

Quaderns de Natura

TAURONS I RAJADES FÒSSILS AL TERME DEL CATLLAR Anàlisi d'un mostreig paleontològic *

per David Rabadà i Vives

Paraules clau: litoral, Miocè mitjà, rajades, Tarragonès, taurons.

Resum: S'han comparat dos jaciments de dents de taurons i rajades, propers a la població del Catllar (Tarragonès) pertanyents en edat al Serraval·lià (Miocè mitjà). Les semblances entre ambdós jaciments quant a tipus de roca, concentració de les dents i nombre percentual de les dents per a cada espècie identificada, indiquen un mateix ambient d'enterrament. Aquest ambient corresponia a una àrea litoral més càlida que l'actual amb un fons llunyà de l'acció de l'onatge. El fons presentava una baixa taxa de sedimentació, la qual va permetre la concentració de les dents. L'arribada d'aquestes dents al fons fou deguda, principalment, a processos de renovació dentària mentre els animals depredaven.

Abstract: Two outcrops with «fish» teeth have been compared. These outcrops are near Catllar (Tarragonès). These outcrops belong to Serravalian (Middle Miocene). There are similar characteristics in the two outcrops, such as the kind of sediment, concentration of teeth and number of «fish» teeth of every identified specimen, which reflect an equal formation environment for two outcrops. This environment belongs to an offshore zone of a warmer sea nowadays. The sedimentation taxa was low. This fact let the «fish» teeth concentrate at the bottom of the sea. These teeth were a product of renovation processes while the animals predated.

Justificació del treball

Ara per ara la descripció detallada de jaciments de dents de «peix» al Tarragonès consta d'un nombre nul d'articles. Només hi ha alguns treballs de temàtica molt general i que abasten regions molt àmplies i llunyanes a la nostra (Leriche, 1910; Obrador i Mercadal, 1973). Aquest fet entra en gran contradicció vers l'espoliació a què són sotmesos aquests jaciments per part de col·leccionistes i comerciants de fòssils. El treball que aquí es presenta se centra en dos jaciments propers al Catllar. Aquest mateix estudi podria extrapolar-se *a posteriori* als jaciments de la Pobra de Montornès i d'Altafulla.

* Treball premiat en el 6è Premi de Natura (1993) del IEV.

Objectius

Es pretén realitzar un exercici de mostreig paleontològic en dos jaciments de dents de «peix» pròxims a la localitat del Catllar. Els objectius són els següents:

- 1) identificació dels exemplars
- 2) caracterització de les dues poblacions obtingudes
- 3) comparació dels dos mostreigs
- 4) interpretació del medi sedimentari
- 5) interpretació del mecanisme d'aportació de les dents

Marc geològic-geogràfic

Els dos jaciments se situen a l'oest del poble del Catllar. Els jaciments han estat referenciats amb dues notacions diferents: CP1 per al més meridional i CP2 per al més septentrional. Les sigles CP volen dir «Catllar Poble». Aquesta notació ha estat adaptada de la realitzada per Ramon Mañé (col·laborador del Museu de Geologia del Seminari Conciliar de Barcelona). Els afloraments del Catllar s'integren dins els sediments marins que foren dipositats a l'antiga Mediterrània ara fa uns 15 milions d'anys (Serraval·lià inferior). Durant aquesta edat, la depressió Valls-Reus funcionava com una gran badia marina (Barnoles *et. al.*, 1983), on la costa se situava prop de les poblacions de Vilabella i Monferri. La depressió Valls-Reus correspon a una regió enfonsada per falles que permeté a la Mediterrània d'entrar amb distintes intensitats durant el Miocè (des de 42,6 a 5,2 milions d'anys).

Els sediments que configuren ambdós jaciments corresponen a llims calcaris de color beix (calcsiltites) que pertanyen a la Unitat Ardenya (conjunt sedimentari dipositat en un fons marí litoral (Barnoles *et. al.*, 1983).

CP1 (CATLLAR POBLE 1)

Situat al SW del poble del Catllar. Presenta un nivell amb alta concentració en dents de selacis (taurons), hipotremats (rajades) i teleostis (orades, sargs i déntols). El nivell té un gruix d'uns 40 centímetres i no presenta cap discontinuïtat estratigràfica a la base o al sostre. La concentració de les dents es fa progressiva i augmenta de la base al sostre del nivell. Posteriorment, el nombre de les dents disminueix gradualment. Dos metres per damunt del nivell hi ha nombroses closques de pectínids del gènere *Amussium*. Sovint aquests bivalves són articulats i enters. Tres metres per damunt del nivell de les dents, aflora un conjunt d'argiles de color beix i ben estratificades. El gruix d'aquest últim nivell és d'un metre.

CP2 (CATLLAR POBLE 2)

Situat al NW del Catllar. L'aflorament és format per un conjunt de llims calcaris de característiques iguals que els del CP1 (calcsiltites). La concentració de dents és inferior que la del CP1. L'estratigrafia del jaciment no és observable perquè el relleu és pla i sense talls.

Mostreig

S'agafaren uns 150 kg de sediment del CP1 i uns 60 del CP2, seguint en cada jaciment una franja paral·lela a l'horitzontal. Aquesta franja prenia sediment en una gruixària d'uns 20 cm. Les mostres es deixaren assecar al sol durant un dia amb l'objectiu que perdessin l'aigua i es fessin més disgregables. Després se submergien en aigua per

desfer-les. La part disgregada es rentava amb aigua amb un sedàs de 0,5 mm de llum. Del rentat de sediment es van obtenir 1.022 dents en el CP1 i 262 en el CP2.

Fauna identificada

Per a la identificació de les dents de «peix» s'han utilitzat les sistemàtiques de dos autors italians (Caretto, 1972; Cappetta, 1967, 1970, 1973 i 1975).

Les espècies de «peixos» identificades al Catllar s'indiquen a les taules 1, 2 i 3 (làm. 1, 2 i 3):

CLASSE PLEUROTREMATS	FAMÍLIA I ESPÈCIE	% DENTS CP1	% DENTS CP2
Ordre Notidaniformes	Família Hexànquids		
	<i>Hexanchus primigenius</i>	0,2	0
	<i>Heptanchias s.p.</i>	0,2	0
Ordre Esquatiformes	Família Esquatínids		
	<i>Squatina subserrata</i>	0,6	0,38
Ordre Galeiformes	Família Odontàspidids		
	<i>Odontaspis taurus oblicua</i>	16,83	11,07
	Família Isúrids		
	<i>Isurus oxyrinchus hastalis</i>	0,2	0
	Família Alòpids		
	<i>Atopias exigua</i>	0,1	0,38
	Família Escilliorínids		
	<i>Scylliorhinus s.p.</i>	5	2
	Família Carcarrínids		
	<i>Galeocерdo aduncus</i>	0,1	0
<i>Carcharhinus plumbeus priscus</i>	25	20	
<i>Galeorhinus s.p.</i>	5	2	
<i>Scoliodon s.p.</i>	11,45	10,31	
Família Hemigaleodeids			
<i>Hemipristis serra serra</i>	0,49	0	

Taula 1. Relació de les espècies de taurons trobades.

CLASSE HIPOTREMATS	FAMÍLIA I ESPÈCIE	% DENTS CP1	% DENTS CP2
Ordre Miliobatiformes	Família Dasiàtids		
	<i>Dasyatis s.p.</i>	7,44	9,54
	Família Miliobàtids		
	<i>Miliobatis s.p.</i>	2,5	6,1
	<i>Aeobatis arcuatus</i>	0,09	0,7

Taula 2. Relació de les espècies d'hipotremats trobades (rajades i àligues marines).

CLASSE TELEÒSTOMS	FAMÍLIA I ESPÈCIE	% DENTS CP1	% DENTS CP2
	Família Espàrids		
	<i>Dentex s.p.</i>	12,94	14,5
	<i>Diplodus s.p.</i>	0,1	0,38
	<i>Sparus cinctus</i>	6,46	6,49
	<i>Sparus neogenus</i>	5,77	7,25
NOMBRE TOTAL DENTS/ÍNDEX DIVERSITAT		1.022 / 3,48	262 / 3,60

Taula 3. Relació de les espècies de teleòstoms trobades. En l'actualitat corresponen als coneguts déntols, sargs i daurades. El nombre de dents es refereix al total trobat a cada jaciment. L'índex de diversitat aplicat aquí respon a la següent funció: $\{ (\beta * [lg(\beta) / 0.30103]) \}$ on β correspon a la proporció en tant per un de cada espècie.

D'altra banda i fora de les dents, han estat identificats: tres fiblons d'hipotremats (agulles caudals d'injecció de verí de les rajades) i un denticle de la pell d'una rajada.

Associats a les dents de «peix» s'hi han trobat les faunes següents (Taula 4).

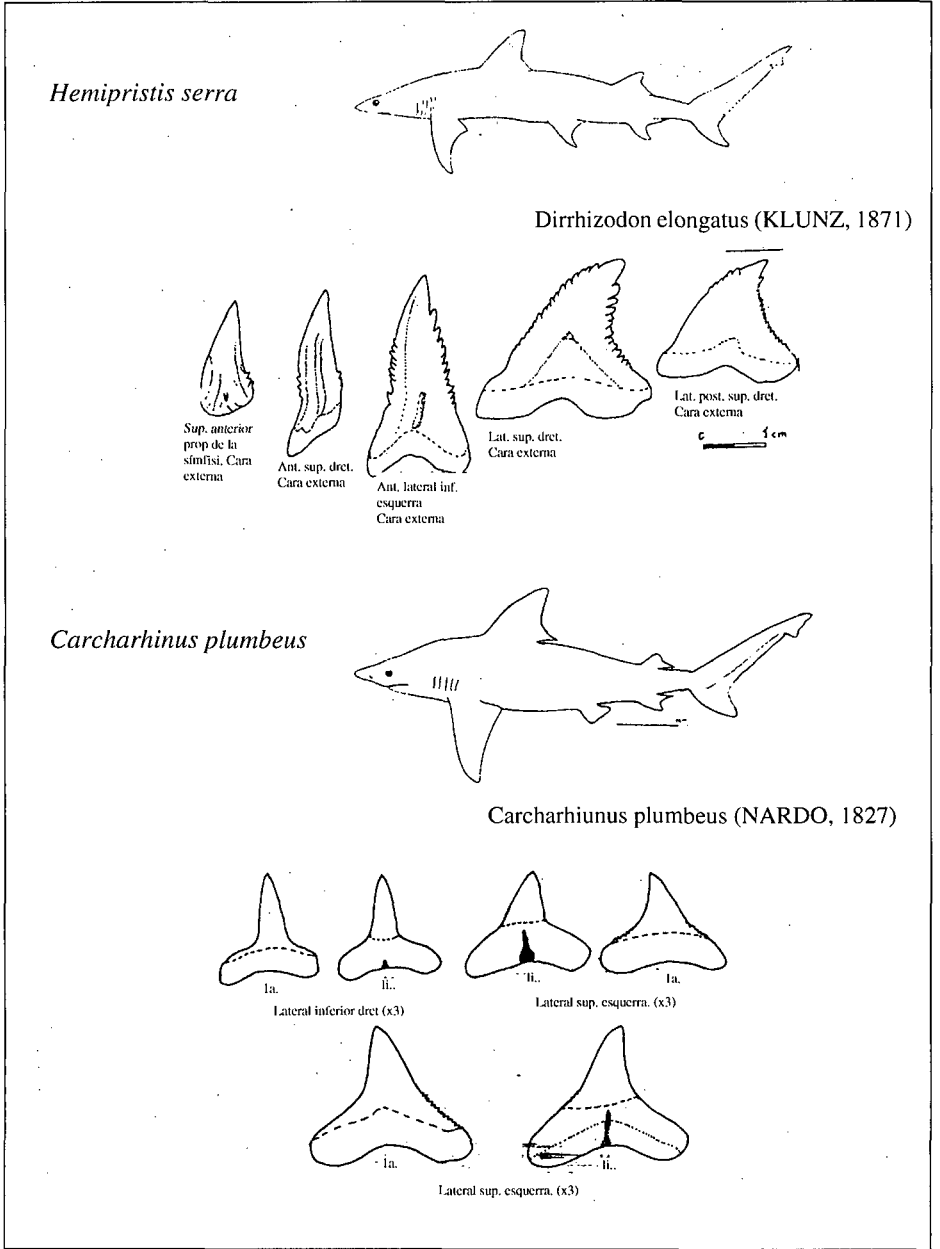
Aquest conjunt de fòssils pertany a fauna de diversos ambients, ja que va ser barrejada abans de ser enterrada (conjunt transportat). La principal fauna autòctona correspondria als bivalves infaunics que viurien enterrats en el fons marí.

Generalitats dels elasmobranquis

La majoria dels «peixos» identificats al Catllar troben correlació amb espècies actuals que encara habiten la Mediterrània. És per aquest fet que cal tenir una visió atenta a certes característiques actuals d'aquestes faunes per a la interpretació posterior del conjunt fòssil del Catllar. D'altra banda, la paraula peix/peixos l'escrivim sempre entre cometes perquè la categoria «peix» no correspon a una categoria natural. El terme «peixos» inclou un ampli ventall d'animals amb distintes relacions evolutives. Per exemple, els actuals peixos ossis (teleostis) es troben evolutivament més emparentats amb els amfibis que amb els taurons.

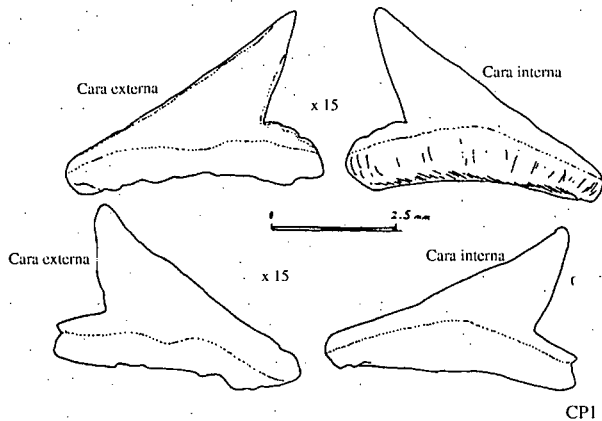
		IDENTIFICACIÓ	CP1	CP2
VERTEBRATS	Rèptils	Cocodrílids	dents	
	Mamífers	Sirènids	costelles	costelles
ARTRÒPODES	Crustacis	Decàpodes	fragments pinces	
		<i>Balanus stellaris</i>	solts i enters	
MOL-LUSCS	Bivalves	<i>Amusiopecten</i>	closques enteres/separades	closques enteres/separades
		<i>Infàunics</i>	motlles interns	motlles interns
		Arcid	motlles interns	motlles interns
		<i>Ostraea s.p.</i>	closques soltes	closques soltes
		<i>Angulus planata</i>	motlles interns	
	Gasteròpodes	Turrítelids	motlles interns	
		<i>Conus</i>	motlles interns	motlles interns
	Escafòpodes	<i>Dentalium s.p.</i>	closques	closques
EQUINODERMS	Asteroïdeus	Estrelles de mar	plaques	
	Equínids	Eriçons de mar	pues	pues
FORAMINÍFERS		<i>Lenticulina cf. coloratus</i>		closca
		<i>Lenticulina calcar</i>		closca
		<i>Nodosaria bacillum</i>		closca

Taula 4. Relació de fauna associada a les dents de «peix». Els foraminífers identificats solen ser típics de fons tranquils i sense onatge.

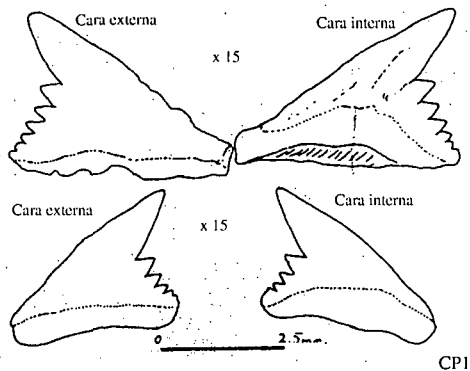


Làmina 1

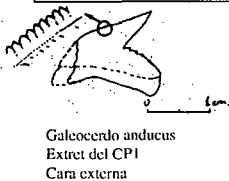
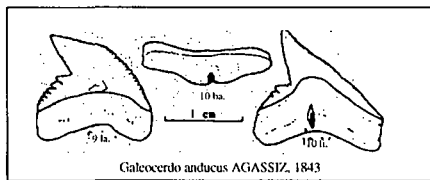
Scoliodon taxandriae



Galeorhinus s.p.



Galeocerdo aduncus



Galeocerdo aduncus
Extret del CPI
Cara externa

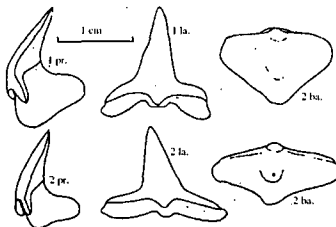


Galeocerdo aduncus
Extret del pantà del Gaia
Cara interna

Squatina subserrata

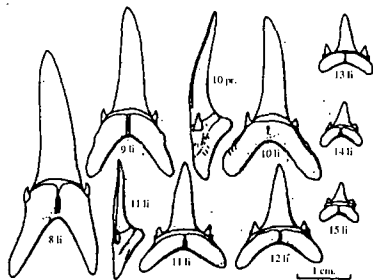


Squatina squatina (LINNAEUS, 1758)



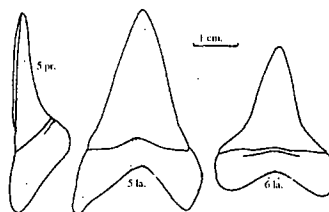
Squatina subserrata (MÜNSTER, 1846)

Odontaspis taurus



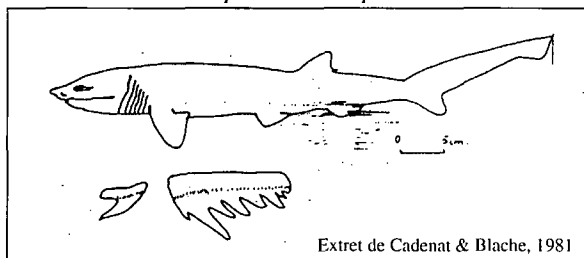
(li.= lingual; la.=labial; pr.=perfil)

Isurus hostalis



Isurus hostalis (AGASSUZ, 1843)

Heptranchias s.p.



Extret de Cadenat & Blache, 1981

CARACTERÍSTIQUES ADAPTATIVES DELS ELASMOBRANQUIS

Quan parlem d'elasmobranquis ens referim a un grup d'éssers que inclou els holocèfals (comunment anomenats quimeres), els pleurotremats (taurons) i els hipotremats (rajades, àligues de mar, mantes i peixos torpedes). Els primers taurons van aparèixer al final del Devonià, ara farà uns 360 milions d'anys. Des d'aleshores, el seu èxit evolutiu sembla ben palès amb formes, la majoria d'elles, molt ben adaptades a la depredació. Entre aquestes adaptacions cal esmentar (Lozano Rey, 1928): a) nariu olfactiu tremendament sensible, capaç de detectar concentracions de sang a l'aigua de l'ordre de parts per milió; b) oïda dotada d'un òrgan sensorial de l'equilibri que l'informa de la seva acceleració i desacceleració; c) òrgans sensibles als camps electromagnètics situats davant del morro que són molt útils a pocs metres de la presa, quan els ulls ja no tenen camp de visió; d) alineació de nuclis molt sensibles a vibracions, situats a la franja que delimita el lllindar ventre-llomada (línia lateral); e) pell densament poblada per denticles dèrmics que li confereix una gran resistència; f) sistema muscular ben adossat a la pell que facilita a l'animal una gran flexibilitat de moviments; g) dentició ràpidament renovable i dotada de dents agudes i tallants, i h) esquelet majoritàriament cartilaginós que millora la flexibilitat en la natació i la rapidesa en l'atac a les preses. Malgrat tot, hi ha certes ossificacions puntuals en contra de la idea generalitzada que els taurons són «peixos» cartilaginosos. Tot aquest conjunt de característiques sembla explicar perfectament que els taurons i altres elasmobranquis siguin els predadors i carronyers més estesos al mar des de fa 360 milions d'anys.

De totes maneres, el disseny dels taurons presenta també alguns inconvenients. Dos de molt importants són: a) la configuració del seu intestí i b) l'elevat pes específic del seu cos. L'intestí resulta molt poc efectiu a l'hora d'optimitzar l'assimilació dels aliments perquè presenta molt pocs replecs. A menys nombre de replecs menys superfície d'assimilació de nodriments. Aquest fet obliga els animals a menjar molt seguit; d'aquí la seva fama de voraços.

De forma similar els afecta el seu elevat pes específic. El fet que sigui més gran que el de l'aigua obliga la majoria d'ells a nedar de manera contínua per enfonsar-se. Això implica un alt cost metabòlic que mantenen amb una depredació continuada. Conseqüentment el desgast dentari és elevat i això els obliga a renovar contínuament les peces perdudes. Els elasmobranquis, com ara veurem, solucionen aquest desgast dentari d'una manera extremadament òptima.

El creixement de les dents en els elasmobranquis deriva del mateix teixit embriològic que els denticles dèrmics que els cobreixen la pell (Thomasset, 1930). Les dents queden subjectades al maxil·lar per lligaments i no pas per cavitats alveolars dins el maxil·lar. Les dents dels elasmobranquis es disposen en fileres paral·lelament a l'arc dentari. La filera més externa presenta les peces més desenvolupades i verticalitzades. Aquesta filera és la que usa l'animal. Darrera d'aquesta filera n'hi ha d'altres, on les peces descansen reclïnades sobre el maxil·lar. Aquestes funcionen com una bateria de reposició quan la peça del davant cau, en ser arrencada. Quan es perd una dent de la filera activa, la seva coalescent i posterior comença a verticalitzar-se per suplir la peça caiguda. Aquest sistema de renovació dentària és el que permet, durant la vida de l'animal, de mantenir una bateria dentària

en òptimes condicions d'activitat. Les dents perdudes van a parar al fons, on són susceptibles de ser enterrades i fossilitzar (Caretto, 1972).

HETERODÒNTIA EN LES DENTS D'ELASMOBRANQUIS

Les dents d'una mateixa espècie presenten una alta variabilitat de formes (heterodòntia) dependent de diversos factors (Caretto, 1972): a) edat de l'individu (p.ex. en el gènere *Sfirma*); b) posició de la dent al llarg de l'arc mandibular (p.ex. gèneres *Odontaspis* i *Isurus*); c) maxil·lar superior o inferior en què es troben les dents (p.ex. gènere *Carcharhinus*); d) filera on és situada la dent, i e) variabilitat individual en una mateixa espècie. Aquest fet ens serà d'utilitat per esbrinar la posició relativa de les dents dins l'arc mandibular.

HÀBITAT ACTUAL DELS ESPÈCIMENS IDENTIFICATS

La correlació dels nostres fòssils amb espècies actuals ens permet de saber *a priori* els seus antics costums (Taules 5 i 6).

La majoria dels elasmobranquis trobats al Catllar corresponen a espècimens petits i de costums litorals. Totes aquestes espècies són molt freqüents en costes més càlides que les nostres. Àdhuc ens han aparegut faunes de costums tropicals (gènere *Hemipristis* en els taurons, gènere *Scarus* en els teleostis).

Generalitats dels teleostis del Catllar

El registre de teleòstoms al Catllar ve representat només per una sola família, els Espàrids. Aquests es troben dins el subordre dels Percoideids (ordre Perciforms). En l'actualitat són teleostis d'aigües poc profundes, de càlides a temperades, i molt abundants encara en el nostre litoral (Taula 6).

Per què tantes dents?

Del rentat de sediment efectuat als jaciments, s'han obtingut 1.022 dents en el CP1 i 262 en el CP2. D'aquí surt una concentració de 7 dents per kg de roca en el CP1 i de 4 en el CP2. D'aquest primers càlculs i suposant una densitat de roca de 2 g/c³ trobaríem que en una làmina d'un centímetre d'alçada hi hauria 210 dents/m² en el CP1 i 120 en el CP2. El nombre de dents en tots dos jaciments és prou important per preguntar-se com s'han produït aquestes concentracions. Podríem pensar que la Mediterrània que cobria el Catllar restava infestada de taurons la qual cosa justificaria la troballa de tantes dents. Això no sembla plausible ja que els predadors són escassos en un ecosistema. D'altra banda, mai no s'ha vist en l'actualitat una densitat tal de taurons per produir concentracions de dents d'aquest tipus. Cal enfocar el problema en un altre sentit. Pensem en un fons marí allunyat de la costa com seria el nostre. L'arribada de sediments seria molt minsa i sols representada només per la decantació de llims i sorres fines que en suspensió arribarien del continent. Una taxa lenta de sedimentació funcionaria com un dissolvent en una solució química. A menys dissolvent més concentració de solut en la mostra (a menys sediment més concentració de dents en el mostreig).

Un altre fet, pensem, que va poder contribuir en la concentració de les dents seria la presència de camps d'herbes a l'antic fons. Els camps d'herbes actuals funcionen en fons marins de sedimentació lenta, estabilitzant-los i atrapant sediments davant els corrents.

Espècimen fòssil	Espècimen referit	Nom comú	Hàbitat	Tamany (m)
<i>Hexanchus</i>	Notidànids	Canyabota	Aigües profundes dia/somes nit	4 a 8
<i>Heptranchias</i>	Notidànids	Bocadolça Xovato	Aigües profundes dia/somes nit	4 a 8
<i>Squatina</i>	Escyatínid	Angelota	Litoral bentònic	> 2,5
<i>Odontaspis taurus o.</i>	<i>Odontaspis taurus</i>	Peix toro Solraig	Pelàgic litoral	> 4
<i>Isurus oxyrinchus</i>	<i>Isurus oxyrinchus</i>	Malraig "Marrajo"	Nerític Pelàgic	> 4
<i>Alopias</i>	<i>Alòpids</i>	Rabosa Guineu	Pelàgic litoral	> 6 (50% pertany a la cua)
<i>Scylliorhinus</i>	<i>Scylliorhinus canicula</i>	Gat, "Lija", "Pintarroja"	Bentònic litoral	> 1
<i>Galeocерdo aduncus</i>	<i>Galeocерdo cuvieri</i>	Tauró tigre	Epinerític migrador Tropical	4 a 9
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Ca marí	Pelàgic litoral	> 2
<i>Scoliodon</i>	<i>Physodon</i>	"Pez alimonado"	Pelàgic litoral	> 1
<i>Galeorhinus</i>	<i>G. galeus</i>	Caçó, Gat	Pelàgic litoral	> 1
<i>Hemipristis serra</i>	<i>Dirrhizodon elongatus</i>	Tauró de l'Índic	Epinerític migrador Tropical	> 5
<i>Dasyatis</i>	<i>Dasyatis</i>	"Chucho"	Bentònic litoral	> 1
<i>Miliobatis</i>	<i>Miliobatis</i>	Àliga de mar	Pelàgic litoral	< 1
<i>Aeobatis arcuatus</i>	<i>Aeobatis</i>	Àliga de mar	Pelàgic litoral	< 1

Taula 5. Relació dels espècimens fòssils identificats al Catllar i els seus equivalents actuals (Nolf, 1988; Smith, 1957; Compagno, 1984; Leriche, 1926 i 1927; Bigelow i Schroeder, 1948 i 1953; Cadenat i Blache, 1981, i Whitehead et al., 1984).

Espècimen fòssil	Espècimen referit	Nom comú	Hàbitat	Clima
<i>Dentex</i>	<i>Dentex</i>	Déntol	Nerític litoral	Càlid temperat
<i>Diplodus</i>	<i>Diplodus</i>	Sarg	Nerític litoral	Càlid temperat
<i>Sparus</i>	<i>Sparus</i>	Orada	Nerític litoral	Càlid temperat
<i>Scarus</i>	<i>Scarus</i>	Peix lloro	Rosegadors de pòlips	Tropical

Taula 6. Relació dels teleostis identificats al Catllar amb els seus actuals costums.

La presència de restes de sirènid en el mostreig seria indicatiu de l'existència de camps d'herbes (els sirènids solen viure-hi i alimentar-s'hi en l'actualitat). Un altra aspecte dels camps d'herbes és que, en el seu interior, s'hi han observat unes estructures anomenades Blow Out (Wanless, 1981). Consisteixen en àrees deprimides topogràficament, d'escala mètrica i lliures de vegetació. Aquestes estructures afavoreixen la concentració de partícules de tamany sorra a grava com podrien ser les dents.

Equivalència dels dos jaciments

En aquest capítol es descriurà la relació temporal i espacial que presenten ambdós jaciments entre si. Per contestar aquesta qüestió cal tenir en compte primer dues premisses: a) quin interval de temps representa el gruix de roca mostrejat, i b) si les dents representen un conjunt fòssil transportat o bé autòcton.

a) Interval de temps: el que es vol comparar són dos mostreigs molt puntuals tant en el temps com en l'espai. El CP1 i el CP2 resten distants un parell de quilòmetres i només en tenim un quilogram de mostra presa d'un gruix de roca determinat (uns 20 cm). En aquesta gruixària de roca, el nombre de dents que hi podem trobar procedirà de moltes generacions d'individus. Estimar l'interval de temps que representen els 20 centímetres de mostra seria fàcil, si coneguéssim la taxa de sedimentació de l'antic fons marí. L'associació faunística trobada indica una climatologia càlida. Aquest fet, afegit a: a) l'homogeneïtat del sediment sense estrats ni discontinuïtats i b) la seva fina granulometria, indica un medi submarí força estable i de sedimentació contínua. Segons les taxes de sedimentació que actualment es coneixen dels fons de plataforma, l'espessor de roca mostrejat representaria un màxim de 30.000 anys. Aquesta dada és purament orientativa i tan sols vol indicar que les dents obtingudes poden representar un període de temps de milers d'anys.

b) Procedència de les dents: aquí ens plantegem dues qüestions: 1) les dents van ser transportades al fons des d'un altre indret o bé les trobem on realment van ser dipositades per primera vegada, i 2) si les dents van ser dipositades per primera vegada on avui les

trobem, quin va ser el mecanisme d'aportament (acumulació de cadàvers o caiguda per regeneració de les dents en vida dels individus).

Contestant la primera qüestió, és molt plausible que les dents fossin dipositades al lloc on actualment les trobem per les següents raons: a) les dents resten en un estat molt bo de conservació, cosa que evidencia: l'esmalt lluent i sense abrasions; les arrels molt susceptibles de ser trencades resten enteres (p.ex. en el gènere *Dasyatis* sovint les dents s'han trobat unides a la placa dentària malgrat que durant el rentat hagin quedat separades); b) l'absència d'estructures de corrent dins el sediment, i també de discontinuïtats sedimentàries que indiquin aportaments sobtats de sediment; c) la presència de bivalves infàunics enters i amb les valves tancades, aspecte indicatiu que el medi no rebia efecte d'onatge, d) les valves enteres de pectínids indicant també absència d'onatge que les pogués trencar; i e) el sediment fi i homogeni que contenen les dents (si les dents haguessin arribat al fons per algun tipus de corrent, haurien arrossegat sorres i altres sediments més grollers).

Tot sembla indicar que estaven en un fons marí allunyat de l'efecte de l'onatge i on la decantació dels fons anava enterrant les dents caigudes.

Si les dents són on realment foren dipositades per primera vegada, com anaren a parar al fons? Es plantegen dues hipòtesis: 1) l'acumulació de les dents respon a una concentració de cadàvers dels quals, en descomposar-se, sols se'n conservaren les parts més dures, les dents, i 2) les dents procedien de la renovació dentària dels animals. Si bé han pogut succeir els dos mecanismes alhora, pensem que el segon ha tingut una importància vital. Ens referirem aquí al cas de l'espècie *Odontaspis taurus* que té una correlació directa amb l'espècie actual del mateix nom. A aquest tauró, que consta d'una bona representació de dents en ambdós jaciments, li són ben diferenciables les dents posteriors vers les frontals i anteriors. La pèrdua de dents en els taurons acostuma a ser més freqüent en les peces anteriors que en les posteriors. D'aquesta manera, en el mostreig hauríem de trobar més dents anteriors que posteriors. La bateria dentària de l'actual *Odontaspis taurus* consta de 18 dents anteriors (un 23 % del total) i d'unes 60 de lateral posteriors (el 76 %). En el mostreig del CP1 amb 150 dents trobades, les peces anteriors representen el 51 % vers el 23 % de l'espècie actual. I les lateral posteriors, el 48 % vers el 76 % esperat. En el cas del CP2, malgrat el nombre inferior de dents trobades (27 peces), també es compleix aquesta pauta amb un 70 % d'anteriors i un 29 % de posteriors. Per tant, sembla acceptable que la distribució de les dents d'aquesta espècie en el mostreig fou conseqüència d'un mecanisme de renovació dentària que feia caure les anteriors més que les posteriors.

Sembla clar que ambdues concentracions de dents responen a un mecanisme autòcton i, per tant, reflecteixen el seu ambient original (faunísticament i sedimentològica). Així, doncs, els percentatges de dents de cada mostreig són comparables per saber si hi ha canvis substancials entre els dos jaciments.

PAUTA DE PREDOMINIS

Si considerem el tant per cent de dents de cada espècie, observarem que en tots dos jaciments (CP1 i CP2) es manifesta una pauta de proporcions molt similar (Figs. 1, 2, 3 i 4) (Taules 1, 2 i 3). En ambdós jaciments hi ha un predomini clar de carcarrínids, seguit

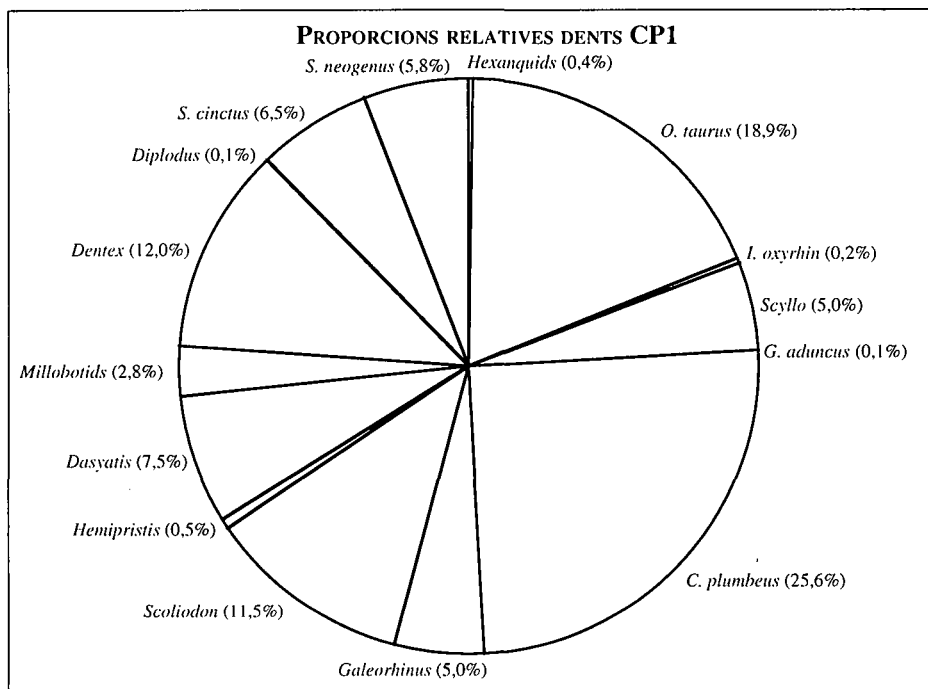


Fig. 1. Proporcions relatives del nombre de dents per al Catllar Poble I (CPI)

d'espàrids, odontaspids, dasiàtids, esciliorrínids i miliobàtids. La resta de famílies no superen l'1%. A més a més, els índexs de diversitat calculats sobre els percentatges de dents donen un valor molt semblant entre els dos jaciments (3,48 per al CPI i 3,60 per al CP2). Aquesta proximitat de valors és deguda a la proximitat percentual entre CPI i CP2 (Fig. 4). Òbviament aquest índex no s'ha de veure com un paràmetre ecològic de la diversitat original de la població de «peixos». L'índex de diversitat ens serveix com una eina de comparació entre les dues poblacions de percentatges. Cada espècie tenia un nombre de dents diferent i, probablement, una taxa de renovació dentària també diferent. Així el nombre de dents trobades no reflecteix de manera directa la població original de «peixos».

REGRESSIÓ ENTRE ELS VALORS DE MOSTREIG

El primer que s'ha fet és analitzar el grau de relació que hi ha entre el nombre de dents dels dos conjunts fòssils (Fig. 4). La regressió resulta excel·lent amb un error estàndard molt baix del 2,2% i un coeficient de determinació (R^2) del 0,94. Així, doncs, les dues poblacions semblen indicar una alta dependència l'una de l'altra.

INTERPRETACIÓ

Si les proporcions de dents dels dos mostreigs eren equivalents entre si, allora que els dos jaciments eren distants en l'espai i presumiblement en el temps, van poder passar dues coses:

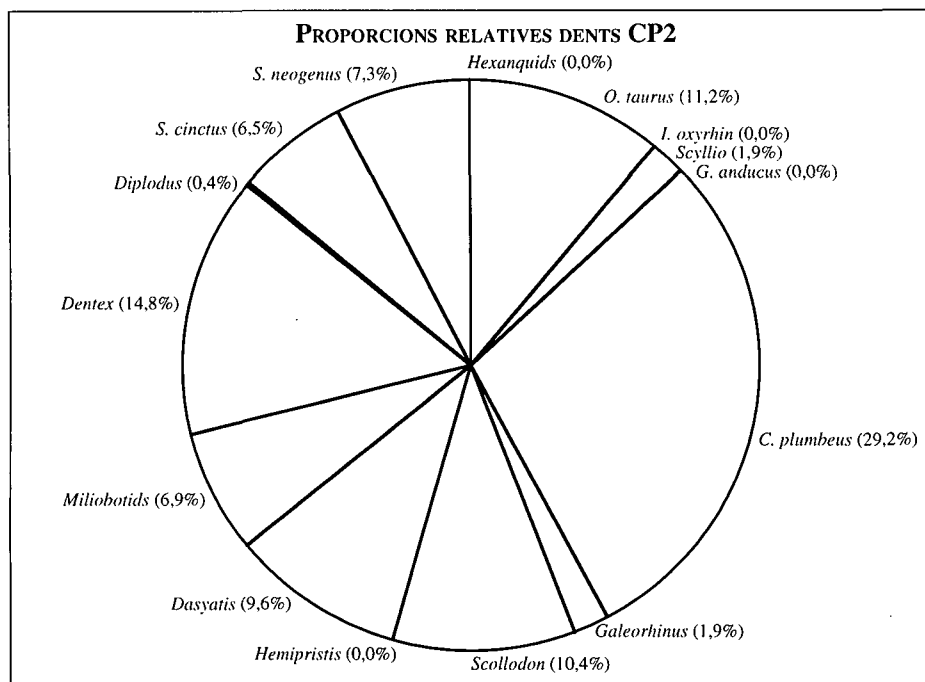


Fig. 2. Proporcions relatives del nombre de dents per al Catllar Poble 2 (CP2)

1) L'ambient d'enterrament i fossilització en ells fou molt similar.

2) Com que l'ambient de sedimentació va romandre estable durant un llarg període de temps, cal entendre que les condicions ecològiques es mantingueren també estables.

En el primer cas sabem que ambdós jaciments es van formar en un mateix ambient (fons litoral allunyat de l'onatge i de certa fondària amb una taxa de sedimentació lenta).

En el segon cas sabem que ambdós jaciments foren dipositats durant el Serraval·lià inferior (entre 15,2 i 14,1 milions d'antiguitat). Aquest interval de temps és molt ampli com per trobar el punt concret que representen els dos mostreigs per separat. Ambdós abasten un període de milers d'anys sense haver de ser forçosament contemporanis entre ells. Probablement representin dos moments molt pròxims durant una llarga etapa en què el fons marí restava estable (nivell del mar amb poques fluctuacions). Amb un nivell de mar estable, l'ambient no va patir grans canvis. Això va permetre l'existència, en dos moments diferents, del mateix context sedimentari i ecològic. Sota un mateix context sedimentari i ecològic van poder-se formar dos conjunts fòssils similars. Si, contràriament, hi hagués hagut canvis substancials entre els dos moments de formació dels jaciments, aquests haurien reflectit processos i conjunts fòssils diferents.

En resum, pot dir-se que ambdós mostreigs representen dos conjunts fòssils molt similars en ambient i plausiblement molt pròxims en el temps.

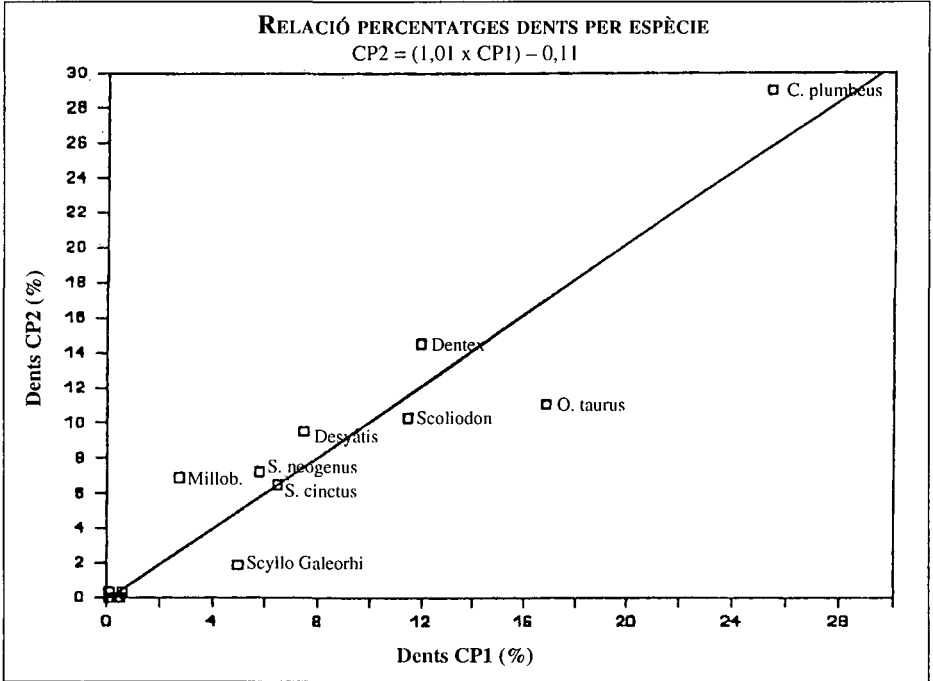


Fig. 3. Regressió entre els percentatges de dents. Observeu que la recta de regressió trobada presentaria un pendent molt similar a l'esperat ($m=1$), si els percentatges fossin iguals

Ésser gran és ésser escàs

Hem vist que tant en el CP1 com en el CP2, el percentatge de dents de cada espècie és equivalent. Hi ha també un clar predomini de formes litorals i petites mentre que les formes grans i nerítiques són escasses. Això no obstant, els selacis grans i litorals com l'*Odontaspis taurus* i el *Carcharhinus plumbeus* es troben molt ben representats en els mostreigs. Això podria respondre a alguna pauta determinada de l'ambient original. Primer cal preguntar-se de què pot dependre el nombre de dents trobades de cada espècimen. Hi ha tres factors bàsics: 1) el nombre de dents per individu de cada espècie; 2) la taxa metabòlica de cada espècie, i 3) el nombre d'individus i biomassa corresponent de cada espècie en l'antic ecosistema.

NOMBRE DE DENTS PER INDIVIDU

El nombre de dents per individu i espècie representa el potencial primari d'aportament de dents al fons marí. Com més dents tingui una espècie més possibilitats té de ser representada en el registre fòssil. Per estudiar aquest factor ens hem referit al nombre de dents de les espècies actuals equivalents als nostres fòssils (Cadenat i Blache, 1981) (Taula 8). L'anàlisi, l'hem centrada sols en els taurons i hem deixat de banda dos grups: a) els hipotremats, la majoria d'ells bentònics amb una dentició per plaques que no solen renovar tan activament com els taurons, i b)

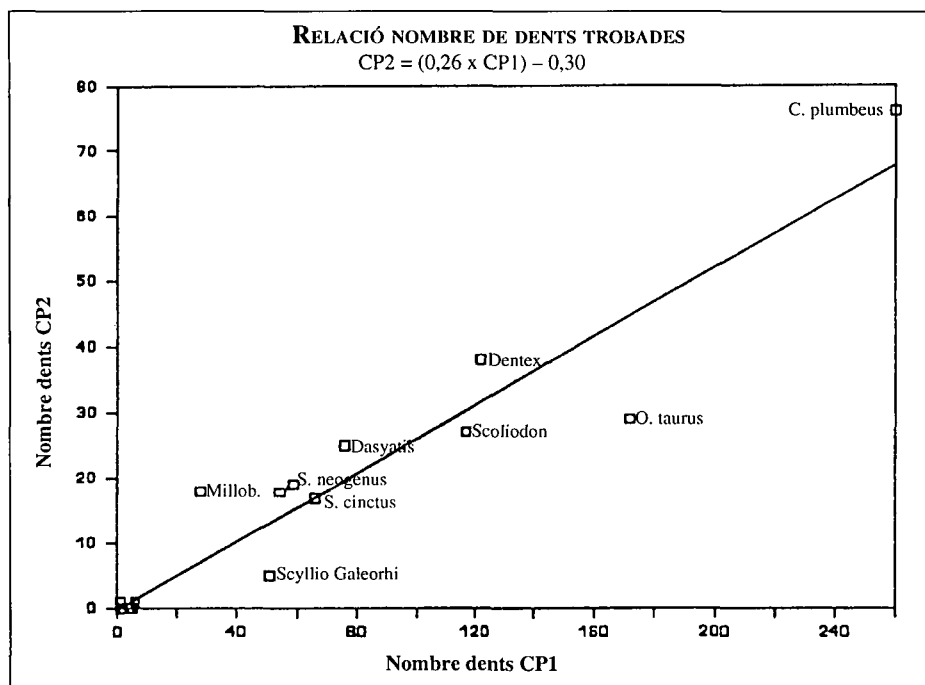


Fig. 4: Relació entre el nombre de dents (CP1 el Catllar Poble 1 i CP2 el Catllar Poble 2)

els teleòstoms, que presenten dents amb ubicació alveolar i, per tant, amb un mecanisme diferent de renovació dentària vers els taurons. De les dades obtingudes es pot veure el següent:

a) El coeficient de correlació (R Quadrat) entre nombre de dents trobades i nombre de dents de cada espècie actual és de 0,16 amb un error del 172 % (Fig. 5). Òbviament ambdós paràmetres no guarden cap mena de dependència. No obstant això, en la gràfica queden molt ben diferenciades dues àrees: una la dels taurons litorals amb moltes dents en el mostreig; i l'altra, els taurons nerfics amb poques dents, tant en el mostreig com en les espècies actuals. A l'hora de veure millor aquest dualisme de taurons litorals abundants i nerfics escassos, s'ha realitzat una anàlisi de normalitat del nombre de dents del mostreig (Fig. 6 i 7). La gràfica de probabilitat separa perfectament els elasmobranquis en dues poblacions diferents: els litorals i els nerfics. Ambdues poblacions coincideixen en les dues àrees indicades a la figura 4.

b) Si treballem amb el tant per cent de les dents, tant del mostreig com de les dents per individu, podem referir una desviació estàndard a una mateixa mitjana. Tots sumen 100 i tots són onze espècies ($100\% / 11 \text{ espècies} = \text{mitjana } 9,09$) (Taula 7). D'aquesta manera podem veure l'amplitud de valors entre el nombre de dents del mostreig i la de les espècies actuals. D'aquest tractament resulta que la desviació estàndard del mostreig (12,3 per al CP1 i 15,5 per al CP2) seria molt més àmplia que l'esperada (2,3), si les dents del mostreig reflectissin les dents per espècie i individu actuals. Això ens torna a

confirmar la total independència de les dues variables. En conclusió, podem dir que el nombre de dents de cada espècie no ha influït en el percentatge d'espècies trobades al Catllar.

TAXA METABÒLICA DE CADA ESPÈCIE

La despesa d'energia que una espècie requereix depèn de la seva estratègia alimentària i el seu tamany. En el cas dels taurons, la majoria són predadors, per la qual cosa el factor d'estratègia alimentària queda uniformitzat.

El cos dels taurons petits presenta un quocient superfície/volum molt superior respecte al dels taurons grans. Això s'explica perquè la superfície creix al quadrat, mentre que el volum creix al cub. Aquest fet implica un desgast metabòlic més elevat en els taurons petits que en els grans. En conseqüència, els taurons petits devoren molt més, en comparació amb el seu pes corporal, que els taurons de gran tamany. Això explica que el desgast dentari dels taurons petits sigui més elevat. Davant aquest fet ens hauríem de trobar més dents de taurons petits que de taurons grans en el mostreig. A grans trets, això sembla així ja que les dents de taurons petits són les més abundants en el mostreig (Fig. 8). A pesar d'això hi ha una contradicció en la hipòtesi anterior. L'*Odonstaspis taurus* i el *Carcharhinus plumbeus* representen dos taurons de dimensions respectables (2 i 4 metres de mitjana, respectivament) i, en canvi, són els més abundants del mostreig (configuren el 40 % de les dents en un i altre jaciment).

No creiem, per tant, que el metabolisme de cada espècie hagi controlat directament el percentatge de dents trobades. De totes maneres, i com ara veurem, el tamany del selaci pot jugar un altre paper important.

		% dents actual	% dents actual	% dents CP1	% dents CP2
Hexànquids		30	4,78	0,60	0,00
<i>S. subserrata</i>		40	6,37	0,90	0,69
<i>Alopias</i>		80	12,74	0,15	0,69
<i>Scylliorhinus</i>		60	9,55	7,61	3,47
<i>G. aduncus</i>		46	7,32	0,15	0,00
<i>C. plumbeus</i>		61	9,71	38,81	52,78
<i>Galeorhinus</i>		67	10,67	7,61	3,47
<i>Scoliodon</i>		60	9,55	17,46	18,75
<i>Hemipristis</i>		59	9,39	0,75	0,00
	Suma	628	100	100	100
	Mitjana	57,09	9,09	9,09	9,09
	Std	14,60	2,32	12,35	15,54

Taula 7: Anàlisi del nombre de dents trobades en comparació amb el nombre de dents per individu en les espècies actuals (tot en %).

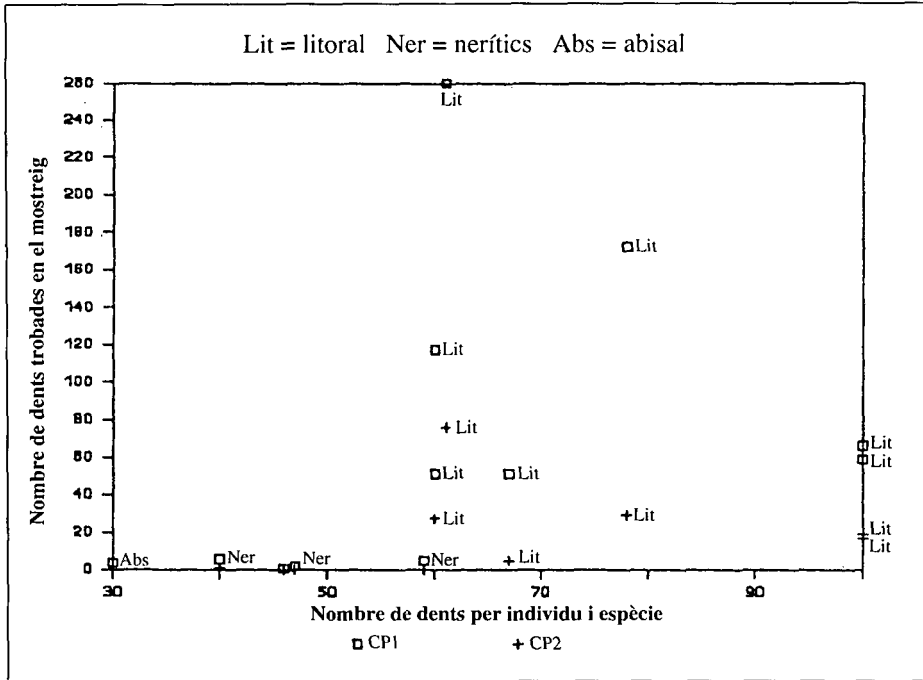


Fig. 5. Relació entre el nombre de dents per individu i espècie actuals i el nombre de dents trobades

NOMBRE D'INDIVIDUS I BIOMASSA DE CADA ESPÈCIE

Avaluar de manera absoluta el nombre d'individus que van poblar el mar del Catllar fa uns 15 milions d'anys és totalment impossible. No obstant això, aquesta anàlisi és possible d'una manera qualitativa. Cal primer entendre, però, com pot influir el tamany de l'espècie i la seva biomassa en el nombre d'individus dins un ecosistema. El tamany dels taurons condiciona dues coses: a) la seva biomassa a l'ecosistema (com més biomassa menys individus), i b) el seu hàbitat (com més gran més òptim per caçar a mar obert i, per tant, freqüenta poc aigües litorals o somes).

Si fem una reconstrucció simple de l'antic ambient que envoltava el Catllar fa uns 15 milions d'anys, (Fig. 9) ens adonarem que tots dos jaciments se situen en una regió litoral allunyada de l'efecte de les onades i de les esllavissades de la plataforma. Aquesta àrea no seria gaire freqüentada per taurons grans i nerítics com l'*Hemipristis* o el *Isurus*, i sí, en canvi, per taurons petits i d'hàbitat litoral. Aquest és el fet que veiem en el mostreig dels jaciments (abundància de taurons petits i litorals i escassetat de grans nerítics) (Fig. 8). Hi ha les ja esmentades excepcions a aquesta norma: l'*Odonstaspis taurus* i el *Carcharhinus plumbeus* (taurons de magnitud gran però molt abundants en el mostreig). Aquests taurons, malgrat ser de tamany gran, presenten costums litorals en l'actualitat. Així, doncs, sembla obvi que el factor que va regular el percentatge de dents fòssils trobades al Catllar fou l'hàbitat dels mateixos taurons. Trobem predomini de taurons litorals perquè estaven en una zona litoral i escassetat de taurons grans perquè: a) el seu

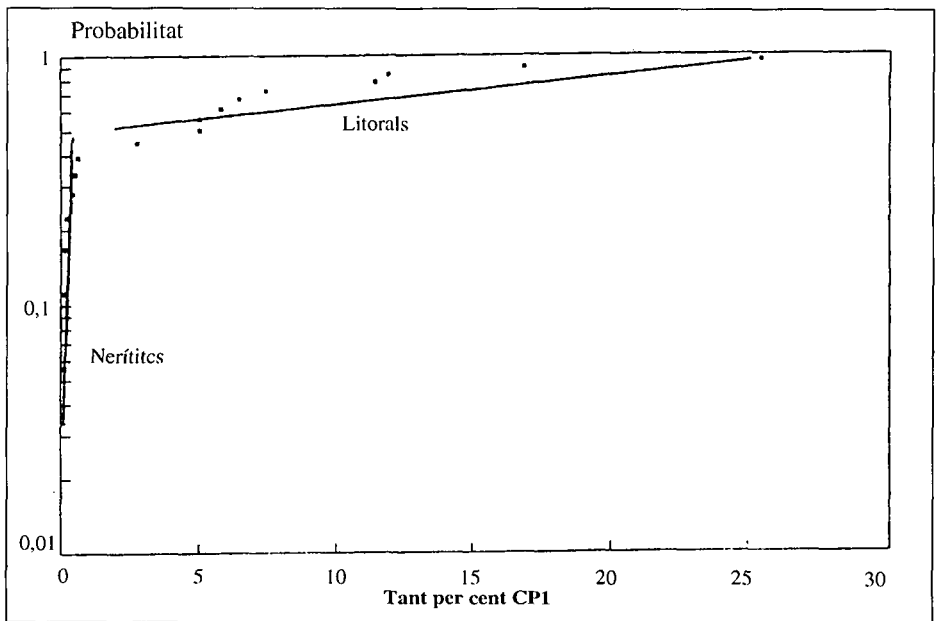


Fig 6: Anàlisi de la normalitat en el nombre de dents del CP1. Vegeu que els «peixos» litorals queden perfectament separats dels nerítics.

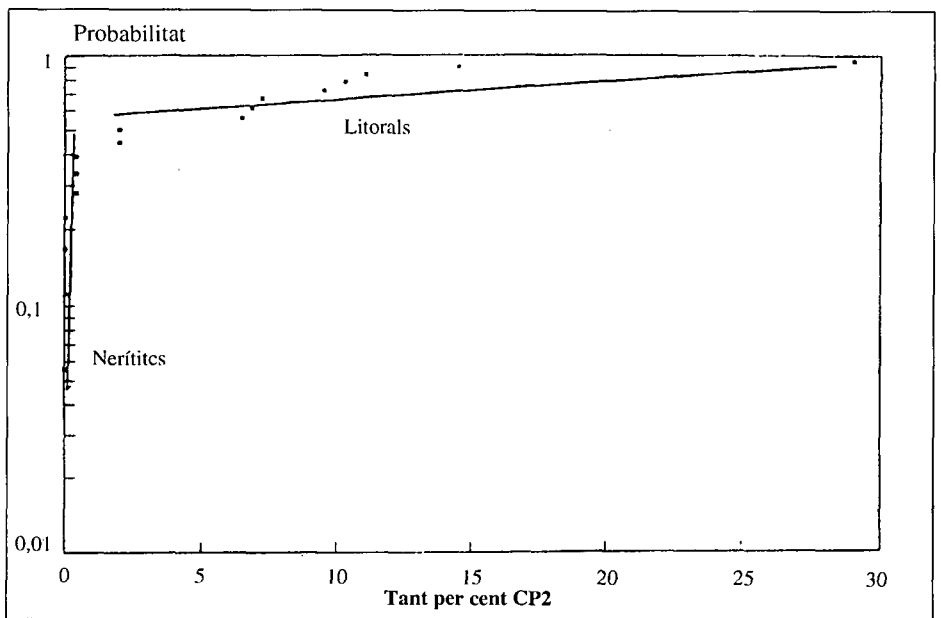


Fig. 7: Anàlisi de la normalitat en el nombre de dents del CP2. Vegeu, de la mateixa manera que en el CP1, que els «peixos» litorals queden perfectament separats dels nerítics.

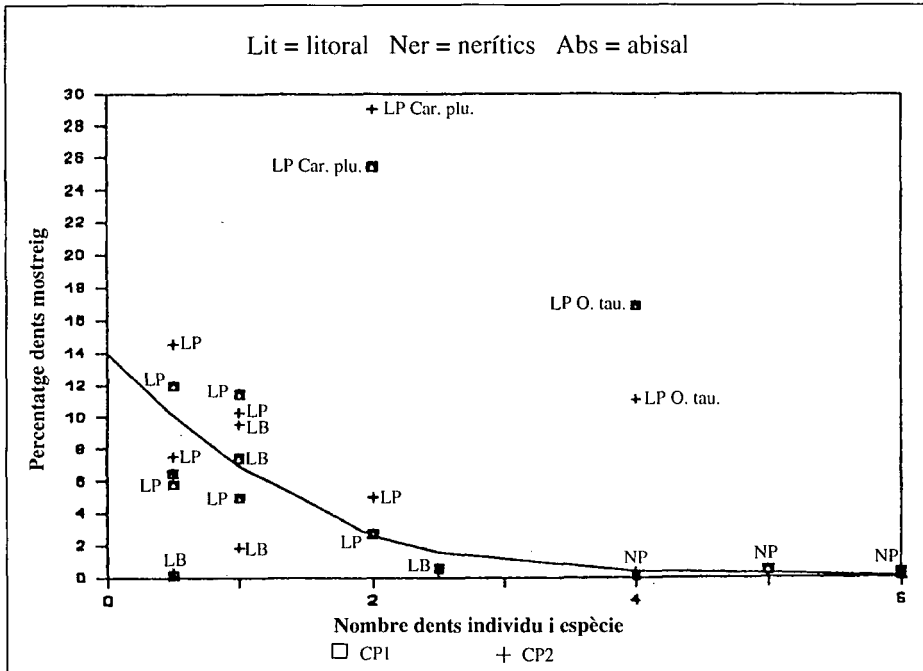


Fig. 8: Tamany dels peixos actuals en funció de l'hàbitat que freqüenten i els percentatges de dents fòssils trobades. Predominen les formes litorals i petites a excepció del *Odontaspis taurus* (*O. tau.*) i *Carcharinus plumbeus* (*Car. plu.*)

nombre és inferior al de petits i b) perquè els taurons grans solen viure a mar obert (ésser gran és ésser escàs).

Fossildiagènesi

Després de ser enterrades unes restes biològiques, s'inicia tot un conjunt de processos físico-químics que alteren la mineralogia, la textura i la representativitat mostral d'aquestes restes. Tot aquest conjunt de processos s'anomena *fossildiagènesi*. La *fossildiagènesi* pot fer desaparèixer certes restes i fossilitzar-ne d'altres. La fauna de «peixos» trobada correspon exclusivament a carnívors que presenten una potent bateria dentària. Aquesta, com que està formada per fosfats de calci, ha pogut arribar a fossilitzar amb certa facilitat. En canvi, la fauna de «peixos» restants (planctòfags, herbívors, etc.) no ha deixat registre. El fet és que aquest grup de «peixos» no acostuma a tenir dents. De totes maneres, les dents no són l'única resta esquelètica capaç de deixar registre. En els peixos hi ha les espines, les vèrtebres i els otòlits. En els mostreigs hem trobat espines i vèrtebres que podrien correspondre perfectament als nostres «peixos» dentats i, per tant, no ens aporten més informació. Els otòlits poden ser identificats per l'espècie. Aquestes estructures corresponen a petites plaques òssies de tamany mil·limètric que es troben ubicades dins l'òïda intern del «peix». L'animal, les usa com a òrgan d'equilibri. El registre d'otòlits en ambdós jaciments ha estat completament nul. Una explicació a la manca d'otòlits seria

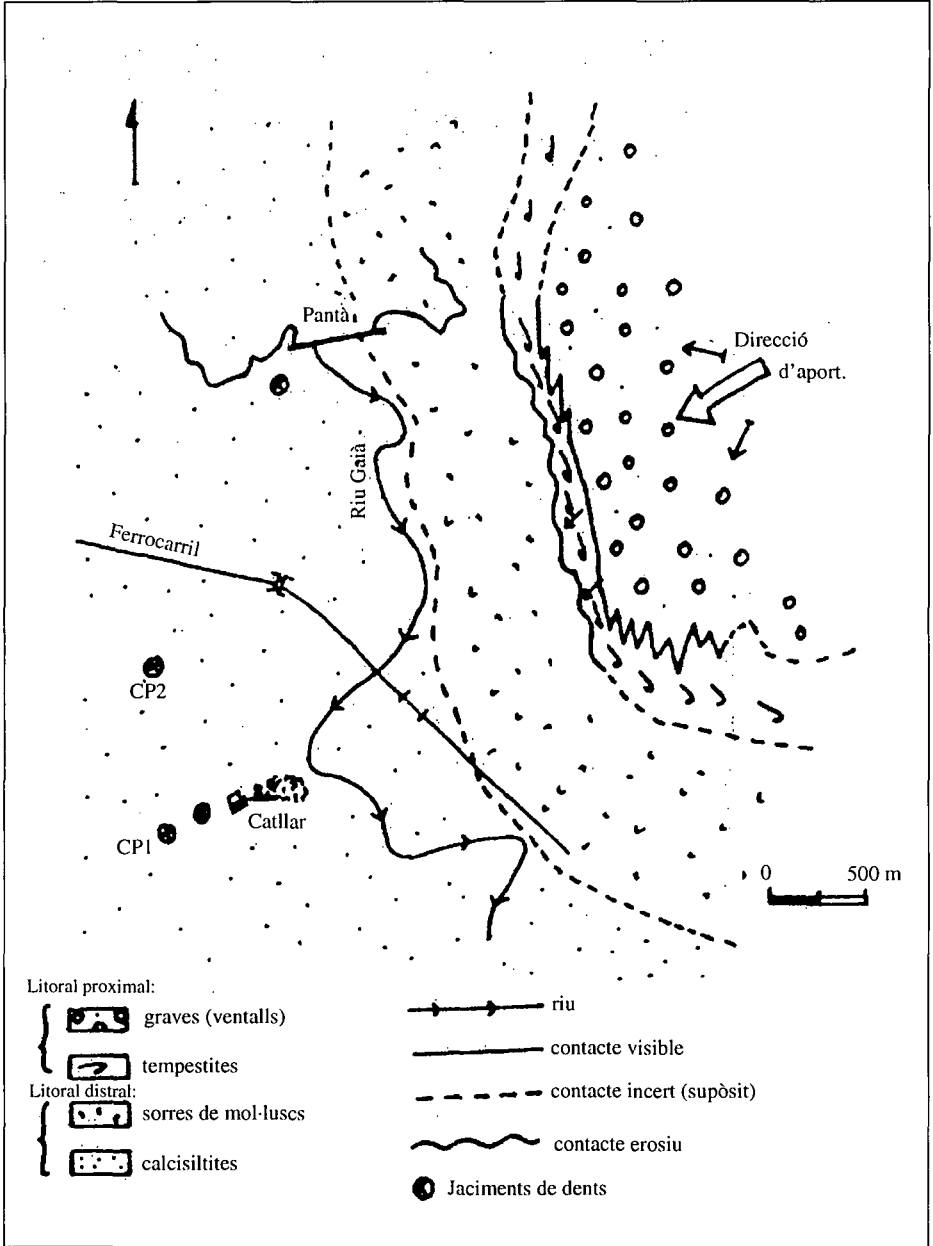


Fig. 9. Reconstrucció ambiental aproximada de l'àrea del Catllar fa uns 15 milions d'anys. Vegeu que els jaciments de dents es localitzen a les zones del litoral distal (lluny de la línia de costa).

la seva composició mineral. Mentre les dents són formades per fosfats de calci (mineralogia bastant estable), els otòlits són formats per aragonita (un carbonat de calci molt inestable). Aquest mineral sol dissoldre's en les primeres fases de la diagènesi del sediment. Així mateix ha pogut passar amb les conquilles dels bivalves infàunics, en origen aragonítics, ja que només en trobem els motlles interns. D'altra banda, ostrèids i pectínids formats per esquelets calcítics (un carbonat més estable que l'aragonit) ens han arribat en forma de closques i no de motlles. En resum pot dir-se que la *fossildiagènesi* en els jaciments del Catllar va obliterated els components aragonítics, preservant els calcofosfàtics.

Paleoautoecologia

L'Ecologia estudia les relacions dels éssers vius entre si i d'aquests amb el seu medi. En Paleontologia sovint és difícil trobar evidències de la interacció entre éssers i éssers i entre éssers i ambient. Quan, sense tenir proves d'aquests fets, s'intenta interpretar aquest tipus de relacions, es parla de *Paleoautoecologia* en comptes de Paleoecologia.

Segons el que hem anat descrivint al llarg del treball podem pensar que, a l'antic fons marí del Catllar, s'hi va desenvolupar un conjunt florístic i faunístic força divers sota un clima més càlid que l'actual, similar, molt probablement, al que presenten alguns indrets de la costa nord-africana. La piràmide tròfica va poder seguir els següents estrats: com a productors primaris tindríem el fitoplàncton i els camps d'herbes (posidònies). Com a consumidors primaris tindríem els «peixos», d'altres animals filtradors (bivalves i escafòpodes) i els sirènids (menjadors de camps d'herbes). Com a primers predadors tindríem els crancs i els equinoderms. D'altres predadors serien els percoidèids (dorades, sargs i déntols), juntament amb els taurons petits i batoideids (rajades i àligues de mar). Aquests últims s'alimentaven de petits mol·luscs. Un estadi superior de predadors serien els taurons de gran tamany que freqüentaven l'àrea eventualment.

Conclusions

Ambient: l'àrea del Catllar va romandre sota l'antiga Mediterrània com un fons allunyat de l'onatge. La sedimentació era produïda per la decantació de fons procedents d'una plataforma que prograda des dels massissos mesozoics, a l'oest, cap al centre de la conca, a l'est. La plataforma es va desenvolupar durant el Serraval·lià inferior (fa uns 15 milions d'anys) sota un clima més càlid que l'actual.

Origen de les dents: les dents semblen correspondre majoritàriament a peces caigudes i renovades en vida dels animals.

Concentració de les dents: s'explica per la baixa taxa de sedimentació que presentava el fons marí.

Equivalència dels dos jaciments (CP1 i CP2): ambdós jaciments compartien un mateix ambient sedimentari i ecològic, i eren molt pròxims en el temps i en l'espai. Un fons marí estable durant un llarg interval de temps va poder permetre aquesta equivalència.

Percentages de dents trobades per espècie: la distribució del nombre de dents trobades per a cada espècie s'explica per causes ecològiques. El predomini clar de

«peixos» litorals front els de mar obert va ser conseqüència de la proximitat al litotal en què ens trobàvem.

Fossilització: només van fossilitzar els components calcítics (p.ex. ostrèids i pectínids) i els calco-fosfàtics com les dents. Els components aragonítics van ser dissolts, i sols en trobem alguns motlles interns corresponents a bivalves infàunics. Aquest fet explica l'absència d'otòlits (de mineralogia aragonítica).

Agraïments

Aquest treball ha tingut el suport de les següents persones: D. Ramon Manyer, Dr. Jaume de Porta, Dr. Ignacio McPherson, Dr. Josep Serra i D. Millán Martínez.

Bibliografia

BARNOLES, A.- MARZO, M. - TORRENT, J. (1983): «Sedimentología de las secuencias deposicionales del Mioceno del Camp de Tarragona.» *X Congreso de Sedimentología*, Menorca, 7.28 - 7.31, Ed. Obrador.

BIGELOW, H.B. - SCHROEDER, W.C. (1948): «Fishes of the Western North Atlantic. Part one: Lancets, Cyclostoms and Sharks.» *Memoir Sears Foundation for Marine Research*, 1(1): pp. 1-576.

BIGELOW, H.B. - SCHROEDER, W.C. (1953): «Fishes of the Western North Atlantic. Part two: Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays.» *Memoir Sears Foundation for Marine Research*, 1(2): pp. 1-588.

CADENAT, J. - BLACHE, J. (1981): *Requins de Méditerranée et d'Atlantique (plus particulièrement de la Côte Occidentale d'Afrique)*. Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Col. Faune Tropical, núm. XXI, pp. 330.

CAPPETTA, H.- GRANIER, J. - LEDOUX, J.C. (1967): *Deux faunes de selaciens du Miocène Méditerranéen de France et leur signification bathymétrique*. *Compt. Rend. Soc. Geol. France*, Fsac.7, pp. 292-294.

CAPPETTA, H. (1970): «Les selaciens du Miocène de Montpellier.» *Paleovertebrata*. Mem. Extraordinària. 139, pp. 1-27.

CAPPETTA, H. (1973): «Les selaciens du Burdigalein de Lespignan (Herault).» *Geobios*, núm. 6, fasc. 3, pp. 211-223.

CAPPETTA, H. (1975): «Selaciens et Holocephale du Gargassien de la region de Gargas (Vaucluse).» *Geol. Méditerranéenne*. Vol. II, núm. 3, pp. 116-134.

CARETTO, P.G. (1972): «Observazioni tassonomiche su alcuni galeoidei del Miocene Piemontese.» *Boll. Soc. Paleont. Italiana*. Vol. XI, núm. 1, pp. 14-85.

COMPAGNO, L.J.V. (1984): «FAO species catalogue. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part I. Hexanchiforms and Lamniforms.» *FAO Fisheries Synopsis*. Vol. 4, part 1, núm. 125, pp. 1-249.

COMPAGNO, L.J.V. (1984): «FAO species catalogue. Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known to date. Part II. Carchariniforms.» *FAO Fisheries Synopsis*. Vol.4, part 2, núm. 125, pp. 1-249.

LERICHE, M. (1910): «Note sur les poissons de la Catalogne.» *Bull. Soc. Geol. France*. Núm.4, T.X., pp. 471-474.

LERICHE, M. (1926): «Les poissons neogènes de la Belgique.» *Mem. du Mus. Royal d'Histoire Naturelle de Belgique*. Núm. 32, pp. 365-472.

LERICHE, M. (1927): «Les poissons de la molasse Suisse.» *Mem. Soc. Paleont. Suisse*. Vol. 46, pp. 1-55.

LOZANO REY, L. (1928): «Fauna ibérica (generalidades, ciclóstomos y elasmobranchios).» *Mus. Cienc. Nat. Madrid*. Núm. 1, pp. 1-692.

NOLF, D. (1988): *Dents de Requins et de Raies du Tertiaire de la Belgique*. Royal des Sciences Naturelles de Belgique, pp. 1-184.

OBRADOR, A. - MERCADAL, B. (1973): «Nuevas localidades con fauna ictiológica para el Neógeno Menorquín.» *Act. Geol. Hisp.* Vol. VIII, núm. 4, pp. 115-119.

SMITH, J.L.B. (1957): «The rare shark, *Hemipristis elongatus* (Klunz, 1871) from Zanzibar and Mozambique.» *Ann. Mag. Nat. London*. Serie 12, 5, pp. 555-560.

THOMASSET, J.J. (1930): «Recherches sur les tissus dentaires des poissons fossils.» *Archives d'Anatomie d'Hystologie et Embriologie*. Núm. 11, pp. 5-153.

WANLESS, J. (1981): «Finning-upward sedimentary sequences deenrated in seagrass beds.» *Jour. Sed. Petr.* Núm. 51, pp. 445-454.

WHITEHEAD, H. - BAUCHOT, J. - HUREAU, J. - NIELSEN, F. - TORTONENSE, E. (1984): «Fishes of the North-Eastern Atlantic and the Mediterranean.» *Publ. from UNESCO*. Vol. 1.