

**ESCOLA UNIVERSITÀRIA POLITÈCNICA DE MANRESA**

*Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals*

**ESTUDI DELS MARCADORS  
BIOMARCADORS DE CONQUES  
ALTAMENT REDUCTORES**

Autor: Miquel Cabrera Ortega  
Director: F. Xavier de las Heras i Cisa

Juny, 1999

### **3. LA CONCA D'ORCE**

### 3. LA CONCA D'ORCE

#### 3.1 INTRODUCCIÓ

L'interès de la conca d'Orce s'atribueix al descobriment d'importants jaciments paleontològics amb restes antropogèniques. La localització d'aquests es remunta a la segona meitat de la dècada dels setanta, quan el Museu de Paleontologia de Sabadell va endegar l'estudi paleontològic dels sediments del Quaternari. La conca d'Orce (Granada) va ser una de les zones seleccionades, per la seva excepcional sedimentació contínua des del Pliocè superior fins el Plistocè mitjà. Al 1976, es trobà el jaciment paleontològic de Venta Micena, on es creu que hi havia un cau de carronyers situat a les vores d'un paleollac. Els animals que eren caçats pels grans carnívors *Homotherium* a les planures de gramínies, periòdicament inundades o zones de pantans, foren transportats fins al cau per les hienes (*Pachycrocuta brevirostris*). Els fòssils quedaren atrapats en basses d'aigua dolça de l'interior de les planures, a les vores dels pantans o als meandres d'antics rius (Campillo i Gibert, 1996).

Al 1982 s'iniciaren les excavacions de forma intensiva. En aquesta fase es trobà un fragment cranial que es considerà atípic i difícil d'adscriure a la fauna de mamífers no humans presents al jaciment (Campillo i Gibert, 1996).

La troballa d'aquest petit fragment fòssil cridà l'atenció a la comunitat científica. A mitjans del 1984 s'inicià una polèmica sobre el seu possible origen no humà. Malgrat els estudis realitzats, la polèmica ha continuat (Moyà-Solà i Köhler, 1997) fins avui (Tobias, 1999).

Fins fa pocs anys, la presència humana a la península ibèrica era la més recent del nostre continent, amb una antiguitat inferior als 200.000 anys. Després de les troballes a Atapuerca (Burgos), l'edat dels primers habitants retrocedeix a 750.000 anys (Carbonell *et al.*, 1995; Parés i Pérez-González, 1995; J. Gibert, 1999). Abans del sorprenent descobriment al jaciment de Burgos, les dades més antigues procedien de l'home de Mauer a l'Europa central amb uns 500.000 o 700.000 anys i els homes de Tautavel, al sud de França amb poc més de 400.000 anys. Ningú no imaginava la possibilitat de trobar homínids al sud de la península ibèrica fa uns 1.6 milions d'anys (Martínez *et al.*, 1997), segons la hipòtesi establerta que suggereix un desplaçament dels homínids des d'orient fins a occident. S'han proposat moltes hipòtesis per explicar com els homínids van arribar a una zona tan meridional, en qualsevol cas, la troballa de grans quantitats de restes antropogèniques suggereix l'assentament d'aquests al sud de la península (Campillo i Gibert, 1996). En aquest sentit, la publicació en la revista *Antiquity* de les indústries lítiques trobades en els jaciments de Barranco León i Fuentenueva 3a estableix la presència humana en la regió d'Orce al voltant dels 2 milions d'anys, i obre noves vies d'investigació, com la hipòtesi que els nostres avantpassats passessin per l'Estret de Gibraltar, abandonant, per tant, la teoria de la "cronologia curta" (J. Gibert *et al.*, 1999) segons la qual, l'ocupació humana d'Europa té lloc de forma ininterrompuda a partir de l'any 500.000 a.C. (J. Gibert, 1999).

### 3.2 SITUACIÓ GEOLÒGICA

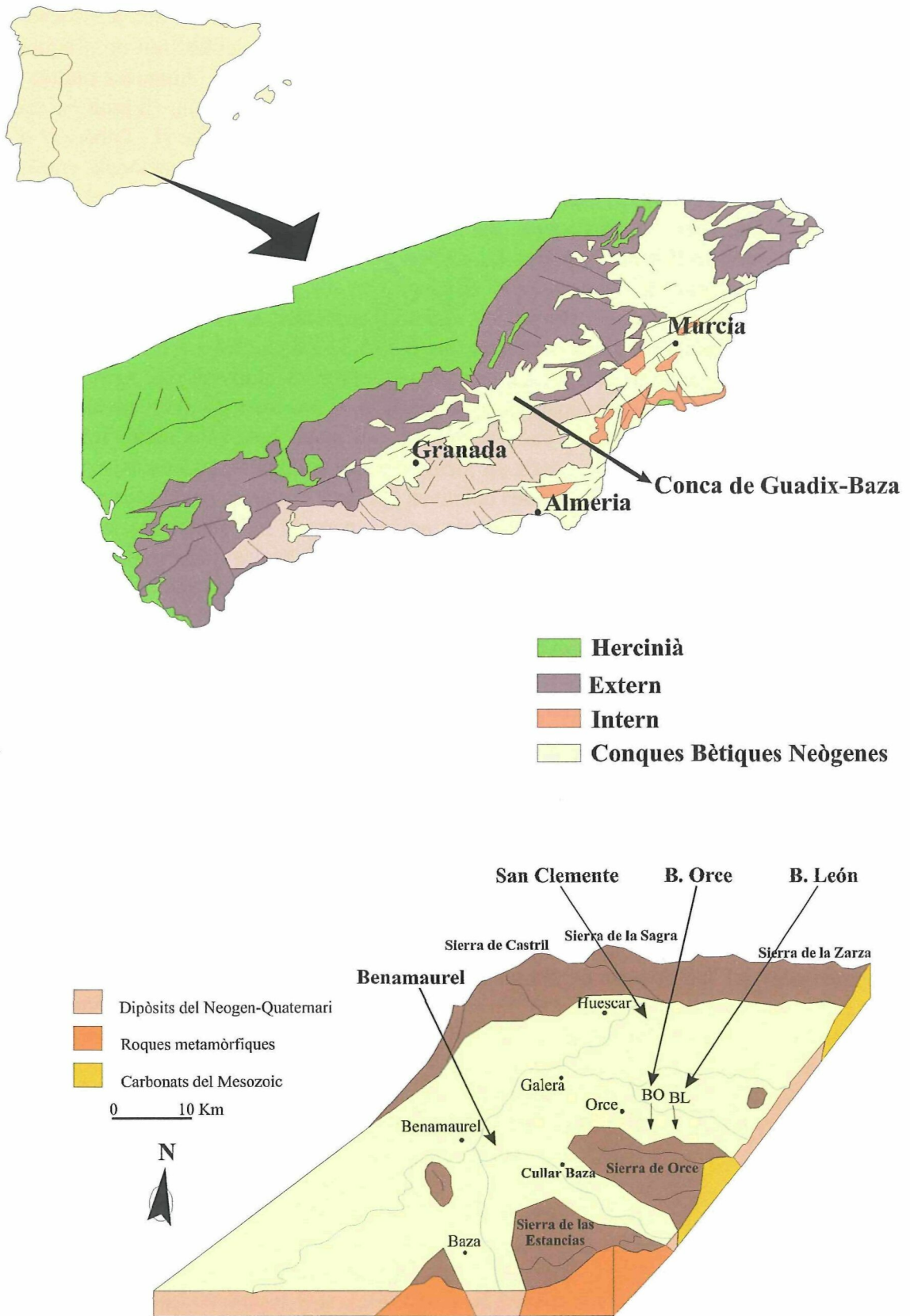
Durant el Miocè superior (Tortonà), les dues unitats estructurals més importants de la serralada Bètica van ser sotmeses a intensos processos tectònics que provocaren la formació d'un gran nombre de conques sedimentàries. La més important, per la seva extensió, fou la conca de Guadix-Baza, la qual es separà de la resta i evolucionà a una conca de tipus continental a finals del Miocè (Turolà; L. Gibert *et al.* 1999b,c). La conca de Guadix-Baza es situa en una zona tectònicament activa des del Miocè inferior (Burdigalià) fins a l'actualitat. Durant aquest període, la conca passà per estadis tectònicament compressius a distensius.

Els trets característics de la conca són els grans afloraments continentals d'origen sedimentari, originats parcialment per l'acció glacial, que durant el Quaternari, va erosionar i redipositar els sediments del Plio-Plistocè. Els dipòsits romanents pertanyen principalment al Plistocè inferior i es correlacionen amb l'últim període glacial i interglacial. Aquests sediments consisteixen en dipòsits d'origen fluvial i lacustre. La climatologia durant els períodes glacials fou temperada degut a la proximitat de la conca a una latitud subtropical (L. Gibert *et al.* 1999c).

Els sediments que es dipositaren a la conca al llarg del Plio-Plistocè foren, majoritàriament, d'origen fluvial al SE i lacustre al NE. Els sediments lacustres més recents es formaren a principis del Plistocè superior, fa uns 100.000 anys. Immediatament després, tota la regió es va aixecar i s'establí l'actual sistema fluvial. La successió dels sediments acumulats durant tot el Neogen fins al Quaternari s'alcen a la zona central de la conca i assoleixen més de 1000 m (L. Gibert *et al.* 1999c).

La conca d'Orce es troba al sector nord-oriental de la depressió Guadix-Baza a la província de Granada (**figura 1**). Durant el Plio-Plistocè, aquesta zona estava ocupada per un llac meromíctic, poc profund, amb una superfície aproximada d'uns 1000 Km<sup>2</sup>. El centre del qual es situava en el terme municipal de Benamaurel (L. Gibert *et al.*, 1999c).

Els estudis estratigràfics, sedimentològics i petrogràfics indiquen que el llac era d'aigües somes, amb una franja palustre ben definida. El reduït coeficient batimètric d'aquesta zona deixava al descobert una gran part de la seva superfície, que podia arribar a ser, en alguns casos, d'alguns quilòmetres quadrats, durant els períodes de descens del nivell del llac. La profunditat del centre del llac fou suficient per permetre un nivell freàtic permanent (L. Gibert *et al.*, 1999b,c).

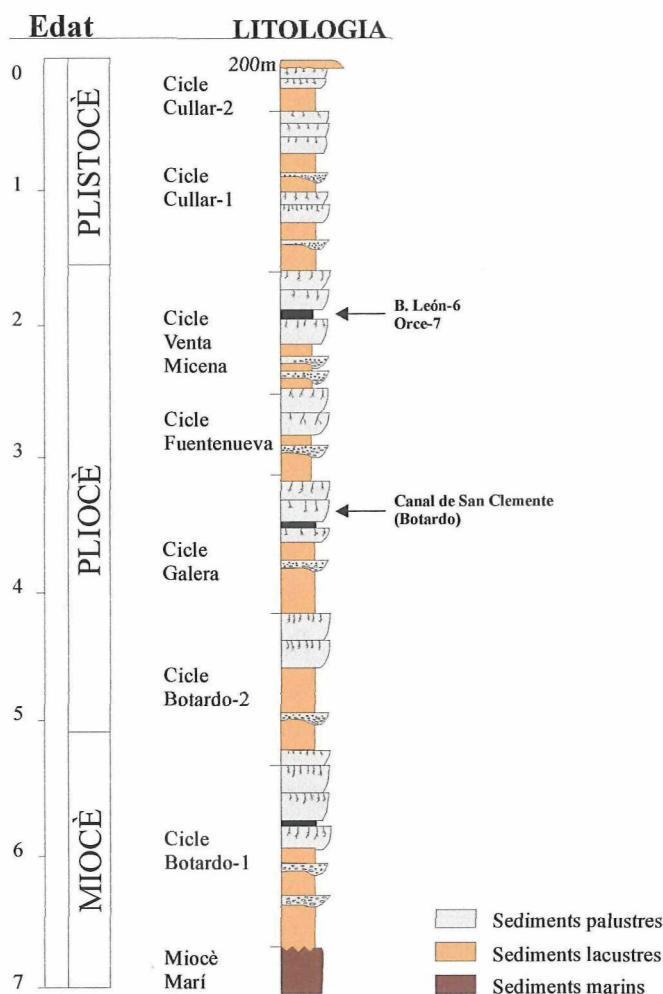


**Figura 1:** Localització de la conca Guadix-Baza i situació de les mostres estudiades al sector nord-oriental d'aquesta depressió (L. Gibert *et al.*, 1999a,b).

El llac va experimentar una sèrie de cicles o oscil·lacions del seu nivell que s'associen a unitats fluvio-al·luvials, formades en períodes de retracció del paleollac (en un d'aquests cicles, la línia de llac podria haver retrocedit al voltant dels 14 Km). Aquestes unitats es van cobrir amb dipòsits lacustres quan el nivell de les aigües augmentà. El límit de cada cicle es pot correlacionar amb les pujades o baixades del nivell del llac (L. Gibert *et al.*, 1999b,c). Fins al moment, s'han descrit un mínim de set cicles deposicionals entre el Miocè superior (Turolia) i el Plistocè superior. Aquests cicles comencen amb el descens del nivell del llac, per l'expansió dels dipòsits al·luvials, que, per posterior transgressió, es cobreixen amb sediments lacustres (L. Gibert *et al.* 1999b). Cada cicle deposicional rep el nom del jaciment paleontològic contingut en ell. Així, per ordre d'antiguitat, trobaríem els cicles Botardo-1, Botardo-2, Galera, Fuentenueva, Venta Micena, Cullar-1 i Cullar-2, que comencen, respectivament, als 6.3, 5.5, 3.8, 3, 2.4 i 1.6 milions d'anys (**figura 2**), en el moment en què es formen els membres al·luvials (L. Gibert *et al.* 1999b). Aquests set cicles principals estan subdividits, al seu torn, en altres de secundaris que es formaven sovint dins de cada oscil·lació del nivell base. Els cicles minoritaris s'identifiquen als marges de la conca en forma de successions de paleosols, constituint una prova de les fluctuacions contínues del nivell del llac. Aquestes oscil·lacions es posen de manifest per la seqüència de paleosols en els marges o l'alternança dels nivells evaporítics i detrítics en les zones centrals. Encara que els cicles minoritaris identificats en les zones centrals de la conca (centimètrics i mil·limètrics) són clarament d'origen climàtic, resulta molt més complicat argumentar el mateix per als set cicles de rang major (centenars de milers d'anys; L. Gibert *et al.* 1999b).

Els paleosols són hipercalcimorfes (90-99% CaCO<sub>3</sub>) i mostren diferents característiques pedològiques (arrels, nòduls calcaris, cavitats buides, crostes i esporàdicament fòssils de mamífers). El grau de desenvolupament del sòl no és del mateix ordre en tots ells: els més importants mostren una continuïtat lateral, molt útil per establir correlacions amb els marges al voltant del llac (L. Gibert *et al.* 1999c).

Cada cicle sedimentari s'inicia amb el descens del nivell base de la conca degut als canvis paleoclimàtics (L. Gibert *et al.* 1999b,c). Generalment, les caigudes del nivell del llac estan en fase amb les del mar (L. Gibert *et al.* 1999b). La influència del clima en la sedimentació del llac es posa de manifest en els dipòsits laminats de Benamaurel, on les capes evaporítics s'alternen amb capes carbonatades, formant cicles centimètrics o mil·limètrics. Els materials fluvials es correlacionen amb baixades de nivell del llac i s'associen a períodes de clima sec o fred. En canvi, els sediments d'origen lacustre corresponen a augments del nivell del llac i s'associen a períodes més càlids, de gran humitat (L. Gibert *et al.* 1999b,c). Els jaciments de mamífers acostumen a trobar-se dins els membres lacustres de cada cicle, generalment en dipòsits de tipus lacustre i lacustres afectats per processos edàfics. Cada cicle deposicional coincideix amb una important ruptura faunística provocada pels canvis climàtics. En aquest sentit, el registre sedimentari, trobat en els set cicles deposicionals, permet establir un nombre determinat de renovacions faunístiques de rang major. En general, cada cicle conté un grup de fauna diferent, per tant, entre cicle i cicle es donen canvis que provoquen l'extinció, immigració i evolució d'espècies de mamífers que poblaven la conca (L. Gibert *et al.* 1999b,c).



**Figura 2:** Columna estratigràfica del sector nord-oriental de la conca Guadix-Baza. S'indiquen els set cicles deposicionals i la situació de les mostres estudiades. La mostra Benamaurel-1 no ha estat possible situar-la a la columna, donat que la seva antiguitat fins al moment és desconeguda, encara que probablement es trobi entre els Cicles Fuentenueva i Venta Micena (L. Gibert *et al.*, 1999a,b).

Les relacions isotòpiques de l'oxigen en els fosfats de dents fòssils de mamífers apunten a períodes càlids durant la formació dels membres lacustres dels cicles Fuentenueva, Venta Micena, Cullar-1 i Cullar-2. Aquests períodes càlids correspondrien a períodes interglacials de major humitat, mentre que els associats a regressions del llac poden correspondre a períodes freds i secs (glaciacions, L. Gibert *et al.* 1999b).

En aquest sector de la conca de Guadix-Baza, els cicles sedimentaris estan formats per fàcies d'origen **fluvio-al·luvial** i de tipus **lacustre**, que caracteritzen els diferents ambients deposicionals associats a l'evolució paleogeogràfica d'aquesta zona durant el Plio-Plistocè.

Les **fàcies fluvio-al.luvials** es caracteritzen per presentar **sols plans, canals fluvials, ventalls al.luvials i fàcies deltaïques**.

Els **sols plans** estan molt estesos en el marge NE de la conca i especialment a l'àrea d'Orce i Cullar. Aquesta fàcies es caracteritza per una tonalitat vermellova deguda a la presència de lutites vermelles.

Els **canals fluvials** són de dos tipus: en el sector sud de la conca es troben uns canals que flueixen cap al paleollac des de l'Est de la Serralada Bètica amb direcció E-NE, mentre que al NE s'observen altres en forma de meandres que provenen del NE i continuen cap a l'Est.

Els **ventalls al.luvials** consisteixen en capes de conglomerats dipositades per les riuades durant els períodes d'inundacions. Aquestes fàcies es troben a les zones més marginals i estan formades per canals estacionaris. En direcció al llac, aquestes fàcies s'intercreuen amb roques d'origen lacustre.

Les **fàcies deltaïques** es generen quan els canals fluvials arriben al llac. Aquests dipòsits estan formats principalment per capes gruixudes de sorra.

En canvi, les **fàcies lacustres** es caracteritzen per **zones palustres, marges lacustres carbonatats i àrees lacustres centrals**.

Les **zones palustres** sempre es situen en les àrees més marginals de la conca. Es caracteritzen per la presència d'estrats foscos que contenen lignit. Aquests nivells adquireixen diferent tamany de gra (argila a sorra). Normalment, també s'hi troben restes d'arrels, gasteròpodes i fòssils de mamífers. La majoria dels jaciments que contenen micromamífers fòssils es situen en aquest tipus de sediments.

Els **marges lacustres carbonats** es caracteritzen per llims pedogènicament modificats i es localitzen en la zona litoral del llac, on es produeixen oscil·lacions freqüents en el nivell de l'aigua. Els materials que formen aquestes fàcies són llims lacustres, els quals poden contenir restes de gasteròpodes i ostràcodes, així com relleus formats per l'exposició del sòl a la intempèrie.

Finalment, a la **zona lacustre central** es distingeixen grans dipòsits formats per l'alternança de capes contínues, molt primes de materials detrítics i de sediments formats per precipitació química, principalment guix. Aquests dipòsits apareixen al SO de la zona estudiada (cap a Benamaurel, L. Gibert *et al.* 1999c).



### 3.3 ANÀLISI ELEMENTAL

Les mostres estudiades es recolliren en diferents afloraments del sector nord-oriental de la depressió Guadix-Baza (**figura 1**). Es van seleccionar un total de quatre mostres, una del fons del paleollac i, la resta, de diferents zones marginals del llac, on s'hi troben importants jaciments paleontològics. A cada mostra se li va assignar un nom i número, o simplement un nom. Així, la mostra **Benamaurel-1** correspondria al fons del llac i les altres mostres serien representatives de les àrees més marginals del llac: **Canal de San Clemente (Botardo)**, **Barranco León-6** i **Orce-7**, amb la particularitat de què les dues darreres pertanyen al mateix cicle deposicional (Venta Micena).

L'antiguitat de les mostres encara no està totalment establerta. Els estudis realitzats fins ara, indiquen que la mostra **Canal de San Clemente** seria la més antiga (al voltant dels 3 milions d'anys), donat que fins ara no han estat estudiats els fòssils de la mostra **Benamaurel-1**. En canvi, a les mostres **Barranco León-6** i **Orce-7** se'ls atribueix una edat propera als dos milions d'anys (J. Gibert *et al.*, 1999; L. Gibert *et al.*, 1999a).

Des del punt de vista litològic, les argiles són els materials més abundants en totes les mostres i no s'observen diferències significatives entre elles, llevat del color negre de les roques on han estat recollides les mostres **Barranco León-6** i **Orce-7**, que s'ha associat a un lignit (L. Gibert *et al.*, 1999b).

**Taula1:** Anàlisi elemental de les mostres de la conca d'Orce.

Mostra	%C	%S	S/C	%CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>
Orce-7	9.5	1.12	0.044	0.6
B. León-6	8.4	1.22	0.054	0.3
C. San Clemente	2.2	0.23	0.039	14.3
Benamaurel-1	3.3	0.63	0.071	45.4

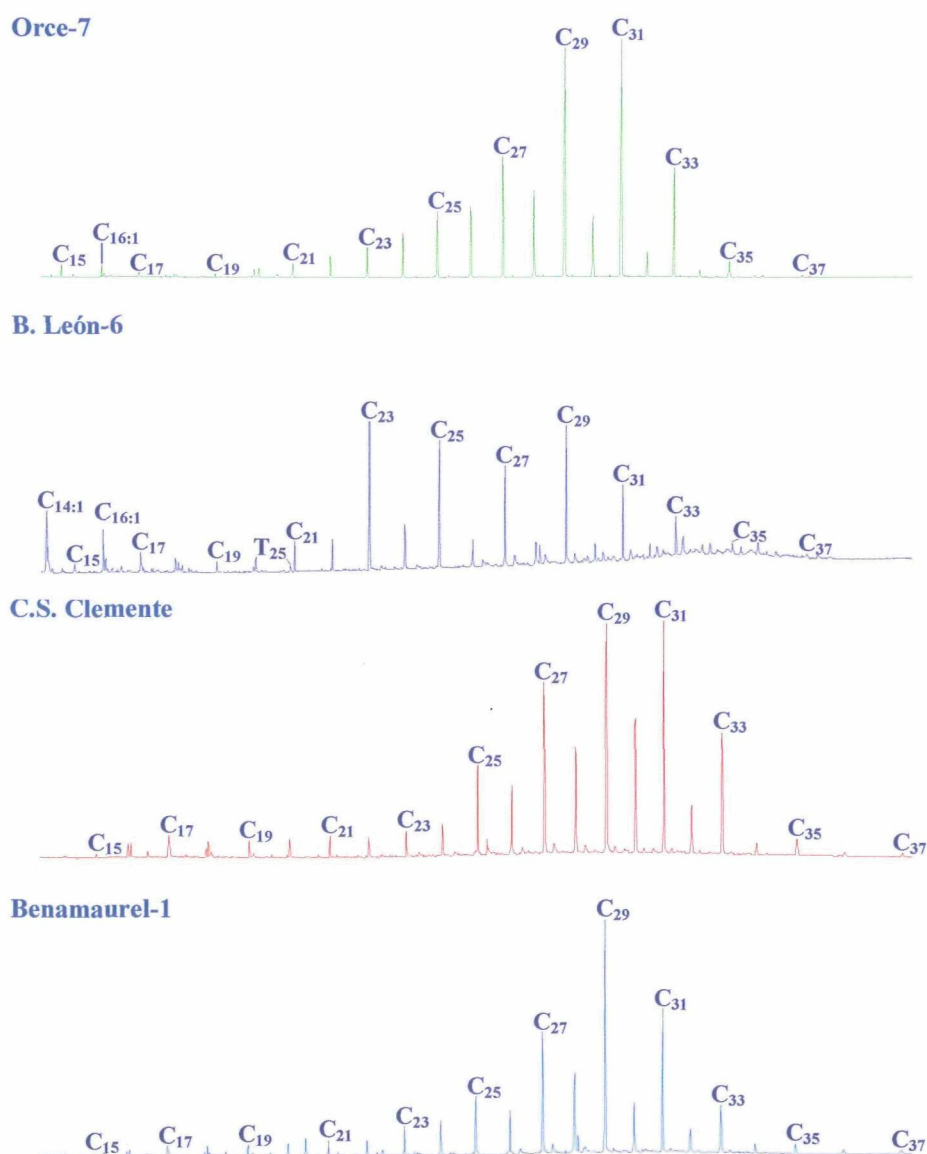
## 3.4 ANÀLISI DE LA FRACCIÓ LIPÍDICA

### 3.4.1 COMPOSTOS ACÍCLICS

#### 3.4.1.1 COMPOSTOS HIDROCARBONATS.

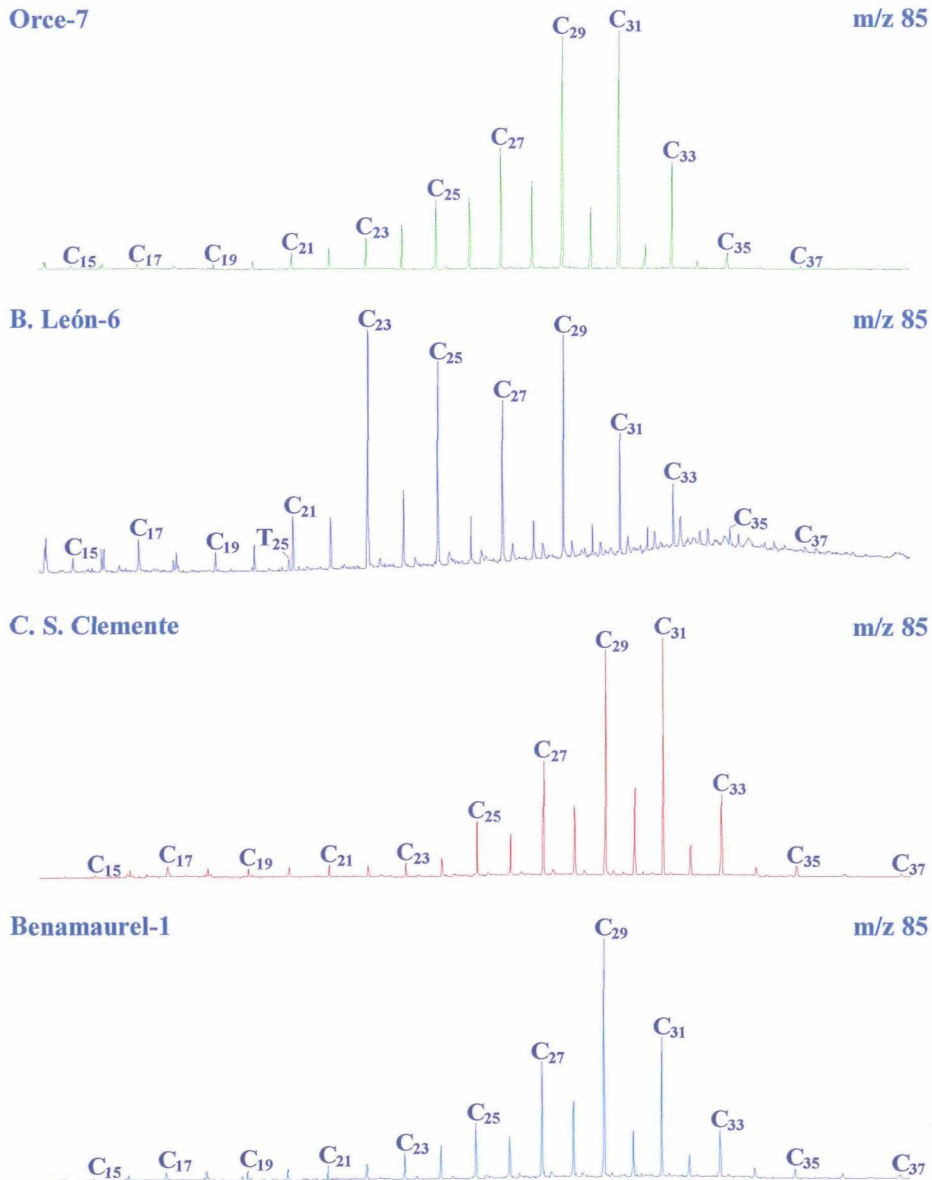
##### ALCANS LINEALS

A la **figura 3** es presenten els cromatogrames de la primera fracció de les mostres de la conca d'Orce. Com es pot observar, els *n*-alcans són els hidrocarburs més abundants.



**Figura 3:** Fragmentograma de masses de la primera fracció de les mostres **Orce-7**, **B. León-6**, **Canal de San Clemente (Botardo)** i **Benamaurel-1**. Els pics marcats amb el símbol C<sub>n</sub> són els alcans lineals, mentre que el símbol C<sub>n:1</sub> es refereix als alquens d'n àtoms de carboni amb una insaturació en la posició 1 i T<sub>25</sub> és l'alcà isoprenoide altament ramificat 2,6,10,14-tetrametil-7-(3-metilpentil)pentadecà.

A la **figura 4** s'il·lustren els fragmentogrames de masses ( $m/z$  85) dels  $n$ -alcans.



**Figura 4:** Fragmentograma de masses dels alcans lineals ( $C_n$ ,  $m/z$  85) de les mostres **Orce-7**, **B. León-6**, **Canal de San Clemente (Botardo)** i **Benamaurel-1**. Els hidrocarburs alifàtics lineals s'indiquen amb el símbol  $C_n$ , on  $n$  és el nombre d'àtoms de carboni de l'alcà i  $T_{25}$ , és l'hidrocarbur isoprenoide altament ramificat de 25 àtoms de carboni.

Les distribucions dels alcans lineals es caracteritzen per ser bimodals, amb l'excepció de **Benamaurel-1** i **Barranco León-6** que són unimodal i trimodal, respectivament. A la major part de les mostres hi predominen els homòlegs de longitud de cadena gran, entre  $C_{29}$  i  $C_{31}$ , amb l'excepció de **Barranco León-6**, on el tricosà és el majoritari. El

predomini senar s'observa entre els hidrocarburs de longitud de cadena més gran, a partir de C<sub>21</sub> (**Barranco León-6**) i C<sub>25</sub> a la resta de mostres, fins a C<sub>33</sub>-C<sub>35</sub>.

Les distribucions dels alcans lineals indiquen que els precursors d'aquests provenen d'una barreja d'aports. En general, els aportes majoritaris són d'origen al·lòcton, provinents de plantes superiors (Eglinton *et al.*, 1962; Eglinton i Hamilton, 1963,1967; Tulloch, 1976; Kawamura *et al.*, 1987; Bianchi *et al.*, 1993; Disnar i Harouna, 1994; Vioque *et al.*, 1994; Hietala *et al.*, 1995; Rieley *et al.*, 1995; Osborne i Stevens, 1996) o fins i tot d'origen algal, no s'ha d'excloure que aquests darrers puguin ser els més abundants (Nichols *et al.*, 1988; Viso *et al.*, 1993; Lichtfouse *et al.*, 1994; Colombo *et al.*, 1996, 1997; Volkman *et al.*, 1998). Altres precursors més minoritaris podrien ser les moltes (màx: C<sub>25</sub>-C<sub>31</sub>), els joncs (màx: C<sub>27</sub>) i els líquens (màx: C<sub>31</sub>) (Zygadlo *et al.*, 1993; Ficken *et al.*, 1998).

### ALCANS ISOPRENOIDES

El pristà i el fità es presenten en quantitats pràcticament inapreciables. La relació pristà/fità és superior a la unitat en totes les mostres, la qual cosa apunta al caràcter oxidant del medi deposicional (Didyk *et al.*, 1978), sense tenir present les limitacions d'aquest paràmetre com a indicador de les condicions redox (Goossens *et al.*, 1984; Tissot i Welte, 1984; ten Haven *et al.*, 1987d).

### ISOPRENOIDES ALTAMENT RAMIFICATS

A la mostra **Barranco León-6** s'ha trobat, en petites quantitats, l'hydrocarbure d'estructura isoprenoide altament ramificat (IAR) 2,6,10,14-tetrametil-7-(3-metilpentil)pentadecà (C<sub>25</sub>). L'origen d'aquest compost encara no està totalment resolt, no obstant això, l'homòleg ramificat de C<sub>25</sub> amb dues insaturacions (Yruela *et al.*, 1990; Hird *et al.*, 1992; Belt *et al.*, 1994) s'ha trobat en comunitats bentòniques amb abundant presència de diatomees (Summons *et al.*, 1993). Els estudis recents posen de manifest que les algues diatomees són els precursors biològics dels alguns isoprenoides altament ramificats C<sub>25</sub> i C<sub>30</sub> trobats en mostres geològiques (Sinninghe Damsté *et al.*, 1999). En aquest sentit, Volkman *et al.* (1998) i Sinninghe Damsté *et al.* (1999) han comprovat, respectivament, que la diatomea marina *Rhizosolenia* sp. d'Austràlia i de l'Atlàntic Nord, sintetitzen l'alquè altament ramificat de 25 àtoms de carboni. Sinninghe Damsté *et al.* (1999) també observaren que en augmentar la temperatura de l'aigua, disminuïa relativament la contribució de l'IAR C<sub>25:5</sub> respecte els hidrocarburs totals.

Els hidrocarburs isoprenoides altament ramificats es troben àmpliament distribuïts en la geosfera (Rowland i Robson, 1990) en forma d'alcans, alguns i compostos orgànics sofrats. Aquests compostos presenten esquelets de 20, 25, 30 o 35 àtoms de carboni. L'estructura de l'homòleg alcà de 20 àtoms de carboni, el 2,6,10-trimetil-7-(3-metilbutil)dodecà està formada per quatre unitats isoprenil (Yon *et al.*, 1982). Les estructures de la resta dels homòlegs es creu que deriven del C<sub>20</sub> per addició d'una unitat isoprenil al final de la cadena lateral tal i com es va suggerir per l'hydrocarbure ramificat C<sub>25</sub> (Bayona *et al.*, 1983). Les estructures dels hidrocarburs altament ramificats de C<sub>20</sub> [2,6,10-trimetil-7-(3-metilbutil)dodecà] (Yon *et al.*, 1982), C<sub>25</sub> [2,6,10,14-tetrametil-7-

(3-metilpentil)pentadecà] (Robson i Rowland, 1986) i C<sub>30</sub> [2,6,10,14,18-pentametil-7-(3-metilpentil)nonadecà] (Robson i Rowland, 1988) van ser determinades per síntesi. Hoefs *et al.* (1995a) van identificar l'esquelet de l'homòleg de C<sub>35</sub> [2,6,10,14,18,22-hexametil-7-(3-metilpentil)tricosà], el qual es presenta en forma d'alquè amb 7 insaturacions. A part d'aquests, Rospondek *et al.* (1997) van identificar per primera vegada l'alca ramificat de 26 àtoms de carboni [2,6,10,13,14-pentametil-7-(3-metilpentil)pentadecà] en mostres de la Formació Menilite de Polònia.

Aquests compostos han estat descrits en una gran varietat de materials geològics tant recents com antics i des d'ambients lacustres a hipersalins. Entre altres exemples de mostres recents, destaquen els sediments marins costaners de Florida (Gearing *et al.*, 1976) on es van descriure per primera vegada aquests compostos, posteriorment van ser identificats en regions marines com Puget Sound (Barrick *et al.*, 1980), Perú (Volkman *et al.*, 1993), Espanya (Albaigés *et al.*, 1984a,b) i a l'Antàrtida (Nichols *et al.*, 1988). També han estat descrits en ambients evaporítics, com Shark Bay (Dunlop i Jefferies, 1985), Abu Dhabi (Kenig *et al.*, 1990), en llacs hipereutrofics (Grimalt *et al.*, 1991b), en petits llacs hipersalins d'origen continental (Albaigés *et al.*, 1984a; Kurakolova *et al.*, 1991) o salines (Barbé *et al.*, 1990; Grimalt *et al.*, 1992; Teixidor, 1996), en sediments del Mar Negre (Kohnen *et al.*, 1990b), del Mar Caspi (Belt *et al.*, 1994), del Mar d'Aràbia (Hoefs *et al.*, 1995a,b), en llacs salats de l'Antàrtida i en fiords (Robertson *et al.*, 1995), en el gel d'origen marí que envolta l'Antàrtida (Nichols *et al.*, 1988) i en mostres d'aigua de les costes de Terranova (Bieger *et al.*, 1997).

En aquests ambients, els hidrocarburs ramificats apareixen en forma de poliens tant en la columna d'aigua com en els sediments (Rowland *et al.*, 1995). En canvi, en les mostres antigues es presenten, principalment, en forma d'hidrocarburs saturats o combinats amb sofre (de las Heras, 1989; Sinninghe Damsté *et al.*, 1989b, 1993b; Kohnen *et al.*, 1990b; Köster *et al.*, 1995a; Rowland i Robson, 1990; Hauke *et al.*, 1993; Koopmans *et al.*, 1993; Schaeffer, 1993; McKirdy *et al.*, 1995; Schouten *et al.*, 1995a; Yamamoto i Watanabe, 1995; Bouloubassi *et al.*, 1997; Rospondek *et al.*, 1997).

## ALQUENS

Els hidrocarburs lineals amb una insaturació a la posició 1 ( $\Delta^1$ ) apareixen en totes les mostres, encara que en quantitats molt petites en relació als homòlegs saturats. Les distribucions estan formades pels alquens de cadena curta de C<sub>12</sub> a C<sub>24</sub> amb màxims entre C<sub>14</sub>-C<sub>16</sub>. Els alquens trobats en aquestes mostres probablement procedeixen d'aports bacterians (Grimalt i Albaigés, 1987).

Els *n*-alquens amb menys de 22 àtoms de carboni i predomini senar *n*-C<sub>15:1</sub>, *n*-C<sub>17:1</sub> i *n*-C<sub>19:1</sub> han estat identificats en algues (Winters *et al.*, 1969; Youngblood *et al.*, 1971; Weete, 1976) i en el plàncton. Les plantes superiors produeixen *n*-alquens de massa molecular gran, paral·lelament a la distribució dels *n*-alcans de les ceres epicuticulars, amb un rang entre C<sub>22</sub> i C<sub>35</sub> (Tulloch, 1976; Giger *et al.*, 1980; Albaigés *et al.*, 1984b). Els alquens es poden formar a partir dels alcohols per deshidratació (Philp i Gilbert, 1986). Aquests hidrocarburs insaturats acostumen a presentar-se en distribucions entre C<sub>14</sub> i C<sub>35</sub>.