

## Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 08:00 horas del día 02 de Julio de 2014, en el Auditorio del Campus Villa I, bajo la presencia del Sr. César Omar Pacherras Reaño, el presidente y teniendo como miembros a las Srtas. Keny Kanagusuku Gondo, Nathaly Vargas López; como asesores externos de tesis al Ph. D. Pepé Espinoza Silvera y M.Cs. Nataly Bolaño Martínez. Se constituyó el Jurado Examinador para recibir la sustentación en acto público, de la tesis **"ECOLOGÍA TRÓFICA Y ÁREA DE CRIANZA DEL TIBURÓN MARTILLO (*Sphyrna zygaena* (Linnaeus, 1758), EN LA ZONA NORTE DEL PERÚ"**.

El presidente dio lectura a la Resolución N°159A-2014-FCVB-UCSUR, de nombramiento del Jurado y Acto seguido concedió a la Bachiller en Biología Marina *González Pestana Adriana* el uso de la palabra para la presentación de su tesis. Luego de su exposición, la bachiller absolvió las preguntas del Jurado y del público asistente.

Culminado el acto de sustentación, el Presidente invitó a la bachiller para esperar la decisión del Jurado. Luego de la deliberación respectiva, la presidente comunicó que el Jurado había acordado otorgarle como calificación la nota de:

Diecisiete (17)

El presidente del Jurado dio por culminado el acto de sustentación y levantó la sesión a las: 10:00hrs.



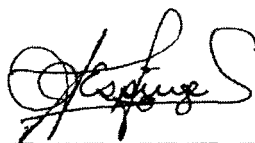
César Omar Pacherras Reaño  
Presidente



Keny Kanagusuku Gondo  
Miembro



Nathaly Vargas López  
Miembro



Ph.D. Pepé Espinoza Silvera  
Asesor Externo – Observador

## ÍNDICE

Lista de abreviaturas .....	xiii
Lista de nombres científicos y comunes.....	xiv
RESUMEN .....	xvi
SUMMARY .....	xvii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del Problema .....	3
1.2. Objetivos.....	5
1.2.1. Generales .....	5
1.2.2. Específicos.....	5
1.3. Hipótesis .....	5
1.4. Justificación.....	6
<b>II. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	
2.1. Ecología trófica.....	8
2.2. Área de crianza .....	9
2.2.1. Identificación y caracterización de las áreas de crianza.....	9
2.2.2. Determinación de la inversión maternal.....	10
2.3. Pesquería.....	10
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
3.1. Área de muestreo .....	11
3.2. Tamaño de la muestra.....	12
3.3. Métodos de toma de muestras en el campo .....	12
3.4. Métodos de clasificación e identificación para el contenido estomacal.....	14
3.5. Materiales y equipos.....	15

3.5.1. Material biológico.....	15
3.5.2. Material de campo .....	17
3.5.3. Material de laboratorio .....	17
3.5.4. Material de identificación de organismos marinos .....	17
3.6. Análisis de datos.....	18
3.6.1. Ecología trófica.....	18
3.6.1.a Determinación del tamaño de la muestra .....	18
3.6.1.b Criterio de selección del intervalo de tallas .....	19
3.6.1.c Métodos de análisis cuantitativos.....	19
3.6.1.c.a Método gravimétrico .....	19
3.6.1.c.b Método numérico .....	19
3.6.1.c.c Método de ocurrencia.....	20
3.6.1.c.d Índice de importancia relativa .....	20
3.6.1.c.e Determinación de la relación entre tamaño del depredador y la presa.....	20
3.6.1.c.f Cantidad de contenido estomacal .....	20
3.6.1.c.g Cantidad de energía en el contenido estomacal .....	21
3.6.1.d Índices ecológicos .....	21
3.6.1.d.a Amplitud del nicho trófico .....	21
3.6.1.d.b Traslapamiento trófico .....	22
3.6.1.d.c Nivel trófico .....	22
3.6.1.e Método para la determinación del comportamiento predatorio .....	23
3.6.2. Área de crianza .....	23
3.6.2.a Métodos para la identificación del área de crianza.....	23
3.6.2.b Métodos para la caracterización termal del área de crianza .....	23
3.6.2.c Métodos para la caracterización de los especímenes de tiburón martillo capturados en el área de crianza.....	24
3.6.2.d Métodos para la determinación de la inversión maternal .....	24
3.6.3. Captura	
3.6.3.a Metodología para la identificación del área de pesca .....	25
3.6.3.b Metodología para la caracterización de las capturas .....	25

IV.	RESULTADOS	
4.1.	Ecología trófica.....	26
4.1.1.	Determinación del tamaño de la muestra.....	26
4.1.2.	Determinación del rango de tallas .....	27
4.1.3.	Espectro trófico del tiburón martillo.....	27
4.1.3.a	Espectro trófico del tiburón martillo según las tallas.....	28
4.1.3.b	Espectro trófico del tiburón martillo según el sexo .....	29
4.1.3.c	Espectro trófico del tiburón martillo según la talla de la presa.....	30
4.1.3.d	Espectro trófico del tiburón martillo según el número de presas.....	31
4.1.3.e	Espectro trófico del tiburón martillo según los meses .....	31
4.1.3.f	Espectro trófico del tiburón martillo según el punto de desembarque .....	32
4.1.4.	Cantidad de contenido estomacal del tiburón martillo .....	33
4.1.5.	Cantidad de energía en el contenido estomacal del tiburón martillo .....	33
4.1.6.	Estado de digestión de las presas.....	34
4.1.7.	Índices ecológicos.....	34
4.1.7.a	Amplitud del nicho trófico .....	34
4.1.7.a.a	Índice de Shannon-Wiener .....	34
4.1.7.a.b	Índice de Levin.....	34
4.1.7.b	Traslapamiento trófico .....	35
4.1.7.c	Nivel trófico .....	35
4.1.8.	Comportamiento de captura y manipulación de la presa.....	36
4.2.	Área de crianza .....	38
4.2.1.	Identificación del área de crianza en la zona norte del Perú.....	38
4.2.2.	Caracterización termal del área de crianza en la zona norte del Perú.....	39
4.2.3.	Caracterización de los especímenes de tiburón martillo en las áreas de crianza .....	39
4.2.3.a	Caracterización de los especímenes de tiburón martillo en el área de crianza de Acapulco y Cancas .....	39
4.2.3.b	Caracterización de los especímenes de tiburón martillo en el área de crianza de San José .....	42

4.2.4. Determinación de la inversión maternal .....	44
4.3. Capturas .....	47
<b>V. DISCUSIÓN</b>	
5.1. Ecología trófica.....	49
5.2. Área de crianza .....	55
5.2.1. Identificación y caracterización de las áreas de crianza .....	55
5.2.2. Determinación de la inversión maternal .....	59
5.3. Capturas .....	62
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	65
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	66
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	69
<b>IX. ANEXOS</b> .....	81

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tiburón martillo ( <i>Sphyrna zygaena</i> ) .....	1
<b>Figura 2.</b> Mapa de distribución mundial de <i>S. zygaena</i> .....	2
<b>Figura 3.</b> Mapa del norte peruano en donde los círculos azules son los puntos de muestreo de <i>S. zygaena</i> . .....	11
<b>Figura 4.</b> Desembarques mensuales de <i>S. zygaena</i> entre 1996 y 2010 en el Perú.....	12
<b>Figura 5.</b> Longitud total (LT) y longitud interdorsal (LID) del tiburón. ....	13
<b>Figura 6.</b> Identificación del sexo del tiburón. ....	13
<b>Figura 7.</b> Sistema digestivo del tiburón. ....	13
<b>Figura 8.</b> Curva acumulativa de especies presa de <i>S. zygaena</i> . ....	26
<b>Figura 9.</b> Índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presa más consumidas por <i>S. zygaena</i> en el norte peruano. ....	28
<b>Figura 10.</b> Índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presa más consumidas por <i>S. zygaena</i> , según el rango de talla, en el norte peruano en el año 2013 .....	29
<b>Figura 11.</b> Índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presas más consumidas por <i>S. zygaena</i> , según el sexo, en el norte peruano en el año 2013 .....	29
<b>Figura 12.</b> Correlación entre el tamaño de <i>S. zygaena</i> y sus principales especies presa.....	30

<b>Figura 13.</b> Índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presa más consumidas por <i>S. zygaena</i> , según los meses, en el norte peruano en el año 2013 .....	32
<b>Figura 14.</b> Índice de importancia relativa (%IIR) de las especies presa más consumidas por <i>S. zygaena</i> , según los puntos de desembarque, en el norte peruano en el año 2013 .....	32
<b>Figura 15.</b> Movimiento giratorio del cefalofilo de <i>S. zygaena</i> en dirección horizontal vertical .....	36
<b>Figura 16.</b> Recreación del comportamiento de captura y manipulación de la presa .....	37
<b>Figura 17.</b> Mapa del norte peruano: los círculos azules muestran los puntos de desembarque de <i>S. zygaena</i> ; los círculos negros muestran las áreas de crianza de <i>S. zygaena</i> ; y los rombos turquesa muestran las islas (Lobos de Tierra y Lobos de Afuera) .....	38
<b>Figura 18.</b> Variación de la longitud total (cm) de <i>S. zygaena</i> en Acapulco y Cancas en función a los meses entre enero a mayo, y diciembre del 2013. ....	40
<b>Figura 19.</b> Frecuencia de los estadios de cicatrización umbilical de <i>S. zygaena</i> en el norte peruano. ....	41
<b>Figura 20.</b> Variación de la longitud total (cm) de <i>S. zygaena</i> en Acapulco y Cancas en función de los meses entre febrero a abril del 2014 .....	42
<b>Figura 21.</b> Variación de la longitud total (cm) de <i>S. zygaena</i> en San José en función de los meses entre enero a marzo del 2014. ....	43
<b>Figura 22.</b> Variación del peso del hígado de <i>S. zygaena</i> en función a los estadios de cicatrización umbilical.....	44

**Figura 23.** Variación del índice hepatosomático de *S. zygaena* en función a los estadios de cicatrización umbilical..... 45

**Figura 24.** Variación del factor de condición de *S. zygaena* en función a los estadios de cicatrización umbilical..... 45

**Figura 25.** Relación entre la longitud total y el peso total del hígado de *S. zygaena* ..... 46

**Figura 26.** Frecuencia del rango de tallas de *S. zygaena* (hembras adultas) en San José durante diciembre del 2013 y enero del 2014..... 47

**Figura 27.** Frecuencia de viajes de pesca en Cancas y San José en el mes de diciembre del 2013, y entre enero a abril del 2014.....48



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Número de contenidos estomacales muestreados según el mes, sexo y punto de desembarque para estudiar la ecología trófica de <i>S. zygaena</i> en el norte peruano en el año 2013 .....	15
<b>Cuadro 2:</b> Número de individuos muestreados según el punto de desembarque, mes y sexo para estudiar la áreas de crianza (y capturas) de <i>S. zygaena</i> en el norte peruano durante los años 2013 y 2014.....	16
<b>Cuadro 3:</b> Número de individuos y contenidos estomacales vacíos según el rango de talla y mes para el año 2013 .....	27
<b>Cuadro 4:</b> Valor de $R^2$ según la correlación entre el tamaño de <i>S. zygaena</i> y el tamaño de las presas de calamares más consumidas .....	31
<b>Cuadro 5:</b> Cantidad de contenido estomacal de <i>S. zygaena</i> , según el sexo, rango de talla, y punto de desembarque .....	33
<b>Cuadro 6:</b> Cantidad de energía en el contenido estomacal de <i>S. zygaena</i> , según el sexo, rango de talla, y punto de desembarque .....	34
<b>Cuadro 7:</b> Amplitud del nicho trófico de <i>S. zygaena</i> , según los índices de Shannon-Wiener y Levin, de acuerdo al sexo, rango de talla, y punto de desembarque .....	35
<b>Cuadro 8:</b> Traslapamiento trófico de <i>S. zygaena</i> , según el índice de similaridad Bray-Curtis, de acuerdo al sexo, rango de talla, y punto de desembarque.....	35
<b>Cuadro 9:</b> Nivel trófico de <i>S. zygaena</i> según el promedio total, sexo, rango de talla, y punto de desembarque .....	36

**Cuadro 10:** Valor P por comparaciones múltiples por pares utilizando el procedimiento de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para determinar diferencias significativas en la longitud total de *S. zygaena*, entre los meses de enero a mayo, y diciembre del 2013 en el área de crianza de Acapulco y Cancas ..... 40

**Cuadro 11:** Valor P por comparaciones múltiples por pares utilizando el procedimiento de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para determinar diferencias significativas en la longitud total de *S. zygaena*, entre los meses de febrero a abril del 2014 en el área de crianza de Acapulco y Cancas ... 42

**Cuadro 12:** Valor P por comparaciones múltiples por pares utilizando el procedimiento de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para determinar diferencias significativas en la longitud total de *S. zygaena*, entre los meses de enero a marzo del 2014 en el área de crianza de San José ..... 43

**Cuadro 13:** Valor P por comparaciones múltiples por pares utilizando el procedimiento de Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para determinar diferencias significativas en el peso del hígado, índice hepatosomático y factor de condición de *S. zygaena* según estadios; entre los meses de enero a abril, y diciembre del 2013 en el área de crianza de Acapulco y Cancas. .... 46

**Cuadro 14:** Cantidad de contenido estomacal, ración diaria de alimento, cantidad diaria de energía o encontrada en el estómago y porcentaje de contenidos estomacales vacíos para seis especies de tiburones neonatos y juveniles en sus áreas de crianza ..... 58

**Cuadro 15:** Captura por unidad de esfuerzo de ocho especies de tiburones neonatos y juveniles en sus áreas de crianza ..... 62

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Grado de cicatrización de la abertura umbilical de <i>S. zygaena</i> .....	81
<b>Anexo 2.</b> Ordenamiento mediante escalamiento multidimensional no métrico (MDS) de los cambios en la dieta de <i>S. zygaena</i> según las tallas en el norte peruano.....	82
<b>Anexo 3.</b> Valores energéticos de las especies presa de <i>S. zygaena</i> (kj/gramo) .....	83
<b>Anexo 4.</b> Principales especies presa de <i>S. zygaena</i> en la zona norte del Perú según el porcentaje en peso (%P), porcentaje en número (%N), porcentaje en frecuencia (%FO), e índice de importancia relativa (%IIR) .....	84
<b>Anexo 5.</b> Valor de P para determinar si es significativa la correlación entre el tamaño de <i>S. zygaena</i> y el tamaño de sus presas más importantes .....	86
<b>Anexo 6.</b> Talla máxima, mínima y promedio de las principales especies de <i>S. zygaena</i> .....	86
<b>Anexo 7.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas en la cantidad de contenido estomacal de <i>S. zygaena</i> según el sexo, rango de talla y punto de desembarque entre los meses de enero a mayo; y diciembre del 2013 .....	87
<b>Anexo 8.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas en la cantidad de energía del contenido estomacal de <i>S. zygaena</i> según el sexo, rango de talla, y punto de desembarque entre los meses de enero a mayo; y diciembre del 2013, en la zona norte del Perú. ....	88
<b>Anexo 9.</b> Vestigio de la mordida infringida por <i>S. zygaena</i> en las especies de peces presa: <i>Selene brevoortii</i> y <i>Peprilus spp</i> .....	89

<b>Anexo 10.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas en la longitud total de <i>S. zygaena</i> , entre los meses de enero a mayo, y diciembre del 2013, en el área de crianza de Acapulco y Cancas. ....	89
<b>Anexo 11.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para determinar si hubo diferencias significativas en la longitud total de <i>S. zygaena</i> , entre los meses de febrero y abril del 2014, en el área de crianza de Acapulco y Cancas .....	90
<b>Anexo 12.</b> Análisis de Varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas en la longitud total de <i>S. zygaena</i> , entre los meses de enero a marzo del 2014, en el área de crianza de San José .....	90
<b>Anexo 13.</b> Análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas en el peso del hígado, índice hepatosomático y factor de condición de <i>S. zygaena</i> según sus estadios; entre los meses de enero a abril, y diciembre del 2013, en el área de crianza de Acapulco y Cancas .....	91
<b>Anexo 14.</b> Determinación del tamaño de muestra.....	92

## **Lista de abreviaturas**

Cantidad de contenido estomacal (CCE)

Captura por unidad de esfuerzo (CPUE)

Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR)

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)

Escalamiento multidimensional no métrico (MDS)

Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Plan de Acción Internacional para la Conservación y Manejo de tiburones (PAI-tiburones)

Plan de Acción Nacional para la Conservación y Manejo de tiburones (PAN-tiburones)

Plan de Acción Regional para la Conservación y Manejo de tiburones (PAR-tiburones)

Temperatura superficial del mar (TSM)

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)

## Lista de Nombres Científicos y comunes

Nombre Científico	Nombre Común*
<i>Aetobatus narinari</i>	“Raya pico de pato”
<i>Alopias pelagicus</i>	“Tiburón zorro”
<i>Alopias vulpinus</i>	“Tiburón zorro”
<i>Anchoa nasus</i>	“Anchoveta blanca”
<i>Ancistrocheuris lesueurii</i>	“Calamar”
<i>Auxis thazard</i>	“Barrilete negro”
<i>Carcharhinus brevipinna</i>	“Tiburón de aleta negra”
<i>Carcharhinus falciformis</i>	“Tollo mantequero”
<i>Carcharhinus isodon</i>	“Tiburón dentiliso”
<i>Carcharhinus limbatus</i>	“Tiburón volador”
<i>Carcharhinus obscurus</i>	“Tiburón arenero”
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	“Tiburón trozo”
<i>Carcharhinus signatus</i>	“Tiburón de noche”
<i>Ciuepa harengus pallasi</i>	“Arenque”
<i>Doryteuthis gahi</i>	“Calamar común”
<i>Dosidicus gigas</i>	“Pota”, “Calamar de Humboldt”
<i>Engraulis ringens</i>	“Anchoveta”
<i>Galeorhinus galeus</i>	“Tollo narizón”
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	“Tiburón nodriza”
<i>Hemanthias peruanus</i>	“Doncella”
<i>Hemicaranx zelotes</i>	“Chumbo ñato norteño “
<i>Histioteuthis heteropsis</i>	“Calamar”
<i>Isurus oxyrinchus</i>	“Mako”
<i>Lepidopus caudatus</i>	“Pez cinto”
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	“Calamar”
<i>Merluccius capensis</i>	“Merluza”
<i>Merluccius gayi peruanus</i>	“Merluza”
<i>Mobula japonica</i>	“Manta”
<i>Mobula thurstoni</i>	“Manta”
<i>Mustelus antarcticus</i>	“Tollo”
<i>Mustelus canis</i>	“Tollo”
<i>Myliobatis chilensis</i>	“Raya águila”
<i>Myliobatis peruvianus</i>	“Raya águila”
<i>Negaprion brevirostris</i>	“Tiburón limón”
<i>Onychoteuthys banksii</i>	“Calamar”
<i>Opisthonema libertate</i>	“Machete de hebra”

**Nombre Científico**
**Nombre Común\***

<i>Peprilus medius</i>	“Chiri”
<i>Peprilus snyderi</i>	“Chiri”
<i>Physeter macrocephalus</i>	“Cachalote”
<i>Prionace glauca</i>	“Tiburón azul”
<i>Rhizoprionodon terraenovae</i>	“Cazón de playa”
<i>Sardinops sagax</i>	“Sardina”
<i>Scomber japonicus</i>	“Caballa”
<i>Scomberesox saurus scombroides</i>	“Sierra”
<i>Selene brevoortii</i>	“Espejo”
<i>Sphyrna spp.</i>	“Tiburón martillo”, “cruqueta”, “cachito”
<i>Squalus acanthias</i>	“Tollo”
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	“Pota cardena”
<i>Strongylura exilis</i>	“Agujilla verde”
<i>Trachurus murphyi</i>	“Jurel”
<i>Trachurus t. capensis</i>	“Jurel”

\*según Fishbase (2)