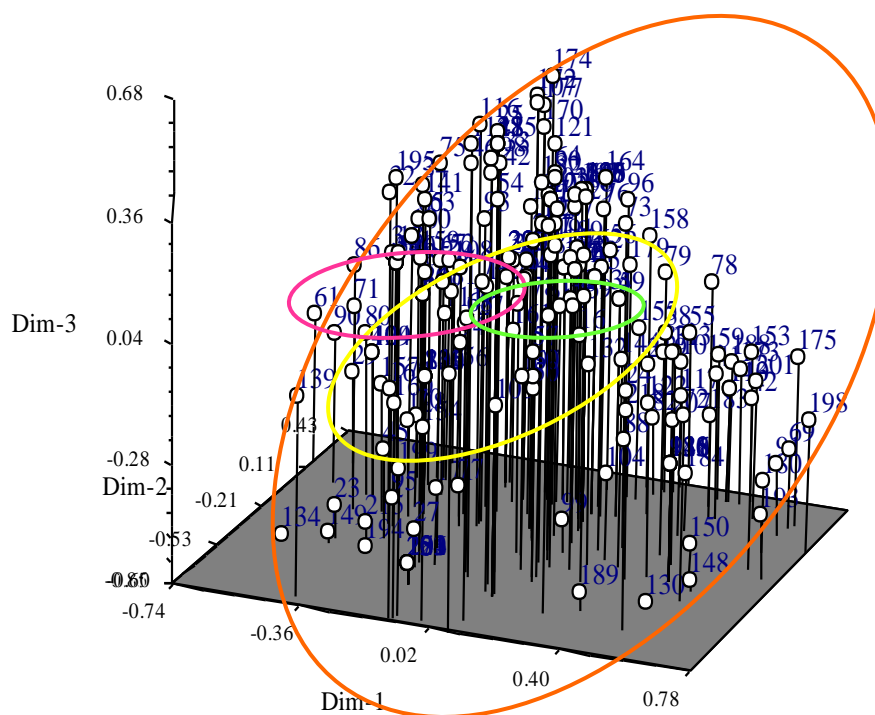


B

Figura 15. Gráficas de proyección tridimensional CLAD. **A.** Proyección tridimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **B.** Proyección de los caracteres. Incluye las especies *Stenocactus dichroacanthus*, *Thelocactus leucacanthus* y *Echinocactus horizontalonius*. (Ver abreviaturas cuadro 2) (Continúa).



C



D

Figura 15. **C.** Proyección tridimensional de las especies sobre el conjunto de ejes definidos por los componentes principales. **D.** Proyección de los caracteres. Sin las especies *F. cylindraceus* subsp. *cylindraceus*, *F. viridescens*, *F. pilosus*, *Stenocactus dichroacanthus*, *Thelocactus leucacanthus* y *Echinocactus horizontalonius*. (Ver abreviaturas cuadro 2).

VIII. DISCUSIÓN

8.1 Análisis metabolómico

El metaboloma del género *Ferocactus* tiene una amplia variación de compuestos químicos. Como se puede observar en los listados de compuestos obtenidos mediante CG/EM, de las matrices analizadas, los metabolitos secundarios predominantes son los esteroides (62.6%). La presencia de este tipo de compuestos químicos ya ha sido registrada dentro de la familia Cactaceae, específicamente en la tribu Pachycereeae, como en el caso de *Peniocereus fosterianus* y *P. macdougallii* de donde se aislaron 3 β ,6 α -dihidroxiesteroides, peniocerol y macdougallina respectivamente, junto con pequeñas cantidades de lofenol, campesterol, β -sitosterol y colesterol (Djerassi *et al.*, 1963; Djerassi *et al.*, 1965). De *Stenocereus thurberi* se aislaron pequeñas cantidades de colesterol, campesterol y sitosterol, junto con peniocerol y macdougallina (Kircher, 1980). Hasta el momento no hay registros de esteroides en la tribu Cacteae, a la que pertenece el género en estudio; sin embargo, la presencia de estos compuestos en otras tribus sugiere que estos metabolitos secundarios son de amplia distribución dentro de la familia. Con los datos obtenidos en este estudio y otros informados previamente (Salt *et al.*, 1987) se puede inferir que los esteroides encontrados con más frecuencia en la familia son los típicos compuestos C₂₉ o C₂₈ con insaturaciones Δ^5 como el β -sitosterol, campesterol o estigmasterol (Glenn y Sihua, 1990).

El papel principal de los esteroides en las células eucariotas es como constituyentes de las membranas, también sirven como precursores para la biosíntesis de las hormonas esteroideas en plantas o como moléculas de señalización (Boutté y Grebe, 2009; Schrick *et al.*, 2011).

El segundo tipo de metabolito secundario más abundante son los triterpenos (15.8%). A diferencia de los esteroides, los triterpenos son uno de los grupos químicos mejor estudiados de las cactáceas (Djerassi, 1957). En muchos casos constituyen los compuestos mayoritarios, presentando una amplia diversidad de modificaciones estructurales, con patrones de oxidación característicos, y una distribución particular

en las especies, razones por las que se han utilizado con fines quimiotaxonómicos (Gibson y Horak, 1978).

Con los resultados obtenidos se puede observar que los triterpenos más abundantes son los pentacíclicos de tipo ursólico. La presencia de triterpenos pentacíclicos ya ha sido reportada en la tribu Pachycereeae (Djerassi, 1957). Sin embargo, en Pachycereeae no predominan los triterpenos del tipo ursólico como en el género en estudio, lo cual sugiere que la tribu Cacteeae tiene un perfil de triterpenos pentacíclicos específico, para corroborar esto se necesita realizar un análisis más inclusivo de la tribu por géneros y especies.

La presencia de abundantes triterpenos en las cactáceas probablemente ha servido a través del tiempo como defensa primaria contra bacterias y hongos. Por desgracia, no hay datos suficientes disponibles para determinar si la diversidad de compuestos es una respuesta a la selección natural para una mejor defensa contra microorganismos o insectos (Gibson y Horak, 1978).

En cuanto a los compuestos obtenidos mediante CLAD, los metabolitos secundarios predominantes tienen un tiempo de retención de entre 20.0 y 29.8 min, seguido de los compuestos con tiempo de retención de entre 30.0 y 39.7 min. Desafortunadamente, los estudios sobre la composición química de las especies de la familia Cactaceae son muy escasos, lo que dificulta la comparación de los datos obtenidos en este estudio. Solo existe un reporte que hace referencia a la composición fenólica de los granos de polen de algunas especies del género *Stenocactus* (Almaraz-Abarca, 2000). Sin embargo, estos datos no pueden ser comparados con los obtenidos en el presente trabajo ya que fueron analizados utilizando condiciones cromatográficas distintas, por lo que es muy importante continuar con el estudio para identificar cada metabolito secundario, en cuanto a las especies de *Thelocactus* y *Ferocactus* no hay reportes hasta el momento sobre su metaboloma.

8.2 Análisis multivariado

Como ya se mencionó en párrafos anteriores, en el metaboloma del género *Ferocactus* hay una clara mayoría de esteroides. La proyección bidimensional de los compuestos, sin embargo, muestra una tendencia a producir cierto tipo de metabolito secundario según el clado.

Por ejemplo en el clado 1 se observa la producción solo de esteroides como el (3 α ,5 α ,24S)-estigmast-7-en-3-ol como metabolito secundario principal, mientras que en clado 2 hay una tendencia a la producción de triterpenos como el α -amirina, la producción de compuestos poliprenoides como el α -tocoferol y γ -tocoferol es común en las especies del clado 3, y los triterpenos como el urs-12-en-28-ol en el clado 4 (Figura 16). Los metabolitos secundarios intervienen en las interacciones ecológicas entre la planta y su ambiente. La gran mayoría de los metabolitos secundarios desempeñan funciones de protección (Almaraz-Abarca, 2000). Ésta puede ser de protección contra la radiación ultravioleta, contra posibles daños causados por cambios rápidos de temperatura, contra daño oxidativo, como es el caso de las especies de la familia Cactaceae las cuales están expuestas a temperaturas muy elevadas, por ejemplo las especies del clado 3 todas se distribuyen en el desierto Sonorense, probablemente ésta sea la razón por la cual tengan una preferencia a la síntesis de compuestos poliprenoides, pues se sabe que los tocoferoles tienen efecto antioxidante. En estudios biológicos más recientes se determinó que la mayoría de los metabolitos secundarios cumple funciones de defensa contra el ataque de microorganismos y de herbívoros, ya sean estos últimos insectos, reptiles, aves o mamíferos, también actúan como agentes alelopáticos, o para atraer a los polinizadores o a los dispersadores de semillas (Almaraz-Abarca, 2000).

La presencia de ciertos metabolitos en particular caracteriza un taxón dado, mientras que su presencia en otro taxón sugiere una fuerte relación. En el caso de los compuestos identificados en cada clado son de amplia distribución en la familia Cactaceae, por lo que no pueden ser considerados como marcadores taxonómicos, sin

embargo, el tipo de esqueleto base del compuesto puede servir como carácter taxonómico a niveles más altos (tribu o subtribu).

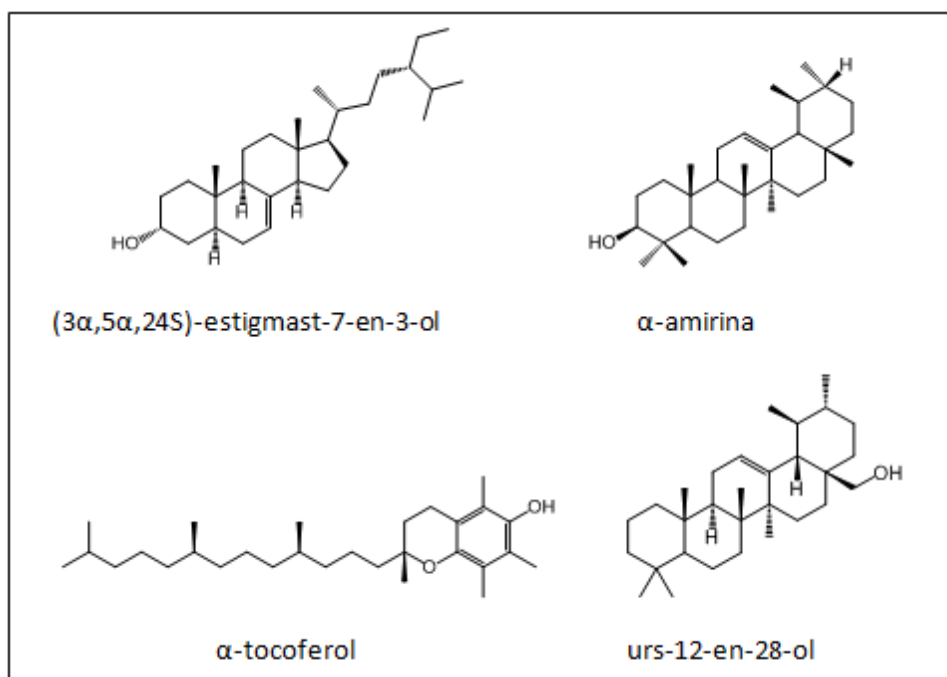


Figura 16. Principales metabolitos secundarios sintetizados por las especies del género *Ferocactus*.

Con los datos obtenidos mediante CLAD se puede observar que también hay una tendencia a producir cierto tipo de compuesto según el clado. Por ejemplo en el clado 1 se observa la producción principalmente de compuestos con tiempos de retención de entre 18.0 y 25.0 min, predominando los compuestos con un tiempo de retención de 24 min (Apéndice 16). En el clado 2 hay una mayor producción de compuestos con tiempos de retención de entre 30.0 y 39.9 min (Apéndice 17). La producción de compuestos con tiempos de retención de entre 25.0 y 35.0 min es común en las especies del clado 3 (Apéndice 18), siendo el clado donde hay una mayor variedad de compuestos dominantes. Mientras que en el clado 4 no hay una tendencia bien definida (Apéndice 19). Los resultados sugieren que cada clado tiene, a pesar de la variación de compuestos, un perfil metabolómico específico. Si estos compuestos fueran encontrados en un número mayor de especies pertenecientes a la misma tribu, podrían considerarse como un marcador taxonómico a este nivel.

La identificación de los compuestos obtenidos mediante CLAD es muy importante, ya que aun cuando no se sabe de qué compuestos se trata, los tiempos de retención nos han permitido tener un agrupamiento claro. Sin embargo, con la identificación plena de estos metabolitos secundarios se podrá analizar junto con los datos obtenidos mediante CG/EM y obtener así un análisis completo del metaboloma del género *Ferocactus*.

Es importante destacar el uso del análisis de componentes principales (ACP) como una técnica estadística de síntesis de información o reducción de la dimensión (número de variables), ante un banco de datos con muchas variables (metabolitos secundarios). El objetivo de esta técnica es la reducción a un número menor perdiendo la menor cantidad de información posible, por esta razón se utilizó esta herramienta para transformar un conjunto de variables en un nuevo conjunto de variables llamados componentes principales (CP) interrelacionados entre sí, que permitieron agrupar con base en su similitud metabólica secundaria a las especies en estudio. Los resultados del agrupamiento permitió observar que las especies *Thelocactus leucacanthus* y *Stenocactus dichroacanthus* no comparten un metabolismo secundario similar a las especies de *Ferocactus*, y al ser éstas excluidas del análisis permitió agrupar a las especies de *Ferocactus* en grupos similares a los propuestos por Vázquez-Sánchez *et al.* (2013), lo que confirma que los análisis multivariados son de gran ayuda para agrupar especies cuando se tienen tantos datos y estos no pueden ser analizados a simple vista.

8.3 Quimiotaxonomía

Vázquez-Sánchez *et al.* (2013) proponen como el clado *Ferocactus* a todos los miembros de éste que incluye a los géneros *Glandulicactus*, *Leuchtenbergia*, *Stenocactus*, *Thelocactus* y *Ferocactus*, hasta que nuevas evidencias sean incorporadas.

Los resultados obtenidos utilizando los datos de la CG/EM muestran que las especies de *Ferocactus* pueden ser delimitadas, ya que hay un agrupamiento bien definido del género en estudio, dejando fuera de éste a las especies *Stenocactus dichroacanthus* y

Thelocactus leucacanthus. Sin embargo, cuando se analizaron los datos obtenidos mediante CLAD las especies antes mencionadas se encuentran dentro del grupo *Ferocactus*, incluyendo también a *Echinocactus horizonthalonius*. Estos últimos datos deben tomarse con reserva ya que aun no se han identificado los compuestos y el agrupamiento solo se realizó con base en los tiempos de retención. Estos resultados concuerdan con lo informado por Taylor (1980) quien consideró a *Stenocactus* como un subgénero de *Ferocactus*, y que puede ser diferenciado de otro género del clado por dos caracteres morfológicos: costillas muy delgadas y estrechas y areolas con espinas largas en la parte superior y pequeñas en la parte inferior. Sin embargo, Taylor (1980) notó caracteres en *S. coptonogonus* que son compartidas con *Ferocactus*, involucrando estructuras tales como las flores, frutos y semillas, así como la presencia de espinas glandulares.

Varias especies de *Thelocactus* también han sido incluidas dentro de *Ferocactus* (Taylor, 1979) debido a la presencia de nectarios extraflorales (Anderson & Ralston, 1978). La estrecha relación entre ambos géneros fue corroborada en el estudio molecular realizado por Vázquez-Sánchez *et al.* (2013).

Lo anterior indica que los metabolitos secundarios de baja polaridad (compuestos obtenidos mediante CG/EM) son útiles para delimitar al género *Ferocactus*, mientras que los metabolitos secundarios polares apoyan la hipótesis de incluir a las especies de *Stenocactus* y *Thelocactus* dentro del género *Ferocactus*.

Con base en los resultados de este estudio se apoya el reconocimiento de los cuatro clados propuestos por Vázquez-Sánchez *et al.* (2013) para las especies del género *Ferocactus*. Los análisis estadísticos corroboran que la variación de los compuestos químicos y la abundancia de estos son importantes para apoyar la propuesta antes mencionada. Sin embargo, es necesario realizar estudios metabolómicos de más especies de los géneros *Stenocactus* y *Thelocactus* así como del resto de las especies pertenecientes al clado *Ferocactus* (*Glandulicactus* y *Leuchtenbergia*) que permitirán detectar la variabilidad en la síntesis y acumulación de compuestos secundarios entre las especies y esa variabilidad proporcionaría una herramienta más para caracterizar y delimitar diferentes taxa dentro de los elementos del clado *Ferocactus*.

IX. CONCLUSIONES

- Las partes aéreas de las especies del género *Ferocactus* son ricas en metabolitos secundarios de tipo esterol.
- Los esteroides más abundantes fueron del tipo C₂₉ o C₂₈ con insaturaciones Δ^5 como el β -sitosterol, campesterol y estigmasterol.
- El análisis metabolómico de las partes aéreas de las 17 especies y tres subespecies de *Ferocactus* analizadas, permite agruparlas a través de su similitud metabólica secundaria.
- Los metabolitos secundarios no polares y medianamente polares permiten delimitar al género *Ferocactus sensu* Guzmán *et al.* (2003).
- El análisis de componentes principales permite reconocer cuatro grupos dentro de *Ferocactus*, congruentes con aquellos agrupamientos filogenéticos reconocidos en análisis filogenéticos con marcadores moleculares por Vazquez-Sánchez *et al.* (2013). Este resultado sugiere de forma consistente que los compuestos químicos son una herramienta importante para corroborar las hipótesis taxonómicas previamente establecidas.

LITERATURA CITADA

- Almaráz-Abarca, N. 2000. Estudio quimiotaxonómico de *Pinus* sección *Leiophyllae* (Pinaceae). Tesis de Doctorado. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politecnico Nacional. México. 119 pp.
- Anderson, E. F. 2001. The cactus family. Timber Press. Estados Unidos. 776 pp.
- Anderson, E. F. y Ralston, M. E. 1978. A study of *Thelocactus* (Cactaceae) I. The status of the proposed genus *Gymnocactus*. *Cactus and Succulent Journal of Great Britain* 4, 1-8.
- APG III. 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161:105-121.
- Backeberg, G. 1961. Die Cactaceae. Vol. 5. Handbuch der Kakteenkunde. Alemania. 4041 pp.
- Boutté, Y y Grebe, M. 2009. Cellular processes relying on sterol function in plants. *Current opinion in Plant Biology* 12:705-713.
- Bravo-Hollis, H. y Sánchez-Mejorada, H. R. 1991. Las cactáceas de México. Vol II. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 743 pp.
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 755 pp.
- Britton, N. L. y Rose, J. N. 1922. *Ferocactus*. In The Cactaceae. Vol. II. Dover Pub. Inc. Estados Unidos. 258 pp.
- Brown, S. D., Massingill J. L. Jr. y Hodkins, J. E. 2001. Cactus alkaloids. *Phytochemistry* 7(11):2031-2036.
- Butterworth, C. A; Cota-Sanchez, J. H y Wallace, R. S. 2003. Molecular systematic of tribe Cacteae (Cactaceae: Cactoideae): a phylogeny based on *rp/16* intron sequence variation. *Systematic Botany* 27:257-270.
- Casas, A., Valiente-Banuet, A., Rojas-Martínez, A. y Dávila, P. 1999. Reproduction biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central México. *American Journal of Botany* 86:534-542.

-
- Clark, W. D., Brown, G. K. y Mays, R. L. 1980. Flower flavonoids of *Opuntia* subgenus *Cylindropuntia*. *Phytochemistry* 19(9):2042-2043.
 - Cota, J. H. 1991. Karyotype evolution in the genus *Echinocereus* (Cactaceae), Master of Arts. Claremont University. Estados Unidos. 89 pp.
 - Cota, J. H. y Wallace, R. S. 1997. Chloroplast DNA evidence for divergence in *Ferocactus* and its relationships to North American columnar Cacti (Cactoidae). *Systematic Botany* 22(3):529-524.
 - Delgado-Alvarado, E. A. 2007. Significancia taxonómica de los perfiles fenólicos de algunas especies de la familia Cactaceae. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México. 101 pp.
 - Djerassi, C. 1957. Cactus triterpenes. XXVI. Festschrift Arthur Stoll. Birkhäuser-Verlag, Basel.
 - Djerassi, C., Murray, R. D. H. y Villotti, R. 1965. The structure of the cactus sterol, peniocerol (cholest-8-ene-3 β ,6 α -diol). *Journal of the Chemical Society* 1160-1165.
 - Djerassi, C., Wilkinson, D. I. y Knight, J. C. 1963. The structure of the cactus sterol macdougallin (14 α -methyl- Δ 8-cholestene-3 β ,6 α -diol). A novel link in sterol biogenesis. *Journal of the American Chemical Society* 85:835.
 - Dubrovsky, J. G., Contreras-Burciaga, L. e Ivanov, V. B. 1998. Cell cycle duration in the root meristem of Sonora Desert Cactaceae as estimated by cell-flow and rate-of-cell-production methods. *Annals of Botany* 81:619-624.
 - Erdtman, H. 1963. Some aspects of chemotaxonomy, in Chemical plant taxonomy. Swain T., Ed. Academic Press. Inglaterra. pp 89-125.
 - Ferrigni, N. R., Sweetana, S. A., McLaughlin, J. L., Singleton, K. E. y Cooks, R. G. 1984. Identification of new cactus alkaloids in *Backebergia militaris* by tandem mass spectrometry. *Journal of Natural Products* 47(5):839-945.
 - Flores-Ortíz, C.M., Dávila, P. y Portilla, L.B.H. 2003. Alkaloids from *Neobuxbaumia* species (Cactaceae). *Biochemical Systematics and Ecology* 31:581-585.
 - Fotie, J., Bohle, S, Leimanis, L., Georges, E., Rukunga, G. y Nkengfack, A. 2006. Lupeol long-chain fatty acid esters with antimalarial activity from *Holarrhena floribunda*. *Journal of Natural Products* 69:62-67.

-
- García-Argáez, A. N. 2003. Estudio fitoquímico de apoyo taxonómico al género *Casimiroa* (Rutaceae). Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 140 pp.
 - Gibson, A. C. y Horak, K. E. 1978. Systematic anatomy and phylogeny of Mexican columnar cacti. *Annales of the Missouri Botanical Garden* 65:999-1057.
 - Glenn, W. P. y Sihua, X. 1990. Sterol composition in five families of the order Caryophyllales. *Phytochemistry* 29(11):3539-3541.
 - Grego-Valencia, D. 2010. La epidermis del género *Ferocactus* Britton & Rose (Cactaceae-Cactaceae): su valor en la sistemática. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 65 pp.
 - Guzmán, U., Arias, S. y Dávila, P. 2003. Catálogo de Cactáceas Mexicanas. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 315 pp.
 - Heinrich, M. 2005. ¿Estudios metabolómicos-Nuevas oportunidades para la fitoquímica? *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas* 4(006):106.
 - Hunt, D. 2006. The new cactus lexicon. Dh Books. Inglaterra. 526 pp.
 - Kircher, W. H. 1980. Triterpenes in organ pipe cactus. *Phytochemistry* 19:2707-2712.
 - Lindsay, G. 1955. Some new varieties and nomenclatural changes in *Ferocactus*. *Cactus and Succulent Journal* 27:163-175.
 - Lindsay, G. 1996. The taxonomy and ecology of the genus *Ferocactus*. Tireless Termites Press. Estados Unidos. 444 pp.
 - Liscombe, D. K., Macleod, B. P., Loukanina, N. Nandi, O. I. y Facchini, P. J. 2005. Evidence for the monophyletic evolution of benzyloisoquinoline alkaloid biosynthesis in angiosperms. *Phytochemistry* 66(11):1374-93.
 - Mauseth, J. D. y Plemons-Rodríguez, B. J. 1998. Evolution of extreme xeromorphic characters in wood: a study of nine lines in Cactaceae. *American Journal of Botany* 85:209-218.
 - Miller, J. M. y Bohmt, B. A. 1982. Flavonol and dihydroflavonol glycosides of *Echinocereus triglochidiatus* var. *gurneyi*. *Phytochemistry* 21(4):951-952.

-
- Oliveira, A. J. y Machado, M. F. 2003. Alkaloid production by callous tissue cultures of *Cereus peruvianus* (Cactaceae). *Applied Biochemistry and Biotechnology* 104(2):149-155.
 - Rebman, J.P. y Pinkava, D. J. 2001. *Opuntia* cacti of North America, an overview. *Florida Entomologist* 84(4):474.
 - Rohlf, F. J. 2005. Getting started guide. NTSYSpc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.2. Department of Ecology and Evolution state University of New York. Stony Brook NY 11794-5245.
 - Salt, T. A., Tocker, J. E. y Adler, J. H. 1987. Dominance of 5-sterols in eight species of the Cactaceae. *Phytochemistry* 29:731-733.
 - Schrick, K., Cordova, C., Li, G., Murray, L. y Fujioka, S. 2011. A dynamic role for sterols in embryogenesis of *Pisum sativum*. *Phytochemistry* 72:465-475.
 - Seaman, C. F. 1982. Sesquiterpene lactones as taxonomic characters in the Asteraceae. *The Botanical Review* 48:121-692.
 - Stace, C. A. 1980. Plant taxonomy and biosystematics. Editorial Edward Arnold. Inglaterra. 264 pp.
 - Sultana, N., Armstrong, J. A., y Waterman, P.G. 1999. Benzopyran derivatives from the aerial parts of *Eriostemon rhomboideus*. *Phytochemistry* 52:895-900.
 - Taylor, N. 1979. Notes in *Ferocactus* B. & R. *Cactus and Succulent Journal of Great Britain* 41, 88-94.
 - Taylor, N. 1980. *Ferocactus* and *Stenocactus* united. *Cactus and Succulent Journal of Great Britain* 42,108.
 - Taylor, N. 1984. A review of *Ferocactus* Britton y Rose. *Bradleya* 2:19-38.
 - Taylor, N. y Clark, J. Y. 1983. Seed-morphology and classification in *Ferocactus* subg. *Ferocactus*. *Bradleya* 1:3-16.
 - Unger, G. 1992. Die grossen Kugelkakteen Nordamerikas. Graz. Austria. 467 pp.
 - Valiente-Banuet, A. y Arizmendi, M. C. 1997. Interacción entre cactáceas y animales: polinización, dispersión de semillas y nuevos individuos. *Suculentas Mexicanas/Cactáceas*. SEMARNAP. UNAM. CONABIO. pp 61-67.

-
- Vázquez-Sánchez, M., Terrazas, T., Arias, S. y Ochoterena, H. 2013. Molecular phylogeny, origin and taxonomic implications of the tribe Cacteeae (Cactaceae). *Systematics and Biodiversity* 11(1):103-116.
 - Verpoorte, R., Choi, Y. H. y Kim, H. K. 2005. Ethnopharmacology and systems biology: A perfect holistic match. *Journal of Ethnopharmacology* 100:53-56.

XI. APÉNDICES

Apéndice 1. Especies registradas para cada estado de la República Mexicana, según el Catálogo de Cactáceas Mexicanas (Guzmán *et al.*, 2003).

Estado	Número de especies registradas	Especies
Aguascalientes	2	<i>F. histrix</i> , <i>F.latispinus</i>
Baja California	7	<i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. cylindraceus</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. gracilis</i> , <i>F. johnstonianus</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. viridescens</i>
Baja California Sur	6	<i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. digueti</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. rectispinus</i> , <i>F. townsendianus</i>
Chihuahua	3	<i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. pottsii</i> , <i>F. wislizenii</i>
Coahuila	2	<i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. pilosus</i>
Colima	1	<i>F. reppenhagenii</i>
Distrito Federal	1	<i>F.latispinus</i>
Durango	3	<i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F. pilosus</i>
Estado de México	1	<i>F.latispinus</i>
Guanajuato	5	<i>F. echidne</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F.latispinus</i> , <i>F. macrodiscus</i>
Hidalgo	4	<i>F. echidne</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F.latispinus</i> ,
Jalisco	3	<i>F. histrix</i> , <i>F.latispinus</i> , <i>F. reppenhagenii</i>
Michoacán	3	<i>F. histrix</i> , <i>F. lindsayi</i> , <i>F. reppenhagenii</i>
Nuevo León	3	<i>F. echidne</i> , <i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. pilosus</i>
Oaxaca	4	<i>F. flavovirens</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. recurvus</i> , <i>F. reppenhagenii</i>
Puebla	5	<i>F. flavovirens</i> , <i>F. haematacanthus</i> , <i>F.latispinus</i> , <i>F. recurvus</i> , <i>F. robustus</i>
Querétaro	5	<i>F. echidne</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F.latispinus</i> , <i>F. macrodiscus</i>
San Luis Potosí	7	<i>F. echidne</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F.latispinus</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. pilosus</i>
Sinaloa	4	<i>F.emoryi</i> , <i>F. pottsii</i> , <i>F. schwarzii</i> , <i>F. wislizenii</i>
Sonora	5	<i>F. alamosanus</i> , <i>F. cylindraceus</i> , <i>F.emoryi</i> , <i>F. pottsii</i> , <i>F. wislizenii</i>
Tamaulipas	3	<i>F. echidne</i> , <i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. pilosus</i>
Tlaxcala	1	<i>F.latispinus</i>
Veracruz	3	<i>F. haematacanthus</i> , <i>F. recurvus</i> , <i>F. robustus</i>
Zacatecas	4	<i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F.latispinus</i> , <i>F. pilosus</i>

Apéndice 2. Clasificación del género *Ferocactus* según varios autores, de 1922 a 2006.

Se respeta el uso de variedades y subespecies de acuerdo al autor.

Autor (es)	Especie-subespecie (var.), híbridos
Britton & Rose, 1922 30 spp.	<i>F. alamosanus</i> , <i>F. acanthodes</i> , <i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. covillei</i> , <i>F. crassihamathus</i> , <i>F. diguetii</i> , <i>F. echidne</i> , <i>F. flavovirens</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. horridus</i> , <i>F. johnsonii</i> , <i>F. latispinus</i> , <i>F. lecontei</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. melocactiformis</i> , <i>F. nobilis</i> , <i>F. orcuttii</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. pringlei</i> , <i>F. rectispinus</i> , <i>F. robustus</i> , <i>F. rostii</i> , <i>F. santa-maría</i> , <i>F. stainesii</i> , <i>F. townsendianus</i> , <i>F. uncinatus</i> , <i>F. viridescens</i> , <i>F. wislizeni</i> .
Lindsay, 1955 25 spp. 19 var.	<i>F. flavovirens</i> , <i>F. robustus</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. echidne</i> , <i>F. echidne</i> var. <i>echidne</i> , <i>F. echidne</i> var. <i>victoriensis</i> , <i>F. schwarzii</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F. alamosanus</i> , <i>F. alamosanus</i> var. <i>alamosanus</i> , <i>F. alamosanus</i> var. <i>platygonus</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. recurvus</i> , <i>F. latispinus</i> , <i>F. pilosus</i> , <i>F. wislizenii</i> , <i>F. wislizenii</i> var. <i>wislizenii</i> , <i>F. wislizenii</i> var. <i>tiburoniensis</i> , <i>F. herrerae</i> , <i>F. covillei</i> , <i>F. rectispinus</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. peninsulae</i> var. <i>peninsulae</i> , <i>F. peninsulae</i> var. <i>viscainensis</i> , <i>F. townsendianus</i> , <i>F. townsendianus</i> var. <i>towsendianus</i> , <i>F. townsendianus</i> var. <i>santa-maría</i> , <i>F. gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> var. <i>gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> var. <i>coloratus</i> , <i>F. gatesii</i> , <i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. fordii</i> var. <i>fordii</i> , <i>F. fordii</i> var. <i>grandifolius</i> , <i>F. viridescens</i> , <i>F. acanthodes</i> , <i>F. acanthodes</i> var. <i>acanthodes</i> , <i>F. acanthodes</i> var. <i>tortulispinus</i> , <i>F. acanthodes</i> var. <i>lecontei</i> , <i>F. johnstonianus</i> , <i>F. diguetii</i> , <i>F. diguetii</i> var. <i>diguetii</i> , <i>F. diguetii</i> var. <i>carmenensis</i> .
Backeberg, 1961 33 spp. 9 var.	<i>F. alamosanus</i> , <i>F. alamosanus</i> var. <i>platygonus</i> , <i>F. acanthodes</i> , <i>F. acanthodes</i> var. <i>lecontei</i> , <i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. coloratus</i> , <i>F. diguetii</i> , <i>F. diguetii</i> var. <i>carmenensis</i> , <i>F. echidne</i> , <i>F. emoryi</i> , <i>F. flavovirens</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. fordii</i> var. <i>grandiflorus</i> , <i>F. gatesii</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. gracilis</i> , <i>F. herrerae</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F. horridus</i> , <i>F. johnstonianus</i> , <i>F. latispinus</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. orcuttii</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. peninsulae</i> var. <i>viscainensis</i> , <i>F. pottsii</i> , <i>F. rectispinus</i> , <i>F. recurvus</i> , <i>F. robustus</i> , <i>F. rostii</i> , <i>F. schwarzii</i> , <i>F. stainesii</i> , <i>F. stainesii</i> var. <i>haematacanthus</i> , <i>F. stainesii</i> var. <i>pringlei</i> , <i>F. stainesii</i> var. <i>pilosus</i> , <i>F. tiburoniensis</i> , <i>F. tortulispinus</i> , <i>F. townsendianus</i> , <i>F. townsendianus</i> var. <i>santa-maría</i> , <i>F. victoriensis</i> , <i>F. viridescens</i> , <i>F. wislizeni</i> .
Taylor & Clark, 1983 29 spp.	<i>F. robustus</i> , <i>F. townsendianus</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. gracilis</i> , <i>F. gatesii</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. johnstonianus</i> , <i>F. cylindraceus</i> ("acanthodes"), <i>F. eastwoodie</i> , <i>F. herrerae</i> , <i>F. wislizeni</i> . <i>F. pottsii</i> , <i>F. rectispinus</i> , <i>F. covillei</i> , <i>F. diguetii</i> . <i>F. flavovirens</i> , <i>F. echidne</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. reppenhagenii</i> , <i>F. schwarzii</i> . <i>F. lindsay</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. haematacanthus</i> , <i>F. histrix</i> , <i>F. recurvus</i> , <i>F. latispinus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> .

(Continúa)

Apéndice 2. Clasificación del género *Ferocactus* según varios autores, de 1922 a 2006.

Se respeta el uso de variedades y subespecies de acuerdo al autor. (Continúa)

Autor (es)	Especie-subespecie (var.), híbridos
Taylor, 1984 23 spp. 20 var.	<p><i>F. robustus</i>, <i>F. peninsulae</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>peninsulae</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>townsendianus</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>santa-maría</i>, <i>F. gracilis</i>, <i>F. gracilis</i> var. <i>gracilis</i>, <i>F. gracilis</i> var. <i>coloratus</i>, <i>F. gatesii</i>, <i>F. viridescens</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>viridescens</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>littoralis</i>, <i>F. cylindraceus</i>, <i>F. cylindraceus</i> var. <i>cylindraceus</i>, <i>F. cylindraceus</i> var. <i>lecontei</i>, <i>F. cylindraceus</i> var. <i>eastwoodiae</i>, <i>F. cylindraceus</i> var. <i>tortulispinus</i>, <i>F. johnstonianus</i>, <i>F. chrysacanthus</i>, <i>F. fordii</i>, <i>F. fordii</i> var. <i>fordii</i>, <i>F. fordii</i> var. <i>grandiflorus</i>, <i>F. wislizeni</i>, <i>F. wislizeni</i> var. <i>wislizeni</i>, <i>F. wislizeni</i> var. <i>herrererae</i>, <i>F. wislizeni</i> var. <i>tiburonensis</i>, <i>F. pilosus</i>.</p> <p><i>F. pottsii</i>, <i>F. pottsii</i> var. <i>pottsii</i>, <i>F. pottsii</i> var. <i>alamosanus</i>, <i>F. diguetii</i>, <i>F. diguetii</i> var. <i>diguetii</i>, <i>F. diguetii</i> var. <i>carmenensis</i>, <i>F. emoryi</i>, <i>F. emoryi</i> var. <i>emoryi</i>, <i>F. emoryi</i>, var. <i>rectispinus</i>.</p> <p><i>F. flavovirens</i>, <i>F. echidne</i>, <i>F. glaucescens</i>, <i>F. reppenhagenii</i>, <i>F. schwarzii</i>.</p> <p><i>F. lindsay</i>, <i>F. haematacanthus</i>, <i>F. hystrix</i>, <i>F. macrodiscus</i>, <i>F. macrodiscus</i> var. <i>macrodiscus</i>, <i>F. latispinus</i>, <i>F. latispinus</i> var. <i>latispinus</i>, <i>F. latispinus</i> var. <i>spiralis</i>, <i>F. latispinus</i> var. <i>greenwoodii</i>, <i>F. hamatacanthus</i>, <i>F. hamatacanthus</i> var. <i>hamatacanthus</i>, <i>F. hamatacanthus</i> var. <i>sinuatus</i>.</p>
Bravo-Hollis y Sánchez Mejorada, 1991 29 spp. 25 var.	<p><i>F. glaucescens</i>, <i>F. echidne</i>, <i>F. echidne</i> var. <i>echidne</i>, <i>F. echidne</i> var. <i>victoriensis</i>, <i>F. lindsayi</i>, <i>F. reppenhagenii</i>, <i>F. pottsii</i>, <i>F. pottsii</i> var. <i>pottsii</i>, <i>F. pottsii</i> var. <i>alamosanus</i>, <i>F. hystrix</i>, <i>F. covillei</i>, <i>F. rectispinus</i>, <i>F. macrodiscus</i>, <i>F. haematacanthus</i>, <i>F. recurvus</i>, <i>F. recurvus</i> var. <i>recurvus</i>, <i>F. recurvus</i> var. <i>greenwoodii</i>, <i>F. latispinus</i>, <i>F. fordii</i>, <i>F. fordii</i> var. <i>fordii</i>, <i>F. fordii</i> var. <i>grandiflorus</i>, <i>F. viridescens</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>viridescens</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>littoralis</i>, <i>F. wislizenii</i>, <i>F. wislizenii</i> var. <i>wislizenii</i>, <i>F. wislizenii</i> var. <i>tiburonensis</i>, <i>F. peninsulae</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>peninsulae</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>viscainensis</i>, <i>F. chrysacanthus</i>, <i>F. robustus</i>, <i>F. townsendianus</i>, <i>F. townsendianus</i> var. <i>townsendianus</i>, <i>F. townsendianus</i> var. <i>santa-maría</i>, <i>F. gatesii</i>, <i>F. cylindraceus</i>, <i>F. cylindraceus</i> var. <i>cylindraceus</i>, <i>F. cylindraceus</i> var. <i>totulispinus</i>, <i>F. cylindraceus</i> var. <i>lecontei</i>, <i>F. herrererae</i>, <i>F. pilosus</i>, <i>F. gracilis</i>, <i>F. gracilis</i> var. <i>gracilis</i>, <i>F. gracilis</i> var. <i>coloratus</i>, <i>F. schwarzii</i>, <i>F. diguetii</i>, <i>F. diguetii</i> var. <i>diguetii</i>, <i>F. diguetii</i> var. <i>carmenensis</i>, <i>F. johnstonianus</i></p> <p><i>F. hamatacanthus</i>, <i>F. hamatacanthus</i> var. <i>hamatacanthus</i>, <i>F. hamatacanthus</i> var. <i>sinuatus</i></p> <p><i>F. flavovirens</i>.</p>

(Continúa)

Apéndice 2. Clasificación del género *Ferocactus* según varios autores, de 1922 a 2006.

Se respeta el uso de variedades y subespecies de acuerdo al autor. (Continúa)

Autor (es)	Especie-subespecie (var.), híbridos
<p>Unger, 1992 23 spp. 17 var. 5 hib.</p>	<p><i>F. robustus</i>, <i>F. viridescens</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>orcuttii</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>littoralis</i>, <i>F. acanthodes</i>, <i>F. acanthodes</i> var. <i>johnstonianus</i>, <i>F. acanthodes</i> var. <i>tortulispinus</i>, <i>F. wislizeni</i>, <i>F. wislizeni</i> var. <i>herrerae</i>, <i>F. piliferus</i>, <i>F. piliferus</i> var. <i>stainesii</i>, <i>F. piliferus</i> f. <i>flavispinus</i>, <i>F. peninsulae</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>townsendianus</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>santa-maría</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>gracilis</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>viscainensis</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>coloratus</i>, <i>F. chrysacanthus</i>. <i>F. chrysacanthus</i> f. <i>rubrispinus</i>, <i>F. fordii</i>. Híbridos: <i>F. X californicus</i>, <i>F. X leAcontei</i>, <i>F. X gatesii</i>, <i>F. X grandiflorus</i>, <i>F. X tiburonensis</i>.</p> <p><i>F. pottsii</i>, <i>F. emoryi</i>, <i>F. rectispinus</i>, <i>F. diguetii</i>, <i>F. diguetii</i> var. <i>carmenensis</i>, <i>F. lindsay</i> <i>F. recurvus</i>, <i>F. recurvus</i> f. <i>spiralis</i>, <i>F. recurvus</i> var. <i>greenwoodii</i>, <i>F. recurvus</i> var. <i>latispinus</i>, <i>F. recurvus</i> f. <i>flavispinus</i>, <i>F. histrix</i>, <i>F. macrodiscus</i>, <i>F. macrodiscus</i> var. <i>septentrionalis</i>, <i>F. hamatacanthus</i>, <i>F. hamatacanthus</i> var. <i>sinuatus</i>, <i>F. haematacanthus</i>. <i>F. glaucescens</i>, <i>F. echidne</i>, <i>F. echidne</i> var. <i>victoriensis</i>, <i>F. flavovirens</i>, <i>F. schwarzii</i>, <i>F. reppenhagenii</i>.</p>
<p>Lindsay, 1996 29 spp. 12 var.</p>	<p><i>F. acanthodes</i> var. <i>acanthodes</i>, <i>F. acanthodes</i> var. <i>lecontei</i>, <i>F. acanthodes</i> var. <i>tortulispinus</i>, <i>F. acanthodes</i> var. <i>eastwoodiae</i>, <i>F. chrysacanthus</i>, <i>F. covillei</i> (<i>emoryi</i>), <i>F. diguetii</i> var. <i>diguetii</i>, <i>F. diguetii</i> var. <i>carmenensis</i>, <i>F. echidne</i> var. <i>echidne</i>, <i>F. echidne</i> var. <i>victoriensis</i>, <i>F. flavovirens</i>, <i>F. fordii</i> var. <i>fordii</i>, <i>F. fordii</i> var. <i>grandiflorus</i>, <i>F. gatesii</i>, <i>F. glaucescens</i>, <i>F. gracilis</i> var. <i>gracilis</i>, <i>F. gracilis</i> var. <i>coloratus</i>, <i>F. haematacanthus</i>, <i>F. hamatacanthus</i> var. <i>hamatacanthus</i>, <i>F. hamatacanthus</i> var. <i>sinuatus</i>, <i>F. herrerae</i>, <i>F. histrix</i>, <i>F. johnstonianus</i>, <i>F. latispinus</i>, <i>F. lindsay</i>, <i>F. macrodiscus</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>peninsulae</i>, <i>F. peninsulae</i> var. <i>viscainensis</i>, <i>F. pilosus</i>. <i>F. pottsii</i> var. <i>pottsii</i>, <i>F. pottsii</i> var. <i>alamosanus</i>, <i>F. rectispinus</i>, <i>F. reppenhagenii</i>, <i>F. recurvus</i> var. <i>recurvus</i>, <i>F. recurvus</i> var. <i>greenwoodii</i>, <i>F. robustus</i>, <i>F. schwarzii</i> var. <i>schwarzii</i>, <i>F. setispinus</i>, <i>F. townsendianus</i> var. <i>townsendianus</i>, <i>F. townsendianus</i> var. <i>santa-maría</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>viridescens</i>, <i>F. viridescens</i> var. <i>littoralis</i>, <i>F. wizlizenii</i> var. <i>wizlizenii</i>, <i>F. wizlizeni</i> var. <i>tiburonensis</i>.</p>

(Continúa)

Apéndice 2. Clasificación del género *Ferocactus* según varios autores, de 1922 a 2006.

Se respeta el uso de variedades y subespecies de acuerdo al autor. (Continúa)

Autor (es)	Especie-subespecie (var.), híbridos
Anderson, 2001 28 spp. 18 subsp. 6 var.	<i>F. alamosanus</i> , <i>F. alamosanus</i> subsp. <i>alamosanus</i> , <i>F. alamosanus</i> subsp. <i>reppenhagenii</i> , <i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. chrysacanthus</i> subsp. <i>chrysacanthus</i> , <i>F. chrysacanthus</i> subsp. <i>grandiflorus</i> , <i>F. cylindraceus</i> , <i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>cylindraceus</i> , <i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>lecontei</i> , <i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>tortulispinus</i> , <i>F. diguetii</i> , <i>F. diguetii</i> var. <i>diguetii</i> , <i>F. diguetii</i> var. <i>carmenensis</i> , <i>F. eastwoodiae</i> , <i>F. echidne</i> , <i>F. echidne</i> var. <i>echidne</i> , <i>F. echidne</i> var. <i>victoriensis</i> , <i>F. emoryi</i> , <i>F. emoryi</i> subsp. <i>emoryi</i> , <i>F. emoryi</i> subsp. <i>rectispinus</i> , <i>F. flavovirens</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>coloratus</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>gatesii</i> , <i>F. haematacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> subsp. <i>hamatacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> subsp. <i>sinuatus</i> , <i>F. hystrix</i> , <i>F. johnstonianus</i> , <i>F. latispinus</i> , <i>F. latispinus</i> subsp. <i>latispinus</i> , <i>F. latispinus</i> subsp. <i>spiralis</i> , <i>F. lindsayi</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. macrodiscus</i> subsp. <i>macrodiscus</i> , <i>F. macrodiscus</i> subsp. <i>septentrionalis</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. pilosus</i> , <i>F. pottsii</i> , <i>F. robustus</i> , <i>F. santa-maría</i> , <i>F. schwarzii</i> , <i>F. tiburonensis</i> , <i>F. townsendianus</i> , <i>F. viridescens</i> , <i>F. viridescens</i> var. <i>viridescens</i> , <i>F. viridescens</i> var. <i>littoralis</i> , <i>F. wislizeni</i> .
Guzmán et al., 2003 28 spp. 14 subsp.	<i>F. alamosanus</i> , <i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. chrysacanthus</i> subsp. <i>chrysacanthus</i> , <i>F. chrysacanthus</i> subsp. <i>grandiflorus</i> , <i>F. cylindraceus</i> , <i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>cylindraceus</i> , <i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>lecontei</i> , <i>F. cylindraceus</i> subsp. <i>tortulispinus</i> , <i>F. diguetii</i> , <i>F. echidne</i> , <i>F. emoryi</i> , <i>F. flavovirens</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. fordii</i> subsp. <i>fordii</i> , <i>F. fordii</i> subsp. <i>borealis</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>coloratus</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>gatesii</i> , <i>F. haematacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> subsp. <i>hamatacanthus</i> , <i>F. haematacanthus</i> subsp. <i>sinuatus</i> , <i>F. hystrix</i> , <i>F. johnstonianus</i> , <i>F. latispinus</i> , <i>F. lindsayi</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. macrodiscus</i> subsp. <i>macrodiscus</i> , <i>F. macrodiscus</i> subsp. <i>septentrionalis</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. pilosus</i> , <i>F. pottsii</i> , <i>F. rectispinus</i> , <i>F. recurvus</i> , <i>F. reppenhagenii</i> , <i>F. robustus</i> , <i>F. schwarzii</i> , <i>F. townsendianus</i> , <i>F. viridescens</i> , <i>F. wislizenii</i> .
Hunt, 2006 28 spp. 18 subsp. 4 var.	<i>F. alamosanus</i> , <i>F. alamosanus</i> subsp. <i>alamosanus</i> , <i>F. alamosanus</i> subsp. <i>reppenhagenii</i> , <i>F. chrysacanthus</i> , <i>F. chrysacanthus</i> subsp. <i>chrysacanthus</i> , <i>F. chrysacanthus</i> subsp. <i>grandiflorus</i> , <i>F. cylindraceus</i> , <i>F. cylindraceus</i> var. <i>cylindraceus</i> , <i>F. cylindraceus</i> var. <i>lecontei</i> , <i>F. cylindraceus</i> var. <i>eastwoodiae</i> , <i>F. cylindraceus</i> var. <i>tortulispinus</i> , <i>F. diguetii</i> , <i>F. echidne</i> , <i>F. emoryi</i> , <i>F. emoryi</i> subsp. <i>emoryi</i> , <i>F. emoryi</i> subsp. <i>covillei</i> , <i>F. emoryi</i> subsp. <i>rectispinus</i> , <i>F. flavovirens</i> , <i>F. fordii</i> , <i>F. fordii</i> subsp. <i>fordii</i> , <i>F. fordii</i> subsp. <i>borealis</i> , <i>F. glaucescens</i> , <i>F. gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>gracilis</i> , <i>F. gracilis</i> subsp. <i>coloratus</i> , <i>F. haematacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> subsp. <i>hamatacanthus</i> , <i>F. hamatacanthus</i> subsp. <i>sinuatus</i> , <i>F. herrerae</i> , <i>F. hystrix</i> , <i>F. johnstonianus</i> , <i>F. latispinus</i> , <i>F. latispinus</i> subsp. <i>latispinus</i> , <i>F. latispinus</i> subsp. <i>greenwoodii</i> , <i>F. latispinus</i> subsp. <i>spiralis</i> , <i>F. lindsayi</i> , <i>F. macrodiscus</i> , <i>F. macrodiscus</i> subsp. <i>macrodiscus</i> , <i>F. macrodiscus</i> subsp. <i>septentrionalis</i> , <i>F. peninsulae</i> , <i>F. pilosus</i> , <i>F. pottsii</i> , <i>F. robustus</i> , <i>F. santa-maría</i> , <i>F. schwarzii</i> , <i>F. tiburonensis</i> , <i>F. townsendianus</i> , <i>F. viridescens</i> , <i>F. wislizeni</i> .

Apéndice 3. Especies colectadas, lugar donde fueron colectadas, colector y número de colecta. Todos los ejemplares fueron depositados en el herbario MEXU.

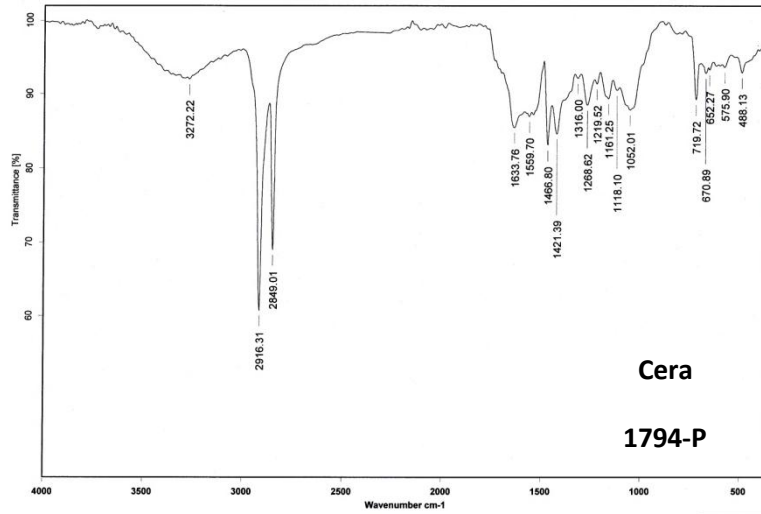
Especie	Número de individuos	Lugar de colecta	Colector	Número de colecta
<i>Ferocactus alamosanus</i> (Britton & Rose) Britton & Rose	2	Alamos, Sonora	Salvador Arias	1846
<i>Ferocactus chrysacanthus</i> subsp. <i>grandiflorus</i> (G. E. Linds.) N. P. Taylor	2	Mulegé, Baja California Sur	Salvador Arias	1815, 1816
<i>Ferocactus cylindraceus</i> subsp. <i>cylindraceus</i> (Engelm.) Orcutt	5	Ensenada, Baja California	Salvador Arias	1808
<i>Ferocactus cylindraceus</i> subsp. <i>tortulispinus</i> (H. E. Gates) N. P. Taylor	2	Ensenada, Baja California	Salvador Arias	1812
<i>Ferocactus echidne</i> (DC.) Britton & Rose	1	Cadereyta y Peñamiller, Querétaro	Salvador Arias	1682
<i>Ferocactus fordii</i> (Orcutt) Britton & Rose	2	Tijuana y Ensenada, Baja California	Salvador Arias	1809
<i>Ferocactus gracilis</i> H. E. Gates	1	Ensenada, Baja California	Salvador Arias	1810
<i>Ferocactus haematacanthus</i> (Salm-Dyck) Bravo	2	Atexcal, Puebla	Salvador Arias	1796
<i>Ferocactus hamatacanthus</i> (Muehlen pf.) Britton & Rose	1	Estación Vanegas, San Luis Potosí	Teresa Terrazas	821
<i>Ferocactus hystrix</i> (DC.) G. E. Linds.	1	Zimapan, Hidalgo	Salvador Arias	1671, 1675
<i>Ferocactus macrodiscus</i> (Mart.) Britton & Rose	3	Coixtlahuaca, Oaxaca	Salvador Arias	1798
<i>Ferocactus peninsulae</i> (Engelm. ex F. A. C. Weber) Britton & Rose	2	Mulegé, Baja California Sur	Salvador Arias	1817, 1821
<i>Ferocactus pilosus</i> (Galeotti ex Salm-Dyck) Werderm	3	Municipio S. L. P. y Milagro de Guadalupe, San Luis Potosí	Teresa Terrazas	827, 890
<i>Ferocactus rectispinus</i> (Engelm. ex J. M. Coult.) Britton & Rose	2	Loreto y Mulegé, Baja California Sur	Salvador Arias	1822, 1827
<i>Ferocactus recurvus</i> (Mill.) Y. Ito ex G. E. Linds.	2		Salvador Arias	1794, 1797
<i>Ferocactus reppenhagenii</i> G. Unger	1	Tolimán, Jalisco	Hilda Julieta Arreola Nava	1179, IBUG
<i>Ferocactus robustus</i> (Pfeiff.) Britton & Rose	1	Teopanco de López, Puebla	Salvador Arias	1795
<i>Ferocactus townsendianus</i> Britton & Rose	2	Ciudad Constitución y Loreto, Baja California Sur	Salvador Arias	1825, 1826
<i>Ferocactus viridescens</i> (Nutt. ex Torr. & A. Gray) Britton & Rose	4	Ensenada, Baja California	Salvador Arias	1801, 1802
<i>Ferocactus wislizeni</i> (Engelm.) Britton & Rose	2	Saric, Sonora	Salvador Arias	1833
<i>Echinocactus horizonthalonius</i> Lem.	1		Salvador Arias	1691
<i>Stenocactus dichroacanthus</i> (Mart. ex Pfeiff.) A. Berger ex Backb. & F. M. Knuth	1			910
<i>Thelocactus leucacanthus</i> (Zucc. ex Pfeiff.) Britton & Rose	1			1681

Apéndice 4. Espectros IR de 1794-P, 1846-MP y 1795-P1

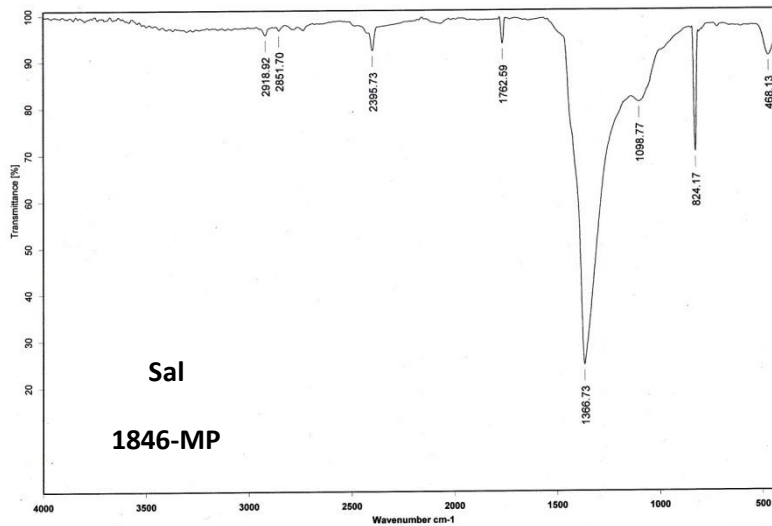


Instituto de Química, UNAM

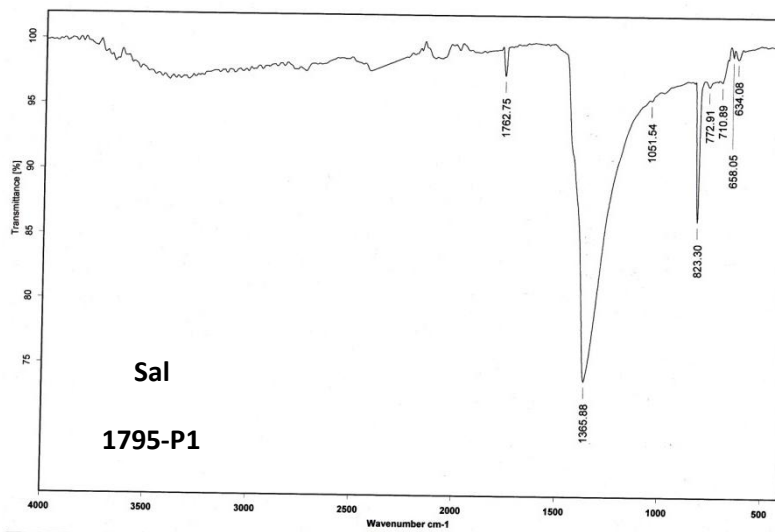
Laboratorio de Espectroscopia



C:\Infrarrojo\AIR-LEP-IQUI-003_12\1730.0 Dr.M.Martinez 1794-PAP KBr/Pastilla RPM 17/04/2012

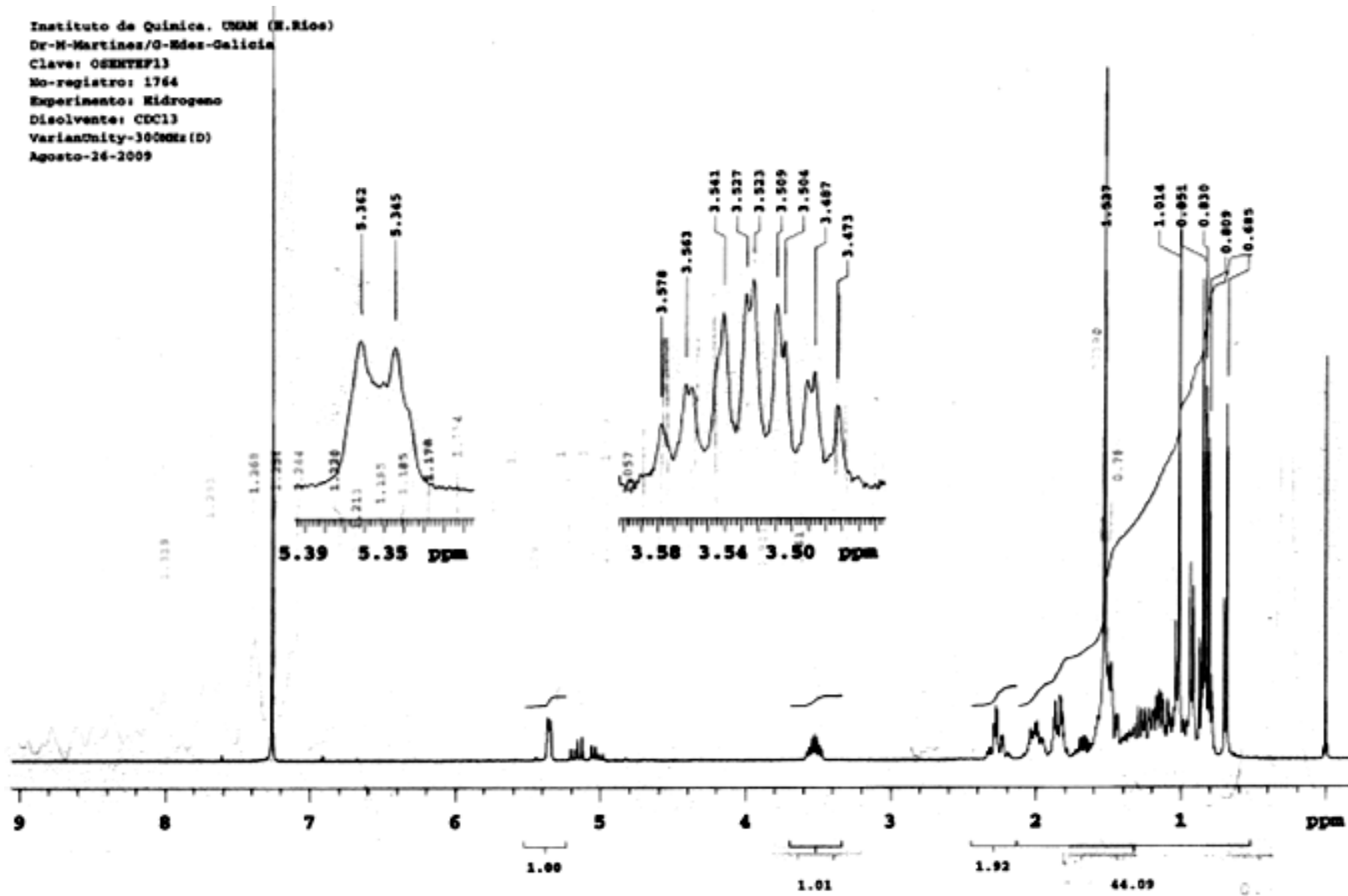


C:\Infrarrojo\AIR-LEP-IQUI-003_12\1658.0 Dr.M.Martinez 1846-PAMP KBr/Pastilla RPM 27/08/2012



C:\Infrarrojo\AIR-LEP-IQUI-003_12\451.0 Dr.M.Martinez 1795-PAB KBr/Pastilla RPM 06/03/2012

Apéndice 5. RMN ¹H (300 MHz) β-sitosterol.



Apéndice 6. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM.

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
1	(-)-globulol	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.36
2	(1R,3αR,4S,8αS,9S)-decahidro-1,5,5,8α-tetrametil-1,4-metanoazulen-9-ol	Aromático simple	C ₁₆ H ₂₈ O	236.39
3	(1S,2E,4S,5R,7E,11E)-cembra-2,7,11-trien-4,5-diol	Diterpeno	C ₂₀ H ₃₄ O ₂	306.48
4	(3α)-9,19-ciclolanost-24-en-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
5	(3α)-colesta-4,6-dien-3-ol	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O	384.63
6	(3α)-ergost-5-en-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
7	(3α)-ergosta-5,24(28)-dien-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
8	(3α)-estigmasta-5,22-dien-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₁ H ₅₀ O ₂	454.73
9	(3α)-olean-12-eno-3,28-diol-diacetato	Triterpeno	C ₃₄ H ₅₄ O ₄	526.79
10	(3α,16α,18α,19α)-urs-20(30)-eno-3,16-diol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₂ O ₂	444.73
11	(3α,22E)-ergosta-5,8,22-trien-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
12	(3α,22E,24S)-ergosta-5,22-dien-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
13	(3α,22Z)-estigmasta-5,22-dien-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₁ H ₅₀ O ₂	454.73
14	(3α,24R)-ergost-5-en-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	442.72
15	(3α,5Z,7E)-9,10-secocolesta-5,7,10(19)-triene-3,25,26-triol	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O ₃	416.64
16	(3α,5α,24S)-estigmast-7-en-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₄ O	442.76
17	1,1'-(6-hidroxi-2,5-benzofurandiil)bis-etanona	Furanona	C ₁₂ H ₁₀ O ₄	218.21
18	14-metil-(3α,5α)-ergost-8-en-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
19	14-metil-acetato-(3α,5α)-colest-8-en-3-ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	442.72
20	14-metil-acetato-(5α,6α)-colesta-2,8-dien-6-ol	Esterol	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	440.70
21	14α-metil-5α-ergosta-8,24(28)-dien-3α-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
22	17-(1,5-dimetilhexil)-10,13-dimetil-1,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-dodecahidrociclopenta[α]fenantren-4-ona	Esteroide	C ₂₇ H ₄₂ O	382.62
23	17-(2-metilalil)-4,4,14-trimetil-8-androsten-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O ₂	412.65
24	17-hidroxi-1,17-dimetil-(1α,5α,17α)-androstan-3-one	Esterol	C ₂₁ H ₃₄ O ₂	318.49
25	22,23-dihidroespinaisterona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
26	22,23-dihidro-estigmasterol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
27	22-estigmasten-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
28	24(S)-etil-3α-5α-ciclocolest-22(E)-en-6-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
29	24-metil-(3α,22E)-ergosta-5,22-dien-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69

(Continúa)

Apéndice 6. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
30	24-metil-(3 α ,24S)-9,19-ciclolanost-25-en-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₂ O	440.74
31	24S-etil-5 α -colest-2,22E-dien-6-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
32	26-homo-25-hidroxicolesterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O ₂	416.67
33	2-formil-3-(2-metilbencilideno)-colestano	Esterol	C ₃₆ H ₅₄ O	502.81
34	2-metoxi-4-(1-propenil)-(E)-fenol	Policetido	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164.20
35	2-metoxi-4-vinilfenol	Policetido	C ₉ H ₁₀ O ₂	150.17
36	2 α -isopropil-5 α -estran-3-ona	Esteroides	C ₂₁ H ₃₄ O	302.49
37	3-(1,5-dimetil-hexil)-3 α ,10,10,12 β -tetrametil-1,2,3,3 α ,4,6,8,9,10,10 α ,11,12,12 α ,12 β -tetradecahidro-benzo[4,5]ciclohepta[1,2-E]indeno	Esterol	C ₃₀ H ₅₀	410.72
38	3-(15-hexadecinilideno)dihidro-4-hidroxi-5-metil-, [4S-(3Z,4 α ,5 α)]-2(3H)-furanona	Furanona	C ₂₁ H ₃₆ O ₃	336.51
39	3-(4--fenilfenil)-benzofuran	Furano	C ₂₀ H ₁₄ O	270.32
40	3-(acetiloxi)-(1 α ,2 α ,3 α ,11 α)-urs-12-eno-1,2,11-triol	Triterpeno	C ₃₂ H ₅₂ O ₅	516.75
41	3-(acetiloxi)-16-metil-(3 α ,16 α)-pregn-5-en-20-ona	Esteroides	C ₂₄ H ₃₆ O ₃	372.54
42	3-(acetoxi)-(3 α)-colest-5-en-24-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O ₃	442.67
43	3,19-diol-3-acetato-(3 α)-androst-5-eno	Esterol	C ₂₁ H ₃₂ O ₃	332.48
44	3',6-dihidro-(5 α ,6 α ,22E)-ciclopropa[5,6]estigmast-22-en-3-ona	Esterol	C ₃₀ H ₄₈ O	424.70
45	3',6-dihidro-, (3 α ,5 α ,6 α ,22E)-ciclopropa[5,6]estigmast-22-en-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₀	422.73
46	3,6-diona-(5 α)-estigmastano	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O ₂	428.69
47	3',7-dihidro-(5 α ,7 α ,8 α)-ciclopropa[7,8]colest-3-one	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
48	3',7-dihidro-(3 α ,5 α ,7 α ,8 α ,22E)-cicloprop[7,8]ergost-22-en-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
49	3-acetato-(3 α)-androst-5-eno-3,19-diol	Esterol	C ₂₁ H ₃₂ O ₃	332.48
50	3-acetoxi-24-norcol-5-eno	Esterol	C ₂₅ H ₄₀ O ₂	372.58
51	3-hidroxi-(3 α ,17 α)-espiro[androst-5-ene-17,1'-ciclobutan]-2'-one	Esterol	C ₂₂ H ₃₂ O ₂	328.49
52	3-metoxi-(3 α ,22E)-estigmasta-5,22-dieno	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
53	3-oxo-18-nor-ent-ros-4-ene-15 α ,16-acetonida	Esteroides	C ₂₂ H ₃₄ O ₃	346.50
54	3-oxo-D:A-friedooleanan-28-al	Triterpeno	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	440.70
55	3 α -acetoxiestigmasta-4,6,22-trieno	Esterol	C ₃₁ H ₄₈ O ₂	452.71
56	3 β -fenoxi-colest-5,20(22)-dieno	Esterol	C ₃₃ H ₄₈ O	460.73
57	4-((1E)-3-hidroxi-1-propenil)-2-metoxifenol	Esterol	C ₂₅ H ₄₀ O ₂	372.58

(Continúa)

Apéndice 6. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
58	4,14-dimetil-acetato-(3 α ,4 α ,5 α)-9,19-cicloergost-24(28)-en-3-ol	Esterol	C ₃₂ H ₅₂ O ₂	468.75
59	4,22-estigmastadieno-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
60	4,4,6 α ,6 β ,8 α ,11,11,14 β -octametil-1,4,4 α ,5,6,6 α ,6 β ,7,8,8 α ,9,10,11,12,12 α ,14,14 α ,14 β -octadecahidro-2H-picen-3-ona	Triterpeno	C ₃₀ H ₄₈ O	424.70
61	4,4-dimetil colest-22,24-dien-5-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
62	4,4-dimetil-(5 α)-colest-7-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
63	4,4-dimetil-(5 α)-colest-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
64	4,4-dimetil-androst-5-en 17-ol	Esterol	C ₂₁ H ₃₄ O	302.49
65	4,4-dimetil-colest-5-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
66	4,4-dimetil-colest-22,24-dien-5-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
67	4,4-dimetil-colest-6,22,24-trieno	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.68
68	4-metil-(3 α)-colest-4-en-3-ol	Esterol	C ₂₇ H ₄₆ O	386.65
69	4-metil-(3 α)-estigmasta-4,22-dien-3-ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
70	4-metil-(3 α ,4 α)-colest-8,24-dien-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
71	4-metil-(4 α)-estigmast-22-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
72	5-metoxi-2H-furo[2,3-h]-1-benzopiran-2-ona	Furano	C ₁₂ H ₈ O ₄	216.19
73	5 α -14 α -colestano-3,11-diona	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O ₂	400.64
74	5 α -estigmast-9(11)-en-3 α -ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₂ O	428.73
75	6-metil-(3 α)-colest-5-en-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
76	7-(3,4-metilenodioxi)-tetrahidrobenzofuranona	Furanona	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	272.25
77	7-ergostenol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
78	7-oxocolesteril isocaproato	Esterol	C ₃₃ H ₅₄ O ₃	498.78
79	9(11)-dehidroergosteril benzoato	Esterol	C ₃₅ H ₄₆ O ₂	498.74
80	Acetato de vitamina E	Poliprenoide	C ₃₁ H ₅₂ O ₃	472.74
81	Ácido (5 α)-androst-16-eno-17-carboxílico	Esterol	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	302.45
82	Ácido 1-etil-9 α ,11 α -dimetilhexadecahidrociclopenta[α]fenantren-7-il ester acético	Esteroides	C ₂₃ H ₃₈ O ₂	346.55
83	Ácido 2 α ,3 α ,23-trihidroxi-metil ester-cyclic 3,23-acetal with acetone urs-12-en-28-oico	Triterpeno	C ₃₄ H ₅₄ O ₅	542.79
84	Ácido 3-(acetiloxi)-20-hidroxi- γ -lactone-(3 α ,5 α ,20R)-pregnan-18-oico	Esteroides	C ₂₃ H ₃₄ O ₄	374.51
85	Ácido 3,5-dimetoxi-4-hidroxicinámico	Fenilpropanoide	C ₁₁ H ₁₂ O ₅	224.21

(Continúa)

Apéndice 6. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
86	Ácido 3,7,12-tris(acetoxo)-metil ester-(3 α ,5 α ,7 α ,12 α)-colestán-26-oico	Esterol	C ₃₄ H ₅₄ O ₈	590.79
87	Ácido 3-acetato-18,20-lactono pregn-5-ene-3,20-diol-13-carboxílico	Triterpeno	C ₂₃ H ₃₂ O ₄	372.50
88	Ácido 3-oxometil ester (+)-urs-12-en-24-oico	Triterpeno	C ₃₁ H ₄₈ O ₃	468.71
89	Ácido 3-oxometil ester olean-12-en-28-oico	Triterpeno	C ₃₁ H ₄₈ O ₃	468.71
90	Campesterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
91	DL- α -tocoferol succinato	Poliprenoide	C ₃₃ H ₅₄ O ₅	530.78
92	Ergosta-4,6,22-trien-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₂ O	394.63
93	Ergosta-4,6,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
94	Ergosta-4,6,22-trieno	Esterol	C ₂₈ H ₄₄	380.65
95	Ergosta-4,6,8(14),22-tetraen-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₀ O	392.62
96	Ergosterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
97	Espinasterona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
98	Estigmast-4-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
99	Estigmasta-3,5-dien-7-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
100	Estigmasta-4,6,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
101	Estigmasta-4,7,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
102	Estigmastan,3,5,22-trieno	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.68
103	Estigmastan-6,22-dien-3,5-dedihidro	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.67
104	Estigmasterol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
105	Estigmasterol-22,23-dihidro	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.70
106	Farnesol isomer a	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.37
107	Friedelan-3-ona	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
		Triterpeno		
108	Lanosterol	tetracíclico-esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
109	Lup-20(29)-en-3-ona	Triterpeno	C ₃₀ H ₄₈ O	424.70
110	Lupeol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
111	Metil (25rs)-3 α -acetoxo-5-colestán-26-oato	Esterol	C ₃₀ H ₄₈ O ₄	472.70
112	Metil 2 α ,3 α -dihidroiolean-12-en-28-oato	Triterpeno	C ₃₁ H ₅₀ O ₄	486.73

(Continúa)

Apéndice 6. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

Compuesto		Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
113	Metil 3 α -hidroxiolean-18-en-28-oato	Triterpeno	C ₃₁ H ₅₀ O ₃	470.73
114	Nerolidol 2	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.37
115	Olean-12-eno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀	410.71
116	Peridro-1,2,4 α ,6 β ,9,9,12 α -heptametil-10-hidroxi-6 α ,14 α -metanopiceno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
117	Pregnan-3 α -ol-20-ona	Esteroides	C ₂₁ H ₃₄ O ₂	318.49
118	Tunbergol	Diterpeno	C ₂₀ H ₃₄ O	290.48
119	Urs-12-en-28-ol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.71
120	Urs-12-eno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀	410.71
121	Aromático simple	C ₈ H ₈ O ₃	152.15	
122	Vitamina E	Poliprenoide	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	430.71
123	α -amirina	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
124	α -tocoferol- α -D-manosido	Poliprenoide	C ₃₄ H ₅₈ O ₇	578.82
125	β -sitoesterol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
126	γ -tocoferol	Poliprenoide	C ₂₈ H ₄₈ O ₂	416.68

Apéndice 7. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 4).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
1	0	16.6401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8994	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4911	4.2984
5	0	0	0	6.2549	2.2021	1.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8949	0	0
6	0	5.1526	12.6079	0	5.402	5.0475	0	0	0	0	0	0	0	4.6734	1.4625	1.316	0	0	4.9254	11.8757	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.3647	0
8	0	5.1774	6.99	1.2815	2.1597	5.1227	1.7275	1.8171	3.6378	3.0624	2.8038	2.1944	1.4915	1.7403	0	1.6578	0	0	0	4.634	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9742	0	0	0	0	0
10	0	0	0	5.0178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3667	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8207	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.9292	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	2.825	0	0.7647	0	0	0	0	0	0	0	2.7137	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	4.9194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	3.0949	0	0	0	0	0	1.6166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	2.6056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6797	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1938	0	2.9071	0	0	0	0	0	3.1243	0	0
20	0	0	0	0	0	1.7999	0	0	0	0	0	1.7004	0	1.3843	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	2.1626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	5.953	0.9344	4.5547	0.8166	0	0	0	0	3.7088	3.0771	0	1.7334	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1405	1.6783
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.072	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	7.9183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	4.0027	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0.9046	0	0	0	0.9005	0	3.0402	3.2825	0	1.7285	0	0	0	0	0	0	0	0.4281	2.0196	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.9085	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.2471	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5626	0	0
31	0	0	0.776	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7418
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3765	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	3.6834	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	3.7442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1914	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	5.824	0	0	0	0	0	0	0	19.2878	0	0	0	0	0	0	0	4.9676
38	0	0	1.0891	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 7. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 4). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0574	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	6.0125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.5511	5.802
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7377	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.3239	0	0	0
45	0	0	0	3.0523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	3.5248	2.8927	0	0	3.4918	0	3.0067	9.5544	7.4331	0	1.6639	6.6436	0	0	1.3439	0	2.586	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4161	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	6.0867	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2265	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0.3207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4421	0
51	0	0	2.1528	0	2.0453	2.6471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.2725	0
52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9456	0	0	0.8667	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0.9577	0	1.2474	0	1.1929	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2038	0	0	0	0	0	0
55	0	3.5926	2.6828	2.3589	2.6281	0	0	0	0	0	0	1.7759	3.8066	3.0173	0	0	0	0	0	9.6531	0	0
56	0	0	0	0	3.1251	0	0	4.5732	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0356	0	0	0	0	0	0.8301
58	0	0	0	1.9903	0	5.5219	0	0	0	0	0	5.9214	0	4.1593	0	1.061	0	0	0	0	0	1.0615
59	0	0	0	10.4897	4.6702	2.2643	0	0	3.7064	0	3.2085	0	8.0732	5.1292	4.1084	6.7552	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	7.8219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6345	0	0	0	0	5.1416	0
61	0	0	0	4.3507	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6139	0	3.2599	3.1991
62	0	0	0	0	2.2954	1.5352	0	0	0	0	1.1624	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	1.9293	1.957	0	0	0	0	0	3.5058	3.2095	0	0	2.6494	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	0	0	2.4214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	0	12.9406	12.1186	0	18.4696	0	0	25.6002	11.4236	0	0	0	8.8322	1.4022	0	0	0	0	0	0
67	6.8619	0	12.6618	2.4259	6.861	1.1623	0	11.4745	0	57.884	3.3137	4.8887	6.2277	7.7109	0	0	0	5.0569	0	6.4005	0	0
68	2.0192	0.7539	3.4461	1.839	0	1.0275	0	0	0	0	0	4.7741	0.9526	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4434	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.0946	1.7675
71	0	0	0	4.102	3.2593	0	1.5478	0	0	0	0	6.5832	4.132	0	0	8.951	0	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	2.5761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73	0	0	7.1866	3.9227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.497	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 7. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 4). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
74	0	0	0	5.0287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	3.9221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	1.8544	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7806	0	0	0	0	0	0
77	0	1.9816	5.7732	0	0	4.2786	0	3.6583	2.4945	0	0	0.672	1.0254	0	2.4675	0	0	0	0	2.8289	0	0
78	0	0	2.0593	0	1.5765	0	2.876	0	2.8713	3.8981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0181	0	0
79	0	0	0	0	0	0.9263	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4519	3.4225	0	0	0	0	0	0
80	0	0	0.8864	20.4571	0	0	0	1.1709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9825	0	1.1347	0	2.0007	0	0	0	0	0	0	0
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3519
83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9512	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.512	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9487
86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.2187	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0925
88	0	0	0	0	0	0	0	1.7961	0	2.1305	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.2814	0	0	0	0	0
90	3.9001	0	0	3.3162	6.5981	11.1002	10.1549	0	0	18.555	3.6788	9.1503	0	5.3322	4.1127	0	0	0	0	0	3.1047	3.2389
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1196	2.6116	2.9034	0	0	0.436	0	0	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7802	0	0	0	0	0	0
93	0	11.7156	1.221	0	3.1937	5.855	2.6392	0	0	2.672	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.171	0	0
94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8451	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	3.7988	0	0	0	0	0	0	0	1.5223	1.4748	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.0674	0	0	0	0	0	2.2776	0
97	0	0	0	0	2.4473	3.9716	4.8235	0	0	0	0	7.7538	0	0	0	8.1685	0	0	10.7512	0	0	0
98	0	4.0363	5.8731	3.3865	4.1996	9.0571	5.045	0	8.9543	5.4862	5.3043	4.8763	13.3933	5.2356	4.8948	8.4189	0	0	8.1046	7.7954	4.0265	5.9037
99	1.9354	8.2784	6.6675	1.432	6.9437	3.101	0	9.123	0	0	3.3191	1.6658	0.8767	2.0612	0	0	0	0	0	9.4356	3.0624	0
100	0	1.0685	0	0	2.196	21.6676	0	0	0	7.0381	0	0.9242	0.9993	0	0	2.2525	0	0	0	6.4986	0	0
101	0	0	0	0	0	2.2035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
102	5.2568	0	0	0	0	6.101	0	0	0	0	0	0	0	0	3.221	0	0	0	0	0	6.2377	0
103	0	0	3.4976	0	2.7262	8.3715	0	0	0	0	2.4886	0	2.6008	0	0	0	0	0	0.9949	27.5344	0	0
104	6.2743	5.2877	7.6815	0	9.3178	10.5939	0	2.2498	13.4906	6.0554	5.7262	8.7061	3.9999	5.3892	2.8183	4.8299	0	0	15.2152	8.275	0	0
105	0	0	19.1466	4.6237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7132	0	0	0	0	0	0
107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0311	0	0	0	0	0	0	0
108	0	4.2601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 7. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 4). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.936	1.2758
110	0	0	0	0	4.6808	0	0	0	0	0	0	2.6991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.9201	0
112	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7833	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4472	0	0	0	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
115	0	0	0.7904	0	4.1338	1.7145	6.0512	0	0	3.1999	0	0	2.5471	2.1654	0	0	0	0	0	0	0	0
116	0	0	0	0	2.2638	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
117	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1614	0
118	1.7587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9147	1.656	0	0	0	0	0	0	0	0
119	0	0	0	0	0.7307	1.1229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0062	3.1373	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6148	0	0	0	0	0	0
121	0	0	0	1.5773	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
122	0	0	1.006	1.653	2.8657	5.6349	0	0	3.1528	3.6363	3.6507	2.9915	5.0363	2.7662	1.7726	7.9244	1.3405	3.3335	0	0	2.9596	1.6677
123	2.4762	2.119	0	8.9958	5.3412	3.3304	2.778	0	0	2.8096	4.4818	2.5868	1.3596	0	4.7995	2.7571	0	0	5.9292	2.6328	0	0
124	0	0	2.0661	0	1.8037	1.9261	6.3162	0	1.9259	0	1.9479	2.2385	3.0613	3.6131	1.3338	4.6903	2.0294	7.6753	1.5748	4.0303	0	6.4082
125	36.842	23.3509	27.4988	9.7991	25.2127	32.3977	19.9978	16.8966	14.9843	16.3365	14.6546	31.5885	10.3936	31.1199	11.7372	8.5218	5.3174	0	24.2563	32.1808	14.6638	12.7349
126	0	0.7539	0	0	1.8563	1.458	5.0013	0.7577	1.761	1.4148	1.5999	1.3294	1.9449	2.8708	1.2553	3.3864	0	1.6733	0.8323	0.9598	2.3665	2.4356

Apéndice 8. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM.

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
1	(-)-globulol	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.36
2	(1R,3αR,4S,8αS,9S)-decahidro-1,5,5,8α-tetrametil-1,4-metanoazulen-9-ol	Aromático simple	C ₁₆ H ₂₈ O	236.39
3	(1S,2E,4S,5R,7E,11E)-cembra-2,7,11-trien-4,5-diol	Diterpeno	C ₂₀ H ₃₄ O ₂	306.48
4	(3α)-colest-4,6-dien-3-ol	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O	384.63
5	(3α)-ergost-5-en-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
6	(3α)-estigmasta-5,22-dien-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₁ H ₅₀ O ₂	454.73
7	(3α)-olean-12-eno-3,28-diol-diacetato	Triterpeno	C ₃₄ H ₅₄ O ₄	526.79
8	(3α,16α,18α,19α)-urs-20(30)-eno-3,16-diol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₂ O ₂	444.73
9	(3α,22E)-ergosta-5,8,22-trien-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
10	(3α,22E,24S)-ergosta-5,22-dien-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
11	(3α,22Z)-estigmasta-5,22-dien-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₁ H ₅₀ O ₂	454.73
12	(3α,24R)-ergost-5-en-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	442.72
13	(3α,5Z,7E)-9,10-secocolesta-5,7,10(19)-triene-3,25,26-triol	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O ₃	416.64
14	(3α,5α,24S)-estigmast-7-en-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₄ O	442.76
15	1,1'-(6-hidroxi-2,5-benzofurandiil)bis-etanona	Furanona	C ₁₂ H ₁₀ O ₄	218.21
16	14-metil-(3α,5α)-ergost-8-en-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
17	14-metil-acetato-(3α,5α)-colest-8-en-3-ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	442.72
18	14-metil-acetato-(5α,6α)-colest-2,8-dien-6-ol	Esterol	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	440.70
19	14α-metil-5α-ergosta-8,24(28)-dien-3α-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
20	17-(1,5-dimetilhexil)-10,13-dimetil-1,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-dodecahidrociclopenta[α]fenantren-4-ona	Esteroides	C ₂₇ H ₄₂ O	382.62
21	17-hidroxi-1,17-dimetil-(1α,5α,17α)-androstan-3-one	Esterol	C ₂₁ H ₃₄ O ₂ C ₂₉ H ₄₈ O	318.49 412.69
22	22,23-dihidroespinasterona	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
23	22,23-dihidro-estigmasterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
24	22-estigmasten-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
25	24(S)-etil-3α-5α-ciclocolest-22(E)-en-6-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
26	24-metil-(3α,22E)-ergosta-5,22-dien-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₂ O	440.74
27	24-metil-(3α,24S)-9,19-ciclolanost-25-en-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
28	24S-etil-5α-colest-2,22E-dien-6-ona	Esterol	C ₃₆ H ₅₄ O	502.81
29	2-formil-3-(2-metilbencilideno)-colestano	Esterol		

(Continúa)

Apéndice 8. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
30	2-metoxi-4-(1-propenil)-(E)-fenol	Policetido	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164.20
31	2-metoxi-4-vinilfenol	Policetido	C ₉ H ₁₀ O ₂	150.17
32	2α-isopropil-5α-estran-3-ona	Esteroides	C ₂₁ H ₃₄ O	302.49
33	3-(1,5-dimetil-hexil)-3α,10,10,12β-tetrametil-1,2,3,3α,4,6,8,9,10,10α,11,12,12α,12β-tetradecahidro-benzo[4,5]ciclohepta[1,2-E]indeno	Esterol	C ₃₀ H ₅₀	410.72
34	3-(15-hexadecinilideno)dihidro-4-hidroxi-5-metil-, [4S-(3Z,4α,5α)]-2(3H)-furanona	Furanona	C ₂₁ H ₃₆ O ₃	336.51
35	3-(4--fenilfenil)-benzofuran	Furano	C ₂₀ H ₁₄ O	270.32
36	3-(acetiloxi)-(1α,2α,3α,11α)-urs-12-eno-1,2,11-triol	Triterpeno	C ₃₂ H ₅₂ O ₅	516.75
37	3-(acetoxi)-(3α)-colest-5-en-24-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O ₃	442.67
38	3,19-diol-3-acetato-(3α)-androst-5-eno	Esterol	C ₂₁ H ₃₂ O ₃	332.48
39	3',6-dihidro-(5α,6α,22E)-ciclopropa[5,6]estigmast-22-en-3-ona	Esterol	C ₃₀ H ₄₈ O	424.70
40	3',6-dihidro-, (3α,5α,6α,22E)-ciclopropa[5,6]estigmast-22-en-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₀	422.73
41	3,6-diona-(5α)-estigmastano	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O ₂	428.69
42	3',7-dihidro-(5α,7α,8α)-ciclopropa[7,8]colest-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
43	3',7-dihidro-(3α,5α,7α, 8α,22E)-cicloprop[7,8]ergost-22-en-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
44	3-acetato-(3α)-androst-5-eno-3,19-diol	Esterol	C ₂₁ H ₃₂ O ₃	332.48
45	3-hidroxi-(3α,17α)-espiro[androst-5-ene-17,1'-ciclobutan]-2'-ona	Esterol	C ₂₂ H ₃₂ O ₂	328.49
46	3-metoxi-(3α,22E)-estigmasta-5,22-dieno	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
47	3-oxo-18-nor-ent-ros-4-ene-15α,16-acetonida	Esteroides	C ₂₂ H ₃₄ O ₃	346.50
48	3-oxo-D:A-friedooleanan-28-al	Triterpeno	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	440.70
49	3α-acetoxiestigmasta-4,6,22-trieno	Esterol	C ₃₁ H ₄₈ O ₂	452.71
50	3β-fenoxi-colest-5,20(22)-dieno	Esterol	C ₃₃ H ₄₈ O	460.73
51	4-((1E)-3-hidroxi-1-propenil)-2-metoxifenol	Esterol	C ₂₅ H ₄₀ O ₂	372.58
52	4,14-dimetil-acetato-(3α,4α,5α)-9,19-cicloergost-24(28)-en-3-ol	Esterol	C ₃₂ H ₅₂ O ₂	468.75
53	4,22-estigmastadieno-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
54	4,4,6α,6β,8α,11,11,14β-octametil-1,4,4α,5,6,6α,6β,7,8,8α,9,10,11,12,12α,14,14α,14β-octadecahidro-2H-picen-3-ona	Triterpeno	C ₃₀ H ₄₈ O	424.70
55	4,4-dimetil colest-22,24-dien-5-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
56	4,4-dimetil-(5α)-colest-7-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
57	4,4-dimetil-(5α)-colest-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71

(Continúa)

Apéndice 8. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
58	4,4-dimetil-androst-5-en-17-ol	Esterol	C ₂₁ H ₃₄ O	302.49
59	4,4-dimetil-colest-5-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
60	4,4-dimetil-colesta-22,24-dien-5-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
61	4,4-dimetil-colesta-6,22,24-trieno	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.68
62	4-metil-(3 α)-colest-4-en-3-ol	Esterol	C ₂₇ H ₄₆ O	386.65
63	4-metil-(3 α)-estigmasta-4,22-dien-3-ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
64	4-metil-(4 α)-estigmast-22-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
65	5-metoxi-2H-furo[2,3-h]-1-benzopirán-2-ona	Furano	C ₁₂ H ₈ O ₄	216.19
66	5 α -14 α -colestano-3,11-diona	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O ₂	400.64
67	5 α -estigmast-9(11)-en-3 α -ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₂ O	428.73
68	6-metil-(3 α)-colest-5-en-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
69	7-(3,4-metilenodioxo)-tetrahydrobenzofuranona	Furanona	C ₁₅ H ₁₂ O ₅	272.25
70	7-ergosterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
71	7-oxocolesteril isocaproato	Esterol	C ₃₃ H ₅₄ O ₃	498.78
72	9(11)-dehidroergosteril benzoato	Esterol	C ₃₅ H ₄₆ O ₂	498.74
73	Acetato de vitamina E	Poliprenoide	C ₃₁ H ₅₂ O ₃	472.74
74	Ácido (5 α)-androst-16-eno-17-carboxílico	Esterol	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	302.45
75	Ácido 2 α ,3 α ,23-trihidroxi-metil ester-cyclic 3,23-acetal with acetone urs-12-en-28-oico	Triterpeno	C ₃₄ H ₅₄ O ₅	542.79
76	Ácido 3-oxometil ester (+)-urs-12-en-24-oico	Triterpeno	C ₃₁ H ₄₈ O ₃	468.71
77	Ácido 3-oxometil ester olean-12-en-28-oico	Triterpeno	C ₃₁ H ₄₈ O ₃	468.71
78	Campesterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
79	DL- α -tocoferol succinato	Poliprenoide	C ₃₃ H ₅₄ O ₅	530.78
80	Ergosta-4,6,22-trien-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₂ O	394.63
81	Ergosta-4,6,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
82	Ergosta-4,6,22-trieno	Esterol	C ₂₈ H ₄₄	380.65
83	Ergosta-4,6,8(14),22-tetraen-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₀ O	392.62
84	Ergosterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
85	Espinasterona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67

(Continúa)

Apéndice 8. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
86	Estigmast-4-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
87	Estigmasta-3,5-dien-7-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
88	Estigmasta-4,6,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
89	Estigmasta-4,7,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
90	Estigmastan,3,5,22-trieno	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.68
91	Estigmastan-6,22-dien-3,5-dedihidro	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.67
92	Estigmasterol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
93	Estigmasterol-22,23-dihidro	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.70
94	Farnesol isomer a	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.37
95	Friedelan-3-ona	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
		Triterpeno		
96	Lanosterol	tetracíclico-esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
97	Lupeol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
98	Metil 2 α ,3 α -dihidroxiolean-12-en-28-oato	Triterpeno	C ₃₁ H ₅₀ O ₄	486.73
99	Metil 3 α -hidroxiolean-18-en-28-oato	Triterpeno	C ₃₁ H ₅₀ O ₃	470.73
100	Nerolidol 2	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.37
101	Olean-12-eno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀	410.71
102	Peridro-1,2,4 α ,6 β ,9,9,12 α -heptametil-10-hidroxi-6 α ,14 α -metanopiceno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
103	Tunbergol	Diterpeno	C ₂₀ H ₃₄ O	290.48
104	Urs-12-en-28-ol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.71
105	Urs-12-eno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀	410.71
106	Vanilina	Aromático simple	C ₈ H ₈ O ₃	152.15
107	Vitamina E	Poliprenoide	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	430.71
108	α -amirina	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
109	α -tocoferol- α -D-manosido	Poliprenoide	C ₃₄ H ₅₈ O ₇	578.82
110	β -sitoesterol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
111	γ -tocoferol	Poliprenoide	C ₂₈ H ₄₈ O ₂	416.68

Apéndice 9. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 6).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>
1	0	16.6401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7042	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8994	0
4	0	0	0	6.2549	2.2021	1.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8949
5	0	5.1526	12.6079	0	5.402	5.0475	0	0	0	0	0	0	0	4.6734	1.4625	1.316	0	0	4.9254	11.8757
6	0	5.1774	6.99	1.2815	2.1597	5.1227	1.7275	1.8171	3.6378	3.0624	2.8038	2.1944	1.4915	1.7403	0	1.6578	0	0	0	4.634
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9742	0	0	0
8	0	0	0	5.0178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3667	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8207	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.9292	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	2.825	0	0.7647	0	0	0	0	0	0	0	2.7137	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	4.9194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	3.0949	0	0	0	0	0	1.6166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	2.6056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6797	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1938	0	2.9071	0	0	0	0	0	3.1243
18	0	0	0	0	0	1.7999	0	0	0	0	0	1.7004	0	1.3843	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	2.1626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	5.953	0.9344	4.5547	0.8166	0	0	0	0	3.7088	3.0771	0	1.7334	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.072	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	7.9183	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	4.0027	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8043	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0.9046	0	0	0	0.9005	0	3.0402	3.2825	0	1.7285	0	0	0	0	0	0	0	0.4281	2.0196
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.9085	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.2471
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5626
28	0	0	0.776	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3765	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	3.6834	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	3.7442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1914	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	5.824	0	0	0	0	0	0	0	19.2878	0	0	0	0	0	0
34	0	0	1.0891	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0574	0	0	0	0
36	0	0	0	6.0125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8975	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7377	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 9. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 6). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.3239	0
40	0	0	0	3.0523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	3.5248	2.8927	0	0	3.4918	0	3.0067	9.5544	7.4331	0	1.6639	6.6436	0	0	1.3439	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4161	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	6.0867	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2265	0
44	0	0	0	0	0	0.3207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	2.1528	0	2.0453	2.6471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9456	0	0	0.8667	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0.9577	0	1.2474	0	1.1929	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2038	0	0	0	0
49	0	3.5926	2.6828	2.3589	2.6281	0	0	0	0	0	0	1.7759	3.8066	3.0173	0	0	0	0	0	9.6531
50	0	0	0	0	3.1251	0	0	4.5732	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0356	0	0	0	0
52	0	0	0	1.9903	0	5.5219	0	0	0	0	0	5.9214	0	4.1593	0	1.061	0	0	0	0
53	0	0	0	10.4897	4.6702	2.2643	0	0	3.7064	0	3.2085	0	8.0732	5.1292	4.1084	6.7552	0	0	0	0
54	0	0	0	7.8219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6345	0	0	0	0
55	0	0	0	4.3507	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6139	0
56	0	0	0	0	2.2954	1.5352	0	0	0	0	1.1624	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	1.9293	1.957	0	0	0	0	0	3.5058	3.2095	0	0	2.6494	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	2.4214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	12.9406	12.1186	0	18.4696	0	0	25.6002	11.4236	0	0	0	8.8322	1.4022	0	0	0	0
61	6.8619	0	12.6618	2.4259	6.861	1.1623	0	11.4745	0	57.884	3.3137	4.8887	6.2277	7.7109	0	0	0	5.0569	0	6.4005
62	2.0192	0.7539	3.4461	1.839	0	1.0275	0	0	0	0	0	4.7741	0.9526	0	0	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4434
64	0	0	0	4.102	3.2593	0	1.5478	0	0	0	0	6.5832	4.132	0	0	8.951	0	0	0	0
65	0	0	0	0	0	0	2.5761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	0	0	7.1866	3.9227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.497	0	0	0
67	0	0	0	5.0287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	3.9221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	1.8544	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7806	0	0	0	0
70	0	1.9816	5.7732	0	0	4.2786	0	3.6583	2.4945	0	0	0.672	1.0254	0	2.4675	0	0	0	0	2.8289
71	0	0	2.0593	0	1.5765	0	2.876	0	2.8713	3.8981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0181
72	0	0	0	0	0	0.9263	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4519	3.4225	0	0	0	0
73	0	0	0.8864	20.4571	0	0	0	1.1709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9825	0	1.1347	0	2.0007	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9512	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 9. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 6). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>
76	0	0	0	0	0	0	0	0	1.7961	0	2.1305	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.2814	0	0	0
78	3.9001	0	0	3.3162	6.5981	11.1002	10.1549	0	0	18.555	3.6788	9.1503	0	5.3322	4.1127	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1196	2.6116	2.9034	0	0	0.436	0	0	0	0
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7802	0	0	0	0
81	0	11.7156	1.221	0	3.1937	5.855	2.6392	0	0	2.672	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.171
82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8451	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	3.7988	0	0	0	0	0	0	0	1.5223	1.4748	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.0674	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	2.4473	3.9716	4.8235	0	0	0	0	7.7538	0	0	0	8.1685	0	0	10.7512	0
86	0	4.0363	5.8731	3.3865	4.1996	9.0571	5.045	0	8.9543	5.4862	5.3043	4.8763	13.3933	5.2356	4.8948	8.4189	0	0	8.1046	7.7954
87	1.9354	8.2784	6.6675	1.432	6.9437	3.101	0	9.123	0	0	3.3191	1.6658	0.8767	2.0612	0	0	0	0	0	9.4356
88	0	1.0685	0	0	2.196	21.6676	0	0	0	7.0381	0	0.9242	0.9993	0	0	2.2525	0	0	0	6.4986
89	0	0	0	0	0	2.2035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	5.2568	0	0	0	0	6.101	0	0	0	0	0	0	0	0	3.221	0	0	0	0	0
91	0	0	3.4976	0	2.7262	8.3715	0	0	0	0	2.4886	0	2.6008	0	0	0	0	0	0.9949	27.5344
92	6.2743	5.2877	7.6815	0	9.3178	10.5939	0	2.2498	13.4906	6.0554	5.7262	8.7061	3.9999	5.3892	2.8183	4.8299	0	0	15.2152	8.275
93	0	0	19.1466	4.6237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7132	0	0	0	0
95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0311	0	0	0	0	0
96	0	4.2601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	0	4.6808	0	0	0	0	0	0	2.6991	0	0	0	0	0	0	0	0
98	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7833	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4472	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	0	0	2.2049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0.7904	0	4.1338	1.7145	6.0512	0	0	3.1999	0	0	2.5471	2.1654	0	0	0	0	0	0
102	0	0	0	0	2.2638	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	1.7587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9147	1.656	0	0	0	0	0	0
104	0	0	0	0	0.7307	1.1229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0062	3.1373	0	0	0
105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6148	0	0	0	0
106	0	0	0	1.5773	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	0	0	1.006	1.653	2.8657	5.6349	0	0	3.1528	3.6363	3.6507	2.9915	5.0363	2.7662	1.7726	7.9244	1.3405	3.3335	0	0
108	2.4762	2.119	0	8.9958	5.3412	3.3304	2.778	0	0	2.8096	4.4818	2.5868	1.3596	0	4.7995	2.7571	0	0	5.9292	2.6328
109	0	0	2.0661	0	1.8037	1.9261	6.3162	0	1.9259	0	1.9479	2.2385	3.0613	3.6131	1.3338	4.6903	2.0294	7.6753	1.5748	4.0303
110	36.842	23.3509	27.4988	9.7991	25.2127	32.3977	19.9978	16.8966	14.9843	16.3365	14.6546	31.5885	10.3936	31.1199	11.7372	8.5218	5.3174	0	24.2563	32.1808
111	0	0.7539	0	0	1.8563	1.458	5.0013	0.7577	1.761	1.4148	1.5999	1.3294	1.9449	2.8708	1.2553	3.3864	0	1.6733	0.8323	0.9598

Apéndice 10. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM.

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
1	(-)-globulol	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.36
2	(1R,3αR,4S,8αS,9S)-decahidro-1,5,5,8α-tetrametil-1,4-metanoazulen-9-ol	Aromático simple	C ₁₆ H ₂₈ O	236.39
3	(1S,2E,4S,5R,7E,11E)-cembra-2,7,11-trien-4,5-diol	Diterpeno	C ₂₀ H ₃₄ O ₂	306.48
4	(3α)-colest-4,6-dien-3-ol	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O	384.63
5	(3α)-ergost-5-en-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
6	(3α)-estigmasta-5,22-dien-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₁ H ₅₀ O ₂	454.73
7	(3α)-olean-12-eno-3,28-diol-diacetato	Triterpeno	C ₃₄ H ₅₄ O ₄	526.79
8	(3α,22E)-ergosta-5,8,22-trien-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
9	(3α,22Z)-estigmasta-5,22-dien-3-ol- acetato	Esterol	C ₃₁ H ₅₀ O ₂	454.73
10	(3α,24R)-ergost-5-en-3-ol-acetato	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	442.72
11	(3α,5α,24S)-estigmast-7-en-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₄ O	442.76
12	14-metil-(3α,5α)-ergost-8-en-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
13	14-metil-acetato-(3α,5α)-colest-8-en-3-ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O ₂	442.72
14	14-metil-acetato-(5α,6α)-colest-2,8-dien-6-ol	Esterol	C ₃₀ H ₄₈ O ₂	440.70
15	17-(1,5-dimetilhexil)-10,13-dimetil-1,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17-dodecahidrociclopenta[α]fenantren-4-ona	Esteroides	C ₂₇ H ₄₂ O	382.62
16	17-hidroxi-1,17-dimetil-(1α,5α,17α)-androstan-3-one	Esterol	C ₂₁ H ₃₄ O ₂	318.49
17	22,23-dihidro-estigmasterol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
18	22-estigmasten-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
19	24(S)-etil-3α-5α-ciclocolest-22(E)-en-6-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
20	24-metil-(3α,22E)-ergosta-5,22-dien-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
21	24-metil-(3α,24S)-9,19-ciclolanost-25-en-3-ol	Esterol	C ₃₁ H ₅₂ O	440.74
22	2-formil-3-(2-metilbencilideno)-colestano	Esterol	C ₃₆ H ₅₄ O	502.81
23	2α-isopropil-5α-estran-3-ona	Esteroides	C ₂₁ H ₃₄ O	302.49
24	3-(1,5-dimetil-hexil)-3α,10,10,12β-tetrametil-1,2,3,3α,4,6,8,9,10,10α,11,12,12α,12β-tetradecahidro-benzo[4,5]ciclohepta[1,2-E]indeno	Esterol	C ₃₀ H ₅₀	410.72
25	3-(acetoxi)-(3α)-colest-5-en-24-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O ₃	442.67
26	3,19-diol-3-acetato-(3α)-androst-5-eno	Esterol	C ₂₁ H ₃₂ O ₃	332.48
27	3',6-dihidro-(5α,6α,22E)-ciclopropa[5,6]estigmast-22-en-3-ona	Esterol	C ₃₀ H ₄₈ O	424.70
28	3,6-diona-(5α)-estigmastano	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O ₂	428.69

(Continúa)

Apéndice 10. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
29	3',7-dihidro-(5 α ,7 α ,8 α)-ciclopropa[7,8]colestán-3-one	Esterol	C ₂₈ H ₄₆ O	398.66
30	3',7-dihidro-(3 α ,5 α ,7 α , 8 α ,22E)-cicloprop[7,8]ergost-22-en-3-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
31	3-acetato-(3 α)-androst-5-eno-3,19-diol	Esterol	C ₂₁ H ₃₂ O ₃	332.48
32	3-hidroxi-(3 α ,17 α)-espiro[androst-5-ene-17,1'-ciclobutan]-2'-one	Esterol	C ₂₂ H ₃₂ O ₂	328.49
33	3-metoxi-(3 α ,22E)-estigmasta-5,22-dieno	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
34	3-oxo-18-nor-ent-ros-4-ene-15 α ,16-acetonida	Esteroides	C ₂₂ H ₃₄ O ₃	346.50
35	3 α -acetoxiestigmasta-4,6,22-trieno	Esterol	C ₃₁ H ₄₈ O ₂	452.71
36	3 β -fenoxi-colest-5,20(22)-dieno	Esterol	C ₃₃ H ₄₈ O	460.73
37	4,14-dimetil-acetato-(3 α ,4 α ,5 α)-9,19-cicloergost-24(28)-en-3-ol	Esterol	C ₃₂ H ₅₂ O ₂	468.75
38	4,22-estigmastadieno-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
39	4,4-dimetil-colesta-22,24-dien-5-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
40	4,4-dimetil-(5 α)-colest-7-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
41	4,4-dimetil-(5 α)-colestán-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
42	4,4-dimetil-androst-5-en-17-ol	Esterol	C ₂₁ H ₃₄ O	302.49
43	4,4-dimetil-colesta-22,24-dien-5-ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
44	4,4-dimetil-colesta-6,22,24-trieno	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.68
45	4-metil-(3 α)-colest-4-en-3-ol	Esterol	C ₂₇ H ₄₆ O	386.65
46	4-metil-(3 α)-estigmasta-4,22-dien-3-ol	Esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
47	4-metil-(4 α)-estigmast-22-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
48	5-metoxi-2H-furo[2,3-h]-1-benzopirán-2-ona	Furano	C ₁₂ H ₈ O ₄	216.19
49	5 α -14 α -colestano-3,11-diona	Esterol	C ₂₇ H ₄₄ O ₂	400.64
50	6-metil-(3 α)-colest-5-en-3-ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
51	7-ergostenol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
52	7-oxocolesteril isocaproato	Esterol	C ₃₃ H ₅₄ O ₃	498.78
53	9(11)-dehidroergosteril benzoato	Esterol	C ₃₅ H ₄₆ O ₂	498.74
54	Acetato de vitamina E	Poliprenoide	C ₃₁ H ₅₂ O ₃	472.74
55	Ácido (5 α)-androst-16-eno-17-carboxílico	Esterol	C ₂₀ H ₃₀ O ₂	302.45
56	Ácido 2 α ,3 α ,23-trihidroxi-metil ester-cyclic 3,23-acetal with acetone urs-12-en-28-oico	Triterpeno	C ₃₄ H ₅₄ O ₅	542.79
57	Ácido 3-oxometil ester (+)-urs-12-en-24-oico	Triterpeno	C ₃₁ H ₄₈ O ₃	468.71
58	Ácido 3-oxometil ester olean-12-en-28-oico	Triterpeno	C ₃₁ H ₄₈ O ₃	468.71

(Continúa)

Apéndice 10. Listado de compuestos identificados mediante CG/EM. (Continúa).

	Compuesto	Tipo de metabolito secundario	Fórmula molecular	Peso molecular (g/mol)
59	Campesterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₈ O	400.68
60	DL- α -tocoferol succinato	Poliprenoide	C ₃₃ H ₅₄ O ₅	530.78
61	Ergosta-4,6,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
62	Ergosta-4,6,22-trieno	Esterol	C ₂₈ H ₄₄	380.65
63	Ergosta-4,6,8(14),22-tetraen-3-ona	Esterol	C ₂₈ H ₄₀ O	392.62
64	Ergosterol	Esterol	C ₂₈ H ₄₄ O	396.65
65	Espinasterona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
66	Estigmast-4-en-3-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
67	Estigmasta-3,5-dien-7-ona	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
68	Estigmasta-4,6,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
69	Estigmasta-4,7,22-trien-3 α -ol	Esterol	C ₂₉ H ₄₆ O	410.67
70	Estigmastan,3,5,22-trieno	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.68
71	Estigmastan-6,22-dien-3,5-dedihidro	Esterol	C ₂₉ H ₄₆	394.67
72	Estigmasterol	Esterol	C ₂₉ H ₄₈ O	412.69
73	Friedelan-3-ona	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
		Triterpeno		
74	Lanosterol	tetracíclico-esterol	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
75	Lupeol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.73
76	Metil 2 α ,3 α -dihidroiolean-12-en-28-oato	Triterpeno	C ₃₁ H ₅₀ O ₄	486.73
77	Metil 3 α -hidroiolean-18-en-28-oato	Triterpeno	C ₃₁ H ₅₀ O ₃	470.73
78	Nerolidol 2	Sesquiterpeno	C ₁₅ H ₂₆ O	222.37
79	Olean-12-eno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀	410.71
80	Peridro-1,2,4 α ,6 β ,9,9,12 α -heptametil-10-hidroxi-6 α ,14 α -metanopiceno	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
81	Tunbergol	Diterpeno	C ₂₀ H ₃₄ O	290.48
82	Urs-12-en-28-ol	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.71
83	Vitamina E	Poliprenoide	C ₂₉ H ₅₀ O ₂	430.71
84	α -amirina	Triterpeno	C ₃₀ H ₅₀ O	426.72
85	α -tocoferol- α -D-manosido	Poliprenoide	C ₃₄ H ₅₈ O ₇	578.82
86	β -sitoesterol	Esterol	C ₂₉ H ₅₀ O	414.71
87	γ -tocoferol	Poliprenoide	C ₂₈ H ₄₈ O ₂	416.68

Apéndice 11. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 8).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcyty</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>
1	0	16.6401	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2.7042	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8994	0
4	0	0	2.2021	1.671	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.8949
5	0	5.1526	5.402	5.0475	0	0	0	0	0	0	0	4.6734	1.4625	0	0	4.9254	11.8757
6	0	5.1774	2.1597	5.1227	1.7275	1.8171	3.6378	3.0624	2.8038	2.1944	1.4915	1.7403	0	0	0	0	4.634
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.9742	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8207	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.9292	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0.7647	0	0	0	0	0	0	0	2.7137	0	0	0	0	0
11	0	3.0949	0	0	0	1.6166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6797	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1938	0	2.9071	0	0	0	0	3.1243
14	0	0	0	1.7999	0	0	0	0	0	1.7004	0	1.3843	0	0	0	0	0
15	0	0	4.5547	0.8166	0	0	0	0	3.7088	3.0771	0	1.7334	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.072	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8043	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0.9046	0	0.9005	0	3.0402	3.2825	0	1.7285	0	0	0	0	0	0	0.4281	2.0196
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.9085	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.2471
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5626
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3765	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1914	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	5.824	0	0	0	0	0	0	0	19.2878	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8975	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7377	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.3239	0
28	0	0	3.5248	2.8927	0	0	3.4918	0	3.0067	9.5544	7.4331	0	1.6639	0	0	1.3439	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4161	0	0	0	0
30	0	0	0	6.0867	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2265	0
31	0	0	0	0.3207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	2.0453	2.6471	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9456	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0.9577	0	1.2474	0	1.1929	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	3.5926	2.6281	0	0	0	0	0	0	1.7759	3.8066	3.0173	0	0	0	0	9.6531
36	0	0	3.1251	0	0	4.5732	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	0	0	0	5.5219	0	0	0	0	0	5.9214	0	4.1593	0	0	0	0	0
38	0	0	4.6702	2.2643	0	0	3.7064	0	3.2085	0	8.0732	5.1292	4.1084	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 11. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 8). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.6139	0
40	0	0	2.2954	1.5352	0	0	0	0	1.1624	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	1.9293	1.957	0	0	0	0	0	3.5058	3.2095	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	2.3379	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	12.1186	0	18.4696	0	0	25.6002	11.4236	0	0	0	8.8322	0	0	0	0
44	6.8619	0	6.861	1.1623	0	11.4745	0	57.884	3.3137	4.8887	6.2277	7.7109	0	0	5.0569	0	6.4005
45	2.0192	0.7539	0	1.0275	0	0	0	0	0	4.7741	0.9526	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4434
47	0	0	3.2593	0	1.5478	0	0	0	0	6.5832	4.132	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	2.5761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.497	0	0	0
50	0	0	0	3.9221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	1.9816	0	4.2786	0	3.6583	2.4945	0	0	0.672	1.0254	0	2.4675	0	0	0	2.8289
52	0	0	1.5765	0	2.876	0	2.8713	3.8981	0	0	0	0	0	0	0	0	1.0181
53	0	0	0	0.9263	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4519	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	1.1709	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9825	0	1.1347	0	2.0007	0	0	0	0
56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9512	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	1.7961	0	2.1305	0	0	0	0	0	0	0	0
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20.2814	0	0	0
59	3.9001	0	6.5981	11.1002	10.1549	0	0	18.555	3.6788	9.1503	0	5.3322	4.1127	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	0	1.1196	2.6116	2.9034	0	0	0	0	0	0
61	0	11.7156	3.1937	5.855	2.6392	0	0	2.672	0	0	0	0	0	0	0	0	3.171
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8451	0	0	0	0	0
63	0	0	0	0	3.7988	0	0	0	0	0	0	0	1.5223	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.0674	0	0	0	0
65	0	0	2.4473	3.9716	4.8235	0	0	0	0	7.7538	0	0	0	0	0	10.7512	0
66	0	4.0363	4.1996	9.0571	5.045	0	8.9543	5.4862	5.3043	4.8763	13.3933	5.2356	4.8948	0	0	8.1046	7.7954
67	1.9354	8.2784	6.9437	3.101	0	9.123	0	0	3.3191	1.6658	0.8767	2.0612	0	0	0	0	9.4356
68	0	1.0685	2.196	21.6676	0	0	0	7.0381	0	0.9242	0.9993	0	0	0	0	0	6.4986
69	0	0	0	2.2035	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	5.2568	0	0	6.101	0	0	0	0	0	0	0	0	3.221	0	0	0	0
71	0	0	2.7262	8.3715	0	0	0	0	2.4886	0	2.6008	0	0	0	0	0.9949	27.5344
72	6.2743	5.2877	9.3178	10.5939	0	2.2498	13.4906	6.0554	5.7262	8.7061	3.9999	5.3892	2.8183	0	0	15.2152	8.275
73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.0311	0	0	0	0
74	0	4.2601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	0	0	4.6808	0	0	0	0	0	0	2.6991	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 11. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 8). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.7833	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.4472	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	2.2049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	4.1338	1.7145	6.0512	0	0	3.1999	0	0	2.5471	2.1654	0	0	0	0	0
80	0	0	2.2638	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81	1.7587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.9147	1.656	0	0	0	0	0
82	0	0	0.7307	1.1229	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1373	0	0	0
83	0	0	2.8657	5.6349	0	0	3.1528	3.6363	3.6507	2.9915	5.0363	2.7662	1.7726	1.3405	3.3335	0	0
84	2.4762	2.119	5.3412	3.3304	2.778	0	0	2.8096	4.4818	2.5868	1.3596	0	4.7995	0	0	5.9292	2.6328
85	0	0	1.8037	1.9261	6.3162	0	1.9259	0	1.9479	2.2385	3.0613	3.6131	1.3338	2.0294	7.6753	1.5748	4.0303
86	36.842	23.3509	25.2127	32.3977	19.9978	16.8966	14.9843	16.3365	14.6546	31.5885	10.3936	31.1199	11.7372	5.3174	0	24.2563	32.1808
87	0	0.7539	1.8563	1.458	5.0013	0.7577	1.761	1.4148	1.5999	1.3294	1.9449	2.8708	1.2553	0	1.6733	0.8323	0.9598

Apéndice 12. Listado de compuestos detectados mediante CLAD

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
1 0.825	87 21.555	173 32.704-32.714
2 1.633	88 21.606-21.654-21.695	174 32.876
3 1.724-1.788	89 21.708-21.749	175 32.904-32.934
4 1.822	90 21.858-21.883	176 33.081-33.083-33.083
5 1.928-1.983-1.988	91 21.906-21.934-21.943-21.962-21.992-21.993	177 33.101-33.106-33.123-33.128-33.137-33.139
6 2.019-2.03-2.059	92 22.004-22.018-22.025-22.034-22.038-22.045-	178 33.206-33.254-33.259-33.283-33.290-33.291-
7 2.528-2.558-2.562-2.574	93 22.049-22.058-22.09	179 33.293
	94 22.113-22.17-22.182	180 33.326-33.329-33.342-33.369-33.372-33.377
8 2.75	95 22.212-22.219-22.226-22.237-22.25-22.255-	
	96 22.256-22.259-22.259-22.263-22.266-22.267-	181 33.432
9 2.801	97 22.27-22.282-22.282-22.288	33.815-33.826-33.831-33.844-33.847-33.877-
	98 22.302-22.302-22.302-22.302-22.304-22.312-	182 33.881
10 3.021	99 22.313-22.323-22.325-22.325-22.33-22.331-	183 33.916-33.936-33.948
11 3.319	100 22.357-22.36-22.364-22.376-22.388-22.396	34.107-34.114-34.128-34.131-34.131-34.132-
12 3.608-3.654	101 22.427-22.437-22.459-22.463-22.469-22.472-	184 34.147-34.149-34.163-34.191
13 3.98	102 22.482-22.483-22.491-22.494	185 34.265-34.298
14 4.037	103 22.522-22.555-22.572-22.578-22.583	186 34.323-34.332-34.333-34.357
15 4.203-4.23	104 22.646-22.652-22.653-22.677-22.688	34.401-34.407-34.409-34.412-34.419-34.43-
16 4.935	105 22.713-22.725-22.738-22.763-22.778-22.792-	187 34.445-34.462-34.463-34.467-34.468-34.47
	106 22.798	34.506-34.523-34.528-34.529-34.531-34.537-
	107 22.801-22.81-22.853-22.88-22.886	188 34.55-34.554-34.558-34.579-34.595
	108 22.97-22.98	34.603-34.612-34.615-34.618-34.623-34.627-
	109 23.031-23.056-23.078-23.083	189 34.631

(Continúa)

Apéndice 12. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
17 5.996	103 23.105-23.114-23.144-23.148-23.151-23.151- 23.191-23.197-23.198	189 34.762-34.765-34.792 34.801-34.802-34.811-34.817-34.841-
18 6.599	104 23.227-23.228-23.245	190 34.843
19 10.117	105 23.356-23.369-23.395	191 34.951-34.954 35.029-35.034-35.037-35.042-35.052- 35.054-35.059-35.06-35.065-35.065--
20 10.623	106 23.421-23.433-23.462-23.471	192 35.068-35.089 35.106-35.114-35.117-35.12-35.12- 35.141-35.146-35.158-35.171-35.171-
21 10.903	107 23.514-23.55-23.556-23.566-23.568-23.573- 23.584-23.59	193 35.182-35.183-35.191-35.196 35.2-35.206-35.215-35.219-35.238-
22 11.016	108 23.621-23.623-23.66-23.666	194 35.243-35.246-35.261-35.299
23 12.718-12.785	109 23.702-23.709-23.717-23.718-23.73-23.745	195 35.307-35.327-35.341-35.366 35.402-35.421-35.43-35.444-35.451- 35.451-35.453-35.46-35.474-35.480-
24 12.825-12.853	110 23.802-23.861-23.878-23.882	196 35.489-35.491
25 13.644	111 23.95-23.957-23.964-23.967-23.969-23.993	197 35.541-35.544
26 13.874	112 24.013-24.038-24.045-24.048-24.071-24.078	198 35.646-35.666-35.679
27 14.17	113 24.116-24.117-24.15-24.157-24.194	199 35.704-35.74-35.749-35.784 35.82-35.827-35.833-35.839-35.843- 35.868-35.87-35.875-35.877-35.885-
28 14.393	114 24.237-24.237-24.257	200 35.889 35.904-35.91-35.948-35.969-35.98-
29 14.451-14.483-14.489 14.509-14.51-14.515-14.527-14.533-14.539-	115 24.334-24.352 24.413-24.43-24.433-24.442-24.445-24.465-	201 35.983 36.0-36.01-36.028-36.032-36.057-36.094-
30 14.539-14.544-14.544-14.546-14.577-14.589	116 24.467-24.477-24.484 24.501-24.514-24.521-24.523-24.523-24.538-	202 36.096 36.106-36.118-36.122-36.132-36.132-
31 14.6-14.617-14.618-14.66-14.677	117 24.551-24.559-24.584	203 36.133-36.188
32 14.704-14.777	118 24.616	204 36.205-36.221-36.225

(Continúa)

Apéndice 12. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
33 14.83	119 24.703-24.719-24.729-24.752-24.758-24.768-24.792	205 36.312-36.341-36.342-36.344-36.354-36.355-36.362-36.367-36.367-36.368-36.39-36.398
34 14.925	120 24.808-24.808-24.824-24.83-24.83-24.851-24.857-24.867-24.873-24.888	206 36.404-36.437-36.443-36.46-36.47-36.475-36.478-36.497
35 15.002	121 24.962	207 36.515
36 15.543	122 25.003-25.006-25.042-25.06-25.065-25.075-25.08	208 36.6-36.639-36.643
37 15.636-15.638-15.65-15.667-15.692 15.72-15.72-15.723-15.723-15.728-15.74- 15.741-15.748-15.749-15.75-15.751-15.754-	123 25.146-25.151-25.156-25.17-25.172-25.189	209 36.706-36.751-36.755-36.76-36.761-36.781-36.791
38 15.772-15.776-15.781-15.789-15.792	124 25.201-25.216-25.219-25.229-25.253-25.255-25.267-25.281	210 36.807-36.842-36.852-36.852-36.855-36.916-36.927-36.941-36.945-36.945-
39 15.804-15.83-15.838-15.86-15.878	125 25.317-25.346-25.381	211 36.952-36.959-36.969
40 15.907-15.950-15.995	126 25.414-25.438-25.453	212 37.017
41 16.04-16.079	127 25.515-25.525-25.541-25.563-25.573-25.578-25.584	213 37.107-37.123-37.146-37.151-37.158-37.158-37.161-37.165-37.175-37.184-37.185-37.188-37.190-37.193-37.197-37.203-37.204-37.204-37.211-37.216-
42 16.139	128 25.627-25.631-25.663-25.683	214 37.219-37.258-37.285-37.29-37.298
43 16.571	129 25.704-25.727-25.734	215 37.306-37.311-37.32-37.326-37.393
44 16.678	130 25.895	216 37.413-37.439
45 16.866	131 25.94-25.958-25.995	217 37.656-37.696
46 17.001-17.031-17.055	132 26.036-26.041-26.043-26.055-26.062-26.067-26.084	218 37.746-37.786-37.793-37.796
47 17.104-17.107-17.169-17.175	133 26.143-26.165-26.192	219 37.804-37.836-37.839-37.84
48 17.206-17.22	134 26.258-26.286	220 37.937
49 17.312-17.361	135 26.453-26.468	221 38.082

(Continúa)

Apéndice 12. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
50 17.452	136 26.503-26.551	222 38.121-38.122-38.134-38.146-38.163-38.164-38.173-38.179-38.18-38.18-
51 17.664	137 26.645-26.674-26.68-26.685	223 38.191-38.192
52 17.817-17.821-17.887-17.896	138 26.704-26.743-26.775-26.791-26.798	223 38.2-38.25-38.281-38.283
53 17.981	139 26.823-26.84-26.866-26.891	224 38.308-38.315-38.32-38.329-38.333-
54 18.022-18.057-18.073	140 26.916-26.92-26.939-26.942-26.997	224 38.337-38.347-38.352-38.357-38.382
55 18.104-18.147-18.152	141 27.101-27.102-27.116-27.139-27.194	225 38.401-38.462-38.48
56 18.201-18.23-18.253-18.282-18.289	142 27.238-27.262	225 38.532-38.533-38.548-38.565-38.572-
57 18.312-18.332-18.367	143 27.3-27.38	226 38.581
58 18.454-18.462-18.491-18.492	144 27.454	226 38.612-38.633-38.643-38.66-38.686-
59 18.507-18.510-18.514-18.515-18.52-18.557	145 27.508-27.514-27.587-27.587	227 38.688-38.695
60 18.658	146 27.653-27.663-27.666-27.674-27.677-27.693	228 38.702-38.703-38.706-38.789
61 18.91-18.913-18.92-18.922-18.923-18.939	147 27.895	228 38.82-38.823-38.824-38.857-38.857-
62 19.079-19.086	148 27.922-27.935	229 38.865
63 19.14	149 27	230 39.046-39.068-39.09-39.091
64 19.214-19.244-19.258-19.286-19.287	150 28.144	231 39.112-39.16
65 19.3-19.346-19.361-19.38	151 28.207	232 39.221-39.262
66 19.454	152 28.311	233 39.304-39.305-39.359-39.377-39.387
67 19.503-19.507-19.515-19.526-19.548-19.551-19.561-19.574-19.58-19.583	153 28.553	234 39.428
68 19.66-19.662-19.672-19.694	154 28.952-28.955-28.962	235 39.506-39.547-39.592
69 19.735-19.767-19.768-19.789	155 29.008-29.032-29.034-29.098	236 39.692
70 19.829	156 29.13-29.151	237 39.787
		238 40.127
		239 40.719-40.734-40.788
		240 40.865-40.878
		241 41.374
		242 41.728-41.799

(Continúa)

Apéndice 12. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
71 19.913-19.936-19.976	157 29.221-29.229-29.286	243 41.853
72 20.076-20.097	158 29.35-29.356	244 41.913
73 20.1-20.105-20.124-20.126-20.133-20.152- 20.153-20.168-20.183	159 29.414-29.417-29.447	245 42.174-42.179
74 20.211-20.271-20.273-20.294 20.301-20.306-20.331-20.346-20.358-20.379-	160 29.662-29.666-29.691	246 42.217-42.219
75 20.397	161 29.71-29.73-29.744-29.749-29.761	247 42.496
76 20.434-20.444	162 29.823	248 42.547-42.558-42.573-42.597
77 20.539-20.517	163 30.083	249 42.642
78 20.601-20.609-20.652-20.670	164 30.15	250 42.716-42.766
79 20.75	165 30.537	251 43.038-43.062-43.086
80 20.851-20.862 20.902-20.903-20.904-20.907-20.923-20.93-	166 30.808-30.828-30.848-30.864-30.865-30.867	252 43.112-43.187
81 20.964-20.975-20.979-20.993-20.995 21.014-21.02-21.036-21.037-21.041-21.057-	167 30.94	253 43.533
82 21.068-21.083-21.093 21.1-21.103-21.106-21.106-21.124-21.144-	168 31.593	254 44.284
83 21.147-21.174	169 31.638-31.641	255 45.379
84 21.221-21.229-21.23-21.285 21.313-21.317-21.350-21.365-21.369-21.37-	170 32.375-32.378-32.392	256 46.645
85 21.370-21.375-21.375-21.378-21.378 21.412-21.422-21.426-21.448-21.45-21.475-	171 32.511-32.565-32.577	257 48.371
86 21.477-21.491-21.497	172 32.651	

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.28	0	
2	0	0	0	0	0	0	0	0	3.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.27	20.29	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	2.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	16.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.65	0	0	0	0	0	8.66	0
6	0	0	0	0	0	0	0	3.99	10.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.31	0	0	0	0
7	0	0	0	0	10.4	14.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.46	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.27	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	4.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.63	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38.47	0	0
14	0	0	94.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	4.2	0	0	0	0	0	0	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	12.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.31	0	0	0	0
18	10.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	5.72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	2.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	11.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	7.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.84	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.92	0	0	4.08	0
25	0	16.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.277	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.39	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	15.26	0	0	0	0	0	0	2.69	0	0	0	0	5.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	16.32	0	5.01	6.99	0	12.42	3.28	5.67	5.67	0	0	7.69	0	0	0	0	4.22	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	11.43	0	0	0	0	6.67	3.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	10.52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.18	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	5.73	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	3.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	4.06	0	3.92	3.22	0	4.83	0	0	0	0	0	0	0	5.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	3.84	0	14.09	8.97	0	2.5	7.95	7.75	4.42	0	10.76	3.63	0	0	4.32	0	2.61	0	3.21	0	0	0
39	0	0	0	0	0	5.27	0	0	0	0	7.62	0	0	0	0	3.8	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	2.64	0	6.32	7.07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	2.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	7.14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.76	0	0	0
45	0	0	0	0	0	7.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
46	0	6.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	2.87	0	2.61	0	0	0	0	0	0	0	0	3.71	2.55	0	0
48	3.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	0	6.61	0	0	0	0	0	0	0	0	3.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	2.87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.63	0	0	0	0	0	0
52	0	0	2.67	0	0	0	0	0	0	0	2.64	0	0	0	0	0	0	0	0	2.91	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	5.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54	0	15.79	0	0	0	3.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.14	0	0	0	0	0	0
55	0	0	2.79	0	0	0	2.93	0	0	6.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	5.42	0	0	0	3.35	0	0	0	0	2.8	0	3.62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.52
57	0	0	0	0	0	0	0	23.82	0	2.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.73	0	0	0
58	0	0	2.85	2.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.49
59	0	3.92	0	0	2.86	0	0	0	2.75	0	3.32	15.79	2.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	2.69	0	0	0	0	0	2.63	5.1	3.25	0	0	0	0	0	0	13.81	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	0	0	7.28	0	0	0	0	0	0	0	2.85	0	0	0	0	0	0
63	0	0	4.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	5.13	0	3.04	0	0	0	0	0	0	0	2.54	0	0	0	0	3.81	3.6	0	0	0
65	0	0	5.16	0	0	0	0	0	0	3.31	9.16	0	0	0	0	0	0	0	0	5.15	0	0	0
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	3.5	5.02	0	2.97	8.84	3.65	2.65	0	0	0	6.42	0	0	0	0	0	0	0	20.51	0	0	0
68	0	0	0	0	3.25	0	0	0	0	5.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.13	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	3.25	0	0	0	0	3.76	0	0	0	6.9	0	4.14	0	0	0
70	0	3.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
71	4.66	3.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24.92	0	0	0
72	0	0	0	0	0	5.28	0	0	0	0	0	0	0	0	2.99	0	0	0	0	0	0	0	0
73	5.64	0	3.99	0	3.95	2.74	0	0	0	3.15	3.89	0	0	0	0	0	0	2.56	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	11.52	0	0	0	11.19	0	0	0	0	2.81	0	0	18.84	0	0	0
75	0	0	4.2	0	6.17	7.77	16.18	0	0	0	0	8.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.71	0	0	0	8.35	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	2.93	6.42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	2.57	0	2.88	0	14.83	6.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.73
80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.86	0	0	0	0	0	5.11	0	0	0	0	0
81	0	0	7.53	7.72	4.18	5.37	0	0	0	22.39	6.98	4.93	0	7.08	0	0	0	0	0	0	3.86	0	0
82	0	3.31	3.31	3.9	6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	5.82	3.12	0	0	8.64	0	15.2	0	4.71	2.65	0	4.48	0	0	0	0	0	0	0
84	0	5.74	0	0	3.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.74	0	0	0	0	4	0	0	0
85	0	0	0	0	7.25	6.4	5.93	14.05	0	0	3.78	0	0	0	0	9.57	0	0	0	0	0	0	0
86	6.05	11.15	0	0	2.85	13.54	0	0	0	0	0	0	0	0	2.83	3.49	0	0	0	3.76	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.65	0	0	0
88	3.27	0	0	0	3.37	4.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	4.36	3.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	2.8	0	24.96	0	0	0	0	0	5.41	0	2.93	2.85	0	4.84	0	0	0	6.5	0	0	0
91	3.05	0	0	0	0	3.86	0	0	0	3.57	0	7.24	4.53	0	0	0	0	0	0	0	3.83	0	0
92	0	2.87	0	4.37	5.61	4.56	0	6.71	0	0	0	0	0	4.31	0	0	0	3.93	0	4.66	0	0	0
93	0	6.23	0	5.51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.96	0	0	0	0	0	0
94	2.83	0	0	5.16	4.32	8.34	4.1	0	8.14	7.61	10.14	5.69	12.51	3.93	0	0	0	0	0	4.49	0	0	0
95	0	0	0	0	5.72	8.11	4.36	5.6	0	13.63	9.36	3.85	0	3.76	0	8.06	0	12.22	0	6.88	10.72	6.16	0
96	0	2.55	6.64	0	6.29	13.42	0	0	0	0	0	2.88	0	2.84	3.49	13.39	0	0	0	0	0	0	0
97	0	2.93	3.16	0	0	0	0	0	4.53	0	5.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.86
98	0	0	0	0	0	4.14	0	0	0	6.58	4.11	0	0	0	0	0	0	3.32	0	0	0	13.4	0
99	0	0	5.13	0	3.72	0	0	0	0	0	0	3.55	0	4.79	0	0	3.16	0	0	5.44	0	0	0
100	0	0	0	0	4.33	4.79	0	0	0	0	0	3.1	0	0	3.27	0	0	0	0	0	3.83	0	0
101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.23	0	3.89	0
102	0	0	0	0	0	0	0	9.1	0	0	0	4.16	0	0	2.59	0	0	2.6	0	0	0	0	0
103	0	5.36	8.73	0	5.02	3.38	0	3.51	0	2.61	0	0	0	2.65	0	0	0	0	0	0	2.75	0	0
104	0	0	0	3.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.59	0	3.32	0	0	0	0
105	0	0	0	4.2	0	3.56	0	0	0	0	0	7.56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	6.48	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.98	0	0	0	0	0	0	0	3.12	0

(Continúa)

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
107	0	0	0	0	2.76	2.92	0	3.73	0	2.58	3.99	0	0	3.01	0	0	0	5.24	3.66	0	0	0	0
108	0	0	3.88	0	0	5.04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.84	0	0	0	6.03	0	0
109	0	4.21	2.62	0	3.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.05	0	0	0
110	0	0	0	0	3.09	0	0	0	0	0	0	0	6.37	0	4.72	0	2.92	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	0	3.76	0	0	0	0	2.96	6.49	0	12.65	3.69	0	3.06	0	0	0	0	0	0	0
112	0	0	3.3	0	2.56	0	2.56	0	0	5.24	0	0	0	0	0	0	0	7.47	0	0	0	0	0
113	0	3.14	7.96	5.85	3.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8	0	0
114	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.64	2.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41.81
115	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.78	0	0	0	0	0	0	7.38	0	0	0
116	2.58	0	0	4.14	3.5	2.94	0	0	0	4.21	3.54	0	0	0	0	3.91	3.67	0	0	2.65	0	0	0
117	23.32	0	6.05	0	8.9	0	0	0	0	0	0	0	0	7.15	0	5.04	0	0	0	0	6.46	0	0
118	0	0	0	0	3.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	0	2.46	3.21	7.44	0	0	0	0	0	0	0	3.69	0	3.57	0	0	0	0	0	7.34	0	0	0
120	5.2	0	4.39	0	4.34	0	2.57	3.38	0	0	4.7	6.77	0	0	4.05	0	0	0	0	0	0	0	4.66
121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.75	0	0	0	0	0
122	0	0	0	0	28.1	0	2.62	0	0	0	2.89	0	0	0	0	0	6.13	0	0	0	8.94	3.08	3.71
123	0	0	0	0	3.26	5.92	0	0	0	0	0	2.63	0	3.86	0	0	0	3.11	0	0	0	3.47	0
124	0	8.16	2.72	0	2.68	4.01	2.67	0	0	3.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	0	0	0	0	3.42	0	5.48	0	0	3.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	0	0	0	4.12	0	3.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
127	0	0	3.59	0	5.98	3.99	0	0	0	0	3.27	3.54	0	3.09	0	0	0	0	0	2.7	0	0	0
128	0	0	0	4.29	0	2.55	0	0	0	0	0	0	7.12	0	0	0	0	2.74	0	0	0	0	0
129	0	9.75	0	7.64	0	0	0	0	0	37.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
130	0	2.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.78	0	0	0	2.98	0	0	0	0	0	0	0	2.55
132	0	5.3	4.22	0	3.16	0	0	0	0	0	0	3.24	0	0	0	0	9.25	0	2.88	0	0	0	6.88
133	0	0	3.45	3.41	4.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	0	0	0	0	6.86	0	0	0	0	0	0	6.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	0	0	0	3.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.73	0	0	0	0	0	0
136	0	0	0	0	0	2.77	0	7.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.02	0	3.31	2.52	0	0	0	0	0	2.77	0
138	0	0	0	2.88	0	3.99	3.91	0	0	0	8.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.17	0	0
139	0	0	2.56	0	0	0	0	6.61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.75	0	0	0	0	3.54
140	0	0	5	0	0	0	6.63	0	0	0	3.61	0	0	0	2.77	0	0	0	0	7.49	0	0	0
141	0	0	0	2.61	3.26	2.67	0	0	0	0	0	8.98	0	0	0	0	2.67	0	0	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.85	0	0	0	0	0	0	0	0	3.26	0

(Continúa)

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
143	0	0	0	4.29	13.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.61	0	0	0	0	0	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	8.72	0	0	0	4.14	0	0	0	0	0	0	5.94	0	0	0	0	0
146	0	0	0	0	3.39	4.07	0	0	0	0	0	0	3.58	0	0	2.52	0	0	0	0	6.42	0	0
147	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	0	0	2.87	2.63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
149	0	0	0	0	0	5.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
151	0	0	0	4.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0
153	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
154	0	10.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0
155	0	2.87	0	0	0	0	0	5.49	0	0	0	0	0	5.92	0	0	4.68	0	0	0	0	0	0
156	0	0	0	0	0	0	2.91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.88	0	0	0	0	0
157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.26	10.99	6.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
158	0	0	0	0	2.54	0	0	0	0	0	0	0	3.21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.69	0	0	0	0	0	6.02	0	5.71	0	0
160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.86	0	0	0	0	0	0	0	20.94	2.88	0	0	0
161	0	12.22	15.16	14.59	0	0	0	3.2	0	0	0	0	0	27.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
163	0	0	0	3.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
164	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.49	0	0	0	0	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.17	0	0	0	0	0	0	0	0
166	0	4.43	5.17	5.14	0	0	0	0	0	0	9.83	0	0	11.14	0	0	0	0	7.74	0	0	0	0
167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
168	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.71	0	0	0
169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.94	0	0	0
170	0	13.16	0	0	0	0	8.19	0	0	0	0	0	0	0	0	4.77	0	0	0	0	0	0	0
171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.92	0	0	0	0	0	0	0	3.23	3.15	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
173	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.81	0	0	3.49	0	0	0	0	0	0	0
174	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.52	0	0	0	0	0	0	0	0
175	0	0	0	0	0	2.63	0	6.74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	0	0	0	5.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.19	0	0	0
177	0	0	0	0	0	3.36	0	0	0	0	0	6.65	15.38	6.03	0	0	0	0	0	0	0	0	0
178	0	0	3.48	7.35	0	3.91	0	0	0	0	0	0	0	6.63	0	0	0	0	0	3.2	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcyc</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
179	0	0	0	0	0	0	0	0	2.66	2.65	0	2.67	3.38	4.09	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0
180	0	0	0	0	0	4.24	0	0	0	0	0	0	0	3.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0
181	0	0	2.57	3.03	0	0	0	0	5.23	0	0	0	0	0	0	3.71	0	0	0	3.26	0	0	0
182	0	0	0	0	0	0	0	0	2.88	2.66	0	3.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
183	0	3.28	3.32	2.45	0	0	0	0	0	3.32	5.77	0	5.31	6.49	3.82	0	0	0	5.1	0	0	0	0
184	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.57	0	0	0
185	0	0	0	4.76	0	2.49	0	0	0	0	0	6.2	0	0	4.83	2.87	0	0	0	0	0	0	0
186	0	4.79	0	0	0	4.93	0	0	0	0	8.46	0	6.71	8.57	4.02	5.07	0	0	7.16	9.67	0	0	0
187	0	0	5.02	13.7	0	3.54	0	0	0	0	0	0	0	3.41	5.07	2.84	0	0	0	3.02	0	0	0
188	0	0	0	0	0	0	0	10.25	2.79	3.09	2.7	4.21	0	0	0	6.95	0	0	0	0	0	0	0
189	0	0	0	3.72	0	0	0	0	0	0	2.95	0	0	0	0	0	0	0	2.95	0	0	0	0
190	0	4.97	5.27	0	0	0	0	0	0	0	8.86	0	6.35	8.35	0	0	0	0	8.43	0	0	0	0
191	0	0	0	0	0	24.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
192	0	0	3.44	3.45	3.6	3.81	0	0	0	7.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.13	0	0	0
193	0	4.96	0	0	2.73	16.59	3.62	0	4.17	4.73	3.75	4.02	0	2.86	3.05	0	0	0	0	9.08	0	0	0
194	0	0	0	0	0	15.27	15.8	3.12	0	0	6.75	3.11	4.52	0	0	51.14	0	0	0	0	0	0	0
195	0	0	0	0	0	4.91	3.47	0	0	5.14	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0
196	0	3.82	3.04	2.84	6.3	2.49	0	0	0	0	6.69	0	5.56	4.43	0	2.57	0	0	5.59	0	0	0	2.75
197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.23	0	0	0	0	0	0	0	0
198	0	0	0	0	0	0	3.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.99	5.35	0	0	0
199	0	0	0	0	0	3.73	0	0	0	3.46	3.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
200	0	0	0	2.87	2.83	3.86	0	0	0	3.26	0	0	3.02	0	4.05	0	0	0	8.6	0	0	2.67	0
201	0	0	0	0	16.15	0	2.52	0	4	0	4.76	0	0	0	0	5.7	0	0	0	0	0	0	0
202	0	4.38	2.68	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3.77	4.73	0	4.04	0	0	0	4.07	0	0	0
203	0	0	0	0	3.34	3.83	0	0	0	0	3.23	0	0	0	2.8	2.6	0	0	0	0	0	0	3.84
204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.67	0	2.97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
205	0	0	0	0	3.5	3.58	2.71	0	0	0	4.04	0	0	0	3.99	0	0	2.64	3.51	0	0	0	0
206	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8	4.51	0	4.01	2.53	0	2.73	0	0	0	0	3.67	0	0	0
207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.3	0	0	0	4.97	0	0	0	0	0	0	0	5.18
209	0	0	0	0	2.93	2.59	0	0	0	0	0	0	0	4.01	8.43	0	0	0	3.64	3.82	0	0	0
210	0	0	0	0	2.67	0	0	3.22	0	3.25	0	0	0	0	0	0	0	2.55	0	3.6	0	0	0
211	0	0	0	0	2.89	0	0	0	4.59	5.21	0	6.63	4	3.85	3.8	0	0	0	0	0	0	0	2.9
212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
213	15.76	2.77	3.02	0	5.39	0	95.19	0	0	0	2.97	0	0	0	5.26	2.85	0	0	0	6.25	2.72	0	3.72
214	0	0	4.31	4.24	0	5.29	4.63	4.46	0	8.12	0	7.49	7.2	0	0	0	0	0	4.43	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcyc</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
215	0	0	0	0	0	0	0	0	4.1	3.85	0	5.68	0	3.67	0	0	0	0	0	0	0	0	0
216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.81
217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.73	0	0	0	0	0	0	4.17	0	0	0
218	0	0	0	0	0	0	30.23	0	0	5.19	0	0	0	2.54	0	0	0	0	0	0	0	0	6.42
219	0	0	0	0	0	11.58	0	0	3.56	0	0	4.86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.51	2.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0
221	0	4.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
222	0	0	3.52	0	3.32	2.62	2.57	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	0	17.73	0	5.81	2.95	0	0
223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.05	0	0	0	0	3.62	5.72	0	0	3.52	0	0	0	0
224	0	0	0	0	0	0	0	0	3.45	5.22	3.07	8.74	6.94	4.83	0	0	0	4.45	0	0	0	0	8.82
225	0	0	0	2.86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.08	0	0	2.89	0	0	0	0	0	0
226	0	5.41	3.17	0	3.02	2.55	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	6.97	0	0	0	0	0	0	0
227	0	0	3.28	0	3.5	3.1	0	0	0	0	0	0	0	0	3.54	0	0	8.83	3.72	0	0	0	0
228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.73	0	0	0	3.02	0	5.05	0	0	0	8	0	0	0
229	0	0	0	0	0	0	0	0	4.33	5.84	3.03	10.27	7.23	0	0	0	0	0	0	11.81	0	0	0
230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.51	0	0	4.74	0	0	0	0	0	0	41.9	0	25.8
231	0	0	2.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.52	0
232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.21	0	0	0
233	0	0	0	0	0	3.54	0	0	0	4.51	0	6.02	3.22	0	0	0	0	7.81	0	0	0	0	0
234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.88	0	6.83	0	0	2.82	0	0	0
236	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0
237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.42	0	0	0	0	0	0	0	0
239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.66	0	0	0	0	5.45	0	4.4	0	0	0
240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.76	0	0	0	0	0	0	12.82	0	0	0	0	0	0
241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.87	0	0	0	0	0	0	0	0	0
242	0	0	0	3.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
243	0	0	0	0	0	2.59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.86	0	0	0	0	0	0	0
245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0	0	0	12.44	0	0	0	0
246	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.03	0	0	0	0	16.94	0	0	0	0	0	0
247	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.31	0	0	0	0	0
248	0	0	0	4.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	0	0	0	0	0	3.81	0	0	0
249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
250	0	0	0	0	0	3.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.15	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 13. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Fvi</i>	<i>Fcycy</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>	<i>Fpi</i>	<i>Ehori</i>	<i>Sdi</i>	<i>Tleu</i>
251	0	0	0	0	0	3.67	0	0	0	0	0	0	7.88	0	0	0	0	0	6.79	0	0	0	0
252	0	4.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	0	0	0
254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.74	0	0	0	0	0	0
255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.82	0	0	0	0	0	0
256	0	0	0	0	0	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
257	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.7	0	0	0	0	0	0

Apéndice 14. Listado de compuestos detectados mediante CLAD.

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
1 1.633	76 22.646-22.652-22.653-22.677-22.688 22.713-22.725-22.738-22.763-22.778-22.792-	150 33.326-33.329-33.342-33.369-33.372- 33.377
2 1.822	77 22.798	151 33.432 33.815-33.826-33.831-33.844-33.847-
3 1.928-1.983-1.988	78 22.801-22.81-22.853-22.88-22.886	152 33.877-33.881
4 2.019-2.03-2.059	79 23.031-23.056-23.078-23.083 23.105-23.114-23.144-23.148-23.151-23.151-	153 33.916-33.936-33.948 34.107-34.114-34.128-34.131-34.131-
5 2.75	80 23.191-23.197-23.198	154 34.132-34.147-34.149-34.163-34.191
6 3.319	81 23.227-23.228-23.245	155 34.323-34.332-34.333-34.357 34.401-34.407-34.409-34.412-34.419- 34.43-34.445-34.462-34.463-34.467-
7 3.608-3.654	82 23.356-23.369-23.395	156 34.468-34.47 34.506-34.523-34.528-34.529-34.531- 34.537-34.55-34.554-34.558-34.579-
8 4.037	83 23.421-23.433-23.462-23.471 23.514-23.55-23.556-23.566-23.568-23.573-	157 34.595 34.603-34.612-34.615-34.618-34.623-
9 4.203-4.23	84 23.584-23.59	158 34.627-34.631
10 4.935	85 23.621-23.623-23.66-23.666	159 34.762-34.765-34.792 34.801-34.802-34.811-34.817-34.841-
11 5.996	86 23.702-23.709-23.717-23.718-23.73-23.745	160 34.843 35.029-35.034-35.037-35.042-35.052- 35.054-35.059-35.06-35.065-35.065—
12 11.016	87 23.802-23.861-23.878-23.882	161 35.068-35.089 35.106-35.114-35.117-35.12-35.12- 35.141-35.146-35.158-35.171-35.171-
13 12.718-12.785	88 23.95-23.957-23.964-23.967-23.969-23.993	162 35.182-35.183-35.191-35.196 35.2-35.206-35.215-35.219-35.238-
14 13.644	89 24.013-24.038-24.045-24.048-24.071-24.078	163 35.243-35.246-35.261-35.299
15 14.393	90 24.116-24.117-24.15-24.157-24.194	164 35.307-35.327-35.341-35.366

(Continúa)

Apéndice 14. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
16 14.451-14.483-14.489 14.509-14.51-14.515-14.527-14.533-14.539-	91 24.237-24.237-24.257	165 35.402-35.421-35.43-35.444-35.451- 35.451-35.453-35.46-35.474-35.480- 35.489-35.491
17 14.539-14.544-14.544-14.546-14.577-14.589	92 24.334-24.352 24.413-24.43-24.433-24.442-24.445-24.465-	166 35.541-35.544
18 14.6-14.617-14.618-14.66-14.677	93 24.467-24.477-24.484 24.501-24.514-24.521-24.523-24.523-24.538-	167 35.646-35.666-35.679
19 14.704-14.777	94 24.551-24.559-24.584 24.703-24.719-24.729-24.752-24.758-24.768-	168 35.704-35.74-35.749-35.784 35.82-35.827-35.833-35.839-35.843- 35.868-35.87-35.875-35.877-35.885-
20 14.925	95 24.792 24.808-24.808-24.824-24.83-24.83-24.851-	169 35.889 35.904-35.91-35.948-35.969-35.98-
21 15.002	96 24.857-24.867-24.873-24.888	170 35.983 36.0-36.01-36.028-36.032-36.057-36.094-
22 15.543	97 24.962 25.003-25.006-25.042-25.06-25.065-25.075-	171 36.096 36.106-36.118-36.122-36.132-36.132-
23 15.636-15.638-15.65-15.667-15.692 15.72-15.72-15.723-15.723-15.728-15.74- 15.741-15.748-15.749-15.75-15.751-15.754-	98 25.08	172 36.133-36.188
24 15.772-15.776-15.781-15.789-15.792	99 25.146-25.151-25.156-25.17-25.172-25.189 25.201-25.216-25.219-25.229-25.253-25.255-	173 36.205-36.221-36.225 36.312-36.341-36.342-36.344-36.354- 36.355-36.362-36.367-36.367-36.368-
25 15.804-15.83-15.838-15.86-15.878	100 25.267-25.281	174 36.39-36.398 36.404-36.437-36.443-36.46-36.47-
26 15.907-15.950-15.995	101 25.317-25.346-25.381	175 36.475-36.478-36.497
27 16.04-16.079	102 25.414-25.438-25.453 25.515-25.525-25.541-25.563-25.573-25.578-	176 36.515
28 16.139	103 25.584	177 36.6-36.639-36.643 36.706-36.751-36.755-36.76-36.761-
29 17.001-17.031-17.055	104 25.627-25.631-25.663-25.683	178 36.781-36.791

(Continúa)

Apéndice 14. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
30 17.104-17.107-17.169-17.175	105 25.704-25.727-25.734	179 36.807-36.842-36.852-36.852-36.855 36.916-36.927-36.941-36.945-36.945-
31 17.206-17.22	106 25.895	180 36.952-36.959-36.969
32 17.312-17.361	107 25.94-25.958-25.995	181 37.017 37.107-37.123-37.146-37.151-37.158- 37.158-37.161-37.165-37.175-37.184-
33 17.664	108 26.036-26.041-26.043-26.055-26.062-26.067- 26.084	182 37.185-37.188-37.190-37.193-37.197 37.203-37.204-37.204-37.211-37.216-
34 17.817-17.821-17.887-17.896	109 26.143-26.165-26.192	183 37.219-37.258-37.285-37.29-37.298
35 17.981	110 26.258-26.286	184 37.306-37.311-37.32-37.326-37.393
36 18.022-18.057-18.073	111 26.453-26.468	185 37.413-37.439
37 18.104-18.147-18.152	112 26.503-26.551	186 37.656-37.696
38 18.201-18.23-18.253-18.282-18.289	113 26.645-26.674-26.68-26.685	187 37.746-37.786-37.793-37.796
39 18.312-18.332-18.367	114 26.704-26.743-26.775-26.791-26.798	188 37.804-37.836-37.839-37.84
40 18.454-18.462-18.491-18.492	115 26.823-26.84-26.866-26.891	189 37.937
41 18.507-18.510-18.514-18.515-18.52-18.557	116 26.916-26.92-26.939-26.942-26.997	190 38.082 38.121-38.122-38.134-38.146-38.163- 38.164-38.173-38.179-38.18-38.18-
42 18.91-18.913-18.92-18.922-18.923-18.939	117 27.101-27.102-27.116-27.139-27.194	191 38.191-38.192
43 19.079-19.086	118 27.238-27.262	192 38.2-38.25-38.281-38.283 38.308-38.315-38.32-38.329-38.333-
44 19.14	119 27.3-27.38	193 38.337-38.347-38.352-38.357-38.382
45 19.214-19.244-19.258-19.286-19.287	120 27.454	194 38.401-38.462-38.48 38.532-38.533-38.548-38.565-38.572-
46 19.3-19.346-19.361-19.38	121 27.508-27.514-27.587-27.587	195 38.581 38.612-38.633-38.643-38.66-38.686-
47 19.454 19.503-19.507-19.515-19.526-19.548-19.551-	122 27.653-27.663-27.666-27.674-27.677-27.693	196 38.688-38.695
48 19.561-19.574-19.58-19.583	123 27.895	197 38.702-38.703-38.706-38.789 38.82-38.823-38.824-38.857-38.857-
49 19.66-19.662-19.672-19.694	124 27.922-27.935	198 38.865

(Continúa)

Apéndice 14. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto		Tiempo de retención=Compuesto		Tiempo de retención=Compuesto	
50	19.735-19.767-19.768-19.789	125	28.207	199	39.046-39.068-39.09-39.091
51	19.829	126	28.311	200	39.112-39.16
52	19.913-19.936-19.976	127	28.952-28.955-28.962	201	39.304-39.305-39.359-39.377-39.387
53	20.076-20.097	128	29.008-29.032-29.034-29.098	202	39.428
	20.1-20.105-20.124-20.126-20.133-20.152-				
54	20.153-20.168-20.183	129	29.13-29.151	203	39.506-39.547-39.592
55	20.211-20.271-20.273-20.294	130	29.221-29.229-29.286	204	39.692
	20.301-20.306-20.331-20.346-20.358-20.379-				
56	20.397	131	29.35-29.356	205	39.787
57	20.434-20.444	132	29.414-29.417-29.447	206	40.127
58	20.601-20.609-20.652-20.670	133	29.662-29.666-29.691	207	40.719-40.734-40.788
59	20.851-20.862	134	29.71-29.73-29.744-29.749-29.761	208	40.865-40.878
	20.902-20.903-20.904-20.907-20.923-20.93-				
60	20.964-20.975-20.979-20.993-20.995	135	29.823	209	41.374
	21.014-21.02-21.036-21.037-21.041-21.057-				
61	21.068-21.083-21.093	136	30.083	210	41.728-41.799
	21.1-21.103-21.106-21.106-21.124-21.144-				
62	21.147-21.174	137	30.15	211	41.913
63	21.221-21.229-21.23-21.285	138	30.537	212	42.174-42.179
	21.313-21.317-21.350-21.365-21.369-21.37-				
64	21.370-21.375-21.375-21.378-21.378	139	30.808-30.828-30.848-30.864-30.865-30.867	213	42.217-42.219
	21.412-21.422-21.426-21.448-21.45-21.475-				
65	21.477-21.491-21.497	140	30.94	214	42.496
66	21.606-21.654-21.695	141	32.375-32.378-32.392	215	42.547-42.558-42.573-42.597
67	21.708-21.749	142	32.511-32.565-32.577	216	42.642
	21.8-21.801-21.806-21.818-21.824-21.844-				
68	21.858-21.883	143	32.651	217	42.716-42.766
69	21.906-21.934-21.943-21.962-21.992-21.993	144	32.704-32.714	218	43.038-43.062-43.086
	22.004-22.018-22.025-22.034-22.038-22.045-				
70	22.049-22.058-22.09	145	32.876	219	43.112-43.187
71	22.113-22.17-22.182	146	32.904-32.934	220	44.284

(Continúa)

Apéndice 14. Listado de compuestos detectados mediante CLAD. (Continúa).

Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto	Tiempo de retención=Compuesto
22.212-22.219-22.226-22.237-22.25-22.255- 22.256-22.259-22.259-22.263-22.266-22.267-		
72 22.27-22.282-22.282-22.288	147 33.081-33.083-33.083	221 45.379
22.302-22.302-22.302-22.302-22.304-22.312- 22.313-22.323-22.325-22.325-22.33-22.331-		
73 22.357-22.36-22.364-22.376-22.388-22.396	148 33.101-33.106-33.123-33.128-33.137-33.139	222 46.645
22.427-22.437-22.459-22.463-22.469-22.472-	33.206-33.254-33.259-33.283-33.290-33.291-	
74 22.482-22.483-22.491-22.494	149 33.293	223 48.371
75 22.522-22.555-22.572-22.578-22.583		

Apéndice 15. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>
1	0	0	0	0	0	0	3.76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	2.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	16.24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.65	0	0
4	0	0	0	0	0	3.99	10.58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	2.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.64	0	0	0	0
7	0	0	0	0	4.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	94.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	4.2	0	0	0	0	0	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	12.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	10.71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	5.95	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	7.54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.84
14	0	16.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.41	0	0	0	0	0
16	15.26	0	0	0	0	2.69	0	0	0	0	5.92	0	0	0	0	0	0
17	0	16.32	0	5.01	12.42	3.28	5.67	5.67	0	0	7.69	0	0	0	0	4.22	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	6.67	3.13	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.18	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.96	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	7.85	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	3.13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	4.06	0	3.92	3.22	0	0	0	0	0	0	0	5.45	0	0	0	0	0
24	0	3.84	0	14.09	2.5	7.95	7.75	4.42	0	10.76	3.63	0	0	4.32	0	2.61	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	7.62	0	0	0	0	3.8	0	0	0
26	0	0	2.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	2.66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.04	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	8.35	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	6.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.02	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	2.87	0	2.61	0	0	0	0	0	0	0	0
31	3.45	0	0	0	0	0	0	0	0	3.71	0	0	0	0	0	0	0
32	0	6.61	0	0	0	0	0	0	3.65	0	0	0	0	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.63	0	0
34	0	0	2.67	0	0	0	0	0	2.64	0	0	0	0	0	0	0	0
35	0	0	0	0	0	0	5.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	0	15.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.14	0	0
37	0	0	2.79	0	2.93	0	0	6.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	5.42	0	0	0	0	0	0	2.8	0	3.62	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 15. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>
39	0	0	0	0	0	23.82	0	2.57	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	0	2.85	2.79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	3.92	0	0	0	0	2.75	0	3.32	15.79	2.79	0	0	0	0	0	0
42	0	0	0	0	0	0	0	0	2.63	5.1	3.25	0	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	7.28	0	0	0	0	0	0	0	2.85	0	0
44	0	0	4.33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	5.13	0	0	0	0	0	0	0	2.54	0	0	0	0	3.81
46	0	0	5.16	0	0	0	0	3.31	9.16	0	0	0	0	0	0	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	2.57	0	0	0	0	0	0	0	0
48	0	3.5	5.02	0	3.65	2.65	0	0	0	6.42	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	0	0	0	5.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	3.25	0	0	0	0	3.76	0	0	0	6.9	0
51	0	3.83	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52	4.66	3.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.99	0	0	0	0
54	5.64	0	3.99	0	0	0	0	3.15	3.89	0	0	0	0	0	0	2.56	0
55	0	0	0	0	0	11.52	0	0	0	11.19	0	0	0	0	2.81	0	0
56	0	0	4.2	0	16.18	0	0	0	0	8.18	0	0	0	0	0	0	0
57	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.71	0	0	0	8.35	0
58	2.57	0	2.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.86	0	0	0	0	0	5.11	0
60	0	0	7.53	7.72	0	0	0	22.39	6.98	4.93	0	7.08	0	0	0	0	0
61	0	3.31	3.31	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.6	0	0
62	0	0	0	0	0	0	8.64	0	15.2	0	4.71	2.65	0	4.48	0	0	0
63	0	5.74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.74	0	0	0	0
64	0	0	0	0	5.93	14.05	0	0	3.78	0	0	0	0	9.57	0	0	0
65	6.05	11.15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.83	3.49	0	0	0
66	3.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	4.36	3.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	2.8	0	0	0	0	0	5.41	0	2.93	2.85	0	4.84	0	0	0
69	3.05	0	0	0	0	0	0	3.57	0	7.24	4.53	0	0	0	0	0	0
70	0	2.87	0	4.37	0	6.71	0	0	0	0	0	4.31	0	0	0	3.93	0
71	0	6.23	0	5.51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.96	0	0
72	2.83	0	0	5.16	4.1	0	8.14	7.61	10.14	5.69	12.51	3.93	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	4.36	5.6	0	13.63	9.36	3.85	0	3.76	0	8.06	0	12.22	0
74	0	2.55	6.64	0	0	0	0	0	0	2.88	0	2.84	3.49	13.39	0	0	0
75	0	2.93	3.16	0	0	0	4.53	0	5.41	0	0	0	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	0	6.58	4.11	0	0	0	0	0	0	3.32	0

(Continúa)

Apéndice 15. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>
77	0	0	5.13	0	0	0	0	0	0	3.55	0	4.79	0	0	3.16	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.1	0	0	3.27	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	9.1	0	0	0	4.16	0	0	2.59	0	0	2.6	0
80	0	5.36	8.73	0	0	3.51	0	2.61	0	0	0	2.65	0	0	0	0	0
81	0	0	0	3.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.59	0	3.32
82	0	0	0	4.2	0	0	0	0	0	7.56	0	0	0	0	0	0	0
83	6.48	2.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.98	0	0	0	0	0
84	0	0	0	0	0	3.73	0	2.58	3.99	0	0	3.01	0	0	0	5.24	3.66
85	0	0	3.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.84	0	0
86	0	4.21	2.62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.37	0	4.72	0	2.92	0	0
88	0	0	0	0	0	0	0	2.96	6.49	0	12.65	3.69	0	3.06	0	0	0
89	0	0	3.3	0	2.56	0	0	5.24	0	0	0	0	0	0	0	7.47	0
90	0	3.14	7.96	5.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.64	2.67	0	0	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.78	0	0	0	0	0	0
93	2.58	0	0	4.14	0	0	0	4.21	3.54	0	0	0	0	3.91	3.67	0	0
94	23.32	0	6.05	0	0	0	0	0	0	0	0	7.15	0	5.04	0	0	0
95	0	2.46	3.21	7.44	0	0	0	0	0	3.69	0	3.57	0	0	0	0	0
96	5.2	0	4.39	0	2.57	3.38	0	0	4.7	6.77	0	0	4.05	0	0	0	0
97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.75	0
98	0	0	0	0	2.62	0	0	0	2.89	0	0	0	0	0	6.13	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.63	0	3.86	0	0	0	3.11	0
100	0	8.16	2.72	0	2.67	0	0	3.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	0	0	0	0	0	3.42	0	5.48	0	0	3.21	0	0	0	0	0	0
102	0	0	0	4.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
103	0	0	3.59	0	0	0	0	0	3.27	3.54	0	3.09	0	0	0	0	0
104	0	0	0	4.29	0	0	0	0	0	0	7.12	0	0	0	0	2.74	0
105	0	9.75	0	7.64	0	0	0	37.11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
106	0	2.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
107	0	0	0	0	0	0	0	0	3.78	0	0	0	2.98	0	0	0	0
108	0	5.3	4.22	0	0	0	0	0	0	3.24	0	0	0	0	9.25	0	2.88
109	0	0	3.45	3.41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.09	0	0	0	0	0	0	0
111	0	0	0	3.48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.73	0	0
112	0	0	0	0	0	7.47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.02	0	3.31	2.52	0	0	0
114	0	0	0	2.88	3.91	0	0	0	8.02	0	0	0	0	0	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 15. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>
115	0	0	2.56	0	0	6.61	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.75	0
116	0	0	5	0	6.63	0	0	0	3.61	0	0	0	2.77	0	0	0	0
117	0	0	0	2.61	0	0	0	0	0	8.98	0	0	0	0	2.67	0	0
118	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.85	0	0	0	0	0	0
119	0	0	0	4.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.61	0	0	0	0
121	0	0	0	0	8.72	0	0	0	4.14	0	0	0	0	0	0	5.94	0
122	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.58	0	0	2.52	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.53	0	0	0	0	0
124	0	0	2.87	2.63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
125	0	0	0	4.88	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0	0
127	0	10.05	0	0	0	0	0	0	0	0	4.8	0	0	2.5	0	0	0
128	0	2.87	0	0	0	5.49	0	0	0	0	0	5.92	0	0	4.68	0	0
129	0	0	0	0	2.91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.88	0
130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.26	10.99	6.03	0	0	0	0	0
131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.21	0	0	0	0	0	0
132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.69	0	0	0	0	0	6.02
133	0	0	0	0	0	0	0	0	25.86	0	0	0	0	0	0	0	20.94
134	0	12.22	15.16	14.59	0	3.2	0	0	0	0	0	27.9	0	0	0	0	0
135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.77	0	0	0	0	0	0
136	0	0	0	3.31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.49	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.17	0	0	0	0
139	0	4.43	5.17	5.14	0	0	0	0	9.83	0	0	11.14	0	0	0	0	7.74
140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.76	0	0	0	0	0	0
141	0	13.16	0	0	8.19	0	0	0	0	0	0	0	0	4.77	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	0	0	2.92	0	0	0	0	0	0	0	3.23
143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.59	0	0	0	0	0	0	0
144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.81	0	0	3.49	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.52	0	0	0	0
146	0	0	0	0	0	6.74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
147	0	0	0	5.29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.65	15.38	6.03	0	0	0	0	0
149	0	0	3.48	7.35	0	0	0	0	0	0	0	6.63	0	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	0	2.66	2.65	0	2.67	3.38	4.09	2.7	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.53	0	0	0	0	0
152	0	0	2.57	3.03	0	0	5.23	0	0	0	0	0	0	3.71	0	0	0

(Continúa)

Apéndice 15. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>
153	0	0	0	0	0	0	2.88	2.66	0	3.59	0	0	0	0	0	0	0
154	0	3.28	3.32	2.45	0	0	0	3.32	5.77	0	5.31	6.49	3.82	0	0	0	5.1
155	0	0	0	4.76	0	0	0	0	0	6.2	0	0	4.83	2.87	0	0	0
156	0	4.79	0	0	0	0	0	0	8.46	0	6.71	8.57	4.02	5.07	0	0	7.16
157	0	0	5.02	13.7	0	0	0	0	0	0	0	3.41	5.07	2.84	0	0	0
158	0	0	0	0	0	10.25	2.79	3.09	2.7	4.21	0	0	0	6.95	0	0	0
159	0	0	0	3.72	0	0	0	0	2.95	0	0	0	0	0	0	0	2.95
160	0	4.97	5.27	0	0	0	0	0	8.86	0	6.35	8.35	0	0	0	0	8.43
161	0	0	3.44	3.45	0	0	0	7.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0
162	0	4.96	0	0	3.62	0	4.17	4.73	3.75	4.02	0	2.86	3.05	0	0	0	0
163	0	0	0	0	15.8	3.12	0	0	6.75	3.11	4.52	0	0	51.14	0	0	0
164	0	0	0	0	3.47	0	0	5.14	0	0	0	0	24	0	0	0	0
165	0	3.82	3.04	2.84	0	0	0	0	6.69	0	5.56	4.43	0	2.57	0	0	5.59
166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.23	0	0	0	0
167	0	0	0	0	3.09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.99
168	0	0	0	0	0	0	0	3.46	3.15	0	0	0	0	0	0	0	0
169	0	0	0	2.87	0	0	0	3.26	0	0	3.02	0	4.05	0	0	0	8.6
170	0	0	0	0	2.52	0	4	0	4.76	0	0	0	0	5.7	0	0	0
171	0	4.38	2.68	0	0	0	0	3	0	0	3.77	4.73	0	4.04	0	0	0
172	0	0	0	0	0	0	0	0	3.23	0	0	0	2.8	2.6	0	0	0
173	0	0	0	0	0	0	0	2.67	0	2.97	0	0	0	0	0	0	0
174	0	0	0	0	2.71	0	0	0	4.04	0	0	0	3.99	0	0	2.64	3.51
175	0	0	0	0	0	0	3.8	4.51	0	4.01	2.53	0	2.73	0	0	0	0
176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.48	0	0	0	0	0
177	0	0	0	0	0	0	0	0	5.3	0	0	0	4.97	0	0	0	0
178	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.01	8.43	0	0	0	3.64
179	0	0	0	0	0	3.22	0	3.25	0	0	0	0	0	0	0	2.55	0
180	0	0	0	0	0	0	4.59	5.21	0	6.63	4	3.85	3.8	0	0	0	0
181	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	0
182	15.76	2.77	3.02	0	95.19	0	0	0	2.97	0	0	0	5.26	2.85	0	0	0
183	0	0	4.31	4.24	4.63	4.46	0	8.12	0	7.49	7.2	0	0	0	0	0	4.43
184	0	0	0	0	0	0	4.1	3.85	0	5.68	0	3.67	0	0	0	0	0
185	0	0	0	0	0	0	0	0	5.02	0	0	0	0	0	0	0	0
186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.73	0	0	0	0	0	0
187	0	0	0	0	30.23	0	0	5.19	0	0	0	2.54	0	0	0	0	0
188	0	0	0	0	0	0	3.56	0	0	4.86	0	0	0	0	0	0	0
189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.51	2.92	0	0	0	0	0
190	0	4.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

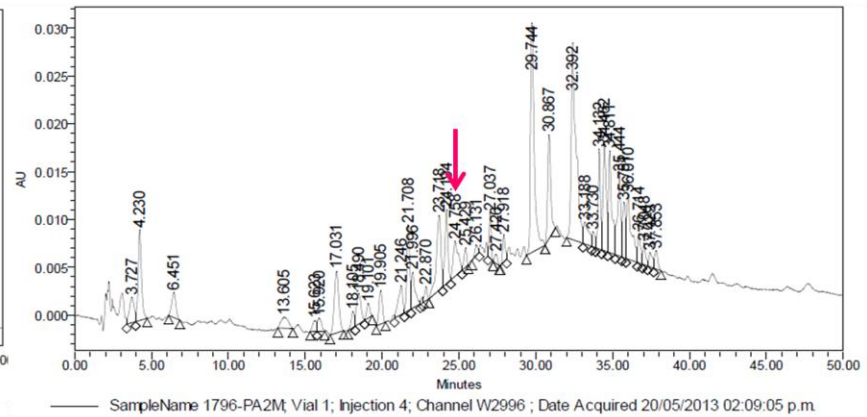
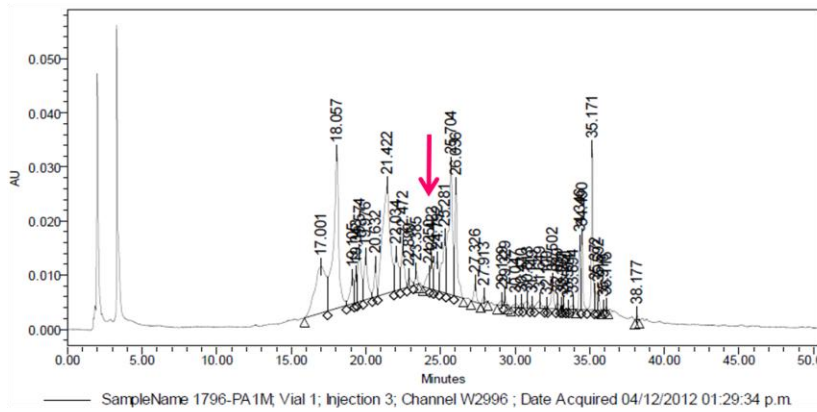
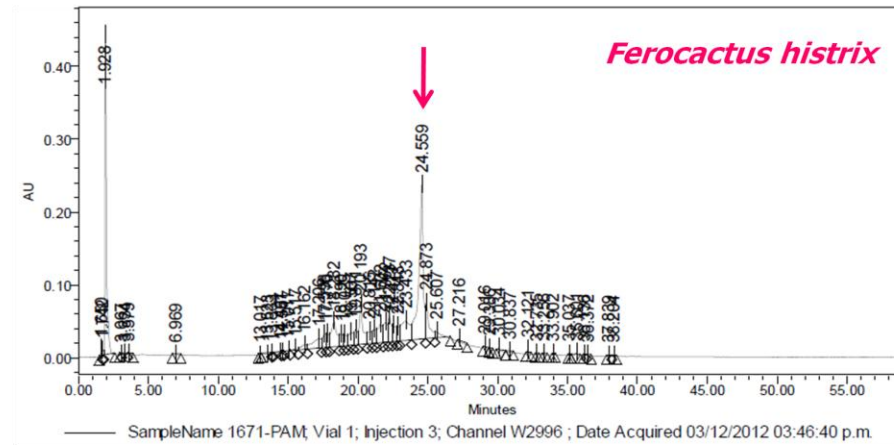
(Continúa)

Apéndice 15. Matriz de datos. Las columnas corresponden a las especies (ver abreviaturas cuadro 2), las filas a los caracteres (metabolitos secundarios), (ver listado compuestos en el apéndice 10). (Continúa).

	<i>Fhis</i>	<i>Fhae</i>	<i>Fma</i>	<i>Fre</i>	<i>Ffo</i>	<i>Frep</i>	<i>Fgra</i>	<i>Fcyto</i>	<i>Fchrygra</i>	<i>Fpe</i>	<i>Ftow</i>	<i>Frec</i>	<i>Fwi</i>	<i>Fala</i>	<i>Fham</i>	<i>Fech</i>	<i>Frob</i>
191	0	0	3.52	0	2.57	0	0	0	0	0	0	0	0	2.8	0	17.73	0
192	0	0	0	0	0	0	0	3.05	0	0	0	0	3.62	5.72	0	0	3.52
193	0	0	0	0	0	0	3.45	5.22	3.07	8.74	6.94	4.83	0	0	0	4.45	0
194	0	0	0	2.86	0	0	0	0	0	0	0	6.08	0	0	2.89	0	0
195	0	5.41	3.17	0	0	0	0	0	3.33	0	0	0	0	6.97	0	0	0
196	0	0	3.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.54	0	0	8.83	3.72
197	0	0	0	0	0	0	0	3.73	0	0	0	3.02	0	5.05	0	0	0
198	0	0	0	0	0	0	4.33	5.84	3.03	10.27	7.23	0	0	0	0	0	0
199	0	0	0	0	0	0	0	0	2.51	0	0	4.74	0	0	0	0	0
200	0	0	2.53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
201	0	0	0	0	0	0	0	4.51	0	6.02	3.22	0	0	0	0	7.81	0
202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4	0	0	0	0	0
203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.88	0	6.83	0	0
204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.45	0	0	0	0	0
205	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.42	0	0	0	0
207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.66	0	0	0	0	5.45	0
208	0	0	0	0	0	0	0	2.76	0	0	0	0	0	0	12.82	0	0
209	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.87	0	0	0	0	0
210	0	0	0	3.82	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.86	0	0	0
212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.3	0	0	0	0	0	12.44
213	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.03	0	0	0	0	16.94	0	0
214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.31	0
215	0	0	0	4.05	0	0	0	0	0	0	0	2.9	0	0	0	0	0
216	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.45	0	0	0	0	0	0
217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.15	0	0	0
218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.88	0	0	0	0	0	6.79
219	0	4.55	0	0	0	0	0	0	0	9.02	0	0	0	0	0	0	0
220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.74	0	0
221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.82	0	0
222	0	0	0	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21.7	0	0

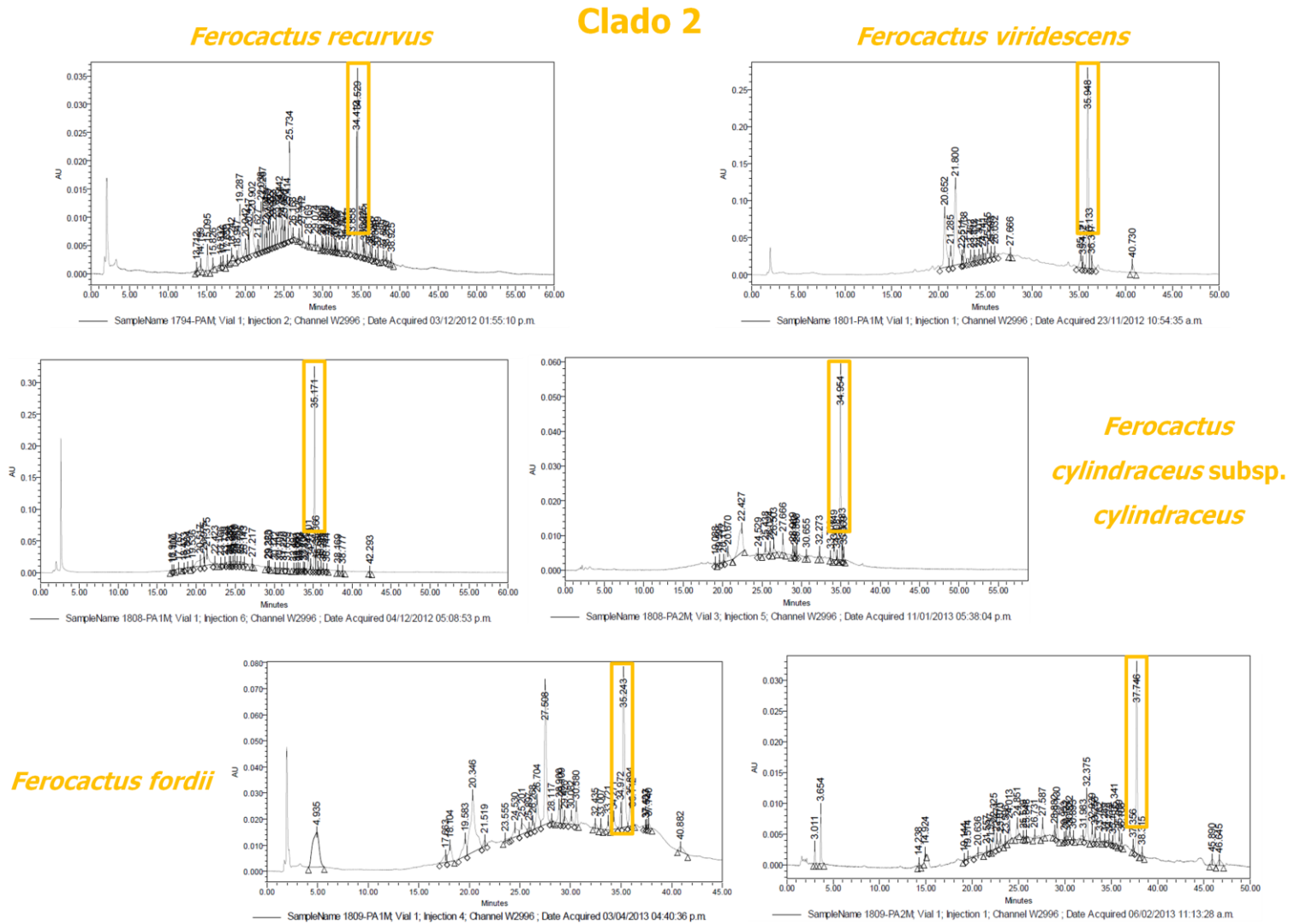
Apéndice 16. Cromatogramas de las especies del clado 1, obtenidas mediante CLAD.

Clado 1



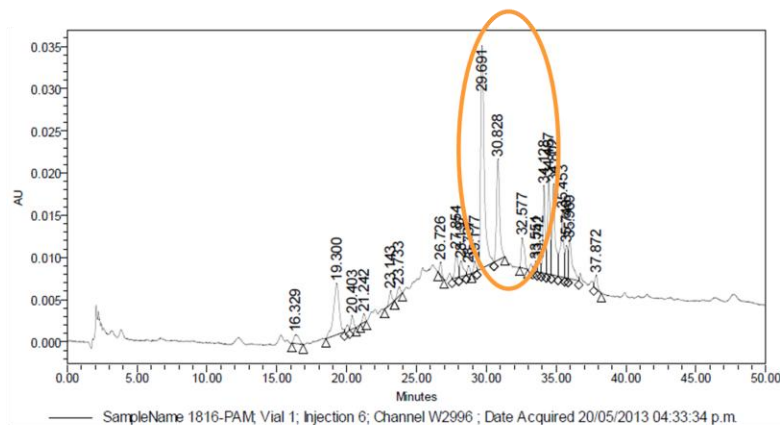
Ferocactus haematacanthus

Apéndice 17. Cromatogramas de las especies del clado 2, obtenidas mediante CLAD.

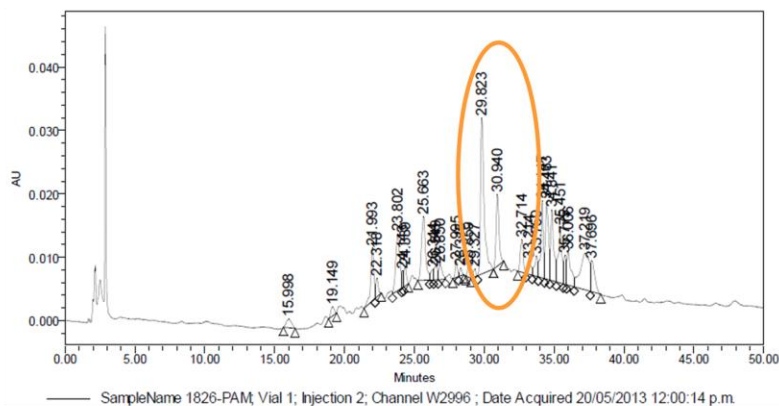


Apéndice 18. Cromatogramas de las especies del clado 3, obtenidas mediante CLAD.

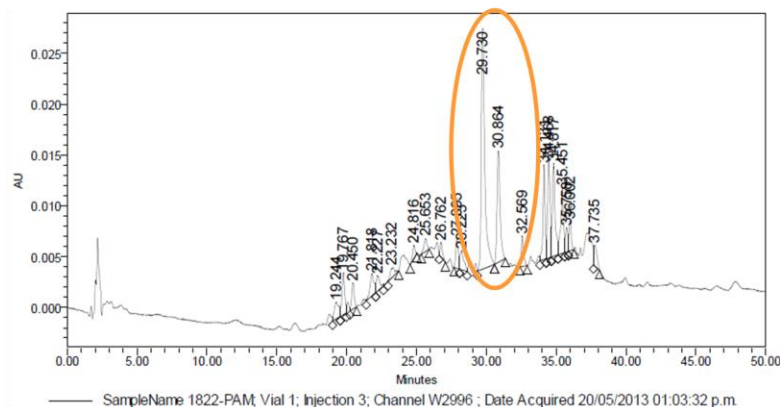
Clado 3



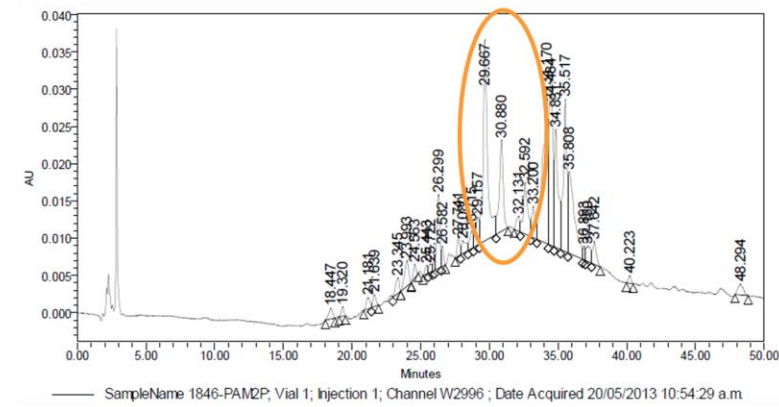
Ferocactus chrysacanthus
subsp. *grandiflorus*



Ferocactus towsendianus



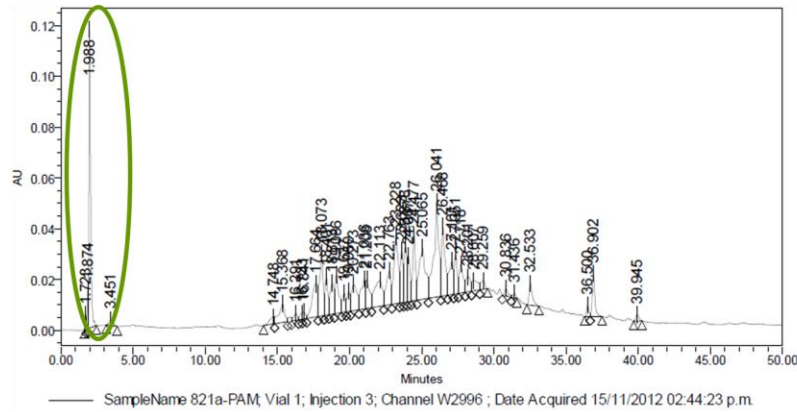
Ferocactus rectispinus



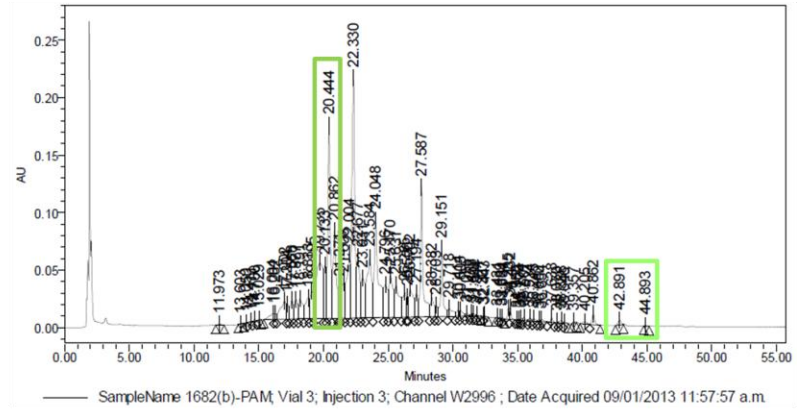
Ferocactus alamosanus

Apéndice 19. Cromatogramas de las especies del clado 4, obtenidas mediante CLAD.

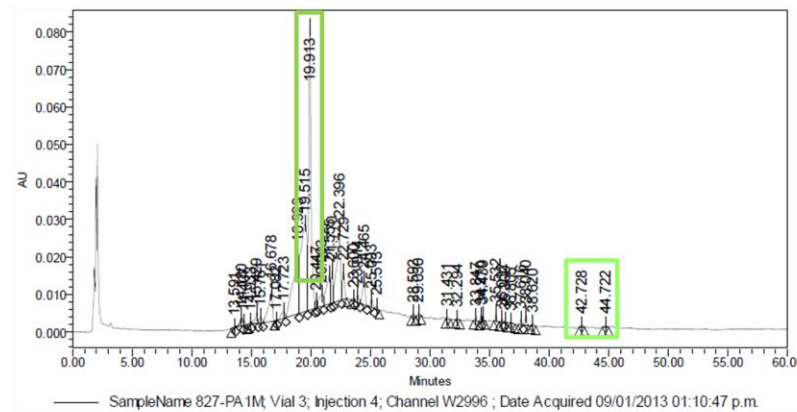
Clado 4



Ferocactus hamatacanthus



Ferocactus echidne



Ferocactus pilosus

