



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Universidad Nacional Autónoma de México



**ECOLOGÍA TRÓFICA DEL TIBURÓN ZORRO PELÁGICO  
*Alopias pelagicus* EN SANTA ROSA DE SALINAS, PACÍFICO  
ECUATORIANO**

**T E S I S**

Que para obtener el grado académico de  
**Maestro en Ciencias del Mar y Limnología**  
(Biología Marina)

**P r e s e n t a**

**MARCOS DOUGLAS CALLE MORÁN**

**DIRECTOR DE TESIS: Dr. FELIPE GALVÁN MAGAÑA**  
**COMITÉ TUTORAL: Dr. ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS**  
**Dr. XAVIER CHIAPPA CARRARA**  
**Dra. LAURA SÁNCHEZ VELASCO**  
**Dr. JAVIER TOVAR ÁVILA**

**México, Distrito Federal, mayo 28 de 2010**

## **DEDICATORIA**

**A mi Dios y a mi Madre Santísima, La Virgen María...**

**A mi Madre y a mis Hermanos...**

**A mi país, Ecuador...**

**Al Dr. Roberto Jiménez Santisteban...**

**Al Dr. Felipe Galván Magaña...**

## DEDICATORIA ESPECIAL

*This work is dedicated to the Great Kings of the Sea: Sharks...*

*Este trabalho é dedicado aos Reis Grande do mar: Tubarões ...*

*Questo lavoro è dedicato al grande re del mare: Gli squali...*

*Ce travail est dédié aux grands rois de la mer: Les requins..*

---

## AGRADECIMIENTOS

A **mi Dios y a mi Madre Santísima**, por la vida y por cada bendición que derraman en mi existencia.

A **mi madre, mi familia, mis amigos, a mi querido Ecuador**, por compartir este logro conmigo, por vivir a mi lado y por estimularme siempre a seguir adelante.

A **México**, a la **Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)**, a **su gente, a mis amigos y compañeros de posgrado**; por acogerme y hacerme sentir uno más de ustedes.

Al **Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR - IPN)**, Baja California Sur; por permitirme el uso de sus instalaciones en el desarrollo del presente trabajo. Asimismo a todas las personas que participaron en dicho proceso.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)** por la beca de estudio otorgada.

Al **Dr. Felipe Galván Magaña**, por dirigir tan acertadamente esta tesis y por ser una excelente persona.

A los **doctores Andrés Abitia Cárdenas y Laura Sánchez Velasco** del CICIMAR, **Xavier Chiappa Carrara** de la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal, Yucatán; y **Javier Tóvar Ávila** del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP), Nayarit; por las correcciones e indicaciones dadas a lo largo de este trabajo a fin de que se obtenga uno mejor.

A la **Dra. Gloria Vilaclara** del ICMYL–UNAM y a todos los que conforman el posgrado, por aceptarme y ayudarme a llevar a cabo todo esto.

Gracias de manera especial a las **Licenciadas Chantal Ruíz Guerrero, Guadalupe Godoy, Gabriela Almaraz** y a la **MSc. Diana Juárez Bustos**.

A todos mis respetables y distinguidos profesores de la **UNAM** y del **CICIMAR**.

A **Yasmania Llerena, Guadalupe Zapata, Darwin De La O y José Pozo** por la colaboración en los muestreos en el puerto de Santa Rosa de Salinas.

Al **Ministerio del Ambiente** por los permisos brindados para el traslado de las muestras de contenido estomacal hacia México.

Al **Instituto Nacional de Pesca del Ecuador** por la cesión de las muestras de fitoplancton y zooplancton de la región del Golfo de Guayaquil, así como por la literatura brindada.

A **toda la comunidad del puerto pesquero de Santa Rosa de Salinas, Ecuador**.

Al **Dr. Roberto Jiménez Santisteban** de la Universidad de Guayaquil, por facilitarme parte de la literatura citada.

**MIS MÁS PROFUNDOS AGRADECIMIENTOS A TODOS ¡¡¡GRACIAS TOTALES!!!**

---

**ÍNDICE**

<b>Títulos</b>	<b>Págs.</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>i</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABLAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE ANEXOS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xii</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>4</b>
<b>3. HIPÓTESIS .....</b>	<b>6</b>
<b>4. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>5. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>8</b>
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>22</b>
<b>7. DISCUSIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>8. CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>9. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>71</b>
<b>10. ANEXOS .....</b>	<b>82</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tablas</b>	<b>Págs.</b>
<b>Tabla 1.-</b> Detalle de las muestras de fitoplancton (F) y zooplancton (Z) obtenidas en la Golfo de Guayaquil y alrededor de la Isla Santa Clara, para el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno.....	14
<b>Tabla 2.</b> Valores del Índice de Levin para las diferentes categorías de <i>A. pelagicus</i> . ....	38
<b>Tabla 3.</b> Valores de traslapeo trófico para las categorías analizadas de <i>A. pelagicus</i> , en Santa Rosa de Salinas. ....	39
<b>Tabla 4.</b> Razones isotópicas de carbono y nitrógeno analizadas para la cadena trófica de <i>A. pelagicus</i> en fitoplancton y zooplancton del Golfo de Guayaquil (Guayas- Ecuador) y presas halladas en sus dietas. ....	46
<b>Tabla 5.</b> Niveles tróficos de <i>A. pelagicus</i> hallados de acuerdo a los contenidos estomacales (Cortés) y el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno (Post) para las diferentes categorías observadas. ....	48
<b>Tabla 6.</b> Valores trimestrales promedios de temperatura superficial oceánica durante el estudio y su relación con las razones isotópicas de <i>A. pelagicus</i> y sus presas.....	51
<b>Tabla 7.</b> Valores promedio de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ de las presas principales de <i>A. pelagicus</i> en Santa Rosa de Salinas (remarcados en negro) e intervalos de las razones isotópicas en distintas regiones del Pacífico. ....	64

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Págs.</b>
<b>Fig. 1.</b> Mapa del Ecuador: Ubicación del área de estudio (Santa Rosa), del principal puerto pesquero (●) y de los caladeros (○).....	8
<b>Fig. 2.</b> Localización de los sistemas de corrientes marinas y masas de agua en el Océano Pacífico Ecuatorial Oriental (Jiménez, 2009). .....	9
<b>Fig. 3.-</b> Curva acumulativa de especies presas consumidas por <i>A. pelagicus</i> . .....	22
<b>Fig. 4-</b> Distribuciones de frecuencias de longitudes totales de <i>A. pelagicus</i> por intervalos. ....	23
<b>Fig. 5.-</b> Proporción de hembras maduras en cada intervalo de talla. Se señala la talla media de madurez sexual (236 cm LT).....	24
<b>Fig. 6.-</b> Proporción de machos maduros por intervalos y talla de madurez sexual (242 cm LT). .....	25
<b>Fig. 7.-</b> Distribución temporal de <i>A. pelagicus</i> por sexos. ....	26
<b>Fig. 8.-</b> Distribución mensual de organismos de <i>A. pelagicus</i> que presentaron estómagos con alimento y vacíos. ....	26
<b>Fig. 9.-</b> Distribución mensual de <i>A. pelagicus</i> de organismos de 231-321 cm LT que presentaban estómagos con alimento y vacíos. ....	27
<b>Fig. 10.-</b> Porcentajes de repleción estomacal para <i>A. pelagicus</i> .....	28
<b>Fig. 11.-</b> Porcentajes de repleción estomacal en hembras de <i>A. pelagicus</i> .....	29
<b>Fig. 12.-</b> Porcentajes de repleción estomacal en machos de <i>A. pelagicus</i> . ....	29
<b>Fig. 13.-</b> Variación mensual de porcentajes en repleción estomacal de <i>A. pelagicus</i> . ....	30
<b>Fig. 14.-</b> Variación de las categorías de porcentajes de llenados para machos de <i>A. pelagicus</i> . .....	30
<b>Fig. 15.-</b> Métodos numérico, gravimétrico y de frecuencia en la dieta de de <i>A. pelagicus</i> . ....	33
<b>Fig. 16.-</b> Índice de Importancia Relativa de <i>A. pelagicus</i> en Santa Rosa. ....	34
<b>Fig. 17.-</b> Índice de Importancia Relativa de <i>A. pelagicus</i> por sexos.....	34
<b>Fig. 18.-</b> Índice de Importancia Relativa por estados de madurez en hembras de <i>A. pelagicus</i> . .....	35
<b>Fig. 19.-</b> Índice de Importancia Relativa por estados de madurez en machos de <i>A. pelagicus</i> . .....	36
<b>Fig. 20.-</b> Índice de Importancia Relativa por tallas agrupadas en dos clases en <i>A. pelagicus</i> . .....	36
<b>Fig. 21.-</b> Relación carbono–nitrógeno y valores del $\delta^{13}\text{C}$ en <i>A. pelagicus</i> . La línea demuestra el valor máximo de proteína pura (3.8) según McConnaghuey <i>et al.</i> (1979). ....	40

---

<b>Fig. 22.-</b> Valores promedio y desviaciones estándares en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ por sexos en <i>A. pelagicus</i> . .....	41
<b>Fig. 23.-</b> Valores promedio y desviaciones estándares en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ por estados de madurez sexual en <i>A. pelagicus</i> . .....	42
<b>Fig. 24.-</b> Valores promedio y desviaciones estándares en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ por intervalos de tallas en <i>A. pelagicus</i> . .....	43
<b>Fig. 25.-</b> Valores promedio y desviaciones estándares en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ por meses en <i>A. pelagicus</i> .....	44
<b>Fig. 26.-</b> Relación carbono - nitrógeno y valores del $\delta^{13}\text{C}$ en fitoplancton y zooplancton y de las presas principales encontradas en la dieta de <i>A. pelagicus</i> . La línea demuestra el valor máximo de proteína pura (3.8) según McConnaghuey <i>et al.</i> , (1979). .....	45
<b>Fig. 27.-</b> Valores promedio en $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ para las presas principales directas de <i>A. pelagicus</i> , así como del fitoplancton y zooplancton presente en el área de estudio. ....	47
<b>Fig. 28.-</b> Temperaturas superficiales de febrero de 2008 a enero de 2009 en el Pacífico ecuatoriano. Isotermas en rojo= 23 <sup>o</sup> C, púrpura= 21 <sup>o</sup> C, y celeste= 19 <sup>o</sup> C (Villalobos <i>et al.</i> , 2009). .....	50

## LISTA DE ANEXOS

Anexos	Págs.
<b>Anexo 1.</b> Espectro trófico de <i>A. pelagicus</i> en Santa Rosa de Salinas expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	82
<b>Anexo 2.</b> Espectro trófico de <i>A. pelagicus</i> en hembras, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	82
<b>Anexo 3.</b> Espectro trófico de <i>A. pelagicus</i> en machos, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	83
<b>Anexo 4.</b> Espectro trófico de <i>A. pelagicus</i> en hembras inmaduras, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	83
<b>Anexo 5.</b> Espectro trófico de <i>A. pelagicus</i> en hembras maduras, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	84
<b>Anexo 6.</b> Espectro trófico de <i>A. pelagicus</i> en machos inmaduros, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	84
<b>Anexo 7.</b> Espectro trófico de <i>A. pelagicus</i> en machos maduros, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	84
<b>Anexo 8.</b> Espectro trófico en <i>A. pelagicus</i> con tallas de 141 a 230 cm LT, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).....	85
<b>Anexo 9.</b> Espectro trófico en individuos de <i>A. pelagicus</i> con tallas de 231 a 321 cm LT, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR). ....	85
<b>Anexo 10.</b> Valores promedios de las razones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ en <i>Alopias pelagicus</i> capturado en Santa Rosa de Salinas, Santa Elena, Ecuador durante febrero del 2008 a enero del 2009.....	86

## RESUMEN

El tiburón zorro pelágico (*Alopias pelagicus*) es una de las principales especies capturadas por la pesca artesanal en aguas ecuatorianas, sin embargo, poco se conoce acerca de su biología para recomendar medidas de protección y manejo. En el presente trabajo, la ecología trófica de *Alopias pelagicus* fue analizada por medio de su dieta y de las razones isotópicas de carbono y nitrógeno, registradas en éstos depredadores provenientes de Santa Rosa de Salinas y sus presas, así como el fitoplancton y zooplancton del Golfo de Guayaquil (Ecuador), ambas localidades muy cercanas. Se analizaron las relaciones entre la dieta y el sexo, estados de madurez sexual, intervalos de tallas y la variación mensual en la alimentación. Asimismo, se estableció la importancia de sus componentes alimenticios, amplitud de la dieta, la comparación de la dieta consumida y la asimilada, el nivel trófico, la relación de la temperatura superficial oceánica con la alimentación y sus señales isotópicas.

*Alopias pelagicus* presentó un espectro trófico de 19 componentes entre los cuales cinco representaron mayor importancia (tres calamares *Ommastrephes bartrami*, *Dosidicus gigas*, *Sthenoteuthis oualaniensis* y dos peces *Merluccius gayi* y *Benthoosema panamense*). Es un depredador especialista con dietas similares en todas las categorías analizadas y consistentes a lo largo del período de estudio, por lo que no existe diferenciación en su alimentación, pudiendo establecer una zona común para la ingesta. Los valores isotópicos de Carbono ( $\delta^{13}\text{C} = -16.3\text{‰}$ ,  $\pm 0.5$ ) y de Nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N} = 13.1\text{‰}$ ,  $\pm 1.3$ ) obtenidos en músculo, indican que se alimentaron de presas que frecuentaban zonas tanto costeras como oceánicas de aguas profundas. El factor de fraccionamiento isotópico fue de  $\text{C} = 1.5\text{‰}$  y  $\text{N} = 2.3\text{‰}$ , estableciéndose por primera vez dichos valores para esta especie de tiburón en el Pacífico ecuatoriano. El nivel trófico con base en contenidos estomacales resultó en 5.00 y en relación con isótopos estables en 4.52, característico de un depredador tope. Las razones isotópicas de C y N tanto en *A. pelagicus* como para sus presas mostraron una relación inversa con la temperatura superficial oceánica.

---

**ABSTRACT**

Pelagic thresher (*Alopias pelagicus*) is one of the main species caught by artisanal fishing in Ecuadorian waters, however, little is known about its biology to recommend protection and management regulations. In this work, the trophic ecology of *Alopias pelagicus* was analyzed through their diets and Carbon and Nitrogen stable isotopic ratios recorded on these predators come from Santa Rosa de Salinas and their prey and, as phytoplankton as zooplankton present in Gulf of Guayaquil (Ecuador), both of these areas are close. The relationship between their diet and sex, sexual maturity, sizes and monthly variation on their feeding, were analyzed. Likewise, the importance of their feeding components, niche breadth, comparison among consumed and assimilated diet, trophic level and, relationship between sea surface temperature and their feeding and C & N stable isotopic signs, were established.

*Alopias pelagicus* showed a trophic spectrum of 19 items between these ones, five were the most important preys (three squid species: *Ommastrephes bartrami*, *Dosidicus gigas*, *Stenoteuthis oualaniensis* and two fish ones: *Merluccius gayi* and *Benthoosema panamense*). Pelagic thresher is a specialist predator with similar diets in all studied categories and a consistent one during the study period, so there is no any differentiation on their feeding and, in this way was possible to establish a feeding common zone. Carbon and Nitrogen stable isotopic ratios ( $\delta^{13}\text{C} = -16.3\text{‰}$ ,  $\pm 0.5$  and  $\delta^{15}\text{N} = 13.1\text{‰}$ ,  $\pm 1.3$ ) obtained in muscles, indicated these sharks were fed on preys what frequented as coastal as deep zones. Carbon and Nitrogen Partition factors were in C= 1.5‰ and N= 2.3‰, both of them established by first time for this shark species in the Ecuadorian Pacific. The level trophic based in stomach contents resulted in 5.00 and that one related to stable isotopic ratios in 4.52, characteristic special in a top predator. Carbon and nitrogen stable isotopic signs as *A. pelagicus* as their prey demonstrated an inverse relationship with sea surface temperature.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los elasmobranquios son los depredadores tope en los ecosistemas marinos (Ellis *et al.*, 1996), lo cual hace importante la información sobre la composición de sus dietas para entender las relaciones tróficas y los flujos de energía dentro de los ecosistemas que ocupan. Asimismo, esta información sirve para entender su historia natural, su función en el ecosistema marino y el impacto en la depredación de una especie en particular. Conocer lo que una especie come puede proveer información sobre su distribución y su posición en las tramas tróficas (Cortés 1999).

Los estudios de ecología trófica se basan comúnmente en los análisis de los contenidos estomacales y de los isótopos estables en diferentes tipos de tejidos.

Los análisis de los contenidos estomacales de las especies son uno de los métodos más antiguos y frecuentemente empleados, utilizados particularmente en organismos de niveles tróficos intermedios y superiores de las redes alimenticias, siendo los peces posiblemente el grupo taxonómico mejor estudiado (Kling *et al.*, 1992). Dichos contenidos permiten un alto grado de precisión taxonómica en la identificación de las presas, pero sólo proveen una observación de menor periodo en las dietas de los consumidores (Tieszen *et al.*, 1983; Hobson & Clark, 1992; Hesslein *et al.*, 1993), ya que describen el lapso entre la ingestión y la digestión del alimento, no siendo adecuado para describir los patrones de alimentación a largo plazo (Román, 2003). Los isótopos estables, no proveen información directa sobre las presas consumidas pero si indican dietas asimiladas en mayores períodos, (Tieszen *et al.* 1983; Hobson *et al.*, 1992; Hesslein *et al.*, 1993).

Los isótopos estables de carbono (C) y nitrógeno (N) sirven como trazadores químicos naturales de procesos ecológicos, permitiendo describir flujos de materia y energía entre organismos, ya que las señales isotópicas de un consumidor reflejan aquellas provenientes de sus dietas (Kelly, 2000). También establecer cambios de hábitat o caracterizar los hábitos alimentarios, bajo ciertas condiciones en una población; así como el flujo de nutrientes en

ambientes acuáticos, determinar el nivel trófico de un consumidor y evaluar los patrones de migración (Herzka, 2003) en determinadas condiciones. Los isótopos estables, no proveen información directa sobre las presas consumidas pero si indican dietas asimiladas en mayores períodos, (Tieszen *et al.*, 1983; Hobson & Clarke, 1992; Hesslein *et al.*, 1993).

Los consumidores están enriquecidos en nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$   $\mu=2-4$  ‰) en relación a sus presas (De Niro & Epstein, 1981; Minagawa & Wada, 1984; Vanderklift & Ponsard, 2003), y consecuentemente los valores de las razones isotópicas hallados en sus tejidos sirven como indicador de la posición trófica de un depredador (Hobson & Clark, 1992). En forma contraria, los valores de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) varían muy poco a lo largo de la cadena trófica, de 0 a 1‰ (De Niro & Epstein, 1978, Fry & Sherr, 1984) y son frecuentemente utilizados para determinar fuentes primarias en una red alimenticia (Hobson & Welch, 1992). Como el carbono en ambientes marinos indica en qué tipo de ecosistemas se está produciendo la ingesta, se puede estimar ciertas características del mismo, por ejemplo si son de latitudes bajas o altas, ambientes costeros u oceánicos, zonas pelágicas o bentónicas (Hobson *et al.*, 1994; Cherel *et al.*, 2000).

Los experimentos en alimentación han demostrado que la tasa de recambio de los isótopos en un tejido dado es el producto de la tasa de recambio de las proteínas de dicho tejido y la adición de nuevas (Hobson & Clarke, 1992), por ende, dependerá del tipo de alimentación, del tiempo en que ésta sea integrada, del metabolismo y crecimiento del individuo (Tieszen *et al.*, 1983; Hobson & Clarke, 1992; Hesslein *et al.*, 1993), y del tejido que se emplee. Esta técnica puede detectar ciertas interacciones que son difíciles de observar (Kling *et al.*, 1992) como verificación de posición y hábitat tróficos de la especie, por este motivo los análisis de dietas convencionales y las líneas de evidencias isotópicas son fuentes de información altamente complementarias (Vander Zanden *et al.*, 1998).

El tiburón zorro pelágico (*Alopias pelagicus*) es una especie tropical que se distribuye solamente en los océanos Pacífico e Índico (Trejo, 2005), primordialmente oceánica y epipelágica, también se puede encontrar cerca de la costa sobre la plataforma continental. Los tiburones zorros se alimentan de

peces y calamares que reúnen con las ondas producidas por su cola al nadar alrededor de los mismos y luego los golpea, consumiendo aquellos que quedan aturdidos o muertos (Compagno, 1984 y 2002; Compagno *et al.*, 1995 y 2005).

La importancia de los tiburones zorros, especialmente de *A. pelagicus* dentro de la pesquería en Ecuador se debe al número y volumen con que contribuyen en las capturas de pelágicos mayores en la pesca artesanal (Solís, 1998). Las cifras demuestran que durante septiembre del 2007 a diciembre del 2008 se capturaron 150,248 individuos, con un total de 5,494,469 Kg (Subsecretaría de Recursos Pesqueros, 2008) ocupando el primer lugar en los desembarques a nivel nacional en volumen.

Los estudios sobre la biología básica de tiburones en Ecuador son pocos y sólo se conocen trabajos recientes sobre la alimentación de *A. pelagicus* y del tiburón zorro de anteojos (*A. superciliosus*) (Baigorri y Polo, 2004; Rendón y Pacheco, 2006 y Polo, 2008), de los tiburones martillos (*Sphyrna zygaena* y *S. lewini*) (Castañeda y Sandoval, 2004); *S. zygaena*, *S. lewini* y el tiburón piloto (*Carcharhinus falciformis*) (Estupiñán y Cedeño, 2005) en la localidad de Manta. Asimismo, sobre *A. pelagicus* (Calle, 2006), *S. zygaena* (Bolaño, 2006) y el tiburón tinto (*Isurus oxyrinchus*) (Erazo, 2006) en la zona de Santa Rosa de Salinas, Ecuador.

En este contexto, el presente estudio aporta nueva información en la ecología trófica de esta especie, incluyendo el análisis de las relaciones entre su dieta y el sexo, estados de madurez sexual, tallas de los organismos y la variación mensual de la alimentación. De igual manera, se analiza la importancia de los componentes alimenticios, amplitud de la dieta, la comparación de la dieta consumida y la asimilada por medio del análisis de isótopos de carbono y nitrógeno, el nivel trófico y la relación de la temperatura superficial oceánica con su alimentación y sus señales isotópicas, para conocer y caracterizar el comportamiento trófico de la especie en su ecosistema.

## **2. ANTECEDENTES**

Entre los estudios de alimentación de *A. pelagicus* a nivel mundial, desde 2000 hasta la actualidad, destacan el de Moteki *et al.* (2001) en el océano Pacífico oriental, quienes determinaron que los peces barracudinas (Familia Paralepididae), el pez luciérnaga (*Polymetme sp.*) y los peces escolares (Familia Gempylidae) fueron elementos importantes en la dieta de dicho organismo.

Seitz (2003) afirmó que *A. pelagicus* se alimenta de peces, especialmente de los arenques (Familia Clupeidae), voladores (Familia Exocoetidae) y macarelas (Familia Scombridae), así como de calamares pelágicos.

La especie congénere de *A. pelagicus*, en los que se presentaron estudios de isotopía estable de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  es el tiburón zorro común (*Alopias vulpinus*). Estrada *et al.*, (2003) estimaron las posiciones tróficas de cuatro especies de elasmobranquios en el Atlántico noroeste basados en mediciones isotópicas de músculos dando como resultado que *A. vulpinus* presente un mayor nivel trófico así como los valores más altos en N e intermedios en C en relación al resto de especies estudiadas.

MacNeil *et al.* (2005), en la misma zona de estudio, determinaron que las razones isotópicas de carbono y nitrógeno registradas en distintos tipos de tejidos de tres especies de tiburones (incluyendo a *A. vulpinus*) revelaron cambios en la dieta en menor y mayor escala temporal que empleando solamente uno. El hígado presentó mayor tasa de recambio metabólico que el músculo y el cartílago, siendo éste último el de menor.

Los estudios realizados con *A. pelagicus* en Ecuador abarcan aspectos taxonómicos, ecología trófica, biología reproductiva, diagnósticos de pesquerías, desembarques, utilización del tiburón y estudios bromatológicos. Estos estudios se han llevado a cabo en las localidades donde su importancia es mayor, como los puertos de Manta y Santa Rosa de Salinas.

El primer estudio de ecología trófica en tiburones zorro se desarrolló en Manta (Baigorri y Polo, 2004), donde se reportó que los mayores componentes

de la dieta de *A. pelagicus* fueron el calamar gigante (*Dosidicus gigas*), el pez linterna (*Benthoosema panamense*) y otra especie de calamar (*Sthenoteuthis oualaniensis*), mientras que para *A. superciliosus* fueron el pez tamborcito plateado (*Larimus argenteus*), la merluza del Pacífico Sur (*Merluccius gayi*) y *B. panamense*. Ambas especies fueron depredadores especialistas, presentando *A. pelagicus* mayor afinidad por alimentarse en zonas costeras, mientras que *A. superciliosus* tiende a alimentarse en zonas oceánicas.

Calle (2006) determinó que en Santa Rosa de Salinas la composición de la dieta de *A. pelagicus* estaba dominada por *S. oualaniensis*, *M. gayi*, *B. panamense*, *D. gigas* y el calamar rojo (*Ommastrepehes bartamii*), siendo un depredador especialista por haber dominancia de estos cinco sobre los 24 elementos de su espectro trófico. Se registró una similitud de dieta entre sexos y estados de madurez sexual en machos, pero no para las hembras.

Rendón y Pacheco (2006) en Manta estableció los mismos componentes del espectro de *A. pelagicus* y *A. superciliosus* registrados por Baigorri y Polo (2004) incluyendo a los peces voladores (*Exocoetus* spp.) como parte de su dieta y también que la similitud de éstas para ambas especies fue significativa.

Polo (2008) citó que no hubo cambios en la posición trófica de *A. pelagicus* y *A. superciliosus*, al no existir diferencias significativas en los valores isotópicos de carbono y nitrógeno de los músculos y vértebras de estas especies. Asimismo confirmó la tendencia de *A. pelagicus* de alimentarse en zonas oceánicas, mientras que *A. superciliosus* lo hace en zonas costeras y oceánicas.

### 3. **HIPÓTESIS**

El presente trabajo se realiza bajo la hipótesis de que existe una posible variación en cuanto a las condiciones oceanográficas en relación al tiempo, lo que conlleva a diferencias en la dieta de la especie y las relaciones de ésta con el sexo, estados de madurez y tallas, así como los parámetros físicos (temperatura) por lo que se emplea como técnicas para verificación de estos el análisis del contenido estomacal del depredador y así también el uso de la isotopía estable en los distintos eslabones de su cadena trófica.

---

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVO GENERAL:

Caracterizar la ecología trófica de *Alopias pelagicus*, en el área de Santa Rosa de Salinas, Pacífico ecuatoriano, basado en el análisis de contenidos estomacales e isótopos estables de Carbono y Nitrógeno

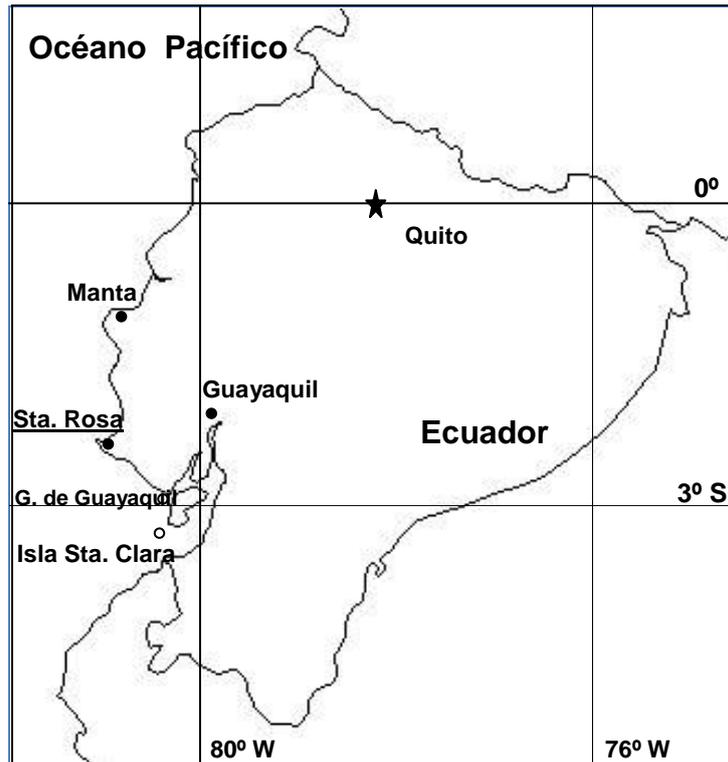
### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- a) Describir y cuantificar el espectro trófico, así como la importancia de dichos componentes para la alimentación de la especie.
- b) Registrar la amplitud de dieta.
- c) Evaluar el grado de interacción trófica entre los sexos, estados de madurez y tallas.
- d) Analizar los valores isotópicos de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ) en músculo de *A. pelagicus*, sus presas principales, fitoplancton y zooplancton de la zona.
- e) Estimar la posición trófica de *A. pelagicus*.
- f) Establecer qué tipo de relación se da entre la temperatura superficial oceánica y las razones isotópicas registradas en los eslabones de la cadena trófica de la especie.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. ÁREA DE ESTUDIO

El puerto de Santa Rosa de Salinas se encuentra ubicado en la provincia de Santa Elena, Ecuador ( $02^{\circ} 12' 56''$  S;  $80^{\circ} 57' 26''$  W), siendo una comunidad que depende económicamente de la actividad pesquera (Fig. 1).



**Fig. 1.** Mapa del Ecuador: Ubicación del área de estudio (Santa Rosa), del principal puerto pesquero (●) y de los caladeros (○).

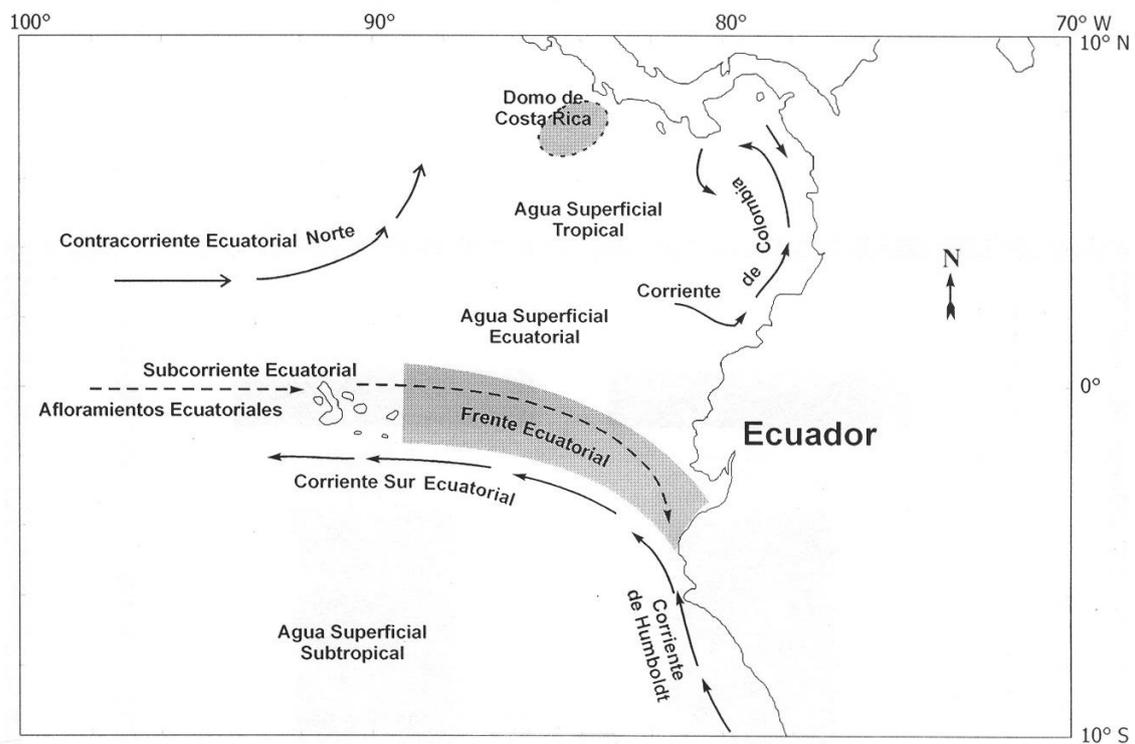
#### 5.1.1. Condiciones oceanográficas de la zona ecuatorial

El clima de la localidad está determinado por las corrientes fría de Humboldt y la cálida del Norte, produciéndose un clima cálido donde la temperatura ambiental promedio es de  $25^{\circ}$  C (Solís, 1998). La temperatura superficial del mar durante el período de estudio presentó grandes variaciones, siendo la mínima  $17^{\circ}$  C y la máxima  $29^{\circ}$  C con un promedio de  $23^{\circ}$  C (Villalobos *et al.*, 2009). La costa del Ecuador sur-oriental (área de estudio) es

una región de interfase climática entre ambas corrientes, presentándose un clima cíclico y de alternancias de lluvia-sequía.

Frente ecuatorial.- Una de las características más importantes del océano entre las islas Galápagos y el Ecuador continental es el frente ecuatorial que se localiza normalmente entre los 0° y 3° S, separando las aguas más frías y ricas en nutrientes (corriente de Humboldt) de las aguas cálidas superficiales y generalmente pobres en nutrimentos (corriente del norte).

A pesar de que las condiciones oceanográficas estacionales del frente, se mantienen cada año, sin embargo, se han observado algunas diferencias, no sólo en lo que se refiere a la intensidad y permanencia del frente, sino también a fluctuaciones en pequeña y gran escala, ligadas a determinadas propiedades inherentes al ecosistema marino. Su posición y orientación en aguas oceánicas y costeras, la intensidad de los gradientes termohalinos a través de los años y en las diferentes épocas de un mismo año, son las características más notables que identifican la magnitud de su cambio y su repercusión en la vida acuática (Pak & Zaneveld, 1974; Jiménez, 1983) (Fig. 2).



**Fig. 2.** Localización de los sistemas de corrientes marinas y masas de agua en el Océano Pacífico Ecuatorial Oriental (Jiménez, 2009).

Las condiciones hidrográficas del frente determinan la formación de zonas de convergencia y divergencia en los niveles superficiales, las mismas que favorecen el incremento de los nutrientes en la zona eufótica, la producción primaria, el incremento en la biomasa del zooplancton y de las poblaciones de peces pelágicos de menor tamaño, como la macarela (*Scomber japonicus*), la sardina (*Sardinops sagax*), sardina redonda (*Etrumeus teres*) y la pinchagua (*Opisthonema libertate*), así también peces pelágicos de mayor tamaño, como atunes, principalmente el barrilete (*Katsuwonus pelamis*) y el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*). La pesca de peces pelágicos de menor tamaño se circunscribe al límite sur de la zona frontal, coincidente con los gradientes termohalinos más fuertes y con los máximos de fitoplancton y zooplancton. Las capturas disminuyen al norte y suroeste, donde los gradientes termohalinos se encuentran más espaciados (Jiménez, 2009).

Se sabe desde hace mucho tiempo que el encuentro, en escala geográfica, de una masa de agua fría rica en nutrientes con una caliente y pobre en nutrimentos, dan lugar al aumento de la productividad de la biomasa en la vecindad del frente. El hecho es bien conocido por los pescadores, que suelen buscar zonas de frente, donde encuentran usualmente concentraciones de atunes, cetáceos, etc., superiores al promedio común. Algunos autores describen el aumento de biomasa planctónica a nivel de un frente, sin que haya ningún afloramiento, estableciendo que la biomasa de zooplancton es más importante a la del fitoplancton del lado de las aguas más pobres del frente (Jiménez, 2009).

Afloramientos ecuatoriales.- El afloramiento ecuatorial es el resultado del transporte de Ekman, básicamente la deflexión de Coriolis, la cual se dirige a la derecha en el hemisferio Norte y a la izquierda en el hemisferio Sur, determinando que las aguas ecuatoriales superficiales den lugar a una divergencia en la que aguas frías profundas reemplazan a las aguas cálidas de la superficie. La divergencia ecuatorial de las corrientes superficiales induce el transporte vertical del agua de la profundidad a la superficie. Esta surgencia de aguas frías, ricas en nutrientes en la zona eufótica, determina sustancialmente

la fertilidad de esta región, con relación a otras áreas tropicales del océano (Jiménez, 2009).

Cuando los vientos alisios soplan con intensidad, el afloramiento es vigoroso, bajando la temperatura de la superficie del mar y elevando los nutrientes. A pesar de las variaciones estacionales en el contenido de los nutrientes en los estratos superficiales, la producción primaria permanece relativamente alta todo el año (este caso es particular y propio de la zona). En forma similar la producción secundaria del zooplancton es marcadamente estable a través del año, debido probablemente a que la producción primaria es bastante estable durante el mismo ciclo (Jiménez, 2009).

### **5.1.2. Condiciones biológicas de la zona ecuatorial**

Fitoplancton y producción primaria.- La naturaleza de la distribución de la producción primaria y fitoplancton no difiere de lo que se presumía normalmente: una baja producción primaria y baja densidad fitoplanctónicas en las regiones tropicales, donde se presentan aguas cálidas superficiales; una alta producción primaria y alta concentración de fitoplancton se encontró en aguas moderadamente frías, y en aquellas áreas tropicales donde las aguas profundas emergen a la superficie originando procesos de afloramiento. La producción primaria y la densidad del fitoplancton son también más altas a lo largo de las costas de Sudamérica (Jiménez, 2009).

El fitoplancton en áreas oceánicas del Pacífico ecuatorial tropical está influenciado por procesos persistentes del afloramiento ecuatorial y en la costa por los afloramientos costeros, que determinan altos contenidos de nutrientes en la zona eufótica (Jiménez, 2009).

Las zonas costeras del norte del país, desde el ecuador hasta aproximadamente 2° N (entre los 80° y 81° W), están asociadas la mayor parte del año a aguas cálidas. La distribución cuantitativa del fitoplancton en esta zona está caracterizada por una baja densidad celular (< 500 cél/ml), Predominando microflagelados, coccolitofóridos y en menores concentraciones diatomeas y dinoflagelados. Mientras que en las costas al sur de la latitud ecuatorial hasta el Golfo de Guayaquil (3° S), están asociadas la mayor parte

del año a aguas más frías, la distribución cuantitativa del fitoplancton está caracterizada por una mayor densidad celular (> 1,000 cél/ml). Predominan en esta área diatomeas y microflagelados y en menor densidad cocolitofóridos y dinoflagelados (Jiménez, 2009).

Zooplancton y producción secundaria (biomasa).- La composición, distribución y productividad de las comunidades biológicas de la zona ecuatorial están determinadas por las surgencias de aguas ricas en nutrientes en la zona eufótica, el transporte de las comunidades en desarrollo por los flujos zonales y el acarreo transversal meridional de las comunidades desde las zonas de tránsito que afloran a las zonas donde hay convergencias o hundimientos. Las angostas zonas de afloramiento a lo largo del país, alternan con las de hundimiento formando patrones de distribución en bandas de la biomasa planctónica (Jiménez, 2009).

Los copépodos son los organismos predominantes en la región del afloramiento ecuatorial al oeste y este de las islas Galápagos (Jiménez, 2009). También la presencia de foraminíferos (Cruz *et al.*, 2003), huevos y larvas de peces, quetognatos, eufaúsidos, cladóceros (Ortega y Elías, 1996; Ortega, 1998; Torres *et al.*, 2004 y Torres & Andrade, 2007) y rotíferos (Luzuriaga de Cruz, 1998) son importantes a lo largo de las costas.

### **5.1.3. Puerto pesquero de Santa Rosa de Salinas**

En la actualidad Santa Rosa continúa siendo uno de los principales puertos artesanales donde son desembarcados importantes volúmenes de especies de alto valor comercial, las que son destinadas para el mercado interno y de exportación (Revelo y Guzmán, 1997).

La población pesquera está conformada por los pescadores artesanales activos, los comerciantes, los evisceradores y ayudantes. La actividad pesquera está dirigida a la extracción de varios recursos, entre ellos los tiburones (Solís, 1998). Las familias desembarcadas son: Alopiidae, Carcharhinidae, Echinorhinidae, Lamnidae, Mobulidae, Narcinidae,

---

Pseudocarcharhidae, Rhinobatidae, Sphyrnidae y Triakidae, de acuerdo a las visitas al puerto.

Los artes de pesca empleados son las redes de enmalle superficial y de fondo, espineles superficial y de fondo, líneas de manos de media agua y de fondo, trasmallo de fondo camaronero (Aguilar *et al.*, 2005). Se estima actualmente una flota pesquera de más de 1,000 embarcaciones de fibra de vidrio con motor fuera de borda.

Los caladeros (lugares) de pesca se encuentran ubicados en el Golfo de Guayaquil (provincia del Guayas) y principalmente en la Isla Santa Clara (provincia de El Oro). El tiempo que se requiere para llegar a los caladeros depende del recurso que va a ser explotado. La captura de los tiburones está ligada a la pesca de peces pelágicos grandes como los atunes y picudos, ya que son capturados por los mismos artes de pesca; por consiguiente, se requiere entre 1 y 6 horas de recorrido para llegar a las zonas de pesca. Con respecto a las salidas de pesca, por lo general, tienen como duración uno y tres días. Las faenas de pesca para la captura de los diferentes recursos son realizadas en diversas épocas del año, dependiendo de los cambios estacionales, de la abundancia y de la disponibilidad de los recursos hidrobiológicos (Solís, 1998).

## **5.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.2.1. Fase de campo**

Las características morfométricas tales como la longitud total, furcal y estándar (precaudal) fueron registradas para cada ejemplar desembarcado proveniente de la pesca artesanal de la localidad. Para la madurez sexual, en los machos se registró la longitud de los gonopterigios, su calcificación, rotación, abertura del rifiodón y presencia de semen. En las hembras se observaron las marcas de copulación en el cuerpo, abertura cloacal, tamaño y coloración de los ovocitos, presencia y talla de los embriones. Se procedió a obtener las muestras de estómagos, a los que se les calculó los porcentajes de repleción estomacal, tomando los valores de Stillwell & Kohler, (1982),

clasificándolos de esta forma: 0 (vacío), 1 (de 1 a 25% llenos), 2 (26 a 50%), 3 (51 a 75%) y 4 (76 a 100%). De igual manera, se extrajo una muestra de músculo de la región caudal (cercana a la foseta precaudal) para la determinación de valores isotópicos de C y N. Las muestras se almacenaron en bolsas plásticas, etiquetadas y puestas en congelación para su posterior traslado y revisión en el laboratorio de ecología de peces del CICIMAR en La Paz, México.

Cabe resaltar que los muestreos se realizaron desde febrero del 2008 hasta enero del 2009, y por motivos logísticos no se pudo muestrear de julio a octubre, ni en diciembre.

A través del Instituto Nacional de Pesca del Ecuador se pudo acceder a 8 muestras de fitoplancton y 6 de zooplancton, para conocer los  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  presentes en los primeros eslabones de la cadena alimenticia del ecosistema en que se desarrolla la especie en estudio. Las muestras fueron obtenidas en el Golfo de Guayaquil y las inmediaciones de la isla Santa Clara durante el desarrollo de varios cruceros de investigación (Tabla 1).

**Tabla 1.-** Detalle de las muestras de fitoplancton (F) y zooplancton (Z) obtenidas en la Golfo de Guayaquil y alrededor de la Isla Santa Clara, para el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno.

FECHA	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		MUESTRA	TIPO DE ARRASTRE Y PROFUNDIDAD (M)
	LATITUD (S)	LONGITUD (W)		
Junio 2006	3° 20' 30''	80° 40' 47''	F y Z	Horizontal (0.5) y vertical (50)
Octubre 2006	3° 00' 04''	80° 40' 04''	F y Z	Horizontal (0.5) y vertical (50)
Junio 2007	2° 54' 50''	80° 34' 77''	F y Z	Horizontal (0.5) y vertical (50)
Octubre 2007	3° 19' 93''	80° 20' 12''	F	Horizontal (0.5) y vertical (50)

Para la colecta de éstas muestras se emplearon las redes cónicas simples de 130 cm de largo con luz de malla de 55 y 200  $\mu\text{m}$ , se fijaron con formol al 4% y se neutralizaron con tetraborato de sodio (bórax) (Torres *et al.*, 2004; Luzuriaga de Cruz, 1998; Ortega, 1998; Coello, 1996 y 2007). Es necesario aclarar que si bien es cierto estas muestras no pertenecen al período de estudio, en todo caso nos darían una mejor visión de la zona estudiada.

### **5.2.2. Fase de laboratorio**

Las especies presas se agruparon por el estado de digestión en que se encontraban, previo a su identificación, según la escala de Olson & Galván, (2002):

- **Estado # 1:** Individuos que presentan todas las características morfológicas completas que los hacen fácilmente identificables.
- **Estado # 2:** Individuos sin piel, sin ojos y músculos al descubierto.
- **Estado # 3:** Individuos sin cabeza, algunas partes del cuerpo presente y esqueleto axial.
- **Estado # 4:** Presencia únicamente de otolitos, esqueletos y picos de calamares.

La identificación de las presas que presentaban un estado mínimo de digestión (Estado # 1) se basó en claves específicas de peces (Chirichigno, 1980; Fischer *et al.*, 1995). Para aquellos con un estado avanzado de digestión (Estado # 3 y 4) se utilizaron el esqueleto axial y otolitos, siendo así, en el conteo de vértebras se emplearon los trabajos de Clothier, 1950; Clothier & Baxter, 1969 y los otolitos con el de García (2001). Para los cefalópodos se usaron las claves de Clarke (1962 y 1986), Wolff (1982 y 1984) e Ingrid *et al.* (1971). La longitud rostral de la mandíbula inferior y/o superior de los picos de cefalópodos fue registrada para realizar el retrocálculo de los pesos, según las ecuaciones establecidas por Wolff (1982) y Clarke (1986).

La obtención del músculo de las presas se realizó en presas con Estado # 1. En cefalópodos, se hizo un corte longitudinal en el manto y en peces, en la

subdermis, colocándolos en viales esterilizados previos al tratamiento de preparación de muestras de análisis de isótopos.

### **5.2.3. Fase de procesamiento de datos**

#### **5.2.3.1. Determinación del tamaño mínimo de muestras**

El número de estómagos representativos para validar el estudio del espectro trófico de *A. pelagicus*, se estableció utilizando la metodología propuesta por Hoffman (1978). Este método consiste en graficar en el eje horizontal el número de estómagos contra la diversidad acumulada de las especies presas consumidas, para obtener la curva acumulativa de éstas últimas y el número de tractos donde alcanzó la asíntota, indicando así que era el tamaño de muestra mínimo. Para esto se empleó el programa de bioestadística *EstimateS* versión 8.0 (Colwell, 2006) donde los estómagos revisados fueron sometidos a 200 permutaciones y el nivel de confianza elegido en el programa fue de C=99%.

#### **5.2.3.2. Composición de capturas de tallas**

La composición de tallas de las longitudes totales (LT) fueron obtenidas mediante histogramas de frecuencia en forma general y para sexos, la amplitud de los intervalos fueron de 30 cm, esto de acuerdo a la regla de Sturges (Daniel, 2002).

#### **5.2.3.3. Talla media de madurez sexual**

La talla media de madurez fue definida como la longitud en la cual el 50% de los individuos eran sexualmente maduros ( $L_{50}$ ) (Joung *et al.*, 2005; Joung *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 1997; Flammang *et al.*, 2008). Se la determinó mediante el modelo logístico de Márquez (2007):

$$ML = 1 / (1 + \exp(-(L - L_{50\%})/\Phi))$$

Donde  $ML$  es la proporción de maduros en un intervalo de talla ( $L$ ),  $L_{50\%}$  longitud inicial fue de 230 cm  $LT$  en ambos sexos (talla calculada mediante Pratt & Otake, 1990) y  $\Phi$  es la pendiente de la curva. Los parámetros fueron estimados por la suma total de diferencias de cuadrados de los valores de madurez observados (proporción de maduros) y obtenidos (modelo logístico) a través de la herramienta de ajuste Solver (Microsoft Excel 2007).

#### **5.2.3.4. Variación mensual de los organismos desembarcados**

La distribución mensual se analizó por medio de los organismos capturados durante el periodo de estudio, del número de estómagos con alimentos y vacíos y del porcentaje de repleción estomacal. Lo anterior fue aplicado en forma general, por sexos, tallas y estados de madurez sexual, con base en la curva de madurez obtenida.

#### **5.2.3.5. Índices Tróficos**

Los descriptores cuantitativos utilizados fueron los métodos numérico (Hyslop, 1980), de frecuencia de aparición y gravimétrico (Peláez, 1997), así como el índice de importancia relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et al.* (1971).

#### **5.2.3.6. Variación mensual de las especies presas**

El análisis mensual de las presas consumidas se realizó con el objeto de establecer su ausencia y presencia, así como observar su dominancia interespecífica, para inferir la probable disponibilidad de los recursos y su cambio en relación al tiempo ya sea en cuanto al número o a la biomasa.

#### **5.2.3.7. Índices Ecológicos**

La amplitud de dieta del depredador se obtuvo mediante el Índice de Levin ( $B_i$ ), el cual propone que esta puede ser estimada por medio de la

cuantificación de la distribución de los depredadores con respecto a sus presas (Krebs, 1985), de acuerdo a la técnica propuesta por Labropoulou *et al.* (1997). Los valores de este índice están comprendidos de 0 a 1, valores menores a 0.6 indican que la dieta está dominada por pocas presas, por lo tanto sería un depredador especialista. Valores mayores a 0.6 indican que son depredadores generalistas.

El análisis de traslapo trófico entre sexos, madurez sexual y tallas fue realizado mediante el índice de Morisita-Horn ( $C\lambda$ ) (Morisita, 1959; Horn 1966 y Smith & Zaret, 1982), con el fin de comparar posibles diferencias en el tipo de alimento entre los grupos de tiburones. Los valores de este índice van de 0 a 1, por lo tanto, de 0 a 0.30 significa que no hay elementos en común; de 0.31 a 0.60 hay traslapo medio y de 0.61 a 1 indican traslapo o similitud.

#### **5.2.3.8. Análisis de isótopos estables**

Los tejidos de músculos de los tiburones y de las presas obtenidas fueron colocados en viales con tapas de teflón. Éstos se colocaron en autoclave a 50°C para secar completamente las muestras durante 48 horas. Luego, fueron embebidas en una solución de cloroformo-metanol (2:1) y se trasladaron al ultrasonicador, con temperatura controlada durante 20 minutos por 4 veces consecutivas para la extracción de lípidos, debido a que éstos se encuentran empobrecidos en valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , pudiendo influenciar dichas mediciones.

A las muestras de fitoplancton y zooplancton no se les extrajeron los lípidos, ya que de acuerdo con López (2008) los lípidos y/o carbonatos presentes en el zooplancton no presentan efecto significativo para el C y N. Se colocaron los viales con muestras en un desecador a 60°C por 48 horas para eliminar todo el solvente y se procedió a macerar cada muestra en un mortero de ágata, el cual se lavó con agua destilada y solvente para evitar la contaminación de muestras, hasta convertirse en polvo. Del mismo que se pesaron submuestras de 1.2 mg, la cuales se colocaron en cápsulas de estaño (8x5 mm) y se enviaron al Laboratorio de espectrometría de masas de la

Universidad de California en Santa Cruz (EUA) para su análisis en el espectrómetro de flujo continuo, con el fin de cuantificar los isótopos estables.

Los valores de isótopos estables ( $\delta$ ) se calcularán mediante la siguiente fórmula (Park & Epstein, 1961):

$$\delta^{15}\text{N} \text{ ó } \delta^{13}\text{C} (\text{‰}) = [(R \text{ muestra}/R \text{ estándar})-1] \times 1000$$

Donde:  $R_{\text{muestra}}$  = Relación o proporción entre los isótopos  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  para  $\delta^{15}\text{N}$  y el  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  del  $\delta^{13}\text{C}$  del músculo del tiburón, presas y plancton y  $R_{\text{estándar}}$  = Relación para los estándares empleados que fueron Pee Dee Belemnita (PDB) para el C y el nitrógeno atmosférico ( $\text{N}_2$ ) para el N. La razón absoluta (R) de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  para el estándar PDB ha sido reportada como 0.0112372 (Craig, 1957) y constituye la base del estándar con un valor de 0 ‰ para el  $\delta^{13}\text{C}$ , mientras que para el  $^{15}\text{N}$  el estándar internacional del  $\text{N}_2$  y su razón absoluta ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) es de 0.003677 y por definición su valor en términos de  $\delta$  es 0 ‰ (Mariotti, 1983).

Para corroborar que la extracción de lípidos del tejido muscular fue exitosa se procedió a graficar los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  contra la proporción de C y N, para observar que los valores estén dentro del rango determinado para las proteínas puras asimiladas, según McConnaghuey *et al.* (1979) de 2.9 a 3.8.

#### 5.2.3.9. Tratamiento estadístico para los valores de isótopos estables de carbono y nitrógeno

Se determinó si los valores de los isótopos presentaban una distribución normal a través de la prueba de Shapiro–Wilk (W) y si eran homoscedásticos (homoscedasticidad en las varianzas) por medio de la prueba de Levene (F). En caso contrario, se utilizó la prueba de Kruskal–Wallis (H). El análisis estadístico empleado fue el de varianza simple ANDEVA de una sola vía (F) para establecer si existían diferencias significativas entre los valores según el sexo, la madurez, las tallas y los meses. También se empleó la prueba de Tukey para aquellos valores que resultaron diferentes significativamente. El

nivel de significancia utilizado fue de  $\alpha = 0.05$  (confianza del 95%). Se empleó el programa Statistica Six Sigma Versión 7.0 (StatSoft, 2008).

### 5.2.3.10. Nivel trófico

Las estimaciones de los niveles tróficos (NT) fueron a partir de los estudios de composición de dieta, los mismos que emplean las proporciones relativas de los componentes alimenticios así como sus respectivos niveles tróficos (Mearns *et al.*, 1981; Sanger, 1987). También, con el fin de corroborar los resultados anteriores, se utilizó el de los análisis de isótopos estables, ya que proveen un estimado de los alimentos asimilados basados en las medidas de los  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  hallados en los tejidos de los consumidores (Fry *et al.*, 1988 y Owens, 1988).

El NT de una especie está expresado como la unidad más la sumatoria del producto entre las proporciones de las especies presas y sus niveles tróficos respectivos. El detritus y los productores primarios representan esa unidad (Christensen & Pauly, 1992). Se calculó mediante la ecuación de Cortés (1999):

$$Tl_k = 1 + \left( \sum_{j=1}^{n=19} P_{jx} * Tl_j \right)$$

Donde  $Tl_k$  = Nivel trófico de la especie,  $n$  = Número de especies de presas,  $P_{jx}$  = Proporción relativa de las presas que conforman la dieta del consumidor y  $Tl_j$  = Niveles tróficos de las presas (Cortés, 1999; Froese *et al.*, 2009).

De igual manera se utilizó la fórmula de Post (2002) para conocer si existían diferencias en la obtención del NT con isótopos estables:

$$Tp = \lambda + \frac{(\delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{base}})}{\Delta N}$$

Donde  $T_p$ = Nivel trófico,  $\lambda$ = Posición trófica del organismo utilizado para estimar el  $\delta^{15}\text{N}$  de la base,  $\delta^{15}\text{N}_{\text{consumidor}}$ = Razón isotópica promedio del depredador,  $\delta^{15}\text{N}_{\text{base}}$ = Medida de la base de la cadena trófica y  $\Delta\text{N}$ = Factor de enriquecimiento en nitrógeno por NT. Se emplearon los promedios globales de los niveles tróficos de las especies presas ( $\lambda$ ) y el de las razones obtenidas en las especies presas ( $\delta^{15}\text{N}_{\text{base}}$ ), debido a que el  $\delta^{15}\text{N}$  del sedimento superficial ( $\mu=6-8\text{‰}$ ) encontrado por Farrel *et al.* (1995) para costas ecuatorianas daba valores subestimados del NT de la especie. También se usó el factor de enriquecimiento ( $\alpha$ ) calculado de las especies presas directas, y no de toda la cadena trófica al carecer de los resultados de todos sus eslabones (e.g. consumidores secundarios que eran a su vez la dieta de las especies presas halladas).

#### 5.2.3.11. Temperatura superficial oceánica

Los mapas de temperatura superficial del mar del año 2004, 2008 y primer trimestre del año 2009 fueron facilitados por Villalobos & González, (2009) a fin de poder relacionarlos con la presencia y/o ausencia de la especie en estudio y sus relaciones con el medio biótico y abiótico. Esta variable es importante ya que de acuerdo a Dingerkus (1987) la variación de temperatura así como las corrientes de agua son factores que afectan su distribución, acercándose al Ecuador en el invierno y alejándose en el verano. Se relacionó también dichas temperaturas con la abundancia de las especies presas halladas en los estómagos y las razones de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ .

## 6. RESULTADOS

### 6.1. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÍNIMO DE MUESTRAS

El número de estómagos analizados fue suficiente para caracterizar el espectro trófico de la especie, debido a que la gráfica obtenida alcanzó su punto de estabilización a los 62 estómagos de los 73 que presentaban alimentos. Dicha estabilidad del valor máximo de diversidad de presas registrado corroboró lo anterior (Fig. 3).

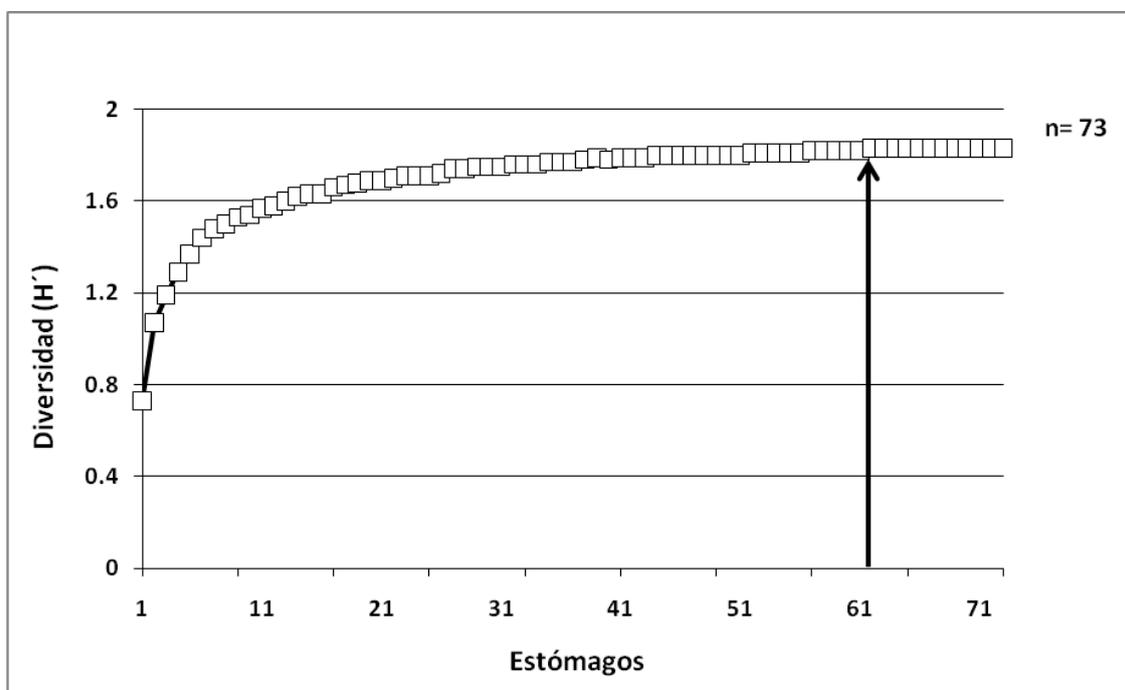


Fig. 3.- Curva acumulativa de especies presas consumidas por *A. pelagicus*.

### 6.2. COMPOSICIÓN DE CAPTURAS DE TALLAS

El número de individuos registrado durante el período de febrero del 2008 a enero del 2009 fue de 104, de los cuales 84 eran hembras (81%) y 20 machos (19%). Las tallas mínimas obtenidas fueron de 154 cm LT y la máxima de 321 cm ( $\mu=238$  cm), para las hembras la mínima fue de 155 cm, la máxima de 321 cm y el promedio igual al obtenido para la categoría general., Los

machos presentaron una talla mínima en 154 cm y la máxima de 318 cm ( $\mu=236$  cm).

El macho más pequeño (154 cm) fue observado en enero y el más grande (318 cm) en junio; en este último mes también se registró a la hembra más pequeña (155 cm) y a la más grande (321 cm) en noviembre.

La clase con el mayor número de organismos fue la de 261–290 cm con 55, seguido de la clase de 231–260 cm con 29, ocupando ambas el 81% del total de organismos analizados. Para las tallas menores (de 141–230 cm) se obtuvieron siete tiburones y mientras que sólo hubo 13 en la clase de tallas mayores (de 291–321 cm). Un alto número de individuos adultos aportaron gran parte la información registrada en este trabajo (Fig. 4).

Las hembras agrupadas dentro de la clase predominante presentaron 43 organismos y en la segunda 28; los machos con 12 y 1 individuos respectivamente. En hembras se observó un mayor número de especímenes de organismos concentrados en dos clases dejando a las demás un número bajo de ejemplares. Para los machos, la distribución de sus representantes fue mayor para la de 261–290 cm, y se mantenía similar en las demás categorías.

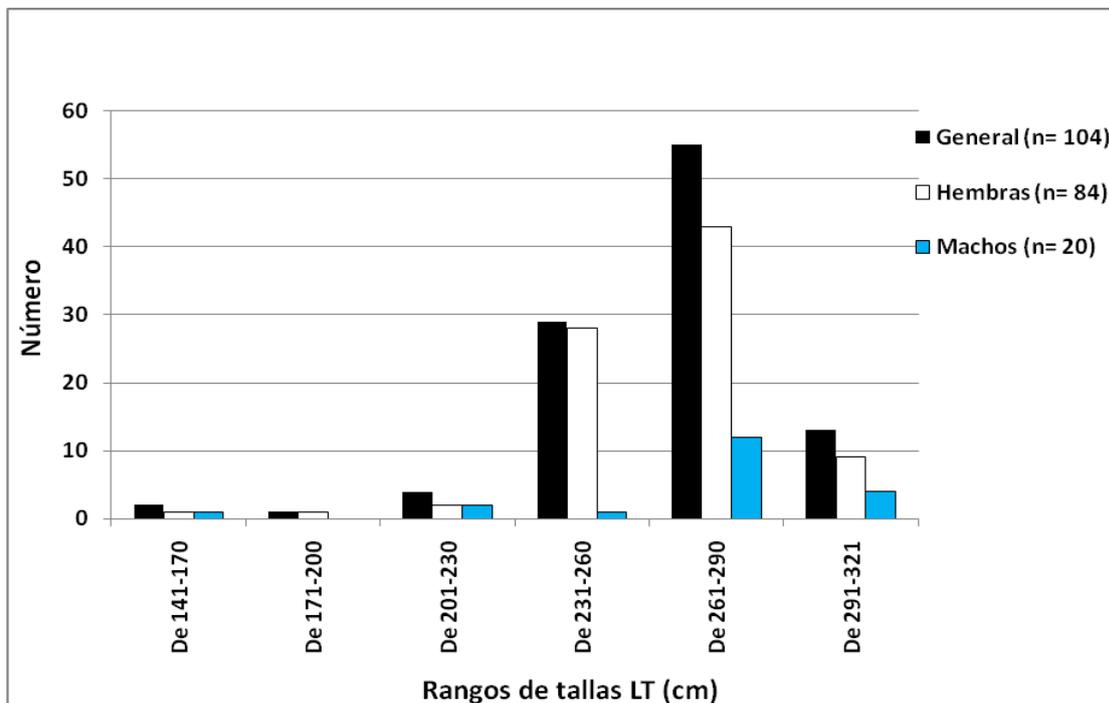


Fig. 4- Distribuciones de frecuencias de longitudes totales de *A. pelagicus* por intervalos.

### 6.3. TALLA MEDIA DE MADUREZ SEXUAL

La talla media de madurez para *A. pelagicus* fue de 242 cm LT en machos y de 236 cm en hembras. El muestreo abarcó desde neonatos, juveniles, adultos y hembras grávidas, por lo que pudo obtenerse información valiosa del espectro trófico de todos los estados de madurez de esta especie.

En hembras, se determinaron siete individuos inmaduros y 77 maduros. La hembra sexualmente madura de menor talla fue de 238 cm y la de mayor longitud, de 321 cm (Fig. 5). Para machos se observaron tres individuos inmaduros y 17 maduros, notándose una marcada separación de los organismos de tallas inferiores (< 250 cm) y los de superiores (> 250 cm). El macho maduro más pequeño fue de 251 cm y el más grande de 318 cm (Fig. 6).

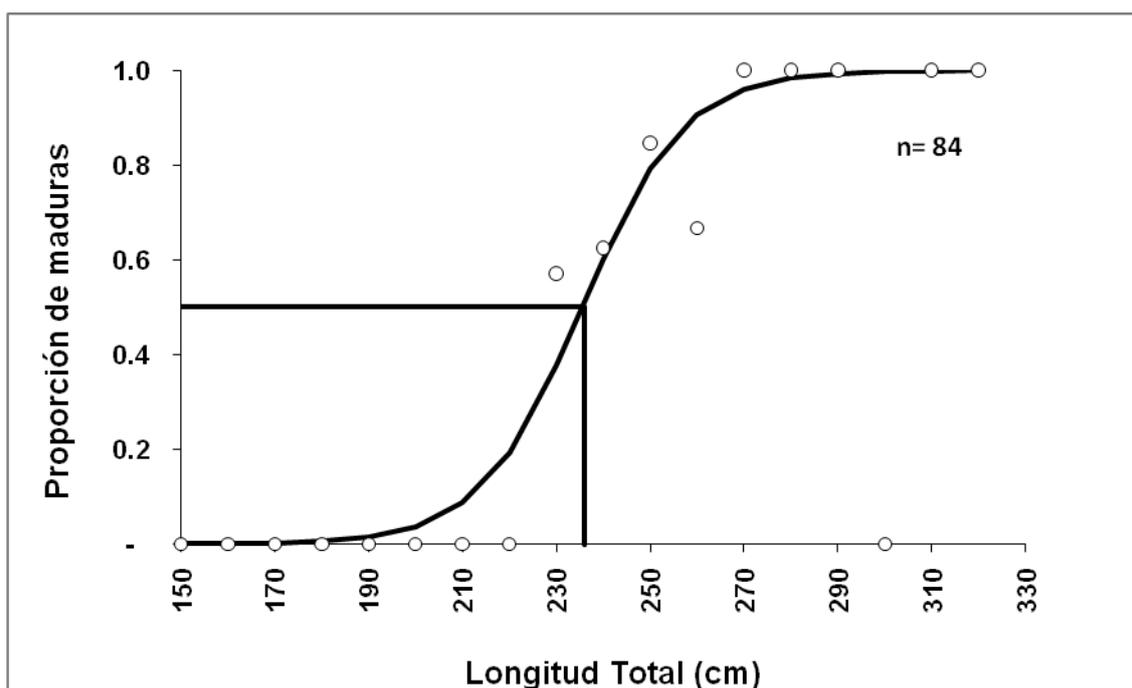


Fig. 5.- Proporción de hembras maduras en cada intervalo de talla. Se señala la talla media de madurez sexual (236 cm LT).

La proporción sexual fue de 4H:1M. Para los organismos inmaduros fue de 5H:1M y de 4H:1M en los maduros. En individuos de tallas de 141-230 cm fue de 1H:1M y en el intervalo de 231-321 cm de 5H:1M.

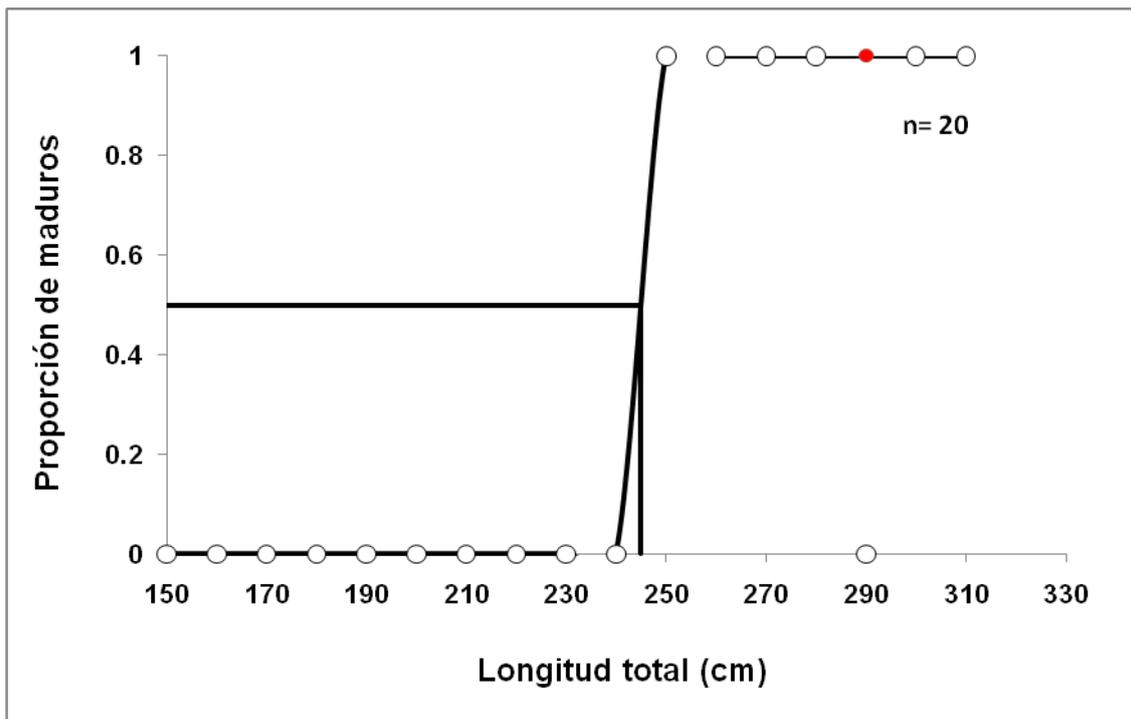


Fig. 6.- Proporción de machos maduros por intervalos y talla de madurez sexual (242 cm LT).

#### 6.4. VARIACIÓN MENSUAL DE LOS ORGANISMOS DESEMBARACADOS

La variación mensual estableció un mayor número de organismos para el mes de enero (40), seguido de marzo (17), mientras que el mes con menor número fue noviembre (3). Se presentó una tendencia al equilibrio para los meses de febrero a junio, disminuyendo en noviembre, y elevándose en enero. Las hembras presentaron, por ende, en enero mayor número (31), seguido de marzo (15) y el menor para noviembre (3). En machos, durante enero y junio se observó mayor cantidad (9 y 4 respectivamente) (Fig. 7).

#### 6.5. VARIACIÓN TEMPORAL DE LOS ESTÓMAGOS ANALIZADOS

La mayor cantidad de estómagos con alimentos se presentó para enero (36) y para marzo y junio (9 en cada mes). El mayor número para los tractos vacíos fue en marzo y mayo (8 respectivamente) y durante junio y noviembre (1 cada uno) (Fig. 8).

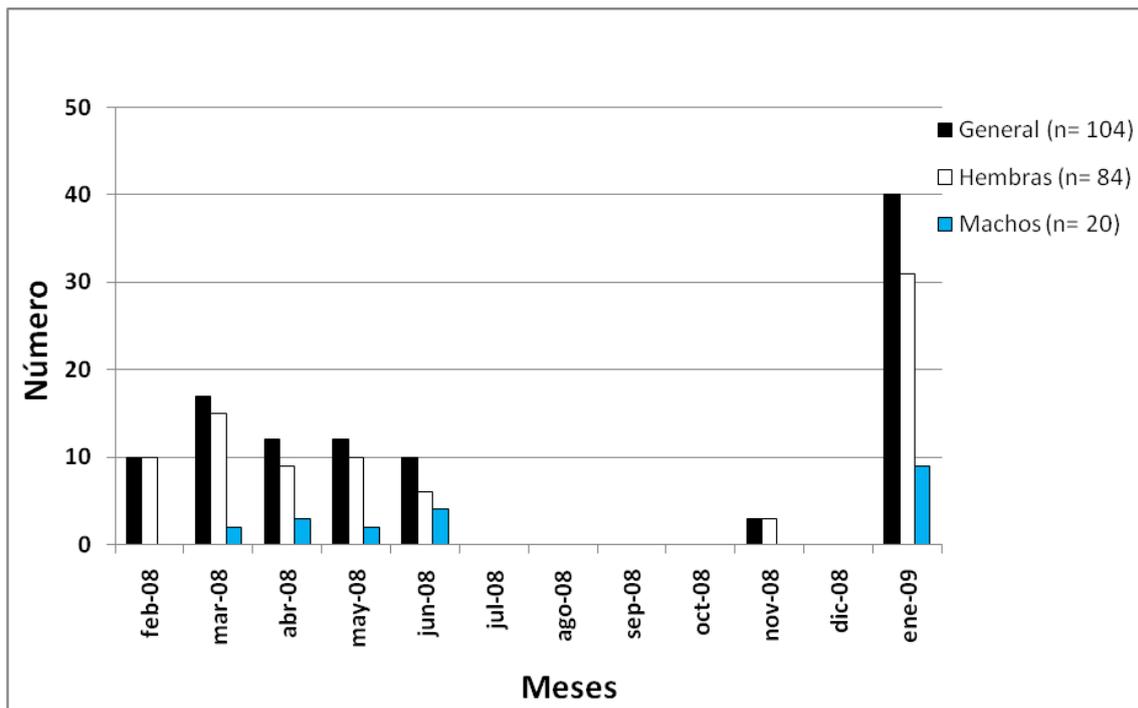


Fig. 7.- Distribución temporal de *A. pelagicus* por sexos.

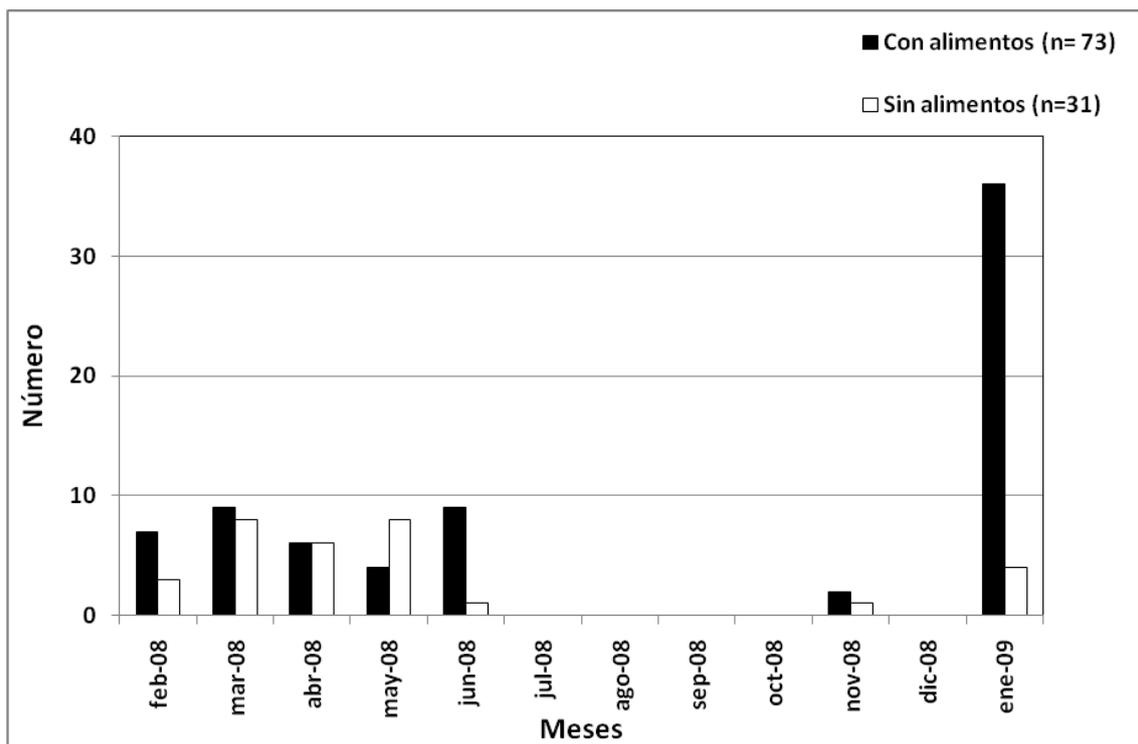


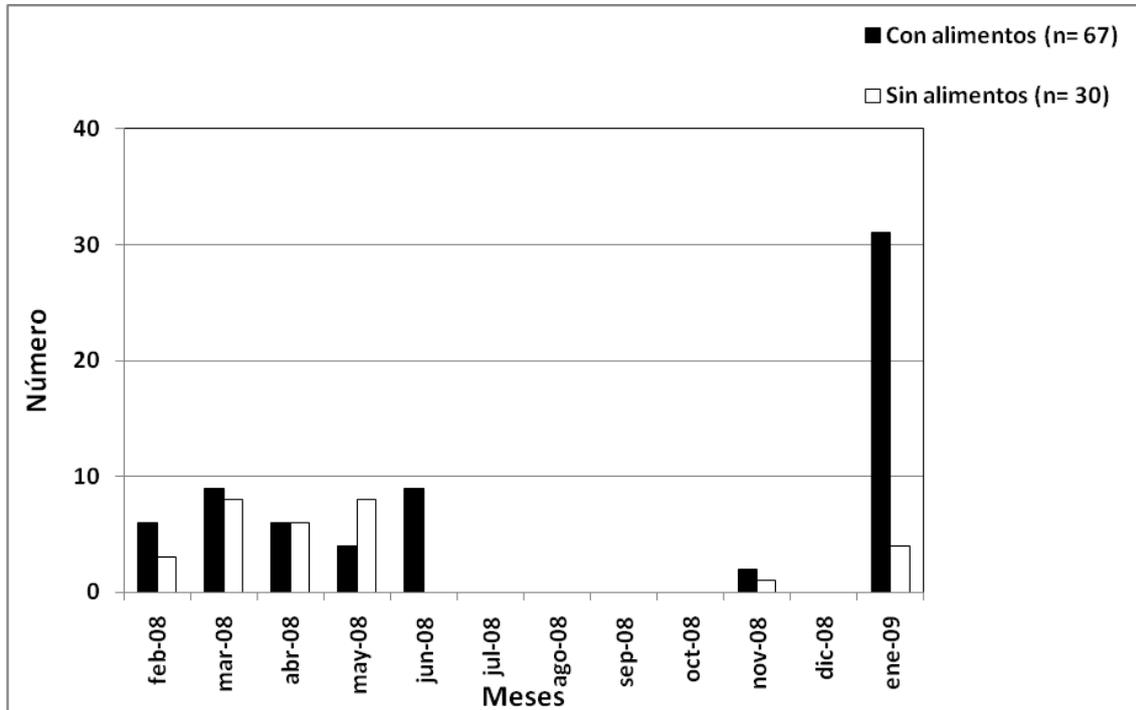
Fig. 8.- Distribución mensual de organismos de *A. pelagicus* que presentaron estómagos con alimentos y vacíos.

El número de estómagos con alimentos en hembras fue de 59 y 25 vacíos, siendo la mayor cantidad registrada para enero (28) y en marzo (8). Los

machos presentaron 14 con alimentos y 6 vacíos, los meses de mayor número fueron en enero (8) y junio (4).

En cuanto a los estados de madurez, se encontró que las hembras inmaduras registraron 14 estómagos con alimentos y 1 vacío en hembras inmaduras; asimismo en enero se presentó el mayor número de estómagos con alimentos (11). Por su parte, las hembras maduras presentaron un mayor número con 45 estómagos con alimentos y 24 vacíos y de igual manera en enero se presentó el mayor número (17). Los machos maduros presentaron 11 con alimentos y seis vacíos, siendo enero (5) y junio (4) los meses de mayor importancia.

Debido a la poca representatividad de longitudes inferiores, en relación a la talla media de madurez, se agruparon a los organismos en dos categorías generales, aquellos de 141-230 y 231-321 cm. Para los de 140-230 cm se observaron 6 con alimentos y 1 vacíos, y sólo enero tenía cinco de los mismos. Las tallas superiores de 231-321 cm agruparon a 67 con alimentos y 30 vacíos, y en enero (31) (Fig. 9).



**Fig. 9.-** Distribución mensual de *A. pelagicus* de organismos de 231-321 cm LT que presentaban estómagos con alimentos y vacíos.

## 6.6. PORCENTAJES DE REPLECIÓN ESTOMACAL

Una tercera parte de los estómagos analizados se encontraban vacíos (0%), siendo ésta la primera categoría entre las cinco estudiadas con el 38%, seguido de aquellos con 50% lleno con el 31% y los de 25% llenos con 24%; mientras que los del 100% llenos fueron los de menor importancia con el 2% (Fig. 10).

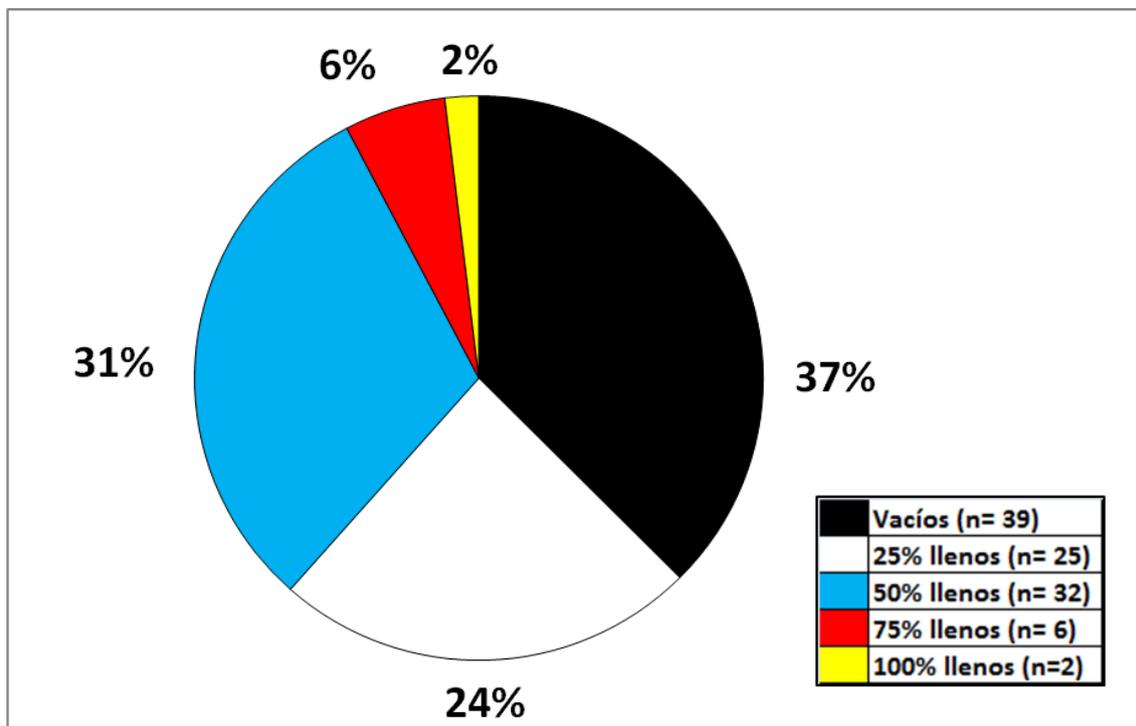


Fig. 10.- Porcentajes de repleción estomacal para *A. pelagicus*.

Las hembras presentaron mayores porcentajes con el 39% para los tractos vacíos, seguido de los 50% llenos y de 25% llenos (Fig. 11). Los machos, presentaron grandes diferencias, ya que la categoría del 50% llenos fue la primera con 45%, seguidos por los vacíos con el 30% y luego por los del 25% llenos con 25%. (Fig. 12).

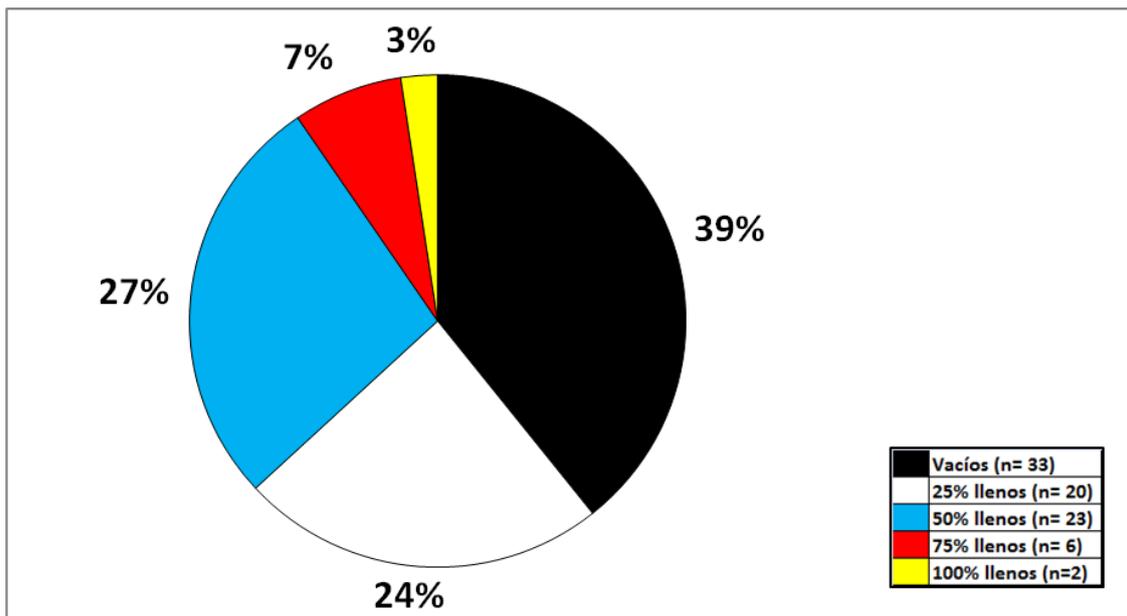


Fig. 11.- Porcentajes de repleción estomacal en hembras de *A. pelagicus*.

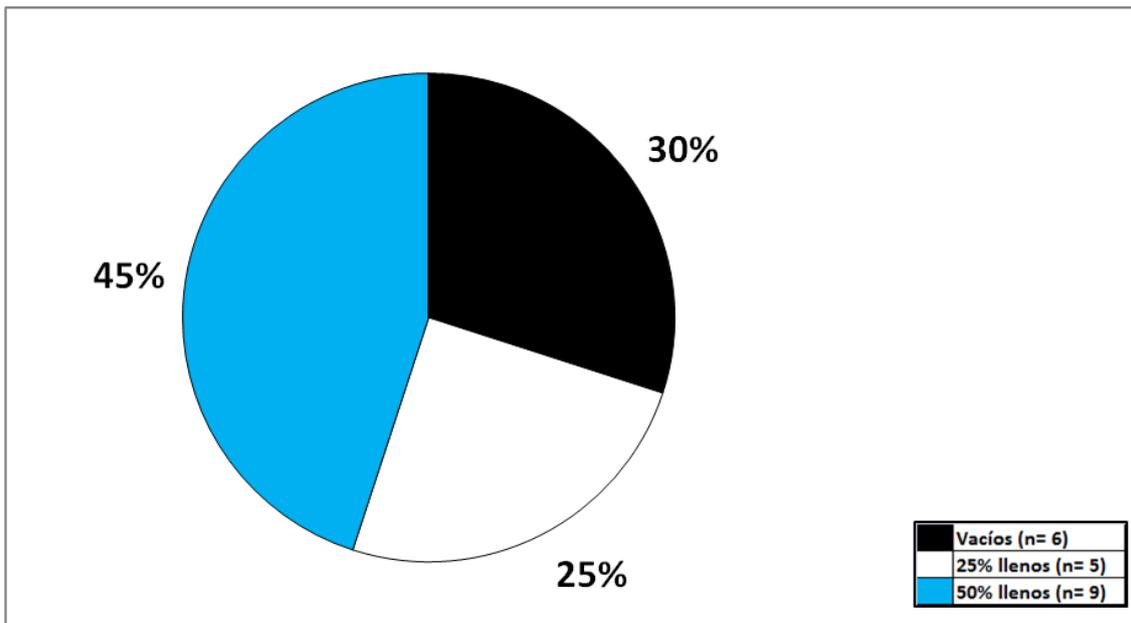


Fig. 12.- Porcentajes de repleción estomacal en machos de *A. pelagicus*.

La distribución mensual de los categorías de repleción presentó a febrero como el mes con mayor porcentaje para los del 100% llenos; enero con los de 75%, 50% llenos y vacíos y marzo para los del 25% llenos (Fig. 13).

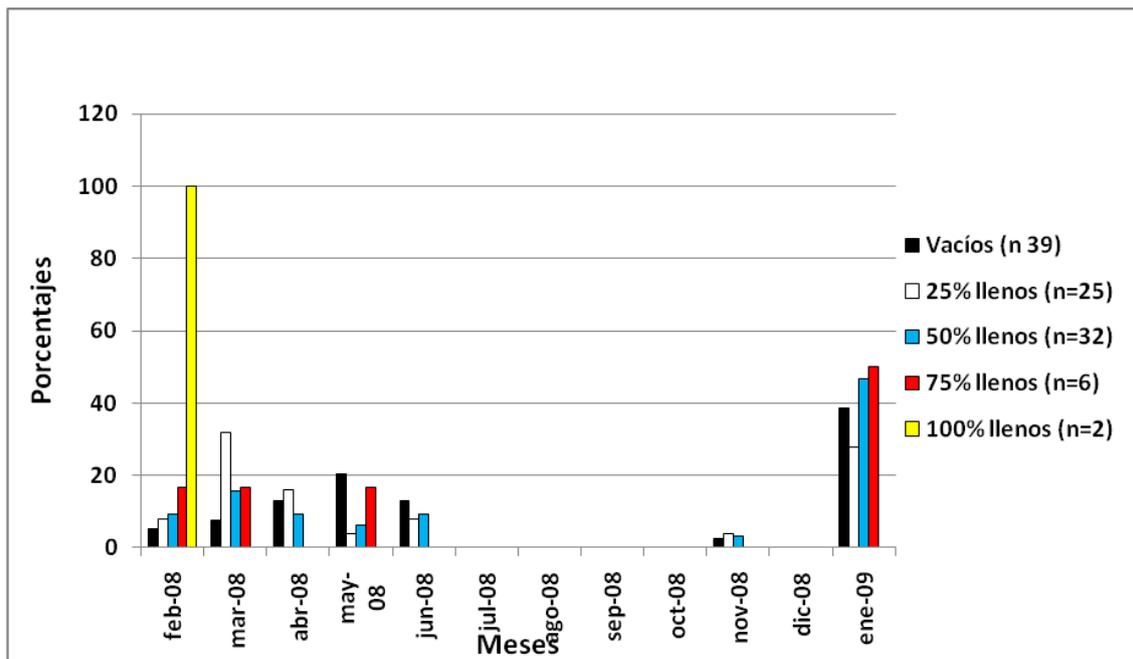


Fig. 13.- Variación mensual de porcentajes en repleción estomacal de *A. pelagicus*.

Las hembras registraron a febrero como el mes con mayor porcentaje para los del 100% llenos y enero para el resto de categorías estudiadas. Mientras que para los machos, junio fue el más importante para los 25 y 50% llenos; enero y abril para los vacíos (Fig. 14).

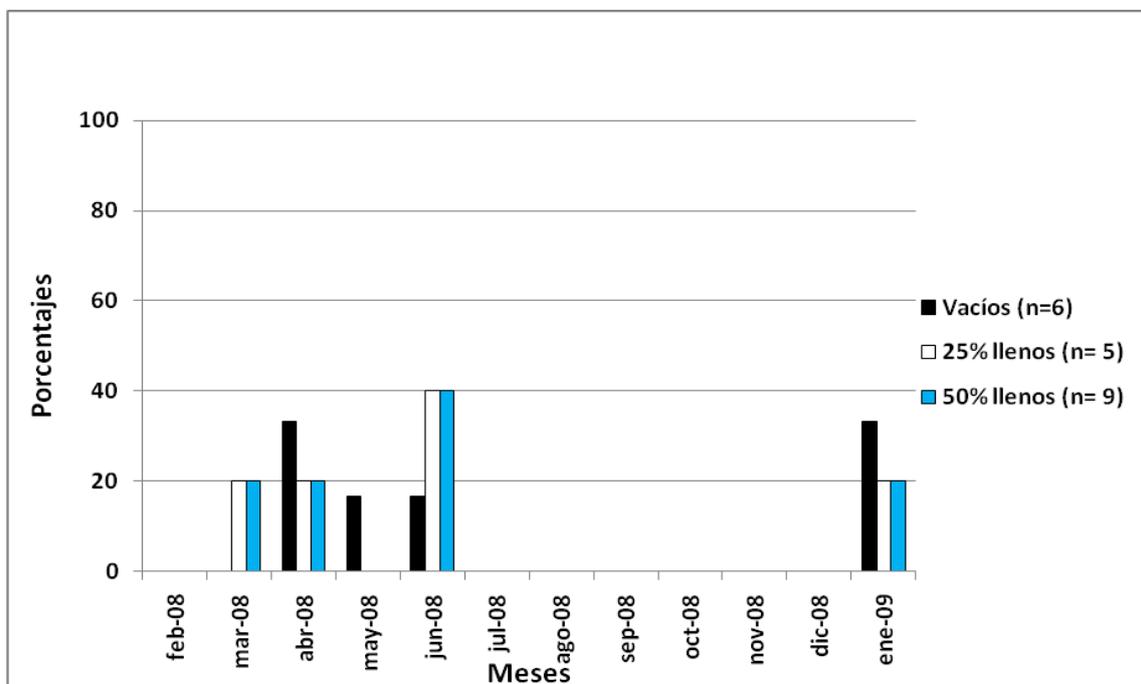


Fig. 14.- Variación de las categorías de porcentajes de llenados para machos de *A. pelagicus*.

## 6.7. ESTADO DE DIGESTIÓN DE PRESAS

Una tercera parte (74%) de los organismos presas hallados se presentaron completamente digeridos (ED= 4), seguido del ED= 2 con el 18%, sumando entre ambas el 92%; luego el ED= 3 con el 6% y finalmente ED= 1 con el 2%.

## 6.8. ANÁLISIS DEL ESPECTRO (ÍNDICES TRÓFICOS)

Listado taxonómico de las especies consumidas por *A. pelagicus*:

### Phylum MOLLUSCA (Dunning *et al.*, 1998)

Clase CEPHALOPODA (Cuvier, 1798)

Subclase COLEOIDEA (Bather, 1888)

Orden TEUTHIDA

Suborden OEGOPSIDA (Orbigny, 1845)

Familia ENOPLOTEUTHIDAE (Pfeffer, 1900)

*Ancistrocheirus lessuerii* (Orbigny, 1839)

Familia OCTOPOTEUTHIDAE (Berry, 1912)

*Octopoteuthis sicula* (Grimpe, 1922)

Familia ONYCHOTEUTHIDAE (Gray, 1849)

*Onychoteuthis banksii* (Leach, 1817)

Familia HISTIOTEUTHIDAE (Verrill, 1881)

*Histioteuthis sp.*

Familia OMMASTREPHIDAE (Steenstrup, 1857)

*Dosidicus gigas* (Orbigny, 1835)

*Ommastrephes bartramii* (LeSueur, 1821)

*Sthenoteuthis oualaniensis* (Lesson, 1830)

Familia MASTIGOTEUTHIDAE (Verrill, 1881)

*Mastigoteuthis dentata* (Hoyle, 1904)

Orden OCTOPODA (Leach, 1818)

Suborden INCIRRATA (Grimpe, 1916)

Superfamilia OCTOPODOIDEA

Familia OCTOPODIDAE (Orbigny, 1845)

*Octopus sp.*

MORFOTIPO A (Especie de pulpo sin clasificación)

**Phylum CHORDATA (Nelson, 2006)**

Clase ACTINOPTERYGII

Orden ANGUILIFORMES

Familia OPHICHTHIDAE

Orden CLUPEIFORMES

Familia CLUPEIDAE

*Sardinops sagax* (Jenyns, 1842)

Orden MYCTOPHIFORMES

Familia MYCTOPHIDAE

*Benthoosema panamense* (Taning, 1932)

Orden GADIFORMES

Familia MERLUCCIIDAE

Subfamilia MERLUCCIINAE

*Merluccius gayi peruanus* (Ginsburg, 1954)

Orden BELONIFORMES

Familia EXOCOETIDAE

Orden PERCIFORMES

Suborden PERCOIDEI

Familia CORYPHAENIDAE

*Coryphaena hippurus* (Linnaeus, 1758)

Familia SCIANIDAE

*Larimus argenteus* (Gill, 1863)

Suborden SCOMBROIDEI

Familia SCOMBRIDAE

Subfamilia SCOMBRINAE

*Auxis thazard* (Lacepède, 1800)

MORFOTIPO 1 (Especie de pez sin clasificación)

Las presas consumidas por *A. pelagicus* fueron 567 individuos pertenecientes a 19 especies, con un peso total de 126 Kg agrupados así: Cefalópodos con 364 organismos (125 Kg) y peces con 203 (1 Kg). De acuerdo al método numérico *Ommastrephes bartrami* presentó mayor importancia con el 35%, seguido de *Merluccius gayi* (23%) y *Dosidicus gigas* (18%); en menor *Benthoosema panamense* (8%) y *Sthenoteuthis oualaniensis* (7%).

Por medio del método gravimétrico se obtuvieron tres elementos principales: *O. bartrami* (35%), *D. gigas* (32%), *S. oualaniensis* (31%) y *M. gayi* (0.6%). El método de frecuencia de aparición estableció cinco especies: *O. bartrami* (78%), *D. gigas* (56%), *M. gayi* (36%), *S. oualaniensis* (32%) y *B. panamense* (8%) (Fig. 15). Todo lo anterior sugiere, según el IIR, cuatro presas principales: *O. bartrami* (53%), *D. gigas* (27%), *S. oualaniensis* (12%), y *M. gayi* (8%) (Fig. 16 y Anexo 1).

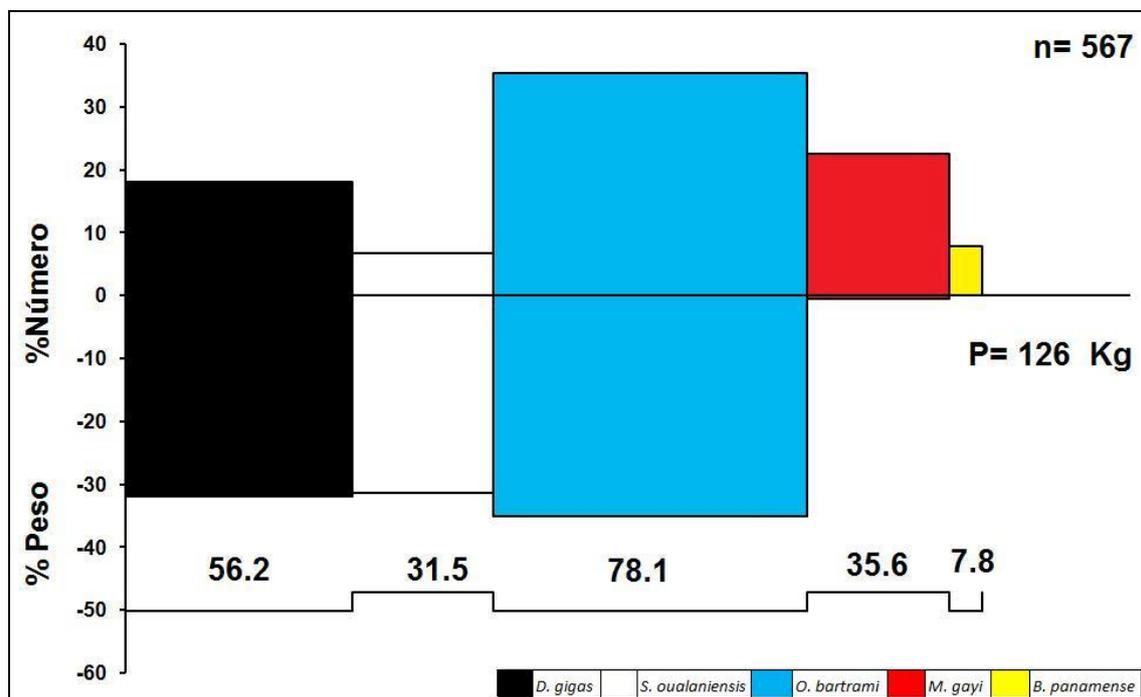


Fig. 15.- Métodos numérico, gravimétrico y de frecuencia en la dieta de *A. pelagicus*.

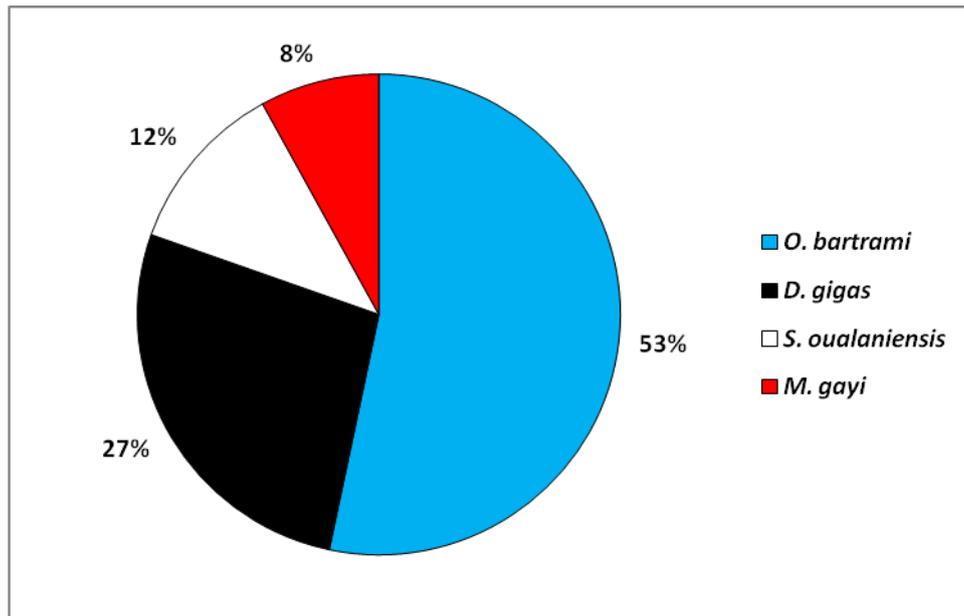


Fig. 16.- Índice de Importancia Relativa de *A. pelagicus* en Santa Rosa.

Las hembras consumieron 428 organismos (96 Kg), relativos a 19 especies: 271 cefalópodos (95 Kg) y 158 peces (1 Kg). El IIR señaló cuatro elementos principales: *O. bartrami* (54%), *D. gigas* (24%), *S. oualaniensis* (13%), y *M. gayi* (8%) (Anexo 2). Los machos se alimentaron de 138 presas (30 Kg), pertenecientes a nueve especies, agrupadas en 93 cefalópodos (30 Kg) y 46 peces (0.2 Kg). Para el IIR se establecieron cuatro: *O. bartrami* (50%), *D. gigas* (34%), *S. oualaniensis* (7%) y *M. gayi* (6%) (Fig. 17 y Anexo 3).

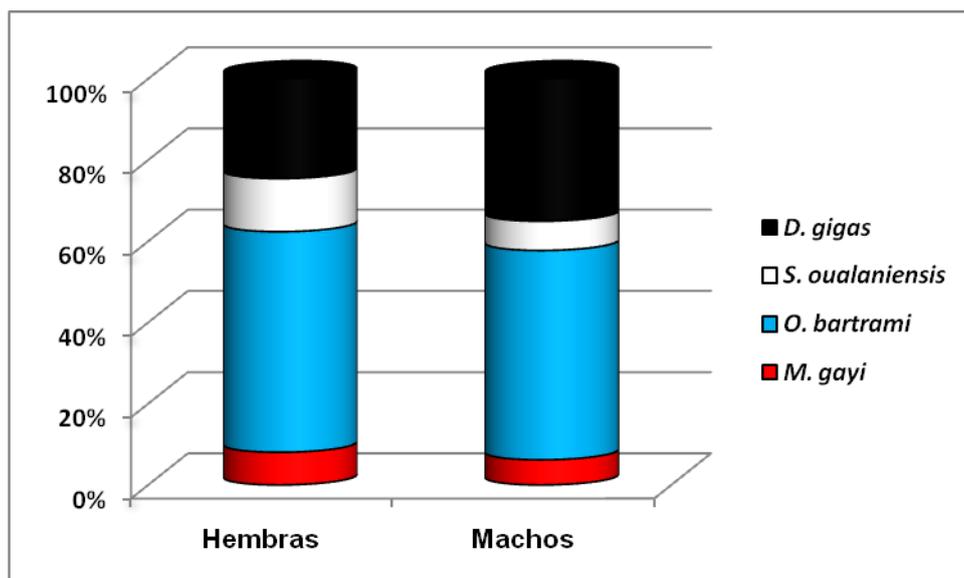


Fig. 17.- Índice de Importancia Relativa de *A. pelagicus* por sexos.

El espectro trófico de las hembras inmaduras estuvo compuesto por 11 especies: 112 individuos (11 Kg); 50 cefalópodos (11 Kg) y 62 peces (0.2 Kg). Según el IIR cinco eran predominantes: *O. bartrami* (62%), *M. gayi* (16%), *D. gigas* (13%), *S. oualaniensis* y *B. panamense* (con el 4% respectivamente) (Anexo 4).

Las hembras maduras ingirieron 316 individuos (85 Kg) provenientes de 16 especies, reunidos en 221 cefalópodos (84 Kg) y 95 peces (0.9 Kg). De esta manera el IIR señaló cuatro presas principales: *O. bartrami* (64%), *D. gigas* (21%), *S. oualaniensis* (12%) y *M. gayi* (4%) (Fig. 18 y Anexo 5).

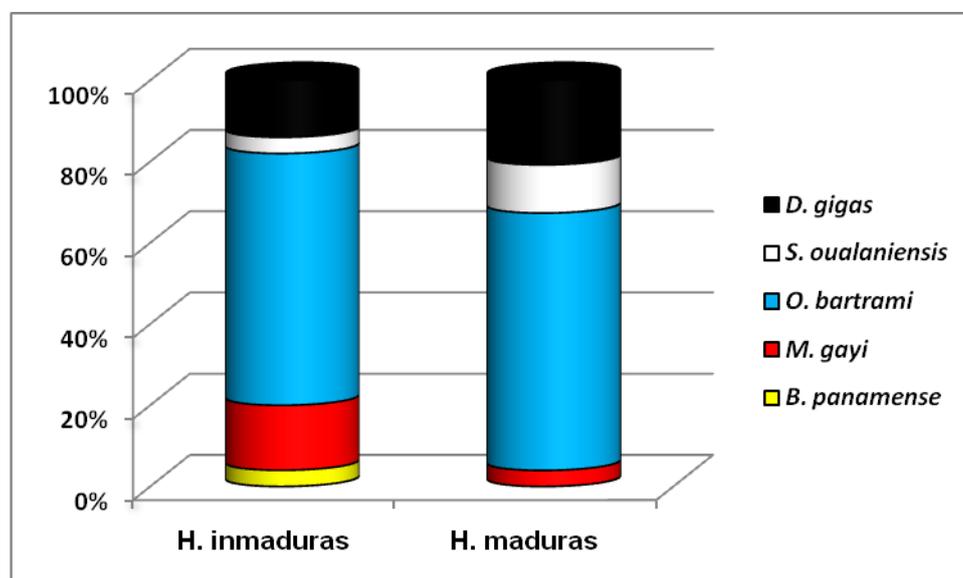


Fig. 18.- Índice de Importancia Relativa por estados de madurez en hembras de *A. pelagicus*.

Los machos inmaduros se alimentaron de 14 individuos (1 Kg), de cuatro especies, con seis cefalópodos (1 Kg) y ocho peces ( $8 \times 10^{-3}$  Kg). De esto se derivan tres elementos importantes: *O. bartrami* (73%), *M. gayi* (15%) y *D. gigas* (10%) (Anexo 6).

Los machos maduros registraron 125 elementos (29 Kg), de nueve especies: 125 cefalópodos (29 Kg) y 38 peces (0.2 Kg). De ahí que también fueron cuatro los principales: *O. bartrami* (45%), *D. gigas* (38%), *S. oualaniensis* (9%) y *M. gayi* (4%) (Fig. 19 y Anexo 7).

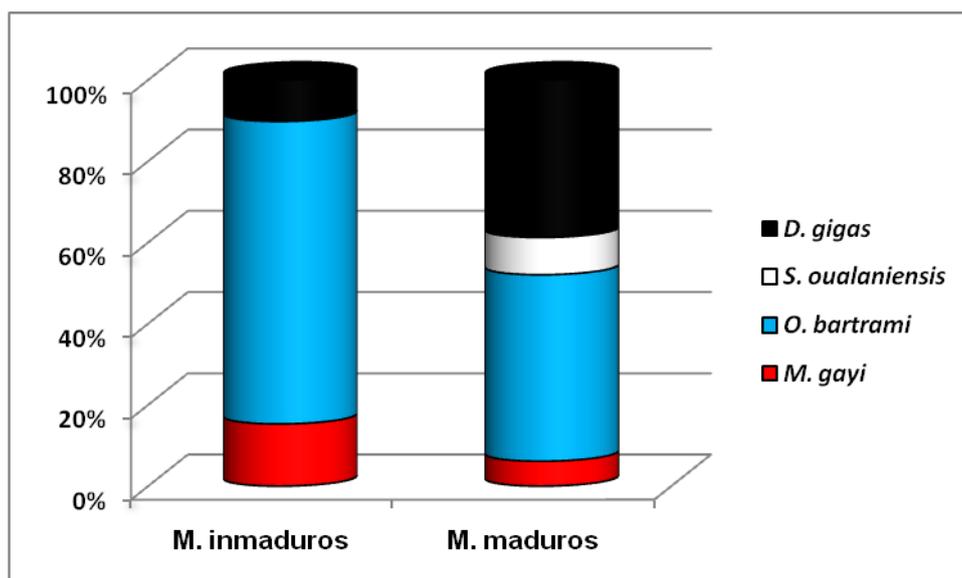


Fig. 19.- Índice de Importancia Relativa por estados de madurez en machos de *A. pelagicus*.

Los organismos de 141–230 cm LT ingirieron 31 organismos, de siete especies (4.6 Kg), presentándose 22 cefalópodos (4.6 Kg) y 9 peces ( $5 \times 10^{-2}$  Kg). El IIR sugirió cuatro componentes principales: *O. bartrami* (75%), *D. gigas* (17%), *M. gayi* (4%) y *S. oualaniensis* (2%) (Anexo 8).

Los organismos de 231–321 cm consumieron 536 presas (122 Kg) de 18 especies, gran parte en relación a la categoría anterior, compuesto por 342 cefalópodos (120 Kg) y 194 peces (1 Kg). El IIR con cuatro: *O. bartrami* (51%), *D. gigas* (27%), *M. gayi* (8%) y *S. oualaniensis* (2%) (Fig. 20 y Anexo 9).

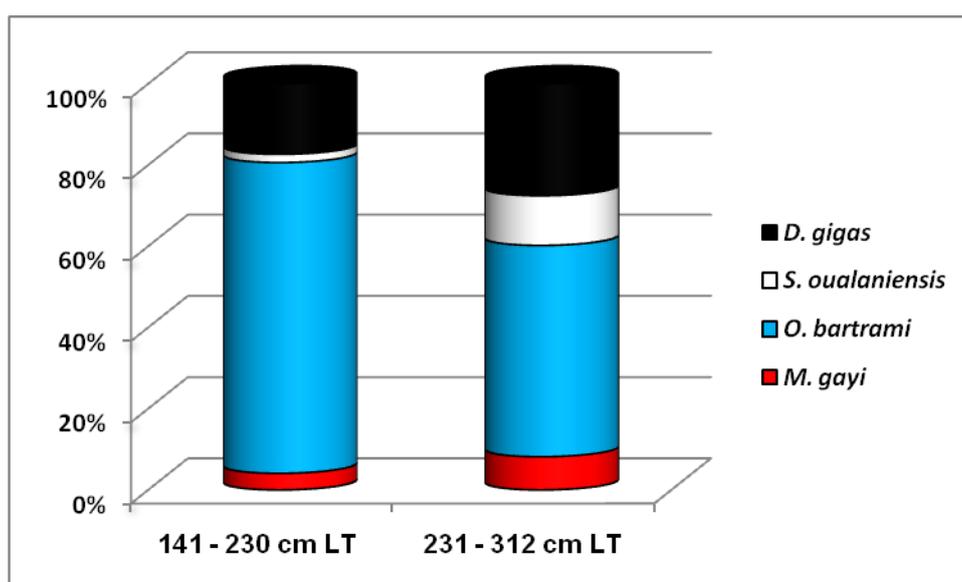


Fig. 20.- Índice de Importancia Relativa por tallas agrupadas en dos clases en *A. pelagicus*.

## 6.9. VARIACIÓN MENSUAL DE LAS ESPECIES PRESAS

Se presentó una variación notable en las presas, al suscitarse épocas marcadas de ausencia en *B. panamense* durante casi todo el año excepto en enero, de ahí que ésta sería una especie limitada (estacional). No obstante, se registró dominancia de dos especies en particular por cada mes, pero éstas eran combinación de las 4 principales, subrayándose a las 2 más importantes: Durante febrero en orden decreciente fueron: *D. gigas*, *S. oualaniensis*, *M. gayi* y *O. bartrami*; marzo: *O. bartrami*, *D. gigas* y *S. oualaniensis*, y en abril: *M. gayi*, *O. bartrami*, *D. gigas*, *S. oualaniensis* y *B. panamense*.

Para mayo se obtuvo lo siguiente: *O. bartrami*, *D. gigas*, *M. gayi* y *S. oualaniensis*; en junio: *O. bartrami*, *D. gigas*, *S. oualaniensis* y *M. gayi*; en noviembre *D. gigas* y *S. oualaniensis*. Finalmente para enero se presentó predominio de *M. gayi*, y *O. bartrami*, y de igual manera, en un número importante se registró a *B. panamense*, *D. gigas* y *S. oualaniensis*. De ahí que en este último mes se pudo comprobar mayor disponibilidad del depredador así como sus especies presas, también de hembras grávidas y embriones en estado terminal.

## 6.10. ÍNDICES ECOLÓGICOS

### 6.10.1. Amplitud de la dieta

El valor del Índice de Levin para la categoría general fue de  $B_i=0.20$ , por lo que se confirma el dominio de cuatro especies de las 19 que conformaban su dieta, tratándose de un depredador especialista. En el caso de los machos fue el doble ( $B_i=0.40$ ) al de las hembras ( $B_i=0.20$ ), las hembras inmaduras ( $B_i=0.31$ ) obtuvieron mayor valor que las maduras ( $B_i=0.22$ ), lo mismo sucedió con los machos inmaduros ( $B_i=0.46$ ) sobre los maduros ( $B_i=0.40$ ). Para las tallas de 141–231 cm ( $B_i=0.34$ ) fue mayor a los de 231–321 cm ( $B_i=0.21$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2.** Valores del Índice de Levin para las diferentes categorías de *A. pelagicus*.

CATEGORÍAS	VALOR
<b>General</b> (n= 104)	0.20
<b>Hembras</b> (n= 84)	0.20
<b>Machos</b> (n= 20)	0.40
<b>Hembras inmaduras</b> (n= 16)	0.31
<b>Hembras maduras</b> (n= 68)	0.22
<b>Machos inmaduros</b> (n= 3)	0.46
<b>Machos maduros</b> (n= 17)	0.40
<b>Individuos de 141-230 cm LT</b> (n= 7)	0.34
<b>Individuos de 231-321 cm LT</b> (n= 97)	0.21

Los resultados obtenidos indicaron un mayor consumo hacia cierto grupo de presas dentro del espectro trófico, justificándose los valores menores de todas las categorías, ya que independientemente fuese el número de elementos que conforman sus dietas, la conducta trófica de los depredadores siempre tenderán hacia cuatro especies presas.

Dichos valores, si bien proponen una conducta de especialización en los hábitos alimenticios de la especie, podrían también conducir a una zona común de alimentación ya que ingieren los mismos componentes pero en diferentes proporciones, y al existir gran cantidad de recursos disponibles en el área, al depredador se le hace más factible elegir mejor a sus presas según sus necesidades de acuerdo a la teoría del forrajeo óptimo.

#### 6.10.2. Traslado trófico

Los valores para todas las categorías confrontadas fueron altos, por lo que se ratifica lo registrado en los resultados anteriormente citados al presentar valores cercanos a la unidad. Para las hembras y machos ( $C\lambda=0.99$ ) se registraron dietas iguales (Traslado total), lo mismo que sucedió con los intervalos de tallas de 141–230 cm y 231–321 cm LT ( $C\lambda=0.97$ ). Siguiendo esta tendencia, tenemos a las hembras maduras e inmaduras con  $C\lambda=0.81$ , y a los

machos maduros e inmaduros ( $C\lambda=0.72$ ) presentando alta similitud en su alimentación (Tabla 3).

Debido a lo anterior, se puede inferir que no existe segregación por sexos, estados de madurez, ni por tallas, por lo que podría presentarse una zona común de alimentación para la población.

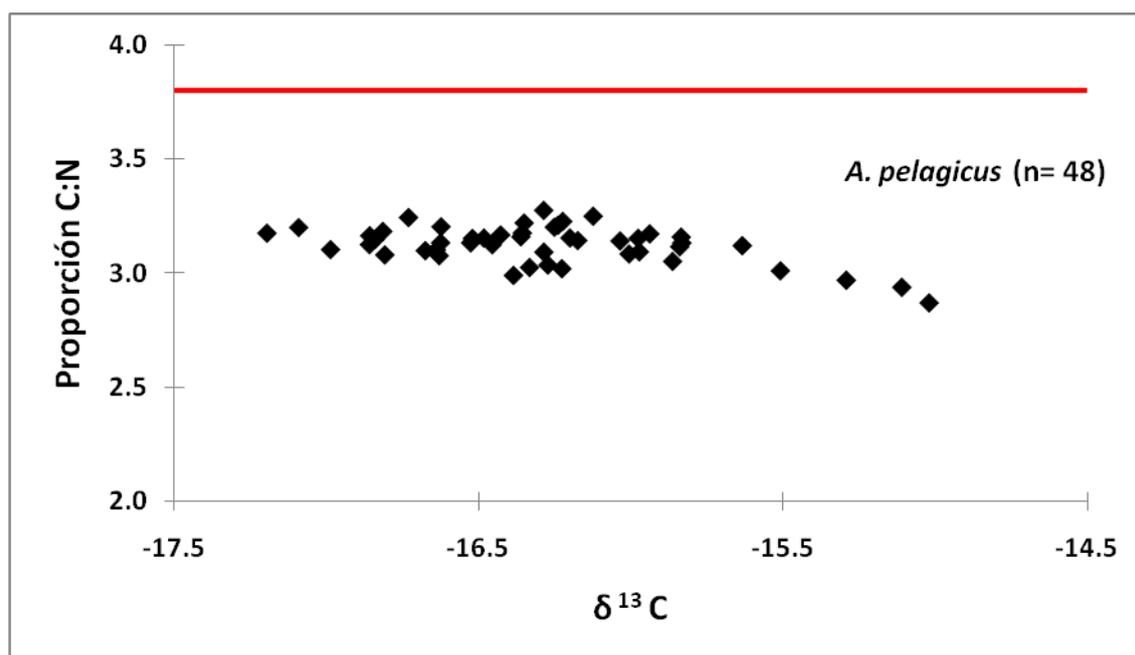
**Tabla 3.** Valores de traslapo trófico para las categorías confrontadas de *A. pelagicus*, en Santa Rosa de Salinas.

CATEGORÍAS	VALORES
Hembras Vs. Machos (n= 104)	0.99
Hembras Maduras Vs. Inmaduras (n= 84)	0.81
Machos Maduros Vs. Inmaduros (n= 20)	0.72
De 141-230 Vs. 231-321 cm LT (n= 104)	0.97

## 6.11. ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO

### 6.11.1. Valores en *Alopias pelagicus*

La relación entre los porcentajes de carbono y nitrógeno presentes en las muestras de músculos analizados fluctuó entre 2.9 y 3.3‰ ( $\mu= 3.1, \pm 0.1$ ), por lo que puede establecerse que las proteínas de los tejidos del depredador provenían de sus presas consumidas (dieta). De lo anterior, se deriva que la extracción de lípidos fue suficiente para evitar algún efecto de éstos en la obtención e interpretación de los resultados de  $\delta^{13}\text{C}$  (Fig. 21).



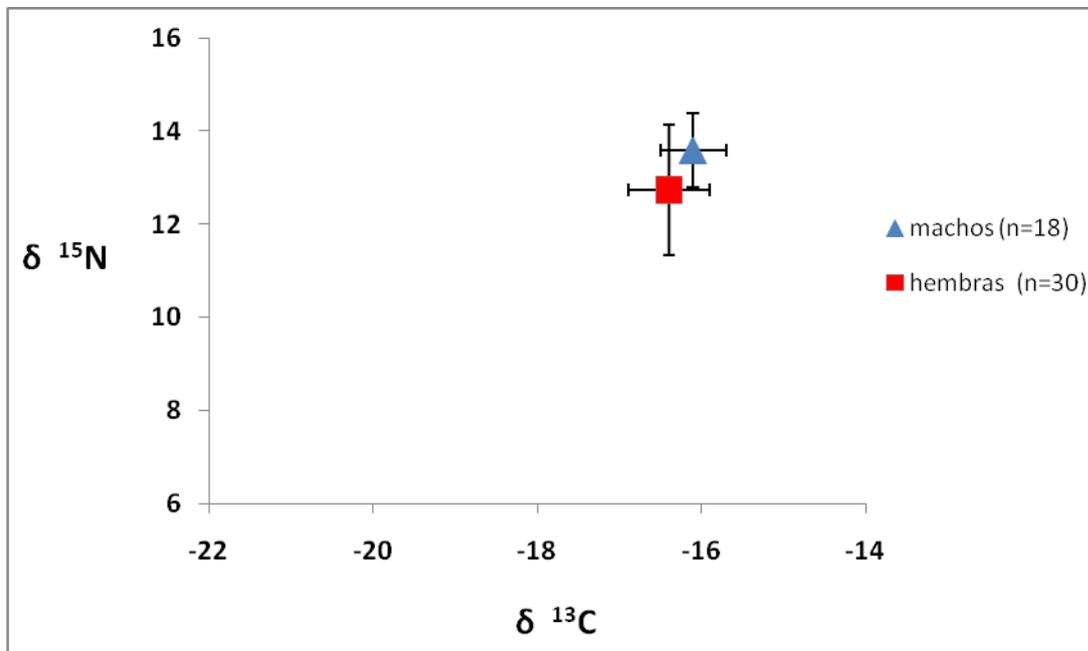
**Fig. 21.-** Relación carbono–nitrógeno y valores del  $\delta^{13}\text{C}$  en *A. pelagicus*. La línea roja demuestra el valor máximo de proteína pura (3.8) según McConnaghuey *et al.* (1979).

Los resultados obtenidos en las razones isotópicas de carbono y nitrógeno de los 48 tiburones analizados fueron de  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.3\text{‰}$  ( $\pm 0.5$ ) con una variación de  $-17.2$  a  $-15.0\text{‰}$ ; presentándose una distribución normal [prueba de Shapiro–Wilk ( $W$ )= 0.96,  $p = 0.22$ ] y datos homoscedásticos [prueba de Levene ( $F$ )= 1.06 y  $p = 0.39$ ]. Mientras que para el  $\delta^{15}\text{N}$  fue de  $\mu = 13.1\text{‰}$  ( $\pm 1.3$ ) con un rango de  $10.0$  a  $14.6\text{‰}$  con una tendencia no normal ( $W = 0.87$  y  $p = 0.001$ ) y éstos no presentaban homoscedasticidad por lo que se empleó diferente tratamiento estadístico para dichos parámetros.

En general, los resultados se encontraron enriquecidos al presentar razones con marcada tendencia hacia dichas zonas costeras, así como de hábitats profundos donde es muy común hallar valores mayores de isótopos gracias a la mayor cantidad de nutrientes que se dan en estos lugares (Anexo 10).

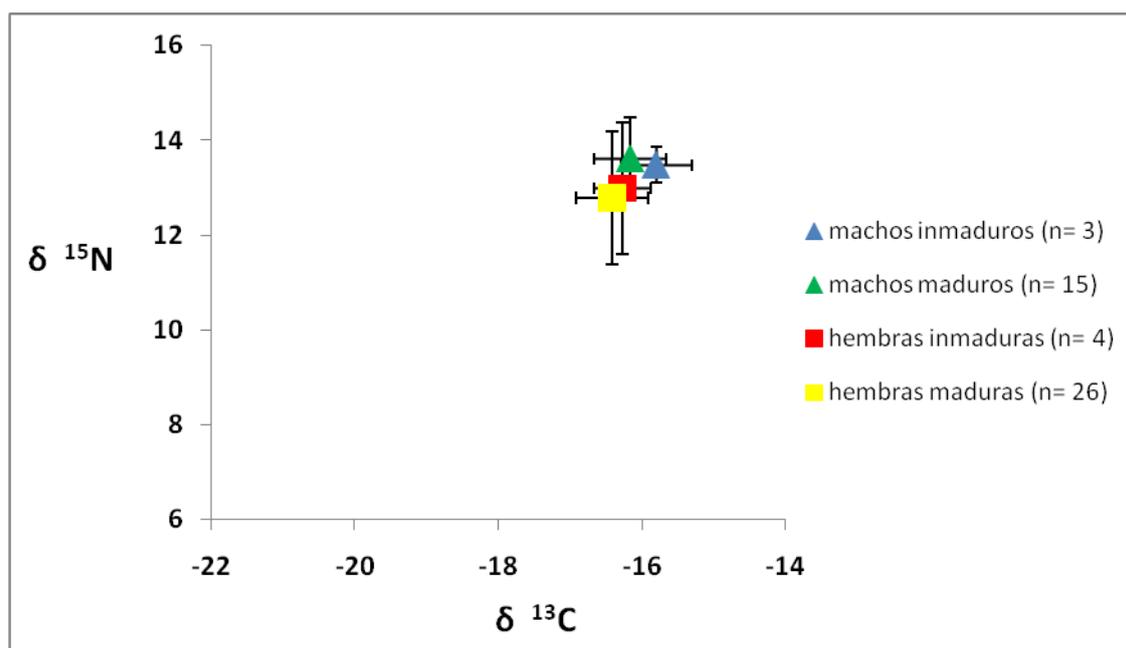
En relación al sexo, los machos obtuvieron razones mayores (más enriquecidos) a las hembras, con  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.1\text{‰}$  ( $\pm 0.4$ ) y  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 13.6\text{‰}$  ( $\pm 0.8$ ). Por su parte, las hembras presentaron valores de  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.4\text{‰}$  ( $\pm 0.5$ ) y  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 12.7\text{‰}$  ( $\pm 1.4$ ). Se registraron diferencias significativas para tanto para

el carbono [ANOVA (F)=4.41 y  $p<0.05$ ] como para el nitrógeno [prueba de Kruskal – Wallis (K) =3.76 y  $p<0.05$ ] (Fig. 22).



**Fig. 22.-** Valores promedio y desviaciones estándares en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por sexos en *A. pelagicus*.

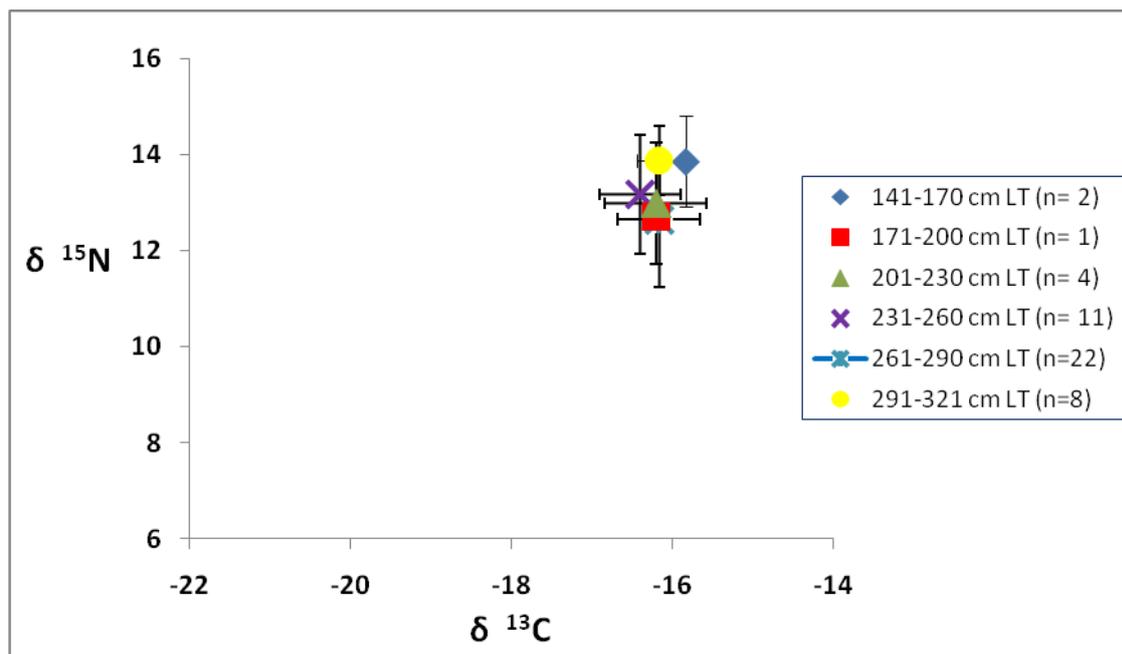
Los valores más enriquecidos se presentaron en machos inmaduros ( $\delta^{13}\text{C} = -15.8\text{‰}$ ,  $\pm 0.5$ ) sobre los maduros ( $\delta^{13}\text{C} = -16.2\text{‰}$ ,  $\pm 0.4$ ); de manera contraria el  $\delta^{15}\text{N}$  fue similar en ambos estados de madurez con  $\mu = 13.5\text{‰}$  ( $\pm 0.4$ ) y  $\mu = 13.6\text{‰}$  ( $\pm 0.9$ ), respectivamente. Las hembras inmaduras presentaron valores semejantes a las maduras en  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.3\text{‰}$  ( $\pm 0.4$ ) y  $\mu = -16.4\text{‰}$  ( $\pm 0.5$ ) respectivamente; de igual forma sucedió para el  $\delta^{15}\text{N}$  con  $\mu = 13.0\text{‰}$  ( $\pm 1.4$ ) en inmaduras y  $\mu = 12.8\text{‰}$  ( $\pm 1.4$ ) para maduras. No se obtuvo diferencias significativas para estas cuatro categorías ni para el carbono (F=2.09 y  $p>0.05$ ), ni para el nitrógeno (K=4.35 y  $p>0.05$ ) (Fig. 23).



**Fig. 23.-** Valores promedio y desviaciones estándares en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por estados de madurez sexual en *A. pelagicus*.

Las tallas inferiores presentaron  $\delta^{13}\text{C}$  más enriquecidos en comparación con las categorías superiores, siendo así, los organismos de 141–170 cm LT obtuvieron valores más altos con  $\mu = -15.8\text{‰}$  y los más bajos fue para los de 231–260 cm con  $\mu = -16.4\text{‰}$  ( $\pm 0.5$ ).

El  $\delta^{15}\text{N}$  no presentó una diferencia marcada para tallas como el carbono por lo que se determinó que los más enriquecidos fueron de 141–170 cm y 291–321 cm con  $\mu = 13.9\text{‰}$  ( $\pm 0.9$  y  $\pm 0.7$ ) respectivamente; los menores resultados para las tallas de 261–290 cm con  $\mu = 12.6\text{‰}$  ( $\pm 1.4$ ). No se determinaron diferencias significativas para estos seis grupos analizados ni para el carbono ( $F=0.69$  y  $p>0.05$ ), ni para el nitrógeno ( $K=8.46$  y  $p>0.05$ ) (Fig. 24). No hubo relación entre el aumento de talla y el  $\delta^{13}\text{N}$ , ni para el  $\delta^{13}\text{C}$ .



**Fig. 24.-** Valores promedio y desviaciones estándares en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por intervalos de tallas en *A. pelagicus*.

Durante el período de estudio se mostró una aparente consistencia en la dieta del depredador, de lo que se infiere una misma fuente y zona de alimentación relativa a zonas costeras y bentónicas, al presentarse valores similares en  $\delta^{13}\text{C}$ , siendo junio el mes con mayor enriquecimiento ( $\mu = -16.0\text{‰}$ ,  $\pm 0.4$ ) y los menores para febrero y marzo ( $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.7\text{‰}$ ,  $\pm 0.3$ , para dicho bimestre). Sin embargo, se registraron diferencias significativas durante marzo ( $F=3.64$  y  $p<0.05$ ), siendo éste mes diferente a enero [prueba de Tukey ( $p$ )=0.04] y también de junio ( $p=0.02$ ).

La poca variabilidad de las razones isotópicas de nitrógeno sugirió una tendencia al consumo de los mismos elementos alimenticios de un nivel trófico, pero en diferentes proporciones acorde a las necesidades fisiológicas del depredador. El  $\delta^{15}\text{N}$  en abril obtuvo mayores valores ( $\mu = 13.8$ ) y los más bajos en marzo ( $\mu = 12.1\text{‰}$ ,  $\pm 0.3$ ), además no hubo diferencias significativas ( $K=2.44$  y  $p>0.05$ ) (Fig. 25).

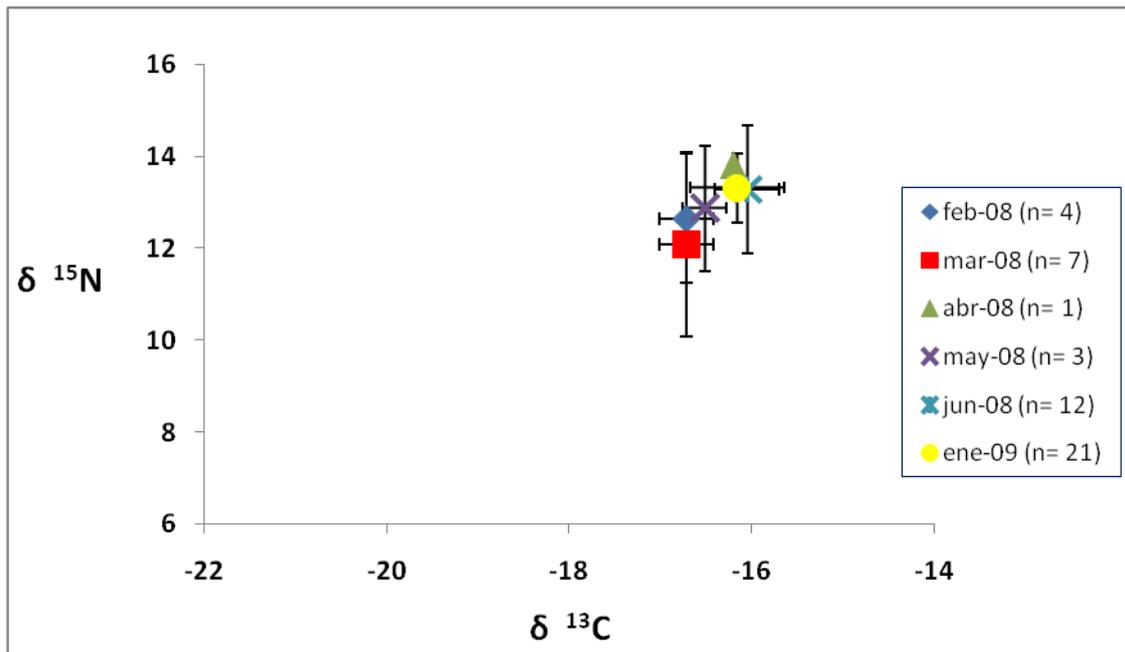
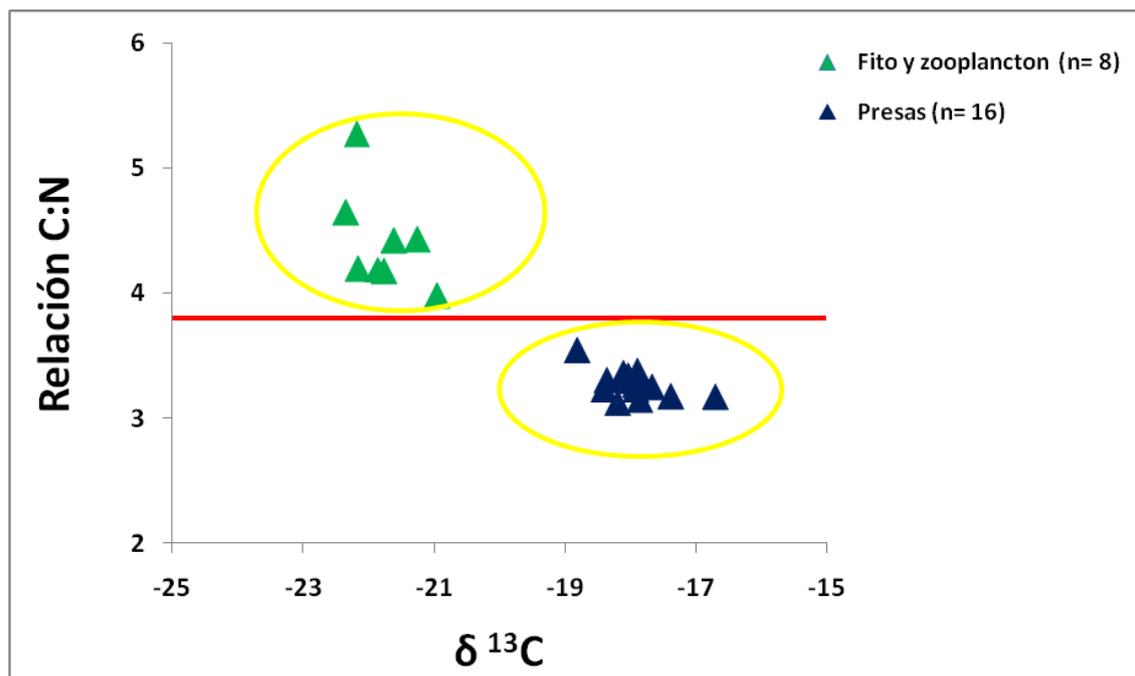


Fig. 25.- Valores promedio y desviaciones estándares en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  por meses en *A. pelagicus*.

### 6.11.2. Razones isotópicas en el plancton

Las relaciones de C:N halladas para el fitoplancton y el zooplancton fueron mayores a los de las especies presas. El valor mayor fue para el fitoplancton con 5.4 y el zooplancton con 4.0, ambos estaban por encima de los establecidos para proteína pura (3.8) lo que podría justificarse al no haberse hecho la extracción de lípidos a estas muestras. Por otro lado, las presas estuvieron entre 3.5 (*O. bartramii*) y 3.1 (*D. gigas*), debido a la previa extracción efectuada para estas muestras, por ende, dichas razones isotópicas señalaron que no existió efecto alguno de estos sobre los valores registrados en  $\delta^{13}\text{C}$  y que las proteínas analizadas en las especies presas provenían directamente de sus dietas (Fig. 26).



**Fig. 26.-** Relación carbono - nitrógeno y valores del  $\delta^{13}\text{C}$  en fitoplancton y zooplancton y de las presas principales encontradas en la dieta de *A. pelagicus*. La línea demuestra el valor máximo de proteína pura (3.8) según McConnaghuey *et al.*, (1979).

Los valores isotópicos del  $\delta^{13}\text{C}$  del fitoplancton se situaron en  $\mu = -21.9\text{‰}$  ( $\pm 0.3$ ) con una variación de -22.2 a -21.6 ‰, presentándose predominancia de diatomeas, por lo que estas proporcionarían dichas razones. El zooplancton registró un enriquecimiento de  $\mu = -21.6\text{‰}$  ( $\pm 0.6$ ), siendo los copépodos, quetognatos y eufaúsidos, las poblaciones de mayor importancia numérica. Es necesario resaltar que no se hizo separación de grupos en el fitoplancton, ni del zooplancton por lo que estos valores son la mezcla de toda una gama de organismos planctónicos.

Las razones del  $\delta^{15}\text{N}$  resultaron en  $\mu = 8.4\text{‰}$  ( $\pm 1.0$ ) para el fitoplancton con fluctuaciones de 7.2 a 9.4‰ y para el zooplancton  $\mu = 8.2\text{‰}$  ( $\pm 0.7$ ) de 7.7 a 9.2‰; por debajo del fitoplancton.

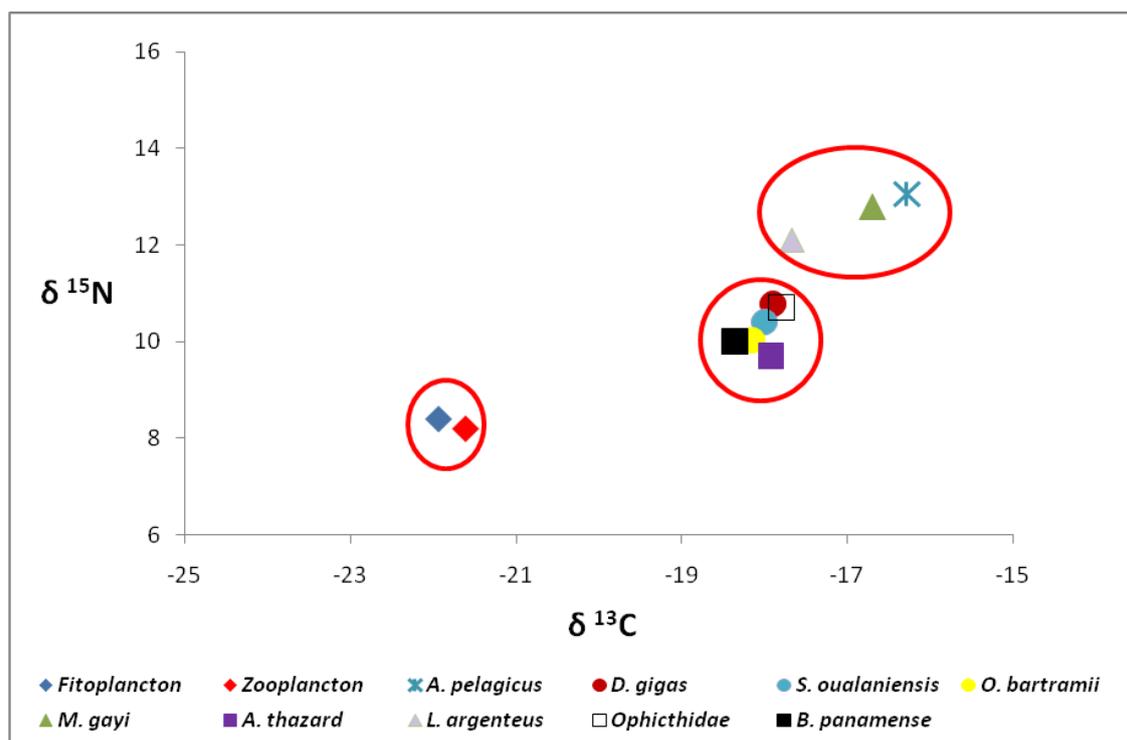
### 6.11.3. Valores en especies presas

El análisis de los componentes del espectro trófico del tiburón se realizó mediante el uso de ocho de las 19 especies presas, donde el  $\delta^{13}\text{C}$  de *M. gayi* presentó el mayor enriquecimiento con un  $\mu = -16.7\text{‰}$  y el menor fue para *B.*

*panamense* con  $\mu = -18.4\text{‰}$ , presentando una variación de  $1.7\text{‰}$  en el que abarcaba al resto de peces como *A. thazard*, *L. argenteus*, Ophichthidae y de calamares como *D. gigas*, *S. oualaniensis* y *O. bartramii*. El  $\delta^{15}\text{N}$  obtuvo mayor variación en sus valores, esto es, *M. gayi* con  $\mu = 12.8\text{‰}$  y el de menos enriquecimiento fue para *A. thazard*  $\mu = 9.7\text{‰}$ , con una amplitud casi doble al C con  $3.1\text{‰}$ . El análisis estadístico de estas especies no fue posible ya que en el caso de calamares se contaba con cuatro muestras para el análisis para *D. gigas* y *O. bartramii* (cada una), y para los peces y *S. oualaniensis* sólo con una (Tabla 4 y fig. 27).

**Tabla 4.** Razones isotópicas de carbono y nitrógeno analizadas para la cadena trófica de *A. pelagicus* en fitoplancton y zooplancton del Golfo de Guayaquil (Guayas- Ecuador) y presas halladas en sus dietas.

ESPECIES PRESAS	$\Delta 13\text{C}$ (‰)	$\Delta 15\text{N}$ (‰)	PROPORCIÓN C:N
Fitoplancton	-21.8	8.9	4.2
Fitoplancton	-22.2	8.1	5.3
Fitoplancton	-22.2	7.2	4.2
Fitoplancton	-21.6	9.4	4.4
Zooplancton	-20.9	9.2	4.0
Zooplancton	-21.3	7.9	4.4
Zooplancton	-22.3	8.0	4.6
Zooplancton	-21.9	7.7	4.2
<i>D. gigas</i>	-18.1	10.7	3.4
<i>D. gigas</i>	-17.9	10.5	3.3
<i>D. gigas</i>	-18.2	9.5	3.1
<i>D. gigas</i>	-17.4	12.4	3.2
<i>S. oualaniensis</i>	-18.0	10.4	3.3
<i>O. bartramii</i>	-17.9	10.0	3.1
<i>O. bartramii</i>	-18.0	9.9	3.3
<i>O. bartramii</i>	-17.9	10.2	3.4
<i>O. bartramii</i>	-18.8	9.9	3.5
<i>O. bartramii</i>	-18.4	9.5	3.2
<i>O. bartramii</i>	-17.9	10.7	3.2
<i>M. gayi</i>	-16.7	12.8	3.2
<i>A. thazard</i>	-17.9	9.7	3.3
<i>L. argenteus</i>	-17.7	12.1	3.2
Ophichthidae	-17.8	10.7	3.3
<i>B. panamense</i>	-18.4	10.0	3.3



**Fig. 27.-** Valores promedio en  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  para las principales presas directas de *A. pelagicus*, así como del fito y zooplancton presente en el área de estudio.

Los valores de *M. gayi* ( $\delta^{13}\text{C} = -16.7$  y  $\delta^{15}\text{N} = 12.8$ ) son muy cercanos a los hallados para *A. pelagicus* ( $\delta^{13}\text{C} = -16.3$  y  $\delta^{15}\text{N} = 13.1$ ), lo que supone especies con hábitats tróficos similares (costeros y bentónicos) en donde el flujo de materia y energía tendría un rango mínimo de transferencia entre depredador y presa de acuerdo a lo determinado por estos trazadores químicos de carbono y nitrógeno.

El **factor de fraccionamiento** fue de  $\alpha = 1.5\%$  para el carbono y  $\alpha = 2.3\%$  respecto al nitrógeno.

## 6.12. NIVEL TRÓFICO

El nivel trófico (NT) de *A. pelagicus* fue de 5.00 de acuerdo al método de Cortés (1999) característico de un depredador tope (consumidor cuaternario o carnívoro terciario) confirmando lo encontrado en los contenidos estomacales al alimentarse de presas con NT entre 2.61 y 4.48 (calamares y peces) permitiendo corroborar su cadena trófica larga compuesta por 5 eslabones

propias de zonas cercanas a las costas. El mayor NT lo obtuvieron los machos inmaduros (5.16) y el menor para las hembras inmaduras (4.93) (Tabla 5).

**Tabla 5.** Niveles tróficos de *A. pelagicus* hallados de acuerdo a los contenidos estomacales (Cortés) y el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno (Post) para las diferentes categorías observadas.

CATEGORÍA	CORTÉS (1999)	POST (2002)
<b>General (n=104)</b>	5.00	4.52
<b>Hembras (n= 84)</b>	4.99	4.35
<b>Machos (n= 20)</b>	5.04	4.74
<b>H. inmaduras (n= 16)</b>	4.93	4.48
<b>H. maduras (n= 68)</b>	5.01	4.39
<b>M. inmaduros (n= 3)</b>	5.16	4.69
<b>M. maduros (n= 17)</b>	5.02	4.74
<b>141-230 cm LT (n= 7)</b>	5.08	4.56
<b>231-321 cm LT (n= 97)</b>	5.00	4.56

El NT calculado por medio del análisis de los isótopos estables fue de 4.52 según la ecuación de Post (2002) confirmándose de este modo su rol de depredador tope situado entre los carnívoros de tercer orden o consumidores de cuarto rango según el fraccionamiento observado para las especies consumidas. Este valor nos permite inferir la conducta trófica del organismo al acercarse a tomar sus alimentos de especies que frecuentan zonas cercanas a las costas y al bentos, así como la transferencia energética de todo su espectro con diferentes  $\delta^{15}\text{N}$  (de 9.7 a 12.8‰) hacia un mismo destino (Tabla 5).

### 6.13. TEMPERATURA SUPERFICIAL OCEÁNICA

Durante el primer trimestre del 2008 se presentaron temperaturas máximas de 29°C y mínimas de 23°C ( $\mu = 26^\circ\text{C}$ ). Se observaron condiciones oceánicas moderadas de temperatura en enero, mientras tanto en febrero esta iba aumentando hasta que en marzo se calentó aún más el océano (Fig. 28).

Según la distribución mensual de *A. pelagicus* durante este período es baja, en relación al máximo que alcanza en enero, pero cabe resaltar que la población se mantiene en niveles equitativos y en marzo se eleva aún más, por lo que se demuestra que esta especie es tolerante al cambio de temperatura suscitado.

Los valores trimestrales de isótopos en músculos de tiburones para este período fueron de  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.7\text{‰}$  ( $\pm 0.3$ ) y de  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 12.3 \text{‰}$  ( $\pm 1.8$ ) a 26°C. Mientras que para las presas de  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -17.8\text{‰}$  ( $\pm 0.8$ ) y de  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 10.4 \text{‰}$  ( $\pm 1.6$ ).

El segundo trimestre presentó temperaturas máximas de 27°C y mínimas de 20°C ( $\mu = 24^\circ\text{C}$ ). Para abril se dieron temperaturas altas, las cuales iban decreciendo, para mayo y junio volvieron a su estado normal similar a enero. De acuerdo a la variación de individuos, se mantuvo en niveles normales mostrando una tendencia a la baja para junio.

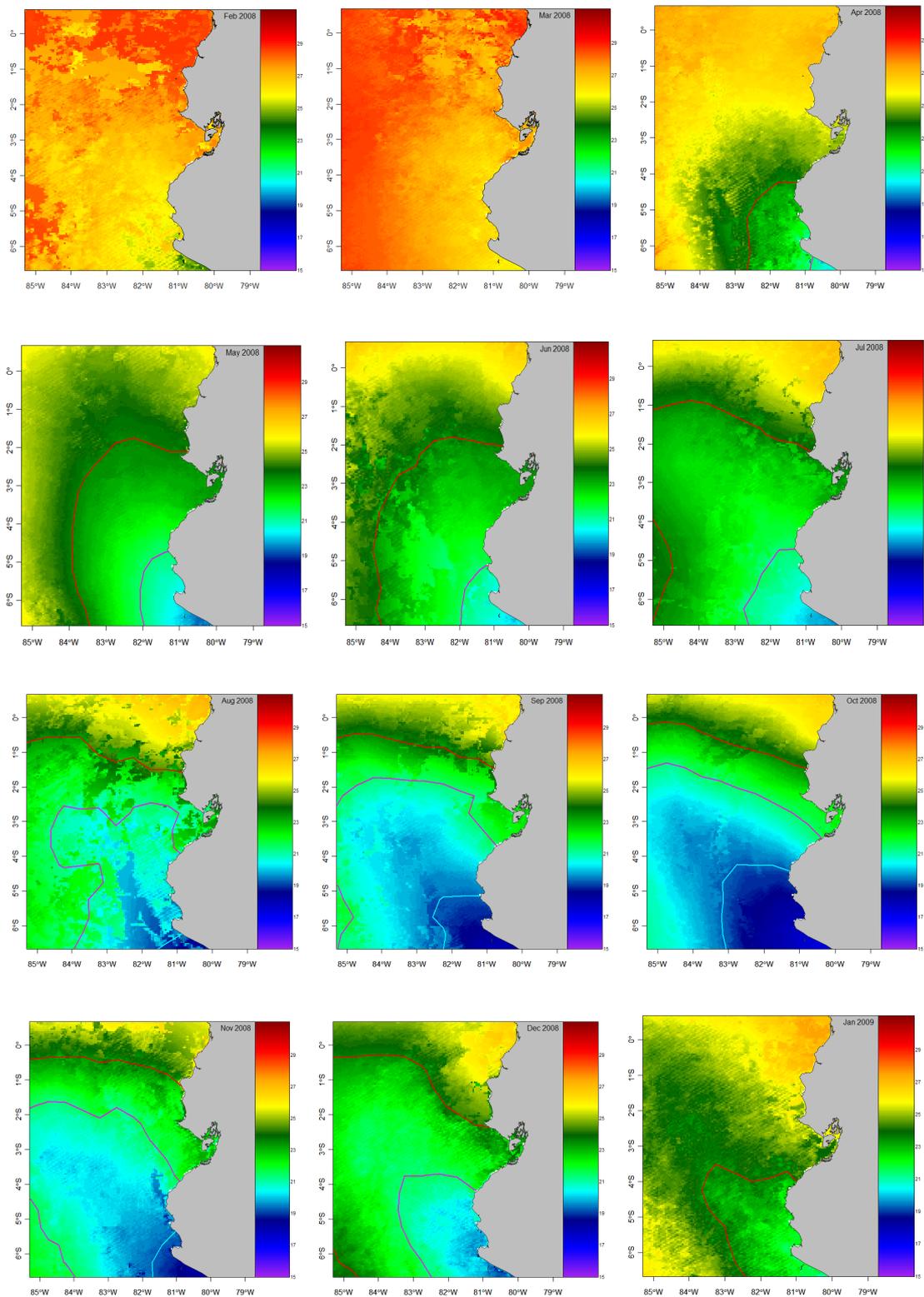
Los valores en los depredadores para este trimestre se establecieron en  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.1\text{‰}$  ( $\pm 0.4$ ) y de  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 13.2\text{‰}$  ( $\pm 1.3$ ) a 24°C. Por su parte, las presas en  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -17.9\text{‰}$  ( $\pm 0.1$ ) y para  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 10.5\text{‰}$  ( $\pm 0.7$ ). Las razones isotópicas presentaron un incremento con el descenso de temperatura.

El tercer trimestre presentó máximas de 27°C y mínimas de 19°C ( $\mu = 23^\circ\text{C}$ ). Durante julio las condiciones se mantuvieron, pero en agosto se empezaron a registrar desplazamientos de aguas frías de la corriente de Humbolt por lo que las temperaturas tienden hacia la baja, hasta que en septiembre se observan aguas más frías (Fig. 28). Aunque de estos meses no se tienen registros para este estudio, por observaciones de campo realizadas por cuatro años anteriores, se saben que son los meses donde la especie tiende a ser escasa ya que es la temporada alta del tiburón tinto *Isurus oxyrinchus* y del tiburón azul *Prionace glauca* propios de aguas más frías.

La relación de los valores de C y N no pudo establecerse debido a la falta de muestreo durante este lapso y parte del siguiente período.

El cuarto trimestre registró máximas de 26°C y mínimas de 17°C ( $\mu = 22^\circ\text{C}$ ). Se presentó variación para este período ya que las temperaturas más bajas fueron en octubre, donde se observó predominio de aguas frías, mientras que en noviembre incrementó y en diciembre aumentó. Por visitas de

campo anteriores, también en esta época el recurso tiende a aparecer conforme van pasando los meses habiendo un máximo para diciembre y enero.



**Fig. 28.-** Temperaturas superficiales de febrero de 2008 a enero de 2009 en el Pacífico ecuatorial. Isotermas en rojo= 23°C, púrpura= 21°C, y celeste= 19°C (Villalobos *et al.*, 2009).

Los valores en presas fueron de  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -17.4\text{‰}$  y de  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 12.4\text{‰}$  a  $22^\circ\text{C}$ . Se obtiene nuevamente que con el descenso de la temperatura ambos deltas fueran mayores.

El primer trimestre del 2009 presentó temperaturas máximas de  $28^\circ\text{C}$  y mínimas de  $22^\circ\text{C}$ , ( $\mu = 25^\circ\text{C}$ ). Se presentó poca variación para dicho lapso por lo que las condiciones fueron normales para enero, con tendencia a aumentar en febrero y marzo (Fig. 28). El mayor número de individuos (40 de 104), se registraron en enero, al igual que hembras grávidas con embriones en estado terminal de ahí que este mes y diciembre son claves para la reproducción en la zona.

Los valores en elasmobranquios estuvieron en  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -16.2\text{‰}$  ( $\pm 0.5$ ) y  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 13.3\text{‰}$  ( $\pm 0.7$ ) a  $25^\circ\text{C}$ . Por otro lado, las presas con  $\delta^{13}\text{C}$   $\mu = -18.4\text{‰}$  ( $\pm 0.4$ ) y  $\delta^{15}\text{N}$   $\mu = 10.1\text{‰}$  ( $\pm 0.3$ ). Se observó una disminución en C y N con el aumento de la temperatura (Tabla 6).

**Tabla 6.** Valores trimestrales promedios de temperatura superficial oceánica durante el estudio y su relación con las razones isotópicas de *A. pelagicus* y sus presas consumidas.

TRIMESTRE	TSM ( $^\circ\text{C}$ )	TIBURONES		PRESAS	
		$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$
1º de 2008	26	-16.7	12.3	-17.8	10.4
2º de 2008	24	-16.1	13.2	-17.9	10.5
3º de 2008	23	***	***	***	***
4º de 2008	22	***	***	-17.4	12.4
1º de 2009	25	-16.2	13.3	-18.4	10.1

\*\*\* Valores no disponibles

---

## **7. DISCUSIONES**

### **7.1. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÍNIMO DE MUESTRAS**

El presente estudio demostró que con 62 estómagos fue el número suficiente para caracterizar el espectro trófico de la especie en la zona, lo cual confirma lo encontrado por Calle (2006) con 74 tractos para la misma área y por Polo (2008) con 82 en Manta. Este número de estómagos necesarios se debe al bajo número de presas registradas en su espectro (19–24) y al amplio predominio de algunas especies (3–4) sobre el resto.

### **7.2. COMPOSICIÓN DE CAPTURAS POR TALLAS**

La mayoría de los individuos se agruparon en el intervalo de talla de 261-290 cm LT. Calle (2006) registró en el área, un mayor número de organismos para las de 258-365 cm, Romero (2007) en Manta con 261-315 cm y Polo (2008) con 280-300 cm en la misma localidad. Debido a estos intervalos hallados en los diversos estudios, podría inferirse la abundancia e importancia de este recurso en la zona con tallas superiores, tanto en época lluviosa como seca, sin dejar a un lado la presencia importante de hembras grávidas y embriones terminales por lo que sería además una zona de reproducción.

### **7.3. TALLA DE MADUREZ SEXUAL Y PROPORCIÓN SEXUAL**

La talla de madurez obtenida en este trabajo fue de 242 cm LT para machos y 236 cm en hembras, es decir, se presentó una menor talla de madurez en comparación a las propuestas por Calle (2006) para machos, de 244 cm y en hembras de 258 cm, Romero (2007) para machos a 261 cm y en hembras a 270 cm, Polo (2008) para ambos sexos en 290 cm y Liu *et al.*, (1999) para machos a 261cm (8 años de edad) y en hembras a los 272 cm con la misma edad en aguas de Taiwán. También se demuestra la tendencia de que los machos maduren después que las hembras en esta población, de

forma contraria a lo que sucede en la mayoría de especies de elasmobranquios.

En el presente estudio se estimó una mayor proporción de hembras que machos (4H: 1M), mayor a las establecidas anteriormente por Calle (2006) de 2H: 1M, Romero (2007) de 1H: 1M y Polo (2008) de 3H: 1M, indicándose de este modo una aparente segregación de la especie por sexos o un arte de pesca más selectivo.

#### **7.4. VARIACIÓN MENSUAL DE LOS ORGANISMOS DESEMBARCADOS**

La distribución temporal indicó que en enero se presentó el mayor número de desembarque, es decir, hay abundancia del recurso desde enero a junio; de julio a agosto sus poblaciones descienden drásticamente, regresando a sus niveles normales de septiembre a diciembre. Calle (2006) tuvo mayor registro para diciembre y mayo; Rendón y Pacheco (2006) en Manta desde enero hasta abril y Polo (2008) en septiembre y octubre. En cuanto a la variación mensual del recurso en el área, las ausencias podrían estar íntimamente relacionadas con fines migratorios hacia aguas más cálidas debido al descenso de la temperatura, aunque de acuerdo a estudios relacionados se señala una permanencia de la especie para toda la región.

#### **7.5. PORCENTAJES DE LLENADOS ESTOMACALES Y ESTADO DE DIGESTIÓN DE PRESAS**

La mayor parte de los estómagos se encontraron vacíos, es decir, el 75%, de igual manera que en los trabajos anteriores de Calle (2006) y Polo (2008). Asimismo, el estado de digestión de las presas presentó un 74% de las presas ya digeridas por completo, en forma similar a lo encontrado por los autores antes citados. Esto se justifica debido al tiempo transcurrido, alrededor de 14 horas, desde que un organismo es capturado hasta que llegan al lugar de desembarque (Calle 2006), ya que 12 horas es el tiempo suficiente para que los jugos gástricos descompongan y digieran el alimento consumido por el depredador aún después de muerto (Bowen, 1996).

Una gran cantidad de información en el caso de los peces consumidos (peso) se subestima debido a dicho tiempo transcurrido, ya que no se dispone de literatura relacionada con el retrocálculo de los pesos a partir de alguna de sus estructuras halladas en los contenidos; esto difiere para el caso de los cefalópodos donde se puede estimar longitudes del manto y pesos totales de los individuos con base en su estructura mandibular.

## 7.6. ÍNDICES TRÓFICOS

Un menor número de elementos tróficos se obtuvo para este trabajo con 19 componentes: 10 cefalópodos y 9 peces, en relación a lo registrado en Calle (2006), Rendón y Pacheco (2006) y Polo (2008). Se confirmó la importancia de estos dos grupos para la dieta la especie (principalmente teutófaga e ictiófaga), así como su preferencia oceánica y costera para la captura de éstos.

De acuerdo al IIR se determinaron cuatro elementos principales en su alimentación: *O. bartrami*, *D. gigas*, *S. oualaniensis*, y *M. gayi*, coincidiendo con lo reportado por Calle (2006), Rendón y Pacheco (2006) y Polo (2008). La importancia de las presas se relaciona con la abundancia de estos recursos en la zona. En caso de los calamares hay que destacar dos aspectos: (1) su disponibilidad en todo el año para las tres especies y (2) la continua presencia de *O. bartrami* que se presenta sólo para Santa Rosa, el mismo que se encuentra como primer elemento en la dieta actual, existiendo así, al parecer un cambio en la preferencia por este calamar.

El IIR en relación al sexo, estados de madurez sexual y tallas demostró que no existía variación para ninguna categoría, manteniéndose esta preferencia en Calle (2006) y Polo (2008). Por lo tanto no existe segregación alguna en la especie y se sugiere una fuente y zona común alimenticia, la cual estaría aprovechada por toda la población.

*Ommastrephes bartramii* es una especie oceánica que se encuentra desde la superficie hasta 1,500 m de profundidad. Realizan migraciones verticales diarias para su alimentación entre aguas subsuperficiales (de noche) y más profundas (de día) (Roper *et al.*, 1995). De acuerdo a la biología de *A. pelagicus*, es muy probable que se esté alimentando durante la noche,

aprovechando la abundancia del recurso y el período de alimentación de las presas, de igual manera, se observó una alta ingesta de calamares juveniles. Debido a su alta disponibilidad para ciertos meses y permanencia anual, es parte fundamental en su dieta, el mismo que ha venido incrementándose según la comparación del espectro trófico presentado por Calle (2006).

*Dosidicus gigas* es una especie abundante, oceánica, nerítica y costera, que se encuentra desde la superficie hasta los 500 m de profundidad. Tiene una amplia distribución en el Pacífico oriental, donde se presentan mayores tallas (Roper *et al.*, 1995), realizando importantes migraciones hacia Perú y Chile donde se alimenta en invierno y verano (Cabrera, 2003). Los juveniles realizan migraciones hacia la superficie durante la noche para alimentarse mientras que los adultos migran pero se mantienen entre los 10 y 35 m (Markaida & Sosa, 2003). Debido a su gran abundancia en los últimos años en la zona, es muy común que se encuentre como presa principal en la dieta de *A. pelagicus*, de otras de peces pelágicos mayores (Galván, 2009 Com. pers.) y de mamíferos marinos (Guerrero, 2008). Se presenta una aparente preferencia por los calamares juveniles cuando realizan migraciones hacia la superficie.

*Sthenoteuthis oualaniensis* es una especie oceánica que se encuentra desde la superficie hasta probablemente 1,000 m de profundidad (Roper *et al.*, 1995), es pelágica y se alimenta activamente durante la noche encontrándose frecuentemente en cercanías a la plataforma continental en pequeños grupos, aunque en el día puede hallarse en aguas con poco oxígeno (400–1100 m) (Markaida & Sosa, 2003). *Alopias pelagicus* se alimentó posiblemente durante la noche dirigiéndose hasta la plataforma para la captura de esta presa, la misma que es el tercer componente trófico principal y estaba presente para el año de estudio.

*Merluccius gayi*, lo más probable *Merluccius gayi peruanus* por su distribución (de 5° S a 14° S), es una especie mesopelágica que se encuentra desde aguas pocas profundas de la plataforma (50 m) hasta la parte superior del talud (500 m). Su principal período de desove va de agosto a marzo (de 4° S a 8° S) (Cohen *et al.*, 1990), por lo que probablemente *A. pelagicus* haya ingerido mayoritariamente esta especie en enero, y también este presente de diciembre a junio. Calle (2006) reportó gran abundancia de esta especie de

octubre a diciembre de 2004, por lo que al igual como se suscitó en *O. bartrami*, *M. gayi* ha disminuido su máxima abundancia a un mes prevaleciendo todo el año.

*Benthoosema panamense*, es una especie oceánica y mesopelágica que puede encontrarse sobre las plataformas continentales e insulares. Se extienden desde la superficie (de noche) hasta profundidades mayores a los 2,000 m, efectuando migraciones verticales hasta los 200 m, en donde permanecen de día llegando hasta la capa superior del agua en la noche (Fischer *et al.*, 1995). Los hábitos alimenticios del calamar gigante *D. gigas* según Nesis (1970), Bennet (1978) y Markaida & Sosa, (2003), revelan que *B. panamense* es su presa principal, lo cual permite estimar que *A. pelagicus* pudo dirigirse tanto a *D. gigas* como a *B. panamense*. Esta presa se presentó sólo en enero, por lo que a diferencia de *M. gayi* esta redujo su estacionalidad anterior, de octubre a diciembre (Calle, 2006), a un solo mes, siendo la quinta presa principal en la dieta de *A. pelagicus*.

## 7.7. VARIACIÓN MENSUAL DE LAS ESPECIES PRESAS

La variación mensual en la alimentación de *A. pelagicus* se registró la presencia de *O. bartrami*, *D. gigas*, y *S. oualaniensis*, para todo el año seguido, la estacionalidad de *B. panamense* sólo en enero y predominio de *M. gayi* en este mes. De manera similar Calle (2006) registró diferencias bien marcadas, en mayo el tiburón se alimentó de *S. oualaniensis*, *D. gigas*, *O. bartramii* y el calamar *Loliolopsis diomedea*, de octubre a diciembre de *B. panamense* y *M. gayi*. Polo (2008) también presentó a *D. gigas*, *B. panamense* y *S. oualaniensis* como presas preferidas durante todo el año con una variación en julio. A diferencia de Calle (2006) de enero a abril las poblaciones de calamares aún se mantuvieron logrando ampliar de este modo su disponibilidad temporal para la zona como lo afirma Polo (2008). Asimismo, los peces estuvieron restringidos durante ciertas épocas del año por lo que se supone un aprovechamiento óptimo de las presas (comportamiento de depredador oportunista).

## 7.8. ÍNDICES ECOLÓGICOS

### 7.8.1. Amplitud de dieta

Los valores de la amplitud de la dieta demostraron que esta especie es un depredador especialista confirmando los reportes anteriores (Calle, 2006; Rendón y Pacheco, 2006 y Polo, 2008). Sin embargo, se ha encontrado que organismos inmaduros tienden a presentar un comportamiento generalista (Rendón y Pacheco, 2006), ya que juveniles de 137–162 cm LT obtuvieron un  $BI = 0.94$ , confirmando lo propuesto por Calow & Tytler (1985), Castro (1993) y Gerking (1994), quienes afirman que el comportamiento trófico de algunos peces puede cambiar a lo largo de su vida, existiendo variaciones debido al crecimiento y grado de madurez relativos a sus requerimientos energéticos, además de las relacionadas con la estación del año, hábitat y cambios en la disponibilidad del alimento.

Los valores de la categorías tanto general, como hembras, hembras y machos maduros, y de tallas superiores ( $BI_{\mu} = 0.25$ ) sugieren que mientras van creciendo los organismos presentan mayor grado de especialización, debido probablemente a sus mayores requerimientos energéticos con fines de captura de alimentos, reproducción, gestación y otros. Por otro lado, los índices de las categorías de machos, hembras y machos inmaduros, y de tallas inferiores ( $BI_{\mu} = 0.38$ ) señalan menor grado de especialización.

### 7.8.2. Traslapamiento trófico

La similitud de las dietas intraespecíficas en *A. pelagicus* es un patrón predominante al hallarse valores altos en este estudio, para las 4 clases confrontadas, y otros estudios previos (Calle, 2006; Rendón y Pacheco, 2006; Polo, 2008). Calle (2006) reportó excepciones para las hembras maduras e inmaduras ( $C_{\lambda} = 0.42$ ), Rendón y Pacheco (2006) en individuos de 137-162 cm LT (0.13) y de 189-249 (0.10). Debido a lo anterior se propone a la zona como un área de alimentación sin que haya segregación, dicha área estaría siendo explotada por la pesca.

## 7.9. ANÁLISIS DE ISÓTOPOS ESTABLES DE CARBONO Y NITRÓGENO

### 7.9.1. Valores en *Alopias pelagicus*

Las relaciones C y N se presentaron entre 2.9 3.3 en este trabajo empleando ultrasonicador, estos fueron similares a los de Polo (2008) de 2.8 y 3.2 utilizando horno microondas. Ambos resultados, por debajo del valor máximo de proteína pura por lo que se puede afirmar que los lípidos no presentaron efecto alguno en los valores de carbono obtenidos y que las proteínas del depredador reflejaron la composición de las presas asimiladas. Además que independientemente del método utilizado para la extracción lipídica siempre será menester realizar dicho proceso previo al paso de mediciones de isótopos.

La variación en los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  en relación a los métodos de extracción ha sido reportado por Todd *et al.*, (1997) quienes hallaron diferencias entre Soxhlet y ultrasonido de 0.4‰ y Guerrero (2008) de 1.4‰ más un nivel trófico para ultrasonido y MAE afirmando que la ultrasonicación es un protocolo que da mejores resultados. Mientras que, los  $\delta^{15}\text{N}$  no presentan variación alguna, sin embargo ciertos autores sugieren que las extracciones químicas podrían causar fraccionamientos en sus valores (Stiropoulos *et al.*, 2004, Post *et al.*, 2007) lo cual podría ser corregido por normalización matemática (McConnaughey & McRoy, 1979).

Las razones isotópicas encontradas estuvieron en  $\delta^{13}\text{C} = -16.3 \text{‰}$  y  $\delta^{15}\text{N} = 13.1 \text{‰}$ , por debajo de los presentados por Polo (2008) con  $\delta^{13}\text{C} = -16.0 \text{‰}$  y  $\delta^{15}\text{N} = 13.9 \text{‰}$ , hallándose valores más enriquecidos para los organismos de Manta en carbono y nitrógeno. Sin embargo, en base a la alimentación, se estima que ambos organismos presentan zonas y fuentes de alimentación similares, obteniendo sus presas en zonas frecuentes a las costas y profundidades de acuerdo a los valores de Fry (2004). Por otra parte, *A. superciliosus* presentó  $\delta^{13}\text{C} = -15.2 \text{‰}$  y  $\delta^{15}\text{N} = 14.5 \text{‰}$  (Polo, 2008), los cuales se hallaban dentro del patrón de variación de *A. pelagicus* en Santa Rosa. De igual manera, *A. vulpinus* con  $\delta^{13}\text{C} = -17.5 \text{‰}$  y  $\delta^{15}\text{N} = 15.2 \text{‰}$  (Estrada *et al.*,

2003) y  $\delta^{13}\text{C} = -17.1\text{‰}$  y  $\delta^{15}\text{N} = 14.5\text{‰}$  (MacNeil *et al.*, 2005) con valores menores en C y mayores en N sugiriendo una alimentación oceánica para esta especie congénere.

Las hembras y los machos resultaron más enriquecidos en C y N en Manta (Polo 2008) en relación a los capturados en Santa Rosa, lo cual se justifica ya que los organismos de la zona centro (Manta) realizaban la ingesta de presas aún más costeras y bentónicas que los de la zona sur (Santa Rosa). En ambas áreas de estudio, los machos presentaron mayores deltas que las hembras. Así también, *A. superciliosus* (Polo 2008) también mantuvo esta tendencia en relación al enriquecimiento de sus razones isotópicas.

Los individuos inmaduros y maduros en la zona centro, así como las diferentes categorías de tallas presentaron valores isotópicos menos enriquecidos en Santa Rosa que para los de Manta (Polo, 2008). En ambas áreas, los inmaduros tenían mayores deltas que los maduros, mientras que no hubo esta tendencia en las diferentes tallas.

El aumento de tallas y los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  no presentaron ninguna relación directa, de forma opuesta a la regla general para las diferentes especies de tiburones, peces y calamares como en el caso de *S. lewini* (Torres, 2006), *Isurus oxyrinchus* y tiburón azul (*Prionace glauca*) (Revill *et al.*, 2009), raya guitarra pinta (*Zapteryx exasperata*) (Blanco, 2009); peces lancetas (*Alepisaurus sp.* y *A. ferox*), atunes (familia Scombridae, *Thunnus alalunga*, *T. obesus*, *T. audax* y *T. maccoyii*), los brámidos (familia Bramidae), dorado (*Coryphaena hippurus*), pez escolar (*Gempylus serpens*), miramelindo (*Lepidocybium flavobrunneum*), los peces linternas (Familia Myctophidae), los calamares (Familia Ommastrephidae) y el pez espada (*Xiphias gladius*) (Revill *et al.*, 2009). Lo anterior se debe a la acumulación interna de los isótopos pesados conforme el organismo gana masa corporal (Rau *et al.*, 1989; Lindsay *et al.*, 1998; Jennings *et al.*, 2002) producto de una variación en su dieta conforme adquieren mayores destrezas para la captura de sus presas.

De igual manera, Calow & Tytler, (1985), Castro (1993) y Gerking (1994), sostienen que la alimentación de ciertos peces puede variar a lo largo de su vida y con ello sus razones isotópicas, como es el caso de la trucha café (*Salmo trutta*), (Grey, 2001), mero (*Epinephelus marginatus*) (Renones *et al.*,

2002), trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*) (Power *et al.*, 2002) y en los salmónidos (familia Salmobidae) (Kline & Willette, 2002).

De acuerdo a los valores isotópicos, *Alopias pelagicus* no mostró variación mensual en su dieta, de igual manera a lo reportado por Polo (2008), ratificándose de este modo consistencia en la dieta del depredador, y se confirma que existe una misma fuente y zona de alimentación relativa a zonas costeras y bentónicas.

La alimentación determinada para *A. pelagicus* se compuso de organismos que frecuentaban zonas costeras y bentónicas, lo cual concuerda con lo hallado con los contenidos estomacales y con la biología de la especie que puede inclusive encontrarse hasta en zonas costeras sobre la plataforma continental (Compagno, 1984 y 2002; Compagno *et al.*, 1995 y Compagno *et al.*, 2005). En forma contraria, Polo (2008) propuso que era netamente oceánica, por lo que podría inferirse una ampliación del hábitat trófico de la especie ya que sus patrones alimenticios no solamente se limitan al océano como comúnmente se los asocian, sino que también a las costas.

### **7.9.2. Razones isotópicas en el plancton**

Las relaciones C:N halladas para el fitoplancton y zooplancton en este trabajo resultaron superiores a los valores de proteína pura, al no haberseles extraídos los lípidos, por lo que aparentemente se esperaba que los  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  fueran variables. Sin embargo, las razones isotópicas estuvieron dentro del intervalo establecidos por France (1995) y Rau *et al.*, (1982) para el fitoplancton en ecosistemas costeros y los de López (2008) en regiones tropicales.

López (2008) empleó muestras almacenadas en congelación y no extrajo lípidos ni carbohidratos, demostrando así que la presencia de estos no alteraban de manera significativa los deltas C. Mientras que las muestras analizadas en la presente investigación fueron fijadas en formalina por un período de 2 a 3 años y no se les eliminó los lípidos, y a pesar de esto el C y N no presentaron efectos aparentes. Lo expuesto anteriormente, es contrario a lo propuesto por Bosley & Wainright (1999) quienes determinaron que la

formalina, el etanol y el cloruro de mercurio disminuían el C e incrementaban el N; Kaehler & Pakhomov, (2001) y Sarakinos *et al.* (2002) establecieron que la formalina también hacía decrecer al C de 0.6 a 1.7‰ y el etanol los aumentaba en 1.5‰; Feuchtmayr & Grey, (2003) y Rau *et al.*, (2003) también sostenían algo similar a esto pero no registraban valores puntuales. El  $\delta^{15}\text{N}$  presentó ciertas variaciones pero éstas eran menores las cuales podrían no tener ningún efecto para la obtención e interpretación en sus valores. Por último, todos los autores concuerdan en que el mejor método de fijar una muestra para realizarles futuros análisis de isótopos estables es la congelación.

El  $\delta^{13}\text{C}$  y el  $\delta^{15}\text{N}$  del fitoplancton analizado se presentaron con valores similares a los de France (1995) y Rau *et al.*, (1982) para ecosistemas costeros y por debajo de Kang *et al.*, (2003). Las muestras fueron tomadas en el Golfo de Guayaquil e inmediaciones de la Isla Santa Clara cuya área está influenciada básicamente por los aportes de nutrientes del río Guayas el cual desemboca en ese sector; además de las zonas de afloramientos costeros (Jiménez, 2009), justificando así dichas razones.

De igual forma, France (1995) sostiene que las diferencias entre el fitoplancton y las algas bentónicas marinas son substanciales debido a que esto se refleja en el delta C de los consumidores en ambientes costeros marinos. Además, de acuerdo a Farrell *et al.*, (1995) el  $\delta^{15}\text{N}$  del sedimento superficial para costas ecuatorianas estaba entre 6 y 7‰ (área de estudio) por lo que se esperarían valores entre 8 y 9‰ confirmando el N hallado actualmente; estos valores del  $\delta^{15}\text{N}$  del sedimento (5 y 6‰) son característicos de un región influenciada por afloramientos o surgencias debido a la producción nueva (basada en nitratos provenientes de otras zonas profundas), a diferencia de los rangos ( $\geq 8\%$ ) dados para una región común donde se da una producción regenerada (basada en amonio producto de la remineralización de la materia orgánica) según Sánchez (Com. Pers., 2009a).

Los patrones de variación isotópica en los ecosistemas pueden fluctuar notablemente pero siempre presentan ciertas tendencias de acuerdo a factores biológicos (vegetación, fitoplancton y zooplancton, organismos, niveles tróficos, procesos de eutrofización), físicos (ambientes terrestres y marinos, latitud y longitud, altitud, zonas costeras y marinas, bentónicas y pelágicas,

temperatura, etc.), químicos (ambientes normales y anóxicos, metanogénesis) y geológicos (Newsome *et al.*, 2007). Asimismo, Fry (2004) estableció intervalos para el C y N en el agua oceánica, para el  $\delta^{13}\text{C}$  (-15‰ en zonas costeras y -22‰ en océanos; -16‰ en zonas bentónicas y -20‰ en pelágicas) y el  $\delta^{15}\text{N}$  (11‰ en zonas bentónicas y 6‰ en pelágicas; mayores valores para las costas y menores para el océano).

Las razones del  $\delta^{13}\text{C}$  y el  $\delta^{15}\text{N}$  en el zooplancton se presentaron dentro de los valores de López (2008). De forma contradictoria el valor del N resultó por debajo del fitoplancton, por lo que se sugiere pudieron darse dos posibles causas: (1) La inclusión de ciertos grupos zooplanctónicos dentro de las muestras fitoplanctónicas analizadas haciendo que sus deltas se alteraran y (2) La abundante presencia de organismos zooplanctónicos herbívoros y omnívoros. La segunda causa tiene mayor peso debido a que López clasificó a sus organismos en categorías: Herbívoros ( $\delta^{15}\text{N} = < 7\text{‰}$ ), omnívoros ( $\delta^{15}\text{N} = 7$  a  $9\text{‰}$ ) y carnívoros ( $\delta^{15}\text{N} = > 9\text{‰}$ ), entonces se asume que hubo una mezcla de estos tres grupos los cuales tendieron a dar valores centrales para estos grupos planctónicos en el Pacífico ecuatoriano.

López (2008) registró valores entre  $\delta^{13}\text{C} = -22.8$  y  $-18.8\text{‰}$  y  $\delta^{15}\text{N} = 6.3$  y  $11.2\text{‰}$  para copépodos pelágicos; mientras que Sampson (2007):  $\delta^{13}\text{C} = -20.6\text{‰}$  (quetognatos) y  $-17.7\text{‰}$  (zooplancton herbívoro);  $\delta^{15}\text{N} = 14.3\text{‰}$  (decápodos) y  $16.5\text{‰}$  (zooplancton herbívoro), donde se incluían al eufaúsido (*Nyctiphanes simplex*), zooplancton omnívoro y carnívoro. Las muestras estudiadas del G. de Guayaquil se encontraban por debajo de los rangos hallados por esta última autora, lo que se justifica debido a las condiciones oceanográficas propias de la región, donde se presentan valores altos de C y N en la base de la cadena trófica y por ende en sus eslabones derivados hacia consumidores tope (Golfo de California).

De acuerdo a Sánchez (Com. Pers., 2009b) las muestras que se utilizaron para estimar valores de C y N en este trabajo podrían ser considerados microzooplancton (diatomeas, peridíneas, tintínidos, radiolarios, entre otros) por el tamaño de la luz de malla (200  $\mu\text{m}$ ) con que fueron obtenidas, sin embargo, se observó presencia de copépodos, eufaúsidos y

quetognatos como grupos predominantes por lo que se lo trató como zooplancton. Lo anterior fue en base a Dussart (1965), quién estableció que los organismos de 20 a 200  $\mu\text{m}$  también eran microzooplancton; de 200 a 2000  $\mu\text{m}$ , mesozooplancton y  $> 2000 \mu\text{m}$ , macrozooplancton.

### **7.9.3. Valores en especies presas**

Los valores de C y N para las especies presas señalaron que estas presentaban distribución entre costas y océanos lo cual concuerda con la biología de éstas ya la mayoría son oceánicas, unas cuantas neríticas y costeras. Los músculos de *A. pelagicus* proporcionaban señales de alimentación cercanas a las costas, por lo que se infiere que dichos organismos se acercan a estas zonas a capturar e ingerir sus presas, aprovechando de esta manera a aquellas que también se encuentran en los océanos. Se confirma que el hábitat trófico de este depredador es costero–oceánico y epipelágico, a pesar de que sus especies sean también mesopelágicas, batipelágicas y netamente oceánicas.

Los resultados generados en esta investigación para ciertas especies de calamares y peces indican valores empobrecidos en C y N respecto a estudios hechos en otras regiones del Pacífico (México y Australia) donde se observa que los cambios de latitud y de longitud, la materia orgánica particulada, los nitratos, la alta productividad y demás elementos, son factores que influyen en gran escala como se puede apreciar en los deltas presentados en la tabla 7. Para el  $\delta^{15}\text{N}$  se ha podido determinar isotópicamente, que existe un patrón latitudinal de enriquecimiento para la zona de California y Baja California, los mismos que decrecen conforme van llegando hacia el ecuador (Farrell *et al.*, 1995; Altabet *et al.*, 1999; Voss *et al.*, 2001; Kienast *et al.*, 2002 y Aguíñiga *et al.*, 2007).

**Tabla 7.** Valores promedio de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  de las principales presas de *A. pelagicus* en Santa Rosa de Salinas (remarcados en negro) y rangos de las razones isotópicas halladas para distintas regiones del Pacífico.

ESPECIES	$\Delta^{13}\text{C}$	$\Delta^{13}\text{C}$	$\Delta^{15}\text{N}$	$\Delta^{15}\text{N}$	AUTORES
<i>D. gigas</i>	<b>-17.9</b>	-17.9 a -14.9	<b>10.8</b>	13.5 a 16.9	Velasco (2005), Ochoa (2009)
<i>S. oualaniensis</i>	<b>-18.0</b>	-17.7 a -17.1	<b>10.4</b>	13.4 a 14.1	Ochoa (2009) y Revill <i>et al.</i> , (2009)
<i>O. bartramii</i>	<b>-18.2</b>	-16.9	<b>10.0</b>	12.6	Revill <i>et al.</i> , (2009)
<i>B. panamense</i>	<b>-18.4</b>	-16.5	<b>10.0</b>	16.5	Gendrom <i>et al.</i> , (2001)

#### 7.9.4. Factor de fraccionamiento

El factor de fraccionamiento ( $\alpha$ ) calculado para este trabajo estuvo en  $\alpha = 1.5\text{‰}$  (C) y  $\alpha = 2.3\text{‰}$  (N). En el caso del fraccionamiento obtenido para el C es un valor mucho mayor a los reportados de a 0 a 1‰ (De Niro & Epstein, 1978; Fry & Arnold, 1982; Rau *et al.*, 1983; Fry & Sherr, 1984; Peterson & Fry, 1987; Wada *et al.*, 1987; Fry, 1988; Hobson & Welch, 1992; France, 1996; France & Peters, 1997; Kelly, 2000) y el del N estuvo dentro de los rangos propuestos de 1 a 5‰ (De Niro & Epstein, 1981; Minagawa & Wada, 1984; Owens, 1987; Peterson & Fry, 1987; Fry, 1988; Wada *et al.*, 1991; Hansson *et al.*, 1997; Post, 2002); siendo el de Hansson *et al.*, (1997) quien más se acerque (2.4‰) al establecido para esta población de tiburones (2.3‰).

La razón de isótopos en nitrógeno, debido a su mayor fraccionamiento, generalmente indica el nivel trófico de los organismos; mientras que la razón del C, por su mínima diferenciación, refleja la fuente de nutrición autotrófica en la base de la red de alimentos (De Niro & Epstein, 1978, 1981; Minagawa & Wada, 1984) ya que el fitoplancton contiene señales isotópicas que reflejan el hábitat en que se desarrollan (Hobson *et al.*, 1994; France, 1995; Hobson *et al.*,

1997), y éstas se transmiten hacia niveles tróficos superiores a razón de unas cuantas partes por mil (0 a 1‰), de ahí que el  $\delta^{13}\text{C}$  puede ser utilizado como un indicador de las zonas de alimentación, y consecuentemente, en el rastreo de los desplazamientos y la migración de los animales entre regiones geográficas isotópicamente diferentes (McConnaughey & McRoy, 1979; Nakamura *et al.*, 1982; Rau *et al.*, 1983; Hobson & Clark, 1992; Hobson, 1993; Hobson *et al.*, 1994; Smith *et al.*, 1996; Minami & Ogi, 1997; Gannes *et al.*, 1998; Schell *et al.*, 1998; Burton & Koch, 1999; Cherel *et al.*, 2000; Kurle & Worthy, 2001; Fry *et al.*, 2003).

Cabe destacar, que el fraccionamiento isotópico no es constante y que puede variar dependiendo de la calidad del alimento, del estrés nutricional y por la fuente de alimento consumido. Asimismo pueden presentarse diferentes señales isotópicas en los distintos tejidos de un mismo organismo (Macko *et al.*, 1982; Tieszen *et al.*, 1983; Schell *et al.*, 1989; Schmidt *et al.*, 2004 y Hobson & Clark, 1992) ya sea por las preferencias propias del aumento de talla como ya se ha citado anteriormente o por otros factores intraespecíficos. Sin embargo, el fraccionamiento isotópico acontece durante la asimilación y los procesos metabólicos, esto es, el  $\delta^{13}\text{C}$  y el  $\delta^{15}\text{N}$  en los tejidos de los depredadores reflejan las señales de sus presas de manera predecible, debido a que se presenta un enriquecimiento aproximadamente constante por cada nivel trófico en la red de alimentos (De Niro & Epstein, 1978 y 1981).

## 7.10. NIVEL TRÓFICO

El nivel trófico de *A. pelagicus* fue de 5.00 de acuerdo al método de Cortés (1999), siendo mayor al valor citado por Polo (2008) de NT= 4.20 y Froese *et al.* (2009) NT= 4.50; también para otras especies del mismo género como *A. superciliosus* de Polo (2008) de NT= 4.20; *A. vulpinus* y *A. superciliosus* de Cortés (1999) de NT= 4.20 respectivamente. Esto se justifica por el uso de valores estandarizados de especies presas para el caso de los estudios hechos por estos autores basados en un número general (*e.g.* Peces teleósteos de NT= 3.24 y cefalópodos NT= 3.20) permite muchas veces tender hacia un resultado subestimado debido a que no es posible clasificar a todos

los peces en un sólo valor, ya que estos pueden presentar una variedad amplia en sus niveles tróficos en base a la alimentación que presenten como *Sardinops sagax* cuyo NT= 2.61 y el dorado *Coryphaena hippurus* NT= 4.48. De igual manera, el número de los cefalópodos utilizados es de NT= 3.20 y para citar un ejemplo tenemos que el calamar gigante *D. gigas* tiene un NT= 4.14 y el pulpo común *Octopus bimaculatus* NT= 3.44, ambos por encima del promedio asignado por el valor general para este taxón.

El mayor NT lo obtuvieron los machos inmaduros (5.16) y el menor para las hembras inmaduras (4.93). Los valores citados podrían deberse a que los inmaduros poseían sólo 4 componentes cuyos NT estaban comprendidos entre 3.44 y 4.30 dando como resultado valores que sobrepasan a sus similares maduros quienes abarcaron 9 elementos de diversos valores. Mientras que para las inmaduras presentaban 8 especies comunes de las 16 del espectro de las maduras, con valores similares en sus NT, de ahí que la diferencia fue menor.

El nivel trófico de *A. pelagicus* según el modelo de Post (2002) fue de 4.52, mayor a los resultados hallados por Polo (2008) NT=4.0 y también a *A. superciliosus* NT= 4.2; similar al de *A. vulpinus* NT= 4.2 a 4.5 (Estrada *et al.*, 2003). Este valor estaría se debe a que Polo empleó la ecuación de Vander Zanden (1997) donde se obtiene la razón dividiéndola para un factor de fraccionamiento más alto ( $\alpha=3.4$ ) al que se obtuvo aquí ( $\alpha=2.3$ ), este último según la fórmula de Post, la misma que fue empleada también por Estrada *et al.*, (2003).

En este trabajo se pudo apreciar la tendencia de los machos con NT mayor al de las hembras, así también los inmaduros sobre los maduros y de tallas inferiores por encima de las superiores. Esto quizás se debe a organismos neonatos y juveniles tienden una capacidad limitada de llegar hacia zonas más oceánicas, así como de capturar presas que demanden mayor desgastes de energía y la obtención en cantidades mayores de ésta, haciendo que dichos organismos se limiten a zonas costeras donde se pueden alimentar de presas con un mayor enriquecimiento isotópico, lo que significaría para ellos un mayor fraccionamiento en sus tejidos. Esto se ve reflejado también en valores de amplitud de dieta más bajos en hembras, individuos maduros y de

tallas superiores que se presentan sobre sus categorías opuestas, haciéndose en esta forma más especialistas sobre un grupo determinado de presas.

Cabe resaltar que las diferencias mostradas en ambos valores hallados de acuerdo a las ecuaciones de Cortés (1999) y Post (2002), se deben principalmente a que los valores empleados en el método de Post, sólo engloba la diferencia entre los promedios del nitrógeno del consumidor y su presa, mientras que en la de Cortés, se trata de una sumatoria del producto entre varios elementos (proporción relativa y NT de cada una de éstas).

### **7.11. TEMPERATURA SUPERFICIAL OCEÁNICA**

Los meses de mayor importancia para los tiburones en este trabajo fue en enero de 2009, registrándose un mayor número de organismos con presencia de febrero a noviembre del 2008. Se presenta una disponibilidad temporal del recurso ya que en julio es escaso, y en bajas cantidades para agosto y septiembre producto de las temperaturas. Calle (2006) reportó mayor número en mayo y diciembre del 2004, con presencia de junio a noviembre de ese año. En Manta se reporta una disponibilidad anual del recurso sin que haya ausencias (Rendón y Pacheco, 2006; Polo, 2008). Es importante reconocer que el puerto de Manta no se ve influenciado directamente por la corriente fría de Humbolt al ubicarse al norte del área de estudio por lo que siempre tiende a presentar aguas adyacentes cercanas al rango de mayor temperatura que requiere la especie, sin que esta se ausente.

La relación entre la temperatura y la disponibilidad de presas consumidas por *A. pelagicus* en Santa Rosa de Salinas indicó la presencia de las tres especies de cefalópodos para todo el año y en enero para peces. Mientras que Calle (2006) señaló que de mayo a septiembre hay predominio de los calamares y de octubre a diciembre de los peces; Rendón y Pacheco (2006) y Polo (2008) sostienen que hubo presencia de los calamares durante todo el año. Se estima que durante los meses de época húmeda hay abundancia de peces y en época seca, de calamares. De acuerdo a la biología de las especies se sabe que en el caso de los cefalópodos son oceánicos,

---

neríticos y costeros y los peces oceánicos por lo que podría ser esta una causa para las migraciones de los depredadores.

El  $\delta^{13}\text{C}$  en el fitoplancton presenta variaciones y depende de procesos biogeoquímicos y oceanográficos del área estudiada, así también de variables ambientales como la temperatura, el pH, la concentración de  $\text{CO}_2$  disponible, el  $\delta^{13}\text{C}$  del  $\text{CO}_2$ , las especies de fitoplancton presentes y su tasa de crecimiento (Leggett, 1998; Burton *et al.*, 1999). A temperaturas más bajas se produce una mayor solubilidad del  $\text{CO}_2$ , lo cual resulta en valores más bajos de  $\delta^{13}\text{C}$  en la base de la cadena trófica (Laube-Lenfant & Pierre, 1994; Perry *et al.*, 1999). En forma contraria, se presentó una relación inversa del C y N de los tiburones y de las especies consumidas en relación con la temperatura.

El pH afecta la capacidad para la fotosíntesis del fitoplancton y los valores de pH mayores a 8.8 ocasionan que el  $\text{CO}_2$  sea limitante; por lo tanto se observan valores más altos de  $\delta^{13}\text{C}$  (Chen & Durbin, 1994). También, un patrón similar fue observado por Baird *et al.*, (2008) para la materia orgánica particulada, sosteniendo que esto se debe a la alta productividad en el Mar de Tasmania disminuyendo el  $\text{CO}_2$  acuoso y provocando valores enriquecidos de  $\delta^{13}\text{C}$ .

## 8. CONCLUSIONES

El espectro trófico de *Alopias pelagicus* estuvo compuesto por 19 componentes alimenticios, de los cuales 5 representaron mayor importancia: los calamares *Ommastrephes bartrami*, *Dosidicus gigas*, *Stenoteuthis oualaniensis*, la merluza del Pacífico sur (*Merluccius gayi*) y el pez linterna (*Benthoosema panamense*).

*Alopias pelagicus* es un depredador especialista, debido a su alta preferencia por un grupo reducido de presas. En el caso de las hembras, organismos maduros y de tallas superiores presentaban patrones más marcados de especialización en relación a las categorías opuestas.

La composición del espectro trófico no presentó variaciones significativas por sexos, estados de madurez y tallas, lo que indicó que no existe segregación aparente de ninguna clase.

Los valores isotópicos de carbono ( $\delta^{13}\text{C} = -16.3\text{‰}$  y  $\pm 0.5$ ) y de nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N} = 13.1\text{‰}$  y  $\pm 1.3$ ) indicaron que las proteínas de los tejidos del depredador provenían de presas que frecuentaban zonas costeras, así como de hábitats profundos.

Las razones isotópicas de carbono y de nitrógeno por sexo, madurez sexual, tallas y meses se encontraron dentro de un intervalo cercano a los valores de la categoría general, por lo que se puede estimar una dieta consistente del depredador, sin que haya algún tipo de diferenciación intraespecífica y a través del tiempo. También se estima la existencia de una misma fuente y zona de alimentación.

El fitoplancton obtenido de la zona del Golfo de Guayaquil registró razones isotópicas de  $\delta^{13}\text{C} = -21.9\text{‰}$  ( $\pm 0.3$ ) y  $\delta^{15}\text{N} = 8.4\text{‰}$  ( $\pm 1.0$ ), propio de ecosistemas costeros, debido a la predominancia de diatomeas. Los valores del zooplancton fueron de  $\delta^{13}\text{C} = -21.6\text{‰}$  ( $\pm 0.6$ ) y  $\delta^{15}\text{N} = 8.2\text{‰}$  ( $\pm 0.7$ ), con mayor abundancia de copépodos, quetognatos y eufaúsidos.

Las especies presas registraron valores comprendidos entre  $\delta^{13}\text{C} = -18.4\text{‰}$  y  $-16.7\text{‰}$ , para el  $\delta^{15}\text{N} = 12.8\text{‰}$  y  $9.7\text{‰}$ . Aunque la biología de estas especies y sus señales isotópicas las enmarcan como oceánicas y de hábitats profundos, la captura e ingesta de las mismas se realizaron en zonas

costeras y epipelágicas, coincidiendo con el hábitat y conductas tróficas del depredador.

Las señales isotópicas de las especies presas, así como del fitoplancton y zooplancton mostraron valores donde se podían apreciar claramente como fluyen la materia y energía dentro de la cadena alimenticia de *A. pelagicus*. Así como se dieron razones isotópicas en calamares y peces donde se observaban valores normales de dicha transferencia entre depredador y presa, también hubo casos particulares como *M. gayi* que resultaron cercanos al consumidor, lo que supone especies con hábitats tróficos similares en donde dicho flujo tendría un rango mínimo de traspaso de un nivel trófico a otro.

El factor de fraccionamiento ( $\alpha$ ) se basó en las razones isotópicas de las presas halladas en la dieta de *A. pelagicus*, siendo así el  $\alpha$  de carbono fue de 1.5‰ y el nitrógeno de 2.3‰. Se estableció por primera vez para el Pacífico ecuatoriano un factor de fraccionamiento en ambos trazadores químicos. En el caso del Carbono, este era mayor a los reportados por el resto de autores (0–1‰) y para el nitrógeno este se encontró dentro de los registrados para diversas regiones del mundo (1–5‰).

El nivel trófico (NT) fue característico de un depredador tope (NT= 5.00 y 4.52, consumidor cuaternario o carnívoro terciario) confirmando lo encontrado en su dieta compuesta por presas con NT entre 2.61 y 4.48 (calamares y peces) permitiendo corroborar su cadena trófica larga conformada por 5 eslabones propias de zonas cercanas a las costas.

Los valores isotópicos de *A. pelagicus* y sus especies presas mostraron una relación inversa con la temperatura superficial del agua de mar, es decir, las razones isotópicas presentaron un incremento con el descenso de temperatura y viceversa.

## 9. LITERATURA CITADA

- Aguilar, F., Chalén, X. y Villón, C. 2005. Plan de acción nacional de tiburones. Instituto Nacional de Pesca (INP). Guayaquil, Ecuador, 23 pp.
- Aguñiga, S., Galván, F., Soto, M., Torres, Y., Miranda, M., Arce, H., Camalich, J. y Sánchez, A. 2007. The hammerhead shark *Sphyrna lewini* as an indicator of  $\delta^{15}\text{N}$  shifts in particulate organic matter from contrasting oceanographic areas. Reunión Anual de la Unión Geofísica Mexicana. Puerto Vallarta, México.
- Altabet, M., Pilskaln, C., Thurnell, R., Pride, C. Sigman D., Chávez, F. & Francois, R. 1999. The nitrogen isotope biogeochemistry of sinking particles from the margin of the Eastern North Pacific. Deep-Sea Research, Part I. 48 (8): 1905-1921.
- Baigorrí, A. y Polo, C. 2004. Espectro trófico de dos especies de tiburón zorro, *Alopias pelagicus* y *Alopias superciliosus* en la playa de Tarqui, Manta. Tesis de Licenciatura. Univ. de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano". Colombia. 133 pp.
- Baird, M., Timko, P., Middleton, J., Mullaney, T., Cox, D. & Suthers, I. 2008. Biological properties across the Tasman Front off southeast Australia. Deep Sea Res. Part I Oceanogr. Res. Pap. 55: 1438–1455.
- Bennet, B. 1978. Underwater observations of the squid *Illex illecebrosus* in the Newfoundland in shore waters. Fisheries and Environment Canada. Report 833. pp. 12-19.
- Blanco, P. 2009. Biología pesquera de la guitarra pinta, *Zapteryx exasperata* (Jordan & Gilbert 1880), en la costa central de Sonora, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis doctoral. 79 pp.
- Bolaño, N. 2006. Hábitos alimenticios en juveniles de *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758) Chondrichthyes: Sphyrnidae, en el Puerto Pesquero de Santa Rosa de Salinas, Guayas, Ecuador, durante mayo - diciembre de 2004. Universidad de Guayaquil.
- Bowen, S. 1996. Quantitative description of the diet. *In*: Fisheries techniques. Murphy, B. and Willis, D. (Eds.) Second Edition American Fisheries Society. Maryland, USA pp. 513-532.
- Bosley K. & Wainright, S. (1999) Effects of preservation and acidification on the stable isotope ratios ( $^{15}\text{N}$ : $^{14}\text{N}$ ,  $^{13}\text{C}$ : $^{12}\text{C}$ ) of two species of marine animals. Can J Fish Aquat Sci 56: 2181–2185.
- Burton, R. & Koch, P. 1999. Isotopic tracking of foraging and long distance migration in northeastern Pacific pinnipeds. Oecologia. 119: 578-585.
- Cabrera, A. 2003. Hábitos alimenticios del tiburón piloto *Carcharhinus falciformis* (Bibron 1839) en la Costa Occidental de Baja California Sur. CICIMAR. Tesis de Maestría. La Paz, México, 91 pp.
- Calow, P. & Tytler, P. 1985. Fish energetic, news prespective. The John Hopkins. University Press, Great Britain. 349 pp.
- Calle, M. 2006. Espectro trófico de *Alopias pelagicus* Nakamura 1935, (Chondrichthyes: Alopiidae) en Santa Rosa de Salinas, Guayas, durante mayo - diciembre del 2004. Universidad de Guayaquil, Ecuador. 132 pp.
- Castañeda, D. y Sandoval, A. 2004. Hábitos alimentarios de dos especies de tiburones martillos: *Sphyrna lewini* (Griffith y Smith, 1838) y *Sphyrna*

- zygaena* (Linnaeus, 1758) en el Pacífico ecuatoriano. Univ. de Bogotá "Jorge Tadeo Lozano". Colombia. 83 pp.
- Castro, J. 1993. Feeding ecology of chub mackerel (*Scomber japonicus*) in Canary Islands area. South African Journal of Marine Science, 13: 323-328.
- Clarke, M. 1962. The identification of cephalopod beaks and their relationship between beak size and total body weight. United Kingdom. British Museum of Natural History. Bull. 8 (10): 422-480.
- Clarke, M. 1986. A Handbook for the Identification of Cephalopod Beaks. Clarendon Press. Mar. Biol. Association of the United Kingdom. 55 pp.
- Clothier, C. 1950. A Key to Some Southern California Fishes Based on Vertebral Characters. Depart. of Natural Res. Division of Fish and Game. Bureau of Marine Fisheries. Fishery Bulletin 79. California, USA, 83 pp.
- Clothier, C. & Baxter, J. 1969. Vertebral Characters of Some Californian fishes with Notes on other Eastern Pacific Species. The Resources Agency. Department of Fish and Game. Marine Resources Operations. California, USA, 256 pp.
- Coello, D. 1996. Distribución del fitoplancton frente a la costa del Ecuador durante noviembre de 1995. Boletín Científico y Técnico. INP. Guayaquil, Ecuador. 14 (2): 60- 68.
- Coello, D. 2007. Distribución del fitoplancton en la zona costera ecuatoriana durante octubre del 2007. Informe técnico del Instituto Nacional de Pesca. INP. Guayaquil, Ecuador. 8 pp.
- Cohen, D., Inada, T., Iwamoto, T. & Scialabba, N. 1990. FAO Species catalogue. Gadiform fishes of the World (Order Gadiformes). An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other Gadiform fishes known to date. Rome, Italy. FAO Fisheries Synopsis. 10 (125): 336-337.
- Colwell, R. 2006. Programa bioestadístico EstimateS version 8.0. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut, USA. Disponible en la red en <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Compagno, L. 1984. Species Catalogue the Shark of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO. Rome, Italy, 4. (1-2): 228 - 231.
- Compagno, L. 2002. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. FAO. Rome, Italy, No. 1, Vol 2: 269 pp.
- Compagno, L., Dando, M. & Fowler, S. 2005. Sharks of the World. Princeton Field Guides. Princeton University Press. New Jersey, USA. 344 pp.
- Compagno, L., Krupp, F. y W. Schneider, W. 1995. Tiburones. *In*: Fischer, Krupp, Schneider, Sommer, Carpenter y Niem (eds.). Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro Oriental. FAO. Roma, Italia, 2 Vertebrados (1): 648 - 661.
- Cortés, E. 1999. Standardized diet composition and trophic level in sharks. ICES J. Mar. Sci. 56: 707-717.

- Craig, H. 1957. Isotopic standards for carbon and oxygen and corrected factors for mass-spectrometric analysis of carbon dioxide. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 12: 133-149.
- Cruz, M., Gaybor, M., Mora, E., Jiménez, R. & Mair, J. 2003. The known and unknown about marine biodiversity in Ecuador (Continental and Insular). Valparaíso, Chile. *Gayana* 67(2): 232-260.
- Chen, C. & Durbin, E. 1994. Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 109: 83-94.
- Chen, C., Liu, K. & Chang, Y. 1997. Reproductive biology of the bigeye thresher shark, *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839) (Chondrichthyes: Alopiidae) in the northwestern Pacific. *Ichthyol. Res.*, 44 (3): 227-235.
- Cherel, Y., Hobson, K. & Weimerskirch, H. 2000. Using stable-isotope analysis of feathers to distinguish moulting and breeding origins of seabirds. *Oecologia* 122: 155-162.
- Chirichigno, N. 1980. Clave para identificar los peces marinos del Perú. Lima, Perú. Instituto del Mar del Perú (IMARPE). Informe No. 44. 388 pp.
- Christensen, V. & Pauly, D. 1992. The ECOPATH II – a software for balancing steady-state models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*, 61: 169-185.
- Daniel, W. 2002. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. 4ª Edición. Editorial Limusa. México. 755 pp.
- De Niro, M. & Epstein, S. 1978. Influence of the diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim Cosmochim Acta* 42: 495-506.
- De Niro, M. & Epstein, S. 1981. Influence of the diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochim Cosmochim Acta* 45: 341-353.
- Dingerkus, G. 1987. Shark distribution. *In: Facts on File Publications* (ed). Sharks. New York, USA. pp: 36-49.
- Dunning, M., Norman, M., & A. Reid. 1998. Cephalopods. *In: Carpenter, K., Niem, V., Editors. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Rome, Italy. 2: 687-826.*
- Dussart, B. 1965. Les différentes catégories de plancton. *Hydrobiologia*. 26: 72-74.
- Ellis, J., Pawson, M. & S, Sharckley, S. 1996. The comparative feeding ecology of six species of sharks and four species of rays (Elasmobranchii) in the north-east Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 76: 89-106.
- Erazo, H. 2006. Hábitos alimenticios del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque 1810) Chondrichthyes: Lamnidae, en el puerto de Santa Rosa de Salinas, Guayas, Ecuador, durante mayo - diciembre de 2004. Universidad de Guayaquil.
- Estrada, J., Rice, A., Lutkavage, M. & Skomal, G. 2003. Predicting trophic position in sharks of the north-west Atlantic Ocean using stable isotope analysis. *J Mar Biol Assoc UK* 83:1347-1350.
- Estupiñán, C. y Cedeño. L. 2005. Estudio de los hábitos alimenticios mediante el análisis del contenido estomacal del tollo mico *Carcharhinus falciformis* (Bibron, 1839) y los tiburones martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith 1834) y *Sphyrna zygaena* (Linnaeus 1758) en el área de Manta – Ecuador. Univ. Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. 100 pp.

- Farrell, J., Pedersen, T., Calvert, S. & Nielsen, B. 1995. Glacial-interglacial changes in nutrient utilization in the equatorial Pacific Ocean. *Nature*. 377: 514-516.
- Feutchmayr, H. & Grey, J. 2003. Effect of preparation and preservation procedures on carbon and nitrogen stable isotope determinations from zooplankton. *Rapid Communication Mass Spectrometry*. 17: 2605-2610.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K., y Niem, V. 1995. Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro Oriental. 2-3 Vertebrados (1-2): 799 - 1813.
- Flammang, K., Ebert, D. & Cailliet, G. 2008. Reproductive biology of deep-sea catsharks (Chondrichthyes: Scyliorhinidae) in the eastern North Pacific. *Environ Biol Fish* 81:35–49.
- France, R. 1995. Carbon-13 enrichment in benthic compared to planktonic algae foodweb implications. *Marine Ecology Progress Series*. 124: 307-312.
- France, R. 1996. Absence or masking of metabolic fractionation of  $^{13}\text{C}$  in a freshwater benthic food web. *Freshwater Biology* 36:1–6.
- France, R. & Peters, R. 1997. Ecosystem differences in the trophic enrichment of  $^{13}\text{C}$  in aquatic food webs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 54: 1255–1258.
- Froese, R. & Pauly, D. Editors. 2009. FishBase. Paris, France. World Wide Web electronic publication. On internet: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Fry, B. 1988. Food web structure on Georges Bank from stable C, N, and S isotopic compositions. *Limnology and Oceanography*. 33: 1182–1190.
- Fry, B. 2004. Conference: Stable Isotope in Pelagic ecosystems Globec-Clitop working group 3. CICIMAR, LSU, CSIRO, CIAT-IATTC e IRD. La Paz, México.
- Fry, B. & Arnold, C.. 1982. Rapid  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  turnover during growth of brown shrimp (*Panaeus aztecus*). *Oecologia* 54:200–204.
- Fry, B. & Sherr, E. 1984.  $\delta^{13}\text{C}$  measurements as indicators of carbon flow in marine and freshwater ecosystems. *Contrib Mar Sci.*, 27: 13–47.
- Fry, B., Baltz, D., Benfield, M., Fleeger, J., Gace, A., Hass, H. & Quiñonez, Z. 2003. Stable isotope indicators of movement and residency for brown shrimp (*Farfantepenaeus aztecus*) in coastal Louisiana marshscapes. *Estuarios*, 26: 82-97.
- Galván, F. 2009. Comunicación personal. Distribución actual del calamar *Dosidicus gigas* en el Océano Pacífico Oriental. CICIMAR. La Paz, México.
- Gannes, L., Martínez Del Rio, C. & Koch, P. 1998. Natural abundance variations in stable isotopes and their potential uses in animal physiology ecology. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology*. 119A: 725–737.
- García, I. 2001. Patrones morfológicos del otolito sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. *IMARPE*, 20 (1-2): pp. 4-83.
- Gendron, D., Aguiñiga, S. & Carriquiry, J. 2001.  $\delta^{15}\text{N}$  and  $\delta^{13}\text{C}$  in skin biopsy samples: a note on their applicability for examining the relative trophic level in three roqual species. *Journal of Cetacean Research Management* 3: 1-4.

- Gerking, S. 1994. Feeding ecology of fish. Academy Press. USA. 416 pp.
- Grey, J. 2001. Ontogeny and dietary specialization in brown trout (*Salmo trutta* L.) from Loch Ness, Scotland, examined using stable isotopes of carbon and nitrogen. *Ecol. Freshw. Fish* 10: 168-176.
- Guerrero, F. 2008. Variación en la dieta de los cachalotes del golfo de California con base en isótopos estables de carbono y nitrógeno. CICIMAR. Tesis de maestría. La Paz, México. 54 pp.
- Hansson, S., Hobbie, J., Elmgren, R., Larsson, U., Fry, B. & Johansson, J. 1997. The stable nitrogen isotope ratio as a marker of food-web interactions and fish migration. *Ecology*. 78: 2249–2257.
- Herzka, S. 2003. Ecología de isótopos estables. Departamento de Ecología CICESE. Octubre (2003). En: <http://ecologia.cicese.mx/sherzka/>
- Hesslein, R., Hallard Y, K. & Ramlal, P. 1993. Replacement of sulfur, carbon and nitrogen in tissue of growing broad whitefish (*Coregonous nasus*) in response to a change in diet traced by  $\delta^{34}\text{S}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ , and  $\delta^{15}\text{N}$ . *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 50: 2071-2076.
- Hobson, K. 1993. Trophic relationships among high Arctic seabirds: insights from tissue-dependent stable-isotope models. *Marine Ecology Progress Series*. 95: 7-18.
- Hobson, K. & Clark, R. 1992. Assessing avian diets using stable isotopes. I: Turnover of  $^{13}\text{C}$  in tissues. *Condor* 94: 181–188.
- Hobson, K. & Welch, H. 1992. Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 84: 9–18.
- Hobson, K. A., Piatt, J. & Pitocchelli, J. 1994 Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *J. Anim. Ecol.*, 63: 786–798.
- Hobson, K., Sease, J., Merrick, R. & Piatt, J. 1997. Investigating trophic relationships of pinnipeds in Alaska and Washington using stable isotope ratios of nitrogen and carbon. *Marine Mammal Science*, 13: 114–132.
- Hoffman, M. 1978. The use of Pielou's method to determine simple size in food studies. In: *Fish Food Habits Studies. Proc. 2nd. Pac. NW Technical Workshop. Washington Sea Grant Publication. University of Washington, Seattle.* pp. 56-61.
- Horn, H. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. *Am. Nat.*, 100: 419 - 424.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *J. Fishery Biology*, 17: 411-429.
- Ingrid, L., Iverson, K. & L. Pinkas, L. 1971. A pictorial guide to beaks of certain eastern pacific cephalopods. *Mar. Res. Region California. Department of Fish and Game. Fish. Bull.*, 152: 7 - 35.
- Jardine, T., Mcgeachy, S., Paton, C., Savoie, M. & Cunjak, R. 2003. Stable isotopes in aquatic systems: Sample preparation, analysis, and interpretation. *Canadian manuscript report of Fisheries Aquatic Science*. 2656: 39 pp.
- Jennings, S., Warr, K. & Mackinson, S. 2002. Use of size-based production and stable isotope analyses to predict trophic transfer efficiencies and predator–prey body mass ratios in food webs. *Mar Ecol Prog Ser* 240: 11–20.

- Jiménez, R., 1983. Variabilidad de las condiciones oceanográficas en el área del Frente Ecuatorial. Trabajo presentado en la Consulta de Expertos para Examinar los Cambios en la Abundancia y Composición por Especies de Recursos de Peces Neríticos. San José, Costa Rica.
- Jiménez, R. 2009. Aspectos biológicos de El Niño en el océano Pacífico ecuatorial: Guayaquil, Ecuador. 307 pp.
- Joung, S., Chen, C., Lee, H., & Liu, K. 2008. Age, growth, and reproduction of silky sharks, *Carcharhinus falciformis*, in northeastern Taiwan waters. *Fisheries Research* 90: 78–85.
- Joung, S., Liao, Y., Liu, K., Chen, C. & Leu, L. 2005. Age, growth, and reproduction of the spinner shark, *Carcharhinus brevipinna*, in the northeastern waters of Taiwan. *Zoological Studies* 44 (1): 102-110.
- Kaehler, S. & Pakhomov, E. 2001. Effects of storage and preservation on the  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  signatures of selected marine organisms. *Note. Mar Ecol Prog Ser.*, 219: 299–304.
- Kang, Ch., Kim, J., Lee, K., Kim, J., Lee, P & Hong, J. 2003. Trophic importance of benthic microalgae to macrozoobenthos in coastal bay systems in Korea: dual stable C and N isotope analyses. *Mar Ecol Prog Ser.*, 259:79–92.
- Kelly, J. 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. *Can. J. Zool.* 78: 1–27.
- Kienast, S., Clavert, S. & Pedersen, T. 2002. Nitrogen isotope and productivity variations along the Northeast Pacific margin over the last 120 kyr: Surface and subsurface paleoceanography. *Paleoceanography.* 17 (4): 1055.
- Kline, T. & Willette, T.. 2002. Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) early marine feeding patterns based on  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  in Prince William Sound, Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 59: 1626-1638.
- Kling, G., Fry, B. & O'Brien, W. 1992. Stable isotopes and planktonic trophic structure in arctic lakes. *Ecology.* 73 (2): 561-566.
- Krebs, C. 1985. *Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia.* México. 2a. Edición. pp. 753.
- Kurle, C. & Worthy, G.. 2001. Stable isotope assessment of temporal and geographic differences in feeding ecology of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) and their prey. *Oecologia.* 126: 254-265.
- Labropoulou, M. & Eleftheriou, A.. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: Importance of morphological characteristics in prey selection. *Fish. Biol.* 50: 324-340.
- Laube-Lenfant, E. & Pierre, C. 1994. Variability of  $\delta^{13}\text{C}$  of  $\Sigma\text{CO}_2$  in Ocean waters of the Equatorial Pacific. *Oceanol. Acta,* 17: 633-641.
- Leggett, M. 1998. Food-web dynamics of Lake Ontario as determined by carbon and nitrogen stable isotope analysis. Ph.D. thesis, University of Waterloo, Canada. 266 pp.
- Lindsay, D., Minagawa, M., Mitani, I. & Kawaguchi, K. 1998. Trophic shift in the Japanese anchovy *Engraulis japonicus* in its early life history stages as detected by stable isotope ratios in Sagami Bay, Central Japan. *Fish Sci.*, 64: 403–410.

- Liu, K., Chen, T., Liao, T. & Joung, S. 1999. Age, growth, and reproduction of the Pelagic thresher shark, *Alopias pelagicus* in the Northwestern Pacific. *Copeia*. 1: 68 - 74.
- López, G. 2008. Estructura trófica de los copépodos pelágicos en el Océano Pacífico Oriental Tropical. CICIMAR. Tesis doctoral. La Paz, México. 74 pp.
- Luzuriaga De Cruz, M. 1998. Aporte al conocimiento del zooplancton de agua dulce y estuarina del río Guayas. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. Guayaquil, Ecuador. Vol. 9 (1): 171-176.
- MacNeil, M., Skomal, G. & Fisk, A. 2005. Stable isotopes from multiple tissues reveal diet switching in sharks. *Mar Ecol Prog Ser*, 302:199–206.
- Macko, S., Lee, W. & Parker, P. 1982. Nitrogen and carbon isotope fractionation by two species of marine amphipods: laboratory and field studies. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 63: 145-150.
- Mariotti, A. 1983. Atmospheric nitrogen is a reliable standard for natural  $^{15}\text{N}$  abundance measurements: *Nature*, 303: 685-687.
- Markaida, U. & Sosa, O. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid, *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 1-16.
- Márquez, J. (2007). Reproductive biology of shovelnose guitarfish *Rhinobatos productus* from the eastern Gulf of California México. *Marine biology*. 151 (4), 1445– 1454.
- McConnaughey, T. & McRoy, C.. 1979. Food-web structure and fractionation of carbon isotopes in the Bering Sea. *Marine Biology*, 53: 257–262.
- Mearns, A., Young, D., Olson, R. & Schafer, H. 1981. Trophic structure of the cesium-potassium ratio in pelagic ecosystems. *California Cooperative Oceanographic and Fisheries Investigation Report*, 22: 99–110.
- Minagawa, M. & Wada, E. 1984. Stepwise enrichment of  $^{15}\text{N}$  along food chains: further evidence and the relation between  $\delta^{15}\text{N}$  and animal age. *Geochim. Cosmochim. Acta* 48: 1135–1140.
- Minami, H. & Ogi, H. 1997. Determination of migratory dynamics of the sooty shearwater in the Pacific using stable carbon and nitrogen isotope analysis. *Marine Ecology Progress Series*. 158: 249-256.
- Moteki, M., Arai, M., Tsuchiya, K. & Okamoto, H. 2001. Composition of piscine prey in the diet of large pelagic fish in the eastern tropical Pacific Ocean". *Fisheries Science* 67 (6): 1063–1074.
- Morisita, M. 1959. Measuring interspecific association and similarity between communities. Kyushu, Japan. Ser. Ed. (Biol.) Mem. Faculty Science, Kyushu University. 65 pp.
- Nakamura, K., Schoeller, D., Winkler, F. & Schmidt, H.. 1982. Geographical variations in the carbon isotope content of the diet and hair of contemporary man. *Biomedical Mass Spectrometry*, 9: 390–394.
- Nelson, J. 2006. *Fishes of the World*. John Wiley and Sons Inc. 4<sup>th</sup> Edition. 601 pp.
- Nesis, K. 1970. The biology of the giant squid of Peru and Chile, *Dosidicus gigas*. *Oceanology*, 10: 108-118.

- Newsome, S., Martinez Del Rio, C., Bearhop, S. & Phillips, D. 2007. A niche for isotopic ecology. *Front Ecol Environ*, 5(8): 429–436.
- Ochoa, R. 2009. Espectro trófico del tiburón martillo *Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758) en Baja California Sur: Aplicación de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ . Tesis de maestría. La Paz, México. 66 pp.
- Olson, J. & Galván, F. 2002. Food habits and consumption rates of Dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific ocean. *Fishery Bulletin*, 100 (2):279-298.
- Ortega, D. 1998. Variación de la población del ictioplancton en el Pacífico Sur Oriental durante diciembre de 1997. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. Guayaquil, Ecuador. Vol. 9 (1): 161-170.
- Ortega, D. y Elías, E. 1996. Distribución del ictioplancton en el golfo de Guayaquil y costa central de Manabí durante noviembre de 1995. *Boletín Científico y Técnico*. INP. Guayaquil, Ecuador. 14 (2): 69-76.
- Owens, N. 1987. Natural variations in  $^{15}\text{N}$  in the marine environment. *Advances in Marine Biology*. 24: 389–451.
- Pak, H. & Zaneveld, J. 1974. Equatorial Front in the Eastern Pacific Ocean. *J. Phys. Oceanogr.* 4: 570-578.
- Park, R. & Epstein, S. 1961. Metabolic fractionation of  $^{13}\text{C}$  and  $^{12}\text{C}$  in plants. *Plant Physiology*. 36: 133-138.
- Peláez, M. 1997. Hábitos alimenticios de la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosacea* Streets 1877 (Pisces: Serranidae) en la Bahía de La Paz BCS, y las zonas adyacentes. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 62 pp.
- Perry, R., Thompson, P., Mackas, D., Harrison, P. & Yelland, D. 1999. Stable carbon isotopes as pelagic food web tracers in adjacent shelf and slope regions off British Columbia, Canada. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56: 2477-2485.
- Peterson, B. & Fry, B. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. *Annual Review of Ecology and Systematic*. 18: 293–320.
- Pielou, E. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collection. *Canada Department of Agriculture*. Ottawa, 13: 131 - 144.
- Pinkas, L., Oliphant, S., & Iverson, I. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *Fish. Bull.*, 152: 105 pp.
- Polo, C. 2008. Ecología trófica de los tiburones zorro *Alopias pelagicus* Nakamura 1935 y *Alopias superciliosus* (Lowe, 1839) en el Pacífico ecuatoriano. CICIMAR. La Paz, México. 102 pp.
- Post, D. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecology* 83: 703–718.
- Post, D., Layman, C., Arrington, D., Takimoto, G., Quattrochi, J. & Montaña, C. 2007. Getting to the fat of the matter: models, methods and assumptions for dealing with lipids in stable isotope analysis. *Oecologia*. 152: 179-189.
- Power, M., Power, G., Caron, F., Doucett, R. & Guiguer, K. 2002. Growth and dietary niche in *Salvelinus alpinus* and *Salvelinus fontinalis* as revealed by stable isotope analysis. *Environ. Biol. Fish.* 64: 75-85.
- Pratt, H. & Otake, T. 1990. Recommendations for work needed to increase our knowledge of reproduction relative to fishery management NOAA Tech. Rep. NMFS, 90: 509-510.

- Rau, G., Ohman, M. & Pierrot-Bults, A. 2003. Linking nitrogen dynamics to climate variability off central California: a 51 record based on  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  in CalCOFI zooplankton. *Deep-Sea Research, Part II*. 50: 2431-2447.
- Rau G., Sweeney, R. & Kaplan, I. 1982. Plankton  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratio changes with latitude: differences between northern and southern oceans. *Deep-Sea Research* 29: 1035-1039.
- Rau, G., Takahashi, T. & Des Marais, D. 1989. Latitudinal variations in plankton  $\delta^{13}\text{C}$ : implications for  $\text{CO}_2$  and productivity in past oceans. *Nature*, 341: 516–518.
- Rau, G., Mearns, A., Young, D., Olson, R., Schafer, H. & Kaplan, I. 1983. Animal  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  correlates with trophic level in pelagic food webs. *Ecology*, 64: 1314-1318.
- Rau, G., Mearns, A., Young, D., Olson, R., Schafer, H & Kaplan, I. 1983. Animal C/C correlates with trophic level in pelagic food webs. *Ecology*, 64 (5): 1314-1318.
- Rendón, L. y Pacheco, F. 2006. Hábitos tróficos de los tiburones zorros: *Alopias pelagicus* Nakamura, 1935 y *Alopias superciliosus* Lowe, 1839 en playa de Tarqui, Manta, Ecuador. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. 107 pp.
- Renones, O., Polunin, N. & Goni, R. 2002. Size related dietary shifts of *Epinephelus marginatus* in a western Mediterranean littoral ecosystem: an isotope and stomach content analysis. *J. Fish Biol.* 61: 122-137.
- Revelo, W. y Guzmán, M. 1997. Estudio sobre la gestión de la pesca artesanal en regiones pobres: La pesca artesanal en Santa Rosa de Salinas – Provincia del Guayas. Guayaquil, Ecuador. FAO. 44 pp.
- Revell, A., Young, J. & Lansdell, M. 2009. Stable isotopic evidence for trophic groupings and bio-regionalization of predators and their prey in oceanic waters off eastern Australia. *Mar Biol.* 156:1241–1253.
- Román, J. 2003. Información ecológica a partir del análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno en las cadenas tróficas. CICIMAR. Ensayo de examen predoctoral. La Paz, México. 47 pp.
- Romero, A. 2007. Aspectos reproductivos del tiburón rabón *Alopias pelagicus* (Nakamura, 1935) en Manta, Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Roper, C., M. Sweeney & Hochberg, F. 1995. Cefalópodos. Guía FAO para la Identificación de Especies para los Fines de la Pesca. Pacífico Centro Oriental (Fischer, Krupp, Schneider, Sommer, Carpenter y Niem, eds.). FAO. Invertebrados (3). Roma, Italia. pg. 305-354.
- Sampson, L. 2007. Dieta, posición trófica y variación en la señal isotópica de *Mobula thurstoni* y *Mobula japanica* en el suroeste del golfo de California. Tesis de maestría. La Paz, México, 51 pp.
- Sánchez, A. 2009a. Comunicación personal. Valores comunes de razones isotópicas de nitrógeno en zonas de afloramientos costeros.. La Paz, México.
- Sánchez, L. 2009b. Comunicación personal. Clasificación del plancton según el tamaño de luz de malla. CICIMAR. La Paz, México.
- Sanger, G. 1987. Trophic levels and trophic relationships of seabirds in the Gulf of Alaska. In *Seabirds: Feeding ecology and role in marine ecosystems*. Ed. by J. P. Croxall. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 229–257.

- Sarakinos, H., Johnson, M. & Vander Zanden, M. 2002. A synthesis of tissue-preservation effects on carbon and nitrogen stable isotope signatures. Note. NRC Research Press. pp. 381-387.
- Schell, D., Barnett, B. & Vinette, K. 1998. Carbon and nitrogen isotope ratios in zooplankton of the Bering, Chukchi and Beaufort seas. *Marine Ecology Progress Series*. 162: 11-23.
- Schell, D., Saupe, S. & Haubenstein, N. 1989. Bowhead growth and feeding as indicated by  $\delta^{13}\text{C}$  techniques. *Marine Biology*. 103: 433-443.
- Schmidt, K., McClelland, J., Mente, E., Montoya, J., Atkinson & Voss, M. 2004. Trophic level interpretation based on  $\delta^{15}\text{N}$  values: implications of tissue-specific fractionation and amino acid composition. *Marine Ecology Progress Series*. 266: 43-58.
- Seitz, J. 2003. Pelagic Thresher. *In: Biological Profiles*. University of Florida. Gainesville, USA. On line: [http://www.<flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/PelagicThresher/PelagicThresher.html](http://www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/PelagicThresher/PelagicThresher.html)>
- Smith, P. & Zaret, M. 1982. Bias in estimating niche overlap. *Ecology*. 63 (5): 1248 - 1253.
- Smith, T., Griffin, R., Waring, G. & Casey, J. 1996. Multispecies approaches to management of large marine predators. *In: Sherman, Jaworski & Smayda*. (eds.). *The northeast shelf ecosystem: assessment, sustainability, and management*. Cambridge, MA: Blackwell Science, pp. 467-490.
- Solís, P. 1998. Diagnóstico de la actividad pesquera artesanal en el puerto de Santa Rosa, Provincia del Guayas. *INP. Bol. Cient. y Téc.*, 16 (1): 55 pp.
- Sotiropoulos, M., W. Tonn & Wassemar, L. 2004. Effects of lipid extraction on stable carbon and nitrogen analyses of fish tissues: potential consequences for food web studies. *Ecol. Freshw. Fish*. 13: 155-160.
- Statsoft. 2008. *Statistica Six Sigma Release 7.0 program*. StatSoft Inc. USA.
- Stillwell, C. & Kohler, N. 1982. Food, feeding habits, and estimates of daily ration of the shortfin mako (*Isurus oxyrinchus*) in the northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 39: 407-414.
- Subsecretaría De Recursos Pesqueros. 2008. Tiburón rabón bueno *Alopias pelagicus*. *In: Estadísticas de tiburones por especies*. Manta, Ecuador. Disponible en la red en: <http://tiburon.subpesca.gov.ec/tiburonecuador/tiburon-rabon-bueno-alopias-pelagicus-141.html>
- Tieszen, L., Boutton, T., Tesdahl, K. & Slade, N. 1983. Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implications for  $\delta^{13}\text{C}$  analysis of diet. *Oecologia* 57: 32-37.
- Todd, S., Ostrom, P., Lien, P. & Abrajano, J. Use of biopsy samples of Humpback whale (*Megaptera novaengliae*) skin for stable isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$ ) determination. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 71-76.
- Torres, G. & Andrade, C. 2007. Distribución y abundancia del plancton estuarino en el canal El Morro, Posorja (Junio 2006). *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. Guayaquil, Ecuador. 14 (1): 81-90 p.
- Torres, G., Calderón, T., Mero, M. y Franco, V. 2004. Procesos planctónicos en el golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. Guayaquil, Ecuador. 12 (1): 80-91.

- Torres, Y. 2006. Hábitos alimenticios y la razón de isótopos estables de carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ) del tiburón *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith, 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. CICIMAR. Tesis de maestría. La Paz, México. 107 pp.
- Trejo, T. 2005. Global phylogeography of Thresher Sharks (*Alopias* spp.) inferred from Mitochondrial DNA control region sequences. Masters of Science thesis. Moss Landing Marine Laboratories, California State University, Monterey Bay, USA. On line: [http://<ichthy.mlml.calstate.edu/ebert\\_abs.htm>](http://ichthy.mlml.calstate.edu/ebert_abs.htm)[2006].
- Vanderklift, A. & Ponsard, S. 2003 Sources of variation in consumer-diet  $\delta^{15}\text{N}$  enrichments: a meta-analysis. *Oecologia* 136: 169–182.
- Vander Zanden, M., Cabana, G. & Rasmussen, J. 1997. Comparing the trophic position of littoral fish estimated using stable nitrogen isotopes ( $\delta^{15}\text{N}$ ) and dietary data. *Canadian Journal Fish Aquatic Science*, 54: 1142-1158.
- Vander Zanden, M., Hulshof, M., Ridgway, M. & Rasmussen, J. 1998. Application of Stable Isotope Techniques to Trophic Studies of Age-0 Smallmouth Bass. *American Fisheries Society*. 127: 729–739.
- Velasco, P. 2005. Hábitos alimenticios e isótopos de  $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$  del tiburón mako *Isurus oxyrinchus* (Rafinesque, 1810) en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de maestría. CICIMAR. La Paz, México. 84 pp.
- Villalobos, H. & González, E. 2009. Monthly average of the sea surface temperature. *In*: R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponible en la red en: <http://www.R-project.org>
- Voss, M., Dippner, J. & Montoya, J. 2001. Nitrogen isotope patterns in the oxygen-deficient waters of the Eastern Tropical North Pacific Ocean. *Deep-Sea Research, Part I*. 48 (8): 1905-1921.
- Wada, E., Mizutani, H. & Minagawa, M. 1991. The use of stable isotopes for food web analysis. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 30: 361–371.
- Wada, E., Terazaki, M. Kabaya, Y. & Memoto, T. 1987.  $^{15}\text{N}$  and  $^{13}\text{C}$  abundances in the Antarctic Ocean with emphasis on the biogeochemical structure of the food web. *Deep-Sea Research*. 34: 829-841.
- Wolff, G. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimension and size. *Fish Bull.* 80 (2): 357 - 370.
- Wolff, G. 1984. Identification and estimation of size from beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. NOAA Technical Report NMFS. 17: 50.

**10. ANEXOS**

**Anexo 1.** Espectro trófico de *A. pelagicus* en Santa Rosa de Salinas expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	102	41	40234	18.0	56.2	31.9	2800.4	26.8
<i>S. oualaniensis</i>	38	23	39606	6.7	31.5	31.4	1199.6	11.5
<i>O. bartrami</i>	201	57	44250	35.4	78.1	35.1	5504.9	52.7
<i>O. sicula</i>	1	1	0.2	0.2	1.4	0.0	0.2	0.0
<i>A. lessueuri</i>	2	2	0.4	0.4	2.7	0.0	1.0	0.0
<i>M. dentata</i>	7	5	0.7	1.2	6.8	0.0	8.5	0.1
<i>O. banksii</i>	1	1	118	0.2	1.4	0.1	0.4	0.0
<i>Histioteuthis sp.</i>	4	3	738	0.7	4.1	0.6	5.3	0.1
<i>Octopus sp.</i>	7	6	28	1.2	8.2	0.0	10.3	0.1
Morfotipo A	1	1	4	0.2	1.4	0.0	0.2	0.0
<i>M. gayi</i>	128	26	731	22.6	35.6	0.6	824.7	7.9
<i>B. panamense</i>	45	6	7	7.9	8.2	0.0	65.3	0.6
<i>A. thazard</i>	6	5	269	1.1	6.8	0.2	8.7	0.1
<i>C. hippurus</i>	2	2	0.5	0.4	2.7	0.0	1.0	0.0
<i>L. argenteus</i>	6	4	226	1.1	5.5	0.2	6.8	0.1
<i>S. sagax</i>	9	2	18	1.6	2.7	0.0	4.4	0.0
Exocoetidae	2	2	4	0.4	2.7	0.0	1.0	0.0
Ophichthidae	1	1	6	0.2	1.4	0.0	0.2	0.0
Morfotipo 1	4	2	0.4	0.7	2.7	0.0	1.9	0.0
Total	567	190	126241	100	260	100	10445	100.0

**Anexo 2.** Espectro trófico de *A. pelagicus* en hembras, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	69	32	27488	16.1	54.2	28.6	2426.9	24.4
<i>S. oualaniensis</i>	29	18	33900	6.8	30.5	35.3	1283.7	12.9
<i>O. bartrami</i>	153	45	32735	35.7	76.3	34.1	5326.5	53.6
<i>O. sicula</i>	1	1	0.2	0.2	1.7	0.0	0.4	0.0
<i>A. lessueuri</i>	2	2	0.4	0.5	3.4	0.0	1.6	0.0
<i>M. dentata</i>	6	4	0.6	1.4	6.8	0.0	9.5	0.1
<i>O. banksii</i>	1	1	118	0.2	1.7	0.1	0.6	0.0
<i>Histioteuthis sp.</i>	4	1	738	0.9	1.7	0.8	2.9	0.0
<i>Octopus sp.</i>	5	4	20	1.2	6.8	0.0	8.1	0.1
Morfotipo A	1	1	4	0.2	1.7	0.0	0.4	0.0
<i>M. gayi</i>	98	20	543	22.9	33.9	0.6	795.3	8.0

<i>B. panamense</i>	31	4	6	7.2	6.8	0.0	49.1	0.5
<i>A. thazard</i>	5	4	223	1.2	6.8	0.2	9.5	0.1
<i>C. hippurus</i>	2	2	0.5	0.5	3.4	0.0	1.6	0.0
<i>L. argenteus</i>	6	4	226	1.4	6.8	0.2	11.1	0.1
<i>S. sagax</i>	9	2	18	2.1	3.4	0.0	7.2	0.1
Exocoetidae	1	1	3	0.2	1.7	0.0	0.4	0.0
Ophichthidae	1	1	6	0.2	1.7	0.0	0.4	0.0
Morfotipo 1	4	2	0.4	0.9	3.4	0.0	3.2	0.0
Total	428	149	96030.1	100	253	100	9938.4	100

**Anexo 3.** Espectro trófico de *A. pelagicus* en machos, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	33	9	12746	23.7	64.3	42.2	4238.4	34.3
<i>S. oualaniensis</i>	9	5	5706	6.5	35.7	18.9	905.8	7.3
<i>O. bartrami</i>	48	12	11515	34.5	85.7	38.1	6226.9	50.4
<i>M. dentata</i>	1	1	0.1	0.7	7.1	0.0	5.1	0.0
<i>Octopus sp.</i>	2	2	8	1.4	14.3	0.0	20.9	0.2
<i>M. gayi</i>	30	5	188	21.6	35.7	0.6	793.0	6.4
<i>B. panamense</i>	14	2	1	10.1	14.3	0.0	143.9	1.2
<i>A. thazard</i>	1	1	47	0.7	7.1	0.2	6.2	0.1
Exocoetidae	1	1	0.1	0.7	7.1	0.0	5.1	0.0
Total	139	38	30211	100	271	100	12346	100

**Anexo 4.** Espectro trófico de *A. pelagicus* en hembras inmaduras, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	9	6	2544	8.0	42.9	23.3	1342.1	13.4
<i>S. oualaniensis</i>	3	3	1927	2.7	21.4	17.6	435.3	4.3
<i>O. bartrami</i>	34	10	6181	30.4	71.4	56.6	6208.3	61.9
<i>O. sicula</i>	1	1	0.2	0.9	7.1	0.0	6.4	0.1
<i>M. dentata</i>	1	1	0.1	0.9	7.1	0.0	6.4	0.1
<i>O. banksii</i>	1	1	118	0.9	7.1	1.1	14.1	0.1
<i>Octopus sp.</i>	1	1	4	0.9	7.1	0.0	6.6	0.1
<i>M. gayi</i>	31	8	90	27.7	57.1	0.8	1628.7	16.2
<i>B. panamense</i>	29	2	5	25.9	14.3	0.0	370.6	3.7
<i>A. thazard</i>	1	1	53	0.9	7.1	0.5	9.8	0.1
Ophichthidae	1	1	6	0.9	7.1	0.1	6.8	0.1
Total	112	35	10928.3	100	250	100	10035	100

**Anexo 5.** Espectro trófico de *A. pelagicus* en hembras maduras, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	60	26	24944	19.0	57.8	29.3	2790.6	21.3
<i>S. oualaniensis</i>	26	15	31973	8.2	33.3	37.6	1526.6	11.7
<i>O. bartrami</i>	119	53	26554	37.7	117.8	31.2	8110.3	61.9
<i>A. lessueurii</i>	2	2	0.4	0.6	4.4	0.0	2.8	0.0
<i>M. dentata</i>	5	3	0.5	1.6	6.7	0.0	10.6	0.1
<i>Histioteuthis sp.</i>	4	3	738	1.3	6.7	0.9	14.2	0.1
<i>Octopus sp.</i>	4	3	16	1.3	6.7	0.0	8.6	0.1
Morfotipo A	1	1	4	0.3	2.2	0.0	0.7	0.0
<i>M. gayi</i>	67	12	453	21.2	26.7	0.5	579.6	4.4
<i>B. panamense</i>	2	2	0.2	0.6	4.4	0.0	2.8	0.0
<i>A. thazard</i>	4	3	170	1.3	6.7	0.2	9.8	0.1
<i>C. hippurus</i>	2	2	0.5	0.6	4.4	0.0	2.8	0.0
<i>L. argenteus</i>	6	4	226	1.9	8.9	0.3	19.2	0.1
<i>S. sagax</i>	9	2	18	2.8	4.4	0.0	12.8	0.1
Exocoetidae	1	1	3	0.3	2.2	0.0	0.7	0.0
Morfotipo 1	4	2	0.4	1.3	4.4	0.0	5.6	0.0
Total	316	134	85101	100	298	100	13098	100

**Anexo 6.** Espectro trófico de *A. pelagicus* en machos inmaduros, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	1	1	355	7.1	33.3	33.3	1349.4	10.4
<i>O. bartrami</i>	4	3	705	28.6	100.0	66.2	9478.1	73.0
<i>Octopus sp.</i>	1	1	4	7.1	33.3	0.4	250.6	1.9
<i>M. gayi</i>	8	1	0.8	57.1	33.3	0.1	1907.3	14.7
Total	14	6	1064.8	100	200	100	12985	100

**Anexo 7.** Espectro trófico de *A. pelagicus* en machos maduros, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	32	8	12391	25.6	72.7	42.5	4953.7	37.6
<i>S. oualaniensis</i>	9	5	5706	7.2	45.5	19.6	1217.1	9.3
<i>O. bartrami</i>	44	9	10810	35.2	81.8	37.1	5914.5	45.0
<i>M. dentata</i>	1	1	0.1	0.8	9.1	0.0	7.3	0.1
<i>Octopus sp.</i>	1	1	4	0.8	9.1	0.0	7.4	0.1

<i>M. gayi</i>	22	5	187	17.6	45.5	0.6	829.2	6.3
<i>B. panamense</i>	14	2	1	11.2	18.2	0.0	203.7	1.5
<i>A. thazard</i>	1	2	47	0.8	18.2	0.2	17.5	0.1
Exocoetidae	1	1	0.1	0.8	9.1	0.0	7.3	0.1
Total	125	34	29146	100	309	100	13158	100

**Anexo 8.** Espectro trófico en *A. pelagicus* con tallas de 141 a 230 cm LT, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	4	3	1243	12.9	50.0	26.5	1972.0	16.7
<i>S. oualaniensis</i>	1	1	554	3.2	16.7	11.8	250.9	2.1
<i>O. bartrami</i>	14	5	2825	45.2	83.3	60.3	8789.4	74.6
<i>O. sicula</i>	1	1	0.2	3.2	16.7	0.0	53.8	0.5
<i>Octopus sp.</i>	2	2	8	6.5	33.3	0.2	220.7	1.9
<i>M. gayi</i>	8	1	0.8	25.8	16.7	0.0	430.4	3.7
<i>A. thazard</i>	1	1	53	3.2	16.7	1.1	72.6	0.6
Total	31	14	4684	100	233	100	11790	100

**Anexo 9.** Espectro trófico en individuos de *A. pelagicus* con tallas de 231 a 321 cm LT, expresado en valores absolutos y porcentuales del método numérico (N y %N), frecuencia de aparición (FA y %FA), gravimétrico (P y %P) e índice de importancia relativa (IIR y %IIR).

E. presas	N	FA	P (g)	% N	% FA	% P	IIR	%IIR
<i>D. gigas</i>	98	38	38991	18.3	56.7	32.1	2856.2	27.3
<i>S. oualaniensis</i>	37	22	39052	6.9	32.8	32.1	1281.6	12.2
<i>O. bartrami</i>	187	52	41425	34.9	77.6	34.1	5352.6	51.1
<i>A. lessueurii</i>	2	2	0.4	0.4	3.0	0.0	1.1	0.0
<i>M. dentata</i>	7	5	0.7	1.3	7.5	0.0	9.8	0.1
<i>O. banksii</i>	1	1	118	0.2	1.5	0.1	0.4	0.0
<i>Histioteuthis sp.</i>	4	3	738	0.7	4.5	0.6	6.1	0.1
<i>Octopus sp.</i>	5	4	20	0.9	6.0	0.0	5.7	0.1
Morfotipo A	1	2	4	0.2	3.0	0.0	0.6	0.0
<i>M. gayi</i>	120	25	730	22.4	37.3	0.6	857.8	8.2
<i>B. panamense</i>	45	6	7	8.4	9.0	0.0	75.2	0.7
<i>A. thazard</i>	5	5	216	0.9	7.5	0.2	8.3	0.1
<i>C. hippurus</i>	2	2	0.5	0.4	3.0	0.0	1.1	0.0
<i>L. argenteus</i>	6	4	226	1.1	6.0	0.2	7.8	0.1
<i>S. sagax</i>	9	2	18	1.7	3.0	0.0	5.1	0.0
Exocoetidae	2	2	4	0.4	3.0	0.0	1.1	0.0
Ophichthidae	1	1	6	0.2	1.5	0.0	0.3	0.0
Morfotipo 1	4	2	0.4	0.7	3.0	0.0	2.2	0.0
Total	536	178	121557	100	266	100	10473	100

**Anexo 10.** Valores promedios de las razones isotópicas de  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en *Alopias pelagicus* capturado en Santa Rosa de Salinas, Santa Elena, Ecuador durante febrero del 2008 a enero del 2009.

Talla (cm)	Sexo	Mes	Madurez	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N
231-260	macho	marzo	macho maduro	-16.4	14.2	3.2
291-321	hembra	febrero	hembra madura	-16.5	13.8	3.1
261-290	hembra	enero	hembra madura	-15.0	12.7	2.9
261-290	hembra	enero	hembra madura	-16.3	13.7	3.0
261-290	hembra	junio	hembra madura	-16.0	14.3	3.1
261-290	macho	junio	macho maduro	-16.4	13.4	3.0
201-230	hembra	enero	hembra inmadura	-16.2	13.6	3.0
261-290	macho	enero	macho maduro	-16.6	13.8	3.1
261-290	hembra	marzo	hembra madura	-17.0	10.0	3.1
261-290	hembra	marzo	hembra madura	-16.9	10.1	3.1
201-230	macho	enero	macho inmaduro	-16.3	13.9	3.0
261-290	hembra	enero	hembra madura	-16.8	12.2	3.1
261-290	macho	mayo	macho maduro	-16.7	11.3	3.1
261-290	macho	enero	macho maduro	-16.5	13.3	3.1
231-260	macho	marzo	macho maduro	-16.6	14.3	3.1
261-290	macho	enero	macho maduro	-16.0	13.9	3.1
261-290	macho	junio	macho maduro	-15.5	13.4	3.0
261-290	hembra	mayo	hembra madura	-16.6	13.7	3.2
261-290	hembra	junio	hembra madura	-16.8	11.2	3.1
231-260	hembra	enero	hembra madura	-15.1	13.2	2.9
231-260	hembra	junio	hembra madura	-16.2	12.3	3.1
231-260	hembra	mayo	hembra madura	-16.2	13.6	3.2
231-260	hembra	junio	hembra madura	-16.3	13.3	3.2
291-321	macho	junio	macho maduro	-16.1	14.4	3.3
261-290	hembra	febrero	hembra madura	-16.4	13.8	3.2
201-230	macho	enero	macho inmaduro	-15.3	13.3	3.0
141-170	hembra	junio	hembra inmadura	-15.8	14.5	3.1
171-200	hembra	enero	hembra inmadura	-16.2	12.7	3.2
291-321	macho	junio	macho maduro	-16.0	13.4	3.1
291-321	macho	junio	macho maduro	-16.0	14.1	3.2
231-260	hembra	enero	hembra madura	-16.9	13.9	3.2
291-321	hembra	marzo	hembra madura	-16.4	14.0	3.2
201-230	hembra	febrero	hembra inmadura	-16.8	11.1	3.2
261-290	hembra	febrero	hembra madura	-17.1	11.8	3.2
261-290	hembra	junio	hembra madura	-15.9	10.2	3.1
231-260	hembra	enero	hembra madura	-16.5	13.9	3.2

---

261-290	hembra	enero	hembra madura	-16.6	11.7	3.1
261-290	hembra	abril	hembra madura	-16.2	13.8	3.2
141-170	macho	enero	macho inmaduro	-15.8	13.2	3.2
291-321	macho	junio	macho maduro	-15.6	14.6	3.1
231-260	hembra	marzo	hembra madura	-17.2	10.6	3.2
261-290	macho	enero	macho maduro	-15.8	13.5	3.1
261-290	hembra	enero	hembra madura	-16.5	14.2	3.2
291-321	macho	enero	macho maduro	-16.3	14.3	3.3
231-260	hembra	enero	hembra madura	-16.3	14.1	3.1
291-321	hembra	enero	hembra madura	-16.4	12.4	3.2
261-290	macho	enero	macho maduro	-15.9	12.2	3.2
231-260	hembra	marzo	hembra madura	-16.7	11.4	3.2