

109  
29

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

FACULTAD DE CIENCIAS



“ESPECIES NEOGENAS DEL GENERO NEGAPRION  
(ELASMOBRANCHII, CARCHARHINIDAE) DE LA  
PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA, MEXICO.”

FALLA DE ORIGEN

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
B I O L O G O  
P R E S E N T A :  
EDUARDO FRANCO LOZANO CARREÑO



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## CONTENIDO

	PAGINA
AGRADECIMIENTOS	vi
RESUMEN	viii
INTRODUCCION	1
ANTECEDENTES	6
Dentición en Selachii	9
Morfología y Terminología del Diente	9
Concepto de Heterodoncia	12
Terminología Dental	13
Fórmulas Dentarias	21
UBICACION TAXONOMICA	25
Historia del Género <u>Negaprion</u> y sus Especies	26
Características Taxonómicas de la Familia	
Carcharhinidae	30
Descripción del Género <u>Negaprion</u>	30
Historia Natural de <u>Negaprion brevirostris</u>	32
Historia Natural de <u>Negaprion acutidens</u>	33
Historia Natural de <u>Negaprion fronto</u>	34
OBJETIVOS	36
METODOLOGIA	37
Conformación de los Juegos Dentales	37
Material Reciente	37
Material Fósil	38
Juegos Dentales	42
Abreviaciones Institucionales Empleadas en el Presente	
Estudio	45

AREA DE ESTUDIO	46
Información general de las localidades	46
RESULTADOS	51
Paleontología Sistemática	51
<u>Negaprion brevirostris</u>	52
<u>Negaprion fronto</u>	60
<u>Negaprion acutidens</u>	66
<u>Negaprion</u> Especie A	69
<u>Negaprion</u> Especie B	76
<u>Negaprion</u> Especie C	83
<u>Negaprion</u> Especie D	89
DISCUSION	101
Análisis Sistemático	103
Relaciones de la Tribu Carcharhinini	103
Relaciones de las Especies Neógenas de <u>Negaprion</u>	109
Especies del Género <u>Negaprion</u>	113
<u>Negaprion brevirostris</u>	113
<u>Negaprion fronto</u>	115
Especies Fósiles Nuevas aún no Nominadas	119
<u>Negaprion</u> especie A	119
<u>Negaprion</u> especie B	121
<u>Negaprion</u> especie C	124
<u>Negaprion</u> especie D	124
Morfología Funcional	126
Relaciones Funcionales	128
Adaptaciones Tróficas	132

<b>Recientes</b>	<b>133</b>
<b>Fósiles</b>	<b>139</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>143</b>
<b>REFERENCIAS</b>	<b>145</b>
<b>ANEXO</b>	<b>152</b>

## ILUSTRACIONES

FIGURAS	ENTRE PAGINAS
1.- Morfología y Terminología del Diente	11 y 12
2.- Disposición de los Dientes en la Mandíbula, vista lateral.	17 y 18
3.- Disposición de los Dientes en la Mandíbula, vista frontal.	18 y 19
4.- Mapa de la Península de Baja California mostrando la localización de las localidades.	50 y 51
5.- Fotografía del Juego Dental Natural de <u>Negaprion previrostris</u> .	55 y 56
6.- Fotografía del Juego Dental Artificial de <u>Negaprion previrostris</u> .	56 y 57
7.- Fotografía de los Dientes Anteriores de <u>Negaprion previrostris</u> Reciente.	57 y 58
8.- Fotografía del Juego Dental Natural de <u>Negaprion fronto</u> .	63 y 64
9.- Fotografía del Juego Dental Artificial de <u>Negaprion fronto</u> .	64 y 65
10.- Fotografía del Juego Dental Artificial de <u>Negaprion</u> Especie A.	72 y 73
11.- Fotografía del Juego Dental Artificial de <u>Negaprion</u> Especie B.	79 y 80
12.- Fotografía del Juego Dental Artificial de <u>Negaprion</u> Especie C.	85 y 86
13.- Fotografía del Juego Dental Artificial de <u>Negaprion</u> Especie D.	92 y 93

- 14.- Fotografía del Morfotipo A de Negaprion  
Especie D. 93 y 94
- 15.- Cladograma Mostrando la Ubicación  
Taxonómica del Género Negaprion. 108 y 109
- 16.- Cladograma de Relaciones Interespecíficas. 112 y 113

## AGRADECIMIENTOS

Fue para mí un privilegio el haber recibido la colaboración, apoyo y simpatía de un grupo de gente muy especial y de peculiar carácter. Gracias a ellos, que tuvieron paciencia, tiempo y que jamás llegaron a angustiarse, fue posible realizar este estudio.

A mis maestros y amigos: Dr. Shelton P. Applegate, Med. Vet. Anelio Aguayo Lobo, M. en C. Luís Espinosa Arrubarena, M. en C. Ismael Cabrera Mancilla y al Biól. Mario Salinas agradezco sinceramente su dedicación y apoyo en el desarrollo y culminación de esta tesis. Cada uno de ellos mostró gran interés y voluntad por sacar el trabajo adelante. A Shelly le agradezco por haberme mostrado el camino, "It's your own trip, man!"

También agradezco a Susumu Kato, A la Dra. Susan Smith y al Dr. Leonard Compagno, que si bien no me conocieron directamente, siempre tuvieron a bien el proporcionarme bibliografía, hojas de datos y fotografías. Pero ante todo mostraron un gran cariño al presente trabajo.

Con mucho afecto menciono los nombres de aquellas personas que alguna vez fueron mis maestros en el Colegio Americano y que una vez más han dejado huella en mi vida: A Jili Pérez y su familia, Laura Hurley, Susana Olivera, Rocío Barrasa, Carol López, Magali Pérez, Yenka Guevara, Harve Thorn, Diego Méndez y todo el maravilloso e



intelectual grupo que conforman; les agradezco el gran apoyo brindado hacia esta tesis y por su solidaridad en los momentos mas difíciles.

A la Dra. Analúsa Carreño por su desinteresada ayuda y por permitirme el uso de aparatos de precisión.

Al Sr. Toño Altamira por su profesionalismo y excelencia en el manejo de la cámara.

Al Dr. Samuel H. Gruber, a John (S.E.X.) Machine Morrissey, Chip Pike III, Brad Wetherbee, Ed Olson-Moore, Susan Piccini y a J.B. y Chiqui Diederich por la información y los inolvidables momentos en Miami.

A Guillermo Sosa y a Angelina Gamboa por su gran respaldo moral en esos momentos... y por no dejarme fallar.

A Cynthia que de manera muy especial estuvo ahí...

A todas aquellas personas que tuvieron la sensibilidad de estar conmigo y mostrarme su afecto.

En la inspiración musical agradezco al excelente músico Frank Zappa por sus sabias palabras.....

## RESUMEN

En la presente tesis se desarrolla un estudio odontológico del género Negaprion del Neógeno de Baja California y Baja California Sur así como también de las especies recientes. La metodología empleada en el desarrollo de este trabajo se basa en el concepto de heterodoncia en selacios, demostrando la importancia de ésta para desarrollar estudios taxonómicos tanto en tiburones recientes como en fósiles. Se elaboraron juegos dentales (naturales y artificiales) para hacer descripciones de las especies del género Negaprion. Las características dentales de este género llevaron a la descripción de una especie fósil de Baja California y de tres especies fósiles de Baja California Sur. Las diferencias dentales mencionadas que se encontraron entre Negaprion forma del Pacífico (N. fronto) y Negaprion forma del Atlántico (N. previrostris) apoyan la hipótesis de que son especies válidas. Se llevó a cabo un análisis sistemático, por un lado, para ubicar al género Negaprion en el contexto de la Familia Carcharhinidae, (tribu Carcharhinini) y por otro lado, para establecer una hipótesis de relación de las cuatro especies Neógenas. La evidencia paleontológica sugiere que las especies fósiles de Negaprion ocupaban un nicho ecológico similar al que ocupan sus representantes recientes. Se concluye que la heterodoncia y la elaboración de juegos dentales naturales y artificiales en tiburones son de gran importancia como herramienta para el estudio taxonómico de los seláceos fósiles y actuales.

## INTRODUCCION

En México existen muy pocos investigadores que se han dedicado al estudio de los dientes en tiburones. A nivel internacional ocurre lo mismo, pues existen contados especialistas en el estudio de los dientes de los seláceos. Éste es el caso particular de los carcharhínidos vivos, especialmente de aquellas especies que poseen dientes pequeños (Compagno, 1988). Sin embargo, este problema puede resolverse a través de la comparación minuciosa de los diferentes taxa que componen el grupo, aunada al establecimiento de una terminología dental adecuada aplicada al estudio de los tiburones fósiles y recientes. El resultado final de la caracterización de todas las especies, con base en sus morfotipos dentales, permitiría conocer las diferentes etapas de la evolución de los carcharhinidae. Sin embargo, esto es difícil de lograr detalladamente para toda la familia, puesto que existe una confusión dentro de los diversos taxa que están incluidos dentro de este importante grupo de tiburones, principalmente en lo que se refiere a las especies fósiles (Compagno, op. cit.).

Este trabajo surge de la necesidad de obtener una información más exacta sobre el tiburón limón, Negaprion, un carcharhinido abundante en el registro fósil desde el Eoceno superior hasta el Reciente.

En la actualidad el tiburón limón se encuentra distribuido en aguas mexicanas del Pacífico así como del Atlántico. El estudio de este tiburón enfrenta un problema

taxonómico ya que ha sido sinonimizado tanto por paleontólogos así como por los neontólogos.

Otro factor que ha motivado el desarrollo de este trabajo es el de aportar información adecuada acerca de los dientes de los tiburones y del manejo que se les puede dar como herramienta para estudiar las relaciones filogenéticas de los carcharhínidos y en especial de Negaprion, permitiendo así conocer sus distintas etapas evolutivas.

La información básica de este estudio se obtuvo por medio de todo lo que enmarca la conformación de juegos dentales tanto de Negaprion fósil así como Negaprion Reciente.

Para llegar a los fines del presente trabajo cuyo objetivo general consiste en describir las especies del género Negaprion del Neógeno de Baja California y Baja California Sur, se desarrolló un análisis detallado de los morfotipos dentales, así como una terminología dental propia de Negaprion que permitiera llevar a cabo una caracterización de las cuatro especies fósiles así como la de las dos recientes que ocurren en aguas mexicanas. El desarrollo de esta investigación, se basó también en el concepto de heterodoncia y de terminología dental para tiburones introducido por Leriche (1905) y modificado posteriormente por Applegate en 1965. Las características generales de los dientes de los representantes vivientes del género en cuestión representan el esquema fundamental de los morfotipos y, a partir de estos, se basan las

interpretaciones e inferencias sobre las especies fósiles aquí estudiadas.

En el presente trabajo se describen cuatro especies fósiles del Neógeno de Baja California y Baja California Sur, así como las especies recientes representadas por Negaprion fronto, y N. brevirostris. El género Negaprion en la actualidad se encuentra representado por 3 especies: N. acutidens, en el Pacífico Central e Índico Occidental; N. brevirostris en el Atlántico Occidental y Noreste y N. fronto en el Pacífico Este. Por un lado, Compagno (1984), considera tentativamente a N. fronto como sinonimia de N. brevirostris. Por otro lado, en el mismo trabajo Compagno menciona que el Dr. Shelton Applegate considera que N. fronto y N. brevirostris pueden ser separados por diferencias dentales. Debido a la carencia de un estudio que muestre en detalle las características de los dientes del género Negaprion tanto reciente como fósil, dicha hipótesis no se ha comprobado hasta ahora.

Por lo mencionado anteriormente surge la necesidad de desarrollar un estudio en el cual se caractericen los morfotipos dentales del tiburón limón, formas del Pacífico y Atlántico, y se describan también las especies fósiles de Baja California y Baja California Sur.

Con base en los conocimientos obtenidos acerca de la biología y ecología del tiburón limón se pretende aportar información acerca de la morfología funcional de los dientes para enriquecer el conocimiento sobre las especies de

Negaprion pertenecientes al Neógeno de Baja California y Baja California Sur.

Un estudio de esta naturaleza, en donde las interpretaciones de especies fósiles están basadas en organismos vivientes se fundamenta en el principio de actualismo biológico, lo que representa uno de los aspectos más importantes para llevar a cabo el análisis de especies extintas. Esta información es de suma importancia y es válida para las deducciones en estudios fósiles, pues es claro que los organismos están adaptados a las condiciones en las que viven; la morfología, su comportamiento y vida a través del tiempo, donde no sólo incorporan adaptaciones, ven reflejadas también las limitaciones de sus antecesores; así mismo, los organismos son susceptibles a las limitaciones causadas por su habitat y distribución geográfica (Vermeij, 1980). Con consideración en lo anterior, como complemento a esta investigación, se desarrolló un análisis funcional de los dientes sobre las especies fósiles de Negaprion en la Península de Baja California, en donde fue necesario revisar una colección de más de mil dientes provenientes de cuatro localidades (sitios paleontológicos).

La presente investigación contribuye, no sólo a la taxonomía y al esclarecimiento de los problemas biológicos que atañen a Negaprion, sino también amplía el entendimiento geológico del Noreste de México. Lo anterior se basa en los esquemas y series filogenéticas que se obtienen de la descripción y caracterización de las diferentes especies que

conforman un determinado taxón, en este caso Negaprion.

Dichos elementos son de aplicación directa en la bioestratigrafía de la Península de Baja California y su uso podrá extenderse a la costa Oeste de Norte America.

## ANTECEDENTES

Según Compagno (1988), dentro de la familia Larchnarinidae existen problemas taxonómicos y de clasificación. El género Negaprion no es la excepción. A estos tiburones se les ha asignado a otros géneros y se les ha atribuido varias especies, es decir, que ha sido sinonimizado extensamente. Hoy en día continúa el debate con respecto al número de especies que pertenecen a este género. Compagno (1988), reconoce como especies del género Negaprion a N. acutidens y a N. previrostris y menciona que Negaprion previrostris del Atlántico Oriental y N. fronto del Pacífico Este que pueden estar representando una sola especie: N. previrostris. Lo mismo ocurre con las especies fósiles de Negaprion que han sido situadas en géneros distintos, y a los que también se les han atribuido otras especies. Esto se debe, básicamente, a que se han creado géneros, e incluso nuevas especies basadas en la descripción de un solo diente, en otras palabras, por cada diente descrito se crea un nuevo taxón (Applegate, comm. pers., Noviembre, 1988). Los estudios paleontológicos realizados sobre el género Negaprion proporcionan evidencia de que puede ser rastreado con seguridad absoluta hasta el Mioceno superior (Applegate, comm. pers., Enero, 1987.) La forma más antigua posible corresponde al Eoceno superior de Alabama, E.U.A. y de Nigeria (Applegate, comm. pers. octubre, 1988). Sin embargo, aunque el género Negaprion se encuentra bien representado en



el registro fósil, los informes y descripciones han sido muy escasos y se han realizado en base a dientes aislados.

Dentro de los estudios paleontológicos sobre estos tiburones está el trabajo de White (in Cappetta, 1987) sobre el Eoceno medio de Nigeria. Negaprion también está presente en depósitos del Mioceno del Sur de Francia (Cappetta, 1970); el Mioceno de Portugal (Antunes y Jonet, 1970); y el Mioceno de Ecuador (Longbottom, 1979). Sin embargo, los estudios realizados por estos autores sobre Negaprion se basan en la descripción de dientes aislados y por consiguiente se tendría que reexaminar el material de dichas localidades y conformar juegos dentales para poder asegurar la validez de estas especies.

Para los fines de este trabajo los estudios realizados acerca de este género se dividirán en estudios paleontológicos y en estudios neontológicos. Dentro de los estudios paleontológicos se encuentran principalmente descripciones (no detalladas) de los dientes o simplemente se hace referencia al género como parte de una lista faunística. Entre los investigadores que realizaron estos estudios encontramos a: Bibbes, Blake, y White (citados en Cappetta, 1987); Cappetta (1970); Antunes y Jonet (1970); y Longbottom (1979), entre los más citados.

En relación a los estudios realizados acerca del género Negaprion reciente podemos considerar los reportados desde mediados a fines del siglo XIX que incluyen trabajos de sistemática, descripciones dentales no detalladas e informes

de la presencia de este tiburón en distintas regiones geográficas. Entre los autores del siglo pasado encontramos a Poey (1868); Jordan y Gillbert (1882); Jordan (1884); y Henshall (1889). En el siglo XX se realizaron estudios más detallados sobre el tiburón limón, que comprenden los siguientes temas: taxonomía, biología, distribución, comportamiento, telemetría, fisiología e importancia económica. Los trabajos más importantes en orden cronológico son los siguientes: Whitley (1940); Beebe y Lee-Van (1941); Bigelow y Schroeder (1948); Springer (1938, 1959); D' Aubrey (1964); Kato (1965, 1967); Moss (1967); Bass, H.J., J.D. D'Aubrey y N. Kistnasamy. 1975; Applegate, S.P., L. Espinosa Arrubarena, L. Menchaca y F. Sotelo (1977); y Lompagno (1984, 1988), entre los principales. En la actualidad el Dr. Samuel Gruber, de la Universidad de Miami, junto con su equipo de investigadores, realizan estudios de fisiología, telemetría, de crecimiento y de alimentación sobre la especie N. brevirostris en el Océano Atlántico (Islas Bahamas y costas de Florida).

No obstante que la revisión bibliográfica indica que los trabajos sobre Negaprion han sido diversos y variados, abarcando temas de estudio muy importantes, es de notar que las características dentales, cuando son tratadas, sólo son mencionadas superficialmente. La posibilidad de separar a las especies de Negaprion basándose en sus morfotipos dentales ya había sido mencionada por el Dr. Applegate (in Lompagno, 1984) y se pone de manifiesto en el presente

estudio, en donde se demuestra que pueden utilizarse como una característica diacrística del género.

### Dentición en Selachii

Para lograr el estudio detallado tanto de los tiburones fósiles como recientes se considera que los dientes son la herramienta primordial. Se procede entonces a la observación y descripción de la dentición en su aspecto morfológico así como en el de su terminología específica.

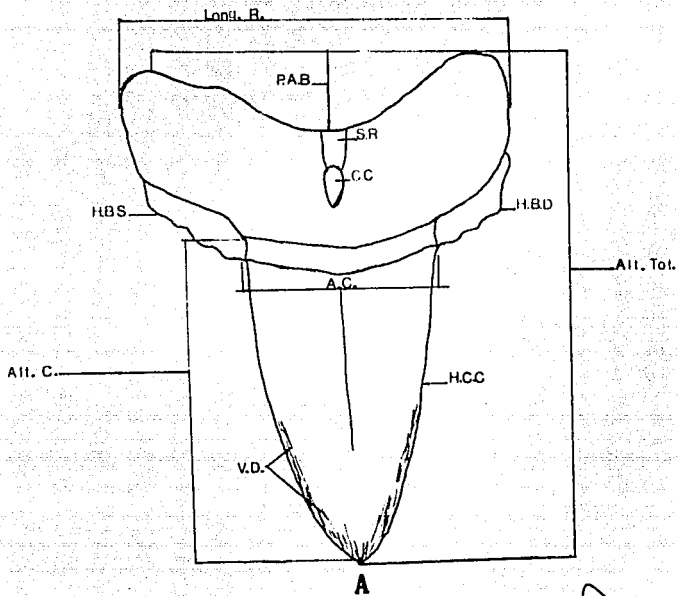
#### Morfología y Terminología del Diente

Los dientes de los elasmobranchios no poseen una terminología patrón que haga referencia a su anatomía, de aquí que las mismas estructuras presentan comúnmente varios nombres. En este trabajo se emplearon algunos de los términos sugeridos por Leriche (1905), Applegate (1965) y Compagno (1988).

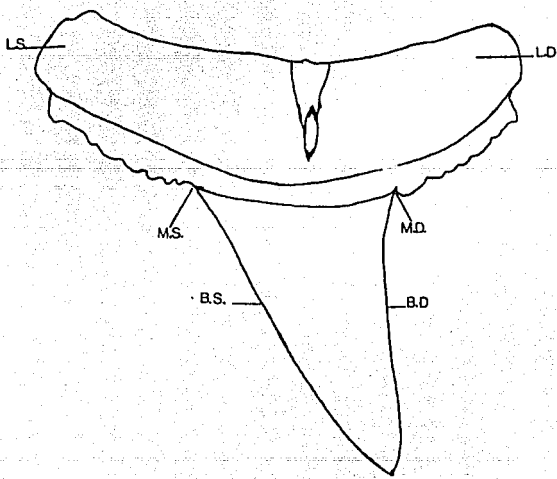
Los dientes de los carcharinidos y de otros elasmobranchios consisten básicamente de dos partes, la raíz y la corona. La corona se encuentra cubierta por esmalte o vitrodentina y la raíz por osteodentina porosa. Cuando los dientes se encuentran en una posición erecta funcional en la mandíbula, muestran una cara externa (labial) y una cara interna (lingual) en relación con la cavidad bucal. Los dientes presentan un borde sinfistial (mesial) o interno, próximo a la sínfisis y un borde externo o distal (próximo a la comisura de la boca) (figs. 1 y 2).

La corona se puede dividir en una porción proximal adyacente a la raíz, conocida también como base de la corona, y en una proyección distal (hoja central de la corona), en algunos casos se pueden presentar varias proyecciones conocidas como coronas accesorias o dentículos laterales. Los bordes de la corona pueden o no tener aserraciones, la base de la corona puede extenderse hacia el lado sintisial o hacia adentro, distal o hacia afuera o hacia ambos lados formando lo que se llama hoja basal que puede o no mostrar aserraciones.

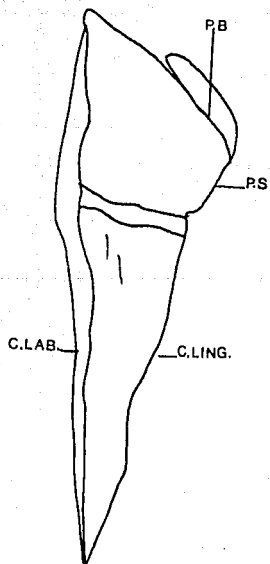
La raíz también muestra una cara lingual que presenta una superficie plana (basilar) que descansa sobre el borde de la mandíbula. Un surco vertical transverso (surco de la raíz o surco medial) divide a la raíz en un lóbulo sintisial o mesial y un lóbulo distal. Mas o menos a la mitad de este surco se encuentra el canal central (foramen central) que se comunica con el interior del diente y transporta vasos sanguíneos a los canales vasculares de la osteodentina y cavidad pulpar (Fig. 1).



**A**



**B**



**C**

## Concepto de Heterodoncia

El concepto de heterodoncia, denota el cambio radical tanto en el tamaño como en la forma de los dientes en la mandíbula, es decir, la presencia de una configuración dental desigual (Figs. 2 y 3). Este concepto ha sido tratado in extenso por los Drs. Maurice Leriche (1905, 1910) y Shelton P. Applegate (1965). En el pasado, se tendía a considerar a los tiburones como homodontos, es decir, que no presentan una diferenciación dental. Así mismo, en el pasado y aún en la actualidad, la mayoría de los paleontólogos que se dedican al estudio de los selacios fósiles no emplean juegos dentales artificiales y sus descripciones se basan en el análisis de un solo diente o bien en grupos de dientes pero sin tomar en consideración los distintos tipos de dientes y las variaciones morfológicas que los caracterizan dependiendo de su localización en la mandíbula. Al ignorar este concepto los paleontólogos cometen el error más común en lo que a taxonomía de selacios fósiles compete puesto que para cada tipo de diente definen una especie. Como ya informamos el concepto de heterodoncia fue aplicado a los tiburones por vez primera por Maurice Leriche (1905 y 1910) cuando éste sentó las bases para una terminología dental. No fue sino hasta 1965 que Applegate retoma el concepto de Leriche y demuestra su validez como método veraz para estudiar y describir los dientes de los tiburones y hace hincapié en la importancia del estudio de los dientes en conjunto para la taxonomía de las diferentes especies.

Por otro lado, cabe mencionar que la homodoncia en tiburones, si bien, es un fenómeno excepcional que se llega a presentar en algunas especies fósiles y recientes. Existe en los generos Rhincodon y Cetorhinus y también existe cierta evidencia de esta condición en la familia Orectolobidae y, aunque en menor grado, en la familia Scyliorhinidae (Applegate, 1965).

### Terminología Dental

La terminología dental adoptada en este trabajo es la que originalmente estableció Leriche (1905), posteriormente modificada por Applegate (1965) en la cual se definen los distintos tipos dentales de acuerdo a la posición que ocupan en la mandíbula, a su tamaño y forma. Para entender y poder establecer una terminología dental propia para los selacios es necesario ahondar en las variables contenidas en el concepto de heterodoncia como son las variaciones de posición y otros factores de variación. También se deben visualizar las distintas condiciones que se presentan en la mandíbula de los tiburones como son: monoagnática gradual, monoagnática disvunta, y dignática, entre otras.

La heterodoncia en tiburones, como es concebida por Applegate (1965), involucra ciertas variaciones. Mostrándose de tal manera una heterodoncia en donde los dientes de la mandíbula superior son distintos a los de la mandíbula inferior. Compagno (1988) se refiere a esta condición como heterodoncia dignática. Esta diferencia es más evidente en

algunas familias, por ejemplo: Pseudotriakidae, Hexanchidae, Lamnidae y Carcharhinidae (Applegate, 1965).

Otra peculiaridad relacionada con la heterodoncia en selacios, es la diferencia entre los dientes que pertenecen a la mandíbula derecha y los que corresponden a la mandíbula izquierda (Figs. 2 y 3). De una manera general, la corona de los dientes tiende a ser curva hacia la derecha si estos pertenecen a la mandíbula derecha y viceversa. La curvatura del diente es más pronunciada y el tamaño del mismo va decreciendo al acercarse los dientes a la parte distal de la mandíbula.

El factor más importante en la heterodoncia es el que considera la individualidad de cada uno de los dientes; tomando en cuenta su posición en la mandíbula, tamaño y forma, lo que se considera como morfotipo dental. Compagno (1968) hace referencia a lo anterior como heterodoncia monoagnática disyunta. Esta condición es característica de Heterodontidae, Hexanchidae, Lamnidae y Carcharhinidae entre otras familias (Applegate, 1965).

La regionalización de los dientes en la mandíbula así como las diferencias que existen entre ellos pueden ser referidas o expresadas en términos de su posición en la mandíbula (Figs. 2 y 3).

Los nombres utilizados por Leriche fueron los siguientes: Sinfisiales, Anteriores, Intermedios, y Laterales. Posteriormente, Applegate (1965) incorpora los términos: Medios, Alternos y Posteriores. A continuación se



presentan las definiciones y abreviaturas mencionadas por Applegate (op. cit.) y por Espinosa (1987) y que son utilizadas para este trabajo (ver figs. 2 y 3):

Dientes Medios (M): Por lo general son dientes pequeños que se encuentran exactamente sobre la sínfisis y pueden o no ser simétricos.

Dientes Alternos (Alt): Dientes pequeños que se localizan en la región sinfisial de la mandíbula, pueden ser simétricos o asimétricos. Se presentan en hileras oblicuas de 2,3,4 o 5 dientes alternándose en la última posición.

Dientes Sinfisiales (S), también llamados parasinfisiales por Cappetta (1987): Dientes pequeños simétricos o asimétricos. Se localizan a ambos lados de la sínfisis. La diferencia entre estos elementos y los alternos es que los sinfisiales siempre se encuentran a los lados de la sínfisis mas nunca en el centro de la mandíbula (línea sinfisial).

Dientes Anteriores (A): Se localizan inmediatamente después de los mediales y sinfisiales. Se caracterizan por ser mas grandes, mas simétricos y rectos que los dientes antes descritos.

Dientes Intermedios (I): Este elemento dental sólo se presenta en el grupo de los Lamniformes. Se

presenta en una fila única ocupando una posición entre los anteriores y laterales y sólo ocurre en la mandíbula superior. Su tamaño es menor que el de los anteriores y en ocasiones están curvados hacia la sínfisis.

Dientes Laterales (L): Estos elementos se localizan después de los anteriores y hacia la parte distal. En los lamniformes se sitúan inmediatamente después de los intermedios. En los demás grupos se localizan inmediatos a los anteriores. Se encuentran tanto en la mandíbula superior como en la mandíbula inferior. Son dientes asimétricos cuya corona se curva hacia la parte distal de la mandíbula. Al irse alejando de la sínfisis mandibular se van curvando más y su tamaño va decreciendo. Los primeros dientes laterales frecuentemente son los más largos y anchos de toda la mandíbula.

Dientes Posteriores (P): Son dientes pequeños que ocupan la última posición o la más distal, encontrándose inmediatamente después de los laterales. Estos elementos son los que presentan una mayor variación morfológica. Sus coronas pueden presentar un eje curvo o recto y la anchura de la raíz es generalmente mayor que la altura total del diente. Dentro de una especie varían frecuentemente en número.

← Sintisial (Mesial)      Distal →

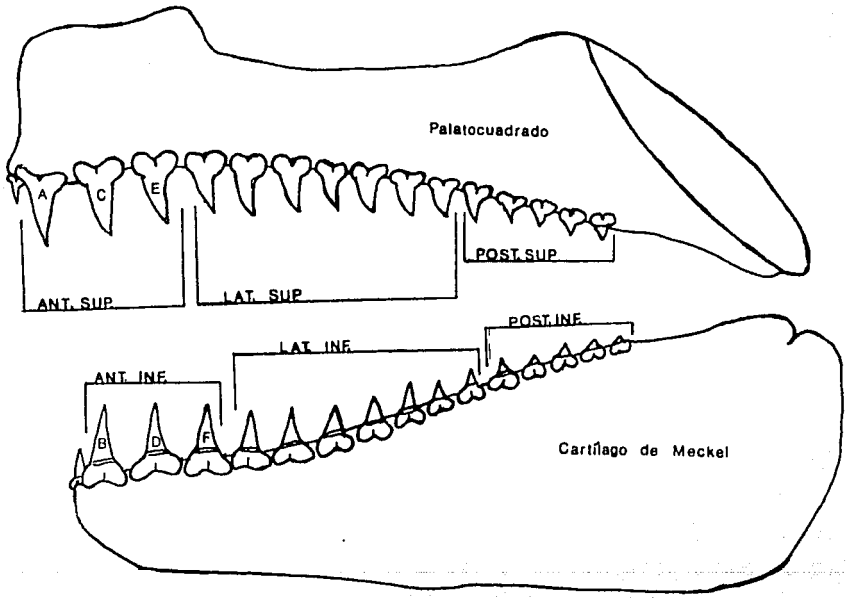


Figura 2. Disposición de los diferentes tipos de  
dientes en un tiburón. Para mostrar la hetero-  
doncia en ambas mandíbulas. Vista Lateral.

A= Primer anterior superior

C= Segundo anterior superior

E= Tercer anterior superior

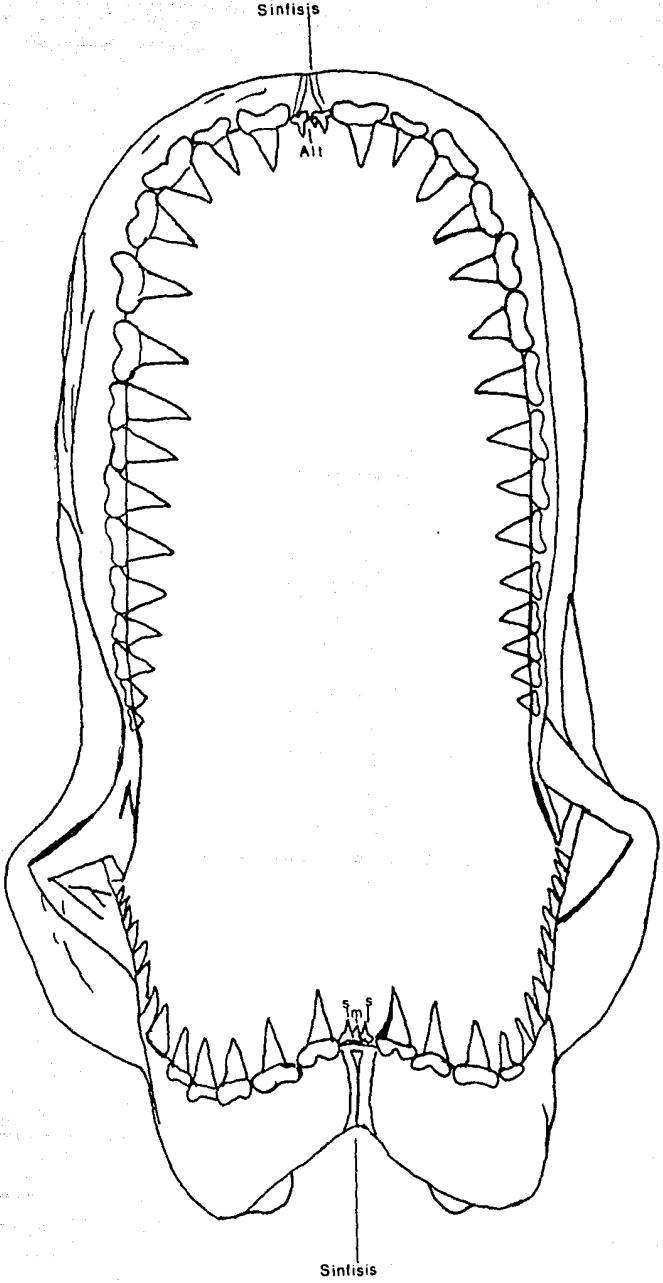
B= Primer anterior inferior

D= Segundo anterior inferior

F= Tercer anterior inferior

Figura 3. Disposición de los dientes sinfisiales, alternos y medial en la mandíbula de un tiburón. Vista frontal. Nótese la heterodoncia en ambas mandíbulas.

Simbología: S= sinfisiales, M= medial, Alt= alternos



Sinfisis

All

Sinfisis

Estas definiciones dentales pretenden dar una idea general de todos los tipos de dientes que se pueden encontrar en los tiburones. La caracterización de una especie se basa en la descripción particular de los tipos dentales que le son propios, sin embargo, es importante mencionar que no todos los tipos dentales se encuentran representados simultáneamente en todos los grupos de tiburones. Es frecuente encontrar familias en donde ciertos tipos dentales no se presentan. Por ejemplo, en la familia Echinorhinidae no hay dientes anteriores. En 16 familias de tiburones recientes excluyendo a Rhincodontidae y Cetorhinidae, los dientes medios faltan sólo en 4 familias: Carcharhiidae, Lamnidae, Alopiidae y Echinorhinidae (Applegate, 1965).

De manera contraria existen tipos dentales que son exclusivos de unas cuantas familias, por ejemplo: los dientes alternos se presentan únicamente en las familias Scylliorhinidae, Triakidae, Larcharhinidae, Sphyrnidae y Echinorhinidae. Los dientes intermedios sólo se conocen en las familias Carcharhiidae, Alopiidae y Lamnidae. Por otro lado, los dientes posteriores están representados en todas las familias (Applegate, 1965 y Espinosa, 1987).

Basándose en la terminología de Applegate (op. cit.) otros nombres han sido sugeridos. Compagno (1988) propone una terminología para el caso de la Heterodoncia Monoagnatica gradual, que ocurre cuando los dientes anteriores se van tornando hacia laterales gradualmente sin

mostrar una diferenciación. Cuando los anteriores no se encuentran diferenciados de los laterales (esto ocurre comúnmente en la mandíbula inferior) pero los posteriores sí, los dientes más próximos a la parte media de la mandíbula o los dientes mesiales son denominados Anterolaterales; cuando los dientes posteriores no se diferencian pero los anteriores sí pueden ser caracterizados, los dientes más distales son denominados Lateroposteriores; en caso de que ni los dientes anteriores ni los posteriores se diferencien los dientes parasinfisiales se denominarían Anteroposteriores.

Para evitar una posible confusión en los dientes que se encuentran, ya sea sobre la línea sinfisial o en la sínfisis, en este trabajo se hacen las siguientes observaciones: se hará referencia a dientes alternos y mediales únicamente cuando estos se encuentren justamente sobre la línea sinfisial, es decir en la región mesial donde convergen los palatocúadrados en la mandíbula superior y en la mandíbula inferior en donde se unen mesialmente los cartílagos de Meckel. Por otro lado, se designan dientes sinfisiales a aquellos que no se encuentran en la sínfisis propiamente (Figs. 2 y 3). Según el Dr. Applegate (comm. pers., julio 1987), no debería de alterarse el término sinfisial por parasinfisial, como lo han utilizado Cappetta (1970) y Espinosa (1987). Lo anterior trae consigo más confusión y retarda la concordancia entre los investigadores para referirse a los dientes sinfisiales.



## Fórmulas Dentarias

Los términos antes designados son la base para elaborar las fórmulas empleadas para grupos dentales, estas pretenden cubrir una función similar a la empleada en el estudio de los mamíferos.

Con el fin de desarrollar una fórmula dental es preciso anotar la abreviatura del diente seguida por el número de elementos que ocupan esa posición en la primera hilera. Una línea horizontal separa a los dientes de la mandíbula superior de los de la mandíbula inferior.

Lado Izquierdo						Lado Derecho				
P	L	A	S	Alt		S	A	L	P	
3-5	8	3	1	3		1	3	8	3-5	
P	L	A	S	M		S	A	L	P	
3-4	7	3	1	2		1	3	7	3-4	

Fórmula correspondiente a Negaprion brevirostris.

En ocasiones se dan fórmulas generales como por ejemplo Cervantes (1983) en donde se muestra que el número total de dientes superiores e inferiores, para Larcharinus porosus:

$$\frac{24}{28}$$

En otros casos se muestran los dientes del lado derecho separados de los dientes izquierdos por los dientes de la zona sinfisial, por ejemplo:

15 o 14-1-14 o 15  
13-2-13

fórmula correspondiente a C. porosus (Cervantes, 1983).

La fórmula dental más adecuada es aquella completamente desarrollada, por ejemplo: este mismo autor da la fórmula dentaria completamente desarrollada para C. porosus

P	L	A	M	A	L	P
3-4	8	3	1	3	8	3-4
P	L	A	Alt	A	L	P
3-4	7-8	3	2	3	7-8	3-4

Applegate (1978) da la fórmula dentaria completa para la tintorera Galeocerdo cuvier:

Lado Izq. | | Lado Der.

P	L	A	M	A	L	P
3	5	4	1	4	5	3
P	L	A	M	A	L	P
3	5	4	1	4	5	3

Para desarrollar la fórmula dental completa general de una especie, se consideran las variaciones totales de los tipos dentales, anotándose de la siguiente manera, ejemplo, Garcharias taurus:

Lado Izquierdo | | Lado Derecho

P	L	1	A	A	1	L	P
6-14	6-7	1	3	3	1	6-8	8-15
P	L	A	S	S	A	L	P
4-14	5-6	3	1	1	3	5-6	8-13

(Applegate, 1965).

Se considera adecuado representar el lado derecho de la mandíbula únicamente debido a que en la mayoría de los casos el lado opuesto es bilateralmente simétrico (Espinosa, 1967).

Además de desarrollar una terminología dental adecuada, Applegate (1965), asigna a cada tipo dental una función específica para la especie que el utilizó (Carcharias taurus). Sin embargo, es posible que exista en todos los tiburones una función particular en cada tipo dental.

Los dientes en C. taurus funcionan para perforar, cortar y moler a los peces de que se alimenta este tiburón. Al alimentarse de su presa el tiburón debe de tomarla con el hocico, immobilizarla (comunmente la parte en dos) y debe desplazar su alimento al estomago vía la cavidad faríngea a través del esófago. Los dientes anteriores sirven para punzar y matar a la presa, la marcada inclinación de estos dientes hacia adentro facilita sujetar el alimento, así como su paso al interior de la boca. Un movimiento de la cabeza o del cuerpo colocaría a la presa bajo los dientes laterales en donde sería cortada y tragada. Los dientes posteriores deben cumplir la función de sostener y moler el alimento. Esta última acción se indica por el gran desgaste que los dientes posteriores muestran (Applegate, 1965).

Las fórmulas dentales se obtienen de las mandíbulas de especies vivientes, en las cuales el número de dientes que pertenece a cada posición puede ser determinado con precisión. Cuando se utilizan las fórmulas dentales en

especies fósiles se asume que, aunque el número de elementos dentales puede variar entre especies intergenéricas, las posiciones permanecen constantes.

En contadas ocasiones se han encontrado mandíbulas fosilizadas con los dientes aún en su lugar; debido a esto al llevar a cabo la determinación del número de dientes que corresponden a una posición determinada en una especie extinta, se podría considerar un tanto arbitraria. Por esta razón, solamente se darán fórmulas dentales completas para las especies que se encuentran representadas en la actualidad; Negaprion brevirostris, Negaprion fronto y Negaprion acutidens.

## UBICACION TAXONÓMICA

Clase Chondrichthyes - Huxley, 1880.

Subclase Elasobranchii - Bonaparte, 1838.

Superorden Euselachii - Regan, 1966.

Orden Carcharhiniformes - Berg, 1940.

Familia Carcharhinidae - Jordan y Evermann, 1896.

Género Negaprion - Whitley, 1940.

(Espinosa, 1987; Heiser y Macfarland 1979)

## Historia del Género Negaprion y sus Especies.

A continuación se presenta una cronología de las sinonimias por las que pasó el género Negaprion y sus especies.

Whitley (1940) propone al género Negaprion para colocar a N. queenslandicus como especie de este género. Esta especie previamente había sido denominada por el mismo autor como una subespecie de Aprionodon acutidens (Küpell) (Whitley, 1939, citado en Whitley 1940).

Bischoff y Schroeder (1948) ampliaron el género Negaprion incluyendo en él a especies de Hypoprion y Aprionodon las cuales compartían las siguientes características: los dientes presentaban cúspides (coronas) angostas y la primera y segunda aleta dorsal eran del mismo tamaño (Compagno, 1988).

Whitley (1940) designa el género Mystidens y a una nueva especie, M. innominatus, con base en la descripción de los dientes de un tiburón proveniente del Oeste de Australia. Sin embargo, el Prof. J.A.F. Garrick (comm. pers. en Compagno 1988) al examinar estos mismos dientes encuentra que pertenecen al género Negaprion. Posteriormente, estos mismos dientes fueron reexaminados por el Dr. Compagno en 1982 confirmando la ubicación de Mystidens en sinonimia con Negaprion, sinonimia que había sido sugerida por Garrick y por él mismo en 1979.

Compagno (1988) menciona que estos dientes anteriores, de cúspides (coronas) angostas y carentes de aserraciones, a

los que Whitley empleaba para distinguir al género Mystidens, son como los dientes de ejemplares grandes de N. acutidens del Golfo de Tailandia y de Nueva Guinea.

Schultz (in Compagno, 1988), propuso a Hemigaleops forsteri como especie única de dicho género y este espécimen se pensaba estaba estrechamente relacionado con Hemigaleus. Sin embargo, Garrick y Schultz (1963) informan que era un Negaprion con espiráculos pequeños. Existen informes de otros tiburones de este género que presentan pequeños espiráculos como es el caso de un ejemplar del Pacífico Este, pero aún así otros ejemplares de Negaprion examinados por Compagno no los presentan (Compagno, 1988). Fourmanoir (citado en Compagno, 1988) y Bass et al. (1975) reportan ejemplares de N. acutidens con espiráculos, lo que demuestra que la presencia o ausencia de espiráculos no es una característica distintiva del género.

Compagno (1988) examinó el espécimen holotipo de Hemigaleops forsteri que se encuentra en el Museo de Historia Natural de Washington, D.C., y confirma su identidad como Negaprion, y probablemente como N. acutidens. Gohar y Mazhar (citado por Compagno, 1988) presentan datos anatómicos de Aprionodon brevipinna, incluyendo ilustraciones detalladas de los condocráneos. Compagno (1988), hace la revisión de estos ejemplares en su más reciente obra y sugiere que corresponden a N. acutidens.

Por otro lado, once especies han sido incluidas en el género Negaprion:

- Carcharias acutidens Ruppell, 1835 (Localidad tipo, Mar Rojo).
- Hydroprion brevirostris Poey, 1868 (Cuba).
- Carcharias munzingeri Kossmann y Rauber, 1877 (Mar Rojo).
- Carcharias fronto Jordan y Gilbert, 1882 (Mazatlan).
- Carcharias forskali Hemprich y Ehrenberg, 1899 (Mar Rojo).
- Eulamia odontaspis Fowler, 1908 (Probablemente del Océano Índico).
- Aprionodon sitankaiensis Merre, 1934 (Sitanki, Islas Sibutu Archipiélago Sulu).
- Aprionodon acutidens queenslandicus Whitley, 1939 (Queensland, Australia).
- Mystidens innotatus Whitley, 1944 (Parte Oeste de Australia).
- Hemigaleops torsteri Schultz y Welander, 1953 (Isla Reer, Atolón Bikini).
- Odontaspis madagascariensis Fourmanoir, 1961 (Madagascar).

Fowler (in Compagno, 1988) estableció la sinonimia de Eulamia odontaspis con Aprionodon oboesus. Posteriormente, Bigelow y Schroeder (1948) consideran a odontaspis como especie válida de Negaprion. En 1968, Fowler lo interpreta como sinonimia de N. brevirostris. La descripción original de Fowler (in Compagno, 1988) indica que E. odontaspis en realidad pertenecía al género Negaprion. Sin embargo, Compagno (op. cit.) no llega a determinar la especie pues, aparentemente, el holotipo se encuentra extraviado.



En 1941 Fowler describe la especie Aprionodon sitankaiensis y posteriormente la transfiere al género Negaprion (Fowler, 1988b en Compagno, 1988). Bigelow y Schroeder (1948) establecieron la sinonimia de A. sitankaiensis con N. acutidens. Sin embargo, Compagno (1988) menciona que el holotipo es un recién nacido o un feto a término de Carcharhinus falciformis. Fourmanoir (1961) describe a Udontaspis madagascariensis pero Garrick y Schultz (in Compagno, 1988) hacen notar que éste no era un lamniiforme sino un Negaprion, probablemente un N. acutidens.

Bigelow y Schroeder (1948) formularon una clave para el género Negaprion en la cual se llega a cinco especies.

Reconociendo de tal manera a:

N. queenslandicus

N. fronto

N. acutidens

N. brevirostris

N. odontaspis

Algunas de las características que emplean estos autores en su clave son las siguientes: forma del hocico; la forma del margen posterior de las aletas pectorales y pélvicas; la estructura basal de los dientes; y la anchura internarinal.

Sin embargo, Compagno (1988) no encuentra aplicable la clave de Bigelow y Schroeder para su muestra de Negaprion, de tal manera que este autor menciona en su más reciente trabajo que el género Negaprion se encuentra representado,

tentativamente, por dos especies (N. acutidens v N. brevirostris). Cabe mencionar, que los resultados obtenidos en el desarrollo del presente estudio muestran que existen diferencias dentarias entre Negaprion brevirostris v N. fronto por lo que se debe de incluir a N. fronto como otra especie del género.

#### Características Taxonómicas de la Familia Carcharhinidae

La familia Carcharhinidae, presenta dos aletas dorsales, la primera dorsal usualmente mas grande que la segunda dorsal; aleta caudal menor a 1/2 de la distancia total, pedúnculo caudal no aplanado dorso-ventralmente, muescas precaudales mas o menos marcadas; mandíbulas poco protusibles; la quinta abertura branquial sobre o posterior al origen de la pectoral; arcos branquiales sin crestas, nostrilos separados (no conectados con la boca), rebordes labiales más o menos desarrollados en una o las dos mandíbulas, dientes en forma de navaja solo con una cúspide y una o dos hileras funcionales, dependiendo del estado de reemplazamiento. Desarrollo ovovivíparo o vivíparo, con una placenta bien desarrollada (Bigelow y Schroeder, 1948).

#### Descripción del Género Negaprion

Este género se distingue de todos los otros carcharhínidos por la combinación de dientes carentes de serraciones en la corona y por ser la primera y segunda aleta dorsal casi del mismo tamaño. Es, además, un tiburón

robusto. La cabeza es ancha pero no en forma de cuchara; el hocico es ampliamente redondeado o casi en forma de cuchara cuando este es visto dorsoventralmente y corto, los ojos son pequeños y no muestran una muesca posterior, generalmente no presentan espiráculos, (aunque como se mencionó en el capítulo de antecedentes, se han reportado algunos especímenes con espiráculos), no hay rastrillos branquiales pulposos en las aberturas branquiales internas, las narinas son pequeñas, los flaps narinales anteriores son cortos y triangulares. Los pliegues labiales se encuentran confinados a las comisuras de la boca, son pequeños y, generalmente, los pliegues superiores son más cortos que los inferiores. El origen de la primera aleta dorsal se encuentra sobre la punta posterior libre de la aleta pectoral o por detrás de esta, el origen de la segunda aleta dorsal es opuesto o ligeramente anterior al origen de la aleta anal; las aletas pectorales son anchas y triangulares o falcadas, el origen de las pectorales se encuentra por debajo de los interespacios de la tercera y cuarta abertura branquial; la aleta anal es un poco más pequeña que la segunda dorsal, y muestra crestas preanales muy poco desarrolladas y un margen posterior que presenta una gran muesca.

Su coloración varía desde gris, amarillo muy distintivo (de ahí su nombre común), hasta un pardo olivo claro en la región dorsal y en la parte ventral es blancuzco, no presenta un patrón de coloración (Applegate et al. 1979, Bass et al. 1975 y Compagno, 1984).

Las crías de N. brevirostris que se observaron durante el desarrollo de este estudio, en el momento de su nacimiento presentaban una coloración gris claro en la totalidad del cuerpo excepto en la región ventral que era blanca.

Historia Natural de Negaprion brevirostris  
(sensu Compagno, 1984)

En la actualidad, el tiburón limón, Negaprion brevirostris (sensu Compagno 1988), alcanza una talla máxima de 3.4mts.. Al igual que la mayoría de los carcharhinidos este tiburón es vivíparo y muestra un tipo de placentación saco-vitelino (Compagno, 1984). El periodo de gestación es de 12 meses y las hembras paren cada 24 meses. Las crías al nacer miden alrededor de 59 cm. y pesan 1 kg.. El número de crías es de 10 (de 8 a 12 comúnmente). La época de reproducción es a fines de abril-julio existiendo un pico aparente en mayo-junio (Gruber, comm. pers. abril, 1988).

Su alimentación básica consiste en peces, moluscos y crustáceos. También, se alimentan de otros organismos como: raras, pez guitarra, bagre y roncós, entre otros (Compagno, 1984).

Distribución: El tiburón limón, N. brevirostris, es una especie común en la región del Caribe y en la región tropical del Pacífico Este. Esta especie es abundante particularmente al Sur de Florida y en los bajos de las Islas Bahamas. En el Pacífico se distribuye desde el Sur de

Baja California y el Golfo de California hasta el Ecuador (Springer, 1950 y Compagno, 1984). Es un tiburón abundante de hábitos costeros, que habita en aguas tropicales de la plataforma continental e insular. Se le puede encontrar en la zona de intermareas, en la superficie y en profundidades de hasta 92 mts. (Compagno, 1984). Sin embargo, Gruber (1982), reporta que aunque este tiburón pasa la mayor parte del tiempo en los bajos alrededor de los manglares (Islas Bahamas) no se limita a ellos e informa del seguimiento de un tiburón limón capturado en una profundidad de tan sólo 1.5 mts. que se desplazó a un cantil con una profundidad de más de 400 mts..

#### Historia Natural de Negaprion acutidens

(Rüppell, 1835)

Compagno (1984) reporta que la talla máxima de este tiburón es de 310 cm. y que los machos llegan a la madurez a los 243 cm. Las crías al nacer miden alrededor de 45 a 80 cm.. Este tiburón es vivíparo y llega a tener de 1 a 13 crías. Dependiendo del lugar éstas nacen en octubre o noviembre (Madagascar) o en diciembre o enero (Polinesias Francesas). El periodo de gestación puede ser de 10 meses o más. En relación a los hábitos alimenticios de N. acutidens se tiene poca información. Bass et al. 1975 reportan a Diodon hystrix y espinas de ravas (Nasyatis sp.) en el contenido estomacal de especímenes de este tiburón. Compagno

(1984) reporta que este tiburón se alimenta de teleosteos de hábitos bentónicos incluyendo al pez erizo y raras.

Distribución: El tiburón limón *N. acutidens* habita las aguas del Pacífico Indo-Oriental: Sud Africa, Mauritius, Seychelles, Madagascar y en el Mar Arábigo al Este de Pakistán, India, Tailandia, Viet Nam, Malasia, Indonesia, Nueva Guinea, Australia (en Queensland, en el Oeste, y probablemente en el Norte también), Nueva Caledonia, Las Filipinas, Palau, Islas Marshall y Tahiti.

Este tiburón es tropical de plataforma continental e insular, se le encuentra en el fondo o cerca de él en la zona de intermarea en profundidades de por lo menos 30 mts. En algunas ocasiones se le encuentra en la superficie, particularmente cuando es estimulado por alimento. Estos tiburones prefieren bahías, estuarios, planicies arenosas, la parte externa de las plataformas de coral en profundidades moderadas y en lagunas arrecitales, comunmente en aguas turbias y quietas. A los tiburones juveniles se les encuentran comunmente en bajos arrecitales en aguas apenas lo suficientemente profundas para cubrir sus aletas dorsales.

#### Historia Natural de Negaprion fronto

(sensu Compagno, 1984)

En la literatura consultada por el que escribe se encontró escasa información acerca de este tiburón limón. La información reportada concierne a su distribución. Jordan y Gilbert (1883) reportan a Carcharias fronto como una

especie común en Mazatlán, Sinaloa, en donde se le conoce como "tiburón". Kato et al. (1967) reportan a Negaprion fronto en aguas templadas cercanas a la costa, desde el Golfo de California a Ecuador y probablemente hasta Perú; y que no se encontraba reportado en las islas cercanas a la costa. Cabe mencionar, que gran parte de la información sobre N. fronto está comprendida dentro de la información de N. brevirostris debido a que Compagno las agrupa.

## OBJETIVOS

El objetivo general de la presente tesis fue el de describir cuatro especies fósiles del género Negaprion con base en las características de sus dientes. Los objetivos particulares fueron describir los dientes de Negaprion previrostris y de Negaprion fronto, como especies actuales, y efectuar una comparación intergenérica con las especies fósiles y actuales.



## METODOLOGIA

De las cinco estructuras que se preservan en el registro fósil mencionadas por Applegate (1967) como fragmentos de mandíbulas y aletas, espinas y ranchos externos, vértebras, dentículos dérmicos o escamas, y dientes, en el presente estudio se emplearon estas últimas estructuras, por ser las únicas disponibles en la colección del Museo de Paleontología del Instituto de Geología UNAM.

### Conformación de los Juegos Dentales

Parte del material odontológico estudiado pertenece a la colección de tiburones recientes del Museo de Paleontología del Instituto de Geología de la UNAM y la totalidad del material fósil corresponde a las colecciones de los Estados de Baja California y Baja California Sur. Como elementos complementarios se utilizaron dientes fósiles del material extranjero procedente de Bone Valley, Florida. Con excepción del material extranjero, dicho material fue recolectado en su totalidad por el Dr. S. Applegate y por el M. en C. L. Espinosa. El resto del material reciente fue colectado por el autor de la presente tesis en Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

### Material reciente

Se colectaron ocho tiburones *N. brevirostris* utilizando un palanque y red. A estos tiburones se les tomaron los datos y medidas establecidas en Applegate *et al.* 1974. Con

el material colectado en Bimini se elaboraron ocho juegos dentales. De la colección de tiburones recientes del Museo de Paleontología se utilizaron dos de las cinco mandíbulas de adultos Negaprion (una perteneciente a N. fronto y la otra a N. brevirostris). De estas mandíbulas se obtuvieron 33 y 34 dientes respectivamente, para elaborar dos juegos dentales. A todos los dientes utilizados para conformar los juegos dentales, tanto naturales como artificiales, se les tomaron las medidas que se mencionan más adelante.

#### Material Fósil

Con respecto al material fósil se examinaron mil quinientos dientes, de los cuales trescientos cuarenta y ocho provenientes de cinco localidades paleontológicas, cuatro de ellas con faunas locales bien conocidas, se identificaron como correspondientes al género Negaprion. Debido a que de estos 348 dientes, 223 no se encontraban en condiciones propicias para su análisis, se utilizaron sólo 125 dientes para conformar los juegos dentales.

Los dientes de las mandíbulas recientes, al igual que los dientes fósiles, fueron utilizados para elaborar juegos dentales: de los primeros se conformaron los juegos dentales naturales y de los segundos se conformaron los juegos dentales artificiales. Un juego dental natural es el que se compone por elementos de un mismo individuo y en el cual se conoce la posición exacta de cada elemento en la mandíbula. El juego dental artificial se caracteriza por estar

conformado por elementos dentales que pueden o no pertenecer a un solo organismo y la posición que estos elementos ocupaban en la mandíbula no se conoce con exactitud. Sin embargo, se les puede identificar como sinfisiales, mediales o alternos, como anteriores, laterales o posteriores, si éstos pertenecen a la mandíbula superior o inferior, y si son del lado derecho o izquierdo. Para elaborar los juegos dentales naturales hubo que desprender los dientes de la rama mandibular derecha, dado que esta rama es la que generalmente se utiliza. Para lograrlo se colocaron las mandíbulas en agua caliente hasta que los dientes se empezaron a aflojar y fueron extraídos fácilmente, de tal manera que la raíz no se dañara, siempre se trató de extraer los elementos pertenecientes a la primera hilera. Una vez extraídos se colocaron sobre una base con cinta adhesiva. Los juegos dentales artificiales se elaboraron de la siguiente manera:

- 1- Se identificaron los 348 dientes de Negaprion de entre otros géneros que conformaban la muestra, proveniente de las cinco localidades paleontológicas estudiadas.
- 2- Se separaron los elementos dentales derechos de los izquierdos, así como los superiores de los inferiores.
- 3- Se clasificaron en anteriores, laterales y posteriores.

4- Los dientes que fueran a conformar el juego dental se colocaron sobre una base con cinta adhesiva. Dichos elementos se colocaron de tal forma que representarían la posible posición en la mandíbula, siguiendo el ordenamiento del juego dental natural.

Una vez contruídos los juegos dentales se procedió a caracterizar cada uno de sus elementos. Esta información fue recopilada en base a observaciones directas y con la ayuda de un microscopio de disección. Cabe mencionar que, en los juegos dentales artificiales conformados para este estudio no se incluyen dientes alternos, sintisiales o mediales, ya que rara vez se encuentran en el registro fósil. Además de que su grado de variación es muy alto en las especies recientes. Los juegos dentales se fotografiaron con una cámara de 35 mm, utilizando una apertura de  $16 + \text{stop}$  y una exposición de dos segundos, colocando para cada fotografía una escala de 1cm. Se elaboraron diapositivas de cada grupo de elementos dentales. Las medidas tomadas se hicieron con un microscopio estereoscópico y con un ocular milimétrico Carl Zeiss. Las medidas que se tomaron se ilustran en la Fig. 1 y son las siguientes:                      Altura de la corona.

    Anchura de la corona a la altura de la línea dental.

    Profundidad del ángulo basal. Altura total del diente.

    Longitud de la raíz (Anchura total del diente). Las medidas fueron en milímetros.

En este trabajo se emplean las abreviaturas utilizadas por Hoplegate (1965) en su estudio sobre Lancharias taurus para individualizar aún mas a los morfotipos anteriores (tanto superiores como interiores) y se hará referencia a ellos de la siguiente manera:

Dientes Anteriores Superiores:

Primer anterior = A

Segundo anterior = C

Tercer anterior = E

Dientes Anteriores Interiores:

Primer anterior = B

segundo anterior = D

Tercer anterior = F

Estos términos se utilizan al hacerse las descripciones de los elementos de los juegos dentales y con el fin de poder distinguir a los elementos anteriores uno de otro (ver figs. 2 y 3).

## Juegos Dentales

A continuación se muestra la caracterización de los dientes anteriores (tanto superiores como inferiores) de Negaprion brevirostris (ver Figs. 2 y 3) de acuerdo con la terminología de Applegate (1965) para Carcharias taurus. Nótese que no se incluyen los dientes mediales, alternos y sinfisiales, por su naturaleza variable y de poca utilidad al describir especies fósiles.

### Anteriores-Superiores: (Ánterosuperiores)

Primer Anterior: (A) Diente de corona recta de base ancha que se va adelgazando hacia el ápice, mismo que se proyecta levemente hacia la parte externa de la mandíbula. Presenta hojas basales, con diminutas serraciones en menor frecuencia que en los demás morfotipos. Es el más simétrico de los anteriores. El ángulo que describe la raíz es en "V". La raíz de este morfotipo es más abultada que en el segundo anterior (C) y tercer anterior (E). El lóbulo sinfisial es más largo que el lóbulo distal. Vista lateralmente la corona muestra una forma sigmoide.

Segundo Anterior: (C) Este diente tiene una forma similar al diente (A) pero es un poco

más delgado y corto. La corona es ligeramente asimétrica en la porción más próxima al ápice dando la apariencia de que la corona está incompleta. La raíz es ligeramente más asimétrica que en A siendo el lóbulo sinfisial el más largo. La corona se curva ligeramente hacia la parte distal de la mandíbula.

Tercer Anterior: (E) Este diente es el más asimétrico y en ocasiones el más grande de los anteriores. Su corona llega a ser igual de ancha o más que la del morfotipo A. Esta corona se curva hacia la parte distal. Se siguen manteniendo las características de las hojas basales y del ángulo de la raíz en "V"; sin embargo, el lóbulo más largo es el distal; al igual que los morfotipos antes descritos la forma sigmoide de la corona se sigue manteniendo.

En estos morfotipos el largo total de la raíz es menor que la altura total del diente.

### Anteriores-Inferiores: (Anteroinferiores)

**Primer Anterior: (E)** Es un diente asimétrico en el cual la corona se curva un poco hacia la sínfisis. La corona presenta una anchura más o menos uniforme a todo lo largo hasta llegar al ápice que es sumamente agudo. La corona es recta pero presenta una curvatura hacia el interior de la mandíbula. No posee hojas basales y carece de serraciones por completo. La raíz es simétrica y abultada y el ángulo que describe es en "V". Visto lateralmente es de forma sigmoide.

**Segundo Anterior: (D)** Es un diente asimétrico de corona más recta que la de E y que en ocasiones se encuentra levemente inclinada hacia la parte distal. La anchura de la corona es generalmente uniforme hasta llegar al ápice que sigue siendo muy azuzado. La corona se curva hacia el interior de la mandíbula. No presenta hojas basales y por lo tanto carece de aserraciones. La raíz es abultada y el ángulo que describe es el de una "V" desproporcionada pues este es muy abierto. Además la desproporción se acentúa ya que,



uno de los lóbulos es más largo que el otro (generalmente es el lóbulo sinfisial el más grande). Es un diente de corona un poco más grande y ancha que la de U.

Tercer Anterior: (F) Es un diente de igual o de un poco menor tamaño que U. Las características de la corona son iguales a las de U excepto en que ésta puede ser recta o puede encontrarse inclinada levemente hacia la sínfisis. La corona se proyecta hacia el interior de la mandíbula y, vista lateralmente, es de forma sigmoide. La raíz es abultada, el ángulo que describe es en "V" y más abierto que en U, esta "V" es desproporcionada pues la raíz es asimétrica.

#### Abreviaturas Institucionales Empleadas en el Presente Estudio

IIGM: Instituto de Geología, UNAM. Departamento de Paleontología, Ciudad de México.

MVLE: Museo de vertebrados colección de enseñanza.

## AREA DE ESTUDIO

### Información General de las Localidades

Las localidades discutidas en el presente estudio aparecen en la figura 4.

IGM localidad 92; También conocida como Rancho Algodones (109° 37' long. Oeste y 23° 35' lat. Norte), se localiza a nueve kilómetros al Este de la población de Santa Anita, Municipio de San José del Cabo, Baja California Sur. La litología predominante es de areniscas y arcillas de color amarillo y gris claro. El aspecto general está dominado por grandes bloques de granito y lomeríos no mayores a los 10 metros de altura. La edad de Rancho Algodones corresponde al Eoceno tardío y fue determinada por el Dr. J.W. Durham (in Espinosa, 1979) basándose en más de 37 taxa de invertebrados presentes en la fauna local. Para más información véase Espinosa (1979) y Espinosa y Applegate (1981).

IGM Localidad 124; Originalmente conocida como Morales Cliffs y actualmente como El Rifle. El área de El Rifle (24° 27' long. Norte y 111° 15' lat. Oeste) se encuentra a ambos lados de la carretera Transpeninsular No.1, al Norte de la Rancnería Pénjamo y al Sur de Santa Rita, Municipio de La Paz, Baja California Sur. 500 metros al Sur de la estación de microondas llamada "El Rifle". La litología del área consiste de arenas y limos de color amarillo y conglomerado con restos óseos. Esta fauna local no ha sido formalmente

reportada aún y su edad Pliocénica temprana fue determinada por las características evolutivas de los taxa presentes en ella (Revisión de la colección del Museo de Paleontología del Instituto de Geología, UNAM y por su posición estratigráfica con respecto a Rancho Algodones y a las otras localidades Miocénicas estudiadas) (Applegate comm., pers. mayo, 1989).

IGM localid. 1: Conocida como La Mesa de los Indios (32 04' long. Norte y 116 47' lat. Oeste) se encuentra en el área cerca a la Misión de San Miguel Arcángel de la Frontera Municipio de Ensenada, Baja California. El poblado más cercano es La Misión de San Miguel Arcángel de la Frontera. Para llegar a la localidad se toma la carretera libre (Tijuana - Ensenada), en el pueblo de la Misión se toma un camino que sigue el cauce del río del mismo nombre y ocho kilómetros más adelante está el Rancho La Pila. La localidad está en la mesa (montaña) que se encuentra 600 metros al NE del rancho la Pila, el nombre de la elevación es Mesa de los Indios. La localidad está en el tercio superior de la falda sur, aproximadamente 150 metros sobre el nivel base. La litología se caracteriza por presentar areniscas de grano mediano interestratificado con arcilla consolidada, tobas y algunos horizontes diatomíticos. El afloramiento forma parte de la Formación Rosarito Beach (Minch, 1967). Su edad corresponde al Mioceno medio. Ésta fue determinada con base en su fauna de invertebrados, principalmente por la presencia de Jurritella ocoyana y Hradara topandensis, así

como en dataciones radiométricas discutidas en Minch (1970). Con base en su fauna de vertebrados marinos, principalmente tiburones (géneros, Galeocerdo, Hemipristis, Isurus v Carcharodon), Applegate (comm. pers., mayo, 1989) considera que la edad es Mioceno medio tardío.

IGM localid. 283: A esta localid. se le conoce como La Locina (26 21' long. Norte y 112 29' lat. Oeste). El área está situada 7 kilómetros al Norte del km 33 a lo largo de un camino de terracería que va desde el poblado de San Juanico al de San José de García, en el Municipio de Comondú, Baja California Sur. Los dientes recolectados provienen de un afloramiento de areniscas poco consolidadas asociadas con pillow lavas y su edad, que corresponde al mioceno medio temprano, está basada en las relaciones taxonómicas y filogenéticas de los géneros de tiburón, Hemipristis y Galeocerdo (ver Applegate, 1986, pp. 158-159).

IGM localid. 118: Localidad de Los Diez Minutos, conocida también como "the ten minute locality" (Applegate, 1986) y como la fauna local de El Cien (Espinosa, 1987). Los fósiles provienen de una área situada a un kilómetro al Este del pequeño poblado de El Cien situado 100 kilómetros al Norte de La Paz, en el Municipio de La Paz, Baja California Sur. Esta localid. representa la parte superior del Miembro San Hilario (capa principal de fosfatos) de la formación El Cien. La evidencia paleontológica, estratigráfica y

radiométrica para la edad del Oligoceno tardío-Mioceno temprano se discute en Applegate (1986).

Figura 4. Mapa de la Península de Baja California en donde se muestra la localización de las distintas localidades (●) discutidas en el presente estudio.

IGM localidat 1= La Mesa de los Indios

IGM localidat 283= La Cocina

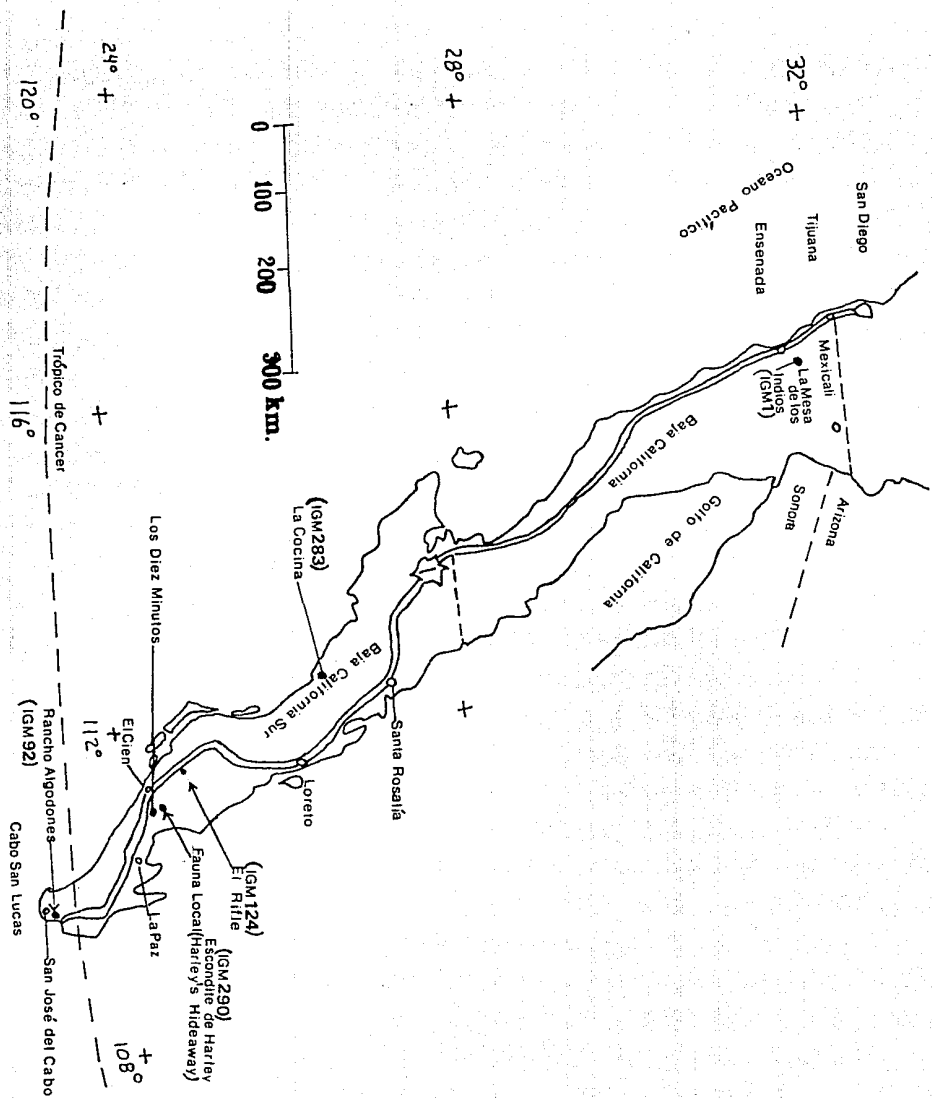
IGM localidat 124= El Rifle

IGM localidat 118= Los Diez Minutos

IGM localidat 290= Escondite de Harley

(Harley's Hideaway)

IGM localidat 92= Rancho Algodones



## RESULTADOS

### Paleontología Sistemática

Clase Chondrichthyes Huxley, 1880

Subclase Elasmobranchii Bonaparte, 1838

Superorden Euselachii Regan, 1906

Orden Carcharhiniformes Berg, 1940

Familia Carcharhinidae Jordan y Evermann, 1896

Género Negaprion Whitley, 1940

Negaprion Whitley, 1940

Especie tipo: Aprionodon acutidens queenslandicus Whitley, 1939, por designación original, una sinonimia joven de Negaprion acutidens (Rüppell, 1835).

Para la sinonimia del género ver Bigelow y Schroeder (1948, pag.308) y Compagno (1984, pag. 516).

Características diacríticas del género: La descripción y las características de los morfotipos dentales están basados en los dientes de N. brevirostris y N. fronto. Todos los dientes de este género carecen de aserraciones en la hoja central de la corona y solamente los dientes superiores las presentan en sus hojas basales de la corona. Carecen por completo de cúspides o coronas secundarias.



La fórmula dental completa para el género es:

	Lado Izq. I				Lado Der.			
	P	L	A	Alt	A	L	P	
	5	7	3	3	3	7	5	
	P	L	A	S	M	S	A	L
3-4	7	3	1	1	1	3	7	3-4
	Lado Izq. I				Lado Der.			

Como lo muestra la fórmula, los dientes posteriores son los únicos que presentan variación en la mandíbula inferior.

Negaprion brevirostris Poey 1868

Figuras 5, 6 y 7

Sinonimia: Hypoprion brevirostris (Poey, 1868); Carcharias fronto; Jordan y Gilbert, 1882. Para una sinonimia mas extensa véase Bigelow y Schroeder (1948, pp. 314-315) y Compagno (1984, pp. 519).

Holotipo: No se conoce.

Localidad tipo: Cuba.

Rango estratigráfico: Plioceno tardío al Reciente.

Diagnosis de la especie: La diagnosis general de N. brevirostris corresponde a la del género; además, presenta otras características propias de la especie. En general la dentición de esta especie, en comparación con N. fronto es de apariencia más robusta y la hoja central de la corona es marcadamente más oblicua (en este trabajo se hará referencia a la hoja central de la corona como corona simplemente). La raíz de los dientes es abombada en su cara lingual, donde presenta dos pendientes, la basilar y la superior, ambas con tendencia a la convexidad. Los dientes anteriores superiores

tienen hojas basales muy evidentes, éstas poseen aserraciones o por lo menos ondulaciones bien definidas. La raíz de estos es en general abombada y no presentan una pendiente marcada en la región basilar.

Superiores: los dos primeros anteriores (A y C) tienen una hoja central de la corona recta, en el tercer anterior E la hoja central de la corona se curva distalmente de manera muy evidente (Figs. 5 y 7). La hoja central de la corona de los tres anteriores superiores es ancha y de apariencia robusta con relación a los anteriores inferiores; la corona de C es la menos ancha. La raíz de los anteriores superiores es asimétrica siendo el lóbulo sinfisial el más corto. Ambas ramas de la raíz en este morfotipo terminan en extremos redondeados excepto el lóbulo distal del morfotipo E que es recto o angular. La parte basilar o basal de la raíz tiende a ser más aplanada en E. La unión basilar de los lóbulos o ángulo basilar tiende a ser menos profundo de E a C. Aparentemente la forma de la raíz es rectangular en los anteriores. Las raíces de los dos primeros anteriores quedarían mejor descritas como en forma de "V" siendo la raíz del tercer anterior más alargada y con una "V" más abierta. De los dientes laterales superiores la corona del primer lateral en comparación con los demás laterales superiores, es casi recta, el borde sinfisial de la corona es recto y el borde distal es ligeramente convexo desde la mitad hasta el ápice. En general, la parte basilar de la raíz de los laterales superiores es similar a la de E

(tercer anterior superior) es decir, aplanada. sin embargo, los lóbulos son más largos y la "V" que describen es más abierta. El surco o ranura medial de la raíz está presente aunque es poco evidente, tanto en los dientes superiores así como en los inferiores (Figs. 5 y 7).

Interiores: la raíz de los anteriores presenta un abultamiento central marcado y la ranura o surco de la protuberancia de la raíz está bien desarrollado. La corona del primer anterior B se curva hacia la sínfisis, la raíz de éste es compacta, bulbosa y simétrica. D, en comparación con B y F, es de corona más recta aunque ésta se inclina levemente hacia la parte distal. La corona de E se curva levemente hacia la sínfisis. La raíz de los dientes D y F es alargada pero abultada en el centro, el lóbulo sinfisial es más largo que el distal, el lóbulo sinfisial es de extremo redondeado y el distal de extremo recto o angular.

Juegos dentales de referencia: Formas recientes, un adulto (MVLE 202) sin hoja de datos y una hembra inmadura (MVCE 220) de 68.7 cm. de longitud total. De estos especímenes se elaboraron dos juegos dentales naturales. De ambos especímenes se obtuvieron 35 dientes correspondientes a las mandíbulas superior e inferior derechas.

**FIGURA 5**

Juego dental natural de Negaprion brevisrostris. Se aprecian todos los elementos dentales tanto superiores así como inferiores.

Procedencia: Veracruz, México

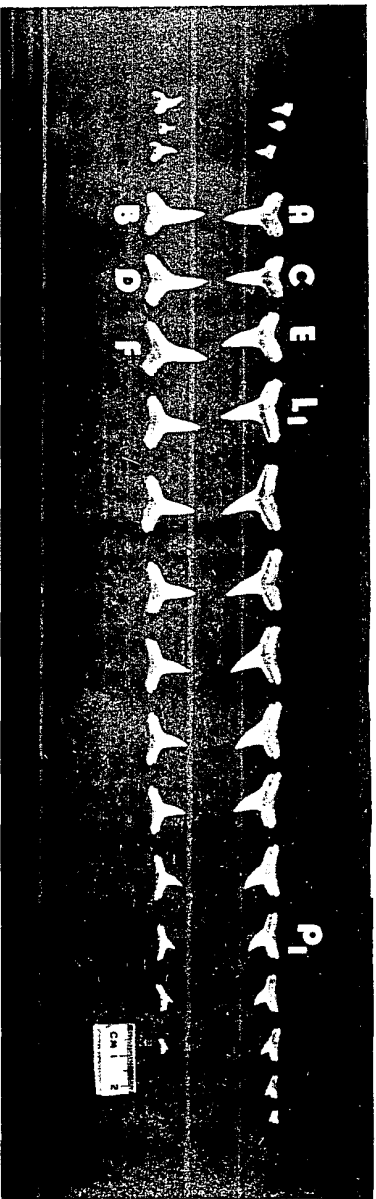


FIGURA 6

Juego dental artificial de Negaprion brevisrostris.

Se aprecian los anteriores A, E, U y F: siete latero-superiores y seis latero-inferiores.

Localidad: Bone Valley, Florida.

Edad: Plioceno tardío

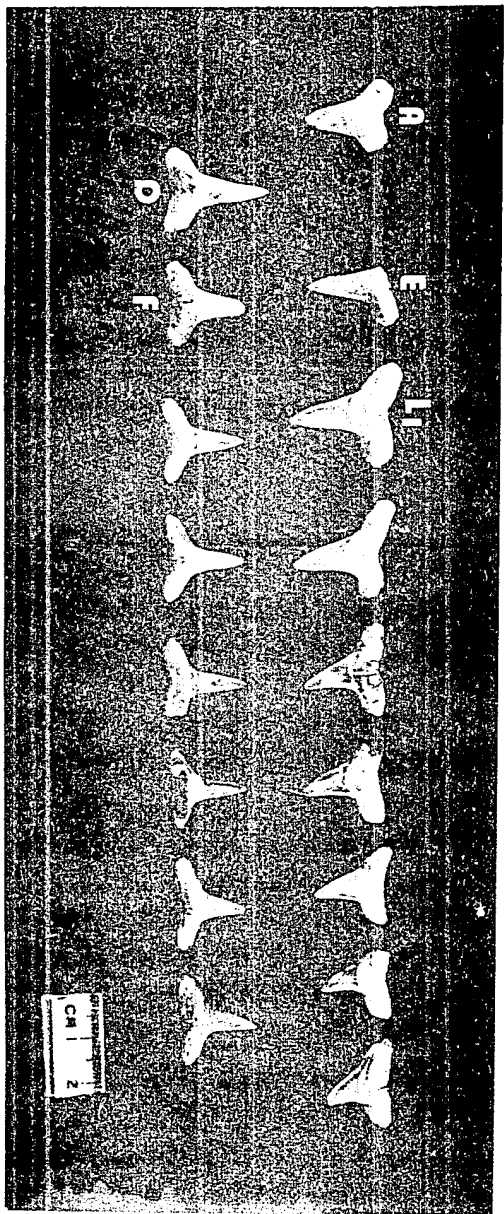
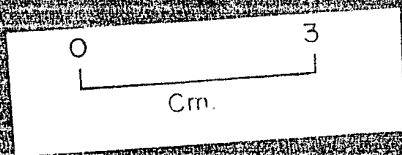
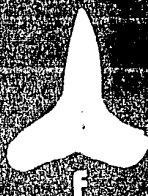


FIGURA 7

Morfotipos antero-superiores y antero-inferiores de Negaprion brevirostris. Nótese las hojas basales lisas de los dientes inferiores y el ápice recto de los morfotipos anteriores A y C.





## Descripción de los dientes

Antero-superiores: el primer anterior superior A, es generalmente el diente más simétrico de los anteriores superiores, ya que los bordes de la hoja central de la corona son casi rectos, la unión de los lóbulos de la raíz de este diente tienden a formar una "V" más cerrada que en los otros dos anteriores superiores; a este morfotipo le sigue en simetría el segundo anterior superior C; sin embargo, C es menos simétrico que A pues el borde sinfisial de la corona próximo al ápice, es más convexo, lo que le da apariencia al borde sinfisial de cortarse hacia la parte distal (como resultado la corona se ve asimétrica). El tercer anterior superior E es el diente más asimétrico de los anteriores superiores ya que su corona se curva hacia la comisura de la mandíbula, el borde sinfisial en la parte próxima al ápice muestra una inclinación abrupta hacia la parte distal. Otra característica del morfotipo E es que la corona es robusta y similar a la corona de los laterales superiores. En los morfotipos A y C el ápice de la corona (hoja central) es recto (Figs. 5, 6 y 7).

Antero-inferiores: el primer anterior inferior B es un diente asimétrico en donde la corona se curva hacia la sínfisis mandibular, la raíz es bulbosa o abultada y los lóbulos son aproximadamente del mismo tamaño, el lóbulo distal tiene el extremo redondeado y el lóbulo sinfisial tiende a ser recto. El segundo anterior inferior D muestra una raíz más alargada y menos abultada; el lóbulo sinfisial

es más alargado y su extremo es redondeado, mientras que el lóbulo distal es más corto y su extremo es recto. La corona de este diente también tiende a inclinarse hacia la sínfisis. El tercer anterior inferior F es de mayor tamaño que B y D. La corona es más grande y se inclina levemente hacia la parte distal. En relación a la asimetría de los lóbulos, la raíz es similar a D.

**Látero-superiores:** los dientes laterales superiores siempre se curvan hacia la parte distal de la mandíbula, condición que se va acentuando conforme el diente ocupa una posición más alejada de la sínfisis. El primer lateral ocupa la posición menos curva, pues los bordes de la corona son casi rectos (Figs. 5 y 7).

Todos los dientes laterales muestran hojas basales con aserraciones. Estas hojas basales se distinguen del contorno de la hoja central de la corona por la presencia de dos pequeñas muescas basales, mismas que se van reduciendo en tamaño a medida que los dientes se alejan de la sínfisis. El morfotipo L/ es la última posición que presenta muesca en la hoja basal sintisial. La hoja basal distal se distingue siempre y su tamaño va aumentando conforme el diente ocupa una posición más posterior. La raíz de estos dientes es de forma rectangular, más alargada que en los dientes anteriores y los lóbulos describen una "V" más abierta que la de los anteriores (Figs. 5 y 6).

**Látero-inferiores:** los dientes laterales inferiores se caracterizan por carecer de hojas basales con aserraciones y

por presentar una hoja central de la corona en forma de un "picanielo" o punzón, a diferencia de los superiores que presentan una hoja central de la corona de forma triangular. La raíz de estos morfotipos es alargada y con lóbulos delgados (en los morfotipos superiores la raíz es abuitada y de lóbulos anchos comparativamente). La corona de los dientes más cercanos a la sínthesis es recta y se va inclinando distalmente conforme el diente ocupa una posición más distal. Para medidas y proporciones ver cuadros 1A-1R del Anexo.

Negaprion fronto Jordan y Gilbert 1882

Figuras 8 y 9

Sinonimia: Carcharias fronto, Negaprion brevisrostris (sensu Compagno, 1984)

Holotipo: No se conoce.

Rango estratigráfico: Plioceno tardío al Reciente.

Diagnosis de la especie: La diagnosis general de la especie corresponde a la del género pero además presenta características propias de la especie. En general la dentición de esta especie es de apariencia esbelta y delicada en comparación con la robustez de N. brevisrostris. La hoja central de la corona es más recta que en N. brevisrostris y con apariencia de punzón, esbelta y trágil tanto en los dientes superiores como en los interiores. La raíz es en general de forma abombada, de lóbulos cortos; presentando una pendiente superior convexa y la basilar

notablemente aplanada. El centro o abultamiento de la raíz se encuentra poco elevado con respecto a los de N. brevirostris. El surco o línea media de la raíz es muy evidente (bien desarrollada) en todos los dientes y se nota incluso en los últimos posteriores.

Superiores: el ápice de la hoja central de la corona del primer anterior superior A apunta levemente hacia la parte distal. El ápice de C apunta hacia la sínfisis. El borde sinfisial de la hoja central de la corona de E se curva distalmente de una manera uniforme y suave. El borde posterior de la hoja central de la corona del primer lateral superior, muestra una concavidad a la mitad de la corona, esto hace que el diente se curve levemente en dirección distal. El borde sinfisial de la hoja central de la corona en los laterales superiores L1-L3 es recta y el borde distal es ligeramente cóncavo.

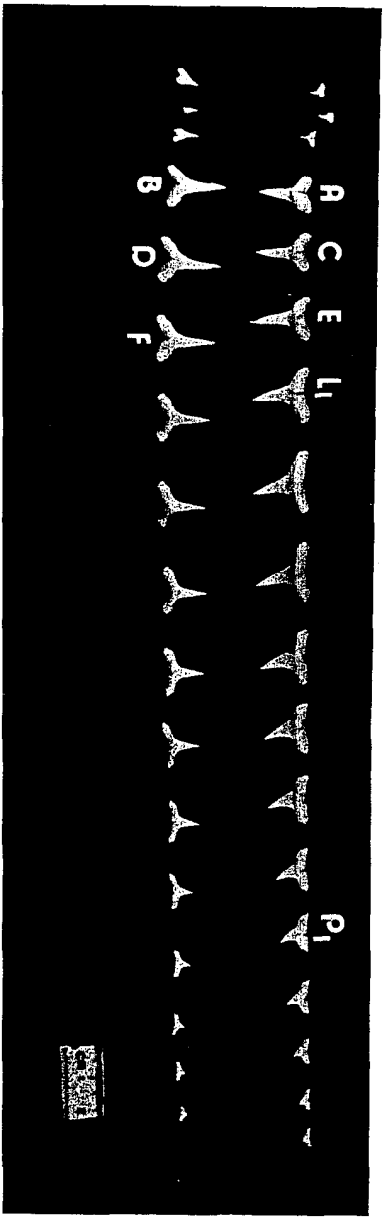
Interiores: la región apical de la hoja central de la corona del primer anterior inferior se inclina distalmente. La hoja central de la corona de D y F es recta, sin embargo, el ápice apunta distalmente. La condición sigmoide de U y F en comparación con N. brevirostris es más marcada. El ángulo basal de la raíz es marcado notándose especialmente en el primer anterior. La raíz de B es asimétrica, el lóbulo sinfisial es más delgado que el distal y el ángulo que conforman es en "V" profunda. Los lóbulos de la raíz de B, U y F son de extremos redondeados (Figs. 8 y 9).

Juego dental de referencia: Forma reciente adulta. Del ejemplar macho maduro MVCE 411 (sin hoja de datos) se obtuvieron 35 dientes correspondientes a las mandíbulas superior e inferior derecha.

**FIGURA 8**

Juego dental natural de Negaprion fronto. Se aprecian todos los elementos dentales tanto superiores así como inferiores.

Procedencia: Costa del Pacífico de México.



Faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side of the page.

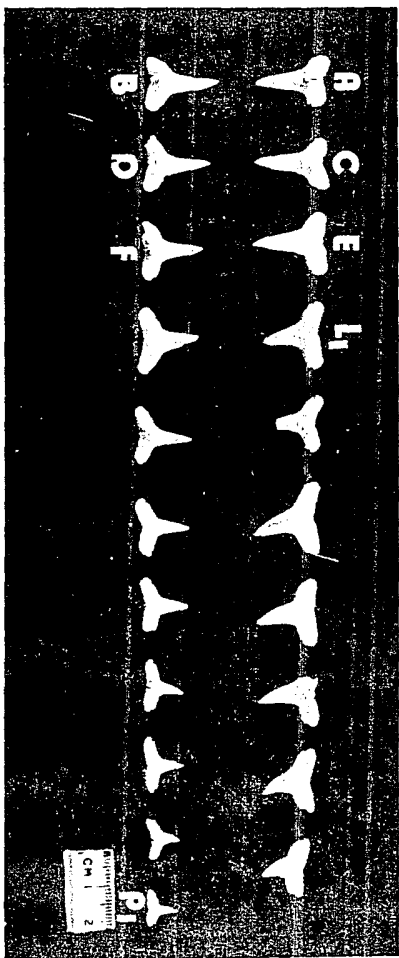


### FIGURA 9

Juego dental artificial de Negaprion fronto. Se aprecian los morfotipos A, B, C, D, E y F; siete látero-superiores (L3, L6, y L7 corresponden a la mandíbula izquierda y para efectos de ilustración se muestran por su cara labial); siete látero-interiores y un póstero-inferior.

Localidad: Rancho Higodones, Baja California Sur,  
México.

Erao: Plioceno tardío.



## Descripción de los dientes

Antero-superiores: el morfotipo A es el menos simétrico de los anteriores superiores, el borde sinfisial de la corona se curva hacia la parte distal de la mandíbula; el borde distal en la parte media de la hoja central de la corona es convexo (Figs. 8 y 9). La corona de este diente es de apariencia esbelta y se adelgaza de manera gradual. La apariencia general de la raíz de A es abombada, redondeada, el declive o aplanamiento basilar es muy evidente y el lóbulo sinfisial es más angosto y largo que el distal y es de extremo redondeado. El morfotipo C es el diente más simétrico, el borde distal de la corona, en la parte próxima al ápice, se corta hacia la sínfisis, es decir, el ápice de la corona se desvía levemente hacia la sínfisis mandibular, la raíz de este diente es más simétrica que la de A y en apariencia es más rectangular; el morfotipo E presenta una simetría intermedia, aún cuando se curva hacia la parte distal de la mandíbula. Los lóbulos de la raíz de E presentan sus extremos redondeados.

Antero-interiores: el morfotipo B es el más simétrico de los anteriores interiores, su raíz es bulbosa como en N. brevirostris (Fig. 5 y 7) pero es más asimétrica, el lóbulo sinfisial es más alargado y delgado que el lóbulo distal, la corona en su parte apical se inclina levemente hacia la parte distal; la hoja central de la corona en D y F es más recta que en sus homólogos en N. brevirostris, sin embargo, la condición sigmoide es más notoria.

Látero-inferiores: la hoja central de la corona de los dientes laterales tiende a ser recta y la condición sigmoide es poco evidente. El surco de la raíz es muy evidente y el ángulo basal es más abierto que en N. brevirostris (Fig. 5). Para medidas y proporciones ver cuadros 2A-2D del Anexo.

Negaprion acutidens Rüpell 1835

Sinonimia: Larcharhias munzingeri Kossman y Raeuber, 1877; Carcharias forskaelii Hemprich y Ehrenberg, 1849; Eulamia odontaspis Fowler, 1908; Aprionodon acutidens queenslandicus Whitley, 1939; Mystidens innominatus Whitley, 1944; Hemigaleops forsteri Schultz et al. 1953; Udontaspis madagascariensis Fourmanoir, 1961 (Compagno, 1984).

Localidad tipo: Djedda, Arabia Saudita, Mar Rojo.

Lectotipo: Naturmuseums Senckenberg, SMN 2825, espécimen de 680 milímetros disecado, designado por Klausewitz (1960:292) (citado en Compagno, 1984).

En Bass et al. 1975 se menciona que N. acutidens se distingue de N. brevirostris, entre otras cosas, por diferencias en los dientes. Sin embargo, para el que escribe no es clara la manera en que Bass se refiere a estas diferencias así como tampoco es clara la manera en que desarrolla la fórmula dental general. Para el que escribe no es clara la manera en que Bass et al. (1975) desarrollan las fórmulas dentales para esta especie, pues, el número de dientes sintisiales y/o alternos no sigue una secuencia lógica cuando se le compara con las otras especies de este

género. En Bass et al. (1975) se reportan las fórmulas dentales para tres mandíbulas de N. acutidens de la siguiente manera:

$\frac{14-1-14}{13-2-13}$	$\frac{14-2-14}{14-1-14}$	$\frac{14-2-14}{14-2-14}$
---------------------------	---------------------------	---------------------------

El único material disponible de N. acutidens empleado en el presente estudio son las fotografías de Juegos dentales ilustradas en Bass et al. (1975) y Compagno, (1988). Con base en la comparación de estas ilustraciones con los dientes de N. brevirostris y de N. fronto estudiadas aquí se hacen las siguientes observaciones: Los dientes anteriores superiores de N. acutidens, en comparación con los de N. fronto, presentan raíces más alargadas. El ápice del anterior A apunta en dirección distal igual que N. fronto. Sin embargo, la corona de este morfotipo en N. fronto es asimétrica lo que no sucede en N. acutidens, cuya corona es simétrica. En N. brevirostris el anterior A tiene una corona ancha y robusta pero el ángulo de la raíz es en "V" abierta y tiende a ser rectangular. En N. fronto los lóbulos de la raíz se compactan y la forma general de la raíz es redonda.

El anterior C de N. fronto en comparación con N. acutidens es de corona más recta y angosta, el ángulo de la raíz es más abierto. sin embargo, la forma general de la raíz es similar en las dos especies. En N. brevirostris la corona de C, en comparación con N. acutidens, es recta; la cornona de C en N. acutidens se curva hacia la sínfisis. La posición de las hojas basales de N. acutidens con respecto a

La corona muestran una pendiente muy marcada, a diferencia de N. brevirostris y N. fronto en donde las hojas basales tienden a estar en ángulo recto con respecto a la corona. Tomando en cuenta todas las características, los dientes de estas tres especies son muy parecidos entre sí y el grado de diferencia entre N. brevirostris y N. fronto es el mismo que se encuentra entre N. acutidens y cualquiera de las dos especies antes mencionadas. Sin embargo, estas conjeturas se basan exclusivamente en lo observado por el autor en las fotografías de los juegos dentales que aparecen en Bass et al. 1975. Por lo que se considera importante que se lleve a cabo una comparación minuciosa utilizando material odontológico adecuado para así llegar a establecer las diferencias que existen entre los dientes de N. acutidens y las otras dos especies de Negaprion reciente.

Negaprion Especie A

Figura 10

Holotipo: A ser designado. La serie de elementos dentales del juego dental artificial consta de 20 dientes.

Localidad tipo: El Rifle; Baja California Sur.

Rango Estratigrafico: Conocida sólo del Plioceno temprano.

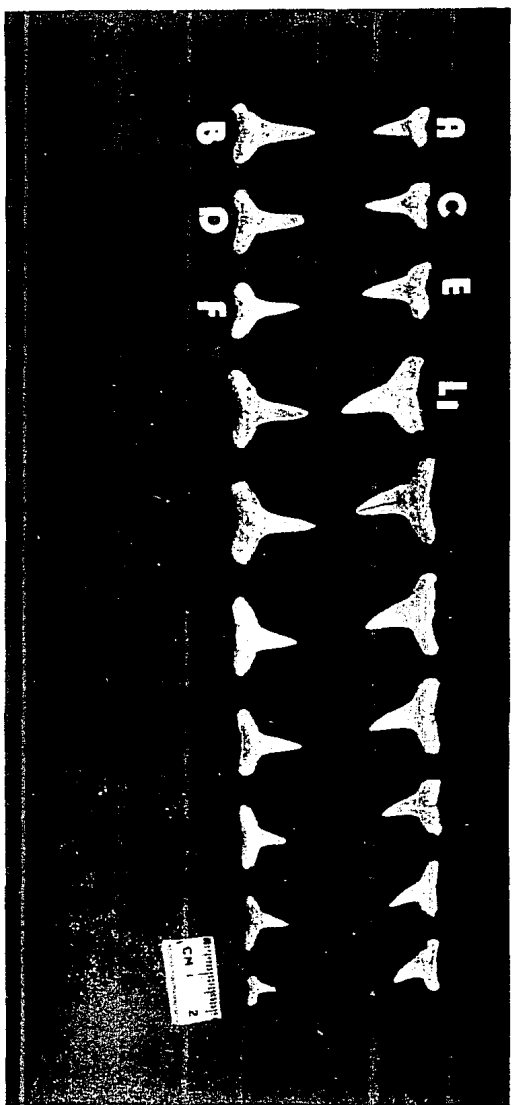
Diagnosis: En los dientes anteriores superiores la hoja central de la corona de los anteriores vista por la cara labial muestra una concavidad muy notoria en la región próxima al ápice. Es por esta concavidad que el ápice de estos dientes se proyecta de una manera marcada hacia la parte externa de la mandíbula. Los lóbulos de la raíz de estos dientes tiende a formar una "U" poco profunda. La hoja central de la corona de los laterales se curva de manera tenue. Las hojas basales presentan muescas poco evidentes. La unión de los lóbulos de la raíz de L3-L7 tiende a ser rectilínea. La raíz, vista por su cara lingual, presenta una concavidad profunda a la altura donde se unen los lóbulos, tanto en los dientes laterales superiores como en los inferiores. La hoja central de la corona de H se inclina distalmente. El borde distal, a la altura del ápice, se corta hacia la sínfisis, y el borde sintisial es convexo a la altura del ápice. Debido a esto el ápice aparenta estar más desviado en dirección distal que la parte interior de la hoja central de la corona. En apariencia la raíz de H se

ladea distalmente; es una raíz asimétrica. El lóbulo sinfisial es el más alargado y ancho y está un poco más elevado que el lóbulo distal. El lóbulo distal es en su extremo angular y el lóbulo sinfisial es redondeado. El ángulo que conforman las ramas de esta raíz describen una "U" poco profunda (Fig. 10). El morfotipo C tiene una corona que se curva hacia la sínfisis, el borde distal de la corona es convexo y el borde sinfisial ligeramente cóncavo. La hoja central de la corona no tiene forma de pincho, y la raíz en comparación con A y E, es más abultada en el centro. El lóbulo distal es más alargado y delgado que el lóbulo sinfisial, el extremo del lóbulo distal es redondeado y el del lóbulo sinfisial angular o recto. El ángulo de esta raíz es de escasa profundidad. La corona de E es característicamente triangular y se desvía distalmente, el borde distal es ligeramente cóncavo. Las hojas basales son aproximadamente del mismo tamaño. Los lóbulos de la raíz son aproximadamente del mismo tamaño, sin embargo, el lóbulo distal es más ancho y su extremo es redondeado, el lóbulo sinfisial es más angosto y su extremo remata en una pequeña protuberancia (chichón), pero también es redondeado. El primer lateral superior L1 es un diente robusto de apariencia tosca; en comparación con los otros laterales es el más recto, sin embargo es menos recto que su homólogo en N. fronto. En general la raíz de los laterales superiores es amplia y con un declive basilar poco evidente. La corona no



presenta corte brusco hacia la parte distal y las muescas basales son prácticamente inexistentes.

interiores: la hoja central de la corona de los anteriores es robusta y las hojas basales son prácticamente inexistentes. El segundo anterior interior D tiene lóbulos aproximadamente del mismo tamaño. Las coronas de los laterales inferiores son anchas y de apariencia robusta. La raíz de estos dientes presenta lóbulos con extremos muy redondeados y, tanto la pendiente basilar así como la superior, son evidentemente convexas. Los extremos de los lóbulos de la raíz de los dientes interiores son redondeados y la profundidad del ángulo basal es prácticamente inexistente. El surco o línea media es poco evidente. La raíz de estos dientes es robusta y la pendiente basilar tiende a ser convexa, especialmente en L2-L7. Los dos primeros laterales tienen una forma sigmoide. En el segundo lateral esta característica es mucho más evidente que en el primero. La forma de los demás laterales tiende a ser recta.



## Descripción de los dientes

Antero-superiores: el primer anterior superior morfotipo A es el más simétrico de los anteriores superiores, la corona se inclina distalmente de manera muy evidente.

No obstante la asimetría general del diente, su apariencia es más simétrica que la de C y E. Comparando este morfotipo A con su homólogo en N. fronto (Figs. 8 y 9) se tiene que la raíz, al igual que el lóbulo sinfisial, es el más elongado. También la raíz es menos alargada y es más abultada y la profundidad basilar es menor que en N. fronto. El segundo anterior superior morfotipo C tiene, en comparación, con N. fronto una corona más asimétrica pues es más evidente la manera en que el ápice apunta hacia la sínfisis. Los lóbulos de la raíz forman un ángulo obtuso muy abierto en "V" y poco profundo. El morfotipo E tiene una corona asimétrica que se curva distalmente. En comparación con N. fronto, la corona de este morfotipo es más ancha, la raíz es más robusta y alargada y la profundidad basal del ángulo que forman sus lóbulos es menor.

Antero-interiores: el primer anterior interior morfotipo B es ligeramente menos simétrico que D y F (Fig. 10). La hoja central de la corona de este diente es ancha en la parte basal y se adelgaza gradualmente hacia el ápice. Muestra esta estructura una leve inclinación distal y su forma sigmoide es muy notoria siendo el más sigmoide de los tres. El centro de la raíz de este diente está más elevado y abombado que en los otros dos anteriores interiores. Los

extremos de sus lóbulos son redondeados. La pendiente basilar al igual que la superior son evidentemente convexas. El ángulo basilar de este diente es más profundo que en D y F y tiene forma de "U" abierta. El morfotipo D es más simétrico que F, y es el más simétrico de los tres. La corona se inclina hacia la sínfisis, la forma sigmoide no es tan evidente como en B, sin embargo es más notoria que en F. La raíz de este diente tiene lóbulos simétricos y de remates redondeados, el surco es evidente. El morfotipo F es menos simétrico que B y D. La corona de este diente se inclina distalmente, es más triangular que en los otros anteriores inferiores y no presenta una forma sigmoide. La raíz de este diente es la menos simétrica de los anteriores, los lóbulos de la raíz son en su extremo redondeados y el ángulo de la raíz tiene una forma de "U" abierta; el surco de la raíz se encuentra más marcado que en D.

Látero-superiores: los morfotipos correspondientes a los laterales superiores son dientes robustos en donde la hoja central de la corona es triangular y se curva hacia la parte distal. Algunos de estos, en comparación con N. fronto, son más curvos. Las hojas basales en estos morfotipos son evidentes y presentan aserraciones irregulares (sin seguir un patrón definido), las muescas basales son prácticamente inexistentes. El primer lateral superior, morfotipo L1, en comparación con los otros laterales, es un diente recto, su raíz se caracteriza por ser triangular y porque el ángulo en "V" es cerrado y profundo, el surco de la raíz no es

evidente. Los otros morfotipos laterales tienen una raíz alargada y la "V" de la raíz es más abierta llegando a ser rectilínea, en algunos casos.

Látero-inferiores: los dientes laterales inferiores, a diferencia de sus correspondientes superiores, tienen la corona en forma de punzón. Estos morfotipos son muy similares a los de N. fronto (Figs. 8 y 9) excepto que son más robustos. En el primero y segundo lateral la hoja central de la corona tiene forma de punzón y se aprecia la condición sigmoide, siendo ésta mucho más evidente en el segundo lateral. La raíz del primer lateral es la más robusta de los laterales, y la pendiente basilar es prácticamente aplanada. En los demás laterales esta pendiente tiende a ser convexa. La hoja central de la corona del resto de los laterales es de apariencia triangular y plana. En los laterales L4-L7 presentan surco de la raíz. Para medidas y proporciones ver cuadros 3A-3B del Anexo.

## Neqaprión Especie B

### Figura 11

Holotipo: A ser designado. El juego dental artificial consiste de 16 dientes: 5 pertenecen a la mandíbula superior derecha, 4 a la mandíbula superior izquierda y 7 a la mandíbula inferior izquierda.

Localidad tipo: La Mesa de los Indios (La Misión)

Rango Estratigráfico: Conocida sólo del Mioceno medio tardío.

Diagnosís: La hoja central de la corona de la mayoría de los dientes es de apariencia cilíndrica por la cara lingual. Las serraciones de las hojas basales de la corona son escalonadas en la mayoría de los dientes. El surco de la raíz se encuentra bien desarrollado y generalmente sobrepasa el centro de la raíz.

Los morfotipos superiores muestran una variación marcada en cuanto a la forma de la raíz. Los anteriores superiores presentan una simetría distinta entre ellos, siendo el segundo anterior el más simétrico. Estos dientes anteriores presentan una línea o surco medial bien desarrollado. La forma y profundidad del ángulo basal es desigual en los tres a diferencia de las especies antes descritas en donde son más uniformes. El primer anterior A tiene una corona pequeña (corta), esta es en forma de estaquilla, el ápice no es aguzado, el borde sinfisial de la hoja central de la corona es casi recto y el borde distal se corta a la altura del ápice hacia la sínfisis. La raíz de este diente tiene una

línea media bien definida, profunda, que se origina en la unión de los lóbulos y que sobrepasa el centro de la raíz. El lóbulo distal es mas alargado y angosto que el lóbulo sinfisial, el lóbulo distal termina en punta redonda y el distal es anular. La corona de C apunta distalmente, el borde sinfisial se corta a la altura de la región apical hacia la parte distal. El ápice es aguzado. La raíz de este diente es en apariencia general rectangular y simétrica, la línea media se origina en la unión de los lóbulos y llega a sobrepasar el centro de la raíz como en H. El lóbulo sinfisial es el más angosto y su extremo es redondeado, el lóbulo distal es rectangular y termina en extremo angular o recto. El tercer anterior E tiene una corona que se inclina distalmente, la apariencia general de este diente es triangular. El primer lateral superior tiene la raíz de aspecto rectangular, el lóbulo distal es rectangular y su extremo es angular, y el lóbulo sinfisial es mas ancho y termina en una pequeña protuberancia anular, el surco o línea media se encuentra muy desarrollado, y el canal central se aprecia sin dificultad (Fig. 11). Las hojas basales de estos morfotipos tienen serraciones escalonadas. El segundo lateral superior tiene una corona angosta y corta, el borde sinfisial de la corona a la altura de la región apical se corta abruptamente hacia la parte distal, la cara lingual de la corona es cilíndrica, la hoja basal sinfisial tiene serraciones escalonadas. La raíz de este diente es alargada y esbelta (lado o rama sinfisial), la

línea media está bien desarrollada, el lóbulo sintisial se adelgaza en el extremo que es redondeado y muestra un bisel o arista en la parte superior de la punta. La corona del tercer lateral superior es cilíndrica en su cara lingual, las hojas basales son convexas, el lóbulo sintisial de la raíz es más alargado y delgado que el lóbulo distal y termina en remate anular, el lóbulo sintisial es redondeado en su extremo y éste se recurva hacia el centro de la raíz. La línea media está bien desarrollada. La corona del cuarto lateral superior es cilíndrica (por la cara lingual), las serraciones de las hojas basales están escalonadas, la línea media está bien desarrollada. El resto de los laterales (L5-L7) tienen una corona ancha, no cilíndrica. La línea media sigue bien desarrollada. Los dientes interiores se caracterizan por tener la raíz con lóbulos de extremos muy redondeados. El primer anterior interior B tiene una raíz de apariencia triangular, ambos lóbulos terminan anularmente. Los dientes interiores también se caracterizan por presentar una línea media bien desarrollada y por tener las coronas cilíndricas.



FIGURA 11

Juego dental artificial de Negaprion especie B. se ilustran los morfotipos A, B, C, D, E (corresponde al lado izquierdo y para efectos de ilustración se muestra por su cara labial) y F: siete látero-superiores; seis látero-interiores.

Localidad: La Mesa de los Indios, Baja California.  
México.

Edad: Mioceno medio.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA



## Descripción de los dientes

Antero-superiores: el primer anterior A se distingue por poseer una hoja central de la corona pequeña. La diferencia de tamaño es mayor en esta especie en comparación con cualquiera de las otras especies descritas. El ápice no es azulado, el borde sinfisial de la hoja central de la corona es casi recto y el borde distal se corta a la altura del ápice hacia la sínfisis, confiriéndole una inclinación distal. La raíz de este diente tiene un surco o línea media bien definida, profunda, que se origina en la unión de los lóbulos y que sobrepasa el centro de la misma. El lóbulo distal es más alargado y angosto que el lóbulo sinfisial, el lóbulo distal termina en punta redonda y el distal es angular. El morfotipo A muestra una raíz más asimétrica que L y E pero la corona es más simétrica que en éstos morfotipos. El segundo anterior superior morfotipo L muestra una leve inclinación hacia la parte distal de la mandíbula. Esto no sucede como en el morfotipo A en donde toda la corona es la que se inclina, sino solamente la porción próxima al ápice se desvía distalmente. Esto se debe a que el borde sinfisial de la corona próximo a la punta se corta abruptamente hacia la comisura de la mandíbula y la arista distal de la corona permanece recta. Este diente presenta una raíz más simétrica que A y E. La profundidad basal del ángulo es mayor que A pero menor que en E. El ángulo de la raíz es más bien en forma de "v" a diferencia de A y E, en donde el ángulo es en "u" (Fig. 11). El tercer anterior

superior morfotipo E es el más robusto y curvo de los anteriores. La corona de este diente es más ancha que A y C y las hojas basales son más evidentes que en A y C. La apariencia general de la raíz es muy similar a la de su homólogo en N. fronto (Figs. 8 y 9). La unión de los lóbulos forman un ángulo en "U" abierto. Ambos lóbulos muestran rebordes redondeados.

Antero-inferiores: el primer anterior morfotipo B es el más simétrico de los inferiores en referencia a la conformación de la raíz y la corona. La hoja central de este diente es cilíndrica y muestra un trazo ligeramente sigmoide (menos que F, no descrito aún). En comparación con el tercer anterior interior F la raíz es de aspecto triangular (debido a que la unión de las ramas de la misma conforman un ángulo en "V" muy cerrado) y esbelto (Fig. 11). A diferencia de los demás dientes inferiores la pendiente basilar es prácticamente aplanada. Los lóbulos son de extremos anulares y conforman un ángulo en "U" bastante abierto, en comparación con F. Los lóbulos no muestran rebordes o recurvamientos en dirección lingual. El surco de la raíz es poco evidente. El tercer anterior interior morfotipo F tiene una inclinación distal, la hoja central de la corona es cilíndrica y presenta una condición sigmoide tenue. La raíz es poco abultada y en general la pendiente basilar y la superior tienden a ser convexas. El extremo del lóbulo sintisial es redondeado y el lóbulo distal es de reborde anular.

**Látero-superiores:** estos morfotipos no muestran un patrón definido entre ellos. La raíz de estos morfotipos es en algunos casos robusta y rectangular (recortada) en L1 y, en otros, es alargada y comparativamente delgada. En todos es muy evidente el surco de la raíz. El tercer lateral L3 posee una raíz similar al tipo de los laterales inferiores de *N. fronto* (Figs 8 y 9). es decir que es esbelta y presenta un ángulo basal poco profundo; ésto, aunque en menor grado, también ocurre en el cuarto lateral. El morfotipo L5 es similar en apariencia a su homólogo en *N. previrostris* (Fig. 5 y 6) pues la hoja central de la corona es robusta y triangular. La corona tiende a ser evidentemente cilíndrica en L1, L2, L3, L4 y en menor grado en L5, L6 y L7.

**Látero-inferiores:** la hoja central de la corona es recta y la condición sigmoide es poco evidente pues el diente está deprimido lingu-labialmente. La apariencia general de todas las coronas de los látero-inferiores es cilíndrica. La hoja central de la corona del primer lateral es la más sigmoide seguida por la del segundo lateral. En el resto de los laterales la corona es prácticamente recta. En todos estos morfotipos el surco de la raíz es muy evidente sobre todo en L5, L6 y L7 (Fig. 11). La raíz de estos dientes es similar a la de sus homólogos en *N. fronto* (Figs. 8 y 9). Para medidas y proporciones ver cuadros 4A-4B del Anexo.

## Neqaprión Especie C

### Figura 12

Holotipo: H ser designado. El juego dental artificial consiste de 22 dientes representando a la mandíbula superior e inferior derecha.

Localidad tipo: La Cocina, Baja California Sur.

Rango estratigráfico: Conocida sólo del Mioceno medio temprano.

Diagnosís: Todos los dientes de esta especie en general son robustos. En general todos los dientes superiores están aplanados en su cara lingual (esta condición es muy evidente en los morfotipos C y E). V muestran una inclinación distal más marcada que en las otras especies sobre todo los dientes superiores L/ y P1. Todos los dientes interiores tienen una noja central de la corona de apariencia cilíndrica. La raíz de C y E es aplanada de una manera distinta no observada en las especies antes descritas. La noja central de la corona de los morfotipos anteriores interiores y la de los cuatro primeros laterales interiores son más cilíndricas que en los demás interiores. El surco de la raíz es muy evidente en los laterales superiores y solamente se aprecia bien desarrollado en el lateral interior L2 en los demás laterales interiores este surco se limita a la parte superior de la pendiente basilar.

Superiores: el ápice del primer anterior H se proyecta considerablemente en dirección labial, la apariencia general de la noja central de la corona es en forma de cono. El

segundo anterior C es un diente de apariencia general aplañado y robusto, la corona se ladea hacia las parte distal, esta corona es triangular, el lóbulo distal de la raíz es mas angosto y corto que el lóbulo sintisial, ambos son de apariencia rectangular. El morfotipo H es comparativamente más pequeño que C. El tercer anterior E es en apariencia aplañado linguolabialmente, el ápice es despuntado, los lóbulos de la raíz terminan en punta redonda. El primer lateral superior tiene una corona triangular aplañada, es la menos convexa de los laterales (Fig. 12).

### FIGURA 12

Juego dental artificial de Negaprion especie C. Se ilustran los dientes A, B, C, D, E y F: siete látero-superiores, un pósterio-superior; siete látero-inferiores (L7 corresponde a la mandíbula izquierda y para fines de ilustración se muestra por su cara labial); un pósterio-inferior.

Localidad: La Cocina, Baja California Sur, México.

Edad: Mioceno medio-temprano.



A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

100

## Descripción de los dientes

Antero-superiores: el primer anterior superior morfotipo A es mas pequeño y asimétrico que C y E. La corona de este diente se inclina distalmente, la raíz es bulbosa a diferencia de C y E en donde es alargada. La unión de los lóbulos forma una "U" muy abierta. El morfotipo C es más simétrico que A y E. En general este diente tiene la apariencia de estar aplanado por su cara lingual. Lo que resalta mas es que la raíz no es abultada y a diferencia de los otros dos antero-superiores es muy simétrica. La hoja basal sinfisial es poco evidente, sin embargo, las endentaduras se alcanzan a apreciar, la hoja distal no se alcanza a apreciar. El morfotipo E a diferencia de A y C tiene una corona triangular. Esta es más delgada que la corona de C. La raíz es asimétrica (es la más asimétrica de los tres), el lóbulo distal es el más largo, al igual que el sinfisial termina en punta redondeada. El ángulo que describen es en "V" y la apariencia general de la raíz es menos abultada que A pero definitivamente más que C. A diferencia de A y C, que presentan raíces de tipo abultado y recortado, el morfotipo E la tiene en forma triangular.

Antero-inferiores: el primer anterior interior morfotipo B es más simétrico y de menor tamaño que D y F. A diferencia de D y F la raíz de este diente es compacta y está abultada en el centro. El ángulo que describe es en "U" pero mas cerrada que en D y F (Fig. 12). La hoja central de la corona de este primer anterior es de apariencia cilíndrica (es

semejante a la de su homólogo en Negaprion especie B (Fig. 11). En comparación con las especies antes descritas la raíz de este diente es de apariencia más delicada y fina. El morfotipo D, a diferencia de cualquiera de las especies antes descritas, es de corona recta. A diferencia de B la raíz es alargada y el lóbulo distal es de extremo redondeado. El tercer anterior es similar a D pero el lóbulo sintisial es alargado.

Látero-superiores: los morfotipos laterales superiores se curvan distalmente, son robustos y de corona triangular a diferencia de los morfotipos laterales inferiores que son rectos y tienen una forma de punzón. En general la hoja central de la corona tiene la apariencia de estar deprimida en dirección linguo-labial, sin embargo, la cara lingual de la mayoría de los laterales es convexa. La hoja central de la corona de los dientes L5 y L7 se curva distalmente de manera muy marcada (Fig. 12). Lo mismo ocurre con el diente P1. La forma general de la raíz de los laterales es parecida a los de N. fronto (Figs. 8 y 9), excepto la del morfotipo L2 que es triangular y en general los lóbulos están más cerrados, como en el caso del morfotipo L1 en la especie A. Las hojas basales en general tienen aserraciones como las de la especie B (Fig. 11).

Látero-interiores: los morfotipos laterales interiores tienen la hoja central de la corona muy recta y cilíndrica, en los primeros cuatro laterales esta característica es más marcada y más cilíndrica. La hoja central de la corona de

L5, L6 y P1 muestran una forma sigmoide. La raíz de los laterales inferiores tiene la forma alargada de sus homólogos en N. fronto (Figs. 8 y 9) pero éstas son más toscas o abultadas. El surco de la raíz es muy evidente y completo únicamente en el segundo lateral; en el resto de los dientes el surco es poco notorio y es incompleto (Fig. 12). Para medidas y proporciones ver cuadros 3A-5B del Anexo.

## Negaprion Especie D

Figuras 13 y 14

Holotipo: A ser designado. El juego dental artificial esta conformado por material de la localidad llamada de "Los diez minutos" también conocida como "the ten minute locality", Municipio de Baja California Sur. El juego dental consiste de 12 dientes pertenecientes a la mandíbula superior derecha y por 14 dientes de la mandíbula inferior; 4 pertenecen al lado izquierdo y el resto al lado derecho.

Localidad tipo: Los Diez Minutos.

Rango estratigrafico: Del Oligoceno tardío al Mioceno temprano.

Diagnosís: En comparación con las especies antes descritas los dientes de Negaprion especie D son pequeños. El tamaño de los dientes anteriores superiores de esta especie son 2.5mm. más pequeños que los de N. brevirostris y 2.25 mm. más pequeños que los de N. fronto. En la mayoría de los dientes superiores, la hoja central de la corona es de apariencia cónica y las hojas basales son poco evidentes tanto en los superiores como en los inferiores. La hoja central de la corona de los dientes inferiores tiende a ser recta, angosta y en forma de aguja en B, D, F y en L1-L3. Los inferiores L4-L7, P1 y P2 presentan una hoja central de la corona de apariencia cónica. P3 y P4 presentan una hoja central de la corona en forma de aguja. Las endentaduras de los dientes superiores son en forma de concha o venera y se distinguen perfectamente en A, E, L1, L2, L5 y L6 (Figs. 13

y 14). En A las endentaduras están tan definidas que prácticamente no se distingue la hoja basal; es en este morfotipo en donde se puede observar la condición de concha o venera de las aserraduras (Fig. 14).

Superiores: en el ántero-superior A (Fig. 14), se pueden distinguir claramente por lo menos tres aserraduras en la hoja sínfisis y una sola en la hoja distal (se puede decir que en la hoja distal hay una gran aserradura a manera de hoja basal). Sin embargo, cabe la posibilidad de que esto sea consecuencia del desgaste o de la erosión al ser acarreado el diente. La raíz de H es alargada y la unión de los lóbulos es en línea recta. La corona de H se inclina levemente hacia la sínfisis. El anterior E presenta una línea media o surco transverso bien desarrollado y en línea recta. Los extremos de los lóbulos son angulares. Como características generales para los laterales superiores se pueden nombrar las siguientes: la parte basilar de la raíz es prácticamente convexa y es por esto que la pendiente de esta parte de la raíz es casi inexistente; la corona es cónica y en la raíz la línea media se encuentra bien desarrollada; los laterales L2-L7 son de corona corta de forma cónica y en L5 la conicidad de la corona es muy evidente (Fig. 13). El primer superior posterior es de corona muy angosta y de forma de aguja y se curva distalmente, en P2 y P3 las endentaduras son muy evidentes (Fig. 13).

interiores: el morfotipo  $\beta$  tiene una corona ancha y en forma de aguja. La corona de este morfotipo, a diferencia de  $\cup$  y  $\beta$  no es aplanada en la cara labial. El centro de la raíz de  $\beta$  está dividido en dos pequeños cúmulos bien definidos por el surco transversal.  $\cup$  es más pequeño que  $\beta$  y  $\beta$  (Fig. 13). La cara lingual de  $\cup$  está aplanada. La cara labial de la corona de  $\beta$  es menos aplanada que la de  $\cup$  pero más que  $\beta$ . Los laterales interiores L4-L7 tienen una corona cónica. La cara labial de L4 es aplanada. Los posteriores interiores P1 y P2 son de corona cónica, P3 y P4 tienen corona en forma de aguja (Fig. 14).

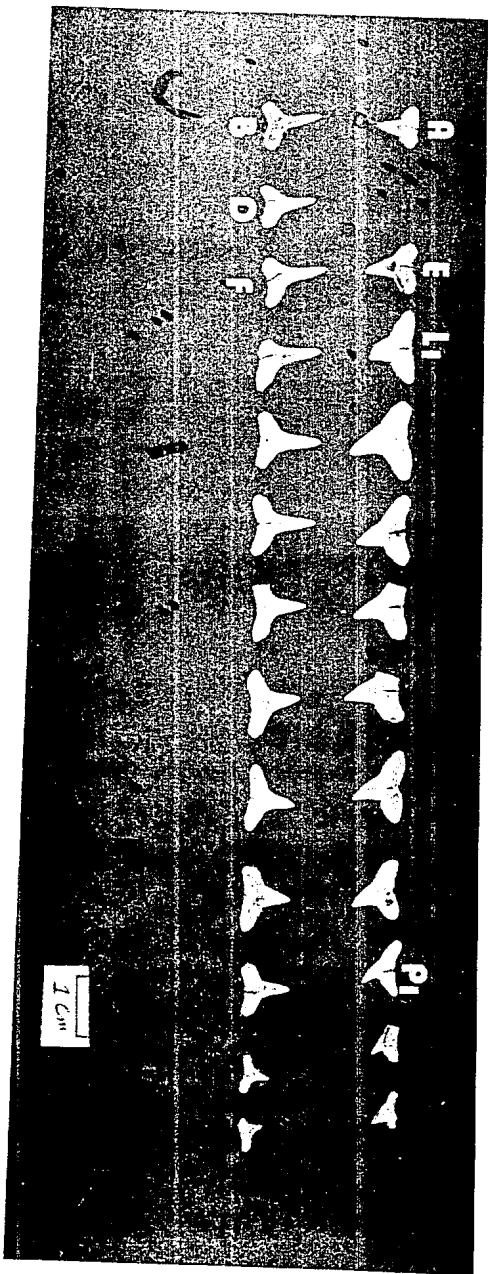
**FIGURA 13**

Juego dental artificial de Negaprion especie D. Se ilustran los morfotipos A, B, D, E y F: siete látero-superiores, tres póstero-superiores; siete látero-inferiores y tres póstero-inferiores.

Localidad: Los Diez Minutos, Baja California Sur,  
México.

Edad: Oligoceno tardío-Mioceno temprano.

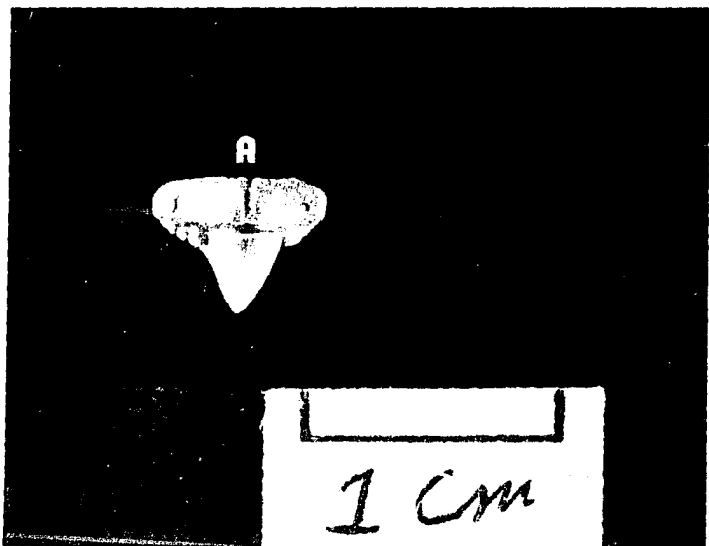




1 cm

FIGURA 14

Primer anterior superior A de Negaprion especie U.  
Nótese las aserraciones a manera de concha o venera y el  
surco medial de la raíz.



### Descripción de los dientes

En comparación con las especies antes descritas Negaprion especie D se caracteriza por presentar dientes pequeños. Los dientes superiores de esta especie vistos por su cara labial no muestran un recurvamiento sigmoide.

Antero-superiores: estos dientes son rectos y carecen de una forma sigmoide, siendo la cara labial más bien aplanada. Las endentaduras en forma de concha son muy evidentes y en especial en el primer anterior A (Figs. 13 y 14). El surco de la raíz de este primer anterior es delicado, fino y bien desarrollado al igual que en el morfotipo E. En ambos dientes se ve profundo. El primer anterior A muestra tres serraciones características en la hoja basal sínfisial. Estas endentaduras son en forma de concha. La hoja basal distal es en sí una gran concha o serración (Fig. 14). La corona de este diente es pequeña, cónica y se inclina hacia la sínfisis. La corona de A no es sigmoide pues la cara labial está aplanada, sin embargo, esta se padea ligeramente en dirección lingual. La raíz es asimétrica, el lóbulo distal es más alargado que el lóbulo sínfisial, los lóbulos tienen extremos de forma redondeada, sin embargo, ambos muestran un leve bisel que deforma la redondez. La diminuta hendidura que se localiza en la unión de los lóbulos no es un ángulo sino el surco transversal. El tercer anterior superior E posee una corona cónica que se inclina distalmente. La cara labial es aplanada y únicamente la región próxima al ápice muestra un recurvamiento tenue en

dirección lingual. Las endentaduras de este diente son en forma de concha aunque no tan características como en A. La raíz es asimétrica excepto que el lóbulo distal termina en extremo redondo con un ligero bisel y el lóbulo sinfisial es de extremo angular (el surco transversal) o línea media. Está bien desarrollada y secciona el centro de la raíz en dos pequeños pero bien desarrollados abultamientos (Fig. 13).

Antero-inferiores: el primer anterior B tiene la corona en forma de aguja. La corona de este diente es más angosta que la de U y F (Fig. 13). La corona de B, desde la base hasta la región apical se inclina hacia la sínfisis para después recurvarse levemente hacia la parte distal y conserva la forma de aguja. La raíz es asimétrica, siendo el lóbulo distal el más abombado; la línea media divide el centro de la raíz en dos abultamientos que aunque pequeños son muy evidentes. B tiene un contorno sigmoide más evidente que en U y F. La corona de U tiene forma de aguja y está aplanada por la cara labial; la raíz de este diente está pandeada a manera de arco. El lóbulo distal es un poco más ancho que el lóbulo sinfisial y también más elevado. F es el anterior más grande; la corona de éste es en forma de aguja. Esta se inclina levemente hacia la sínfisis. El lóbulo distal, en comparación con el sinfisial, es esbelto. El extremo del lóbulo distal es redondeado (Fig. 13).

Látero-superiores: en general la corona se ve aplanada por su cara labial. Las endentaduras son más pequeñas que en los anteriores y la forma de concha no es tan evidente. En la

mayoría se alcanza a apreciar el surco de la raíz. El primer lateral superior tiene endentaduras en forma de concha, sin embargo, son más pequeñas que las de los dientes anteriores además de que están intercaladas con endentaduras irregulares. La raíz de este diente es alargada y es la más esuelta de los laterales superiores. La parte basilar es prácticamente convexa, mostrando una breve pendiente. El segundo lateral superior es de corona cónica. Las endentaduras en forma de concha se encuentran bien desarrolladas pero no son tan prominentes como en los dientes anteriores. La parte basilar de la raíz de L2 muestra la misma característica que L1. L3 se caracteriza por la uniformidad de la hoja distal en forma de concha, o se puede decir que es una única gran serración en forma de concha. La corona es cilíndrica. La parte basilar de la raíz es como en L1 y L2. En general todos los laterales superiores comparten las mismas características. En L3, L4 y L7 las aserraciones se encuentran muy desgastadas y solamente el contorno, o lo que queda de ellas, es visible (Fig. 13).

**Látero-interiores:** los tres primeros laterales interiores y, sobre todo L1 y L2, presentan una hoja central de la corona en forma de aguja muy similar a la de los anteriores interiores excepto que la raíz es más alargada y aplanada. L1, L2 y L3 son los laterales con corona más recta y de mayor tamaño. La corona de L1 difiere de L2 y L3 por ser más aplanada de la cara labial. En L2 y L3 la corona se arquea

levemente en dirección lingual. La raíz de L2 es asimétrica, siendo el lóbulo sinfisial un poco más largo. Ambos lóbulos terminan en punta redondeada (Fig. 13). L2 difiere de L1 y L3 pues muestra una leve pendiente en la región basilar. L2 se caracteriza por presentar una raíz que, a excepción del centro es de apariencia aplanada. Los lóbulos, sobre todo el distal es en su parte terminal aplanado. El resto de los laterales L4-L7 muestran un decremento repentino en cuanto a lo largo de la corona mas no en lo ancho de la misma. En estos dientes laterales y sobre todo de L4 a L7 la conicidad, la forma general en si, de la corona es muy similar a la de los laterales superiores, es decir, es de forma cónica. La manera en como se curvan tanto los laterales inferiores como los superiores es muy parecida. La raíz de los laterales inferiores (L4-L7) es esbelta, alargada y de lóbulos aplanados. En general, ambos lóbulos terminan en extremo o punta redonda. Sin embargo, en L5 el lóbulo sinfisial tiene un bisel que distorsiona la redondez, además de que la punta de este lóbulo se arquea en dirección lingual. La línea media es poco evidente en los laterales L2-L7 (Fig. 13).

Postero-superiores: el primer posterior superior se caracteriza por su corona en forma de aquila. En la raíz de este diente se puede apreciar una leve pendiente en la parte basilar. Ambos lóbulos terminan en extremo redondo y el surco transversal o línea media está bien desarrollada (Fig. 13). Las endentaduras están poco conservadas. El segundo

posterior superior tiene una corona similar a la de P1 excepto que es de apariencia más robusta. Las aserraciones de este diente son en forma de concha pero no muestran un patrón definido en cuanto al tamaño. El tercer posterior P3 es de corona similar a la de P2. En general las aserraciones sólo están en la hoja distal.

**Pósteros-inferiores:** el primer posterior inferior tiene una corona recta de aspecto cónico. Este diente es el de corona más robusta y cónica de los posteriores inferiores. La raíz es de aspecto asimétrico pues, aunque los lóbulos son aproximadamente del mismo tamaño, el lóbulo sinfisial es más ancho. Ambos lóbulos terminan en punta redonda y la línea media se encuentra bien desarrollada en la raíz de este diente. El segundo posterior inferior es de corona cónica y se curva levemente en dirección distal. P3 y P4 tienen coronas rectas y en forma de aguja. En todos los posteriores la línea media se encuentra bien desarrollada (Fig. 13).

Hasta ahora se han dado las características de cada uno de los taxa que conforman a las especies Neógenas de Negaprion. El cuadro 1 resume los caracteres más importantes de los morfotipos ántero-superiores, y la tabla 1 proporciona la ubicación en el tiempo y espacio geológico que las especies descritas en este capítulo ocupan, ya que al indicarse la especie en cuestión se da la localidad a la que pertenecen.

Para medidas y proporciones ver cuadros 0A-0B del Anexo.



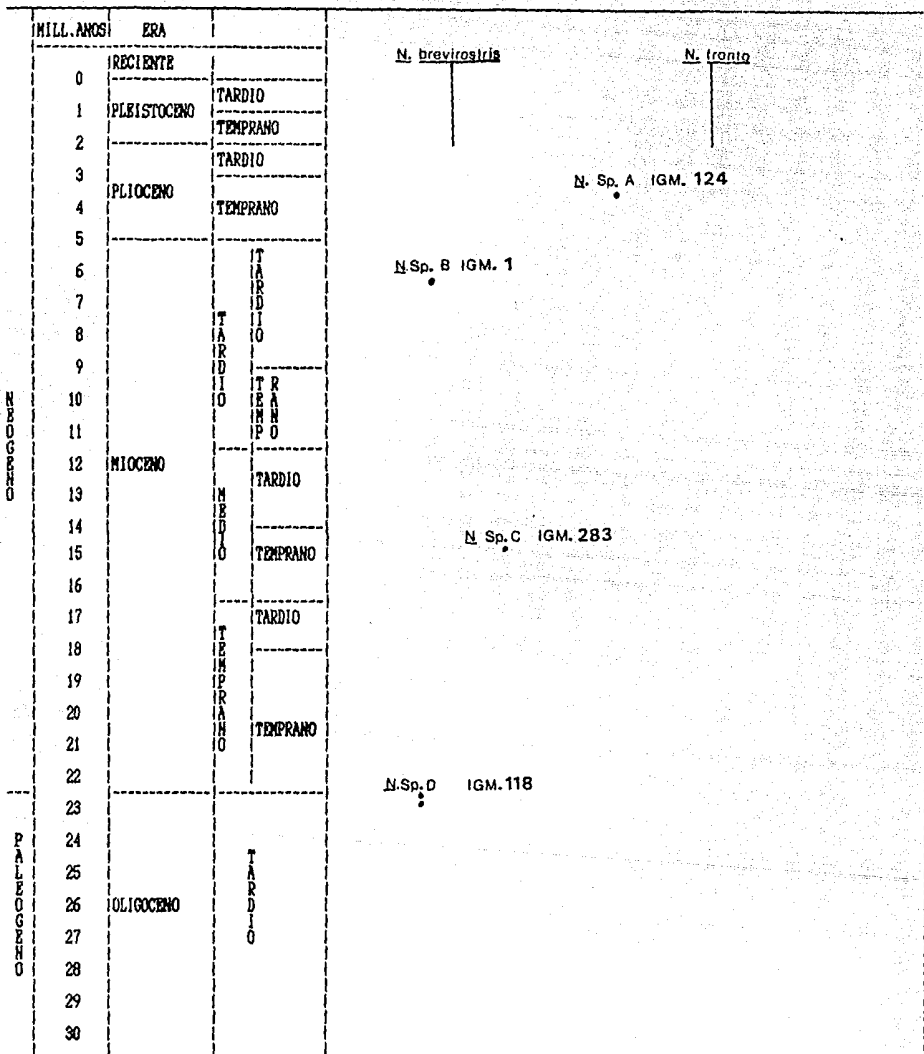
CUADRO 1. COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS MÁS SOBRESALIENTES DE LOS MORFOTIPOS ANTERO-SUPERIORES DE LAS ESPECIES DESCRITAS EN ESTE TRABAJO.

	<u>N. breviscapis</u>	<u>N. fronto</u>	<u>Is. A</u>	<u>Is. B</u>	<u>Is. C</u>	<u>Is. D</u>
forma de la corona.	Triangulares/ Robusta	Insecta y elongada en forma de pincho	(A) en forma de triangulares (B) y (E)	Cilíndrica por la cara lingual (A) en forma de lestaquilla, cortical y robusta	Triangular. Robusta y adiana- da por la cara	Cónica y pequeña
dirección del ápice (A) y (C)	ápice recto	(A) distalmente (C) sinistralmente	(A) distalmente (C) sinistralmente	(A) distalmente (C) sinistralmente	(A) distalmente (C) distalmente	(A) sinistralmente (C) no se estudia
tipo de aserración	Irregulares/ uniformes Muestras basales presentes	Irregulares/ uniformes Muestras basales presentes	Irregulares Muestras basales inexistentes	Escalonadas Irregulares Muestras basales poco evidentes	Irregulares Muestras basales poco evidentes	Irregulares en forma de concha lo venera Muestras basales inexistentes
forma de la raíz.	Rectangular/ abombada en forma de "V". Asimétrica Surco poco evidente	Redondeada/ abombada en forma de "U". Asimétrica Surco muy evidente	Ligeramente redondeada / abombada en forma de "U" abierta Surco evidente	No hay patrón definido Asimétricas Surco muy evidente	En (A) es bulbosa/ y elongada/ en forma de "U". En (C) y (E) es alargada en forma de "V" Surco poco evidente	Abombada/elongada en forma de "U". Muy abierta casi inexistente Surco evidente
comentarios	(A) es el más simétrico. los dientes laterales en general más largos que en N. fronto. Condición de desarrollo proporción de la corona hncn/Alt (A) .508, (C) .530, (E) .594	(C) es el más simétrico. son más simétricos que en N. breviscapis Condición de desarrollo proporción de la corona hncn/Alt (A) .547, (C) .532, (E) .594	(A) es el más simétrico Condición de desarrollo proporción de la corona hncn/Alt (A) .666, (C) .584, (E) .661	(A) es el más simétrico Condición de desarrollo proporción de la corona hncn/Alt (A) .583, (C) .570, (E) .565	(C) es el más simétrico Condición de desarrollo proporción de la corona hncn/Alt (A) .552, (C) .554, (E) .653	(A) es el más simétrico Condición de desarrollo proporción de la corona hncn/Alt (A) .611, (C) . (E) .771

Tabla 1. Escala del tiempo geológico mostrando la distribución de las especies del género *Negaprion*. La escala fue tomada de la Geological Society of America, Sept., 1983. La distribución de las especies fue hecha en colaboración con el Dr. S.F. Applegate.

———— rango conocido

..... rango inferido



----- rango conocido  
 ..... rango inferido

Decade of North American Geology  
 The Geological Society of America  
 September, 1983  
 El Cien (Applegate, 1966).

## DISCUSION

Si bien el género Negaprion presenta una dentición de carcarhínido, también tiene características dentales propias. Los dientes superiores tienen coronas lisas y aserraciones únicamente en las hojas basales de la corona (Figs. 5, 6 y 7) y los dientes inferiores son completamente lisos (Fig. 7). Además de estas características, únicas del género, los dientes de Negaprion, y, en especial, los dientes anteriores, vistos lateralmente muestran una silueta sigmoide del tipo del género Isurus, ilustrados en Espinosa (1987). Dicha forma se va perdiendo conforme se van alejando de la sínfisis mandibular. A diferencia de Negaprion, por un lado, en el género Galeocerdo, los dientes superiores e inferiores poseen coronas muy oblicuas y presentan aserraciones muy marcadas. Por otro lado, en Carcharhinus isodon los dientes carecen de aserraciones por completo y son menos robustos.

En el tiburón limón la carencia de endentaduras en la hoja central de la corona aparentemente no limita la funcionalidad alimenticia o de defensa de estos dientes pues sus bordes cortantes son extremadamente filosos y el ápice de la corona es muy agudo, permitiendo una gran capacidad de penetración sin emplear mucho esfuerzo. Además de que los dientes y, en especial, los anteriores se muestran inclinados hacia la parte interna de la boca lo cual permite sujetar mejor a su presa.

La heterodoncia involucra ciertas variaciones. De acuerdo con Compagno (1988) una de estas es la diferenciación morfológica entre los elementos dentales de la mandíbula superior y los de la mandíbula inferior; condición conocida como Heterodoncia Dignática. Esta condición es muy evidente en el género Negaprion (ver figs. 2 y 3) ya que los dientes superiores son más anchos y triangulares que los dientes inferiores además de que los dientes de la mandíbula superior están provistos de aserraciones en las hojas basales, y no así, en los dientes inferiores que carecen de endentaduras por completo (Figs. 3 y 7). Además, todos los dientes poseen bordes extremadamente filosos. Esta diferenciación en los elementos dentales de Negaprion tiene ventajas funcionales pues, como se mencionó anteriormente, cada tipo dental tiene una función particular.

Los dientes de Negaprion reciente han sido ilustrados con anterioridad por Poey (1868), Bigelow y Schroeder (1948), Bass et al. (1975) y por Compagno (1982 y 1988). Algunos trabajos que ilustran dientes de Negaprion fósil son los de White (1955) y Lappetta (1967).

Con respecto a los depósitos de dientes fósiles de selacios se puede decir que, como los tiburones pierden los dientes principalmente al alimentarse o simplemente por reemplazo, éstos se encuentran en mayor cantidad en áreas en donde seguramente se alimentaban. Estas áreas pueden ser de dos tipos:

1- En sitios en donde los tiburones se alimentan pero no mueren.

2- En sitios en donde los tiburones se alimentan y mueren.

En este último caso se pueden encontrar dientes jóvenes o inmaduros y vértebras.

En el registro fósil existe una tendencia hacia la presencia de adultos, pues la mayoría de los dientes fósiles que se encuentran corresponden a organismos maduros. Esto se debe a que los tiburones presentan un crecimiento rápido y es por esto que los dientes de los organismos adultos son incorporados en el registro fósil en mayor número. Por otro lado, las áreas en donde nacen las crías y se desarrollan son muy especiales. Hasta la fecha no hay reportes de estas áreas. (Hplegate comm, pers., febrero, 1987).

## Análisis Sistemático

### Relaciones de la tribu Carcharhinini

Con el propósito de ubicar al género Megaprión dentro del gran grupo de los carcharhídeos se elaboró un análisis filético en base a las interpretaciones de Compagno (1988). Se considera a la familia Scylliorhinoideae como la más cercana al grupo ancestral del cual se originaron los demás carcharhídeos. En lo referente a la edad geológica y morfología White (citado en Compagno, 1988) concluye que los

scylliorhínidos son los carcharhinoides vivos más primitivos y que los carcharhínidos y los sphyrnidos, descienden de los scylliorhínidos a través de los triákidos como grupo intermedio. Se conoce a los scylliorhínidos del Cretácico y probablemente del Jurásico (Applegate, comm. pers., abril, 1987 y Innes et al., 1985). Este scylliorhínido ancestral con la noja central de la corona recta y con dos o cuatro cúspides secundarias, probablemente dió origen al grupo de los carcharhínidos, al cual pertenece la familia Carcharhinidae. A partir de la familia Carcharhinidae se deriva la tribu Carcharhinini que representa el esquema fundamental de este análisis (Compagno, 1988. Capítulo 19). Dentro de este grupo de tiburones existe un grupo transicional con una tendencia a incrementar su tamaño a por lo menos 1.5 mts. y a incrementar el número de vértebras. otras características de este grupo son las siguientes: hocico que va de poco redondeado y elongado a marcadamente redondeado y muy corto. En lo que se refiere a los dientes: los superiores muestran una corona angosta, oblicua o semioblicua y cúspides secundarias que pueden estar bien desarrolladas o ausentes; los dientes interiores muestran una corona recta u oblicua y raíces con bordes rectos. Algunas de las especies que son consideradas como transicionales son: L. acronotus, L. melanopterus, L. cautus y L. talciformis, entre otros (Compagno, op. Cit.). A partir de estos tiburones transicionales surgen tiburones con tendencia a incrementar aún más su tamaño y a incrementar el

número de vértebras. Es de este grupo que surge por un lado, el grupo de C. limbatus en el cual se incluye a C. isodon, C. previpinna y a C. leiodon. El grupo de C. limbatus se caracteriza por sus especies de tamaño mediano a grande, que presentan un hocico poco redondeado o subanular, corto o elongado. En estos tiburones los dientes poseen una corona recta o semiblicua y angosta y carente de cúspides secundarias. Las aserraciones en estos dientes se presentan a todo lo largo del borde de la corona, y los dientes inferiores son muy similares a los dientes superiores (Compagno, op. cit.). Por otro lado, surge un grupo de tiburones a los cuales este mismo autor reúne por presentar dientes de corona ancha, triangular, aserrada y sin cúspides secundarias. A partir de estos selacios surge el grupo Amplyrhynchos, tiburones de hocico marcadamente redondeado y ancho y el género Prionace. También surge un grupo de selacios con hocico corto y achatado y con tendencia a engrosar el tronco y la cabeza. Caen en esta agrupación, el grupo Obscurus, y el Leucas. Del grupo de tiburones con hocico corto y achatado y con tendencia a engrosar el tronco y la cabeza se sugiere evolucionaron tiburones con una tendencia a elongar la corona de los dientes y a incrementar relativamente el tamaño de la segunda aleta dorsal (Compagno, 1988). Muy posiblemente a partir de este último grupo surge el género Negaprion en el cual se aprecian dientes rectos y elongados, con aserraciones únicamente en las nojas basales de los dientes superiores, hocico corto y



redondeado y alas dorsales prácticamente del mismo tamaño.  
La figura 15 resume y muestra esquemáticamente las  
relaciones discutidas en lo que se refiere a la ubicación  
sistemática de Negaprion.

Figura 15. una posible hipótesis de relación para ubicar al género Negaprion, basada en la clasificación de Compagno (1989). Dicha clasificación propone que de la familia Larcharninidae se deriva la tribu Larcharninini Jordan y Everman, 1896, en donde se agrupan los géneros Larcharninus, Nasolamia, Prionace, Biphenis, Lamiospis y Negaprion. Por esta razón, el análisis sistemático que compete a este estudio en donde se ubica el género Negaprion se basa solamente en las características y afinidades de estos taxa.

Las letras y números corresponden a las siguientes simplesiomorfias, autapomorfias y sinapomorfias, según sea el caso.

A- Simplesiomorfias de la tribu Larcharninini (ver Compagno, 1988. Capítulo 17).

B- Sinapomorfias del grupo Forosus: especies pequeñas (adulto 0.8 - 1.1 mts.); hocico alargado, ligeramente redondeado; aberturas branquiales relativamente angostas; dientes superiores con cúspides angostas, oblicuas y con cúspides secundarias distales prominentes; dientes interiores con una corona recta o semioblicua.

C- Sinapomorfias del grupo transicional: tendencia a incrementar el tamaño a por lo menos 1.5 mts., incremento en el número de vértebras; el hocico varía de ligeramente redondeado y elongado a marcadamente redondeado y muy corto; aberturas branquiales relativamente angostas; dientes superiores con corona angosta, oblicua o semioblicua, cúspides secundarias de bien desarrolladas a ausentes; dientes interiores con corona de oblicua a recta y raíces con bordes rectos.

D- Autapomorfias de Nasolamia: hocico cónico y angosto; narinas agrandadas, región etmoidea muy angosta y muy elongada; cápsulas nasales con ejes largas y virtualmente paralelas al eje craneal.

E- Sinapomorfias del grupo Lamiatas: especies de tamaño mediano a grande; hocico ligeramente redondeado o subangular y corto o bien, elongado; reducción de los pliegues nasales anteriores; dientes superiores con corona angosta, marcadamente alargadas, rectas o semioblicuas y sin cúspides secundarias; dientes interiores similares a los superiores; aserraciones a todo lo largo del borde de la corona.

F- Autapomorfias de un grupo de selacios con dientes de corona ancha, triangular, aserrada y sin cúspides secundarias.

f- Sinapomorfias del grupo Hemivirgatus: hocico marcadamente redondeado, pliegues nasales anteriores rudimentarios, aberturas branquiales angostas; dientes superiores con cúspides moderadamente largas, angostas, rectas o semirectas y raíces con bordes casi rectos.

h- Autapomorfias de Trionax: cuerpo esbelto, dientes anchos y triangulares, oblicuos; rastrillos branquiales; aletas pectorales elongadas y angostas; coloración azul.

h- Marcación posiblemente artificial ? de tiburones con hocico corto y achatado y marcadamente redondeado; pliegues nasales ensanchados y engrosamiento del tronco y la cabeza.

i- Sinapomorfias del grupo Obscurus: estabilización de la cresta interdorsal; ensanchamiento del cráneo; hocico marcadamente ancho y corto o moderadamente elongado; dientes con corona ancha y triangular, sin cúspides secundarias; dientes inferiores de corona recta y raíces rectas o moderadamente arqueadas.

z- Sinapomorfias del grupo Leucas: especies grandes con hocico ampliamente redondeado y de corto a muy corto; dientes superiores de corona ancha y triangular, recta o semioblícuca.

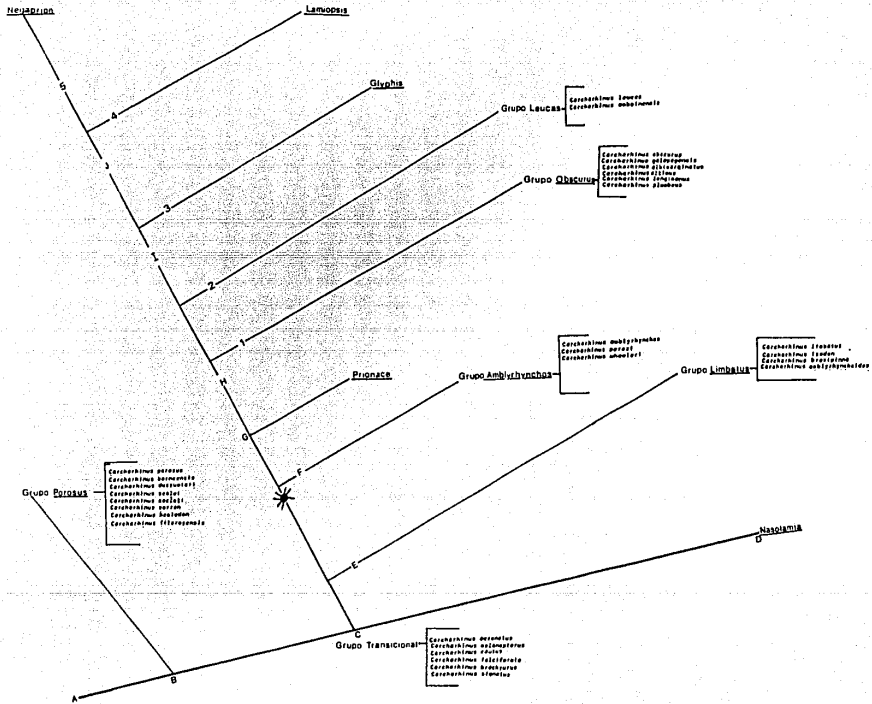
i- Sinapomorfias de un grupo con una tendencia a elongar la corona de los dientes e incrementar relativamente el tamaño de la segunda aleta dorsal.

j- Autapomorfias de Glypto: ojos pequeños dorsolaterales en la cabeza; la corona de los dientes inferiores se proyecta hacia afuera del hocico.

j- Sinapomorfias de un grupo con aletas dorsales prácticamente del mismo tamaño; aletas pélicas elongadas o agrandadas.

4- Autapomorfias de Lampris: hocico elongado ?; marcadamente arqueado; placa basal con quilla.

5- Autapomorfias de Neapron: dientes de corona recta y angosta ?, aserraciones en la hoja basal de la corona de los dientes superiores únicamente; aletas dorsales casi del mismo tamaño.



## Relaciones de las Especies Neógenas de Negaprion

A lo largo de este estudio se pudo observar que la dentición de Negaprion presenta modificaciones conspicuas a lo largo del tiempo geológico, los 20 millones de años que investiga este trabajo (ver tabla 1). El diente característico de Negaprion (Figs. 5 y 8) pasó por una serie de modificaciones que se manifiestan en las especies fósiles así como en las recientes. Por un lado, la corona de los dientes superiores se ve transformada de cónica (Negaprion especie D, Figs. 13 y 14) a aplanada (Negaprion especie C, Fig. 12) y posteriormente ésta es cilíndrica en (Negaprion especie B, Fig. 11). En especies más recientes la corona es triangular (robusta en Negaprion especie A, Fig. 10 y en N. previrostris, Figs. 5-7 y triangular pero más aguda o en forma de pincho en N. fronto, Figs. 8 y 9). Las endentaduras de los dientes superiores también se ven modificadas pues van de un tipo en forma de concha o venera en Negaprion especie D (ver figura 14) hasta las aserraciones de borde recto (Negaprion especie C (Fig. 12), Negaprion especie B (Fig. 11) y Negaprion especie A (Fig. 10) hasta las endentaduras con un patrón algo definido de crestas y valles (como son N. previrostris (Figs. 5, 6 y 7) y N. fronto (Figs. 8 y 9)). Por otro lado, los dientes interiores presentan toda una serie de modificaciones en su aspecto general, que va desde de cónico a cilíndrico (en donde la condición sigmoide o bien un recurvamiento en dirección lingual es poco evidente) hasta dientes puntiagudos en forma

de punzón o pincho en donde la condición sigmoide, o el recurvamiento en dirección lingual, son característicos.

Con la finalidad de obtener una hipótesis de relación interespecífica de este género, se procedió a elaborar un cuadro comparativo (cuadro 2) mostrando ciertos caracteres seleccionados para elucidar la polarización, el grado de evolución y la transformación de dichos caracteres. Como resultado de este análisis se procedió a esquematizar la interpretación de dicho análisis (Fig. 16), obteniéndose una hipótesis de relación interespecífica en donde Negaprion sp. U se toma como grupo externo. El cladograma, (Fig. 16) propone la posible relación entre las especies Neógenas de Negaprion. En la tabla 1 se ubica a las especies de Negaprion en el tiempo geológico.

Cuadro 2. Sinapomorfias de las especies de Negaprion descritas en este estudio. En lo que se refiere al tamaño del diente: 3 significa gran tamaño, 2 = mediano, 1 = muy pequeño. En lo referente a la forma de la corona, 3 = casi triangular, 2 = aplanada (lingualmente), 1 = cilíndrica. Con respecto a las aserraciones, 3 = regulares pequeñas, 2 = irregulares grandes, 1 = en forma de concha o venera. En lo referente a la inclinación, 3 = casi recta, 2 = inclinada, 1 = muy inclinada. Para la robustez de la corona, 3 = muy robusta, 2 = robusta, 1 = frágil, delicada.

CUADRO 2. SINAPOMORFIAS DE LAS ESPECIES DE *NEGABRION* DESCRITAS EN ESTE ESTUDIO.

	Tamaño del diente	Forma de la Cor.	Tipo de Aserrac.	Robustez de Cor.	Inclinac. de Cor.
<i>N. brevisrostris</i>	3	3	3	3	3
<i>N. fronto</i>	3	2	3	2	2
isp. A	3	2	2	3	2
isp. B	2	1	1	1	1
isp. C	2	1	1	1	1
isp. D	0	0	0	0	0



FIGURA 16. En el presente trabajo se considera como grupo externo a Negaprion especie D. A partir de esta especie "primitiva" se derivan las demás especies de este género. La interpretación de los caracteres primitivos y derivados compartidos (Tabla 2) sugiere que, por un lado, las especies fósiles D, B y C se encuentran más emparentadas y por otro lado, que la especie A, N. fronto y N. brevirostris son más afines. Además, se sugiere que la especie B está más relacionada con la especie D que la especie C. Así mismo, la especie A se encuentra más relacionada con N. fronto y N. brevirostris, y es muy probable que a partir de esta especie fósil surjan las especies recientes.

I- Dientes pequeños con corona cónica y aserraciones en forma de concha.

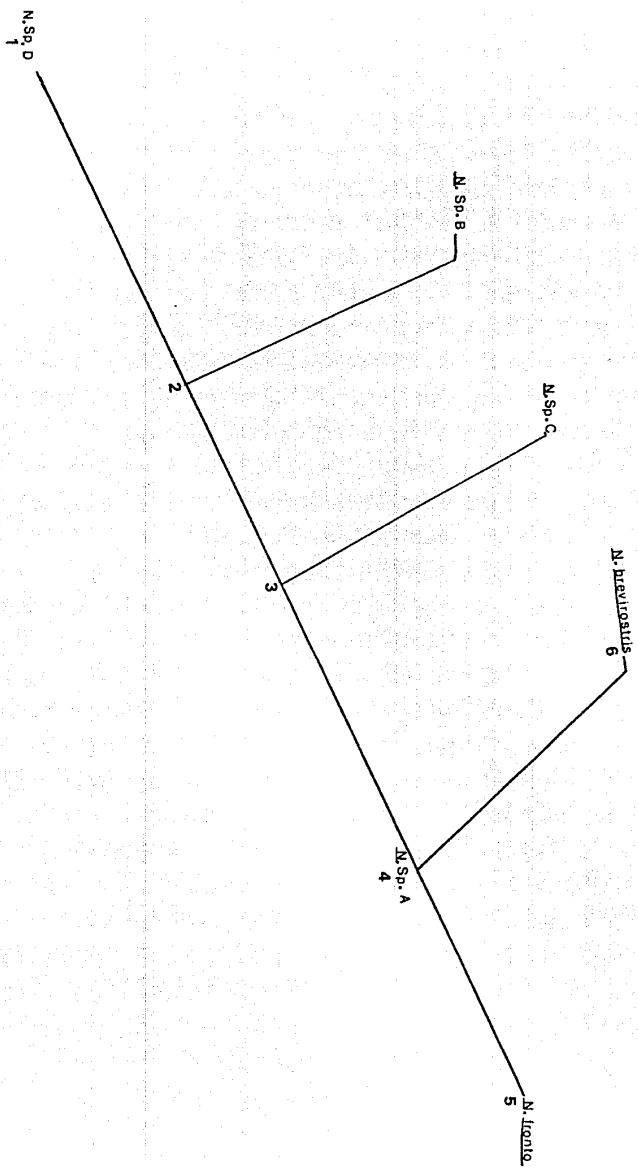
II- Dientes más o menos robustos con coronas casi cónicas y aserraciones irregulares.

III- Dientes más o menos robustos con coronas cilíndricas por la cara lingual. Aserraciones escalonadas irregulares.

IV- Dientes más o menos robustos, triangulares, aserraciones regulares.

V- Dientes esbeltos de corona más o menos triangular, aserraciones regulares.

VI- Dientes robustos, corona triangular y recta, aserraciones regulares.



## Especies del Género Neqaprión

### Neqaprión brevírostris (Figs. 5, 6 y 7)

En la especie N. brevírostris los individuos inmaduros tienen dientes esbeltos y muy frágiles, especialmente los ántero-superiores y todos los interiores. Las aserraciones se encuentran bien desarrolladas en individuos de 2.59 mts. en adelante. En individuos con una talla menor a los 100 cm. las aserraciones son poco desarrolladas, limitándose a ongulaciones, y se encuentran únicamente en la hoja distal de la corona de los dientes laterales superiores. En los morfotipos ántero-superiores de los tiburones inmaduros de talla menor a los 100 cm. las hojas basales carecen de aserraciones y en los morfotipos laterales superiores la hoja basal sinisial no se distingue del contorno de la corona, aunque esta hoja muestra aserraciones, carece de muesca. Un aspecto que resalta entre la forma adulta y la juvenil es la robustez de los morfotipos ántero-superiores y todos los interiores. Otra característica que sobresale entre el adulto y el juvenil es que el morfotipo E es curvo en el adulto (Fig. 5) y recto en la forma juvenil. El tamaño de la muestra examinada de los dientes de esta especie abarca un rango bastante considerable de especímenes muy pequeños a individuos grandes y sexualmente maduros. El morfotipo E midió 18.8 mm. Alt. tot. (Altura total) y 15.9 mm. Long. K. (Anchura total) en el espécimen maduro más grande y 4.6 mm. Alt. tot., 4.5 mm. y Long. K. en el

especimen juvenil más pequeño (la longitud total del ejemplar fue de 68.7 cm).

De los dientes fósiles que se examinaron están los del Mioceno tardío de Bone Valley, Florida (Fig. 6). En este lote se encuentran representados, en su mayoría, elementos laterales superiores e inferiores. Sin lugar a dudas, los dientes de esta localidad pertenecen al género *Megaprius*; muestran todas las características correspondientes al género: son triangulares, las coronas son lisas (no presentan aserraciones) y en los dientes superiores únicamente hay aserraciones en las nojas basales; los dientes ántero-superiores y primeros laterales (1-4) al ser vistos lateralmente muestran la condición sigmoide. En general, se pudo apreciar que estos dientes fósiles son mucho más robustos y grandes que los dientes de las formas recientes examinadas. Sin embargo, las proporciones anatómicas de estos dientes fósiles son iguales a las de los dientes de las formas actuales examinadas: es decir, en los elementos anteriores la altura total del diente es mayor que la longitud total de la raíz; en los elementos laterales más cercanos a la sínfisis la relación de la altura de la corona con respecto a la longitud de la raíz es igual o un poco mayor pero al irse alejando los dientes laterales de la sínfisis la relación cambia, pues el largo de la raíz es mayor que la altura de la corona. En este lote el diente de mayor tamaño fue el primer lateral superior (22.8 mm. Alt. tot.) y en la mandíbula inferior el de mayor tamaño fue el

primer anterior (22.5 mm. Alt. Tot.). Debido a que el único factor que se ve alterado en estos dientes es el tamaño, se puede sugerir que pertenecían a una forma del mismo tipo que el Negaprion brevirostris actual (ver figura 5) pero que obviamente era de mayor tamaño. En las medidas y proporciones que se tomaron de los distintos ejemplares de Negaprion brevirostris se puede observar que los dientes son de distinto tamaño y la relación de la anchura total/longitud total varía dependiendo de la posición que ocupen en las mandíbulas. Debido a que el tamaño de la muestra no fue lo suficientemente numerosa, no se pueden desarrollar teorías sobre la manera en que el tamaño de los dientes se relaciona con la longitud total del tiburón y tampoco se tienen indicios de un dimorfismo sexual. Es necesario que en el futuro se examinen un mayor número de dientes para así poder establecer con exactitud la relación que existe entre el tamaño de los dientes y la longitud de los tiburones. De tal manera se podrá establecer un patrón que nos indique una línea de crecimiento o edad de clase. Para medidas y proporciones ver tablas 1A-1R del Anexo.

#### Negaprion fronto (Figuras 8 y 9)

En principio, los dientes de N. fronto, son esbeltos y dan la apariencia de ser más frágiles que los de N. brevirostris (ver figura 5). Otra característica es que el ápice del morfotipo A apunta distalmente y el ápice del morfotipo C apunta hacia la sínfisis (ver figura 6). En los

morfotipos ántero-superiores de N. fronto se observó que la parte basilar de la raíz es de superficie plana y no forma parte del abultamiento de la misma. En N. brevisrostris la parte basilar de la raíz no es plana, al contrario, sigue la redondez general del centro de esta estructura. Los morfotipos dentales de la forma fósil de N. fronto del Plioceno tardío de Rancho Algodones (Fig. 4) comparten las mismas características que N. fronto y en este caso ocurre lo mismo que con N. brevisrostris pues los dientes de la forma fósil de N. fronto (Rancho Algodones Loc. IGM 92) son más robustos y no se muestran frágiles como los dientes de la forma reciente, esto es muy evidente en los morfotipos anteriores (Fig. 8). Debido a que la única variante entre los dientes de la forma reciente y la fósil es el tamaño y la robustez, se considera en esta tesis que las formas fósil (Rancho Algodones) y reciente de N. fronto son la misma especie, sin embargo, la forma fósil era de mayor tamaño. Para medidas y proporciones ver cuadros 2A-2U del Anexo.

Por lo que se observó en este trabajo tanto en las mandíbulas de N. brevisrostris como de N. fronto recientes, se anota lo siguiente: la dentición de ambas comparte las características de un tiburón de la familia Laccnarninidae, en donde los elementos dentales superiores tienden a ser triangulares y oblicuos y no presentan denticulos secundarios. Las coronas de los dientes superiores tienden a ser triangulares, angostas y más bien rectas en los morfotipos anteriores y anchas y oblicuas en los morfotipos

laterales y posteriores. Es decir, estos dientes son simétricos y rectos en la parte anterior de la mandíbula. Las coronas de los dientes laterales y posteriores se van ensanchando y pierden su simetría pues las coronas se curvan hacia la parte distal (ver figura 2 y 3). Los elementos dentales de la mandíbula inferior son rectos y presentan bordes cortantes muy filosos. Los dientes inferiores son similares a los superiores en forma general y, en especial, los dientes ántero-inferiores son muy parecidos a sus homólogos superiores, excepto en que los primeros no presentan hojas basales aserradas. Se observó que tanto en N. brevirostris como en N. fronto la mandíbula superior muestra una marcada heterodoncia en donde los anteriores se distinguen de los laterales por presentar coronas rectas, por mostrar raíces simétricas y compactas en el primero y segundo anterior, siendo esta estructura asimétrica en la tercera posición. En la mandíbula inferior los dientes anteriores son mas parecidos a los laterales excepto que la raíz es mas abultada, compacta y alta en el primer anterior, y el segundo y tercero poseen una raíz en donde el lóbulo sinfisial es más alargado que el distal. En la mandíbula superior existen tres pequeños dientes alternos con una gran variación de formas (no considerados en las descripciones de este trabajo). En la mandíbula inferior existe un diente medio y dos sinfisiales (ver figuras 2 y 3). En general estos dientes son en forma de estaca o de espina y no fueron considerados porque excepcionalmente aparecen en el registro

fósil. Los dientes laterales inferiores son de corona recta y la raíz tiende a ser casi recta y con un ángulo poco profundo.

Con respecto al problema taxonómico de N. brevirostris y N. fronto Compagno (in Litteri 22, feb., 1989) le comunica al Dr. Applegate (Director de esta tesis) lo siguiente: Que basándose en el material utilizado en la elaboración de su libro Sharks of the Order Carcharhiniiformes (1989), el autor tuvo problemas para separar a N. brevirostris de N. fronto, pero que otras investigaciones muy bien podrán resolver el problema en favor del reconocimiento de N. fronto como una especie válida.

En el presente trabajo se considera a N. fronto como especie válida ya que presenta diferencias dentales con respecto a N. brevirostris. En N. fronto el ápice del morfotipo (A) apunta distalmente y el ápice del morfotipo (C) apunta sinfisialmente (Fig. 8). En N. brevirostris estos morfotipos son de ápice recto (Figs. 5 y 6). También se les considera como especies distintas debido a que la dentición de N. fronto tiende a ser más esbelta y en N. brevirostris tiende a ser más robusta.

Por lo antes mencionado en el presente estudio se considera a N. fronto como una especie distinta de N. brevirostris. Sin embargo, se sugiere realizar un análisis más detallado con una muestra más significativa para corroborar dicha interencia.



## Especies Fósiles Nuevas aún no Nominadas

### Negaprion especie A (Fig. 10)

Es muy evidente en la especie A la robustez de los dientes a diferencia de la esbeltez y fragilidad de N. fronto reciente. Esto resalta en el morfotipo A, que en relación a su homólogo en N. fronto (Fig. 8), es de menor tamaño, pero comparativamente más robusto. El morfotipo C no obstante presenta cierta semejanza con su homólogo en N. fronto, tiene el ápice de la corona señalando hacia la sínthesis, sin embargo, es más pequeño y robusto, con una corona más ancha y de raíz más bulbosa. Negaprion especie A tiene un tercer ántero-superior semejante al de N. fronto, sin embargo, en la especie A el morfotipo E tiene hojas basales más marcadas y, a juzgar por su silueta, presentan un menor número de aserraciones siendo éstas de mayor tamaño. Con respecto a los morfotipos interiores, la especie A tiene dientes más simétricos y robustos, en donde en general ambos lóbulos de la raíz tienen un remate redondeado (Fig. 10). En general en N. fronto el lóbulo distal muestra un remate angular en estos elementos. En términos generales los morfotipos ántero-superiores de N. sp. A son casi tan robustos como los de N. brevirostris (Figs. 5, 6 y 7) y en comparación con N. fronto (Fig. 8) son más pequeños y con la raíz más bulbosa, sin embargo, son de apariencia más fuerte y la forma de la raíz es más abultada en el centro. Los dientes látero-superiores son menos curvos en comparación

con N. fronto. Los dientes látero-inferiores, a diferencia de N. fronto, tienen una menor profundidad en el ángulo de la raíz. En lo que se refiere a los anteriores y laterales inferiores es muy evidente la robustez de éstos cuando se les compara con N. fronto. En general estos dientes tienen los extremos de la raíz marcadamente redondeados y no muestran los recurvamientos prominentes en dirección lingual de N. fronto. Si bien Negaprion especie A tiene afinidades con N. fronto también tiene características propias por las cuales se le considera como otra especie (ver cuadro 1 y 2).

La forma de los dientes de esta especie sugiere que su uso principal era, por un lado, el de perforar y asir a la presa y por otro lado, para cortar o bien para trozarla. El tamaño y el aspecto fornido de los dientes de Negaprion especie A se pueden relacionar con un tamaño de presa relativamente grande (probablemente mamíferos marinos). Ni la evidencia paleontológica ni los conocimientos que se tiene acerca de los hábitos alimenticios de Negaprion reciente asocian a este tiburón con mamíferos marinos, en una relación depredador-presa. Sin embargo, los restos de mamíferos marinos (Útarioidea) encontrados en la localidad de El Rito, Baja California Sur, en los mismos sitios donde se han encontrado fósiles de Negaprion, incluye la posibilidad de que este tiburón se alimentara de los cadáveres en descomposición de estos animales pudiendo ser un carronero oportunista. Para medidas y proporciones ver cuadros 3A-3B del Anexo.

Negaprion especie B (Fig. 11)

En Negaprion especie B la corona del morfotipo A, en su totalidad, apunta distalmente. A diferencia de N. fronto donde solamente es el ápice de la corona el que apunta en esa dirección. Con respecto a N. fronto (Figs. 8 y 9) la corona del morfotipo A es menos alargada pero es más robusta y de bordes rectos y el margen sinfisial no es convexo. En comparación con N. fronto la profundidad basal del ángulo de la raíz es menor. Comparativamente con su homólogo de Negaprion especie A (Fig. 10), la corona es más ancha y más larga. El morfotipo C de Negaprion especie B comparado con N. fronto tiene una raíz más simétrica y alargada y la forma del ángulo es en "V" pero es más abierto, la profundidad basal del ángulo de la raíz es menor. A diferencia de su homólogo en N. fronto la raíz presenta un lóbulo sinfisial con remate redondeado y el lóbulo distal en su extremo es recto. En N. fronto generalmente es el lóbulo sinfisial el que es de reborde recto. La corona de este morfotipo, en comparación con N. fronto, es menos alargada pero es más robusta. En cuanto a su homólogo de la especie A éste es más simétrico y recto y la corona es más ancha. La raíz es diferente pues no es bulbosa sino de lóbulos alargados. El morfotipo E en relación con N. fronto tiene una corona más angosta y las aserraciones de las hojas basales son poco perceptibles. A diferencia de N. fronto los lóbulos de la raíz son más delicados y tienen los extremos redondeados, el ángulo que describen es en "U" y la profundidad basal del

ángulo es mayor. En referencia a la especie A este morfotipo es menos robusto. La longitud y anchura de la corona es menor y las hojas basales apenas se aprecian. La raíz es distinta, pues es más compacta, y el ángulo que describe es en "U" con una profundidad basal del ángulo mayor. El primer ántero-inferior de Negaprion especie B (Fig. 11) es distinto de su homólogo en N. fronto (Figs. 8 y 9), pues el primero es más simétrico. La condición sigmoide en este morfotipo no es tan evidente pues la corona es aplanada lingu-labialmente. La raíz en general es de apariencia triangular, no es compacta y a diferencia de N. fronto (Figs. 8 y 9) los lóbulos son más simétricos y el ángulo que conforma es en "U". La profundidad basal del ángulo es menor. En relación con su homólogo de la especie H (Fig. 10) es en general más simétrico. También a diferencia de la especie A, la corona no se inclina distalmente, excepto en la punta (esta inclinación distal es muy evidente tanto en N. fronto, como en la especie H). En comparación con la especie A este diente es menos robusto. También se diferencia pues no se acentúa la condición sigmoide. Difiere de su homólogo en A en que la raíz tiene lóbulos simétricos, no es abultada, los extremos de los lóbulos son levemente angulares y describen un ángulo en "U" simétrico. En la especie A este ángulo también es en "U" pero no es simétrico debido a la asimetría de los lóbulos. El tercer ántero-inferior P es en general más simétrico y de corona recta, su homólogo N. fronto es distinto por su condición

sigmoide que no es muy evidente debido al aplastamiento de la cara lingual. Es diferente a N. fronto en que la raíz es más abultada y a la vez más alargada, la unión de los lóbulos es casi rectilínea. A diferencia de N. fronto el lóbulo distal tiene un reborde angular. En comparación con la especie A el grado de apariencia sigmoidea es muy similar. A diferencia de la especie A la raíz es más robusta, los lóbulos son más alargados, el lóbulo distal es de extremo angular, la unión de los lóbulos es casi rectilínea y la profundidad basal del ángulo es menor. Los morfotipos laterales superiores son muy distintos a los de N. fronto, pues, la corona es cilíndrica y, en general, las aserraciones en L1 y L2 resaltan más. A diferencia de N. fronto los morfotipos laterales superiores de Negaprion especie B no tienen un patrón definido en cuanto a la forma de la raíz. En general, los laterales superiores de Negaprion especie B (Fig. 11) son esbeltos en comparación con N. fronto. En contraste con N. fronto los látero-interiores de la especie B son más robustos. La condición sigmoide no es tan evidente debido a la compresión de la cara lingual. En comparación con N. fronto ambos lóbulos muestran rebordes redondeados. En relación a la especie A los morfotipos laterales superiores difieren tanto como en N. fronto excepto por L1 que es muy similar a su homólogo en la especie A. En cuanto a los látero-interiores los de Negaprion especie B son menos robustos que en la especie A, sin embargo, de apariencia menos sigmoide y son muy similares en cuanto a la forma de la raíz. La apariencia

general de los morfotipos y el aspecto general de la dentición en conjunto de Negaprion especie B sugiere que la principal función de los dientes era la de punzar y desgarrar. A Negaprion especie B se le considera diferente de N. fronto y de Negaprion especie A pues muestra características únicas que resaltan en los dientes ántero-superiores.

#### Negaprion especie C (Fig. 12)

Negaprion especie C muestra por un lado, más afinidad con Negaprion especie A porque los morfotipos superiores presentan raíces alargadas y en algunos casos por ser éstas de forma triangular. Otra similitud es lo robusto de los dientes y que la corona no es cilíndrica. Por otro lado, sus morfotipos inferiores muestran similitud con la especie B (Fig. 11) por la forma cilíndrica de la corona de algunos de éstos. La morfología de los dientes de Negaprion especie C sugieren que al alimentarse requería de una acción para punzar y cortar o trozar principalmente.

#### Negaprion especie D (Figs. 13 y 14)

Para erigir el juego dental de Negaprion especie D se utilizaron dientes de dos localidades distintas; en la localidad de Los Diez Minutos (The ten minute locality) y del Escondite de Harley (Harley's Hideaway). Se hizo esta combinación, pues al revisar y comparar el material proveniente de ambas localidades no se encontró

característica alguna por la que se pudieran diferenciar. Por lo tanto en este trabajo se considera que los dientes de estas dos localidades corresponderían a una sola especie. La heterodoncia de Negaprion especie D difiere de la de las especies descritas. Se puede decir que la especie D es heterodonta en menor grado, ya que la mayoría de los dientes látero-inferiores son extraordinariamente similares a los laterales superiores en la forma e inclinación de la corona. A juzgar por las características dentales, se puede inferir que los hábitos alimentarios de este pequeño tiburón requerían principalmente de acciones para triturar y moler más que de fuerza para rasgar y/o cortar. Sin embargo, la forma de los anteriores B, D y F y de los primeros tres látero-inferiores sugieren que las presas potenciales de este tiburón pudieron haber sido peces pequeños. Con los dientes inferiores en forma de aguja este tiburón bien pudo utilizarlos para punzar, perforar y retener a sus presas. Sin embargo, la forma de la dentición en general, sugiere una alimentación de organismos con exoesqueleto duro. La forma cónica de las coronas y las aserraciones en forma de concha podían haber triturado el exoesqueleto de las presas con facilidad y no así perforar y desgarrar, pues la corona no es lo suficientemente larga en estos dientes como para llevar a cabo una buena penetración, y las aserraciones no son propicias para llevar a cabo una acción cortante. El tamaño de los dientes de Negaprion especie D (figs. 13 y 14) indican que este tiburón era de menor talla que cualquiera

otra de las especies antes descritas y por las diferencias dentales, a las que se hizo referencia, se le considera por tanto como una especie distinta.

Todas las especies fósiles no nominadas en este trabajo deberán esperar a obtener más material comparativo para ser nominadas con confianza en el futuro.

### Morfología Funcional

Las conclusiones que surgen de los estudios de la morfología funcional o adaptativa, sobre un organismo, o de un grupo de organismos, pueden ser divididas en dos grandes categorías. Por un lado, consideramos las aseveraciones basadas en conocimientos generales sobre la fisiología o morfología del grupo; por otro lado, la interpretación detallada derivada del conocimiento de los organismos vivos más relacionados (taxonómicamente) con la especie en estudio (Espinosa, 1987).

En relación a las conjeturas generales basadas en estructuras morfológicas o pertinentes a la fisiología, rara vez se preservan los elementos blandos (e.g. tejidos) e inclusive los restos del esqueleto apendicular o axial de los tiburones por lo que no existe esta evidencia para llegar a conclusiones pertinentes. Además, estos son de los fósiles más raros. Es por esto que la mayoría de las ideas, en relación con la biología de los tiburones fósiles, se basan en observaciones de los dientes ya que éstos se encuentran bien representados en el registro fósil y se



puede obtener información adecuada al compararlos con sus homólogos recientes.

En la actualidad no existe información paleontológica reportada sobre el género Negaprion en relación con muchos aspectos sobre sus actividades biológicas (e.g. hábitos alimentarios), como en el caso de Isurus, para el cual existe información paleontológica reportada en relación a sus actividades, por ejemplo, hábitos alimentarios y estructuras anatómicas. Esta información es la de Leriche (1926) en su trabajo sobre los peces del terciario de Bélgica y la de Applegate (1964) en su estudio del Mioceno tardío del Sur de California.

En 1926, Leriche encontró un diente de I. hastalis incrustado en la vértebra de un cetáceo, ésto indicando la posibilidad de que I. hastalis pudo ser, por un lado, depredador de cetáceos o, por otro, carronero. Posteriormente Applegate (1964) reporta la impresión de una coia fósil de tiburón y, en base a la condición asteroespóndila de las vértebras, a la forma y gran tamaño del lóbulo inferior (condición pseudonocerca) y en la estructura radial de las lamelas de los elementos caudales, la asigna al género Isurus. Debido a la asociación con los dientes del mako "dientes de gancho" en el lugar donde se encontró la coia, el mismo autor sugirió que la especie podría ser I. planus.

En este trabajo las interpretaciones derivadas de los elementos más abundantes (dientes fósiles), se apoyan en las

comparaciones morfológicas minuciosas con estructuras dentales de las formas vivas. Se espera que este análisis sea útil como base para la elaboración de futuras interpretaciones acerca de las adaptaciones tróficas de las especies del género Negaprion del Neógeno (todas extintas menos las tres actuales). Además, junto con la información paleobiológica, climatológica y geológica existente, sin duda ayudarán a delucidar el escenario paleoecológico del Neógeno de Baja California y Baja California Sur en México.

### Relaciones Funcionales

Los dientes de los selacios (considerando el juego dental en conjunto como una estructura) han sido divididos en por lo menos seis categorías distintas basadas en la forma y la función del diente. Las seis categorías discutidas por Cappetta (1987) son las siguientes: (a) del tipo de asir o agarrar; (b) del tipo para desgarrar o rasgar; (c) del tipo para cortar o cercenar; esta categoría se encuentra dividida en dos subtipos 1) el subtipo para cortar sensu stricto y 2) el subtipo para agarrar y cortar; (d) del tipo para comprimir y triturar y (e) del moler.

Como se mencionó anteriormente, Applegate (1965) en su estudio de Carcharias taurus, establece lo siguiente: 1. Que los dientes anteriores, esbeltos y puntiagudos, sirven para ensartar y matar a la presa, o bien para aturdiria (su marcada inclinación hacia la parte interna de la boca facilita la sujeción y el desplazamiento del alimento al

interior de la boca). 2. La función de los dientes sinisiales e intermedios (estos últimos ausentes en Negaprion) es la de crear una interrupción o espacio, separando así a los dientes anteriores en dos secciones; esto probablemente reduce el número de dientes que ensartan a la presa, promoviendo consecuentemente una penetración rápida y profunda, asimismo una liberación dinámica después de haber sido atrapada y muerta la presa.

3. Los dientes laterales parten o cortan a la presa en trozos engullibles o tragables. 4. Los posteriores retienen y aplastan el alimento (el uso de estos dientes está indicado por el gran desgaste que muestran). En este mismo trabajo Applegate discute acerca de las adaptaciones funcionales de los morfotipos dentales con base en el análisis de contenido estomacal de doce tiburones de la especie C. taurus. Applegate observó que las presas (peces) habían sido partidos en dos, la cola de las presas mostraban perforaciones que, a juzgar por su tamaño y la manera en que se encontraban dispuestas, fueron hechas por los dientes anteriores. El corte limpio y recto fue logrado por los dientes laterales.

Se puede decir que en general los dientes de Negaprion descritos en el presente estudio caen dentro de la categoría d (para desgarrar o rasgar), y d (para comprimir o magullar), mencionadas por Cappetta (1987). Según Cappetta (op. cit) el tipo dental (b) se caracteriza por la presencia de varias hileras funcionales en la parte anterior de la

mandíbula, por coronas esbeltas que por lo general poseen bordes cortantes muy distintivos, y muestran variación en tamaño en las posiciones laterales. Sin embargo, aunque los dientes ántero-superiores de Negaprion caen dentro de esta categoría no son esbeltos como los ántero-inferiores. Esto sucede en N. brevisrostris. No obstante, en N. fronto los ántero-superiores son muy parecidos a los inferiores en cuanto a la esbeltez y la forma de pincno. El tipo dental (d) está representado en menor grado en los dientes posteriores de ambas mandíbulas. Según este autor este tipo dental está presente principalmente en peces con hábitos bentónicos o que habitan por lo menos cerca del fondo y todos o casi todos sus dientes son de ese tipo. Comúnmente estos dientes están imbricados estrechamente. El número de hileras funcionales es considerable al igual que el número de dientes que ocupan esta posición.

En su estudio Lappetta (1987) hace notar que al referirse a la evolución de algunos grupos o clanes de tiburones que muestran la transición de una dentición para cortar sensu stricto (Squalus) a una dentición del subtipo de agarrar y cortar (Hamnopterus, Scymnorninus), no necesariamente se debe de considerar a este último subtipo como el más evolucionado, ya que este subtipo estaba expresado en tiburones primitivos, por lo que esta tendencia no refleja cambios evolutivos ineludibles. En cuanto a esto Negaprion no se presta para discusión pues su dentición no muestra una tendencia a cambiar a través del tiempo de una

dentición para cortar sensu stricto a una para agarrar y cortar.

La comparación de la morfología dental de las especies de Negaprion (fósil y reciente) indica que el posible ancestro de Negaprion llamémoslo " Proto-Negaprion " era un tiburón de dientes pequeños de coronas cónicas o bien cilíndricas y en donde las hojas basales de los dientes superiores presentaban diminutas protuberancias en forma de concha a manera de aserraciones. Estas características sugieren hábitos de alimentación en donde se requiere de agarrar y magullar más que de cortar. Las modificaciones que se presentaron posteriormente incrementaron la capacidad de punzar, retener y desgarrar. El cambio de la forma de las aserraciones intensifica la acción de cortar o trozar a la presa. Espinosa (1987) lleva a cabo la analogía de la dentición de la especie fósil de Isurus sp. F y de Negaprion brevirostris sugiriendo que N. brevirostris posee una homodoncia secundaria o bien una sutil o tenue heterodoncia, donde los dientes son fuertes y rectos con coronas cortas y angostas. Por ende, la estructura y forma de los morfotipos dentales de estas dos especies sugieren que sus hábitos de alimentación requieren más de triturar y desgarrar que de mecanismos para cortar o rebanar. Esta analogía es divergente de lo observado en el presente estudio, pues en las mandíbulas revisadas de N. fronto y de N. brevirostris se nota por un lado, heterodoncia dignática y por otro lado, heterodoncia monoagnática gradual. Sin embargo, se está en

concordancia con este investigador con respecto a su interpretación sobre los dientes de Negaprion como estructuras que más que para cortar funcionan para triturar y desgarrar. Se debe de considerar que la superficie conformada por los dientes posteriores no muestra un desarrollo tan característico como el mencionado por Cappetta (1987). Debido a ésto se estima que el triturar en pedazos muy finos o moler a la presa viene como un aspecto secundario e inclusive no tan necesario, ya que los dientes posteriores no presentan las características para llevar a cabo la acción de triturar o moler como un principal mecanismo de alimentación. Esto se ve representado en algunas especies como G. cirratum. por la formación de una placa. En los ejemplares de Negaprion revisados para este estudio, se notó que los dientes posteriores no conforman una placa amplia como para moler pues el número de hileras funcionales es de tres a cuatro, amén de que, en general, la forma de la corona de estos pequeños dientes sugiere más bien una acción para sujetar y/o magullar a la presa.

#### Adaptaciones Tróficas

Durante el Neógeno temprano, el género Negaprion se encontraba representado por lo menos por cuatro especies fósiles poco diversificadas, todas ellas representando depredadores de peces y otros organismos marinos.

Para comprender los posibles nichos ecológicos que ocupaban las especies de Negaprion del Neógeno se dará una

breve discusión basada en especies recientes que están, o no, relacionadas taxonómicamente y que tienen adaptaciones similares. Tomando en cuenta la morfología de los dientes así como las características de las especies modernas de Negaprion, ocurre que N. brevirostris (forma del Atlántico) y N. fronto (forma del Pacífico) son tiburones bien adaptados para alimentarse de peces.

#### Recientes

Varios investigadores han realizado diversos trabajos sobre la alimentación de N. brevirostris. Algunas de las consideraciones más importantes acerca de sus estudios son las siguientes: su alimentación básica consiste en peces, moluscos y crustáceos. También se alimentan de otras presas como: rayas, pez guitarra, bagre y roncós, entre otras. (Compagno, 1984). Springer (1950) menciona que en los estómagos de muchos individuos encontró restos de pequeños tiburones y de aves marinas. En un estudio realizado con tiburón limón juvenil, Schmidt (1986), observó que pequeños peces demersales y camarón rosa (juvenil) (Penaeus duorarum) fueron la principal presa de los tiburones. Gruber (1982) verifica la presencia de peces y crustáceos en la dieta de tiburones colectados en los Cayos de Florida. Schmidt (1986) sugiere que la dieta de los pequeños tiburones (limón) refleja la disponibilidad de las presas en el habitat y algo de selectividad basada en el tamaño de las presas que pueden ser ingeridas por los tiburones con facilidad. Como

resultado de este trabajo, y de otros anteriores, Schmidt (op. cit.) observó que los tiburones juveniles consumieron peces de dos categorías principalmente: especies demersales y de movimiento lento, que no forman cardúmenes por naturaleza, y de peces de la superficie o subsuperficie de movimientos rápidos y que tienden a conformar cardúmenes en aguas poco profundas y sobre habitats con pasto. El Dr. Schmidt concluye que los especímenes juveniles de tiburón limón de Cayo Sandy son consumidores carnívoros de la parte superior de la cadena trófica y su dieta principal se compone de peces pequeños y camarón. En otro estudio, que hasta la fecha sigue realizando Charles Pike III, de la Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, del tiburón limón de Bimini, Bahamas, ha visto que, durante los primeros tres años de vida, el tiburón limón se alimenta básicamente de crustáceos y de pequeños teleósteos. Al crecer, su predilección por los crustáceos es mucho menor y se concentran más en teleósteos (Charles Pike III comm. pers., mayo 1988). Según los datos obtenidos en el desarrollo de este estudio parece ser que los tiburones (limón) en los Cayos de Florida y en Bimini, Bahamas, muestran una predilección por el corredor azul, Caranx chrysos. En el laboratorio, Pike III alimenta a sus tiburones con 2.7% de su peso total por semana. Los tiburones bajo observación muestran predilección por el corredor azul o alguna otra especie relacionada. Al parecer, estos tiburones se desarrollan favorablemente al alimentarse



de peces como el barrilete pues posee alto contenido nutricional. Las observaciones realizadas por Pike III muestran que el tiburón limón permanece de tres a cinco años de su vida en la laguna y en el área de bajos de Bimini en donde las presas más abundantes son los cangrejos, la mojarra, el guachinango y el corredor azul. Una vez que son lo suficientemente grandes como para forrajear en los arrecifes y aguas aledañas incluyen en su dieta a especies más grandes de barriletes y otras especies más (Pike III, comm. pers., julio 1988).

En el estudio radiográfico del paso de alimento a través del tubo digestivo de tiburones limón desarrollado por Wetherbee et al. (1987), se observó lo siguiente: los tiburones requirieron de 68 a 82 horas para vaciar completamente el tracto alimenticio. Se considera que este lapso de tiempo es considerablemente lento en comparación con la mayoría de los teleósteos y en especial cuando se le compara con peces tropicales. Cortes (1987) encontró que la evacuación gástrica del tiburón limón se prolonga de 37 a 41 horas en comparación a los valores reportados para teleósteos (citado en Wetherbee et al. 1987).

Cabe mencionar que para elaborar esta tesis se llevó a cabo la observación de una gran cantidad de rayas en las aguas cercanas a los arrecifes y en los bajos de Bimini, pudiendo ser éstas presas potenciales para el tiburón limón. Al preparar las siete mandíbulas de especímenes colectados en Bimini por el autor de esta tesis como invitado del Dr.

Samuel H. Gruber de la Universidad de Miami, se observó la presencia de espinas de rayas sp. en las mandíbulas de organismos de 200cm. o más. En las mandíbulas preparadas de organismos juveniles (menores de 100cm.) no se detectaron espinas.

La información sobre los hábitos alimentarios de N. fronto no ha sido reportada y por consiguiente es muy escasa. Es prácticamente imposible detectar diferencias en las dietas de estas dos especies. Sin embargo, a N. fronto se le considera como un tiburón de hábitos costeros en las aguas templadas y tropicales del océano Pacífico por lo que se puede inferir que los hábitos alimentarios pueden ser los mismos de N. brevirostris. De aquí que su diferenciación taxonómica sea tan problemática.

De entre los estudios de telemetría desarrollados con el tiburón limón, está el de Gruber et al. (1988). En este estudio, realizado con tiburones N. brevirostris de Bimini, Bahamas se observó a los tiburones limón en asociación con otros tiburones y con teleósteos. En varias ocasiones se vió a estos tiburones nadando cerca o entre cardúmenes de peces de la familia Carangidae. En varias ocasiones se observó a un tiburón limón en una profundidad de 3 mts. en medio de un cardumen de peces, constituido principalmente por Larax spp. y en el cual también había barracudas Sphyraena barracuda y por lo menos dos tiburones gata, Ginglymostoma cirratum. Otras asociaciones interespecíficas incluían interacciones aparentemente sociales entre tiburones limón y

tiburón gata al igual que entre tiburón limón y rayas, *Liasyatis americana*. Durante las interacciones ninguno de los protagonistas parecía estar alarmado y nadaban como de costumbre o un poco mas lento. Este estudio sugiere que el tiburón limón ocupa día tras día un espacio de actividad relativamente restringido, al cual se le conoce como ámbito hogareño. Los autores sugieren que el requerimiento de espacio de este tiburón incrementa al hacerse mas viejo. Las actividades observadas en el trabajo de Gruber et al. (1988) llevan a pensar que la laguna de Bimini se encuentra dividida en tres zonas. La primera es una zona de criadero. Esta zona se caracteriza por ser de aguas poco profundas y por tener franjas de manglares. La segunda zona está ocupada por juveniles y es mas amplia. La tercera es un área para subadultos y tiburones maduros y su extensión es mayor que la primera y segunda. Al tener más edad y hasta que alcanza la madurez, el tiburón limón selecciona habitats siempre de mayor área. Posteriormente pasan la mayor parte del tiempo en los alrededores del arrecife y se piensa que hacen migraciones distantes. Otras observaciones realizadas en este estudio son las siguientes: los tiburones observados no flotaban a la deriva de manera pasiva. Su movimiento nunca coincidió con la dirección de la corriente. Los tiburones se movían hacia el Este al salir el sol y hacia el Oeste al atardecer. A medio día los tiburones permanecían vagabundeando en un area general indeterminada sin moverse en una dirección en particular. Gruber et al. (1988)

mencionan que existe la posibilidad de que estos tiburones estuvieran "siguiendo al sol". En Gruber, 1982 (citado en Gruber et al. 1988) se sugiere que, los tiburones limón de Bimini son crepusculares. Sin embargo, por un lado, los estudios realizados en laboratorio sobre la actividad y la respiración de estos tiburones muestra que son nocturnos. Por otro lado, se registró un mayor número de movimientos en la tarde y en la aurora de la mañana. Esta información al igual que la utilización del sol para orientarse sugiere que el tiburón limón es probablemente crepuscular.

Como se pudo ver en los estudios recientes se han detectado áreas con distintas poblaciones (juveniles, inmaduros y adultos) de tiburones limón. Si esta información no es considerada adecuadamente al estudiar a las comunidades fósiles, puede crear problemas serios en las interpretaciones paleoambientales e incluso en la taxonomía de las especies fósiles.

En relación a los hábitos alimenticios de N. acutidens se tiene poca información. Bass et al. (1975) reportan a Uiodon hystrix y espinas de rayas (Uasyatis sp.) en el contenido estomacal de especímenes de este tiburón. Compagno (1984) informa que se alimenta de teleósteos de hábitos bentónicos incluyendo al pez erizo (Uiodon sp.) y rayas.

rosiles

La evidencia conocida (Espinosa, 1979) de las localidades de donde se obtuvieron los dientes fósiles utilizados en este estudio indica lo siguiente: Rancho Algodones (IGM Loc. 92) representa un ambiente marino somero con una profundidad aproximada de 10 mts., y la presencia de algunas formas de invertebrados indican bancos de arena y de lodo así como la desembocadura de algún río, con su consecuente aporte de agua dulce. En esta localidad se encontró como fauna acompañante de *N. fronto* elasmobranquios fósiles que en conjunto es homogénea, en cuanto a habitat, aunque con algunas excepciones. De las 18 especies reportadas para esta localidad una forma es de profundidades mayores a los 1000 mts., cinco especies son consideradas oceánicas, pero con registros de su frecuente ocurrencia en aguas someras; tres formas cuyo habitat está restringido a bahías, una especie con hábitos dulce acuícolas; las otras ocho representan algunas formas que en la actualidad son las más comunes en aguas cercanas a la costa en profundidades que oscilan entre los 3 mts. hasta profundidades moderadas. La presencia de *Carcharodon* sólo es explicable con base en la ocurrencia de numerosos cetáceos, particularmente de un grupo extinto de ballenas azules, así como la presencia de *Isurus oxyrinchus* que se asocia con grandes teleósteos del tipo del pez vela o marlin presentes en la fauna. También se encontraron numerosas placas dentales de rayas asignadas a

Los géneros Myliobatis o Aetobatus que indican un ambiente marino somero similar a bahías o costas de poca profundidad. Esta escasa profundidad también se fundamenta por la presencia de Ginglymostoma sp.. (Para más información véase Espinosa, 1979).

El Rifle (IGM Loc. 124) representa un ambiente marino con profundidades de hasta 5 mts., en esta localidad se encontró como fauna acompañante de Negaprion sp. A, a Larcharninus leucas, Larcharnias taurus, Larcharnias acutissima, Hemipristis serra (forma grande), Galeocerdo rosaliensis, Ginglymostoma sp. rayas (Myliobatis v Uasyobatis), restos de un odebénido, pinípodo, huesecillos del oído medio de una ballena y vértebras de tiburón (que indican que en ese lugar perecieron), también se encontraron restos de peces óseos (Dr. Applegate comm. pers., mayo 1987) y revisión de la colección del Museo de Paleontología del IGUNAM.

La Mesa de los Indios (IGM Loc. 1) representa un ambiente marino con profundidades de 60 a 100 mts., la fauna acompañante de seiácios de Negaprion sp. B se compone de Galeocerdo, Hemipristis, Sphyrna, Ginglymostoma entre otros. y de cráneos de odontocetos y mysticetos no identificados. huesos paquiostóticos que pertenecen a un sirenido y restos de peces óseos (Applegate comm. pers., mayo, 1987 y Minch et al. 1970) y revisión de la colección del Museo de Paleontología IGUNAM.

La Cocina (IGM Loc. 283) representa un ambiente marino con una profundidad moderada de 60 a 300 mts.. La selacifauna acompañante de N. especie U registrada consiste de Galeocerdo, Isurus, Carcharhinus sp., Scyliorhinus, Knizoprionodon, Hemipristis, Sphyrna, rayas (Myliobatis), vértebras de tiburón, huesecillos del oído medio de odontoceto o misticeto y restos de peces óseos. (Dr. Applegate comm. pers., mayo, 1989) y revisión de la colección del Museo de Paleontología IGUNAM.

La localidad "Los Diez Minutos" representa un ambiente marino en donde se encontraron como fauna acompañante de N. sp. U, restos de teleósteos, de cetáceos (onocoénidos o pequeños esqualodontes), vértebras de ballena y un cráneo de Mavicetus identificado por el Dr. Lawrence Barnes. (Para más información de esta localidad véase Applegate, 1986).

La localidad del Escondite de Harley (Harley's Hideaway) (Applegate comm. pers., mayo, 1989) representa un ambiente marino con una selacifauna mixta. La selacifauna de esta localidad indica una variación en cuanto a las profundidades pues, por un lado, se encuentran tiburones de hábitos costeros comunes en profundidades de 1 a 60 mts. (e.g. Negaprion, Carcharhinus, un pequeño tiburón tigre, Heterodontidos, C. mexicanus, rayas myliobátidos y dasiobátidos), restos de peces óseos incluyendo los restos de un pez serrucho. Por otro lado, la presencia de Squatina, nexáncnidos, notorínchidos, squaloides, scyliorhínidos y

odontóspidos, sugiere profundidades de más de 200 mts.. La presencia de organismos con hábitos de poca profundidad junto con organismos de hábitos profundos sugiere que la localidad representa una zona de acarreo (Appleggate comm. pers., mayo 1984).

Toda la anterior evidencia fósil de cada una de las localidades indica ambientes favorables para la existencia de las especies fósiles de Negaprion. Efectivamente en dichas localidades se encontraron dientes de varias especies del género Negaprion. En estas mismas localidades se encontraron restos de rayas y peces óseos que pudieron ser presas potenciales, amén de que las especies fósiles de Negaprion se hubieran alimentado de la carroña de otros tiburones o bien de la de mamíferos marinos.

Considerando la morfología de los dientes de las especies fósiles de Negaprion, éstas no debieron de haberse alimentado de presas muy distintas de las que se alimenta Negaprion hoy en día a no ser por la eventualidad de encontrarse con un mamífero marino a punto de morir o en estado de descomposición.



## CONCLUSIONES

- 1.- La metodología empleada muestra la evidente importancia de conocer detalladamente la heterodoncia en tiburones y lo significativo de los dientes como elementos taxonómicos.
- 2.- Por primera vez se describe en detalle la dentición de Negaprion brevirostris y de Negaprion fronto.
- 3.- Se describen cuatro especies fósiles del género Negaprion del Neógeno de Baja California (1) y de Baja California Sur (3), basándose en las características de los dientes colectados en la Península de Baja California, México.
- 4.- Se sugiere que las especies fósiles del género Negaprion descritas en la presente tesis ocupaban un nicho muy similar al que ocupan las especies recientes.
- 5.- Se establecieron posibles relaciones filogenéticas entre el supuesto ancestro de Negaprion (un scylliorhiníido) y las especies del género (tanto fósiles como actuales).
- 6.- Como resultado del análisis y de las relaciones sistemáticas del grupo, se apoya la hipótesis que plantea la diferencia entre las especies Negaprion brevirostris y Negaprion fronto.
- 7.- Se plantea la invalidez de cuales quiera descripciones de especies diferentes de la familia Carcharhinidae basadas en el análisis y descripción de un solo diente.

B.- Se apoya el uso de juegos dentales como herramienta válida para describir especies diferentes de la familia Larcharhinidae.

## REFERENCIAS

- Antunes, T. M. y S. Jonet. 1970. Requins de l' Helvetien Supérieur et du Tortonien de Lisbonne. Revist. Fac. Cienc., Univ. Lisboa. 2. ser., C (Cienc. Natur.), 16(1):119-280.
- Applegate, S., P. 1965. Tooth terminology and variation in sharks with special reference to the sand shark, Carcharias taurus Rafinesque. Contrib. Sci. L.A. County Mus. 86: 1-18.
- Applegate, S., P. 1967. A survey of shark hard parts. pp.: 37-67. En: Sharks, skates and rays. F.W. Gilbert, R.F. Mathewson y D.P. Rall (Eds.). Johns Hopkins Press. Baltimore.
- Applegate, S., P. 1986. The El Cien Formation, Strata of Oligocene and Early Miocene Age in Baja California Sur. UNAM. Inst. Geol. Rev. 6(2):145-162.
- Applegate, S., P., L. Espinosa, L. Menchaca y F. Sotelo. 1979. Tiburones Mexicanos. SEP. Direc. Gral. de Ciencia y Tecnología del Mar. 146 pp.
- Bass, A., J., J. D. D'Aubrey y N. Kistnasamy. 1975. Sharks of the east coast of southern Africa. 3. The families Carcharhinidae (excluding Mustelus and Carcharhinus) and Sphyrnidae. Invest. Rep. Oceanogr. Res. Inst. Durban. 38:100.

- Beebe, W., y J. Tee-Van. 1941. Eastern Pacific expeditions of the New York Zoological Society. XXV. Fishes from the tropical eastern Pacific. Part. 2. Sharks. Zoologica, N.Y. 26(2):93-122.
- Bigelow, H. B. y W. C. Schroeder. 1948. Sharks. pp.59-576 En Fishes of the Western North Atlantic No.1. Part.1 Lancelets, Cyclostomes and Sharks. Mem. Sears Fnd. Mar. Res. Yale University.
- Cappetta, H. 1970. Les selaciens du Miocène de la region de Montpellier. Paleovertebrata, Mem. Extr. 1970, 137pp.
- Cappetta, H. 1987. Chondrichthyes II Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii. Handbook of Paleichthyology. Vol. 3B. 193pp.
- Carreño, A., L. 1981. Ustrácos y foraminíferos planctónicos de la Loma del Tirabuzón, Santa Rosalía, Baja California Sur, e implicaciones bioestratigráficas y paleoecológicas. UNAM. Inst. Geol. Rev. 5(1):55-64.
- Cervantes, P. 1983. Biología y Taxonomía de la Especie de Tiburón Carcharhinus porosus en Aguas Mexicanas. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. 150pp.
- Compagno, L., J., V. 1984. FAO species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2. Carchariniiformes. FAO Fish Synop. (125) Vol. 4(2):251-655.

- Compagno, L., J., V. 1988. Sharks of the order  
Carcharhiniformes. Princeton University Press. 332 pp.
- D'Aubrey, J., D. 1964. Preliminary guide to the sharks found  
off the east coast of South Africa. Invest. Rep.  
Oceanogr. Res. Inst. Durban, (8):95.
- Espinosa, L. 1979. Los tiburones fósiles (Lamniformes) del  
Rancho Algodones, Baja California Sur, México.  
Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. 55 pp.
- Espinosa, L. 1987. Neogene Species of the genus Isurus  
(Elasmobranchii, Lamnidae) in Southern California,  
U.S.A. and Baja California Sur, Mexico. Tesis de  
Maestría, Department of Biology California State  
University. 159 pp.
- Garrick, J., A., F. y L. P. Schultz. 1963. A guide to the  
kinds of potentially dangerous sharks. En P.W.  
Gilbert (editor), Sharks and Survival, pp. 3-60.
- Gruber, S. 1981. Lemon Sharks: supply-side economists of the  
sea. Oceanus. 24(14):56-64.
- Gruber, S., H., D. R. Nelson y J. Morrissey, 1988. Patterns  
of activity and space utilization of lemon sharks,  
Negaprion brevirostris, in a shallow Bahamian  
lagoon. Bull. Mar. Sci. 43(1):61-76.

Heiser, J., B., y W. N. MacFarland 1979. Earliest  
Vertebrates pp:113-175 En: Vertebrate Life. W.N.  
MacFarland, F. H. Pough., T. J. Cade y J. B. Heiser  
(Editores) Macmillan Publishing Co., Inc New York. 875  
pp.

Henshall, J., A. 1889. Report upon a collection of fishes  
made in Southern Florida during 1889. Bull. U.S. Fish  
Comm. 9:383.

Jordan, D., S. 1884. The fishes of Florida keys. Bull. U.S.  
Fish Comm.4:77-80.

Jordan, D., S. y C. H. Gilbert. 1882. Description of four  
new species of sharks, from Mazatlan, Mexico. Proc.  
Nat. Mus. Vol.5:102-110.

Kato, S. 1965. White shark Carcharodon carcharias, from  
the Gulf of California with a list of sharks seen in  
Mazatlán, Mexico. Copeia 3:384.

Kato, S., S. Springer y M. H. Wagner. 1967. Field guide to  
the eastern Pacific and Hawaiian sharks. Circ. U.S.  
Fish. Wildl. Serv. 271.47 pp.

Lerliche, M. 1905. Les poissons tertiaries de la Belgique.  
II. Les poissons eocènes: Mem. Mus. Roy. Hist. Nat.  
Belg.. T 11, num 3, pp 49-228.

Lerliche, M. 1908. Observación sur les squales Neogènes de la  
Californie: Ann. Soc. Geol. du Nord, vol 37, pp302-306.

- Leriche, M. 1910. Les poissons tertiaires de la Belgique  
III. Les poissons oligocènes: Mem. Mus. Roy. Hist.  
Nat. Belg. T. 5, num 2, pp 229-363.
- Leriche, M. 1926. Les poissons tertiaires de la Belgique.  
IV. Les poissons Neogènes: Mem. Mus. Roy. Hist. Nat.  
Belg., Mem. 32, pp 367-472.
- Longbottom, A. 1979. Miocene shark's teeth from Ecuador.  
Bull. Brit. Mus. Natur. Hist. (Geol.), 32(1):57-70.
- Minch, J., A., K.C. Schulte y G. Hofman. 1970. A Middle  
Miocene Age for the Rosarito Beach formation in  
Northwestern Baja California, Mexico. Geol. Soc.  
Am. Bull. Vol. 81:3149-3154.
- Moss, S. A. 1967. Tooth replacement in the lemon shark,  
Negaprion brevirostris. pp. 319-329. En Sharks,  
skates and Rays. ed. F.W. Gilbert, R.F. Mathewson y  
D.P. Rall.
- Poey, F. 1868. Reportorio físico-natural de la Isla de Cuba.  
Havana. 468 pp.
- Schmidt, I. 1986. Food of young juvenile lemon sharks.  
Negaprion brevirostris (Poey), near Sandy Key,  
Western Florida Bay. Florida Sci. 49(1):1-16.

- Scultz, L. P., E. Herald, E. Lachner, A. Welander y L. Woods.  
1953. Fishes of the Marshall and Marianas Islands.  
Vol. 1. Families from Asymmetrontidae through  
Siganidae. U.S. Nat. Mus. Bull. 202(1):1-685.
- Springer, S. 1950. Natural history notes on the lemon shark,  
Negaprion brevirostris. Texas Journ. Sci. 1950 (3):  
347-357.
- Springer, S. 1938. Notes on the sharks of Florida. Proc.  
Florida Acad. Sci. (no se encontró número de  
volumen):7-41.
- Innes, D. y Reif, W.-E. 1985. Phylogeny and evolutionary  
ecology of Mesozoic Neoselachii. N. Jb. Geol. Paläont.  
Abh. 169(3):333-361.
- Vermeij, G. J. 1978. Biogeography and Adaptation. Patterns  
of Marine Life. Harvard University Press. 332 pp.
- Wetherbee, B., M., S. H. Gruber y R. L. Ramsey. 1987.  
 $\lambda$ -radiographic observations of food passage through  
digestive tracts of lemon sharks. Trans. Am. Fish.  
Soc. 116:763-767.
- White, E., I. 1956. The Eocene Fishes of Alabama. Bull. Am.  
Paleont. 36 (56):123-152.



Whitley, G., P. 1940. The fishes of Australia. Part. 1. The  
Sharks, rays, devilfish and other primitive fishes of  
Australia and New Zealand. Australian Zoological  
Handbook. Mozman, Royal Zoological Society of New  
South Wales. 280 pp.

## ANEXO

Cuadro 1A. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de Negaprion brevirostris reciente.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
A1	18.7	14.4	.770
A2	18.2	13.9	.763
A3	18.8	15.8	.840
L1	19.1	20.2	1.05
L2	18.5	21.6	1.16
L3	17.8	19.7	1.10
L4	16.3	18.9	1.15
L5	14.6	18.5	1.26
L6	13.9	18.6	1.33
L7	11.8	18.8	1.42
P1	10	15.3	1.53
P2	8.1	13	1.60
P3	10.9	11	1.01
P4	4.4	7.8	1.77
P5	3.3	4.4	1.33
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	19	13.8	.726
A2	20.5	17.2	.839
A3	19.5	17.4	.892
L1	17.6	17.3	.982
L2	16.5	18.3	1.10
L3	15.7	16.4	1.04
L4	14.2	17.4	1.22
L5	13.1	16.7	1.27
L6	11.3	15.5	1.37
L7	9.2	14.6	1.58
P1	6.3	11.9	1.88
P2	4.6	9.5	2.06
P3	2.9	5.2	1.79
P4	-	-	-

Cuadro 1b. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de Negaprion brevirostris reciente.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	H.C./Alt. C.	P.(b.R.)
IA1	9.5	5.4	.568	1.3
IA2	10	5.5	.55	1.2
IA3	9	6.3	.7	1.7
IL1	10.6	6.8	.641	1.6
IL2	10.7	7.2	.672	1.3
IL3	10	7.1	.71	1.3
IL4	9.7	7	.721	1.4
IL5	9.5	7	.736	1.2
IL6	8.6	6.5	.755	1.1
IL7	7.5	5.5	.733	.9
IP1	6.7	5	.746	.8
IP2	4.7	4.2	.893	.6
IP3	3.5	3	.857	.3
IP4	2.6	2.5	.961	.2
IP5	1.9	1.9	1	.2
Interior	//////	//////	//////	//////
IA1	11	5.3	.481	1.4
IA2	11.8	5.3	.449	1.5
IA3	11	5.2	.472	1.5
IL1	10	5.2	.52	1.3
IL2	9.1	5	.549	1.2
IL3	8.4	4.6	.547	1.1
IL4	7.8	4.5	.576	.8
IL5	7	4.5	.642	.8
IL6	5.9	3.7	.627	.5
IL7	4.7	3	.638	.4
IP1	3.4	2.5	.735	.4
IP2	2.5	2.4	.96	.3
IP3	1.6	1.5	.937	.3
IP4	-	-	-	-

Cuadro IC. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de Megaprión brevirostris fósil de la localidad de Bone Valley, Florida.

Diente	Alt. tot.	Long. Raíz	Long. R/Alt. tot.
A1	Incompleto	16.6	-
A2	-	-	-
A3	19	Incompleto	-
L1	22.8	23.1	1.01
L2	20.5	Incompleto	-
L3	17.6	20.5	1.16
L4	17.4	Incompleto	-
L5	16.1	16.7	1.03
L6	15.4	Incompleto	-
L7	14.4	19.8	1.37
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-
P5	-	-	-
Interior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	-	-	-
A2	22.6	18.5	.818
A3	Incompleto	18.9	-
L1	17.7	18.5	1.04
L2	17.5	19.1	1.09
L3	17.8	Incompleto	-
L4	17	17.7	2.52
L5	15.4	20	1.29
L6	15.5	19.8	1.27
L7	-	-	-
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-

Cuadro 10. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de Negacion previrostris, fósil de la localidad de Bone Valley, Florida.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C/Alt. C.	P.<B.R.
IA1	Incompleto	10.2	-	1.4
IA2	-	-	-	-
IA3	11.4	7	.614	Inc.
IL1	14.5	9.6	.662	2.1
IL2	12.2	9	.737	2.1
IL3	11	8.5	.772	1.3
IL4	10.8	8.5	.787	.9
IL5	9.9	7.1	.717	1.3
IL6	9.6	7.8	.812	1.1
IL7	8.8	8.1	.920	1.3
IP1	-	-	-	-
IP2	-	-	-	-
IP3	-	-	-	-
IP4	-	-	-	-
IP5	-	-	-	-
Inferior	////	////	////	////
IA1	-	-	-	-
IA2	13.6	7.2	.529	2.3
IA3	Incompleto	7.1	-	1.6
IL1	11.3	6.9	.611	1.1
IL2	10.4	6.5	.625	1.3
IL3	10.8	7	.648	1.3
IL4	10.5	6.4	.609	1.1
IL5	9.2	6.3	.684	1.4
IL6	10.7	6	.561	1.8
IL7	-	-	-	-
IP1	-	-	-	-
IP2	-	-	-	-
IP3	-	-	-	-
IP4	-	-	-	-

Cuadro 1E. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Megarrion brevirostris* hembra de 259.2 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
A1	16.1	13	.807
A2	16.6	12	.722
A3	15.5	13.1	.845
L1	17.5	18.3	1.04
L2	16.6	20.2	1.21
L3	15.8	19	1.20
L4	14.8	18.2	1.22
L5	13.6	17.5	1.28
L6	12.5	17.2	1.37
L7	10.9	15.2	1.39
P1	9.7	12.9	1.32
P2	6.7	10.9	1.62
P3	4.9	9.3	1.89
P4	3.7	7.6	2.05
P5	2.7	4.8	1.77
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	18.2	13.9	.763
A2	18.6	15.5	.833
A3	17.5	16.2	.925
L1	15.9	16.5	1.03
L2	14.8	16	1.06
L3	13.5	16.6	1.22
L4	12.3	16.3	1.32
L5	11.2	15	1.33
L6	9.5	13.8	1.45
L7	7.3	11.7	1.6
P1	5.2	9.6	1.84
P2	4.2	8.3	1.97
P3	3.0	5.5	1.83
P4	-	-	-

Cuadro IF. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de los dientes de Negacion Previjostis hembra de 259.2 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C./Alt. C.	P.<B.R.
IA1	9.8	5.7	.581	1.2
IA2	10.3	5.5	.533	1
IA3	9	6.5	.722	1.4
IL1	11.3	7.2	.637	1.3
IL2	10.8	7.7	.712	1.3
IL3	10.3	7.2	.7	1.2
IL4	9.8	7.2	.734	1.1
IL5	9.7	7.2	.742	1
IL6	8.7	6.6	.758	.8
IL7	7.7	5.7	.740	.8
IP1	6.6	5.1	.772	.6
IP2	4.7	4.4	.936	.3
IP3	3.5	3.1	.885	.2
IP4	2.5	2.8	1.12	.2
IP5	1.8	2.1	1.16	.4
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////	////////////////
IA1	11.1	5.2	.468	1.4
IA2	11.7	5.7	.487	1.5
IA3	10.9	5.3	.486	2.4
IL1	10	5.1	.510	1.2
IL2	9.3	4.8	.516	1
IL3	8.5	4.8	.564	1
IL4	8	4.5	.562	.7
IL5	7.4	4.4	.594	.7
IL6	6.2	3.5	.564	.5
IL7	4.7	3.1	.659	.3
IP1	3.5	2.5	.714	.4
IP2	2.5	1.5	.6	.3
IP3	1.6	1.4	.875	.3
IP4	-	-	-	-



Cuadro 16. Relación entre la anchura total (Long. K.) y la altura total de los dientes de *Hegapriion brevirostris* macho de 104.2 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. K/Alt. tot.
A1	5.3	4.9	.924
A2	5.8	5.2	.896
A3	6.5	6.3	.969
L1	6.7	7.9	1.17
L2	6.5	7.7	1.18
L3	6.1	7.7	1.26
L4	5.2	7.3	1.40
L5	5.2	6.9	1.32
L6	4.5	6.6	1.47
L7	4.1	6	1.46
P1	3.1	5	1.61
P2	2.1	4.1	1.95
P3	1.9	2.9	1.52
P4	1.6	2.8	1.75
P5	1.3	2	1.54
Inferior	//////	//////	//////
A1	6.7	5.6	.836
A2	7.3	6.1	.835
A3	6.6	6.6	1
L1	5.8	6.3	1.08
L2	5.2	6.3	1.21
L3	4.8	6.1	1.27
L4	3.9	5.9	1.51
L5	3	5.8	1.93
L6	2.2	5.2	2.36
L7	2.4	4	1.66
P1	1.5	2.7	1.80
P2	1.4	2.5	1.78
P3	?	?	?
P4	.9	1.7	1.88

Cuadro IH. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de los dientes Negandion brevirostris macho de 104.2 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C./HIT. C.
IA1	3.5	1.9	.542
IA2	4	1.9	.475
IA3	4.2	2.4	.571
IL1	4.5	2.8	.622
IL2	4.4	2.8	.636
IL3	4.4	2.7	.642
IL4	4.2	2.5	.641
IL5	3.9	2.4	.727
IL6	3.3	2.3	.696
IL7	2.9	2.1	.724
IP1	2	1.9	.95
IP2	1.2	1.2	1
IP3	1.1	1.3	1.8
IP4	1	1.1	1.1
IP5	.8	.9	1.12
Interior	////////////////	////////////////	////////////////
IA1	4.2	1.8	.428
IA2	4.4	1.9	.431
IA3	4.2	2	.476
IL1	3.8	2	.526
IL2	3.3	1.9	.575
IL3	2.4	1.7	.586
IL4	2.3	1.7	.739
IL5	1.7	1.3	.764
IL6	1	1.3	1.3
IL7	1.2	1.1	.916
IP1	.7	2.6	3.71
IP2	.5	.8	1.6
IP3	-	-	-
IP4	.3	.5	1.66

Cuadro II. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Megarrion preyingstris* hembra de 102.3 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Ait. tot.
A1	6.7	5.1	.761
A2	7.1	5.1	.718
A3	7.7	6.3	.818
L1	7.9	8.3	1.05
L2	7.4	9.0	1.21
L3	6.9	8.6	1.24
L4	6.4	7.9	1.23
L5	6.0	7.3	1.21
L6	5.6	6.7	1.20
L7	4.6	5.5	1.19
P1	3.8	5.1	1.34
P2	3.0	4.2	1.40
P3	2.2	3.5	1.59
P4	1.8	2.7	1.50
P5	1.4	2.1	1.50
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	7.1	5.8	.818
A2	8.7	6.7	.770
A3	8.2	7.2	.878
L1	7.2	7.2	1.0
L2	6.8	7.2	1.05
L3	6.2	7.3	1.17
L4	5.3	6.3	1.18
L5	4.3	6.2	1.44
L6	3.1	5.5	1.77
L7	3.0	4.7	1.56
P1	2.3	3.8	1.65
P2	1.7	2.9	1.71
P3	1.2	2.1	1.75
P4	-	-	-

Cuadro 1J. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona en milímetros de los dientes de Nesaoxion brevirostris hembra de 102.3 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C/Ait. C.
A1	4.1	2.1	.512
A2	4.8	2.4	.5
A3	5	2.7	.54
L1	5.4	3.2	.592
L2	5	3.3	.66
L3	4.6	3.2	.695
L4	4.6	3.2	.695
L5	4.4	3	.681
L6	4.2	2.9	.690
L7	3.6	2.4	.666
P1	3	2.6	.866
P2	2.3	1.8	.782
P3	1.5	1.4	.933
P4	.9	1	1.11
P5	.6	.8	1.33
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	4.2	2.1	.500
A2	5.5	2.2	.400
A3	5	2.4	.480
L1	4.6	2.4	.521
L2	4.3	2.3	.534
L3	3.3	2.3	.696
L4	3.3	2	.606
L5	2.6	2	.769
L6	2.1	1.6	.761
L7	1.8	1.3	.722
P1	1.4	1	.714
P2	.8	.9	1.12
P3	.6	.6	1
P4	-	-	-

Cuadro 1K. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Neogobius brevirostris* hembras de 77 cm. de longitud de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

	Alt. tot.	Long. Raíz	Long. R/Alt. tot.
IA1	5.7	4.8	.842
IA2	6.2	5.3	.854
IA3	6.2	6.0	.967
IL1	6.9	7.7	1.12
IL2	6.5	8.3	1.27
IL3	6.4	7.9	1.23
IL4	5.7	7.1	1.25
IL5	4.8	6.7	1.40
IL6	4.9	6.3	1.28
IL7	4.4	5.7	1.30
IP1	3.7	5.0	1.35
IP2	2.8	4.3	1.53
IP3	2.0	3.4	1.70
IP4	1.6	2.7	1.68
IP5	1.3	1.7	1.31
Interior	////////////////	////////////////	////////////////
IA1	6.9	5.9	.855
IA2	7.5	6.4	.853
IA3	6.3	6.7	1.06
IL1	6.1	6.3	1.03
IL2	4.6	6.7	1.45
IL3	4.8	6.3	1.31
IL4	4.3	6.1	1.41
IL5	3.4	5.1	1.50
IL6	2.8	5.1	1.82
IL7	2.0	4.5	2.25
IP1	1.6	3.6	2.25
IP2	1.7	2.7	1.60
IP3	1.3	1.9	1.46
IP4	1.1	1.5	1.36

Cuadro 11. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona en milímetros de los dientes de Megarrion brevirostris nembra de 97.5 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C/Alt. C.
A1	3.6	2	.555
A2	3.9	2.1	.538
A3	4.5	2.4	.533
L1	4.7	2.8	.595
L2	4.5	3	.666
L3	4.4	3	.681
L4	3.5	2.9	.828
L5	3.2	2.7	.843
L6	3.5	2.5	.714
L7	3.2	2.4	.750
P1	2.9	2.3	.793
P2	2.1	1.7	.809
P3	1.2	1.4	1.16
P4	.9	1.1	1.22
P5	.6	.7	1.16
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	4.1	2	.454
A2	4.7	2.1	.446
A3	4.1	2.2	.536
L1	4	2.2	.550
L2	2.8	2.2	.786
L3	3	2.1	.700
L4	2.5	2	.800
L5	2.1	2	.952
L6	1.4	1.8	1.28
L7	1.1	1.5	1.36
P1	.6	.7	1.16
P2	.8	1	1.25
P3	.4	.6	1.50
P4	.5	.5	1

Cuadro 1M. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de Negaprion brevirostris muestra de 78.5 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Alt. tot.	Long. Raíz	Long. R/Alt. tot.
A1	4.3	3.9	.906
A2	4.5	4.2	.933
A3	5.2	4.8	.923
L1	5.6	6.1	1.09
L2	5.2	6.4	1.23
L3	4.3	6.2	1.44
L4	4.4	5.5	1.25
L5	4.1	5.1	1.24
L6	3.9	4.8	1.23
L7	3.3	4.3	1.30
P1	2.8	3.8	1.35
P2	2.0	2.9	1.45
P3	1.6	2.5	1.56
P4	1.4	2.2	1.57
P5	1.0	1.6	1.60
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	5.0	4.5	.90
A2	5.5	5.0	.909
A3	5.5	5.2	.945
L1	4.8	4.9	1.02
L2	4.5	4.7	1.04
L3	4.1	4.8	1.17
L4	3.8	4.5	1.18
L5	3.4	4.3	1.26
L6	2.9	3.7	1.27
L7	2.2	3.2	1.45
P1	1.7	2.7	1.60
P2	1.3	2.1	1.61
P3	1.0	1.5	1.5
P4	-	-	-

Cuadro IN. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona en milímetros de los dientes de *Negaprion brevirostris* nembra de 78.5 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C/Ait. C.
IA1	2.4	1.4	.583
IA2	2.8	1.5	.535
IA3	3.4	2.1	.617
IL1	3.6	2.4	.666
IL2	3.4	2.6	.764
IL3	3.1	2.4	.774
IL4	3	2.2	.733
IL5	2.7	2.3	.851
IL6	2.4	2.1	.875
IL7	2.3	1.9	.826
IP1	2.1	1.7	.809
IP2	1.5	1.4	.933
IP3	1	1.3	1.3
IP4	.8	1.1	1.37
IP5	.6	.8	1.33
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
IA1	3.1	1.6	.516
IA2	3.5	1.6	.457
IA3	3.4	1.8	.529
IL1	3	1.5	.5
IL2	2.8	1.4	.5
IL3	2.7	1.4	.518
IL4	2.4	1.5	.625
IL5	2.2	1.3	.59
IL6	1.9	1.2	.631
IL7	1.3	.9	.692
IP1	.9	.8	.888
IP2	.6	.6	1
IP3	.3	.4	1.33
IP4	-	-	-



Cuadro 10. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Nesaspis brevirostris* macho de 74.5 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
IA1	4.2	3.7	.881
IA2	4.4	3.8	.863
IA3	4.8	4.7	.974
IL1	5.1	5.9	1.15
IL2	4.3	6.0	1.39
IL3	4.3	5.5	1.27
IL4	4.2	5.0	1.19
IL5	3.6	4.4	1.22
IL6	3.5	4.4	1.25
IL7	3.2	4.3	1.34
IP1	2.6	3.5	1.35
IP2	2.0	2.8	1.40
IP3	1.6	2.6	1.62
IP4	1.3	2.2	1.69
IP5	1.1	1.5	1.36
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
IA1	4.7	3.9	.829
IA2	5.3	4.6	.867
IA3	4.9	4.7	.959
IL1	4.5	4.7	1.04
IL2	4.2	4.6	1.09
IL3	3.9	4.5	1.15
IL4	3.6	4.2	1.16
IL5	3.2	3.7	1.15
IL6	2.7	3.5	1.29
IL7	2.1	3.0	1.42
IP1	1.6	2.3	1.43
IP2	1.3	2.0	1.53
IP3	1.0	1.4	1.40
IP4	-	-	-

Cuadro 14. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona en milímetros de los dientes de Nesayon brevirostris macho de 74.5 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A/C/Alt. C./
A1	2.7	1.3	.481
A2	2.7	1.3	.481
A3	3.2	1.7	.531
L1	3.4	2	.588
L2	3.1	1.9	.612
L3	3	1.7	.566
L4	2.8	1.8	.642
L5	2.3	1.7	.739
L6	2.2	1.7	.772
L7	2.3	1.5	.652
P1	2.1	1.4	.666
P2	1.5	1.2	.8
P3	1	.9	.9
P4	.7	.8	1.14
P5	.5	.5	1
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	3.1	1.5	.483
A2	3.2	1.4	.437
A3	3.1	1.6	.516
L1	2.8	1.5	.535
L2	2.7	1.6	.592
L3	2.4	1.5	.625
L4	2.2	1.3	.59
L5	2.1	1.2	.571
L6	1.7	1.1	.647
L7	1.2	.9	.75
P1	.8	.7	.875
P2	.6	.6	1
P3	.4	.5	1.25
P4	-	-	-

Cuadro 10. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Hesperomys brevirostris* macho de 68.7 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Alt. tot.	Long. Raíz	Long. R/Alt. tot.
A1	3.9	3.6	.923
A2	4.1	3.9	.951
A3	4.6	4.5	.978
L1	4.9	5.9	1.20
L2	4.6	6.1	1.32
L3	4.2	5.4	1.30
L4	3.8	5.1	1.34
L5	3.4	4.7	1.38
L6	3.3	4.5	1.36
L7	2.9	4.1	1.41
P1	2.4	3.7	1.54
P2	2.0	3.2	1.60
P3	1.5	2.6	1.73
P4	1.1	2.1	1.91
P5	1.0	1.5	1.50
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	4.1	3.8	.926
A2	4.6	4.5	.978
A3	4.5	4.3	.955
L1	4.1	4.6	1.12
L2	3.8	4.5	1.18
L3	3.4	4.4	1.29
L4	3.3	4.1	1.24
L5	2.9	3.8	1.31
L6	2.5	3.5	1.40
L7	2.1	3.2	1.52
P1	1.5	2.6	1.73
P2	1.3	2.2	1.69
P3	1.1	1.6	1.45
P4	.7	1.2	1.71

Cuadro 1R. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona en milímetros de los dientes de *Negacidon brevirostris* macho de 68.7 cm. de longitud total de Bimini, Bahamas, Mar Caribe.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C./Alt. C.
A1	2.4	1.4	.583
A2	2.1	1.5	.714
A3	3	1.8	.6
L1	3.2	2.1	.656
L2	3	2.1	.7
L3	2.8	2	.714
L4	2.6	1.9	.73
L5	2.5	1.9	.76
L6	2.3	1.8	.782
L7	2.1	1.7	.809
P1	1.7	1.4	.823
P2	1.3	1.4	1.07
P3	1	1	1
P4	.5	.6	1.2
P5	.5	.6	1.2
Interior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	2.4	1.5	.625
A2	2.8	1.5	.535
A3	2.7	1.5	.555
L1	2.6	1.4	.538
L2	2.8	1.4	.5
L3	2.2	1.3	.590
L4	2.2	1.3	.590
L5	1.8	1.2	.666
L6	1.5	1.1	.733
L7	1.1	.8	.727
P1	.5	.7	1.4
P2	.5	.6	1.2
P3	.5	.5	1
P4	.3	.3	1

Cuadro 2A. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de Neogarrion frente reciente.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
A1	16.2	12.0	.740
A2	17.2	12.3	.715
A3	18.1	14.1	.779
L1	18.2	18.0	.989
L2	17.8	19.5	1.09
L3	17.1	18.4	1.07
L4	15.8	17.1	1.08
L5	14.3	15.9	1.11
L6	13.2	15.4	1.16
L7	10.9	14.1	1.29
P1	9.4	12.3	1.30
P2	7.7	11.1	1.44
P3	5.9	9.1	1.54
P4	4.5	7.5	1.66
P5	3.5	6.6	1.88
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	18.7	13.2	.705
A2	19.3	14.8	.766
A3	18.2	14.9	.818
L1	16.8	15.3	.910
L2	15.1	15.4	1.01
L3	14.0	15.1	1.07
L4	12.5	14.9	1.19
L5	11.3	14.8	1.30
L6	10.2	13.6	1.33
L7	7.9	11.4	1.44
P1	6.3	9.4	1.49
P2	4.9	7.8	1.59
P3	4.2	6.6	1.57
P4	3.2	5.0	1.56

Cuadro 26. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de los dientes de Neogarrion fronto reciente.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.L/Alt. L.	P.<B.K.
A1	9.5	5.2	.547	1.6
A2	10.7	5.7	.532	1.2
A3	11.1	6.6	.594	1.5
L1	11.2	7	.625	1.4
L2	11.5	7.1	.617	1.5
L3	11	6.9	.627	1.2
L4	9.7	6.8	.701	1.3
L5	9.5	6.3	.663	1.1
L6	8.5	6.1	.717	1.1
L7	7.5	5.9	.786	1.1
P1	6.6	5.7	.863	.7
P2	5.1	4.6	.901	.7
P3	3.8	4	1.05	.5
P4	3	3.3	1.1	.3
P5	1.9	2.8	1.47	.6
Inferior	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////	////////////////////////////////////
A1	11.5	5.3	.461	2.3
A2	11.9	5.5	.462	1.8
A3	11.4	5.2	.456	2
L1	10.5	5.1	.485	1.6
L2	9.7	5.1	.525	1.3
L3	8.7	4.9	.563	1.3
L4	8.1	4.7	.580	1
L5	7.1	4.5	.633	.7
L6	6.6	4.1	.621	.7
L7	4.9	3.2	.653	.4
P1	3.4	2.9	.852	.3
P2	2.7	2.4	.888	.2
P3	2.1	2.2	1.04	.2
P4	1.4	2	1.42	.2

Cuadro 2C. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Nesodon fronto* fósil de la localidad de Rancho Algodones, Baja California Sur.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
A1	19.2	14.2	.739
A2	19.4	13.9	.716
A3	19.7	16.9	.857
L1	16.1	18.3	1.13
L2	Inc.	15.8	-
L3	17.6	19.1	1.08
L4	16.7	17.9	1.07
L5	16.5	Inc.	-
L6	14.2	17.4	1.22
L7	11.9	15.7	1.31
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-
P5	-	-	-
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	19.6	14.7	.75
A2	17.7	15.3	.864
A3	16.9	15.8	.934
L1	Inc.	16.9	-
L2	15.3	16	1.04
L3	14.1	15.4	1.09
L4	12.4	14.4	1.16
L5	10.7	14.3	1.33
L6	10.4	14.9	1.43
L7	8.7	11.1	1.27
P1	8.4	10.9	1.29
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-

Cuadro 20. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del abanico basal de la raíz en milímetros de los dientes de *Manisium fronto rósil* de la localidad de Hancock, California Sur.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C./A.T. C.	P. E. R.
IA1	11.6	7	.605	1.1
IA2	11.9	6.3	.527	1.3
IA3	12.6	6.8	.531	1
IL1	9.7	7.3	.752	1.4
IL2	Inc.	6.3	-	1.5
IL3	11.6	7.7	.663	2
IL4	10.3	7	.679	1
IL5	10.4	7.2	.692	1
IL6	9	7.1	.788	1.6
IL7	7.5	6.2	.826	1.1
IP1	-	-	-	-
IP2	-	-	-	-
IP3	-	-	-	-
IP4	-	-	-	-
IP5	-	-	-	-
Interior	//////	//////	//////	//////
IA1	12.2	5	.409	1.4
IA2	10.8	6	.555	1.3
IA3	10.6	6	.566	.8
IL1	9.6	6.1	.635	1.4
IL2	9.3	5.6	.602	1.1
IL3	8.7	4.7	.540	1.3
IL4	7.2	4.9	.680	.8
IL5	6.9	4.4	.637	.5
IL6	6.7	4.6	.686	.6
IL7	4.8	3.7	.770	.9
IP1	5.5	3.6	.654	.4
IP2	-	-	-	-
IP3	-	-	-	-
IP4	-	-	-	-



Cuadro 3A. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de Negaprion sp. A de la localidad El Rifle, Baja California Sur.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
A1	13.9	10.9	.784
A2	16.5	12.7	.769
A3	17.3	15.5	.895
L1	22.2	20.5	.923
L2	20.5	22.5	1.097
L3	18.6	21.5	1.15
L4	18.2	19.9	1.093
L5	15.6	Inc.	-
L6	13.2	14.8	1.12
L7	12.7	Inc.	-
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-
P5	-	-	-
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	22	15.8	.718
A2	19.2	17.5	.911
A3	17.3	14.6	.843
L1	20.9	20.8	.995
L2	21.9	20.9	.954
L3	16.6	20.6	1.24
L4	16.7	17.3	1.03
L5	Inc.	16.7	-
L6	11.8	14.2	1.20
L7	8	Inc.	-
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-

Cuadro 3B. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de los dientes de *Neotricion* sp. A de la localidad El Ritillo, Baja California Sur.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C./Alt. C.	P.<B.R.
IA1	8.1	5.4	.666	.8
IA2	10.6	6.2	.584	.9
IA3	11.2	7.4	.661	1.3
IL1	13.1	8.9	.679	2.6
IL2	13	9.4	.723	1.5
IL3	11.8	9.3	.786	-
IL4	12.2	8.4	.688	1.4
IL5	10.3	6.6	.641	1.3
IL6	8.6	6.4	.744	.6
IL7	8.8	7.2	.818	.8
IP1	-	-	-	-
IP2	-	-	-	-
IP3	-	-	-	-
IP4	-	-	-	-
IP5	-	-	-	-
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////	////////////////
A1	13	6.8	.523	2
A2	11.3	6.7	.592	1.4
A3	12.3	6.5	.528	1.2
L1	13	7	.538	1.7
L2	14	7.5	.535	1.5
L3	10.4	6.5	.625	1.2
L4	9.8	5.6	.571	1
L5	7.5	5.2	.693	.7
L6	7.7	4.7	.610	.5
L7	4.2	3.3	.785	.5
IP1	-	-	-	-
IP2	-	-	-	-
IP3	-	-	-	-
IP4	-	-	-	-

Cuadro 4A. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Negandion* sp. 8 de la localidad de La Mesa de los Indios, Baja California.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
A1	15.1	12.3	.814
A2	16.6	14.8	.891
A3	17.3	15.2	.878
L1	-	17.5	-
L2	18.7	-	-
L3	16.9	12.2	.721
L4	15.4	17.7	1.14
L5	16.1	-	-
L6	14.4	18.8	1.30
L7	13	16.4	1.26
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-
P5	-	-	-
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////
A1	18.8	16.6	.882
A2	-	-	-
A3	18.4	19.5	1.05
L1	18.2	18	.989
L2	17.8	18.4	1.03
L3	15.3	-	-
L4	14.6	16.8	1.15
L5	12.4	16.1	1.29
L6	13.1	13.8	1.05
L7	9.2	13.6	1.47
P1	-	-	-
P2	-	-	-
P3	-	-	-
P4	-	-	-

Cuadro 48. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de los dientes de *Megarrion* sp. B de la localidad La Mesa de los Indios, Baja California.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C/Alt. C.	P.<B.R.
A1	8.4	4.9	.583	.6
A2	10	5.7	.57	.8
A3	9.9	6.5	.656	1.7
L1	Inc.	7	-	1.3
L2	9.8	6.2	.632	1.9
L3	10.6	5.7	.537	1.8
L4	9.5	6.1	.642	1.3
L5	10.3	6.7	.650	Inc.
L6	9.2	6.8	.739	1.2
L7	8.2	5.5	.671	1.1
P1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-
P3	-	-	-	-
P4	-	-	-	-
P5	-	-	-	-
Interior	//////	//////	//////	//////
A1	10.6	6.2	.584	1.7
A2	-	-	-	-
A3	11.1	5.2	.468	.9
L1	10.3	5.7	.553	1.4
L2	10.2	5.9	.578	1.1
L3	10.4	6.2	.666	Inc.
L4	9	6	.612	.5
L5	8	4.9	.5	.5
L6	8.4	4.2	.701	.5
L7	5.7	4	-	.5
P1	-	-	-	-
P2	-	-	-	-
P3	-	-	-	-
P4	-	-	-	-

Cuadro 5A. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Negaprion* sp. C de la localidad de La Cocina, Baja California.

Diente	Alt. tot.	Long. Raiz	Long. R/Alt. tot.
A1	13.4	11.4	.851
A2	15.7	12.3	.783
A3	15.2	13.7	.901
IL1	16.9	17.3	1.02
IL2	16.2	17.6	1.08
IL3	16.7	19	1.137
IL4	16.5	18.7	1.133
IL5	15.2	17.1	1.12
IL6	15	17.2	1.14
IL7	11.9	15.4	1.29
IP1	12.2	17.4	1.42
IP2	-	-	-
IP3	-	-	-
IP4	-	-	-
IP5	-	-	-
Inferior	//////	//////	//////
A1	-	13.2	-
A2	15.6	-	-
A3	15.7	14.2	.904
IL1	15.3	15.3	1
IL2	16.2	17	1.04
IL3	16.3	16.9	1.03
IL4	-	17.8	-
IL5	17.3	17.4	1.01
IL6	14.9	-	-
IL7	11.7	13.7	1.17
IP1	10.4	12.9	1.24
IP2	-	-	-
IP3	-	-	-
IP4	-	-	-

Cuadro 5B. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de los dientes de *Nesayon* sp. C de la localidad La Cocina, Baja California Sur.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.L./Alt. C.	P. & R.
A1	8.5	4.7	.552	.8
A2	11	6.1	.554	.9
A3	9.8	6.4	.653	1.4
L1	10.9	7.2	.661	1.5
L2	9.5	8	.842	1.5
L3	10.5	7.7	.733	1.2
L4	10.4	7.5	.721	1.2
L5	9.7	6.9	.711	1.3
L6	9.2	7.3	.793	1.2
L7	6.3	6.5	.783	1.3
P1	8.3	7	.843	1.1
P2	-	-	-	-
P3	-	-	-	-
P4	-	-	-	-
P5	-	-	-	-
Interior	////	////	////	////
A1	Inc.	5.5	-	1.8
A2	9.9	5	.505	-
A3	9.5	5.2	.547	1.1
L1	9.4	5.5	.585	1.1
L2	9.8	5.5	.561	1.2
L3	10.3	4.9	.475	1
L4	8.5	5.2	.611	1.2
L5	10.7	4.7	.439	1.3
L6	9.5	5	.526	1.2
L7	7.1	4.1	.577	.7
P1	6.4	3.8	.593	.4
P2	-	-	-	-
P3	-	-	-	-
P4	-	-	-	-

Cuadro 6A. Relación entre la anchura total (Long. R.) y la altura total de los dientes de *Negandron* sp. D. de la localidad de Los Diez Minutos, Baja California Sur.

Diente	Alt. tot.	Long. Raíz	Long. R./Alt. tot.
IA1	6.7	6.9	1.03
IA2	-	-	-
IA3	8.4	8.4	1.0
IL1	Inc.	11.9	-
IL2	9.9	12.9	1.30
IL3	8.8	12.0	1.36
IL4	8.7	9.5	1.1
IL5	9.4	Inc.	-
IL6	8.1	12.2	1.5
IL7	7.5	9.7	1.29
IP1	5.9	9.1	1.54
IP2	4.4	6.6	1.50
IP3	4.0	Inc.	-
IP4	-	-	-
IP5	-	-	-
Interior	////////////////	////////////////	////////////////
IA1	9.5	8.1	.852
IA2	8.8	7.0	.795
IA3	10.3	Inc.	-
IL1	10.4	Inc.	-
IL2	10.5	9.4	.895
IL3	10.3	10.2	.990
IL4	8.5	Inc.	-
IL5	8.5	11.4	1.34
IL6	7.8	11.1	1.42
IL7	8.0	Inc.	-
IP1	7.7	8.7	1.12
IP2	5.5	7.2	1.31
IP3	5.0	6.3	1.26
IP4	4.0	Inc.	-

Cuadro 6B. Muestra las medidas de la altura y anchura de la corona y de la profundidad del ángulo basal de la raíz en milímetros de los dientes de *Megarrion* sp. O de la localidad de Los Diez Minutos, Baja California Sur.

Diente	Altura Cor.	Anchura Cor.	A.C/Alt. C.	P.<B.R.
A1	3.6	2.8	.777	.3
A2	7	3.6	.514	1
A3	4.8	3.7	.771	.8
L1	Inc.	4.2	-	.5
L2	5.6	5	.892	.8
L3	4.6	4.5	.978	.9
L4	5	4.7	.94	.5
L5	5.4	4.4	.818	Inc.
L6	5.1	4.3	.843	.9
L7	4.4	4.2	.954	.9
P1	3.6	2.8	.777	.9
P2	3	2.9	.966	.3
P3	2.9	2.7	.931	Inc.
P4	-	-	-	-
P5	-	-	-	-
Inferior	////////////////	////////////////	////////////////	////////////////
A1	6.1	2.5	.409	.8
A2	5.4	2.7	.5	.7
A3	6.7	3.2	.477	Inc.
L1	6.8	3.7	.544	Inc.
L2	7	4	.571	.5
L3	6.6	3.5	.530	.9
L4	5.4	4	.741	Inc.
L5	5	3.7	.74	.6
L6	4.4	3.2	.727	.6
L7	4.3	3.6	.837	Inc.
P1	4.3	2.8	.651	.6
P2	3.3	3	.909	.2
P3	2.9	2.2	.758	.5
P4	2.2	1.9	.863	Inc.