

1996 A – 2002 A

091245264

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS
BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DIVISION DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



**ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE CONDRICHTIOS Y
OSTEICHTIOS DEL NEÓGENO (PLIOCENO INFERIOR)
DE LA FORMACIÓN
“ARENAS DE HUELVA” (SUROESTE DE ESPAÑA)**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

EDITH XIO MARA GARCÍA GARCÍA

LAS AGUJAS ZAPOPAN, JALISCO., AGOSTO DEL 2002.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN



**C. EDITH XIO MARA GARCÍA GARCÍA
PRESENTE.**

Manifestamos a Usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de **TESIS E INFORMES** opción Tesis con el título "**ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE CONDRICTIOS Y OSTEICTIOS DEL NEÓGENO (PLIOCENO INFERIOR) DE LA FORMACIÓN "ARENAS DE HUELVA" (SUROESTE DE ESPAÑA)**", para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo les informamos que ha sido aceptada como Director de dicho trabajo el **DR. FRANCISCO RUIZ MUÑOZ** y como Asesor el **BIOL. MARGARITO MORA NÚÑEZ**.

**A T E N T A M E N T E
"PIENSA Y TRABAJA"**

**"2002, Año Constancio Hernández Alvirde"
Las Agujas, Zapopan, Jal., 17 de julio del 2002**



**DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA



**p.a.
M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN**

c.c.p. DR. FRANCISCO RUIZ MUÑOZ.- Director del Trabajo.
c.c.p. BIOL. MARGARITO MORA NÚÑEZ.- Asesor del Trabajo
c.c.p. Expediente del alumno

MERL/LHL/mam

C. DRA. MÓNICA E. RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN DE LA
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA.
P R E S E N T E.

Por medio de la presente, nos permitimos informar a Usted, que habiendo revisado el trabajo de titulación que realizó la pasante **EDITH XIO MARA GARCÍA GARCÍA**, con el título:

ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE CONDRICHTIOS Y
OSTEICHTIOS DEL NEÓGENO (PLIOCENO INFERIOR)
DE LA FORMACIÓN
“ARENAS DE HUELVA” (SUROESTE DE ESPAÑA)

consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorización de impresión y en su caso programación de fecha de exámenes de tesis y profesional respectivos.

Sin otro particular, agradecemos de antemano la atención que se sirva dar a la presente y aprovechamos la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Huelva, España., 31 de Julio de 2002.

Director del Trabajo

Dr. Francisco Ruiz Muñoz.



Asesor

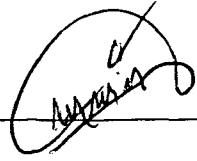
Biol. Margarito Mora Núñez.



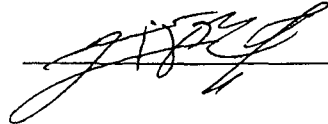
COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

SINODALES.

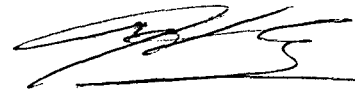
1.-Biol. Margarito Mora Núñez



2. M.C. Roberto Maciel Flores.



3.-M.C. Hector Romero Rodríguez.

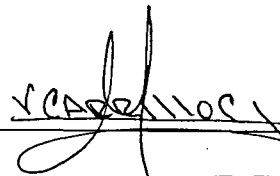


Suplente.-

M.C. Victoria Carrillo Camacho



COORDINACION DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA





UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS

COORDINACIÓN DE CARRERA DE LA LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

COMITÉ DE TITULACIÓN

C. EDITH XIO MARA GARCÍA GARCÍA
P R E S E N T E.-

Por medio de la presente comunicamos a usted, que el Comité de Titulación **ACEPTA** la impresión del trabajo en tamaño carta, de la tesis : "ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS DEL NEÓGENO (PLIOCENO INFERIOR) DE LA FORMACIÓN "ARENAS DE HUELVA" (SUROESTE DE ESPAÑA)".

Dicha autorización es en base a la presentación de imágenes que hará usted en la misma.

A T E N T A M E N T E

"PIENSA Y TRABAJA"

"2002, Año Constanancio Hernández Alvirde"
Las Agujas, Zapopan, Jal. 26 de agosto de 2002

DRA. MÓNICA ELIZABETH RIOJAS LÓPEZ
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

P.a.
M.C. LETICIA HERNÁNDEZ LÓPEZ
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN

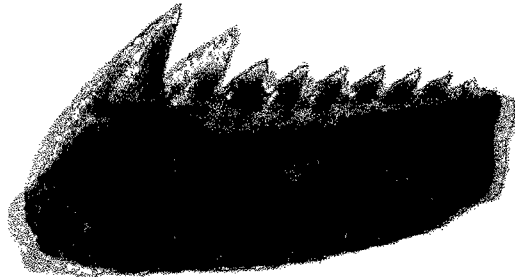
..MRL/LHLV/mam



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

**CENTRO UNIVERSITARIO DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS**

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA



**ESTUDIO PALEONTOLÓGICO DE CONDRICHTIOS Y
OSTEICHTIOS DEL NEÓGENO (PLIOCENO INFERIOR)
DE LA FORMACIÓN
“ARENAS DE HUELVA (SUROESTE DE ESPAÑA)**

P R E S E N T A

Edith Xio Mara García García

Tesis de Licenciatura realizada bajo la dirección de:

**Dr. Francisco Ruiz Muñoz.
*Director del Departamento de Geodinámica y Paleontología de la
Universidad de Huelva, España.***

**Asesor:
Biol. Margarito Mora Núñez.**

**Sinodales:
M. C. Roberto Maciel Flores.
M. C. Héctor Romero Rodríguez.
Biol. Margarito Mora Núñez.**

**Sinodal suplente:
Dra. Victoria Carrillo Camacho.**

A mis padres María García y Roberto García

A mis hermanos Pedro García, Giuliana García y Roberto García

AGRADECIMIENTOS.

Deseo agradecer primeramente a Dios porque me ha brindado la maravillosa oportunidad de vivir y ser feliz.

A mis amados padres por todo el apoyo, comprensión y amor que siempre me han brindado.

A mis queridos hermanos por ser en mi vida una fuente de inspiración para ser mejor.

A mis abuelos Guadalupe Camarena, María Real e Ignacio Padilla por todas las oraciones que siempre han hecho por mí cuando estoy ausente. También a todos mis familiares por su cariño.

A mi tutor de tesis Dr. Francisco Ruiz; una excelente persona, por todo el invaluable apoyo que me ha dado.

Quiero agradecerle al Geólogo Manuel Abad por su amistad, su valiosa ayuda en la resolución de problemas estratigráficos, informáticos, en sus consejos y orientación, así como en la realización de diversas figuras.

Al Maestro Víctor Rizo q.e.d. por haber sido un gran amigo y enseñarme además del ajedrez muchos valores importantes en la vida.

Mi más profunda gratitud al M.C. Rodrigo Castellanos, Biol. Margarito Mora, Dra. Georgina Orozco, Dra. Mónica Riojas, Dr. Josep Tosquella, M.C Isela Alvarez, M.C. Pedro Torres, M.C. Roberto Maciel, Dra. Victoria Carrillo y el M.C. Héctor Romero; por su orientación en diversos aspectos y por ayudarme a resolver cualquiera de las

dificultades que me han podido surgir en el desarrollo de la investigación.

También quiero agradecer a las personas que amablemente me facilitaron sus colecciones de fósiles para identificarlas y fotografiarlas, Dña. Daniela Velo, Don Andrés Estévez y Serafin Romero.

Al técnico Cristóbal Cantero por su apoyo técnico en la realización de las fotografías de los dientes y otolitos en el Laboratorio de Microscopía Electrónica de la Universidad de Huelva.

A todas aquellas personas que, de un modo u otro, han permitido que este trabajo se haya llevado a cabo.

De una forma especial a todos mis entrañables amigos de México y distintas partes del Mundo.

Índice

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES.....	6
2.1.- EL SUROESTE DE ESPAÑA DURANTE EL NEÓGENO.....	7
2.2.- FORMACIONES NEÓGENAS DEL SUROESTE ESPAÑOL.....	9
2.3.- PALEONTOLOGÍA DE LA FORMACIÓN “ARENAS DE HUELVA”.....	14
2.3.1.- Macropaleontología	15
2.3.2.- Micropaleontología.....	15
2.3.3.- Paleocnología.....	15
2.3.4.- Condrictios y Osteichtios.....	17
2.4.- BIOESTRATIGRAFÍA.....	17
2.5.- PALEOECOLOGÍA.....	18
CAPÍTULO 3: JUSTIFICACIÓN.....	20
CAPÍTULO 4: OBJETIVOS.....	23
3.1.- OBJETIVO GENERAL.....	24
3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
CAPÍTULO 5: HIPÓTESIS.....	25
CAPÍTULO 6: METODOLOGÍA.....	27
6.1.- ANALISIS BIBLIOGRÁFICO.....	28
6.2.- TRABAJO DE CAMPO.....	28
6.3.- TRABAJO DE LABORATORIO.....	33
6.4.- TRABAJO DE GABINETE.....	35

CAPÍTULO 7: RESULTADOS.....	37
7.1.- ANALISIS DE LAS SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS.....	38
7.1.1.- Sección de Bonares-A	38
7.1.2.- Sección de Bonares-B	40
7.1.3.- Sección de Niebla	43
7.1.4.- Sección de Trigueros.....	45
7.1.5.- Correlación de las Secciones Estratigráficas.....	47
7.2.- CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS.....	49
7.2.1.- Abundancia y diversidad.....	49
7.2.1.1.- Sector de Bonares-Niebla.....	49
7.2.1.2.- Sector Trigueros.....	53
7.2.2.- Tafonomía.....	54
 CAPÍTULO 8: SISTEMÁTICA.....	 56
8.1.- SISTEMÁTICA DE CONDRICHTIOS.....	57
8.2.- SISTEMÁTICA DE OSTEICHTIOS.....	81
 CAPÍTULO 9: DISCUSIÓN.....	 98
9.1.- BIOESTRATIGRAFÍA.....	99
9.2.- PALEOECOLOGÍA.....	102
9.2.1.- Modo de vida	102
9.2.2.- Tipo de alimentación.....	103
9.2.3.- Paleotemperatura.....	104
9.2.4.- Paleobatimetría.....	105
9.3.- COMPARACIÓN CON OTROS GRUPOS FAUNÍSTICOS.....	107
9.4.- LAS CADENAS TRÓFICAS PLIOCENICAS.....	108
9.4.1.- El Bentos.....	108
9.4.1.1.- <i>La infauna</i>	108
9.4.1.2.- <i>La epifauna</i>	110
9.4.2.- El plancton.....	110

9.4.3.- El necton.....	111
9.4.4.- Aproximación a la cadena trófica del Plioceno de Huelva.....	113

CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES..... 115

CAPÍTULO 11: BIBLIOGRAFÍA..... 118

LISTADO DE ANEXOS:

<i>ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO.....</i>	<i>124</i>
---	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>RESUMEN ESQUEMÁTICO DEL ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LOS PECES.....</i>	<i>3</i>
<i>DISTRIBUCIÓN DE LOS YACIMIENTOS FOSILÍFEROS NEÓGENOS MAS REPRESENTATIVOS DE CONDRICTIOS Y OSTEICHTIOS DEL SUROESTE DE EUROPA.....</i>	<i>4</i>
<i>CONFIGURACIÓN PALEOGEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR.....</i>	<i>8</i>
<i>COLUMNA REGIONAL DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR.....</i>	<i>11</i>
<i>BIOESTRATIGRAFÍA Y PRINCIPALES GRUPOS DE FÓSILES DE LAS FORMACIONES NEÓGENAS DE HUELVA.....</i>	<i>16</i>
<i>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y GEOLÓGICA DE LAS SECCIONES MUESTREADAS.....</i>	<i>31</i>
<i>SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE BONARES-A.....</i>	<i>39</i>
<i>SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE BONARES-B.....</i>	<i>42</i>
<i>SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE NIEBLA.....</i>	<i>44</i>
<i>SECCIÓN ESTRATIGRÁFICA DE TRIGUEROS.....</i>	<i>46</i>
<i>COORRELACIÓN DE LAS SECCIONES.....</i>	<i>48</i>
<i>DISTRIBUCIÓN BIOESTRATIGRÁFICA.....</i>	<i>100</i>
<i>DISTRIBUCIÓN BATIMÉTRICA.....</i>	<i>105</i>

<i>APROXIMACIÓN DE LA CADENA TRÓFICA DEL PLIOCENO INFERIOR DE HUELVA.....</i>	<i>114</i>
---	------------

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

<i>FORMACIÓN "NIEBLA".....</i>	<i>12</i>
<i>ASPECTO CARACTERÍSTICO DE LA CALCARENITA DE LA FORMACIÓN "NIEBLA".....</i>	<i>12</i>
<i>FORMACIÓN "ARCILLAS DE GIBRALEÓN".....</i>	<i>12</i>
<i>ASPECTO CARACTERÍSTICO DE LA FORMACIÓN "ARCILLAS DE GIBRALEÓN".....</i>	<i>12</i>
<i>FORMACIÓN "ARENAS DE HUELVA".....</i>	<i>13</i>
<i>DETALLE DE LOS NIVELES DE ACUMULACIÓN FOSILÍFEROS.....</i>	<i>13</i>
<i>FORMACIÓN "ARENAS DE BONARES".....</i>	<i>14</i>
<i>MUESTREO SISTEMÁTICO.....</i>	<i>29</i>
<i>COLECCIÓN ANDRÉS ESTÉVEZ TOSCANO.....</i>	<i>32</i>
<i>COLECCIÓN DANIELA VELO PAVÓN.....</i>	<i>32</i>
<i>PESADO DE MUESTRAS.....</i>	<i>34</i>
<i>ATAQUE QUÍMICO DE LAS MUESTRAS.....</i>	<i>34</i>
<i>REPOSO DE LAS MUESTRAS.....</i>	<i>34</i>
<i>LEVIGADO CON TAMICES.....</i>	<i>34</i>
<i>APLICADO DE ULTRASONDAS.....</i>	<i>34</i>
<i>SECADO EN HORNO.....</i>	<i>34</i>
<i>EMPAQUETADO Y ETIQUETADO.....</i>	<i>34</i>
<i>ESTUDIO DE LAS MUESTRAS MEDIANTE LUPA BINOCULAR.....</i>	<i>36</i>
<i>MICROSCOPIA ELECTRÓNICA PARA FOTOGRAFÍAS DIENTES Y AGUJONES.....</i>	<i>36</i>
<i>SECCIÓN BONARES-A.....</i>	<i>40</i>
<i>DETALLE DE UNA COSTILLA DE CETACEO.....</i>	<i>40</i>
<i>SECCIÓN BONARES-B.....</i>	<i>43</i>

<i>SECCIÓN NIEBLA.....</i>	<i>45</i>
<i>SECCIÓN TRIGUEROS.....</i>	<i>46</i>
<i>NIVEL DE LIMOS GLAUCONÍTICOS.....</i>	<i>47</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS EN LA SECCIÓN BONARES-A.....</i>	<i>51</i>
<i>CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS EN LA SECCIÓN BONARES-B.....</i>	<i>51</i>
<i>CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS EN LA COLECCIÓN DANIELA VELO.....</i>	<i>52</i>
<i>CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS EN LA COLECCIÓN SERAFÍN ROMERO.....</i>	<i>52</i>
<i>CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS EN LA COLECCIÓN ANDRÉS ESTEVÉZ.....</i>	<i>53</i>
<i>CARACTERÍSTICAS TAFONOMICAS.....</i>	<i>55</i>
<i>ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO.....</i>	<i>124</i>

ÍNDICE DE LÁMINAS

<i>CONDRICHTIOS.....</i>	<i>68</i>
<i>CONDRICHTIOS.....</i>	<i>80</i>
<i>OSTEICHTIOS.....</i>	<i>90</i>
<i>OSTEICHTIOS.....</i>	<i>97</i>

1.-INTRODUCCIÓN

Los peces surgen dentro del período Ordovícico. Durante el Silúrico aparecen los peces con mandíbulas o gnatostomados (Acantodios) (Fig. 1); a su vez, éstos dieron origen a dos líneas evolutivas: Elasmobranquiomorfos y Teleóstomos.

Los Elasmobranquiomorfos (Condrichthyes) tienen una distribución estratigráfica de los que abarca desde el Silúrico Superior hasta la actualidad (Fig. 1). Los restos fósiles que suelen encontrarse son dientes, vértebras y escamas placoideas.

Los Teleosteos, Osteichthyes (Actinopterygios) probablemente aparecieron por primera vez durante el Jurásico inferior, ocurriendo una gran diversificación en el Cretácico (Fig. 1). Durante el comienzo del Terciario, los Teleosteos se expandieron enormemente y son los únicos peces óseos existentes (Parker y Haswell, 1987). Entre sus restos fósiles, se encuentran los dientes, otolitos, vértebras, escamas, etc.

Los dientes nos permiten precisar la especie de la que se trata. Además, tienen la característica de ser resistentes, pequeños y se puede obtener una muestra de mayor amplitud sobre la que realizar la inferencia e interpretaciones (Aguirre 1989).

Los otolitos son órganos de resonancia que se encuentran en la región cefálea, los cuales nos pueden dar datos importantes en

Paleontología. A través de ellos es posible identificar la edad, ya que poseen bandas asimilables a pautas de crecimiento. Existen tres pares de otolitos en los peces, llamados lapillus, asteriscus y sagitta. Éste último suele ser el más grande.

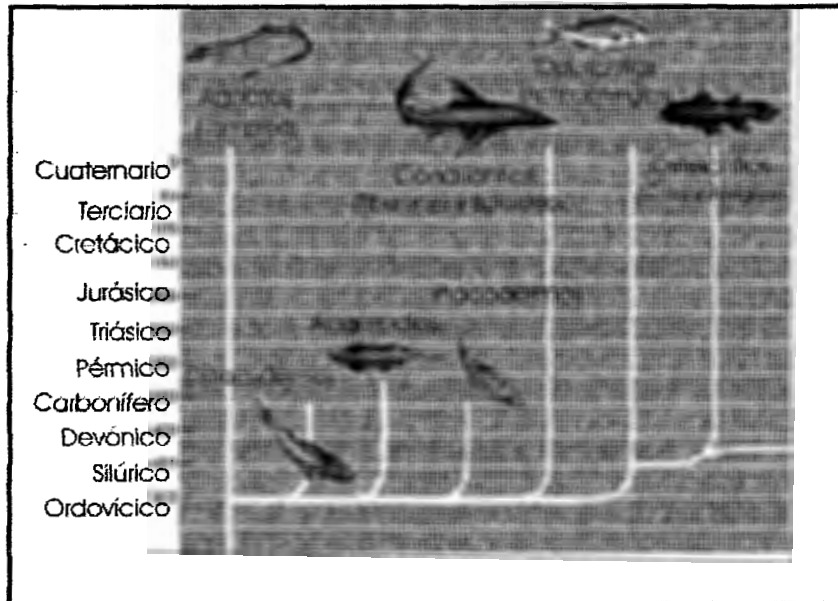


Fig. 1.- Resumen esquemático del origen y evolución del grupo de los peces en los distintos tiempos geológicos.

Los estudios sobre estos grupos son escasos aún en el Suroeste de España. En Francia y Portugal se han realizado diversos estudios de tiburones, batoideos y peces del Neógeno. Estas investigaciones son importantes porque sirven de comparación con el estudio que aquí se efectúa, ya que ambos países pertenecen junto a España a una misma región paleogeográfica (Fig. 2).

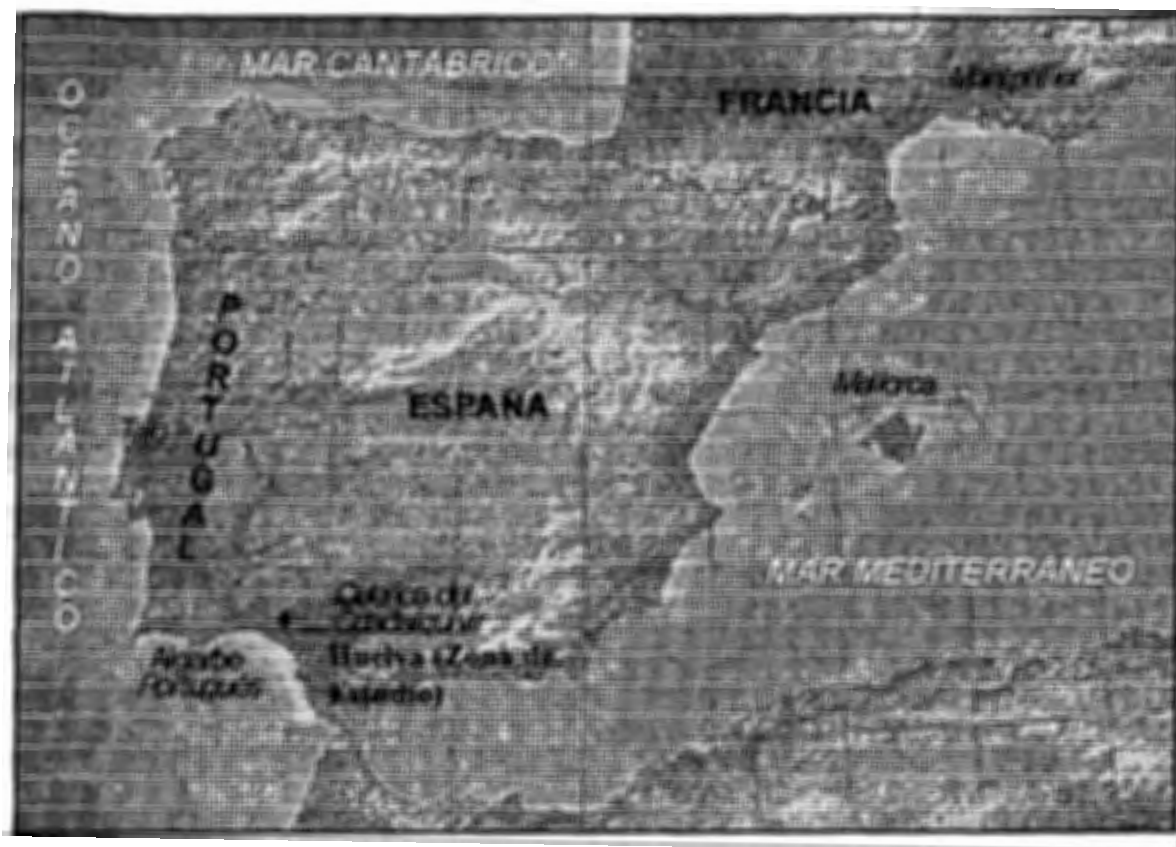


Fig. 2.- Distribución de los yacimientos fosilíferos neógenos más representativos de Condriictios y Osteictios del Suroeste de Europa. Según Capetta (1970).

Los géneros de fósiles más comunes de Condriictios y Osteictios en la región de Montpellier (Francia) son: *Alopias*, *Aprionodon*, *Carcharhinus*, *Carcharodon*, *Dasyatis*, *Galeocerdo*, *Galeorhinus*, *Ginglymostoma*, *Hemipristis*, *Hexanchus*, *Isurus*, *Isustus*, *Lamna*, *Mobula*, *Myliobatis*, *Odontaspis*, *Paragaleus*, *Physodon*, *Pteroplatea*, *Raja*, *Rhinoptera*, *Scyliorhinus*, *Scoliodon*, *Sphyrna*, *Labrodon* y *Sparus*.

En Portugal (Algarbe y zonas próximas a la desembocadura del Tajo)

se han encontrado los siguientes géneros, con una gran diversidad de especies: *Aetobatis*, *Carcharodon*, *Galeocerdo*, *Myliobatis*, *Odontaspis*, *Oxyrbina*, *Labrodon* y *Sparus* (Zbyszewki y Moitinho, 1950).

Importantes y numerosos trabajos monográficos se han realizado sobre la paleontología del Neógeno de Huelva, pero pocos han hecho mención a los Condrichtios y Osteichtios. Este trabajo tiene como finalidad contribuir al conocimiento de éstos y aclarar en parte la incógnita que se ha tenido sobre las especies existentes y su papel ecológico dentro de la comunidad neógena.

2.- ANTECEDENTES

2.1.- EL SUROESTE DE ESPAÑA DURANTE EL NEÓGENO

Durante el piso Serravaliense-Tortonense (14.2-7.1 m.a), el Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo se encontraban conectados por dos estrechos o pasajes: el Corredor o Estrecho Rifeño, al Sur, que comprendía la actual zona central de Marruecos y la parte occidental de Argelia, y el Pasaje Ibérico o Estrecho Norbético, al Norte, que recorría la parte meridional de España, en sentido Suroeste a Noreste (Fig. 3). Este último surco incluiría la actual Depresión del río Guadalquivir, extendiéndose hasta las Islas Baleares.

Hace aproximadamente 7.1 millones de años (Tortonense Superior), se cierra el Estrecho Norbético, formándose una amplia bahía o golfo que incluiría parte de las presentes provincias de Córdoba, Sevilla y Huelva (Suroeste de España) (Fig. 3). Posteriormente, también se cerrará el Corredor Rifeño, ocasionando la denominada "Crisis de Salinidad Messiniense" en el Mediterráneo, que se convierte en un conjunto de lagunas más o menos interconectadas hace aproximadamente 6 m.a.

El golfo septentrional va colmatándose progresivamente, es decir el nivel de mar aumentaba considerablemente por lapsos temporales, esto sucedió desde el Mioceno terminal hasta el Pleistoceno. En este contexto se depositaron las diversas formaciones de la provincia de Huelva (Fig. 3).

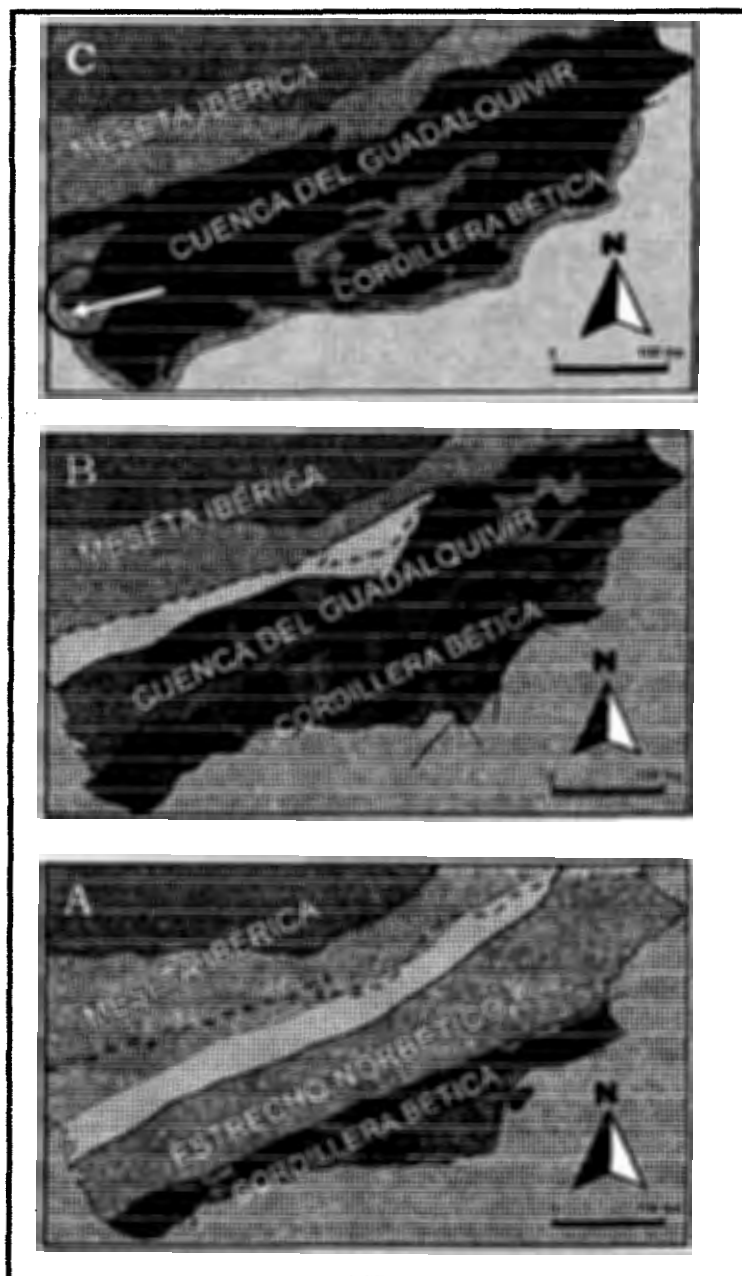


Fig. 3.- A, Configuración paleogeográfica de la Cuenca del Guadalquivir durante el Langhiense-Serravaliense; B, Configuración paleogeográfica de la Cuenca del Guadalquivir durante el Tortonense, tras el cierre del Estrecho Norbético. C, Configuración paleogeográfica de la Cuenca del Guadalquivir durante el Plioceno. El círculo indica el sector de la Cuenca donde se depositaron los materiales estudiados. Modificado de Sanz de Galdeano y Vera (1991).

2.2.- FORMACIONES NEÓGENAS DEL SUROESTE ESPAÑOL

Los materiales neógenos del sector occidental de la Depresión del río Guadalquivir (Suroeste de España) han sido divididos en cuatro formaciones geológicas principales:

1.- Formación "Niebla" (Baceta y Pendón, 1999). Está constituida por depósitos conglomeráticos basales, separados mediante una discordancia erosiva de un sustrato paleozoico, carbonífero. A continuación, aparecen localmente niveles conglomeráticos de procedencia fluvial. A techo, se encuentran paquetes calcareníticos de un espesor entre 20 y 30 m (Ruiz et al., 1997)

El área tipo de esta formación se localiza en los alrededores de Niebla y Gibraleón. No es posible en el campo la observación directa de una secuencia completa de esta unidad, pero se observa en los afloramientos de las canteras en explotación p.e. Cantera "Los Bermejales" (Fotografía. 1 Y 2).

El límite inferior de esta formación se observa junto a la antigua Mina de Sta. Bárbara, en la margen izquierda del río Tinto, a 200 mts al Suroeste de Niebla. Coordenadas 37°, 22' 20" N; 2°, 59', 25" Oeste de la Hoja nº 982, escala 1:50.000. El límite superior se aprecia en la base de la

Cantera de Gibraleón. Coordenadas UTM: 814385 de la Hoja 9-40 (981), escala 1:50.000. (Civis et al., 1987).

• Los fósiles más representativos de esta Formación son los bivalvos de gran tamaño (*Chlamys*, *Pecten*, *Crassostrea*), equinodermos (*Clypeaster*, *Echinolampas*), algas coralináceas (*Mesophyllum*, *Lithothamnium*), briozoos y macroforaminíferos (*Heterostegina*).

2.- Formación "Arcillas de Gibraleón" (Civis et al., 1987). Se inicia con un nivel de limos glauconíticos, dispuestos discordantemente sobre los materiales calcareníticos infrayacentes. A continuación, aparece un potente tramo (a veces de más de 1000 metros de potencia) de arcillas azules masivas, de fractura concoide (Fotografía 3 Y 4).

El límite inferior de esta formación coincide con el límite superior de la Formación "Niebla". Coordenadas 814385 de la hoja 9-40 (981) (Civis et al., 1987).

La macrofauna está pobremente representada por bivalvos (*Amussium*, *Palliolum*), Equinodermos (*Schizaster*, *Holaster*) y fragmentos de vertebrados (cetáceos, osteichtios y condrichtios).

La microfauna es muy abundante (foraminíferos bentónicos y

planctónicos, ostrácodos, nanoplancton calcáreo, etc).

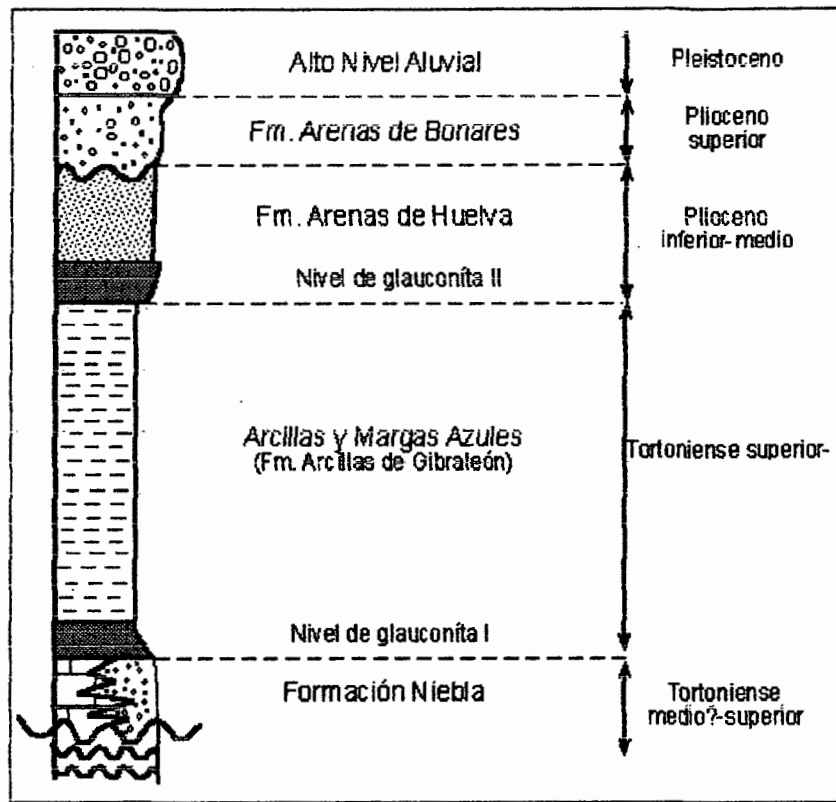
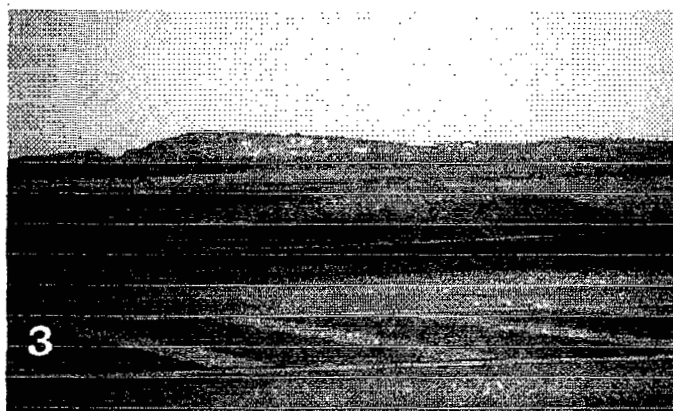
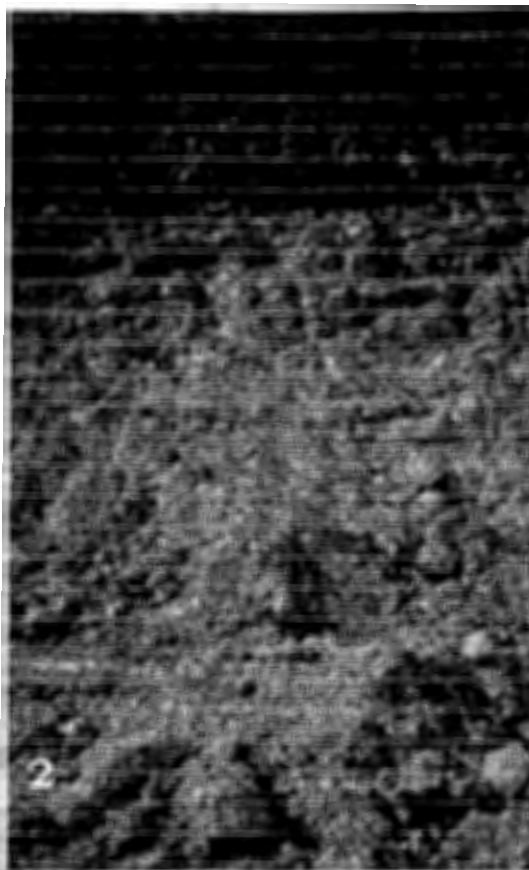


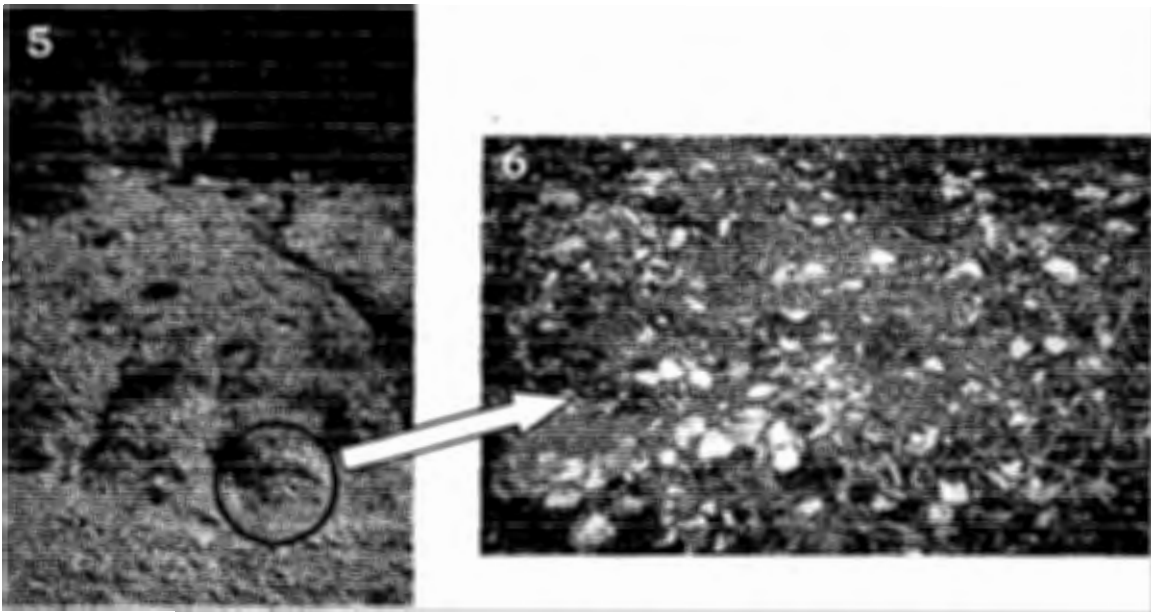
Fig. 4.- Columna regional resumida de las principales Unidades Litoestratigráficas de la Cuenca del Guadalquivir en su Sector Central y Occidental.

3.- Formación "Arenas de Huelva" (Civis et al., 1987). Comienza con un tramo de limos glauconíticos (2-4 m). A continuación, aparecen un conjunto de arenas limosas masivas y bioturbadas, con frecuentes intercalaciones lumaquéllicas de moluscos, atribuidas a niveles de tormentas (Fotografías. 5 Y 6) (González Delgado et al., 1995). El espesor de esta formación es de 20 metros. Las coordenadas de la Formación "Arenas de Huelva" 818265 de la hoja 9-41; 9-42 (999; 1016) (Civis et al., 1987).



Fotografías: 1.- Formación "Niebla" en la Cantera de "Los Bermejales"; 2.- Aspecto característico de la calcarenita de la Formación "Niebla"; 3.- Vista panorámica de la Formación "Arcillas de Gibraleón"; 4.- Aspecto característico de la Formación "Arcillas de Gibraleón".

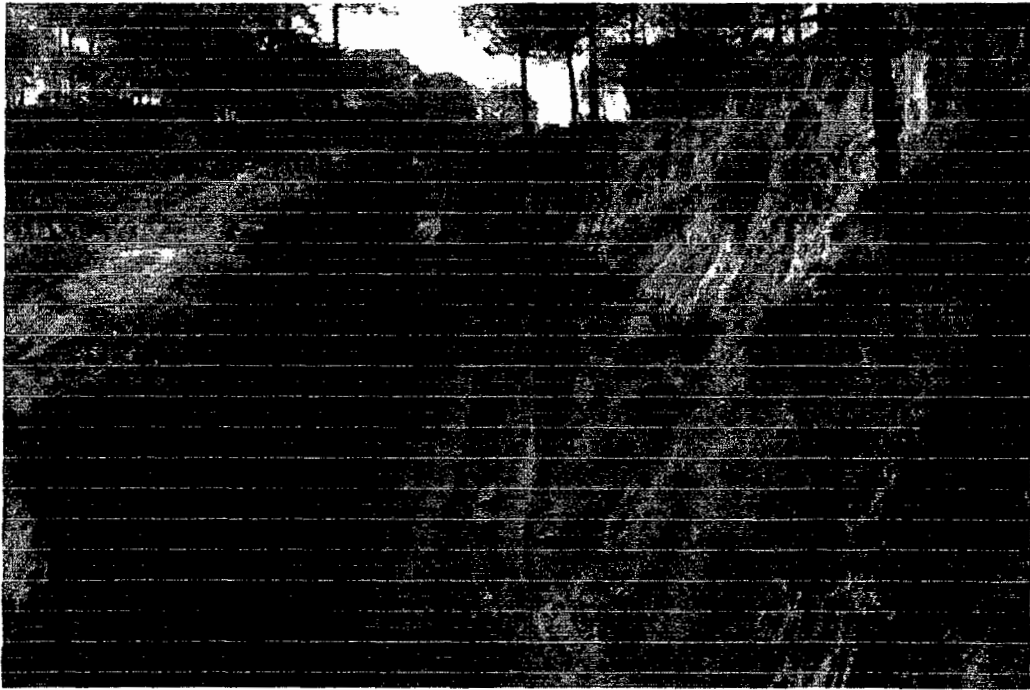
Esta Formación presenta una notable riqueza fosilífera, con más de 500 especies de moluscos descritas, unas 200 de foraminíferos y más de un centenar de ostrácodos (González Delgado, 1983; Andrés, 1982; Ruiz *et al.*, 1996). Algunos de estos autores indican la presencia de frecuentes restos de osteichtios y condrichtios, aunque sin mayor especificación ni análisis. Estos fósiles son el objeto de este trabajo de investigación.



Fotografías: 5.- Aspecto característico de la Formación "Arenas de Huelva"; 6.- Detalle de los niveles de acumulación fosilíferos.

4. - Formación "Arenas de Bonares" (Mayoral y Pendón, 1987).

Está formada por un nivel basal arenoso, con frecuentes bioturbaciones y estructuras sedimentarias típicas de medios marinos muy someros. La parte superior de la Formación se compone de arenas microconglomeráticas, típicas de la implantación de medios fluviales y/o de transición. Su espesor no alcanza los 20m. (Fotografía. 7).



Fotografía: 7.- Aspecto característico de la Formación "Arenas de Bonares" cerca de la localidad de Moguer. Tomado de Ruiz *et al.*, (1997).

2.3. PALEONTOLOGÍA DE LA FORMACIÓN "ARENAS DE HUELVA"

Los excelentes yacimientos fosilíferos de la provincia de Huelva han suscitado el interés de investigadores de las Universidades de Salamanca, Sevilla y Huelva en las últimas décadas. Dichos estudios se han centrado en los siguientes grupos:

2.3.1. MACROPALEONTOLOGÍA

Un primer bloque de investigaciones se ha centrado en los moluscos. Andrés (1982) y González Delgado (1983) efectúan el análisis sistemático y paleoecológico de las asociaciones de bivalvos y gasterópodos de esta Formación. Su estudio tafonómico de detalle fue posteriormente abordado por Mayoral (1986), en tanto que otros estudios se han centrado en familias particulares, como los pectínidos (Andrés y Porta, 1987). Una revisión general de estos grupos y otros (equinodermos, escafópodos, etc) puede ser consultada en Ruiz *et al.*, (1997).

2.3.2. MICROPALAEONTOLOGÍA

El análisis micropaleontológico ha incluido a los foraminíferos planctónicos (Sierro, 1984) y bentónicos (González-Regalado, 1987), ostrácodos (Ruiz y González-Regalado, 1996), nannoplancton calcáreo (Flores, 1987) y polen y esporas (Valle y Peñalba, 1987).

2.3.3.- PALEOICNOLOGÍA

Los aspectos paleoicnológicos han sido tratados en dos Tesis Doctorales (Mayoral, 1986; Muñiz, 1998). Estos trabajos presentan las principales icnoasociaciones y los procesos bioerosivos observados principalmente sobre las conchas de los Moluscos.

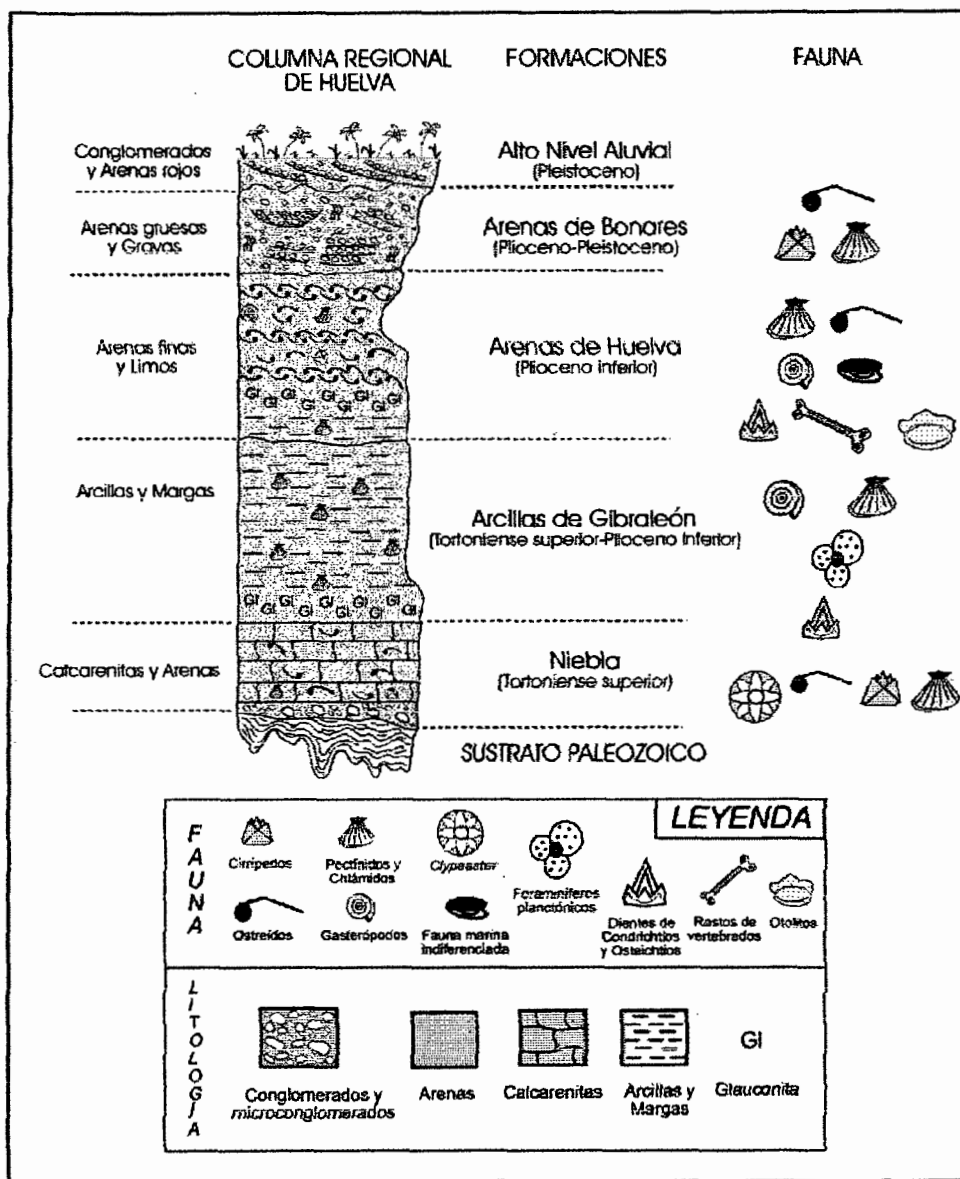


Fig. 5.- Bioestratigrafía y principales grupos de fósiles de las formaciones neógenas de Huelva.

2.3.4.- CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS

Vargas *et al.*, (1925) realizaron la primer cita de estos grupos en la Formación "Niebla". Destacan la presencia de *Carcharodon megalodon*, *Oxyrhina hastalis* y formas de *Myliobatis*.

Andrés (1980) señala la presencia de otolitos, vértebras y dientes de peces en los yacimientos fosilíferos de Bonares, próximos a los aquí estudiados. Finalmente, un análisis preliminar de los condrichtios de la Formación "Arenas de Huelva fue realizado por Ruiz *et al.*, (1996) y Ruiz *et al.*, (1997).

2.4. - BIOESTRATIGRAFÍA

Las edades de las distintas formaciones indicadas han sido determinadas mediante el estudio de la microfauna. La Formación "Niebla" comprende materiales depositados durante el Tortoniense, de acuerdo con sus asociaciones de ostrácodos (Ruiz *et al.*, 2000). La edad de la Formación "Arcillas de Gibraleón" abarca desde el Tortoniense Superior hasta el Plioceno Inferior, incluyendo las biozonas de *Turborotalia humerosa*, *Globorotalia miotumida* y parte de la biozona de *Globorotalia margaritae* (Sierro, 1984). Estas dataciones han sido confirmadas posteriormente por las especies halladas de nannoplancton calcáreo (Flores, 1987).

La Formación "Arenas de Huelva" se habría depositado entre el Plioceno Inferior (Zancliense) y, quizás, el Plioceno Medio. Comprende la parte superior de la biozona de *Globorotalia margaritae* y la biozona de *Globorotalia puncticulata*. Por último, los depósitos siliciclásticos de la Formación "Arenas de Bonares" podrían ser asimilados al Plioceno Superior-Pleistoceno (Mayoral y Pendón, 1987).

2.5. - PALEOECOLOGÍA

Los depósitos neógenos de Huelva conforman dos ciclos sedimentarios:

• **Ciclo regresivo.** La Formación "Niebla" se habría depositado en medios litorales fluvio-marinos, en un contexto de plataforma carbonatada somera típica de zonas subtropicales a templadas. La profundidad no excedería los 30-40 m y la temperatura de las aguas sería cálida (Clauss y González-Regalado, 1993; Baceta y Pendón, 1999).

El nivel condensado inferior de limos glauconíticos y las arcillas basales de la Formación "Arcillas de Gibraleón" se habrían depositado en medios cada vez más profundos, llegándose a zonas batiales superiores (300 m de profundidad) durante el Tortoniense Superior (González-Regalado y Ruiz Muñoz, 1990).

• **Ciclo transgresivo.** A partir de principios del Messiniense (6,3 m.a), se inicia una somerización progresiva. La parte superior de la formación arcillosa y los niveles basales glauconíticos de la Formación "Arenas de Huelva" se habrían depositado en medios circalitorales a infralitorales con ambiente subtropical, en tanto que los tramos tempestíticos caracterizados por grandes acumulaciones fosilíferas serían típicos de sectores infralitorales, de profundidad inferior a 50 m (Andrés, 1982; González Delgado, 1985; González-Regalado y Ruiz, 1991).

Finalmente, los depósitos de la Formación "Arenas de Bonares" serían de naturaleza infralitoral a supralitoral, llegándose a la definitiva continentalización durante el Plioceno Superior-Pleistoceno (Mayoral y Pendón, 1987).

3.- JUSTIFICACIÓN

Importantes y numerosos trabajos se han realizado en España sobre el Neógeno, enfocados fundamentalmente a invertebrados, al ser éstos más abundantes. Han sido pocas las investigaciones dedicadas al estudio de los condrichtios y osteichtios. Por tanto, este trabajo puede ayudar de alguna forma a contribuir al conocimiento de éstos. Además, es interesante para la comparación con las asociaciones de estos grupos en otras localidades de la misma provincia paleogeográfica (Portugal, Francia).

Así como en los ecosistemas actuales, en los paleoecosistemas es necesario efectuar estudios amplios, que tomen en consideración el mayor número posible de especies. A continuación, se pasará de los listados, en este caso faunísticos, a estudios de las asociaciones y roles ecológicos de cada especie.

Por otro lado, no debe perderse de vista que los ecosistemas del pasado, son numerosos, y que el problema fundamental para conocerlos y comprenderlos, estriba en que no es posible conocer la totalidad de especies y las condiciones climáticas, geográficas, etc. Sólo a través de las inferencias que se derivan de la interpretación sobre observaciones indirectas y es posible acercarse a la realidad del pasado tanto geológico como biológico.

Tampoco es nuevo señalar, que para entender nuestro presente biogeográfico y ecológico, es necesario conocer nuestro pasado. Si las

ciencias biológicas consideran a la evolución como eje vertebral, resulta incuestionable que se conduzcan esfuerzos para reconstruir nuestra historia natural.

4.- OBJETIVOS

4.1.- OBJETIVO GENERAL

1.- Analizar los restos fósiles de condrichtios y osteichtios presentes en secciones seleccionadas de la Formación "Arenas de Huelva".

4.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

1.- Definir las principales asociaciones de especies presentes, en base a un estudio semicuantitativo de los restos óseos y dientes hallados.

2.- Describir los aspectos tafonómicos (procesos de disolución, inferencia sobre mecanismos de transportes) que han podido incidir sobre la distribución final de los fragmentos de estos organismos.

3.- Delimitar la importancia de las distintas especies presentes en la Bioestratigrafía de esta Formación Neógena.

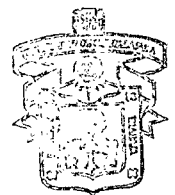
4.- Intentar establecer una primera aproximación a la Paleoecología de las distintas asociaciones, comparando su registro paleontológico con los datos aportados por otros grupos fósiles del misma región.

5.-HIPÓTESIS

En los yacimientos fosilíferos de Francia y Portugal, han sido encontrados restos fósiles de diversos géneros de Condriictios y Osteictios.

Por lo anterior, se considera que, después de efectuar la separación, análisis e identificación de restos fósiles de condriictios y osteictios, en la Formación "Arenas de Huelva", los ejemplares corresponderán a los géneros comunes a las tres zonas citadas. Con ello se confirmaría la pertenencia de todos ellos a la misma provincia paleogeográfica.

CUCBA



BIBLIOTECA CENTRAL

6.- METODOLOGÍA

6.1.- ANALISIS BIBLIOGRÁFICO

Para recabar la información bibliográfica necesaria para llevar a cabo la investigación, se efectuó una búsqueda selectiva de libros, revistas, publicaciones paleontológicas, etc., en las siguientes bibliotecas:

- Biblioteca de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.
- Biblioteca de Geología de la Universidad Complutense de Madrid.
- Biblioteca del Museo de Historia Natural en Madrid.
- Biblioteca de la Universidad de Huelva.
- Biblioteca Pública Provincial de Huelva.
- Biblioteca de Biología de la Universidad de Sevilla.

6.2.- TRABAJO DE CAMPO

Es importante antes de ir a campo revisar previamente los mapas de las secciones que se piensa colecta fósiles. Entre el material necesario se encuentran: Mapas (topográfico y geológico), martillo geológico, brújula, palas pequeñas, bolsas resistentes, marcadores, guantes, cinta métrica, brochas, libreta, lápiz.

Una herramienta excelente para registrar las coordenadas del sitio de muestreo, si se dispone es el GPS.

Para la colecta de material, se ha empleado la técnica de muestreo sistemático. Esta técnica consiste en cavar hoyos y tomar un kilogramo de tierra con un intervalo métrico de un metro de forma vertical, desde la parte inicial, hasta la final del muro. Se debe marcar las bolsas con la sección muestreada y el número de muestra colectada. (Fotografía. 8).

Es importante mencionar que durante el trabajo de campo se observo la estratigrafía, los tipos de fósiles visibles, la composición de los sedimentos y la posición de las perforaciones realizadas. Es necesario realizar dibujos de todo lo observado.

Se seleccionaron cuatro secciones de la Formación "Arenas de Huelva": Bonares A, con hoja topográfica n° 1.000, coordenadas: 2°, 59' 18" W y 37° 20' 00" N. Bonares B, con hoja topográfica n° 1.000, coordenadas 2° 59' 35" W y 37° 18' 13" N. Trigueros 37°, 23'. Niebla, con hoja topográfica n° 982, coordenadas: 2° 57' 20" W y 37°, 20' 40" N. (Fig. 6).

En la localidad de Bonares, el muestreo se realizó en dos secciones diferentes: 1) Bonares-A (al Sur), con seis niveles analizados; y 2) Bonares-

B (al Norte) con once niveles. Dentro de la sección de Trigueros, se obtuvieron cinco muestras, en tanto que la sección Niebla proporcionó once muestras. La selección de los niveles muestreados dependió de los cambios litológicos presentes en las diferentes secciones y de los cambios faunísticos observables en cada yacimiento.



Fotografía. 8.- Ejemplo de muestreo sistemático en la Sección de Trigueros.

Para que el estudio fuera más completo, se clasificaron tres colecciones particulares, cuyos ejemplares corresponden al nivel de glauconita de la Formación "Arenas de Huelva".

- 1.- Colección Andrés Estevéz Toscano (Trigueros). (Fotografía. 9).
- 2.- Colección Serafín Romero Díaz (Trigueros). (Fotografía. 10).
- 3.- Colección Daniela Velo Pavón (Bonares). (Fotografías. 11 y 12).

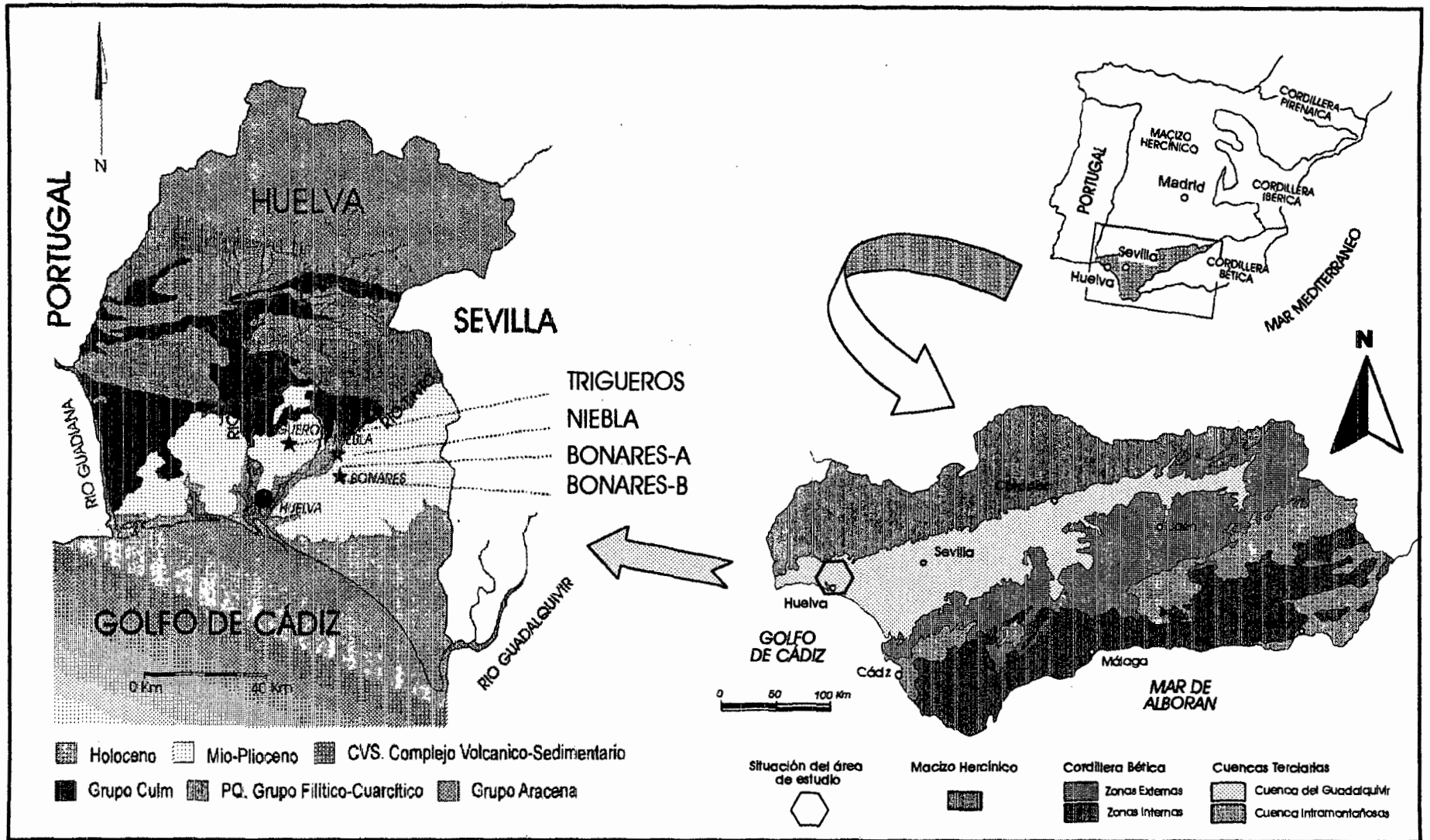
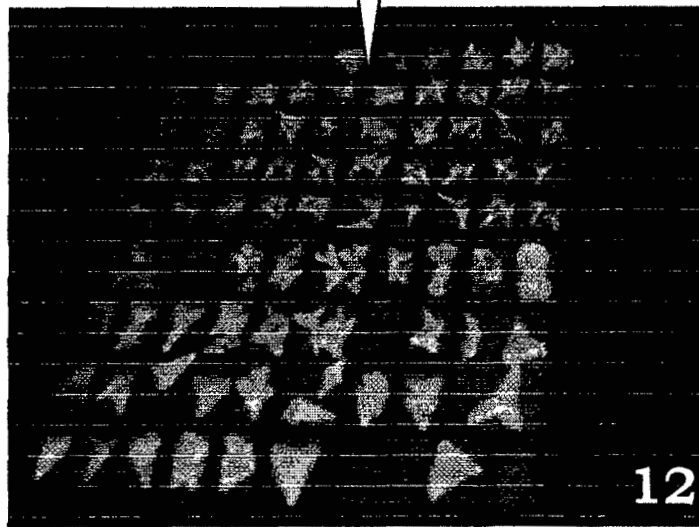
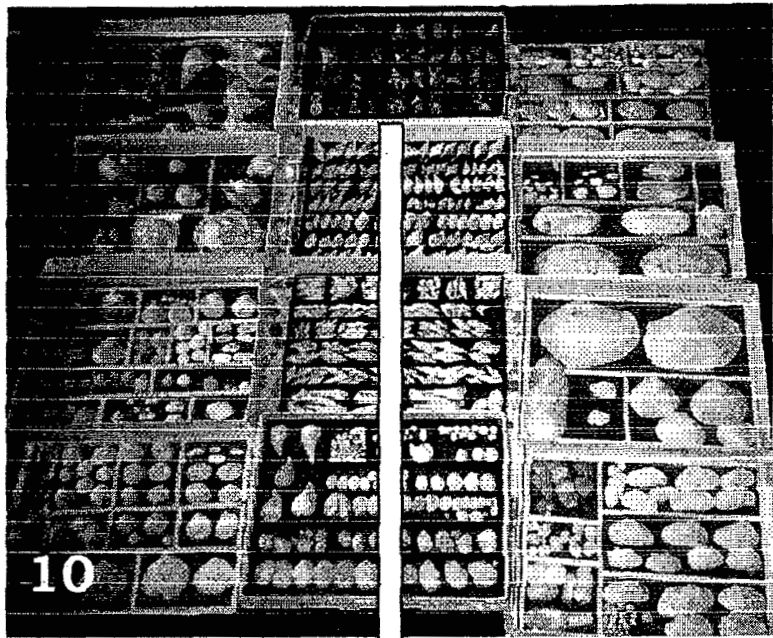


Fig. 6.- Localización geográfica y geológica de las secciones muestreadas. Modificado de Abad M (2002).



Fotografías: Colecciones privadas de: 9.- Colección Andrés Estevéz Toscano (Sección de Trigueros); 10.- Colección Serafín Romero Díaz (Sección de Trigueros); 11 y 12.- Colección Daniela Velo Pavón (Sección de Bonares).

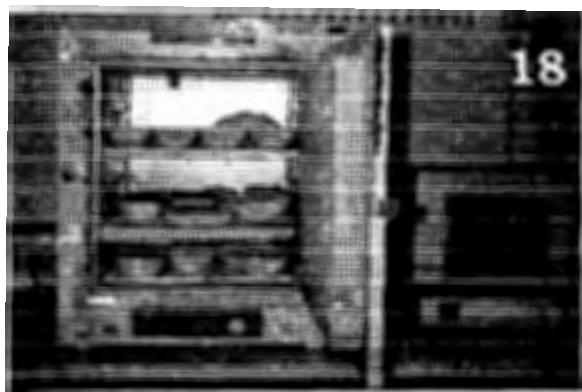
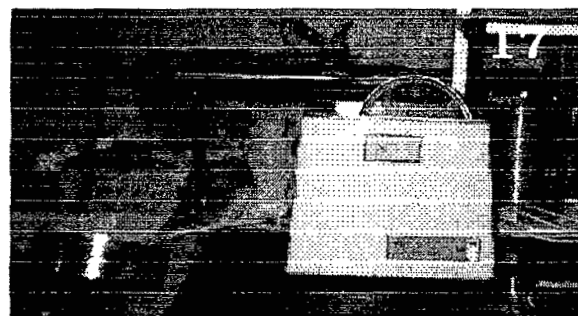
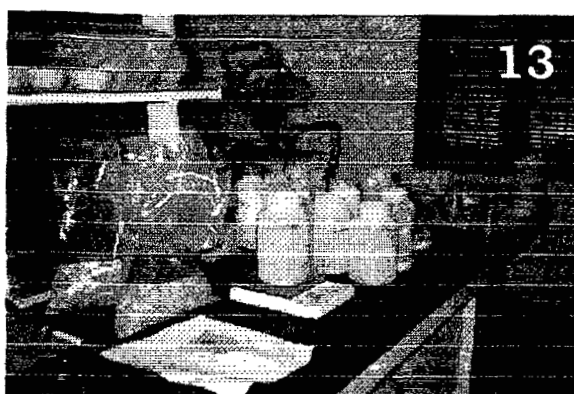
6.3 TRABAJO DE LABORATORIO

En el laboratorio, las muestras obtenidas fueron pesadas con una balanza (Cobos precision, Switzeland, máx. 2000 g, precisión 1 g) (Fotografía. 13). Se colocaron en frascos de plástico, dentro de una disolución con disgregante (pirofosfato sódico), descalcificante (Calgonit™), oxidante (agua oxigenada) y agua. Con ello, se pretende agilizar la disgregación grano a grano (Fotografías. 14 y 15).

Las muestras se cernieron a continuación, filtrándolas por tamices de malla de 2mm y 0.5mm de diámetro de luz de malla, para separar el material sedimentario de los fósiles (Fotografía. 16).

Antes de empezar cada muestra, se introdujeron los tamices en ultrasondas para su limpieza. Con ello, se pretende que los ejemplares que quedan en las mallas de los tamices procedentes de las muestras utilizadas no contaminen posteriores muestras en el laboratorio (Fotografía 17).

El residuo se introduce en cápsulas de porcelana refractaria, previamente etiquetadas. A continuación, se procede a su secado en la estufa (P. Selecta Modelo 210) a una temperatura constante de 60° C, durante veinticuatro horas y a su empaquetado y etiquetado en bolsas aislantes (Fotografías. 18 y 19).



Fotografías: 13.- Pesado de muestras; 14.- Ataque químico de las muestras; 15.- Reposo de las muestras; 16.- Levigado con tamices; 17.- Aplicación de ultrasonidos; 18.- Secado en horno; 19.- Empaquetado y etiquetado.

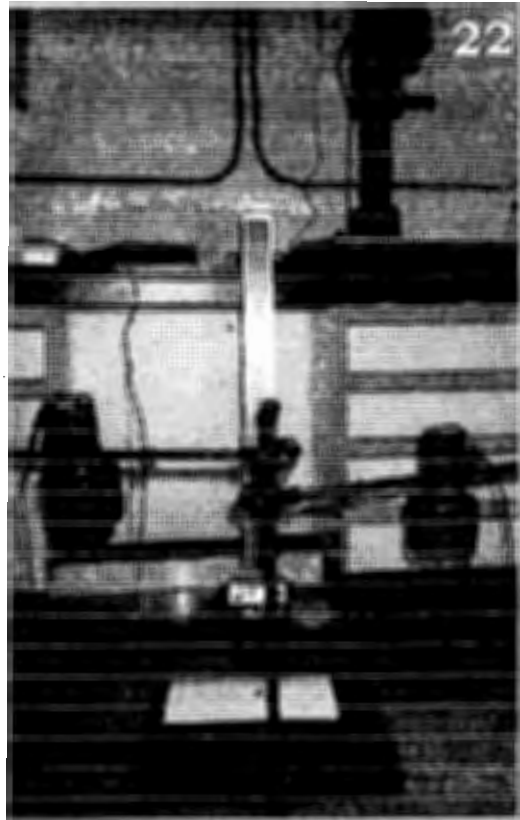
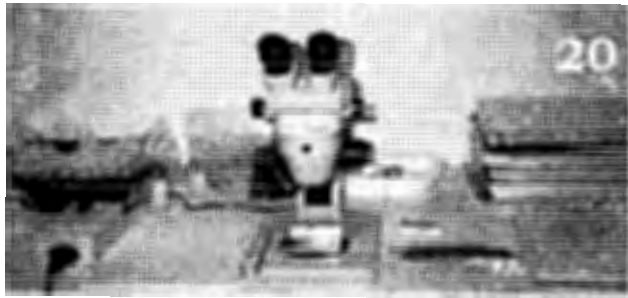
6.4.- TRABAJO DE GABINETE

Una vez seco el material, se separan los ejemplares mediante la observación directa en la lupa binocular estereoscópica (modelo OLYMPUS ZX) (Fotografía. 20).

El procedimiento consistió en situar las muestras en una bandeja metálica cuadrículada, separándose los restos encontrados de dientes y otolitos en las celdillas correspondientes para una sucesiva clasificación. Para realizar la clasificación se consultó la sistemática basada en la obra de Cappetta (1987) sobre condrichtios y para la clasificación de los peces, se utilizó la incluida en Corbera (2000).

Posteriormente a la clasificación de los ejemplares fósiles se fotografiaron. En el caso de los otolitos se utilizó una lupa binocular marca Nikon SMZ-10A (Fotografía. 21), ajustada a una cámara de video (Sony CCD-Iris), imprimiéndose posteriormente en papel brillo (Video Graphic Printer OP-89OCE).

Para obtener las fotografías de los dientes se requirió de una cámara digital (Canon modelo Power Shot S20, densidad 3.3 Mega CCD) (Fotografía. 22).



Fotografías: 1.- Estudio de las muestras mediante Lupa Binocular. 2.- Microscopía electrónica para la impresión de Otolitos; 3.- Montaje del equipo para fotografiar los dientes de condrichtios y osteichtios.

7.- RESULTADOS

7.1.- ANÁLISIS DE LAS SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS

7.1.1.- SECCIÓN DE BONARES-A

Esta sección se encuentra en una cantera para la explotación de arcillas, situada a la salida del municipio de Bonares en dirección a Lucena del Puerto. Presenta una potencia aproximada de 7,5 m, en los que pueden diferenciarse los siguientes tramos (Figs. 11 y Fotografías.23 y 24):

a) 1,6 m de arcillas grises-azuladas, compactas, levemente bioturbadas. Presentan restos aislados de bivalvos (*Amussium cristatum*, *Palliolum excisum*) y radiolas de equinodermos.

b) 2,15 m de limos arenosos amarillentos. La escasa fauna presente está formada por *A. cristatum* y fragmentos de costillas de cetáceos. Las fracciones tamizadas más groseras (> 2 mm) aportan una abundante microfauna de foraminíferos (p.e., *Lenticulina*, *Nodosaria*), así como ejemplares aislados de vértebras, escamas y dientes de osteichtios y condrichtios.

c) 2,75 m de limos glauconíticos pardo-verdosos, con numerosas evidencias de bioturbación. Su registro paleontológico es abundante y mal conservado, con conchas parcialmente disueltas de *Ostrea edulis lamellosa*

ó *Acanthocardia paucicostata*.

d) 0,75 m de limos arenosos que incluyen numerosas concreciones calcáreas, producto de la disolución de las conchas de los bivalvos (p.e., *Glycymeris insubrica*).

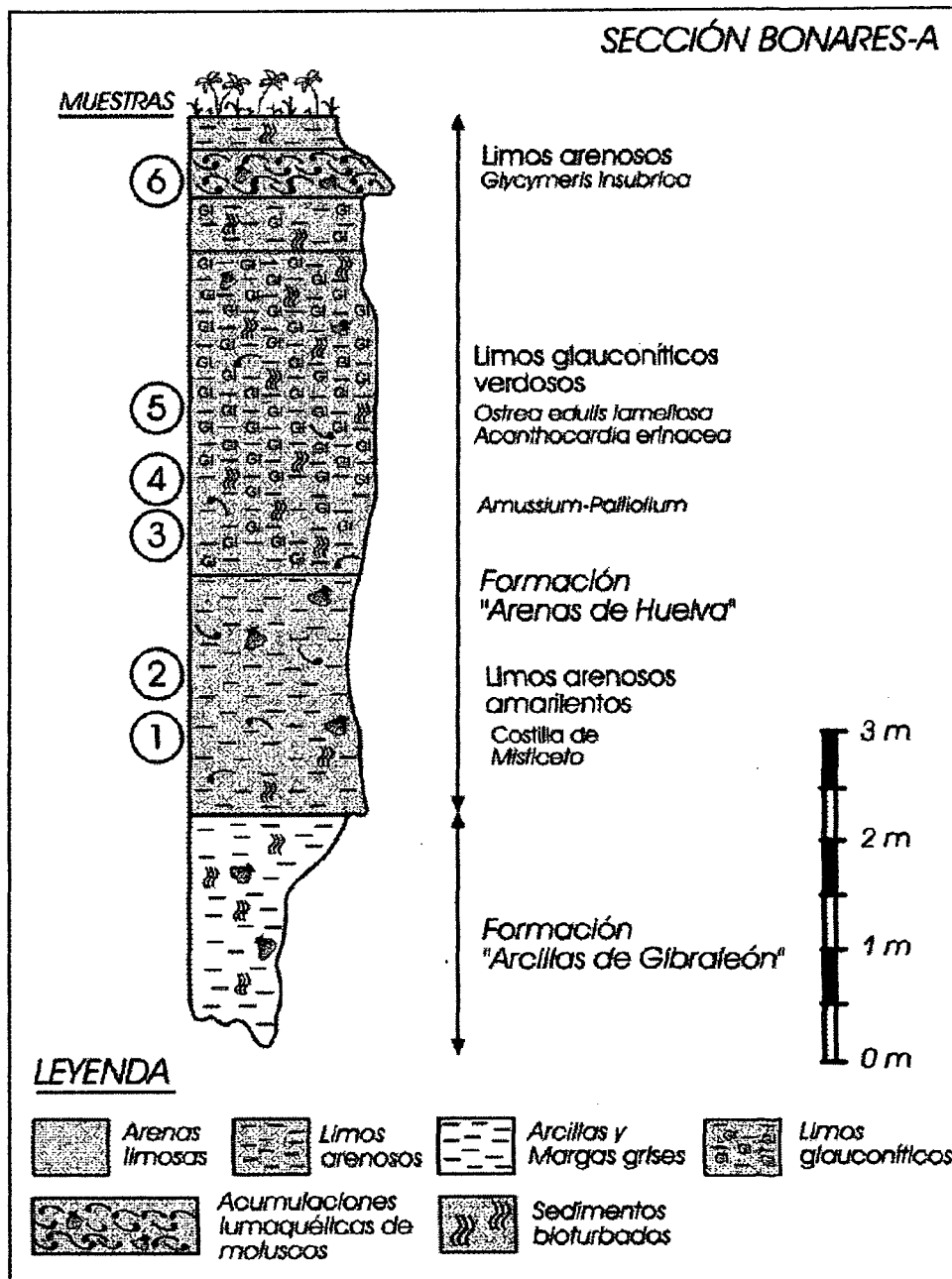
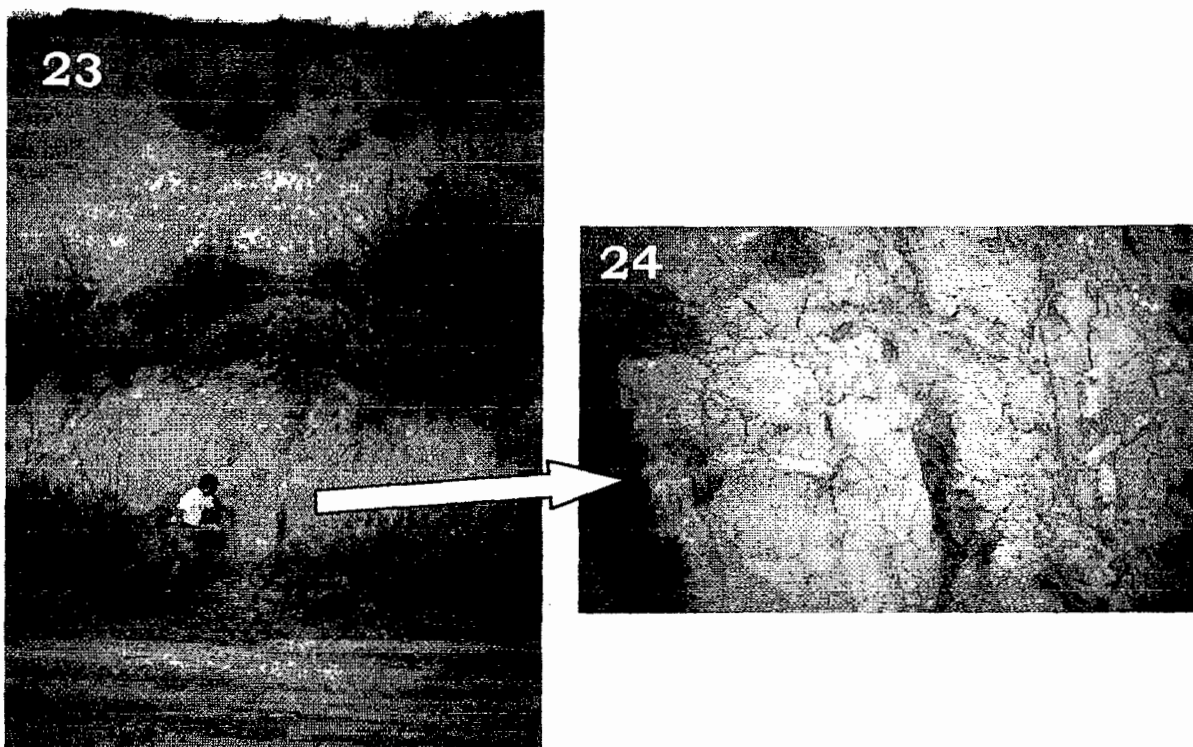


Fig. 7.- Sección estratigráfica de Bonares-A.



Fotografías: 23.- Sección Bonares-A; 24.- Detalle de una costilla de Cetáceo encontrada en la parte inferior del afloramiento.

7.1.2.- SECCIÓN DE BONARES-B

Este corte, también llamado Yacimiento de la Casa del Pino (González Delgado, 1984; González-Regalado, 1987), está situado a unos 500 m de Bonares, en dirección a la autovía A-49 y al municipio de Niebla. Tiene una potencia de 16,5 m (Fig. 8 y Fotografías. 25 y 26), distribuidos en:

- a) 0,5 m de arcillas azules concoideas, con escasos restos de fauna.
- b) 2,75 m de limos glauconíticos verdosos, con presencia de

frecuentes conchas de *A. cristatum* y *P. excisum*, así como de dientes de osteichtios y condrichtios. La colección Daniela Velo procede de este nivel.

c) 2 m de limos arenosos gris-amarillentos, que incluye un primer nivel de acumulación de macrofauna. Son muy frecuentes los bivalvos (*Ostrea. edulis*, *Cardium hians*), escafópodos (*Dentalium sexangulum*) o los cirrípedos (*Balanus* spp.).

d) 11,25 m de arenas limosas, que pueden dividirse en tramos con abundante bioturbación y conchas dispersas, separados por tres niveles de acumulación de macrofauna. En estos niveles, existe una alta densidad y diversidad de bivalvos (*Ostrea*, *Pecten*, *Chlamys*, *Lucinoma*, *Acanthocardia*, *Cardium*, *Corbula*, *Spisula*), gasterópodos (*Hinia*, *Clavatula*, *Neverita*, *Naticarius*) y escafópodos.

González-Delgado (1983) señala hasta 50 especies diferentes de gasterópodos en el nivel faunístico intermedio (muestra Bonares B-8).

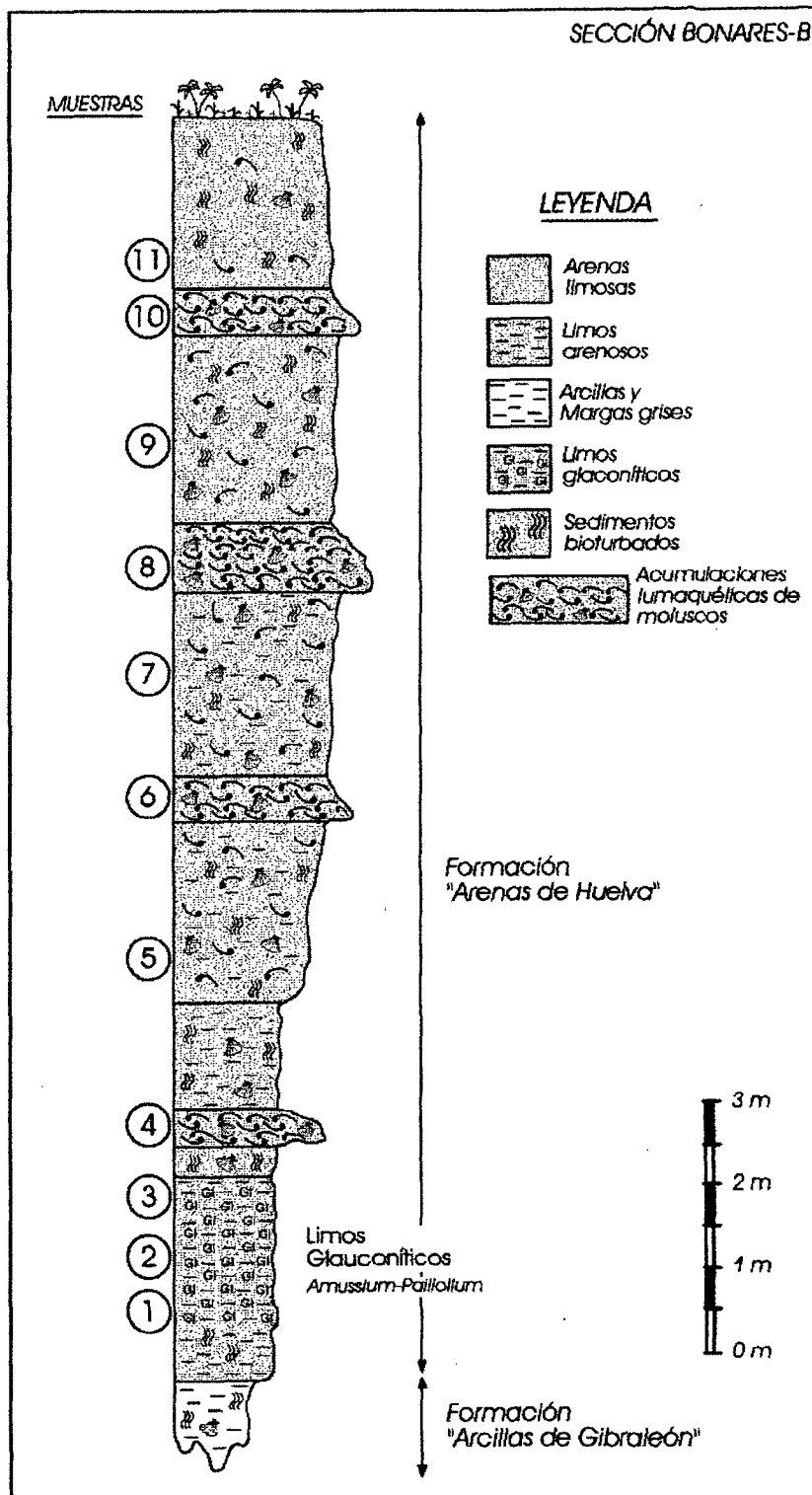
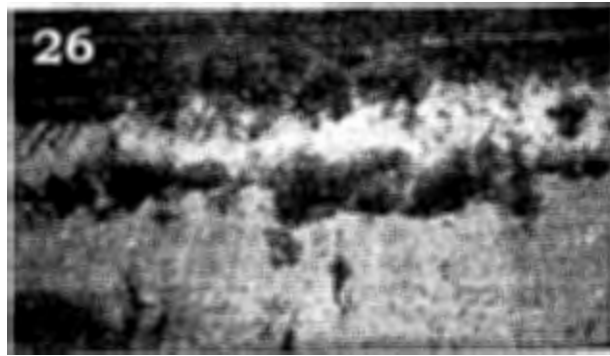


Fig. 8.- Sección estratigráfica de Bonares-B.



Fotografías: 25 y 26.- Aspecto de la Formación "Arenas de Huelva" en la Sección Bonares-B.

7.1.3.- SECCIÓN DE NIEBLA

Este yacimiento se localiza en un camino secundario que parte del pueblo de Niebla y desemboca en la autovía A-49. Sus 9,15 m de potencia (Fig. 9 y Fotografías. 27 y 28), pueden dividirse en:

a) 1,80 m de limos amarillos, localmente cementados y con proporciones escasas de glauconita. La fauna aumenta hacia el techo, donde se observan ejemplares aislados de bivalvos (*Spisula*, *Cardium*, *Venus*, *Chlamys*, *Ostrea*) y gasterópodos. La bioturbación puede llegar a ser intensa.

b) 4,70 m de limos arenosos con hasta 6 acumulaciones lumaquéllicas de moluscos de espesor variable (10 a 80 cm). Dominan los bivalvos (*Corbula*, *Spisula*, *Acanthocardia*, *Tellina*, *Donax*), gasterópodos (*Calyptrea*, *Hinia*, *Clavatula*), escafópodos y restos de equinodermos y

briozoos. En los interniveles, son más frecuentes las especies de *Ostrea* y las concreciones calcáreas.

c) 2,65 m de limos arenosos amarillos con fauna dispersa y fragmentada, parcialmente disuelta. Está compuesta por cirrípedos, ostreidos y escafópodos.

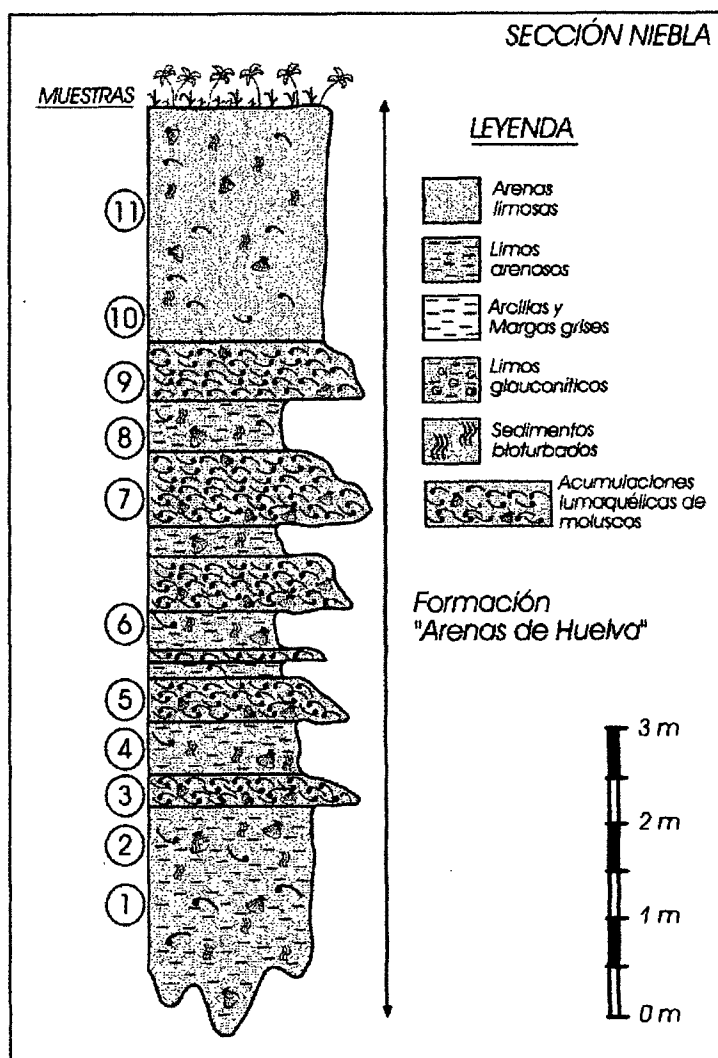


Fig. 9.- Sección estratigráfica de Niebla



Fotografías: 27 y 28.- Aspecto de la Formación "Arenas de Huelva" en la Sección Niebla.

7.1.4.- SECCIÓN DE TRIGUEROS

Esta sección se ubica en el pueblo de Trigueros, en su sector norte, dentro de la zona conocida popularmente como "Cuatro Caminos". Su potencia es limitada (4,15 m), donde pueden distinguirse las siguientes partes (Fig. 10 y Fotografías. 29 y 30):

a) 1 m de arcillas masivas gris-azuladas, con escasos fragmentos de *Amussium* y *Palliolum*.

b) 3,5 m de limos glauconíticos verdoso-amarillentos con macrofauna dispersa (*Amussium*, *Palliolum*), a veces concentrada en microniveles de espesor centimétrico. Puede sufrir una fuerte disolución en algunos horizontes, con formación de concreciones calcáreas aisladas.

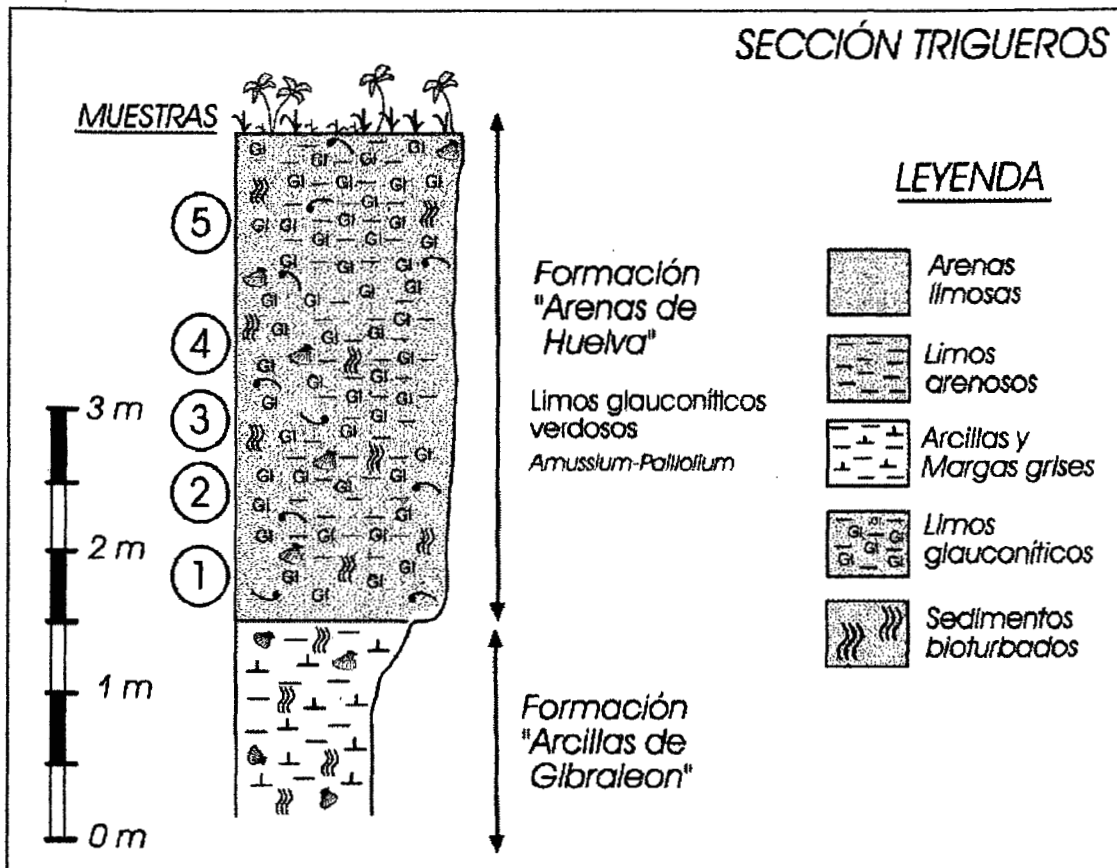
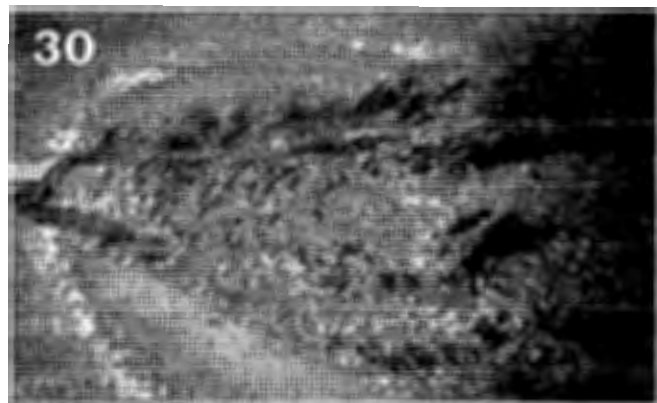


Fig. 10.- Sección estratigráfica de Trigueros.

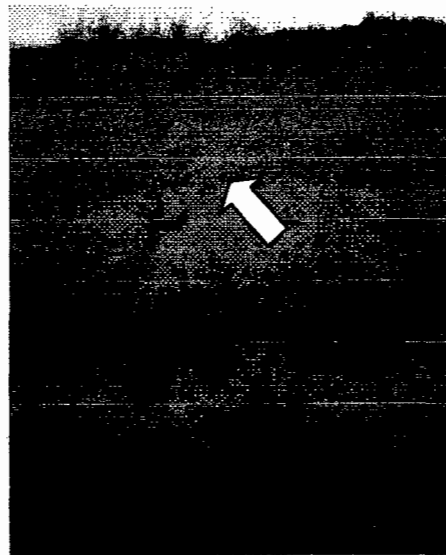


Fotografías: .- 29 y 30.- Aspecto de la Formación "Arenas de Huelva" en la Sección Trigueros.

7.1.5.- CORRELACIÓN DE LAS SECCIONES ESTRATIGRÁFICAS

Las diferentes secciones estratigráficas estudiadas pueden correlacionarse mediante un nivel de limos con glaucomita (Fig. 11). Destacan los restos de bivalvos, gasterópodos y de vertebrados como los dientes de condrihtios y osteichtios, los otolitos e incluso vertebras y costillas de cetáceos.

Este tramo, que aflora extensamente en el área de estudio, se ha interpretado como un nivel condensado que marca el tránsito entre las Formaciones "Arcillas de Gibraleón" (Messiniense-Plioceno inferior) y las "Arenas de Huelva" (Plioceno inferior) (Civis *et al.*, 1987) (Fotografía. 31).



Fotografía: 31.- Situación del nivel de limos glauconíticos que marcan el tránsito entre la Formación "Arcillas de Gibraleón" y la Formación "Arenas de Huelva".

CORRELACIÓN DE LAS SECCIONES

7.2.- CONDRICHTIOS Y OSTEICHTIOS

7.2.1.- ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD

7.2.1.1.- Sector de Bonares-Niebla

• **Sección de Bonares-A:** Los dientes de condrichtios y osteichtios son muy escasos en esta sección, concentrándose principalmente en el nivel de limos glauconitos (TABLA I). Se han determinado dos taxa de condrichtios y tres de osteichtios, de los cuáles tres aparecen en nomenclatura abierta. La mayoría de las formas corresponden a este último grupo (85 %), todos ellos pertenecientes a la familia Sparidae. En ella, destaca la especie *Sparus cinctus* (Agassiz).

• **Sección de Bonares-B:** Se han reconocido 10 especies distintas de osteichtios y 3 de condrichtios (TABLA II). Según su distribución, pueden distinguirse tres tramos:

a) Basal (muestras Bonares B-1 a B-4). En este paquete predominantemente limoso y glauconítico, aparecen de 2 a 5 dientes por muestra, casi todos ellos de osteichtios (> 92 %). Entre ellos, destacan por su frecuencia los ejemplares del género *Sparus*, representados por muelas pertenecientes a tres especies (*S. auratus*, *S. cinctus* y *Sparus* sp.). Este

tramo está separado del suprayacente por un nivel carente de estos grupos (muestra Bonares B-5).

b) Medio (muestras Bonares B-6 a B-8). Presenta una alta diversidad (10 especies) y densidad, con dominio notable de los osteichtios (32 de 34 ejemplares hallados). Entre ellos, destacan *Sparus cinctus*, *S. auratus* y *Fieraster nuntius*. Los condrichtios sólo están representados por formas aisladas de batomorfos (*Rhinobatus* sp., familia Dasyatidae).

c) Superior (muestras Bonares B-9 a B-11). Existe una disminución muy acusada en el registro de estos grupos, que queda limitado a raros ejemplares de osteichtios (*Orthopristis* sp.)

• **Sección de Niebla:** Los dos grupos estudiados son muy escasos en esta sección, con sólo 9 ejemplares y 7 especies identificadas en las 11 muestras analizadas (TABLA III). Excepto un ejemplar de *Dasyatis* sp., el resto corresponde a especies de osteichtios. Este grupo está representado tanto por otolitos (*Neobythites*, *Ophidion* spp) como por muelas (*Sparus* spp.), sobre todo en las muestras inferiores (Niebla 2-3-5). En la parte superior (Niebla 8 a 11) no se han encontrado ningún registro fósil.

TABLAS I Y II

ESPECIES	FRACCIÓN	NIE.1	NIE.2	NIE.3	NIE.4	NIE.5	NIE.6	NIE.7	NIE.8	NIE.9	NIE.10	NIE.11
<i>Dasyatis</i>	0.5-2					1						
<i>Neobythites sp.</i>	0.5-2							1				
<i>Ophidion biscaicum</i>	0.5-2		1									
<i>Ophidion sp.</i>	0.5-2		1									
<i>Sparus auratus</i>	0.5-2					1						
<i>Sparus cinctus</i>	0.5-2			1		1						
<i>Sparus sp.</i>	0.5-2					1						
INDETER. POR DESGASTE	2	1	1									
TOTAL ESPECIES	7											
TOTAL INDIVIDUOS	10											

TABLA III.- Condrichtios y osteichtios en la sección Niebla.

• **Colección Daniela Pavón:** Esta colección es especialmente interesante por el inusual número de ejemplares (493) y especies (16) presentes. Destacan los condrichtios, entre los que sobresalen *Carcharhinus egertoni* (Agassiz), *C. priscus* (Agassiz), *Hexanchus primigenius* (Agassiz) y, sobre todo, *Isurus hastalis* (Agassiz) y *Odontaspis acutissima* (Agassiz). Entre los osteichtios, sólo incluye a *Sparus auratus* (Linnaeus) y *S. cinctus* (Agassiz).

COLECCIÓN DE DANIELA VELO	
CONDRICTIOS	
<i>Carcharhinus egertoni</i>	89
<i>Carcharhinus priscus</i>	85
<i>Carcharocles megalodon</i>	1
<i>Galeocerdo aduncus</i>	1
<i>Hemipristis serra</i>	1
<i>Hexanchus primigenius</i>	30
<i>Isurus (oxyrhina) benedeni</i>	1
<i>Isurus hastalis</i>	108
<i>Lamna cattica</i>	1
<i>Myliobatis aff. M. Oweni</i>	2
<i>Myliobatis faujasi</i>	2
<i>Myliobatis lateralis</i>	6
<i>Myliobatis sp.</i>	6
<i>Odontaspis acutissima</i>	146
TOTAL ESPECIES	14
TOTAL INDIVIDUOS	479
OSTEICTIOS	
<i>Sparus auratus</i>	11
<i>Sparus cinctus</i>	3
TOTAL ESPECIES	2
TOTAL INDIVIDUOS	14

TABLA IV.- Condrichtios y osteichtios de la Colección Daniela Velo.

7.2.1.2.- Sector de Trigueros

La sección de Trigueros no ha aportado ningún registro (otolitos, dientes, vértebras, escamas) de osteichtios ó condrichtios. En consecuencia, sólo se dispone de la información suministrada por las siguientes colecciones:

a) Colección S. Romero. Sólo contiene 8 ejemplares correspondientes a 4 especies (TABLA V). Entre ellas, sobresalen 4 grandes ejemplares de *Isurus hastalis* y 2 de *Carcharocles megalodon*.

COLECCIÓN SERAFÍN ROMERO	
<i>Carcharocles megalodon</i>	2
<i>Hemipristis serra</i>	1
<i>Isurus hastalis</i>	4
<i>Odontaspis cuspidata</i>	1
TOTAL ESPECIES	4
TOTAL INDIVIDUOS	8

TABLA V.- Condrichtios y osteichtios de la Colección Serafin Romero.

b) Colección A. Estevez incluye a 21 ejemplares pertenecientes a 3 especies, todas ellas de Condrichtios (TABLA VI). Entre ellos, destaca *Isurus hastalis* por su abundancia.

COLECCIÓN ANDRÉS ESTEVEZ	
<i>Carcharhinus priscus</i>	3
<i>Isurus hastalis</i>	14
<i>Odontaspis acutissima</i>	4
TOTAL ESPECIES	3
TOTAL INDIVIDUOS	21

TABLA VI.- Condrichtios y osteichtios de la Andrés Estevez.

7.2.2.- TAFONOMÍA

En general, el registro fósil de Osteichtios y Condrichtios del sector de Bonares-Niebla se encuentra mejor conservado que el de Trigueros. No obstante, existen diferencias entre las diversas especies, e incluso entre los ejemplares de una misma especie colectados en secciones distintas (TABLA VII).

a) Dientes: El estado de conservación de los dientes y agujones es variable. Los dientes encontrados de *Carcharhinus*, *Lamna*, *Hexanchus*, o la mayoría de los agujones de batomorfos presentan un buen estado, con un esmalte aún brillante, casi sin agrietamientos y los aserramientos laterales de la corona bien definidos.

En otros casos, la conservación es deficiente. Así, se observa una fuerte pérdida de esmalte y fragmentación acusada en *Carcharocles*. También pueden producirse pérdidas totales o parciales de los sinfisarios, como en las especies de *Odontaspis*.

En todos estos casos, los dientes bien conservados presentan un esmalte de coloración gris metálica. En cambio, se aprecian residuos de glauconita en la raíz, confiriéndoles tonalidades verdosas oscuras.

	A	B	C	D	E	F	G	H
GALEOMORFOS								
<i>Carcharhinus egertoni</i>	Bueno	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Abundante
<i>Carcharhinus priscus</i>	Bueno	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Abundante
<i>Carcharhinus</i> sp	Regular	Malo	Escaso	NO	NO	NO	NO	NO
<i>Galeocerdo aduncus</i>	Regular	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Abundante
<i>Hemipristis serra</i> (Bonares)	Bueno	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Abundante
<i>Hemipristis serra</i> (Trigueros)	Regular	Regular	Frecuente	NO	NO	NO	NO	Frecuente
<i>Odontaspis acutissima</i> (Bonares)	Bueno	Bueno	Escasa	Frecuente	NO	NO	NO	Abundante
<i>Odontaspis acutissima</i> (Trigueros)	Regular	Regular	Frecuente	Frecuente	NO	NO	NO	Frecuente
<i>Odontaspis cuspidata</i>	Regular	Regular	Frecuente	Frecuente	NO	NO	NO	Frecuente
<i>Carcharocles megalodon</i> (Bonares)	Regular	Regular	Frecuente	NO	NO	NO	NO	Abundante
<i>Carcharocles megalodon</i> (Trigueros)	Malo	Malo	Abundante	NO	NO	NO	NO	Frecuente
<i>Isurus benedeni</i>	Bueno	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Frecuente
<i>Isurus hastalis</i> (Bonares)	Bueno	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Abundante
<i>Isurus hastalis</i> (Trigueros)	Regular	Regular	Escaso	NO	NO	NO	NO	Frecuente
<i>Lamna cattica</i>	Regular	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Abundante
<i>Hexanchus primigenius</i>	Bueno	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Abundante
BATOIDEOS								
<i>Dasyatis</i> sp.	Regular	Regular	Escaso	NO	NO	NO	NO	Escaso
Especie indiferenciada	Regular	Malo	Frecuente	NO	NO	NO	NO	Escaso
<i>Heterotorpedo</i> sp.	Regular	Bueno	Escaso	NO	NO	NO	NO	Escaso
<i>Myliobatis faujasi</i>	NO	NO	Escaso	NO	Bueno	NO	NO	Escaso
<i>Myliobatis lateralis</i>	NO	NO	Escaso	NO	Bueno	NO	NO	Escaso
<i>Myliobatis</i> aff. <i>M. oweni</i>	NO	NO	Escaso	NO	Bueno	NO	NO	Escaso
<i>Rhinoptera studeri</i>	NO	NO	Escaso	NO	NO	NO	NO	Frecuente
OSTEICHTIOS								
<i>Diaphus</i> aff. <i>D. brachycephalus</i>	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Bueno	NO
<i>Fierasfer nuntius</i>	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Bueno	NO
<i>Gobius vicinalis</i>	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Bueno	NO
<i>Ophidion biscaicum</i>	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Bueno	NO
<i>Ophidion</i> sp	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Regular	NO
<i>Orthopristis benneti</i>	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Bueno	NO
<i>Orthopristis</i> sp.	NO	NO	NO	NO	NO	Regular	Bueno	NO
<i>Sparus auratus</i>	Bueno	NO	Frecuente	NO	NO	NO	NO	Escaso
<i>Sparus cinctus</i>	Bueno	NO	Frecuente	NO	NO	NO	NO	Escaso
<i>Sparus neogenus</i>	Bueno	NO	Frecuente	NO	NO	NO	NO	Escaso
Sp. 1	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Bueno	NO
Sp. 2	NO	NO	NO	NO	NO	Bueno	Bueno	NO

TABLA VII.- Tabla resumen de las características tafonómicas de los ejemplares de las 31 especies de Condrichtios y Osteichtios identificados. *A*, estado del esmalte del diente; *B*, Estado de la raíz; *C*, Rotura parcial; *D*, Perdida de dientes sinfigenios; *E*, Estado de agujones caudales; *F*, Estado del borde de los Otolitos; *G*, Estado de la cara interna y externa de los Otolitos; *H*, Residuos de Glauconita.

b) Otolitos: De los 30 otolitos hallados, 11 presentaban señales evidentes de abrasión y no pudieron ser determinados. Los bordes de los otolitos no suelen estar afectados, aunque se aprecian erosiones parciales.

8.- SISTEMÁTICA

8.1 SISTEMÁTICA DE CONDRICHTIOS

En base a la consulta de Cappetta (1987) sobre condrichtios y para los osteichtios, se utilizó la incluida en Corbera (2000).

Clase Condrichtios (Huxley 1880)

Subclase Elasmobranchii (Bonaparte 1838)

Cohorte Euselachii (Hay 1902)

Subcohorte Neoselachii (Compagno 1977)

Superorden Galeomorphii (Compagno 1973)

Orden Carcharhiniformes (Compagno 1973)

Familia Carcharhinidae (Jordan y Evermann 1896)

Género *Carcharhinus* (Blainville 1816)

Carcharhinus egertoni (Agassiz 1843)

(LÁMINA I-A y B)

1843 (1833-1843) *Carcharhinus egertoni* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Nota: Se puede encontrar como *Carcharhinus* o descrito con los subgéneros *Aprionodon*, *Eulamia*, *Hypoprion*.

Localidad: Bonares.

Material: 89 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Los dientes del maxilar inferior son estrechos, verticales, arqueados en la cara interna y ligeramente convexos en la cara externa. Poseen un aserramiento lateral y una inclinación hacia el interior de la boca.

Los dientes de las primeras filas poseen una forma de triángulo isósceles. La corona se encuentra bien marcada, con un aserramiento lateral. Los dientes laterales presentan la punta inclinada y una concavidad angular acusada en el borde posterior. La parte superior es sensiblemente rectilínea y generalmente perpendicular a la base de la raíz. El borde anterior es ligeramente sinuoso.

Carcharhinus priscus (Agassiz 1843)

(LÁMINA I A y C)

1843 (1833-1843) *Carcharhinus priscus* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares y Trigueros.

Material: 88 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Presenta una dentadura heterodonta. Poseen los dientes muy finamente aserrados, de base ancha, cúspide estrecha, algo inclinada

(dientes superiores laterales) o recta (dientes inferiores laterales). La raíz es ancha y alta.

***Carcharhinus* sp.**

Localidad: Bonares.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Este género presenta una dentadura de tipo heterodonta. El ejemplar hallado tiene un diente de tipo triangular, con el borde aserrado. La cara labial es lisa y la parte interior es ligeramente convexa. La cúspide del diente es bastante ancha. Este diente carece de raíz.

Género *Galeocerdo* (Müller y Henle 1838)

***Galeocerdo aduncus* (Agassiz 1843)**

(LÁMINA I-D y E)

1843 (1833-1843) *Carcharhinus priscus* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Su forma es triangular, bastante ancha, cóncava, fuertemente aserrada. Presenta en la parte anterior una cúspide alta y ancha, de mayor tamaño que las cúspides posteriores. La raíz es ancha y alta.

• **Comparaciones:**

Es posible que a partir de *G. aduncus* haya surgido la especie *G. contortus* (Gibbes, 1849), la cuál se extinguió en el Plioceno. Según otros autores, *G. contortus* dio origen a *G. cuvier* (Tiburón tigre), siendo ésta la única especie que existe actualmente de *Galeocerdo*.

Familia Hemigaleidae (Hasse 187)

Género Hemipristis (Agassiz 1843)

Hemipristis serra (Agassiz 1843)

(LÁMINA I-F y G)

1843 (1833-1843) *Hemipristis serra* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares y Trigueros.

Material: 2 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Se encontraron dos dientes laterales de forma más o menos triangular, bordes cortantes y ligeramente inclinados en dirección a la parte posterior. Estos bordes afilados se distribuyen a lo largo de todo el diente a excepción de la parte final de la cúspide. La parte labial de los dientes es de forma convexa y la cara interna presenta una curvatura acusada.

Orden Lamniformes (Berg 1958)

Familia Odontaspidae (Muller y Henle 1839)

Género *Odontaspis* (Agassiz 1838)

Odontaspis acutissima (Agassiz 1843)

Nombre común Tiburón Toro

(LÁMINA I-H y I)

1810 *Carcharias (Odontaspis) taurus* Rafinesque

1843 (1833-1843) *Odontaspis acutissima* (Rafinesque). Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares y Trigueros.

Material: 150 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Los dientes suelen ser medianos (1-2 cm), de color grisáceo. Presenta una cúspide alta y muy estrecha y un par de cúspides pequeñas secundarias.

Poseen más de una serie funcional (Moreno, 1995). Los tres primeros dientes superiores son muy altos. El cuarto es pequeño y va seguido de un nítido distema. El primer diente inferior es muy pequeño.

Odontaspis cuspidata (Agassiz)

(LÁMINA I-H y J)

1843 (1833-1843) *Carcharias (Odontaspis) cuspidata* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

1905 *Odontaspis winkleri* (Agassiz). Leriche. Les poissons tertiaires de la Belgique. II. Les poissons eocenes.-Mém. Mus. Roy. Hist. Natur. Belg., 11 (3), p. 49-228.

1966 *Odontaspis winkleri* (Agassiz). Casier. Faune ichthyologique du London Clay. Appendice: Otolithes des poissons du London Clay par Frederick Charles Stinton. -XIV + 496 pp., Brit. Mus (Natur. Hist), London.

Localidad: Trigueros.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

El ejemplar hallado es de color gris, grande y ancho, con la corona completamente lisa y de bordes cortantes. La cara externa es plana, en tanto que la cara interna es marcadamente convexa.

En esta especie los dientes, son similares en ambas mandíbulas. Los dientes laterales poseen de 1 a 3 pares de cúspides laterales, mientras que los dientes anteriores tienen exclusivamente dos. La formula dental consiste en dos filas anteriores en la mandíbula superior seguidas por cuatro filas de

dientes intermedios (Ruiz et al., 1996)

• **Comparaciones:**

Existen tres representantes del género en la actualidad: *O. taurus*, *O. feroz* y *O. noronhai*.

Familia Otodontidae (Glückman 1964)

Género *Carcharocles* (Jordan y Hannibal 1923)

Carcharocles megalodon (Charlesworth)

(LÁMINA I-K y L)

1843 (1833-1843) *Carcharodon megalodon* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Carcharodon megalodon (Agassiz). Charlesworth

Localidad: Bonares y Trigueros.

Material: 3 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Los dientes son triangulares, muy grandes, de cúspide ancha y bordes aserrados. Ambas caras de los dientes son de textura lisa. La raíz es bastante ancha y alta.

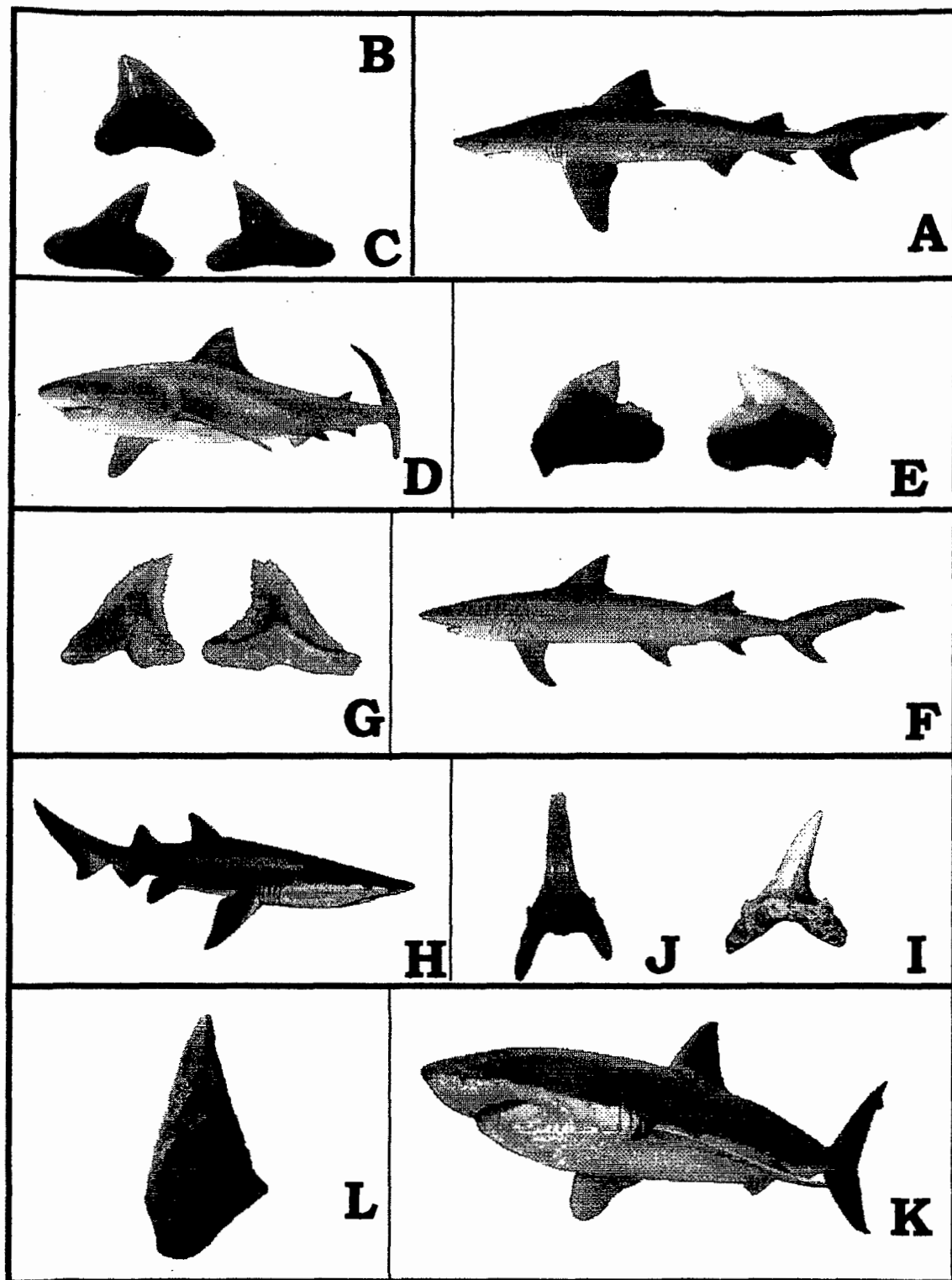
Los dientes del maxilar superior de *C. megalodon* tienen una corona larga e inclinada. Los dientes laterales son menos elevados. Los dientes laterales del maxilar superior tienen una corona claramente inclinada hacia atrás (Zbyszewski y Moitinho, 1950).

• **Comparaciones:**

La primera reconstrucción de esta especie pudo efectuarse a partir de un conjunto parcial de dientes del Mioceno hallados en una cantera de fosfatos de Carolina del Norte (USA). Su posible tamaño (más de 20 m y 20.000 kg de peso en algunos casos) ha sido calculado por comparación con los modernos jaquetones o tiburones blancos (Stevens y Pyrzakowski 1991).

LÁMINA I

- A.-** Representación de un ejemplar del género *Carcharhinus*.
- B.-** *Carcharhinus egertoni*; ALTURA (A)= 1.8 cm; DIÁMETRO (D)= 2 cm.
- C.-** *Carcharhinus priscus*; A= 2.1 cm; D= 1.5 cm.
- D.-** Representación de un ejemplar del género *Galeocerdo*.
- E.-** *Galeocerdo aduncus*; A= 1.5 cm; D= 2.3 cm.
- F.-** Representación de un ejemplar del género *Hemipristis*.
- G.-** *Hemipristis serra*; A= 3 cm; D= 2.1 cm.
- H.-** Representación de un ejemplar del género *Odontaspis*.
- I.-** *Odontaspis acutissima*; A= 3.1 cm; D= 1.6 cm.
- J.-** *Odontaspis cuspidata*; A= 0.6 cm.
- K.-** Representación de un ejemplar de *Carcharodon carcharias*, posible sucesor de *Carcharocles megalodon*.
- L.-** *Carcharocles megalodon*; A= 5.2 cm; D= 3.1 cm.



Familia Lamnidae (Muller y Henle 1838)

Género *Isurus* (Rafinesque 1810)

Isurus benedeni (Agassiz 1843)

(LÁMINA II-A y B)

1843 *Isurus benedeni* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

1871 *Isurus (Oxyrhina) benedeni* (Agassiz). Le Hon

Localidad: Bonares.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Presenta dientes de bordes lisos, subtriangulares, con las cúspides simples y gruesas. La raíz tiene un carácter voluminoso, con grandes lóbulos. El esmalte es de textura suave en ambas caras del diente.

Isurus hastalis (Agassiz 1843)

(LÁMINA II-A y C)

1843 (1833-1843) *Isurus (oxyrhina) hastalis* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. – 3pp. Viii + 390 + 32, Neuchatel and Soleure.

Localidad: Bonares y Trigueros.

Material: 126 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Estos dientes se caracterizan por tener forma triangular y presentar el borde liso y las cúspides simples y gruesas. La raíz tiene un carácter voluminoso poseyendo grandes lóbulos. Presenta un esmalte de textura suave por ambas caras.

Los dientes de la primera fila se asemejan a un triángulo isósceles. Los dientes de la segunda fila son ligeramente asimétricos e inclinados hacia un lado. Los dientes de las filas laterales son más aplanados y más inclinados hacia atrás (Zbyszewski y Moitinho 1950).

Género *Lamna* (Cuvier 1817)

Lamna cattica (Phillippi)

(LÁMINA II-D y E)

Lamna cattica Phillippi.

Localidad: Bonares.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Es un diente de aspecto triangular, con el borde liso, cortante y ligeramente inclinado. Ambas caras del diente tienen una textura lisa. La raíz es ancha y presenta dos lóbulos redondeados.

Superorden Squalomorpii (Compagno 1973)

Orden Hexanchiformes (Buen 1926)

Suborden Hexanchoidei (Garman 1913)

Familia Hexanchidae (Gray 1851)

Género *Hexanchus* (Rafinesque 1810)

Hexanchus primigenius (Agassiz)

(LÁMINA II-F y G)

1843 (1833-1843) *Hexanchus primigenius* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares.

Material: 30 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Los dientes laterales presentan una primera cúspide netamente más desarrollada que el resto, con pequeñas cúspides secundarias en el lado externo.

Este grupo de tiburones tiene una dentición muy diferenciada en ambas mandíbulas. Los dientes de la mandíbula superior se caracterizan por ser estrechos, en forma de gancho y carecer de sinfisarios. En la mandíbula

inferior, hay un solo diente sinfisario y 5 ó 6 grandes dientes con numerosas cúspides en forma de peine.

Este tipo de dientes pertenecen al subtipo cortante y de desgarre, con un estado estructural de la raíz de tipo anaulacorrizo (Ruiz et al. 1996).

Superorden Batomorphii (Cappetta 1980)

Orden Myliobatiformes (Compagno 1973)

Familia Dasyatidae (Jordan 1888)

Género *Dasyatis* (Rafinesque 1810)

***Dasyatis* sp.**

(LÁMINA II-H y I)

Localidad: Niebla.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Presenta un pequeño diente con la corona en forma de cono y una cara labial convexa. La raíz tiene dos lóbulos separados. La raíz presenta dos lóbulos separados.

Poseen una dentadura especial para la trituración.

Especie indiferenciada

Localidad: Bonares.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Presenta un diente pequeño, con la corona de tipo globular y con el contorno en forma de rombo. La raíz tiene un lóbulo completo y otro incompleto.

Su dentadura es de tipo trituradora.

Género *Heterotorpedo* (Ward 1983)

***Heterotorpedo* sp.**

Localidad: Bonares.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Este género se caracteriza por una gran diferencia en la dentadura entre machos y hembras (dimorfismo sexual a través de la dentadura de Cappetta 1987). El diente encontrado corresponde a un espécimen femenino.

La corona es de contorno ovalado y no muy alta. Presenta dos lóbulos que se encuentran separados.



Familia Myliobatidae (Bonaparte 1838)

Género *Myliobatis* (Cuvier 1817)

Myliobatis faujasi (Agassiz)

(LÁMINA II-J y K)

1843 (1833-1843) *Myliobatis faujasi* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares.

Material: 2 agujones caudales.

• **Descripción morfológica de los agujones caudales:**

Presenta el aguijón caudal dentado, ancho y alargado, que se va haciendo mas angosto hacia el extremo posterior. Posee estrías en forma longitudinal.

Myliobatis lateralis (Agassiz)

(LÁMINA II-J y L)

1843 (1833-1843) *Myliobatis lateralis* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares.

Material: 6 agujones caudales.

• **Descripción morfológica de los agujones caudales:**

Espina caudal dentada, alargada.

***Myliobatis* aff. *M. oweni* (Agassiz)**

1843 (1833-1843) *Myliobatis lateralis* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares.

Material: 2 agujones caudales.

• **Descripción morfológica de los agujones caudales:**

Agujones caudales dentados, de forma alargada. Al igual que la anterior especie se observa un estrechamiento hacia el extremo posterior. No se aprecian estrías en forma longitudinal.

Familia Rhinopterae (Jordan y Evermann 1896)

Género Rhinoptera (Cuvier 1829)

Rhinoptera studeri (Agassiz 1843)

(LÁMINA II-M)

1843 (1833-1843) *Rhinoptera studeri* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. -3, pp. Viii + 390 + 32, Neuchatel and Soleure.

Localidad: Bonares.

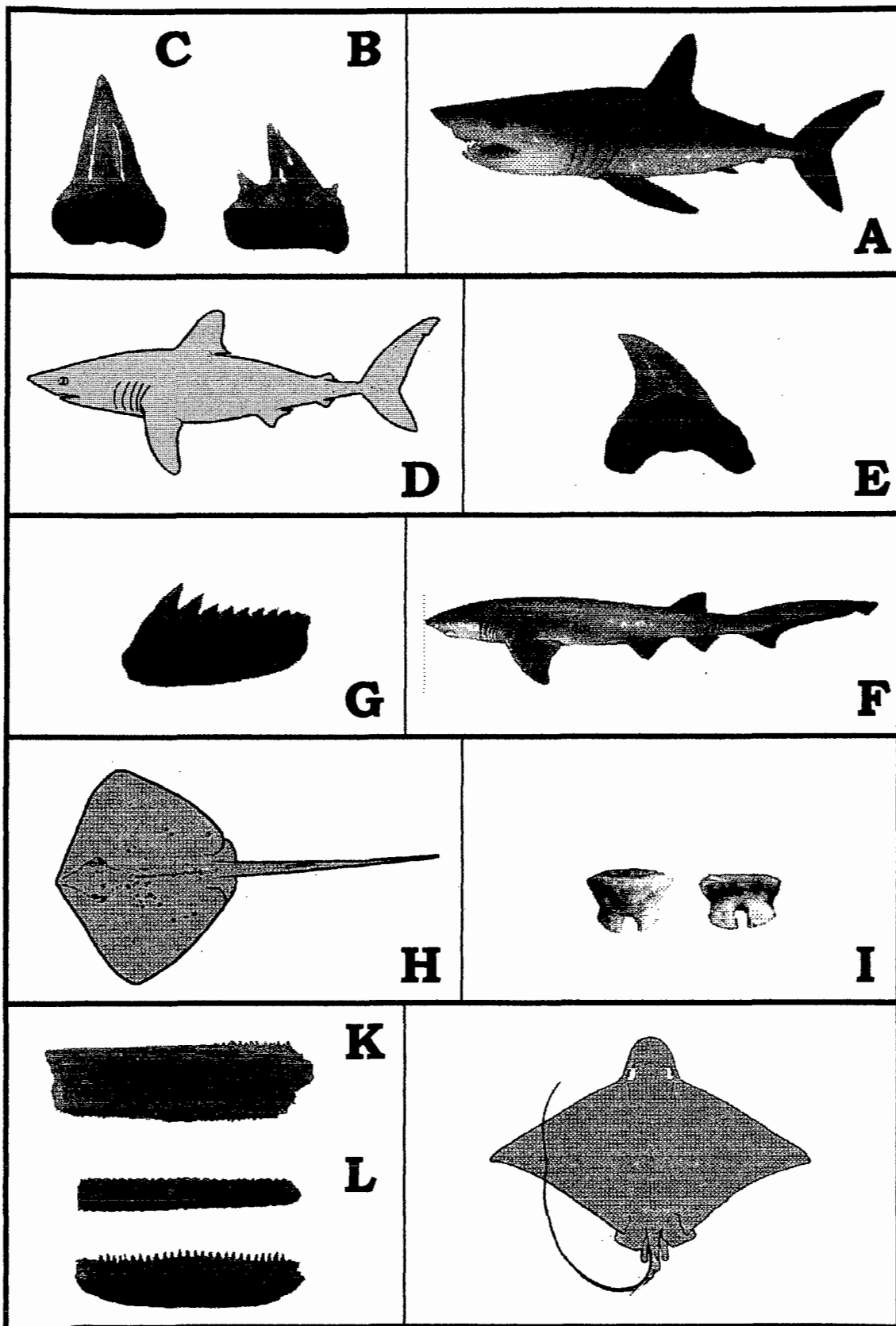
Material: 14 denticiones.

• **Descripción morfológica de la dentición:**

Presentan una forma hexagonal. La dentición aparece en filas paralelas, separadas por profundos surcos. El número de filas es variado.

LÁMINA II

- A.-** Representación de un ejemplar del género *Isurus*.
- B.-** *Isurus benedeni*; A= 1.9 cm; D= 1.7 cm.
- C.-** *Isurus hastalis*; A= 4 cm; D= 3.2 cm.
- D.-** Representación de un ejemplar del género *Lamna*
- E.-** *Lamna cattica*; A= 5.3 cm; D= 3.9 cm.
- F.-** Representación de un ejemplar del género *Hexanchus*
- G.-** *Hexanchus primigenius*; A= 2.2 cm; D= 3.8 cm.
- H.-** Representación de un ejemplar del género *Dasyatis*
- I.-** *Dasyatis* sp. A= 0.28 cm; D=0.3 cm.
- J.-** Representación de un ejemplar del género *Myliobatis*.
- K.-** *Myliobatis faujasi*; A= 7.2 cm; D= 1.7 cm.
- L.-** *Myliobatis lateralis*; A= 4.4 cm; D= 0.7 cm.
- M.-** *Rhinoptera studeri*; A= 1.9 cm; D= 3.7 cm.



8.2.- SISTEMÁTICA DE OSTEICHTIOS

Clase Osteichthyes

Subclase Actinopterygii

Infraclasse Teleostei

Orden Myctophiformes (Regan 1911)

Familia Myctophidae (Gill 1893)

Género *Diaphus*

Diaphus* aff. *D. brachycephalus (Taanning, 1928)

(LÁMINA III-A)

1928. *Otolithus (Diaphus) brachycephalus*. Taanning

Localidad: Bonares.

Material: 5 otolitos.

• **Descripción morfológica:**

Otolito en forma de disco. Presenta el margen dorsal de forma redondeada, en tanto que el margen posterior es redondeado e irregular. El margen ventral es redondeado, con el borde con cinco denticulos. El antirrostro es pequeño y esta en punta. El rostro es relativamente corto, un poco ancho y puntiagudo.

La cara interna presenta la depresión dorsal de forma oval y no muy profunda. La cara externa es lisa y de forma convexa.

Orden Ophidiiformes (Borg 1937)

Familia Carapidae (Jordan y Fowler 1902)

Género *Fierasfer*

Fierasfer nuntius (Koken 1891).

(LÁMINA III-C y D)

1891 *Otolithus (Fierasfer) nuntius* Koken Zeitschrift der deutsch. Geol. Ges. Bd. 43. P. 99. Lám. 6. Figs. 2-2^a

Localidad: Bonares.

Material: 1 otolito.

• **Descripción morfológica del otolito:**

El otolito corresponde a la sagitta izquierda del pez. El otolito es de forma oval, con un ángulo recto en la parte posterior. Presenta una forma plana, con los márgenes dorsal y posterior redondeados y el margen ventral más o menos plano.

La cara interna presenta el surco en una posición central en el otolito, no alcanzando los bordes del mismo. No se puede separar el ostium de la caudata. La cara externa es de forma convexa.

Familia Ophidiidae (Rafinesque 1810)

Género Ophidion

Ophidion biscaicum (Sulc 1932)

(LÁMINA III-E y F)

1932 *Otolithus* (*Ophidion*) *biscaium* Sulc.

Localidad: Niebla.

Material: 1 otolito (otolito izquierdo).

• **Descripción morfológica del otolito:**

La forma del otolito es ovalada. El margen dorsal es irregular, en tanto que los márgenes posterior y ventral son redondeados.

La cara interna es de forma convexa. Presenta el surco muy alargado que ocupa casi toda la superficie del lado interno. El ostio y la cauda están juntos. La cara externa es de forma ligeramente convexa. Tiene formaciones redondeadas separadas por surcos poco profundos, dirigidos hacia el centro del otolito.

***Ophidion* sp.**

(LÁMINA III-E y G)

Localidad: Niebla.

Material: 1 otolito.

• **Descripción morfológica del otolito:**

La forma es ovalada, con márgenes posterior y ventral redondeados y margen dorsal irregular. La cara interna presenta el surco con el ostio y la cauda unidos, ambos de forma ovalada. La cara externa es de forma ligeramente convexa, con formaciones redondeadas separadas por surcos poco profundos que se dirigen hacia el centro del otolito.

Orden Perciformes (Bleeker 1859)

Familia Gobiidae (Bonaparte 1832)

Género Gobtus

Gobtus vicinalis (Koken 1891)

(LÁMINA III-H y I)

1891 *Gobtus vicinalis* Koken 1891. Lám. LXVII, figs, 1,2,3. *Otolithus (Gobtus) vicinalis* Koken. Fig. 21, pág 133. Dimen.: L= 1.3-2.5 mm; A=1.3-2.3 mm.

Localidad: Bonares.

Material: 1 otolito.

• **Descripción morfológica del otolito:**

El otolito es alto y largo, de forma casi cuadrada. Los bordes están dentados irregularmente, a excepción del margen ventral que es plano.

La cara interna es plana, adornada de estrías que descienden desde las denticiones de los bordes. El surco se encuentra situado en el centro del otolito, cerrado en sus dos extremidades y con ostio y cauda unidos. El ostium es más ancho y largo que la caudata. La línea superior es angulosa y la inferior curvada, con una depresión ventral de forma oblicua.

La cara externa es convexa y presenta estrías que descienden desde las denticiones de los bordes.

Familia Haemulidae (Richardson 1848)

Género *Orthopristis*

Orthopristis benneti (Lowe, 1937)

(LÁMINA III-J y K)

1937 *Otolithus (Orthopristis) benneti* Lowe (Lam. VII. Fig. 18, 19). Chaine. Recherches sur les otolithes des poissons, 4^a part.

Localidad: Bonares.

Material: 1 otolito (Sagitta derecha).

• **Descripción morfológica del otolito:**

Otolito aproximadamente oval. El margen dorsal es irregular, con una parte posterior recta y ligeramente descendente. El margen ventral es redondeado.

La cara interna es ligeramente convexa. El borde anterior tiene un rostro corto y la cisura está completa. El borde ventral es redondeado. Presenta un ostium relativamente ancho. La cauda es más estrecha y larga y se incurva ligeramente hacia el borde ventral. Las depresiones dorsal y ventral son lisas. Presenta además dos anillos de crecimiento, por lo que este ejemplar tendría una edad de aproximada de 2 años.

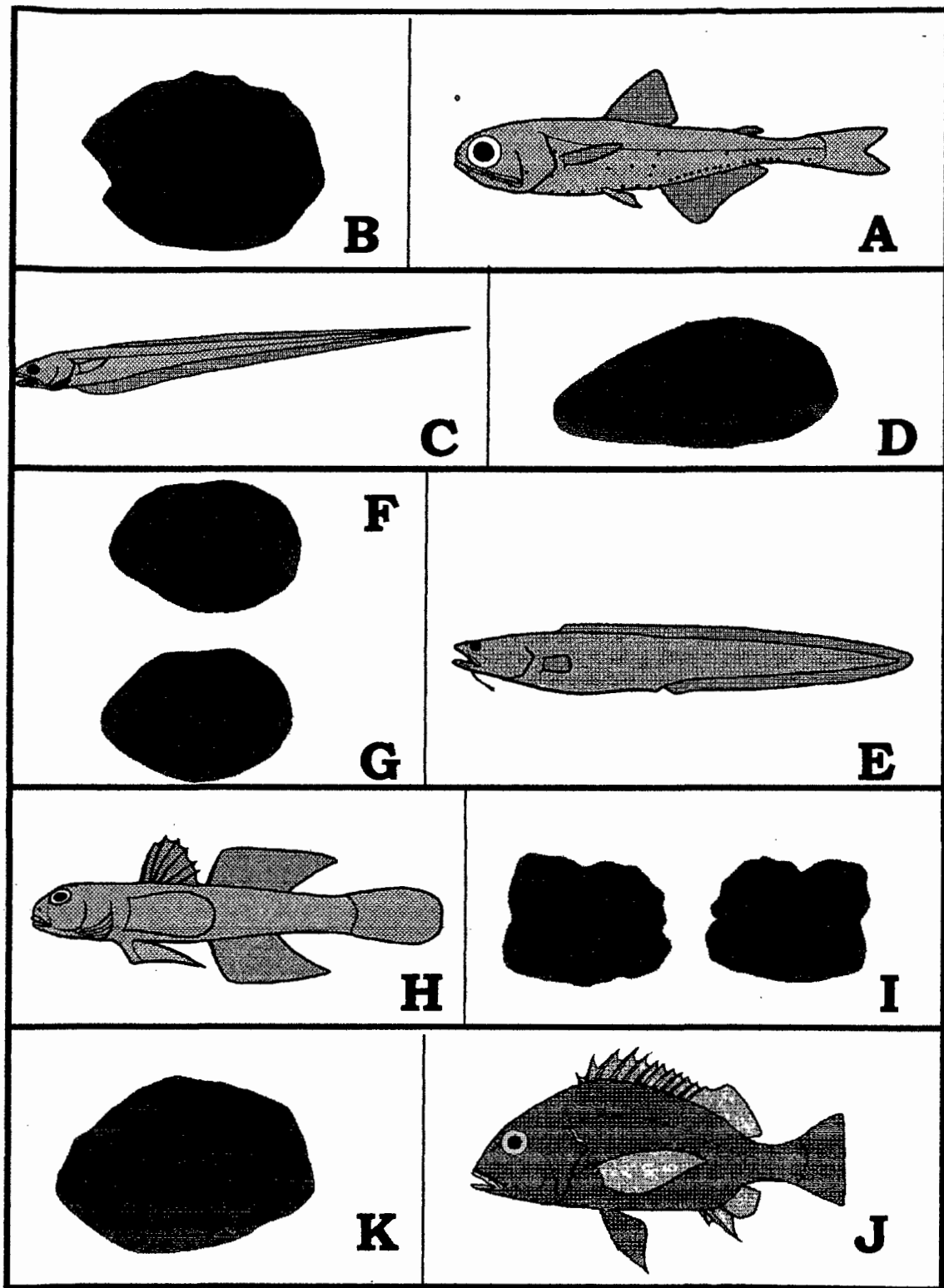
La cara externa tiene una superficie con rugosidades.

• **Comparaciones:**

Los ejemplares recogidos en Talapí (Perú) presentan grandes afinidades con la especie actual *Orthopristsis benneti*. Las ligeras diferencias observadas podrían obedecer a variaciones intraespecíficas, muy comunes en los otolitos de una misma especie (Bauzá 1957)

LÁMINA III

- A.-** Representación de un ejemplar del género *Diaphus*.
B.- *Diaphus* aff. *D. brachycephalus*
C.- Representación de un ejemplar del género *Fierasfer*
D.- *Fierasfer nuntius*
E.- Representación de un ejemplar del género *Ophidion*
F.- *Ophidion biscaicum*
G.- *Ophidion* sp.
H.- Representación de un ejemplar del género *Gobius*
I.- *Gobius vicinalis*.
J.- Representación de un ejemplar del género *Orthopristis*.
K.- *Orthopristis benneti*.



Orthopristis sp.

(LÁMINA IV-A y B)

Localidad: Bonares.

Material: 2 otolitos.

• **Descripción morfológica de los otolitos:**

Su forma es ovalada. El margen dorsal es redondeado, ligeramente descendente en su parte posterior. El margen ventral es también redondeado.

La cara interna es ligeramente convexa. El borde anterior tiene un rostro corto y la cisura está completa. El borde ventral es redondeado, con un ostium ligeramente más estrecho que la cauda. Las depresiones dorsal y ventral son lisas. La cara externa tiene una superficie con rugosidades.

Familia Sparidae (Bonaparte 1832)

Género Sparus

Sparus auratus (Linnaeus, 1758)

Nombre común: Dorada

(LÁMINA IV-C y D)

1758 *Sparus auratus* Linnaeus.

Localidad: Niebla y Bonares.

Material: 21 dientes.

• **Descripción de los dientes:**

Presenta una fuerte dentadura, con 6 dientes incisivos de forma cónica en ambas mandíbulas. En la mandíbula superior poseen 4 hileras laterales compuestas por muelas, de forma redondeada. En la mandíbula inferior pueden presentar 3 ó 4 hileras de molares.

Sparus cinctus (Agassiz)

(LÁMINA IV-C y E)

1843 (1833-1843) *Sparus cinctus* Agassiz. Recherches sur les Poissons fossiles. Neuchatel.

Localidad: Bonares y Niebla.

Material: 25 dientes.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Presenta una fuerte dentadura, de tipo triturador. Tiene dientes incisivos de forma cónica y de forma redonda. Sólo se han encontrado muelas.

En esta especie, el maxilar superior puede tener 4 o 5 hileras de muelas, en tanto que en el maxilar inferior aparecen 3 a 4 hileras.

Sparus neogenus (Arambourg)

(LÁMINA IV-D)

1935 *Sparus neogenus* Arambourg. Note préliminaire sur les Vertebres fossiles des phosphates du Maroc. Bull. Soc. Geól. France, 5° ser., Tom. V, n°. 6/7, p. 413 a 439, Est. XIX-XX - Paris.

Localidad: Bonares.

Material: 1 diente.

• **Descripción morfológica de los dientes:**

Presenta una fuerte dentadura, de tipo triturador. Poseen dientes incisivos y laterales o muelas. El diente identificado es una muela.

Los dientes de esta especie se caracterizan por su tamaño relativamente pequeño, con la corona rebajada. Su superficie superior es ligeramente concava, con cierta inclinación hacia el exterior de la boca.

Sp. 1

(LÁMINA IV-F)

Localidad: Bonares.

Material: 4 otolitos.

• **Descripción morfológica de los otolitos :**

La forma es ovalada. Presenta el margen dorsal más o menos redondeado. Su parte posterior es irregular, en tanto que los márgenes posterior y ventral son redondeados. El antirrostro finaliza en punta y el rostro es pequeño.

En la cara interna, presenta el cauda y el ostio separados por una línea vertical. La cara externa es de forma convexa y lisa.

Sp. 2

(LÁMINA IV-G)

Localidad: Bonares.

Material: 2 otolitos.

• **Descripción morfológica de los otolitos:**

La forma es ovalada. Tienen los márgenes dorsal, posterior y ventral redondeados. El margen dorsal se encuentra ligeramente dentado, de donde emergen estrías. Presenta el antirrostro más desarrollado que el rostro, terminando ambos en punta.

En la cara interna, presenta el cauda y el ostio separados. La cara externa es de forma convexa y lisa.

LÁMINA IV

A.- Representación de un ejemplar del género *Orthopristis*.

B.- *Orthopristis* sp.

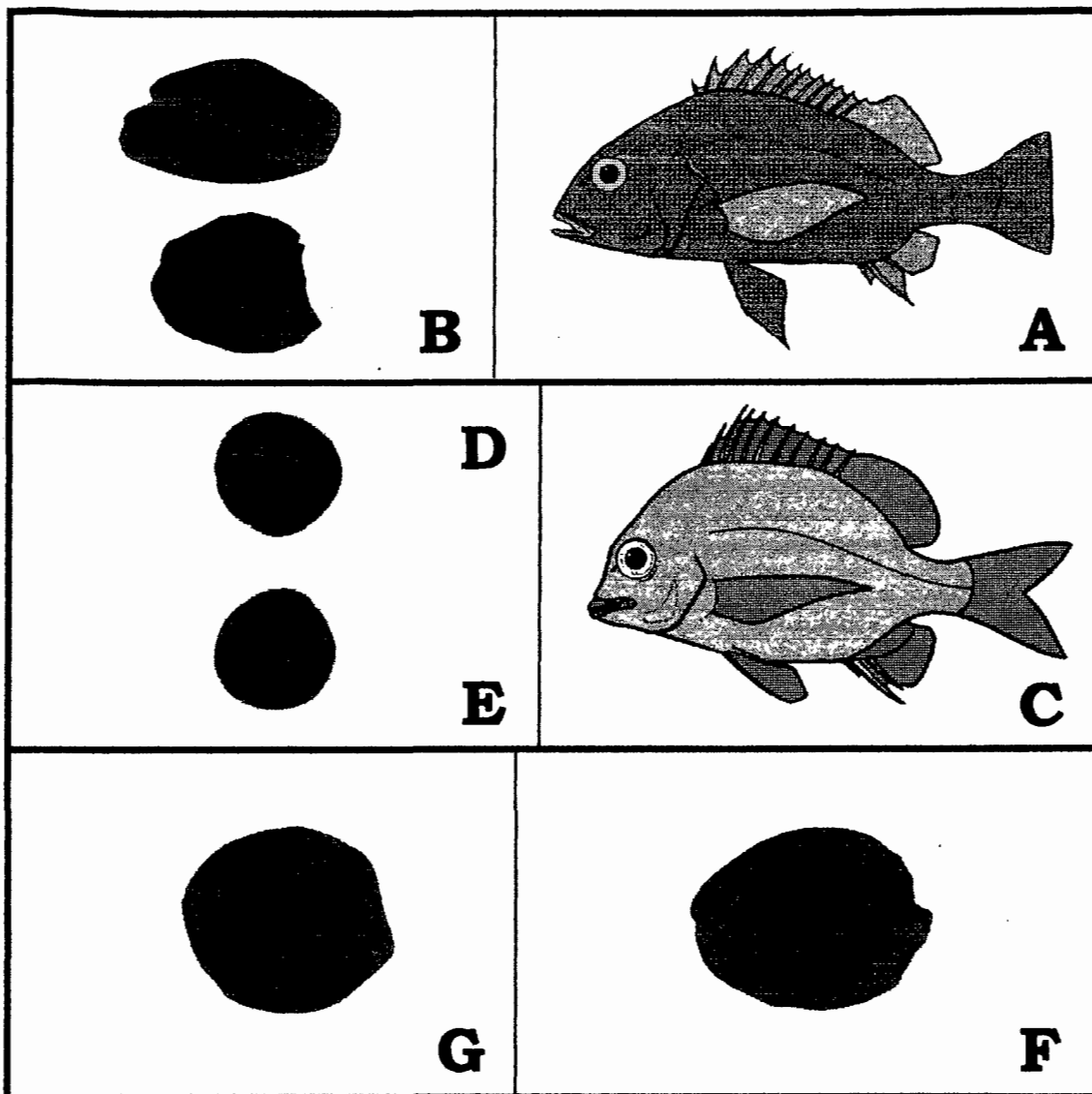
C.- Representación de un ejemplar del género *Sparus*

D.- *Sparus auratus*

E.- *Sparus cinctus*

F.- Sp. 1

G.- Sp. 2



9.- DISCUSIÓN

9.1.- BIOESTRATIGRAFÍA

Las especies halladas de condrichtios y osteichtios permiten efectuar una aproximación a la edad de las rocas sedimentarias que las contienen. Así, las especies determinadas pueden dividirse en los siguientes grupos (Fig. 21):

a) Especies de amplio rango temporal

Algunas especies presentes, como *Lamna cattica*, se encuentran en el registro fósil desde el Cretácico. Posteriormente, esta especie ha sido hallada en el Oligoceno Medio y Mioceno de Alemania, Austria, Bélgica, Holanda y Suiza, llegando hasta la actualidad (Gómez-Alba, 1988).

b) Especies terciarias (s.l.).

Otras formas se encuentran restringidas al Terciario, como *Ophidion biscaium* o el género *Heterotorpedo*. Sus ejemplares han aparecido en el Paleógeno de Biarritz y en el Terciario de Inglaterra Meridional.

Una aproximación más cercana viene definida por la presencia de diversas especies cuya distribución temporal abarca desde el Eoceno hasta el Plioceno. Entre ellas, figuran *Hemipristis serra*, *Odontaspis acutissima*, *Odontaspis cuspidata*, *Isurus benedeni*, *Isurus hastalis* ó *Hexanchus*

primigenius. Estas especies han aparecido en el Eoceno (Inglaterra; USA), Oligoceno (Bélgica, Alemania y Austria), Mioceno (Bélgica, Holanda, España, Italia, Suiza) y Plioceno (Inglaterra, Bélgica, Francia, Norte de África, España, Holanda), de acuerdo con los datos de Zbyszewski y Moitinho (1950).

	CRETÁCICO	TERCIARIO					CUATERNARIO	
		PALEOCENO	EOCENO	OLIGOCENO	MIOCENO	PLIOCENO	FLEISTOCENO	HOLOCENO
GALEOMORFOS								
<i>Carcharhinus egertoni</i>				■	■	■		
<i>Carcharhinus priscus</i>				■	■	■		
<i>Carcharhinus</i> sp.			■	■	■	■		
<i>Galeocerdo aduncus</i>			■	■	■	■		
<i>Hemipristis serra</i>			■	■	■	■		
<i>Odontaspis acutissima</i>			■	■	■	■		
<i>Odontaspis cuspidata</i>			■	■	■	■		
<i>Carcharocles megalodon</i>			■	■	■	■		
<i>Isurus benedeni</i>			■	■	■	■		
<i>Isurus hastalis</i>			■	■	■	■		
<i>Lamna caticca</i>			■	■	■	■		
<i>Hexanchus primigenius</i>			■	■	■	■		
BATOIDEOS								
Familia Dasyatidae								
<i>Dasyatis</i> sp.				■	■	■	■	■
<i>Heterorhynchus</i> sp.				■	■	■	■	■
<i>Myliobatis faujasi</i>				■	■	■	■	■
<i>Rhinoptera studeri</i>				■	■	■	■	■
OSTEICTIOS								
<i>Fierasfer nuntius</i>						■		
<i>Ophidion biscoicum</i>			■	■	■	■		
<i>Ophidion</i> sp.			■	■	■	■		
<i>Gobius vicinalis</i>					■	■	■	■
<i>Ortopristis benneti</i>					■	■	■	■
<i>Sparus auratus</i>					■	■	■	■
<i>Sparus cinctus</i>					■	■	■	■
<i>Sparus neogenus</i>					■	■	■	■

Fig. 21.- Distribución bioestratigráfica de las especies de condriictios (galeomorfos y batoideos) y osteichtios identificadas.

c) Especies mio-pliocénicas

Este tercer grupo restringe la edad al Mioceno Superior. En él se incluyen *Carcharhinus egertoni*, *Carcharocles megalodon*, *Myliobatis faujasi*, *Rhinoptera studeri*, *Diaphus* aff. *D. brachycephalus*, *Gobius vicinalis*, *Sparus cinctus* y *Sparus neogenus*. La mayoría son especies cosmopolitas, que han

sido observadas en el Mioceno y/o Plioceno de América, Europa, Australia, Nueva Zelanda, Japón y África Septentrional y Occidental (Leriche, 1927; Tanning, 1928; Bauza, 1955 y 1957; Capetta, 1970; Capetta, 1987).

d) Especies pliocenas, pleistocenas y actuales

La presencia de *Fieraster nuntius* sólo ha sido constatada en el Plioceno centroamericano (Koken, 1881). Otras especies, como *Orthoprystis bennetti*, aparecen en el Plioceno y cuentan con representantes actuales (Lowe, 1937).

Finalmente, cinco géneros hallados de condrichtios (*Carcharinhus*, *Odontaspis*, *Lamna*, *Dasyatis*, *Heterotorpedo*) y tres de osteichtios (*Ophidion*, *Orthoprystis*, *Sparus*) cuentan con representantes actuales, tales como *Odontaspis acutissima*, *Lamna cattica*, *Orthoprystis benneti* o la célebre dorada (*Sparus auratus*). Gracias a ello, pueden deducirse las condiciones paleoecológicas en las que se depositaron los materiales que constituyen la Formación "Arenas de Huelva".

9.2.- PALEOECOLOGÍA

9.2.1.- MODO DE VIDA

a) Condrichtios

La mayoría de los galeomorfos determinados son activos y fuertes nadadores de aguas no muy profundas, hallándose tanto en el fondo como cerca de la superficie. En algunos casos, como *L. cattica*, frecuentan las zonas superficiales cercanas a la costa en verano, en tanto que se alejan de ella en invierno (Moreno, 1995).

Los batomorfos suelen tener un hábitat nectobentónico, encontrándose frecuentemente semienterrados en los sedimentos del fondo marino o bien nadando cerca de él.

b) Osteichtios

Algunas especies (p.e., *Diaphus* aff. *D. brachycephalus*) se sitúan en medios profundos durante el día, subiendo a la superficie para alimentarse por la noche. Otros, como los espáridos, son nectobentónicos y suelen formar bancos más o menos grandes o presentar un gregarismo difuso, aunque raramente se observan individuos aislados (Nelson, 1994).

Un tercer grupo estaría constituido por peces que viven dentro del

sedimento, ya sea arenoso o fangoso. Entre ellos, puede incluirse a *Gobius vicinalis*, que incluso aparece en charcas aisladas cuando baja la marea (Bobo, 1998).

9.2.2.- TIPO DE ALIMENTACIÓN

a) Condrichtios

La alimentación de los galeomorfos está compuesta por todo tipo de vertebrados e invertebrados, como peces óseos de tamaño variable, otros tiburones, crustáceos, así como de carroña (Moreno, 1995). En el caso de *Odontaspis*, incluye también a tortugas, aves marinas, focas, leones marinos, marsopas y carroña de ballenas muertas u otros mamíferos (Stevens y Pyrzakowski, 1991).

La alimentación de los batomorfos se basa en toda clase de organismos bentónicos, como pueden ser crustáceos, moluscos, peces, etc. Los capturan y trituran mediante sus dientes en mosaico

b) Osteichtios

Las migraciones diarias de las especies de algunos géneros (p.e., *Diaphus*) están motivadas por la búsqueda de alimento. Éste consiste en copéodos, quetognatos anfípodos y eufasiáceos. Estas especies carecen de

interés económico, aunque juegan un importante papel en la cadena trófica al servir de alimento a grandes depredadores como cetáceos ó escómbridos (Corbera, 2000).

Los espáridos presentan una estrategia alimentaria distinta. Este grupo se alimenta de crustáceos y moluscos que trituran con sus muelas antes de tragarlos. Su dieta puede incluir también peces pequeños

9.2.3.- PALEOTEMPERATURA

Pueden diferenciarse entre:

a) Especies cosmopolitas, muy euritermas

Incluye a formas de amplia distribución mundial, presentes en aguas tropicales, templadas y frías. Entre ellas, pueden incluirse algunas especies del Orden Lamniformes, como *L. cattica* ó *H. primigenius* (Moreno 1995). Son escasas en el Plioceno onubense.

b) Especies de aguas templadas a cálidas

Este grupo incluye a la mayoría de las principales especies halladas en la Formación "Arenas de Huelva", como *O. acutissima* ó *I. hastalis* (Zbyszewski y Moitinho, 1950). Aparecen en mares y océanos templados,

subtropicales y tropicales de ambos hemisferios.

9.2.4.- PALEOBATIMETRÍA

Numerosos taxones encontrados tienen una amplia distribución batimétrica que abarca toda la plataforma e incluso se extiende a la zona batial (Fig. 22).

	MEDIOLITORAL	INFRALITORAL	CIRCALITORAL	BATIAL
GALEOMORFOS				
<i>Carcharhinus egertoni</i>		■	■	■
<i>Carcharhinus priscus</i>		■	■	■
<i>Carcharhinus</i> sp		■	■	■
<i>Galeocerdo aduncus</i>		■	■	■
<i>Hemipristis serra</i>		■	■	■
<i>Odontaspis acutissima</i>		■	■	■
<i>Odontaspis cuspidata</i>		■	■	■
<i>Carcharocles megalodon</i>		■	■	■
<i>Isurus benedeni</i>	■	■	■	■
<i>Isurus hastalis</i>	■	■	■	■
<i>Lamna cattica</i>	■	■	■	■
<i>Hexanchus primigenius</i>		■	■	■
BATOIDEOS				
Familia Dasyatidae		■	■	■
<i>Dasyatis</i> sp.		■	■	■
<i>Heterorpedo</i> sp.		■	■	■
<i>Myliobatis fujasi</i>		■	■	■
<i>Myliobatis</i> aff. <i>oweni</i>		■	■	■
<i>Rhinoptera studeri</i>		■	■	■
OSTEICHTIOS				
<i>Fierasfer nuntius</i>			■	■
<i>Ophidion biscaicum</i>		■	■	■
<i>Ophidion</i> sp		■	■	■
<i>Gobius vicinatis</i>		■	■	■
<i>Sparus auratus</i>		■	■	■
<i>Sparus cinctus</i>		■	■	■
<i>Sparus neogenus</i>		■	■	■

Fig. 22.- Distribución batimétrica de las principales especies identificadas.

Para describir la paleobatimetría de las diferentes especies se ha tomado el patrón general de la zonación marina, formado por:

a) *Zona Supralitoral*: La zona que es bañada por la salpicadura de las olas.

b) *Zona mediolitoral*: Entre los límites superior e inferior de la marea.

c) *Zona infralitoral*: Desde pocos centímetros por debajo de la marea baja. Es de profundidad variable, comprendida entre los 20 m en aguas turbias y 40-45 m en aguas transparentes.

d) *Zona circalitoral*: Puede abarcar desde los 20 m, hasta una profundidad de 200 m.

e) *Zona batial*: Limite de la plataforma continental desde los 200 hasta casi los 4000 m.

Algunas se distribuyen en casi todas estas zonas. Entre los principales taxones, pueden citarse *Carcharhinus* spp., *Odontaspis* spp., *Rhinoptera studei* u *Ophidion* spp. Otros se restringen principalmente a la zona nerítica, como *H. serra* y diversas especies de las familias *Dasyatidae* y *Sparidae*. Por último, algunas especies pueden aproximarse a la línea de costa, llegando a medios mediolitorales, como los representantes de la

familia Lamnidae.

9.3.- COMPARACIÓN CON OTROS GRUPOS FAUNÍSTICOS

Las inferencias realizadas en los apartados anteriores pueden ser contrastadas con los datos aportados por otros grupos faunísticos.

a) Bioestratigrafía

Los foraminíferos planctónicos también indican una edad Plioceno Inferior para esta Formación (ver antecedentes; Sierro, 1984). Asimismo, 3 especies de bivalvos hallados por Andrés (1982) son exclusivas de este periodo.

b) Paleotemperatura

Las temperaturas templadas a cálidas reflejadas por las especies de Osteichtios y Condrichtios presentes también son confirmadas por el análisis de las asociaciones de Moluscos. Los gasterópodos presentes serían típicos de aguas cálidas (20 a 25 °C de media anual), con una oscilación medio inferior a 6 °C (González Delgado, 1983).

b) Paleobatimetría

Los trabajos ya citados y las aportaciones de ostrácodos y foraminíferos (González-Regalado y Ruiz, 1996; Ruiz y González-Regalado, 1996) indican que los limos glauconíticos basales de la Formación "Arenas de Huelva" se depositaron en un ambiente circalitoral. Posteriormente, se produjo una somerización del medio, con el depósito de los niveles lumaguéticos de moluscos en una zona infralitoral de escasa batimetría (inferior a 40 m).

9.4.- LAS CADENAS TRÓFICAS PLIOCÉNICAS

Este estudio permite rellenar un vacío parcial que existía en los estudios paleontológicos del Suroeste de la Depresión del Guadalquivir y efectuar una primera visión global de las cadenas tróficas pliocenas, en conexión con los datos aportados por otros autores, como Andrés (1982), González Delgado (1983), Siervo (1984), Flores (1987), Castaño et al. (1988), Ruiz y González-Regalado (1996) ó González-Regalado y Ruiz (1996). Realice con los elementos disponibles una aproximación a la cadena trófica pliocénica de Huelva (Pág. 113).

9.4.1.- EL BENTOS

9.4.1.1.- *La Infauna*

a) Organismos suspensívoros.

Las especies de bivalvos mejor representadas corresponderían a los géneros *Corbula*, *Spisula*, *Venus*, *Chamelea*, *Glycymeris* y *Acanthocardia*, en tanto que los principales gasterópodos pertenecerían el género *Turritella*. (Ruiz *et al.*, 1997).

b) Organismos sedimentívoros.

Este grupo estaría compuesto básicamente por bivalvos pertenecientes a las familias Nuculidae (*Nucula* y *Nuculana*) y Tellinidae (*Tellina*, *Macoma*) (Ruiz *et al.*, 1997 .

c) Organismos carnívoros.

En este apartado destacan los gasterópodos, y en especial las familias Naticidae (*Naticarius*, *Neverita*) y Turridae (*Clavatula*, *Cythara*) (Ruiz *et al.*, 1997 .

Este grupo podría incluir tal vez a algunos osteichtios que suelen vivir enterrados, como el género *Gobius*.

d) Organismos infaunales carroñeros.

Incluye a gasterópodos pertenecientes a las familias Buccinidae y Nassaridae (*Hinia, Sphaéronassa*) (Ruiz *et al.*, 1997).

e) Organismos semiinfaunales

Los organismos que componen este grupo, así como su tipo de alimentación, son muy variados. Existen grupos macroscópicos filtradores, como el bivalvo *Modiolus*, o carroñeros, como los escafópodos (*Dentalium*) (Ruiz *et al.*, 1997).

También aparecen abundantes representantes de grupos microscópicos de alimentación variada, que suelen encontrarse en la interfase agua-sedimento o enterrados en los primeros centímetros. Destacan los foraminíferos bentónicos (*Ammonia, Florilus*) o los ostrácodos (*Aurila, Urocythereis, Pontocythere*) (Ruiz *et al.*, 1997).

9.4.1.2.- La Epifauna

a) Organismos suspensívoros.

Entre los bivalvos, los taxones más importantes de este grupo son los pectínidos (*Chlamys, Pecten*) y árcidos (*Arca, Barbatia*). Los gasterópodos

filtradores son mucho más escasos (p.e., *Calyptraea*) (Ruiz *et al.*, 1997).

b) Organismos carnívoros, carroñeros y parásitos

La epifauna de este grupo estaría constituida básicamente por gasterópodos, tanto carnívoros (Muricidae, Cancellariidae) como carroñeros (Buccinidae) e incluso parásitos (Piramidellidae) (Ruiz *et al.*, 1997).

9.4.2.- EL PLANCTON

La abundancia de nanoplancton calcáreo sería probablemente baja. En sus representantes más abundantes, destacan los Reticulofenéstidos o los Calcidiscidos.

Los foraminíferos planctónicos disminuyen hacia el techo de la Formación, de acuerdo con la paulatina somerización del medio. Sus géneros más significativos son *Globigerina*, *Globigerinoides*, *Orbulina* y *Globorotalia*. (Ruiz *et al.*, 1997).

9.4.3. EL NECTON

a) Organismos nectobentónicos depredadores

Nadarían cerca del fondo o incluso se enterrarían temporalmente en él para buscar alimento. Incluiría a los batomorfos (*Myliobatis*, *Heterotorpedo*,

Rhinobatus).

b) Organismos nectónicos depredadores

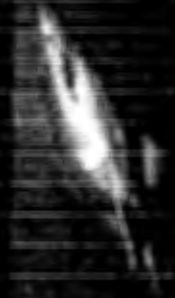
En un primer escalón, se situarían los osteichtios que se alimentan de moluscos, crustáceos u otros pequeños peces. En este grupo aparecería la familia Sparidae.

El segundo escalón estaría conformado por condrichtios de porte pequeño a medio. Incluiría a *Odontaspis*, *Galeocerdo*, *Hexanchus* ó *Lamna*. Finalmente, los Condrichtios de gran porte constituirían la cima de la cadena trófica, entre los que destacarían *Isurus hastalis* y, sobre todo, *Carcharocles megalodon*.

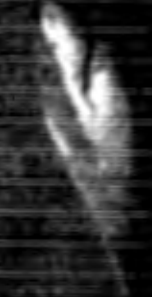
**GRANDES
DEPRADADORES
Y/O CARRONEROS**



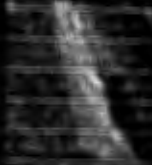
*Carcharodon
(Megalodon)*



*Isurus
(Machaira)*



*Chondrichthys
(Squalodon)
(Squalodon)*



*Carcharodon
(Megalodon)*

**DEPRADADORES
Y/O CARRONEROS**



Squalus



Squalus



Squalus



Squalus



Squalus



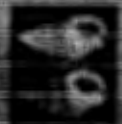
Squalus



Squalus



Squalus



Squalus



Squalus



Squalus

**ORGANISMOS
SUSPENSIVOS
Y/O FILTRADORES**



Cardium



Cardium



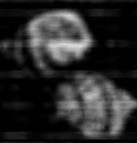
Cardium



Cardium



Cardium



Cardium

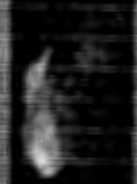


Cardium

**ORGANISMOS
SEDIMENTARIOS
Y/O DETRITIVOROS**



Cardium



Cardium



Cardium



Cardium



Cardium



Cardium



Cardium



Cardium

APROXIMACIÓN A LA CADENA TRÓFICA DEL PLOCIENO INFERIOR DE HUELVA

10.- CONCLUSIONES

REPORTE DE ANOMALIAS

CUCBA

A LA TESIS:

LCUCBA00738

Autor:

Garcia Garcia Edith Xio Mara

Tipo de Anomalia:

Errores de Origen: Falta pagina 115

1.- A partir del análisis de 33 kilogramos de muestras de arena y el estudio de tres colecciones paleontológicas privadas, se han identificado en la parte inferior de la Formación "Arenas de Huelva" 19 especies de Condrictios y 12 de Osteichtios,

2.- La distribución bioestratigráfica de los diferentes taxones de Galeomorfos, Batoideos y Osteichtios, permiten otorgarle a los materiales estudiados una edad plioceno s.l. Este hecho ya ha sido corroborado por otros investigadores mediante estudios micropaleontológicos.

3.- En general el estado de conservación de los dientes y aguijones es bueno. De los 30 otolitos encontrados, 11 presentaron señales de abrasión y no pudieron ser determinados, sin embargo los bordes de estos no suelen ser afectados.

4.- Desde un punto de vista paleoecológico, todas las especies son características de zonas circalitorales, si bien su distribución varía según el grupo considerado. Los Galeomorfos presentan una distribución muy amplia que oscila de zonas mediolitorales a batiales; mientras que los Batoideos y Osteichtios muestran un rango batimétrico infralitoral-batial.

5.- Gracias al estudio llevado a cabo en este trabajo de investigación y a

otros estudios previos basados en la malacofauna encontradas en la Formación "Arenas de Huelva", ha sido posible realizar una aproximación de la Cadena Trófica pliocénica. El eslabón superior de esta red trófica estaba ocupada por los grandes Galeomorfos (p.e. Carcharocles, Isurus y Galeocerdo) y por debajo se encontrarían los Batoideos (p.e. Dasyatis, Heterorpedo, Myliobatis y Rhinoptera) y los Osteiktios (p.e. Sparus y Ophidion). Este tipo de estructura trófica es característica de mares tropicales o subtropicales.

6.- Finalmente, la hipótesis planteada ha sido corroborada a través del estudio sistemático llevado a cabo. De esta forma, los géneros identificados en esta investigación, coincidentes con los encontrados en los yacimientos pliocenos de Montpellier y el Algarbe portugués, son: Carcharhinus, Carcharocles, Galeocerdo, Hemipristis, Hexanchus, Isurus, Lamna, Odontaspis, Dasyatis, Myliobatis, Rhinoptera y Sparus. A partir de esta nueva aportación es posible englobar estos yacimientos dentro de una misma provincia paleogeográfica localizada en el Suroeste de Europa.

11.- BIBLIOGRAFÍA

Aguirre E., 1989. *Paleontología*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 433 pp.

Andrés I., 1982. *Estudio malacológico (Clase Bivalvia) del Plioceno marino de Bonares*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. 410 pp. Inédita.

Andrés I. y Porta J., 1987. La distribución de los Pectinidae en el Neógeno de Huelva. Datos preliminares. En: *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)* (J. Civis, ed.), 143-152. Salamanca.

Baceta J. I. y Pendón J. G., 1999. Estratigrafía y arquitectura de facies de la Formación Niebla, Neógeno superior, sector occidental de la Cuenca del Guadalquivir. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 12, 419-438.

Bauzá J., 1955. Otolitos fósiles del Plioceno de Mallorca. *Revista de Estudios Geológicos*, 27-28, 402-407.

Bauzá J., 1957. *Contribuciones a la fauna ictiológica de España: Otolitos actuales y fósiles*. Instituto de Geología de Oviedo. 24 pp.

Bermudo M., 1995. *Paleontología 3, Volumen 2*. Editorial Paraninfo. S.A. Madrid. 451 pp.

Bobo A., 1998. *Huelva desde el Océano*. Editorial Rueda. Huelva. 155 pp.

Capetta H., 1970. Les sélaciens du Miocène de la région de Montpellier. *Paleovertebrata*, Mém. Extr. 170. 139 pp.

Cappetta H., 1987. *Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii (Handbook of Paleoichthyology); Vol. 3*. Verlag. Stuttgart-New York. 193 pp.

Castaño M. J., Civis J. y González Delgado J. A., 1988. Los moluscos del Plioceno de La Palma del Condado y Moguer (Huelva). Aproximación paleoecológica. *Iberus*, 8, 173-186.

Civis J., Sierro F., González J. A., Flores J. A., Andrés I., Porta J. y Valle M., 1987. El Neógeno marino de la provincia de Huelva antecedentes y definición de las unidades litoestratigráficas. En: *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)* (J. Civis, ed.), 9-19. Salamanca.

Civis J. y Sierro F. J., 1987. Los foraminíferos bentónicos en la sección de Gibraleón (Formación "Arcillas de Gibraleón", Huelva). En: *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)* (J. Civis, ed.), 55-63. Salamanca.

Clauss F. L. y González-Regalado M. L., 1993. Caracterización de las microfacies carbonatadas en la Formación Calcarenita de Niebla (provincia de Huelva). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 88, 5-16.

Corbera J., 2000. *Peces de Mar de la Península Ibérica*. Editorial Planeta. Tercera edición. España. 312 pp.

Flores J. A., 1987. *El Nanoplancton calcáreo en la formación "Arcillas de Gibraleón": Síntesis bioestratigráfica y paleoecológica*. En: *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)* (J. Civis, ed.), 65-68. Salamanca.

Gibbes R., 1849. Monograph of the fossil Squalidae of the United States. *J. Acad. Natur. Sci. Philadelphia*, 1 (3), 191-206.

Gómez-Alba J., 1988. *Guía de Campo de los Fósiles de España y Europa*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 925 pp.

González Delgado J. A., 1983. *Estudios de los Gasterópodos del Plioceno de Huelva*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. 474 pp. Inédita.

González Delgado J. A., Andrés I. y Sierro F. J., 1995. Late Neogene molluscan faunas from the Northeast Atlantic (Portugal, Spain, Morocco). *Geobios*, 28, 459-471.

González-Regalado M. L., 1987. *Las asociaciones de foraminíferos bentónicos en las arenas fosilíferas del Plioceno de Huelva*. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva. 314 pp.

González-Regalado M. L. y Ruiz Muñoz, F., 1990. Los ostrácodos del tramo inferior de la Formación "Arcillas de Gibraleón" (Gibraleón, provincia de Huelva, S. W. España). *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 3, 23-31.

González-Regalado M. L. y Ruiz Muñoz, F., 1991. Significado paleoecológico y bioestratigráfico de los ostrácodos del Neógeno Superior de la sección de Huelva. *Revista Española de Paleontología*, 6, 107-116.

González-Regalado M. L. y Ruiz Muñoz, F., 1996. Les foraminifères benthiques de la baie du Sud-Ouest de l'Espagne pendant le Néogène Supérieur : le Mio-Pliocène de Huelva. *Revue de Paléobiologie*, 15, 109-120.

Mayoral E., 1986. *Tafonomía y Paleoecología del Plioceno de Huelva-Bonares*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla. 599 pp. Inédita.

Mayoral E. y Pendón J. G., 1987. Icnofacies y sedimentación en zona costera, Plioceno Superior ?, litoral de Huelva. *Acta Geologica Hispanica*, 21-22, 507-514.

Moreno A., 1995. *Guía de los Tiburones de aguas ibéricas, Atlántico Nororiental y Mediterráneo*. Ediciones Pirámide, S.A. Madrid. 310 pp.

Muñiz, F., 1998. *Paleoicnología del Neógeno Superior en el Sector Suroccidental de la Cuenca del Guadalquivir. Área de Lepe-Ayamonte (Huelva)*. Tesis Doctoral. Universidad de Huelva. 272 pp. Inédita.

Nelson J., 1994. *Fishes of the World*. John Wiley & Sons, Inc. Tercera Edición. Canadá. 600 pp.

Parker T. y Haswell, 1987. *Zoología de Cordados*. Editorial Reverté, S. A.. 7ª edición. Barcelona. 981 pp.

Ruiz F., Clauss F. y Regalado M. L., 1996. Primeras Consideraciones sobre los Condrichtios de la Formación "Arenas de Huelva". *Studia Geológica Salmanticensia*, 32, 129-139.

Ruiz F. y González-Regalado M. L., 1996. Les Ostracodes du Golfe Mio-Pliocene du Sud-Ouest de l'Espagne. *Revue de Micropaleontologie*, 29, 137-151.

Ruiz F., González M. L. y Sanz, J. L., 1997. *Guía de Fósiles del Sur de la provincia de Huelva*. Servicio de Publicaciones Diputación de Huelva. 100 pp.

Ruiz F., González-Regalado M.L., Baceta J. I., Pendón J. G. y Tosquella J., 2000. Datos preliminares sobre los ostrácodos de las arenas basales de la Formación "Niebla" (Depresión del Guadalquivir, SO de España). *Geogaceta*, 29, 147-150.

Sanz de Galdeano C. y Vera J.A., 1991. Una propuesta de clasificación de las cuencas neógenas béticas. *Acta geológica Hispánica*, 26 (3-4): 205-20.

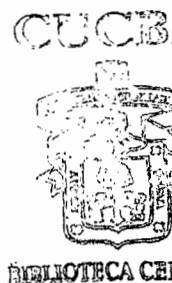
Stevens J. y Pyrzakowski T., 1991. *Tiburones*. Edición española: Encuentro Editorial S.A. Colección Materia Viva del Museo de la Ciencia de la Fundación Caixa de Pensiones. 240 pp.

Sierro F. J. (1984). *Foraminíferos planctónicos y Bioestratigrafía del Mioceno Superior-Plioceno del borde occidental de la Cuenca del Guadalquivir (S.O. de España)*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca. 391 pp.

Valle M.F. y Peñalba M. C., 1987. Aspectos palinológicos en el Neógeno del suroeste de España. En: *Paleontología del Neógeno de Huelva (W. Cuenca del Guadalquivir)* (J. Civis, ed.), 153-158. Salamanca.

Vargas E., Prieto R., Oliván y Prieto A., 1925. Estudio geológico minero de la zona de contacto de los terrenos antiguos con los secundarios, terciarios y cuaternarios de la provincia de Huelva. *Boletín Minero y Mineralúrgico*, 100-101.

Zbyszewski G. y Moitinho F., 1950. Os peixes miocénicos portugueses. *Comunicacoes dos Servicos Geológicos de Portugal*, tomo XXXI, 311-412.



ANEXO: ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

ESCALA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

EÓN	ERA	PERÍODO	SUBPERIODO	EPOCA	PISO	ESCALA DE TIEMPO				
Fanerozoico	Paleozoico	Cámbrico				570 m.a				
		Ordovícico				500 m.a				
		Silúrico				430 m.a				
		Devónico				395 m.a				
		Carbonífero				345 m.a				
		Permico				280 m.a				
	Mesozoico	Triásico				225 m.a				
		Jurásico				190 m.a				
		Cretácico				136 m.a				
	Cenozoico	Terciario				Paleógeno	Paleoceno	65 m.a		
							Eoceno	52 m.a		
							Oligoceno	35 m.a		
							Néogeno	Mioceno	Aquitaniense	23.8 m.a
								Burdigaliense	20.5 m.a	
								Langhiense	16.4 m.a	
		Serravaliense				14.8 m.a				
		Tortonense				11.2 m.a				
		Cuaternario						Plioceno	Messiniense	7.1 m.a
									Zancliense	5.3 m.a
								Pleistoceno	Piacenziense	3.6 m.a
			1.7 m.a							
Holoceno			Actualidad							

Tomado de la escala cronoestratigráfica y las escalas biocronológicas continentales del Terciario. Modificado de Bermudo (1995).