



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**



**INTERACCIONES TRÓFICAS ENTRE DOS  
ESPECIES SIMPÁTRICAS DE LUTJANIDOS EN  
SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR,  
MÉXICO**

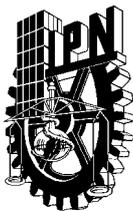
**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

PRESENTA

MARÍA DEL MAR QUIROGA SAMANIEGO

LA PAZ, B.C.S, JULIO DE 2020



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

## SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

### ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 06 del mes de Junio del 2020 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Posgrado CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS para examinar la tesis "INTERACCIONES TRÓFICAS ENTRE DOS ESPECIES SIMPÁTRICAS DE LUTJANIDOS EN SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO" del (la) alumno

(a):

Apellido Paterno:	QUIROGA	Apellido Materno:	SAMANIEGO	Nombre (s):	MARÍA DEL MARR
-------------------	---------	-------------------	-----------	-------------	----------------

Número de registro: B 1 8 0 5 7 0

Aspirante del Programa Académico de Posgrado: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene 6 % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo **SI**  **NO**  **SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**

**JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN:** *el 6% de similitud se localiza en metodologías adecuadamente referidas a fuente original*

**\*\*Es responsabilidad del alumno como autor de la tesis la verificación antiplagio, y del Director o Directores de tesis el análisis del % de similitud para establecer el riesgo o la existencia de un posible plagio.**

Finalmente y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR**  **SUSPENDER**  **NO APROBAR**  la tesis por **UNANIMIDAD**  o **MAYORÍA**  en virtud de los motivos siguientes: **"SATISFACE LOS REQUISITOS SEÑALADOS POR LAS DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS VIGENTES"**

### COMISIÓN REVISORA DE TESIS

DR. XCHEL GABRIEL MORENO SÁNCHEZ

Director de Tesis  
Nombre completo y firma

DR. FERNANDO R. ELORRIAGA VERPLANCKEN

Nombre completo y firma

DR. ARTURO TRIPP VALDEZ

Nombre completo y firma

DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

2° Director de Tesis (en su caso)  
Nombre completo y firma

DR. JOSÉ LUIS ORTIZ GALINDO

Nombre completo y firma

DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO

Nombre completo y firma  
**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 06 del mes de Junio del año 2020

El (la) que suscribe BIOL. MAR. MARÍA DEL MAR QUIROGA SAMANIEGO Alumno (a) del Programa  
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

con número de registro B180570 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. XCHEL GABRIEL MORENO SÁNCHEZ Y DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS

y cede los derechos del trabajo titulado:

"INTERACCIONES TRÓFICAS ENTRE DOS ESPECIES SIMPÁTRICAS DE LUTJANIDOS  
EN SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: mariadelmaralocan@gmail.com - xmoreno@ipn.mx - labitia@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

BIÓL. MAR. MARÍA DEL MAR QUIROGA SAMANIEGO

*Nombre y firma del alumno*

La Paz Baja California Sur a 10 de junio del 2020

**H. Colegio de Profesores**

**CICIMAR-IPN**

**PRESENTES**

Los miembros del Comité de Tesis de Maestría de la estudiante María del Mar Quiroga Samaniego:

Dr. Xchel Gabriel Moreno Sánchez

Dr. Leonardo Andrés Abitia Cárdenas

Dr. Arturo Tripp Valdez

Dr. Fernando Ricardo Elorriaga Verplancken

Dr. José Luis Ortiz Galindo

Damos constancia de que el manuscrito titulado

**INTERACCIONES TRÓFICAS DE ENTRE ESPECIES SIMPÁTRICAS DE LUTJÁNIDOS EN SANTA ROSALÍA, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO**

Desarrollado por la tesista reúne las exigencias de originalidad requeridas. Se anexa el dictamen emitido por la aplicación utilizada (Turnitin)

Sin más por el momento, lo saludamos muy

**ATENTAMENTE**

**LOS MIEMBROS DEL COMITÉ**



Dr. Xchel Gabriel Moreno Sánchez



Dr. Leonardo Andrés Abitia Cárdenas



Dr. Arturo Tripp Valdez



Dr. Fernando Ricardo Elorriaga Verplancken



Dr. José Luis Ortiz Galindo

María Del Mar Quiroga Samaniego

## Tesis05062020MDMQS.pdf

## Resumen de fuentes

6%

SIMILITUD GENERAL

1	www.cienciasmarinas.com.mx INTERNET	<1%
2	docplayer.es INTERNET	<1%
3	www.redalyc.org INTERNET	<1%
4	www.repositoriodigital.ipn.mx INTERNET	<1%
5	www.scielo.sa.cr INTERNET	<1%
6	pt.scribd.com INTERNET	<1%
7	tesis.ipn.mx:8080 INTERNET	<1%
8	www.researchgate.net INTERNET	<1%
9	issuu.com INTERNET	<1%
10	rodin.uca.es INTERNET	<1%
11	www.biblioteca.cicimar.ipn.mx INTERNET	<1%
12	webcache.googleusercontent.com INTERNET	<1%
13	docs.com INTERNET	<1%
14	eprints.uanl.mx INTERNET	<1%
15	BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA on 2019-10-21 TRABAJOS ENTREGADOS	<1%
16	Corporación Universitaria del Caribe on 2016-07-11 TRABAJOS ENTREGADOS	<1%
17	worldwidescience.org INTERNET	<1%

18	Universidad Autónoma de Nuevo León on 2020-03-19 TRABAJOS ENTREGADOS	<1%
19	www.banrepcultural.org INTERNET	<1%
20	herbario.biologia.ucr.ac.cr INTERNET	<1%
21	www.inapesca.gob.mx INTERNET	<1%
22	www.yumpu.com INTERNET	<1%
23	Universidad Autónoma de Nuevo León on 2016-08-01 TRABAJOS ENTREGADOS	<1%
24	library.umac.mo INTERNET	<1%
25	repositorio.ufpe.br INTERNET	<1%
26	200.23.223.1 INTERNET	<1%
27	Universidad Autónoma de Nuevo León on 2016-07-29 TRABAJOS ENTREGADOS	<1%
28	ddd.uab.cat INTERNET	<1%
29	novitatescaribaeas.do INTERNET	<1%
30	www.oceandocs.org INTERNET	<1%
31	repositoriodigital.ipn.mx INTERNET	<1%
32	www.faunagua.org INTERNET	<1%
33	Brenda B. Hermosillo-Núñez, Marco Ortiz, Fabián A. Rodríguez-Zaragoza, Amilcar L. Cupul-Magaña. "Trophic network properties of coral..." CROSSREF	<1%
33	Yamilé Comabella, Andrés Hurtado, Tsai García-Galano. "Ontogenetic Changes in the Morphology and Morphometry of Cuban Gar ( )", ... CROSSREF	<1%
35	doczz.net INTERNET	<1%
36	1library.co INTERNET	<1%
37	documents.mx INTERNET	<1%
38	investigacion.izt.uam.mx INTERNET	<1%
39	openaccess.uoc.edu INTERNET	<1%
40	www.ots.ac.cr INTERNET	<1%
41	expeditiorepositorio.utadeo.edu.co INTERNET	<1%

43	old.oalib.com	INTERNET	<1%
43	www.cambridge.org	INTERNET	<1%
44	www.imarpe.gob.pe	INTERNET	<1%
45	www.panamjas.org	INTERNET	<1%
46	www.scielo.cl	INTERNET	<1%
47	www.scielo.org.mx	INTERNET	<1%
48	www.tdx.cat	INTERNET	<1%
48	www.uv.mx	INTERNET	<1%

**Se excluyeron los depósitos de búsqueda:**

- Ninguno

**Excluido del Informe de Similitud:**

- Bibliografía
- Citas
- Citations
- Coincidencias menores (10 palabras o menos)

**Se excluyeron las fuentes:**

- Ninguno

*María Del Mar Quiroga*

## **Dedicatoria**

**A mi moma por su apoyo y amor incondicional, por ser una guerrera de  
vida**

**A mis segundos padres Sylvia y Carlos González porque sin su amor y  
apoyo nada sería posible**

**A mis angelitos Teresita y Luchito**

## **Agradecimientos**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Beca de Estímulo Institucional de Formación de Investigadores (BEIFI), por el apoyo económico otorgado.

Al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) y al Instituto Politécnico Nacional (IPN), por su apoyo académico y brindarme la oportunidad de seguir aprendiendo y creciendo como persona y profesional

A mi director de Tesis y amigo el Dr. Xchel Gabriel Moreno Sánchez (Sensei), que desde el día uno me apoyo, por su confianza en mí durante todo el proceso, por escucharme y aconsejarme.

A mi co-director Dr. Andrés Abitia, por su ayuda, paciencia y guía.

A los Doctores Fernando Elorriaga y Arturo Tripp Valdez, por su paciencia y ayuda cada que lo necesite y por estar presentes en cada repaso o reunión.

A el Dr. José Luis Ortiz, por ser un gran profesor y hablar de los peces con tanta emoción.

Al Dr. Ulianov Jake, por su asesoría.

A los Doctores, Diego Páez Rosas y José Marín, por proponerme para el programa de Maestría y confiar en mí.

A mi madrecita, tía y tío que desde lejos han estado apoyándome y llenándome de fuerza.

A Lauri y Renné, por todas las risas y momentos que vivimos juntas, gracias por hacerme sentir en casa.

A mis hermosas amigas Valentina Peña y Guadalupe Martínez, por ser incondicionales y apoyarme en mis momentos más duros, por sus consejos y amistad de oro.

A mi ñaño paceño Juan Andrés Sánchez, por siempre estar pendiente de mí, por ser un amigo incondicional y un gran ser humano.

A Martha Janneth y Annabel Veranes mis primeras amigas, por su confianza y amistad.

A mis amigos más estadísticos Harold Castillo y Arturo Bell, que siempre me ayudaron cuando lo necesité! Gracias por ser mis amigos y por todos los buenos momentos.

A Fernando Aguilar, por ser mi más bonita casualidad, gracias por todo.

## Tabla de contenido

Lista de Figuras.....	V
Lista de Tablas.....	VII
Glosario.....	VIII
Resumen.....	X
Abstract.....	XI
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
2.1 Familia Lutjanidae.....	4
2.2 Morfología del pargo lunarejo.....	4
2.3 Morfología del huachinango del Pacífico.....	5
2.4 Ecología trófica en Lutjánidos.....	6
2.5 Hábitos alimentarios del pargo lunarejo <i>Lutjanus guttatus</i> .....	7
2.6 Hábitos alimentarios del huachinango del Pacífico <i>Lutjanus peru</i> ..	10
2.7 Interacciones tróficas entre especies simpátricas.....	14
3. Justificación.....	18
4. Hipótesis.....	19
4.1 Objetivo General.....	19
4.2 Objetivos Específicos.....	19
5. Área de Estudio.....	19
5.1 Metodología.....	21
5.1.1 Trabajo de Campo.....	21
5.1.2 Trabajo de Laboratorio.....	21
5.2 Análisis de contenido estomacal.....	23
5.3 Análisis cuantitativo de la dieta.....	24
5.3.1 Índice Estandarizado de Levin's.....	25
5.3.2 Gráfico de Costello.....	26
5.3.3 Nivel Trófico.....	28
5.3.4 Análisis Multivariados.....	28
5.4 Análisis de Isótopos Estables.....	28
5.4.1 Amplitud y traslapo trófico.....	29
5.4.2 Estimación de nivel trófico.....	30

5.4.3 Modelos de Mezcla (SIMMR) .....	30
6. Resultados .....	31
6.1 Análisis de Contenido Estomacal.....	31
6..2 Curva de diversidad acumulada .....	32
6.3 Análisis cuantitativo de las dietas (%PSIRI).....	33
6.3.1 General .....	33
6.3.2 Hembras .....	38
6.3.3 Machos .....	39
6.3.4 Grupo 1 .....	40
6.3.6 Grupo 3.....	42
6.3.7 Temporada Cálida.....	43
6.3.8 Temporada Fría .....	44
6.4 Amplitud y estrategia alimentaria.....	45
6.5 Nivel trófico .....	50
7. Análisis de isótopos estables.....	51
7.1 Amplitud y traslapo trófico.....	52
7.2 Nivel trófico .....	54
7.2 Modelos de mezcla (SIMMR) .....	55
.....	59
8. Discusión .....	59
9. Conclusiones .....	71
10. Recomendaciones.....	72
11. Bibliografía .....	74

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Morfología de <i>Lutjanus guttatus</i> . (Foto: María del Mar Quiroga) .....	5
<b>Figura 2.</b> Morfología de <i>Lutjanus peru</i> . (Foto: María del Mar Quiroga).....	6
<b>Figura 3.</b> Ubicación del área de estudio: Santa Rosalía, Baja California Sur, México .....	20
<b>Figura 4.</b> Intervalos de talla presentes en ambas especies. ....	22
<b>Figura 5.</b> Temporada cálida y fría, para la zona de Santa Rosalía, BCS, México La línea punteada indica la temperatura promedio del año de muestreo (26°C). Los meses por arriba del promedio representan la temporada cálida y los que están por debajo la temporada fría.....	23
<b>Figura 6.</b> Diagrama explicativo para la interpretación de la estrategia alimentaria. Eje central: estrategia alimentaria (especialista o generalista). Eje vertical acentuado: utilización del nicho trófico, señala un alto componente interespecífico (ACINTE) o alto. ....	26
<b>Figura 7.</b> Posibles escenarios de estrategias alimentarias. Tomado de Amundsen <i>et al.</i> , (1996). ....	27
<b>Figura 8.</b> Principales ítems presa en la dieta general de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> , de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (PSIRI) .....	33
<b>Figura 9.</b> Principales ítems presa en la dieta de las hembras de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> , de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (PSIRI). ....	38
<b>Figura 10.</b> Principales ítems presa en la dieta de los machos de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> , de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (PSIRI). ....	39
<b>Figura 11.</b> Principales ítems presa en la dieta del grupo 1 de <i>Lutjanus guttatus</i> (21-32cm; 290-620g) y <i>Lutjanus peru</i> (21-32 cm; 215-510 g) de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (PSIRI).....	40
<b>Figura 12.</b> Principales ítems presa en la dieta del grupo 2 de <i>Lutjanus guttatus</i> (33-44 cm; 360-1,230 g) y <i>Lutjanus peru</i> (33-44 cm; 385-1,085 g) de acuerdo con el índice de importancia relativa pesa específica (PSIRI). ....	41
<b>Figura 13.</b> Principales ítems presa en la dieta del grupo 3 de <i>Lutjanus guttatus</i> (45-56 cm; 360-2,280 g) y <i>Lutjanus peru</i> (45-56 cm; 740-1,920 g) de acuerdo con el índice de importancia relativa pesa específica (PSIRI). ....	42
<b>Figura 14.</b> Principales ítems presa durante la temporada cálida (jun-oct 2016; jun-nov 2017) de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> , de acuerdo con el índice de importancia relativa pesa específica (PSIRI).....	43
<b>Figura 15.</b> Principales ítems presa durante la temporada fría (may, nov-dic 2016; ene, may, dic 2017) de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> , de acuerdo con el índice de importancia relativa pesa específica (PSIRI). ....	44
<b>Figura 16.</b> Gráficas de Costello: estrategia alimentaria de ambas especies ( <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> ), con respecto a cada categoría analizada.	

(Ss) *Sardinops sagax*, (H) *Harengula* spp., (Ns) *Nyctiphanes simplex*, (Lt), *Penaeus* spp. A., (Ac) *Acanthurus* spp., (Sj) *Scomber japonicus*, (Ol) *Opisthonema libertate*, (S) *Salpa* spp., (Bp) *Benthoosema panamense*, (Po) Poecilostomatoida, (Sq) *Squilla* spp., (Rc) Resto crustáceos, (M) Myctophidae, (Mt) *Munida tenella*, (Sd) *Sicyonia disedwardsi*, (Ca) *Callinectes* spp., (Px) *Portunus xantusii*, (Tr) *Triphoturus* spp., (Os) *Ophioblennius* spp., (Lg) *Loligo* spp., (D) *Diaphus* spp., (Em) *Engraulis mordax*, (Fa) *Penaeus* spp. B, (Pp) *Pleuroncodes planipes*, (Ch) *Chione* spp., (P) *Parvanachis* spp..... 49

**Figura 18.** Contribución de las presas en la dieta de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*. General de *Lutjanus guttatus*, a; general de *Lutjanus peru*, b; hembras de *Lutjanus guttatus*, c; hembras de *Lutjanus peru*, d; machos de *Lutjanus guttatus*, e; machos de *Lutjanus peru*, f; grupo 1 de *Lutjanus guttatus*, g; grupo 1 de *Lutjanus peru*, h; grupo 2 de *Lutjanus guttatus*, i; grupo 2 de *Lutjanus peru*, j; grupo 3 de *Lutjanus guttatus*, k; grupo 3 de *Lutjanus peru*, l; cálida de *Lutjanus guttatus*, m; cálida de *Lutjanus peru*, n; fría de *Lutjanus guttatus*, o; fría de *Lutjanus peru*, p. Las áreas de las cajas representan el 95% (caja central), 75% y 50% de los intervalos de confianza. Zooplancton (Zoo); *Benthoosema panamense* (Bp); *Harengula thrissina* (Ht); Myctophidae (Mt); *Sardinops sagax* (Ss); Estomatópoda (St); Portunidae (Po); Engraulidae (En); *Nyctiphanes simplex* (Ns). ..... 59

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Matriz general del número de individuos capturados para <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> por cada categoría. ....	32
<b>Tabla 2.</b> Tamaño mínimo de muestra para <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> recolectados en Santa Rosalía Baja California Sur, México. Ns: número de estómagos analizados; Nsum: número mínimo de estómagos necesarios; CV: coeficiente de variación.....	32
<b>Tabla 3.</b> Espectro trófico de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> en Santa Rosalía, BCS, México. Se representan los porcentajes presa específicos (PN; PW), la frecuencia de aparición (FO), y el índice de importancia presa específica (%PSIRI) y el número de presas (N). ....	35
<b>Tabla 4.</b> Nivel trófico y hábitat de los ítems presa consumidos por <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> . ....	36
<b>Tabla 5.</b> Nivel trófico calculado para ambas especies y para cada categoría..	50
<b>Tabla 6.</b> Valores de las razones isotópicas de carbono y nitrógeno de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> . Todos los peces; en función del sexo; por grupos de talla; por temporada climática.....	51
<b>Tabla 7.</b> Valores de las razones isotópicas interespecífica de carbono y nitrógenos de <i>Lutjanus guttatus</i> y <i>Lutjanus peru</i> . Los valores corresponden al promedio y desviación estándar. Todos los peces; en función del sexo; por grupos de talla; por temporada climática.....	52
<b>Tabla 8.</b> Nivel trófico estimado para cada depredador y cada categoría. Todos los peces; en función del sexo; por grupos de talla; por temporada climática..	54
<b>Tabla 9.</b> Espectro trófico reportado para ambas especies en diferentes zonas del Pacífico Oriental y Mexicano .....	60

## GLOSARIO

**Amplitud trófica:** Selección de la dieta con respecto a un número potencial de alimentos (Gerking, 1994).

**Competencia:** Fenómeno que tiene lugar cuando un número de organismos de una o varias especies utilizan recursos comunes que son escasos (“por explotación”); o, si los recursos no son escasos, tiene lugar la competencia cuando los organismos que buscan esos recursos afectan a otros en el proceso (“por inferencia”) (Krebs, 1999).

**Competencia interespecífica:** Tipo de competencia relacionada con las interacciones de dos o más especies por los recursos disponibles en el ecosistema (Gerking, 1994).

**Demersal:** Organismo asociados con el fondo, pero que también se mueven dentro de la columna de agua (Gerking, 1994).

**Depredador especialista:** Depredador que presenta un nicho trófico reducido, su alimentación tiene poca variedad de presas (Glasser, 1982).

**Depredador generalista:** Depredador que presenta un amplio nicho trófico es decir que tiene una alimentación variada (Glasser, 1982).

**Depredador oportunista:** Depredadores que incluyen en su dieta una variedad de recursos tróficos, mismos que se encuentran disponibles en su hábitat (Gerking, 1994).

**Especiación simpátrica:** Aislamiento reproductivo de una población que no presentan aislamiento geográfico o traslapo en su distribución (Gerking, 1994).

**Espectro trófico:** Lista de especies presa que conforman la dieta de una especie consumidora a lo largo de un periodo de tiempo (Day *et al.*, 1989).

**Fraccionamiento isotópico:** Diferencia en la concentración de un isótopo estable que se presenta en un consumidor respecto a su presa, resultando de una disminución metabólica hacia el isótopo pesado (Peterson & Fry, 1987).

**Isótopo:** Átomo que pertenece al mismo elemento químico, pero cuyo núcleo tiene diferente cantidad de neutrones, por tanto, diferente masa atómica (Peterson & Fry, 1987).

**Isótopo estable:** Átomos que no se descomponen con el paso del tiempo. Sus proporciones reflejan procesos u entornos inorgánico-biogénicos de los que participan (Peterson & Fry, 1987).

**Nicho ecológico:** La posición de una especie dentro de un ecosistema, descrita por el rango de condiciones necesarias para la su persistencia y su rol ecológico (Polechová & Storch, 2008).

**Nivel trófico:** Posición que un organismo ocupa dentro de una red trófica y dependerá de cómo obtiene su energía (Williams & Martínez, 2004).

**Partición de alimento:** Las especies reparten los recursos tróficos alimentándose de presas diferentes o aprovechando el mismo recurso en distintas etapas de su ciclo de vida (Pineda-Peralta *et al.*, 2016).

**Traslapo de nicho:** La proporción de recursos disponibles que están compartidos por dos especies. Usualmente utilizado en el contexto de un solo recurso que limita el crecimiento de la población (Pianka, 1982).

**Simpatría:** Especies relacionadas que habitan en la misma área y pueden requerir los mismos recursos, llegando a traslaparse en diferentes dimensiones del nicho ecológico (Begon *et al.*, 1996; Kiszka *et al.*, 2011).

## Resumen

Las especies simpátricas pueden presentar requerimientos similares llegando a traslaparse en diferentes dimensiones del nicho, desencadenando un posible incremento de la competencia interespecífica por los recursos. El objetivo del presente estudio fue determinar las interacciones tróficas entre dos especies simpátricas de pargos (*Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*), que coexisten en Santa Rosalía, BCS, México, por medio de la implementación de dos técnicas complementarias: el análisis de contenido estomacal e isótopos estables ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ). Los organismos fueron capturados de junio 2016 a octubre 2017. Posteriormente se designaron las tres categorías de comparación, siendo estas, sexo (hembras y machos), grupo de tallas (1, 2 y 3) y temporadas climáticas (cálida y fría). En total se analizaron 584 estómagos, 187 pertenecientes a *L. guttatus* y 397 a *L. peru*, mientras que, para el análisis de isótopos estables se obtuvieron 43 y 45 biopsias de músculo, respectivamente. Los espectros tróficos de *L. guttatus* y *L. peru*, estuvieron integrados por peces e invertebrados con 28 y 30 ítems presa, respectivamente. El %PSIRI determinó que los peces *S. sagax* (*L. guttatus*: 34.78% y *L. peru*: 37.42%), *Harengula* spp. (*L. guttatus*: 34.61% y *L. peru*: 24.92%) y el eufáusido *N. simplex* (*L. guttatus*: 9.66% y *L. peru*: 15.20%), fueron las presas dominantes. El PERMANOVA demostró que las dietas generales, entre sexos, grupo 2 y las temporadas climáticas presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), debido a que cada lutjánido aprovechó en diferentes proporciones las presas principales, así como, presas secundarias distinta, con importancia de camarones en *L. guttatus* y mictófidios en *L. peru*. Sin embargo, con respecto a los grupos de talla (1 y 3), la importancia de las presas dominantes en ambas especies fue significativo, señalando un traslapo elevado entre las especies. Basado en la amplitud trófica ( $B_i < 0.6$ ), ambas especies presentan un nicho estrecho y una estrategia oportunista, aprovechando los recursos más abundantes en tiempo y espacio. De acuerdo con el nivel trófico ambas especies se catalogaron como consumidores terciarios e importantes enlaces entre los niveles tróficos inferiores y depredadores tope. La composición de  $\delta^{15}\text{N}$ , fue ligeramente mayor en *L. guttatus* (18.00-19.90‰), señalando la importancia de los peces en su dieta, mientras que los valores menores en *L. peru* (17.71 a 19.51‰), reflejaron un mayor consumo de crustáceos. De igual forma, los valores altos de  $\delta^{13}\text{C}$ , en *L. guttatus* (-15.10 a -17.20‰), fueron propios de especies más costeras, contrario a los valores menos positivos de *L. peru* (-16.01 a -17.93‰), asociados con áreas más pelágicas. La composición isotópica dentro de cada categoría (sexo, grupo de tallas y temporadas climáticas), presentaron diferencias significativas en los valores isotópicos. Con base en el método SIBER, ambas especies obtuvieron nichos estrechos. Respecto al modelo de mezcla (SIMMR) *S. sagax*, *Harengula* spp. *N. simplex* y la familia Myctophidae, fueron las presas mejor asimiladas por ambos depredadores. Los resultados obtenidos con ambas técnicas señalaron *L. guttatus* y *L. peru*, reducen la competencia interespecífica por medio de la repartición de los recursos tróficos, mecanismo que les permite coexistir.

**Palabras clave:** Competencia interespecífica, contenido estomacal, isótopos estables, coexistencia, repartición de recursos.

## Abstract

Sympatric species may overlap different dimensions of the ecological niche, these circumstances tend to increase the interspecific competition for resources. The aim of this investigation was to determine the trophic interactions between two sympatric species of snappers (*Lutjanus guttatus* and *Lutjanus peru*), that coexist on the area of Santa Rosalia, B.C.S, Mexico. Two complementary techniques were used: stomach content analysis and stable isotope analysis ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ). The sampling was carried out from June 2016 to October 2017, specimens were separated into three categories, sex (female and male), group size (1, 2, & 3), and seasons (warm and cold). A total of 584 stomachs were analyzed, 187 belong to *L. guttatus* and 397 to *L. peru*, whereas for isotopic analysis muscle tissue was used, 43 and 45 samples, respectively. Both species consume fish and invertebrates, the diet of *L. guttatus* was composed by 28 preys, while *L. peru* had 30 prey items. The %PSIRI, determined that sardines *S. sagax* (*L. guttatus*: 34.78% and *L. peru*: 37.42%), *Harengula* spp. (*L. guttatus*: 34.61% and *L. peru*: 24.92%), and the euphausiid *N. simplex* (*L. guttatus*: 9.66% and *L. peru*: 15.20%), were the most important items for both snappers. The PERMANOVA analysis, showed significant differences ( $p < 0.05$ ), between diets by species, sex, group size 2 and seasons, because both snappers consume sardines and euphausiids in different proportions, and the secondary prey differed between each specie, been shrimp (*Penaeus* spp.A) more important for *L. guttatus* and myctophid species for *L. peru*. However, trophic width ( $B_i < 0.6$ ) was narrow for both snappers, and opportunistic feeding strategy, consuming the most abundant preys in space and time. Trophic level, showed that both species played similar roles in the trophic web, acting as intermediaries in the energy flow from lower levels towards top predators. The resulting  $\delta^{15}\text{N}$  values were higher for *L. guttatus* (18.00-19.90‰), showing the importance of fish, while the lower values of *L. peru* (17.71 a 19.51‰), could reflect the higher consumption of crustaceans. In addition,  $\delta^{13}\text{C}$  values were higher for *L. guttatus*, reflecting a more costal behavior, whereas the signal for *L. peru*, showed a more pelagic behavior. Based on the results of SIBER analysis, isotopic niche width was narrow for both snappers. Finally, isotope mixing models (SIMMR) determined that *S. sagax*, *Harengula* spp. *N. simplex* and family Myctophidae, were the ones with the greatest contributions in both diets. The results of this investigation using both techniques, showed that *L. guttatus* and *L. peru*, reduced the interspecific competition by partitioning the available trophic resources allowing sympatric species coexistence.

**Keywords:** Interspecific competition, stomach content, stable isotopes, coexistence, resource partitioning.

## 1. Introducción

Las especies simpátricas son aquellas que habitan dentro de una misma área, en ausencia de una barrera geográfica y aisladas reproductivamente (Coyne & Orr, 2004). Este aislamiento es causado por una adaptación diferencial de las poblaciones a las condiciones ambientales contrastantes (Feder *et al.*, 2012; Safran & Nosil, 2012). Por lo tanto, la especiación simpátrica se basa en la adaptación a nichos ecológicos distintos, creando barreras para el flujo genético entre poblaciones, lo que permite la divergencia del linaje (Coyne & Orr, 2004). En peces, los estudios de filogenética molecular señalan que las especies cercanamente relacionadas presentan un traslapeo geográfico completo, pero divergen en el uso del hábitat, es decir estas especies siempre se encuentran en la misma localidad, pero rara vez a la misma profundidad (Hickley & Clements, 2005).

Para entender este proceso el concepto del nicho es esencial, Hutchinson (1957), lo definió como un hipervolumen  $n$ -dimensional que abarca al espectro completo de condiciones bajo las cuales un organismo puede subsistir, dicho hipervolumen es determinado por los gradientes del hábitat y las relaciones funcionales entre especies. Todas las variables importantes para la vida de un organismo deben ser incluidas e independientes entre sí.

El nicho ecológico hace referencia a la posición de una especie dentro de un ecosistema, describiendo las condiciones necesarias para su persistencia al igual que el rol que desempeña (Polechová & Storch, 2008). Además, engloba todas las interacciones a lo largo de tres ejes principales: hábitat (influenciado por las variables ambientales), dieta (composición, calidad de la presa y nivel trófico) y tiempo (uso de hábitat y recursos de acuerdo con las estaciones del año y hora del día) (Kiszka *et al.*, 2011).

Las comunidades varían a lo largo de gradientes ecológicos que crean un mosaico de interacciones competitivas. La dimensión trófica permite evaluar estas interacciones desde el punto de vista de presas y depredadores. Los parámetros del nicho pueden responder a cambios en la competencia

interespecífica de manera rápida, ya que, al ser considerado como un nicho ecológico dinámico, la presencia de una especie condiciona la presencia de otra (Polechová & Storch, 2008).

La competencia interespecífica afecta la adquisición de recursos, el crecimiento y la supervivencia de las especies (McCormick & Weaver, 2012). Los ecólogos sugieren que las especies simpátricas con fenotipos muy similares que tienden a ocupar nichos diferentes; sin embargo, cuando estos se traslapan, la competencia interespecífica es mayor, pero, a medida que las especies compiten pueden dividir el uso de recursos y así reducir dicha competencia y lograr la coexistencia (Link & Auster, 2013).

Las interacciones tróficas pueden ser estudiadas a través de la implementación de metodologías complementarias como el análisis de contenido estomacal e isótopos estables. Ambas técnicas permiten evaluar los hábitos alimentarios de los peces, los cuales son el resultado de la integración de varios componentes ecológicos importantes que incluyen el comportamiento, uso de hábitat, energía adquirida y las interacciones intra e interespecíficas, entre otras (Mahesh *et al.*, 2018). El análisis de contenido estomacal permite la descripción y cuantificación de la dieta en depredadores, además brinda información de alta resolución taxonómica del último alimento ingerido, mediante la utilización de estructuras rígidas como otolitos, picos, huesos, mandíbulas, entre otros (Krebs, 1999; Manko, 2016).

El análisis de isótopos estables es una herramienta analítica importante al estudiar las interacciones ya que permite comparar patrones migratorios, nichos y el uso de recursos por las especies (Zhao *et al.*, 2004; Maya *et al.*, 2016). Las señales o razones isotópicas de carbono y nitrógeno ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) se registran y bio-acumulan en los tejidos de los depredadores permitiendo evaluar la relación presa-depredador (Vander-Zanden *et al.*, 1997). La proporción del isótopo de carbono cambia poco a través de la trama trófica, por lo que a partir de ella se suele registrar el origen de las fuentes primarias de materia orgánica (DeNiro & Epstein, 1978). Mientras que el incremento de la proporción del isótopo de nitrógeno permite determinar la posición trófica de los organismos ya que este

se bio-acumula por transferencia trófica desde los productores primarios hasta los consumidores finales (DeNiro & Epstein, 1981; Post, 2002), y así define su amplitud, traslapeo y nivel trófico (Zhao *et al.*, 2004; Maya *et al.*, 2016). A través de esta técnica es posible analizar ventanas de tiempo más amplias que pueden ir de meses a años, dependiendo el tejido seleccionado y su tasa de recambio (Vander-Zanden *et al.*, 2015).

A nivel mundial la familia Lutjanidae se conforma de cuatro subfamilias, 17 géneros y 110 especies (Nelson *et al.*, 2016). El género *Lutjanus* pertenece a la subfamilia Lutjaninae y está compuesto por 70 especies de las cuales diez se encuentran distribuidas en el Pacífico Oriental, mismas que presentan una importancia comercial para la pesca artesanal (Bayona-Vásquez *et al.*, 2017). La familia Lutjanidae presenta un conjunto de características que permiten considerarla ideal para estudiar este tipo de procesos ecológicos, como por ejemplo su crecimiento lento, fidelidad al sitio, alta diversidad y distribución en regiones tropicales y subtropicales (Gold *et al.*, 2015).

Los pargos son depredadores carnívoros generalmente con hábitos nocturnos y demersales. Su dieta se conforma por diferentes taxa que incluyen peces, crustáceos y moluscos entre otros (Allen, 1985; Rojas, 1996; Chiappa-Carrara *et al.*, 2004).

El pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) (Steindacher, 1869) y el huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*) (Nichols & Murphy, 1922), se distribuyen desde la zona norte del Golfo de California, México hasta Perú. Son especies demersales de aguas tropicales y costeras que habitan hasta aproximadamente 120 m de profundidad, asociados a fondos rocosos, arenosos y arrecifes (Allen, 1985).

El pargo lunarejo alcanza una talla máxima de 80 cm y una longevidad de 13.5 años (Fischer *et al.*, 1995; Sarabia-Méndez *et al.*, 2010; Robertson & Allen, 2015). Mientras que el huachinango alcanza una talla máxima de 91 cm y una longevidad de 21 años (Fischer *et al.*, 1995; Robertson & Allen, 2015). No obstante, gracias a estudios genéticos, se confirma la relación cercana entre estas dos especies (Bayona-Vásquez *et al.*, 2017).

Uno de los principales retos dentro del estudio de las interacciones tróficas es el de comprender el rol de la partición del alimento como un mediador de la coexistencia entre especies cercanamente relacionadas. Las estrategias alimentarias entre especies simpátricas congéneres son ideales para los estudios de competencia y coexistencia, especialmente si presentan morfologías similares y por lo que teóricamente interactúan más intensamente entre sí (Carniatto *et al.*, 2016).

En este contexto la presente investigación abordó el estudio de las interacciones tróficas de dos especies simpátricas de pargos que coexisten en Santa Rosalía, (Golfo de California, México), con el fin de analizar la posible competencia hacia los recursos alimentarios y por ende una viable repartición de estos recursos, que a su vez permitió inferir en los posibles mecanismos empleados por cada especie para subsistir en su medio.

## **2. Antecedentes**

### **2.1 Familia Lutjanidae**

La familia Lutjanidae se caracteriza por tener la aleta dorsal continua (o escotadura baja), con 9 a 12 espinas y 9 a 18 radios; la aleta anal presenta 3 espinas de 7 a 11 radios; las aletas pélvicas están insertadas por debajo de la base de las pectorales, la boca es terminal y moderadamente grande y generalmente con dientes caninos grandes sobre las mandíbulas, y dientes pequeños sobre el palatino y con frecuencia sobre el vómer, con 7 radios branquióstegos; con 24 vértebras y una longitud máxima de 1.0 m (Nelson *et al.*, 2016).

### **2.2 Morfología del pargo lunarejo**

De acuerdo con Robertson & Allen (2015), el pargo lunarejo presenta un cuerpo ovalado moderadamente profundo, su coloración es de color carmesí pálido o rosado amarillento, con un lustre plateado, y con bandas angostas y oblicuas con tono verde dorado a café oscuro, con una marca negra o ceniza

atrás muy distintivas ubicada en el dorso debajo de la mitad de la aleta dorsal (Fig. 1).



**Figura 1.** Morfología de *Lutjanus guttatus*. (Foto: María del Mar Quiroga)

Su boca es relativamente grande y protractil, presenta dientes incisivos a caniniformes, los cuales son más grandes y en forma de colmillos al frente de la mandíbula. Los dientes vomerinos están agrupados en forma de V, con una extensión hacia atrás corta por lo que se asemejan a un ancla, complementado con dos parches a los costados de dientes palatinos.

La parte inferior del primer arco branquial presenta de 16 - 17 branquiespinas; preopérculo con aserraciones con una hendidura en el margen inferior, formula de la aleta X 12 -13 y una aleta dorsal continua, las partes blandas de las aletas dorsales y anal puntiaguda y angulada, aleta caudal truncada. La base de las aletas dorsal y anal presenta escamas. Puede llegar a medir 80 cm de longitud total.

### **2. 3 Morfología del huachinango del Pacífico**

El huachinango del Pacífico presenta un cuerpo ovalado, con un color rojizo a rosado común lustre plateado (Fig. 2) La boca es relativamente grande y protractil, los dientes incisivos a caniniformes, los cuales al estar situados al frente de las mandíbulas son más grandes y en forma de colmillos; los dientes vomerinos forman un parche de dientes en forma de diamante, que pueden o no

presentar una extensión posterior de largo a moderado, de igual forma presentan dos parches de dientes palatinos a los costados (Robertson & Allen, 2015)

La parte inferior del primer arco branquial presenta de 16 – 17 branquiespinas; el preopérculo presenta aserraciones con una hendidura en el margen inferior; la fórmula de la aleta dorsal X, 12 – 13; la aleta dorsal es continua; y con una fórmula de la aleta anal de III, 8. La parte blanda de la aleta dorsal es redondeada y la aleta anal puntiaguda, mientras que la caudal tiene un borde cóncavo, y la base de la dorsal y anal con escamas. Puede llegar a medir 95 cm de longitud total (Robertson & Allen, 2015).



**Figura 2.** Morfología de *Lutjanus peru*. (Foto: María del Mar Quiroga)

## **2. 4 Ecología trófica en Lutjánidos**

El espectro trófico de la familia Lutjanidae incluye peces, crustáceos (camarones y cangrejos), moluscos y gasterópodos, lo que podría indicar un patrón para la familia (Allen, 1985; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003; Pimentel & Joyeux, 2010;). Sin embargo, existen lutjánidos que incorporan a su dieta, pastos marinos, esponjas, sálpidos e incluso huevos de peces (Díaz-Uribe, 1994; Sierra *et al.*, 1994; Vázquez *et al.*, 2008). Por consiguiente, se ha considerado que pueden presentar comportamiento oportunista (Pimentel & Joyeux, 2010).

## 2.5 Hábitos alimentarios del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*

El pargo lunarejo ha sido descrito como una especie con hábitos solitarios, no obstante, puede formar pequeños grupos o incluso grandes cardúmenes (Allen, 1985). Durante su etapa juvenil habita en estuarios y bocas de río, mientras que al llegar a su etapa adulta migra hacia zonas de arrecifes costeros y con fondos rocos (Rojas, 1997a). La actividad reproductiva de la especie en México y Costa Rica es activa durante todo el año, ya que presenta un desarrollo gonadal asincrónico con desoves parciales y dos picos reproductivos principales, de los cuales el primero es corto (marzo-abril) y el segundo prolongado (agosto-noviembre) (Rojas, 1997a; Arellano *et al.*, 2001; Soto *et al.*, 2009; Sarabia-Méndez *et al.*, 2010).

En lo relacionado con sus hábitos alimentarios *Lutjanus guttatus* ha sido estudiado en diferentes zonas del Pacífico Oriental, para la zona de los Cóbano y Puerto Libertad (El Salvador). En este trabajo, Rojas *et al.* (2004) reportaron un amplio espectro trófico con 33 ítems presa y una preferencia hacia el consumo de crustáceos y en menor grado peces y ocasionalmente moluscos. Así con base en el índice de Importancia Relativa (IIR%), las presas más importantes en la dieta incluyeron a las especies de crustáceos *Portunus asper*, *Callinectes toxotes* y *Squilla panamensi*, seguidas por los peces pertenecientes a las familias Ophichthyidae y Bregmacerotidae. Adicionalmente lograron determinar las preferencias de las tallas por las presas, ya que los individuos con la menor talla consumieron crustáceos, las tallas medianas incorporaron a su dieta peces, mientras que en las tallas grandes los moluscos complementaron el espectro trófico. Los autores concluyeron que esta variabilidad asociada al tamaño de los grupos fue un factor para la disminución de la competencia intraespecífica.

Con respecto a los estudios realizados en México, Saucedo-Lozano & Chiappa-Carrara (1999), se enfocaron en la alimentación de juveniles de *L. guttatus* en las costas de Jalisco y Colima, donde la dieta estuvo compuesta por cuatro taxa: peces crustáceos, moluscos y anélidos. Los grupos principales fueron los camarones y peces. De estos las especies más frecuentes fueron *Trachysalambria brevisuturæ* y *Eucinostomus gracilis* respectivamente.

En cuanto a las tallas, el porcentaje en peso de las presas varió; para las tallas menores (6 a 14.9 cm), los camarones (57.27%), aportaron el mayor porcentaje, seguido por el grupo de otros crustáceos. En las tallas de 15 a 23.9 cm, los peces (29.85%) y los camarones (29.49%) presentaron la mayor aportación y finalmente en tallas mayores de 24 a 35 cm, los peces (44.57%) y crustáceos (37.88%) aportaron el mayor porcentaje.

El Índice de Importancia Relativa (IIR) dio como resultados que el mayor porcentaje fue aportado por los camarones de la familia Penaeidae (40.19%). El espectro trófico estuvo compuesto por 30 presas, sin embargo, la amplitud del nicho trófico fue baja (menor de 0.5). Los autores mencionaron que dicho resultado podría estar relacionado con la disponibilidad y abundancia de los organismos que forman parte del espectro trófico de *L. guttatus*.

Por su parte, Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara (2002), estudiaron los hábitos alimentarios de *L. guttatus* en las costas de Guerrero, México. Para esta zona las principales presas fueron los peces (IIR= 67.46%), siendo las familias Engraulidae (IIR= 1.42%) y Clupeidae (IIR= 0.92%), las mejor representadas. El grupo de crustáceos (IIR= 30.94%) fue el segundo más importante en la dieta, siendo los Natantia (IIR= 15.77%) los que presentaron la mayor abundancia, seguido por los Brachyura quienes aportaron la mayor biomasa (P= 7.26%).

La variación del espectro trófico fue significativa en relación con las tallas determinadas por la longitud furcal (Lf), ya que en los organismos juveniles (12 cm Lf), los crustáceos aportaron el 100% de la dieta. A medida que los pargos crecieron, incorporaron a su dieta peces (14 cm Lf) (IIR= 43.6%), mientras que aquellos individuos sexualmente maduros (Lf  $\geq$  23 cm), presentaron un espectro más amplio. En el caso de los peces, las familias Engraulidae (IIR= 1.53) y Clupeidae (IIR= 1.44%), fueron las mejor representadas y para el caso de crustáceos la especie *Portunus affinis* (IIR= 0.49%). Estos cambios ontogénicos en la dieta se deben a las diferentes proporciones de las dietas consumidas más que a la variedad de presas o la estacionalidad. Los autores sugirieron que los resultados obtenidos permitieron diferenciar un patrón en la utilización de los recursos alimentarios con relación a las clases de talla, lo que podría ser una

estrategia ecológica para la optimización en los recursos presa, con el fin de reducir o evitar la competencia intraespecífica.

En el estudio realizado por Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez (2009), presentaron un enfoque complementario, ya que implementaron el análisis de contenido estomacal e isótopos estables para determinar la dieta de juveniles y adultos de *L. guttatus*, en la costa de Nayarit, México. El espectro trófico se conformó de 26 ítems presa. El Índice de Importancia Geométrica (IIG%), reflejó que las presas preferenciales de *L. guttatus* fueron los cangrejos de la familia Xanthidae (IIG= 20.4%) y el pez *Engraulis mordax* (22.0%), seguido por camarones (*Processa* spp. y *Solenacera florea*) y cangrejos de las familias Ogyrididae y Portunidae, así como algunos moluscos como presas secundarias. Adicionalmente, se registraron ejemplares de la misma especie como parte de la dieta de este depredador, sugiriendo un grado de canibalismo.

La razón isotópica del nitrógeno fue de 13.3 a 16.4‰ ( $\bar{x}$  = 14.5‰), y del  $\delta^{13}\text{C}$  de -16.3 a -14.4‰ ( $\bar{x}$  = -15.38‰). La señal isotópica del depredador fue muy cercana a los valores de sus presas, siendo la más importante los cangrejos de la familia Xanthidae (72-92%), seguido por los cangrejos de la familia Portunidae (0-22%), mientras que las presas secundarias fueron los estomatópodos (0-8%), y otros portunidos (0-8%). El resto de las presas se consideraron como raras o de menor importancia. Un dato relevante, fue que la importancia de los peces de la familia Engraulidae tuvieron un descenso en comparación con los resultados del contenido estomacal, por lo cual los autores sugirieron un comportamiento oportunista por parte de *L. guttatus*.

El nivel trófico de *L. guttatus* con base al contenido estomacal fue de TL= 3.77, por su parte a partir del  $\delta^{15}\text{N}$  la ecuación de Post (2002), dio como resultado un TL= 3.5, muy similar al valor obtenido con el contenido estomacal. Al analizar la dieta por separado, los juveniles se alimentaron predominantemente de braquiuros, mientras que, los adultos prefirieron alimentarse de camarones y algunos peces. Dado esto conforme avanza el desarrollo ontogénico de *L. guttatus*, tiende alimentarse de presas más grandes y por ende con un nivel trófico mayor.

Con respecto al  $\delta^{13}\text{C}$ , este presentó un rango desde -15.29 a -17.14 ‰. Los autores observaron que tanto depredador como presas presentaron valores más positivos del  $\delta^{13}\text{C}$ , lo que sugirió que *L. guttatus* consumió presas cercanas a la costa.

## **2.6 Hábitos alimentarios del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru***

El huachinango del Pacífico *L. peru*, habita las zonas de arrecifes costeros y fondos rocosos. Los juveniles se encuentran en estuarios y desembocaduras de los ríos formando pequeños grupos y en su etapa adulta migran hacia las zonas previamente mencionadas donde se asientan (Allen, 1985). En cuanto a su reproducción, esta especie es un iteróparo, ya que puede reproducirse durante todo el año, gracias a que presenta gónadas asincrónicas, así como un desove prolongado y fraccionado asociado a la temporada de verano e invierno, lo que ha sido reportado para las costas de Guerrero, Bahía de La Paz y La Ventana en BCS (Reyna-Trujillo, 1993; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003). Las hembras alcanzan su madurez sexual a los 29 cm de longitud total en las costas de Guerrero (Santamaría-Miranda *et al.*, 2003), en Bahía de La Paz y La Ventana la talla disminuye de 15 a 30 cm (Rocha-Olivares & Gómez-Muñoz, 1993) y de 22 cm para las costas de Colima (Cruz-Romero *et al.*, 1991).

En cuanto a sus hábitos alimentarios Díaz-Urbe (1994), determinó la dieta de *L. peru* en el área de la Bahía de La Paz y La Ventana en BCS, México. Sus resultados reflejaron que el alimento de la especie se basó en organismos planctónicos (urocordados), siendo más representativos en los individuos adultos, sin embargo, el espectro trófico para los juveniles tuvo mayor representación de los grupos de carídeos, miscidáceos, estomatópodos y peces (familia Congridae). Como resultado de esta observación el autor concluyó, que los adultos de *L. peru* en esta zona son depredadores especialistas, lo que a su vez se vio reflejado en el bajo traslapo de dietas entre estadios de desarrollo.

Saucedo-Lozano *et al.* (1999), realizaron un estudio abarcando la alimentación en vida silvestre de *L. peru* en las costas de Jalisco y Colima, México. El espectro trófico se conformó por 41 ítems pertenecientes a cuatro taxa mayores: peces, crustáceos, moluscos y anélidos. Los resultados del IIR%,

identificaron a los anfípodos como el componente con mayor aportación a la dieta con 44.17%, seguido por los peces de la familia Congridae con 14.84% y con menor porcentaje de crustáceos de las especies *Squilla hancocki* (IIR= 2.80%) y, peneidos juveniles (IIR=2.41%).

Al analizar la posible variabilidad en la dieta con respecto a diferentes profundidades, los autores observaron que el mayor porcentaje en peso fue dado por el grupo de crustáceos (29.4%), en profundidades de 11 a 30 m, seguido por los peces de la familia Congridae (22.3%). Al aumentar la profundidad la dieta varió, ya que los estomatópodos (42.9%) y peces Congridae (22.3%), prevalecieron de 31 a 50 m y finalmente, de 51 a 70 m el mayor porcentaje correspondió a los estomatópodos (46.2%) y otros crustáceos (35.4%), concluyendo que el número de organismos disminuyó conforme aumentaba la profundidad a la que los peces se alimentaron. Lo anterior que sugirió que *L. peru* tiende a alimentarse en zonas más someras de la plataforma.

Con respecto a las tallas aquellos organismos con una longitud de 4 a 9.9 cm, obtuvieron un mayor porcentaje en peso del grupo de otros crustáceos (43.6%), mientras que al aumentar la talla de 10 a 14.9 cm, los peces de la familia Congridae obtuvieron el mayor porcentaje (30.6%), seguido del grupo de otros crustáceos (28.1%), mientras que, las tallas más grandes, de 15 a 31 cm, aumentaron el porcentaje de consumo de estomatópodos (37.3%), seguido de otros crustáceos (21.9%).

Los autores determinaron una correlación significativa entre la longitud de los crustáceos consumidos con mayor frecuencia (estomatópodos y camarones) y la longitud de los juveniles de *L. peru*, sin embargo, dicha correlación no fue significativa con relación a la familia Congridae. Este resultado sugirió que los peces fueron más frecuentes en la dieta de los organismos de tallas mayores. Adicionalmente, la dieta fue variable a lo largo del año, lo que podría estar asociado a la variación en la disponibilidad de las diferentes presas en el área de muestreo.

Continuando con los estudios realizados en México, Santamaría-Miranda *et al.* (2003), estudiaron los hábitos alimentarios de *L. peru* en las costas de Guerrero. El estudio abarcó dos años de muestreo con el objetivo de describir

los hábitos alimentarios y determinar la variabilidad anual, mensual, sexo y talla. El espectro trófico estuvo conformado por 51 ítems presa, de los cuales los moluscos, crustáceos y peces, fueron los tres taxa más importantes. Al comparar el espectro entre años, la dieta no presentó una marcada diferencia de componentes, siendo el pez de la familia Engraulidae *Anchoa ischana* la presa más dominante. Adicionalmente para el año 1994 también fueron importantes *Anchoa lucida*, “otros peces” y los anfípodos (IIR= 15%).

La familia de peces Engraulidae fue la mejor representada seguida por Clupeidae, Bregmacerotidae, Ophichthidae y Muraenosocidae. El grupo de otros crustáceos obtuvo la mayor importancia en 1993, incluyendo las familias Palaemonidae, Gnathophyllinae, Alpheidae, Xanthidae, Grapsidae y Portunidae; sin embargo, para 1994, estas presas tuvieron menor representación, así como un aumento de la importancia de los anfípodos. Derivado de lo anterior los autores concluyeron que dicha variabilidad estuvo relacionada con los cambios ambientales, que provocaron alteraciones desde la base a la trama trófica.

Por último, estos autores al comparar las dietas entre tallas reportaron que los organismos en etapa adulta (26.1 a 30 cm), presentaron una estrategia especialista, ya que se alimentaron fundamentalmente de peces, con preferencia por la familia Engraulidae. En la dieta de los juveniles (14 a 18 cm), el grupo de “otros crustáceos” fue el más importante. Finalmente, los autores concluyeron que, con base en los resultados obtenidos, el huachinango del Pacífico presentó una estrategia ecológica que les permite la optimización de los recursos presa, con el fin de reducir o evitar la competencia intraespecífica.

Moreno-Sánchez *et al.* (2016), reportaron a *L. peru* como un depredador que se alimentó de organismos bentónicos y pelágicos, lo cual sugirió una versatilidad alimenticia para las costas de Sinaloa y Baja California Sur (México), siendo los ítems presa principales los crustáceos *Pleuroncodes planipes*, *Myodocopia* y *Penaeus californensis*. De igual forma, se reportó que, a pesar de presentar un espectro trófico conformado por 42 ítems presa, la amplitud de su dieta estableció que su comportamiento alimentario estaba enfocado al consumo de ciertas presas, tales como camarones, langostilla y ostrácodos. Este

comportamiento podría estar relacionado con la elevada disponibilidad de estas presas en el medio.

Con respecto a la temporalidad, los organismos consumieron en mayor cantidad la langostilla *P. planipes* durante la temporada fría, mientras que para la temporada caliente aumentó la ingesta del camarón *P. californiensis*. Además, reportaron un cambio ontogénico relacionado a la capacidad de captura de presas, tales como peces de tallas grandes en comparación con los individuos de tallas pequeñas. Finalmente considerando las zonas estudiadas, se reportó que, para el caso de Sinaloa, *L. peru* consumió un alto porcentaje de *P. californiensis*, en contraste con Baja California Sur, en donde el mayor consumo fue de *P. planipes*. Con base en estos resultados los autores concluyeron que debido a que *L. peru* se alimentó de crustáceos bentónicos y peces en las dos zonas, la especie cumple con el mismo rol trófico a pesar de encontrarse en ecosistemas diferentes.

A pesar de su importancia ecológica, el conocimiento sobre las interacciones tróficas de ambas especies simpátricas es escasos. Así, Rojas-Herrera *et al.* (2004), se enfocaron a estudiar los hábitos alimentarios de *L. guttatus* y *L. peru*, simultáneamente en la costa de Guerrero, México, con el objetivo de determinar el grado de traslapo trófico en el uso de los recursos alimentarios, así como de responder la hipótesis de coexistencia, medida a través de la exclusión competitiva.

De acuerdo con este estudio el espectro trófico de *L. peru* estuvo conformado por 68 ítems presa, con base a su peso, tres taxa presentaron la mayor importancia, siendo estos los peces (50.9%), crustáceos (35.6%) y los moluscos (7.2%). Por su parte, *L. guttatus* registró 88 ítems presa de los cuales la mayor aportación en peso fue principalmente de los peces (50.8%) y crustáceos (43.4%).

El Índice de Levin para ambas especies mostró el consumo de un número reducido de presas. En la dieta de *L. guttatus*, pocas presas sobrepasaron el 2% de la abundancia numérica total, siendo estos los peces *Bregmaceros longipes* y *Anchoa lucida*, y crustáceos de los órdenes Stomatopoda y Cumacea, la familia Panalidae y larvas del orden Bachyura. Mientras que, para *L. peru*, las presas

que presentaron una importancia numérica  $\geq 2\%$ , incluyeron a los peces *A. lucida*, *A. ischana* y *Harengula thrissina*, el urocordado *Salpa* spp. y los estadios zoea de *Albunea lucasia*, zoeas y megalopas de *Brachyura*, *Pseudodiaptomus* spp. (Copépodos) y larvas de *Squilla biformis*.

La dieta en ambas especies no presentó una variación cualitativa de las presas con relación a la estacionalidad, dado que se encontraron los mismos grupos de presas en el contenido estomacal. Sin embargo, la variación cuantitativa si fue significativa, debido al incremento en el consumo de presas planctónicas (larvas, zoeas y megalopas), lo cual podría estar relacionado al aumento en la producción primaria como consecuencia del aumento en el flujo de nutrientes de la tierra a la zona costera.

El traslapo trófico entre ambas especies si bien fue bajo, al ser desglosado por mes, permitió a los autores determinar que la dieta *L. guttatus* se traslapó con más intensidad a la de *L. peru*, lo que podría reflejar una correspondencia unidireccional en la utilización de los recursos, ya que *L. guttatus* presentó una dieta más diversa por lo que los recursos son aprovechados en mayor cantidad.

A pesar, de que los ítems presa fueron muy similares en ambas dietas (n= 28), el grado de competencia interespecífica fue bajo. Los autores concluyeron que los recursos tróficos y en especial aquellas presas compartidas por ambas especies, en el litoral de Guerrero, fueron diversas y abundantes lo que les permitió disminuir la competencia y fomentar así la coexistencia de estos lutjánidos.

## **2.7 Interacciones tróficas entre especies simpátricas**

Aguilar-Palomino & González-Sansón (2010), estudiaron la dieta de cuatro especies de peces del género *Diplectrum*, los cuales coexisten en las aguas costeras de Jalisco y Colima, México, presentando una morfología general muy parecida. La composición de la dieta varió para cada especie; *Diplectrum eumelum* presentó la menor composición con seis categorías alimentarias, *Diplectrum labarum* (14) y *Diplectrum rostrum* (13).

El valor del índice de Smith señaló que, a pesar de tener el espectro más reducido *D. eumelum* presentó una amplitud superior a las otras especies, ya que el valor del límite inferior de su intervalo de confianza fue mayor al de su límite superior. La proporción de categorías alimentarias consumidas con más frecuencia permitió catalogarlas como especies de hábitos oportunistas.

El traslapo entre las dietas se dio de la siguiente manera; *D. eumelum* obtuvo un traslapo bajo con respecto a las otras especies ya que, se alimentó de peces Pleuronectiformes y decápodos. Las dietas de *D. labarum* y *D. rostrum*, presentaron un traslapo alto gracias al consumo de peces y calamares. Por su parte, el traslapo entre *D. labarum* y *D. rostrum* con *D. euryplectrum* fue moderado, debido al consumo de estomatópodos y decápodos. El valor medio de superposición no significativa permitió a los autores señalar que no existió una competencia fuerte por los recursos entre las cuatro especies.

Harmelin-Viven *et al.* (1989), estudiaron la repartición de recursos en tres especies de la familia Scorpenidae, presentes en los pastos marinos cerca de Marsella en el Mar Mediterráneo. Las tres especies se alimentaron de crustáceos y peces. *Scorpaena scrofa* fue claramente piscívoro (71%). Adicionalmente la especie se alimentó de braquiuros (16%). Por su parte, *Scorpaena porcus* y *Scorpaena notata* fueron menos piscívoras, ya que presentaron una dieta más diversa y dominada por crustáceos que representaron el 87% de las presas. En el caso de *S. notata* ingiriendo braquiuros (18%), carideos (23%) y anfípodos (9%), mientras que, *S. corpus* se alimentó esencialmente de braquiuros (63%).

Las variaciones en la dieta en *S. scrofa* respecto a las tallas, no se pudieron determinar debido al reducido número de estómagos. Sin embargo, en *S. notata* y *S. corpus*, los organismos con tallas más grandes presentaron mayor diversidad en su dieta, lo que implicó que a medida que los organismos crecen pueden consumir presas más grandes. Al comparar las dietas en términos del sexo, no se observaron diferencias significativas.

Las tres especies de peces de la familia Scorpaenidae se alimentaron durante la noche. Con base al peso de las presas, *S. scrofa*, consumió mayor cantidad de peces mientras que, para *S. notata* y *S. porcus*, registraron un

aumento en la frecuencia de anfípodos, carideos y poliquetos. Estas variaciones se asociaron con la fluctuación en la disponibilidad de las presas.

Finalmente, se evidenció la variabilidad estacional en *S. notata* y *S. porcus*, debido al aumento en el consumo de carideos durante el verano y el otoño. Por su parte, *S. scorfa* aprovechó los crustáceos brachyura en invierno y primavera, contrario a *S. notata* que durante verano y otoño obtuvo el máximo de consumo de estos crustáceos.

A pesar de que las tres especies consumieron las mismas presas, los autores observaron que el traslapo disminuyó en las noches, debido a que la amplitud trófica era más estrecha en cada especie. Al relacionar los nichos la abundancia y disponibilidad de las presas durante la noche, fue posible concluir que la competencia intra e interespecífica por los recursos era mínima entre las tres especies durante los periodos de mayor alimentación.

Betancourt *et al.*, (en prensa), establecieron la variabilidad de hábitos alimentarios de dos especies de lutjánidos (*Lutjanus synagris* y *Lutjanus griseus*), con relación al sexo, zonas de pesca y temporadas climáticas por medio del análisis de contenido estomacal e isótopos estables, en Campeche, Golfo de México. Las tres zonas fueron Champoton que se caracterizó por presentar playas arenosas y por limo rico en materia orgánica por efecto del arrastre de un río cercano. La segunda zona fue San Francisco de Campeche, que presentó sedimentos calcáreos y materiales terrígenos y, por último, la zona de transición Seybaplaya, con playas rocosas y arenosas. Los especímenes fueron capturados en tres temporadas climáticas; seca, lluviosa e invierno durante el 2015.

El espectro trófico de *L. synagris* estuvo conformado por un espécimen de equinodermo, bivalvo, gasterópodo y cefalópodo, 34 especies de crustáceos y 22 de peces. De acuerdo con el %IIR, el ítem presa más importante fueron los crustáceos: *Callinectes* spp. (48.3%) y *Callinectes sapidus* (7.6%), seguido del pez *Myropsis punctatus* (5.39%). Las señales isotópicas presentaron promedio de  $\delta^{15}\text{N} = 0.9 \pm \text{SD } 1.0\text{‰}$  y  $\delta^{13}\text{C} = -14.7 \pm \text{SD } 0.9\text{‰}$ . De acuerdo con el ANOSIM, *L. synagris* presentó dietas similares entre sexos y significativamente diferentes entre zonas y temporadas climáticas. El SIMPER, determinó que la familia

Penaeidae aportó a la disimilitud de las dietas entre zonas, mientras que, entre temporadas climáticas fueron los camarones (Penaeidae) y el género *Callinectes*.

Por su parte, *L. griseus* presentó una especie de gasterópodo y cefalópodo; 14 crustáceos y 16 peces. El %IIR, señaló que los ítems más importantes fueron el pez *M. punctatus* (30.3%) y los crustáceos *Callinectes* s. (22.8%), *Penaeus* spp. 1 (20.9%) y *Penaeus* spp. 2 (14.2%). Las señales isotópicas presentaron promedio de  $\delta^{15}\text{N} = 10.9 \pm \text{SD } 1.0\text{‰}$  y  $\delta^{13}\text{C} = -12.9 \pm \text{SD } 0.8\text{‰}$ . El ANOSIM, señaló una alta similitud entre las dietas independientemente del sexo, zona y temporada climática,

Las señales de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$  de *L. synagris*, no presentaron diferencias significativas entre sexos y temporadas climáticas. Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre zonas. Por su parte, *L. griseus* obtuvo diferencias significativas entre sexos, zonas y temporadas climáticas. Las señales de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ , no presentaron diferencias significativas entre sexo, temporada y zona. La relación C: N para ambas especies fue en promedio de 3.2, señalando una baja concentración de lípidos.

La amplitud trófica de *L. synagris* fue la de un depredador generalista ( $B_i < 0.6$ ), y la de *L. griseus* de un depredador especialista ( $B_i > 0.6$ ). El traslapo trófico, presentó una baja similitud entre ambos lutjánidos en abundancia y biomasa. Con base en el SIMPER, los ítems tróficos que contribuyeron a la disimilitud en abundancia fueron: Penaeidae (15.7%), *Callinectes* spp. (13.7%) y *Portunus* spp. (8.7%), y en biomasa Penaeidae (18.0%), *Callinectes* spp. (11.2%) y Osteichthyes (7.2%).

El nivel trófico de *L. synagris* de acuerdo con el contenido estomacal fue de 3.7 y de 4.2 con base en isótopos estables, mientras que, *L. griseus* obtuvo 3.8 y 3.9, respectivamente. Los autores consideraron a *L. synagris* y *L. griseus*, como consumidores terciarios, con una dieta basada en crustáceos. El consumo preferencial de estos ítems presa, con cambio temporales y espaciales señalaron la plasticidad trófica de ambas especies, adicionalmente observaron una especialización hacía los grupos tróficos abundantes en cada zona, además de la baja variabilidad del  $\delta^{15}\text{N}$ , lo que señaló la preferencia hacía los crustáceos.

Los autores concluyeron que ambas especies presentaron una estrategia ecológica que permitió la optimización de los recursos y así, evitar o reducir la competencia intra e interespecífica. Finalmente, gracias al  $\delta^{13}\text{C}$  los autores determinaron que ambas especies podrían encontrarse en zonas costeras con una baja migración a zonas pelágicas.

### 3. Justificación

Conocer los hábitos alimentarios de las especies permite analizar a mayor profundidad las múltiples interacciones tróficas que existen entre las especies de un ecosistema, así como los mecanismos que logran desarrollar con la finalidad de coexistir. A través de la implementación de técnicas complementarias (contenido estomacal e isótopos estables) es posible abarcar y resolver, un mayor número de cuestionamientos.

Las especies presentan una serie de adaptaciones, organización y respuesta a su medio, las interacciones interespecíficas permiten estudiar estos mecanismos desde diferentes enfoques, debido a que se estudian dos o más especies, en un mismo tiempo y espacio. El análisis del contenido estomacal y el de isótopos estables, permiten combinar el conocimiento de las presas *in situ* e inferir el flujo de energía dentro de las redes tróficas, por medio de la bioacumulación de C y N, gracias a la implementación de dos técnicas que permiten determinar si existe un traslapo en las dietas, que podría desarrollar un grado de competencia por los recursos, las áreas en las que las especies se alimentan y la amplitud de su nicho.

A pesar de su amplia distribución, la información disponible sobre *L. guttatus* y *L. peru* solo abarca los aspectos generales de su dieta con análisis de contenido estomacal y solo uno que implementa el análisis isotópico, razón por la cual el presente estudio espera reforzar las conclusiones con la implementación de dos técnicas complementarias (contenido estomacal e isótopos estables) y determinar las interacciones tróficas de estas especies simpátricas.

## 4. Hipótesis

Debido a su relación simpátrica *L. guttatus* y *L. peru* presentan fenotipos y hábitos alimentarios similares, por lo que sus interacciones tróficas interespecíficas serán altas, reflejándose en un traslapeo de nicho trófico elevado de manera general, así como por sexos, tallas y temporadas climáticas

### 4.1 Objetivo General

Determinar las interacciones tróficas interespecíficas de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*, así como entre sus diferentes categorías (sexo, tallas y temporadas climáticas) a través de la implementación del análisis de contenido estomacal y de isótopos estables de N y C.

### 4.2 Objetivos Específicos

- Identificar y cuantificar los componentes del espectro trófico de *L. guttatus* y *L. peru*, provenientes del análisis de contenido estomacal.
- Cuantificar los valores y las variaciones isotópicas ( $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ ) en las muestras de tejido muscular y componentes alimentarios de las dos especies de lutjánidos.
- Determinar, por medio de ambas técnicas, la amplitud trófica, nivel trófico y estrategias alimentarias de los lutjánidos y sus posibles variaciones en función de sus diferentes categorías (sexo, tallas y temporadas climáticas).
- Inferir el grado de traslapeo trófico a partir de los resultados del análisis de contenido estomacal y las proporciones isotópicas del  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$ , entre las dietas de los dos lutjánidos y sus diferentes categorías tróficas.

## 5. Área de Estudio

El Golfo de California (GC) se encuentra delimitado al este por los estados de Sonora y Sinaloa al oeste por la Península de Baja California, presenta una

longitud de 1400 Km y un ancho de 150 a 200 Km (Lavin & Marinone, 2003). El golfo es considerado como una cuenca de evaporación, por lo que establece condiciones especiales de entrada y salida, mezcla y hundimiento de las masas de agua, provocando frentes y giros que se cambian conforme a la profundidad y temporada climática (Soto-Mardones *et al.*, 1999).

Además, presenta una alta productividad primaria, ya que los vientos que llegan al golfo desde el noreste generan procesos de surgencias en la costa oriental durante los meses de diciembre- mayo (invierno), al contrario, cuando los vientos provienen del sureste estos generan surgencias en la costa de la Península de Baja California de julio a octubre (verano) (Lara-Lara, 1991). Adicionalmente el GC presenta una fuerte estacionalidad con valores mínimos de 16 - 17 °C de febrero a marzo incrementado hasta los 31°C en agosto, resultando en una estratificación térmica marcada durante todo el verano debido a una diferencia de 16 °C entre la capa superficial y los 150 m de profundidad (Trasviña-Carrillo, 2012).

Santa Rosalía se ubica al noreste del estado de Baja California Sur, pertenece al municipio de Mulegé, sus coordenadas aproximadas son 27° 20'N y 112° 16'O (Fig. 3). Está ubicada en la región central-occidental del GC, esta zona se considera como mesotrófica debido a la distribución de la clorofila, donde ocurren procesos de mezcla causados por mareas y surgencias estacionales. Este proceso consiste en afloramiento costeros de agua profunda abundante en nutrientes que a su vez fomenta el desarrollo del plancton, impulsando la productividad primaria (Espinosa-Carreón *et al.*, 2007).



**Figura 3.** Ubicación del área de estudio: Santa Rosalía, Baja California Sur, México

## **5.1 Metodología**

### **5.1.1 Trabajo de Campo**

En total se recolectaron 202 organismos del pargo lunarejo y 478 del huachinango de forma mensual durante el periodo de junio 2016 a octubre 2017, por medio de la pesca ribereña que opera en Santa Rosalía, a través del uso de una red agallera, con las siguientes características: 10 m de largo y 3 m de caída, una luz de malla de 2.5 pulgadas. La red fue colocada al atardecer (18:00 horas) y removida al amanecer (6:00 horas), con un tiempo de operación de 12 a 13 horas. Los organismos capturados fueron etiquetados, guardados en bolsas plásticas y congelados hasta su procesamiento en el Laboratorio de Ecología de Peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México).

### **5.1.2 Trabajo de Laboratorio**

Los organismos de *L. guttatus* y *L. peru*, fueron separados por especie y posteriormente se tomaron las medidas morfométricas de cada organismo siendo estas la longitud total (LT) con un ictiómetro con precisión de ( $\pm 0.5$  mm) y el peso total (PT) con una balanza digital de precisión ( $\pm 0.01$  g).

Se realizó la separación de los organismos en las tres categorías de interés (sexo, tallas y temporadas climáticas). El sexo se determinó mediante observación macroscópica directa de las gónadas, con base a Nikolksy (1963), posteriormente los organismos fueron asignados de acuerdo con su coloración, en el caso de los machos las gónadas presentan coloración blanca acintada en contraste a una tonalidad anaranjada para las hembras.

Con base al registro en el registro de LT de ambas especies los lutjánidos fueron separados en tres grupos de tallas para poder realizar comparaciones entre ellos, esta separación se realizó por medio de intervalos continuos que permiten agrupar las observaciones por intervalos de clase, cumpliendo la

condición de que no deben traslaparse y a su vez abarcar todos los datos. Para dicha agrupación de implemento la regla de Sturges (Daniels, 1997).

$$k = 1 + 3.322 \log_{10} n$$

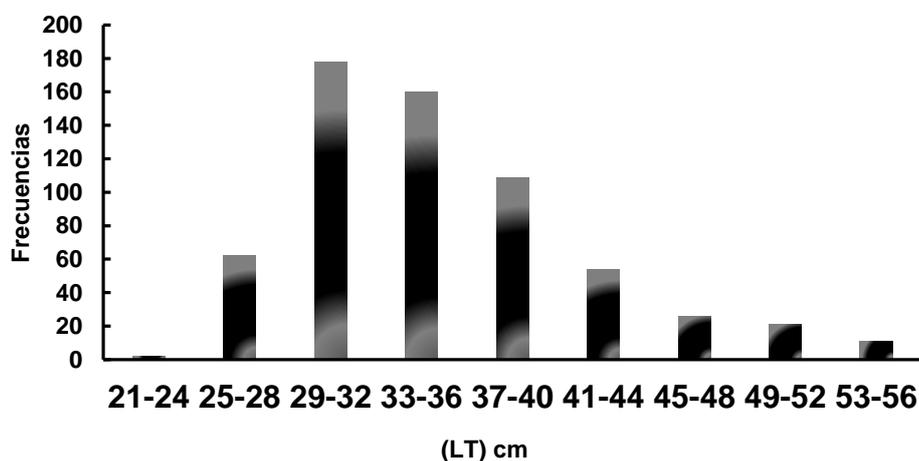
Donde:  $k$  = Número de intervalos de clase;  $n$  = Número de valores dentro del conjunto de datos.

Con la finalidad de que los intervalos de clase tuvieran la misma amplitud, se aplicó la siguiente formula (Daniels, 1997).

$$w = \frac{R}{k}$$

Donde:  $R$  = Diferencia entre la observación pequeña y grande dentro del conjunto de datos (ambas especies);  $k$  = número de intervalos de clase.

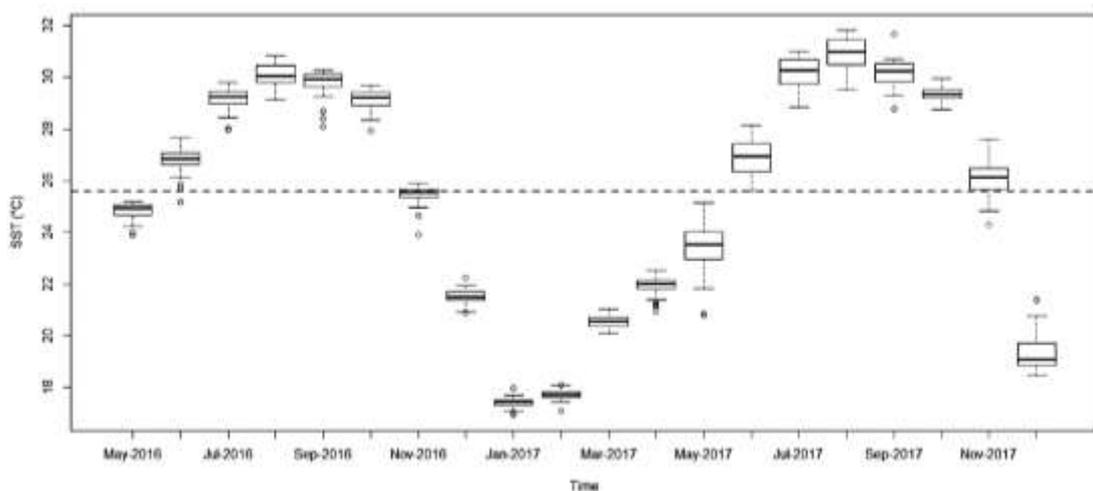
La LT registrada para *L. guttatus* abarcó un intervalo de 30 a 55 cm, mientras que en *L. peru* fue de 21 a 56 cm. La regla de Sturges permitió agrupar las tallas de la siguiente manera, el grupo 1 comprendió las tallas de 21 a 32 cm; el grupo 2 de 33-45 cm y el grupo 3 de 44 a 55 cm (Fig. 4).



**Figura 4.** Intervalos de talla presentes en ambas especies.

Las temporadas climáticas (verano, otoño, invierno y primavera) fueron determinadas a través del uso de imágenes satelitales obtenidas del sensor MODIS-Aqua, con 1.1. km de resolución. El promedio de la temperatura anual fue de 26°C. Con base en lo anterior, la temporada fría incluyó a las estaciones de invierno (diciembre 2016 y de enero a mayo

2017), y primavera (mayo a junio 2016), ya que obtuvieron valores menores al promedio. Por su parte, la temporada cálida abarcó aquellos meses con valores superiores al promedio incluyendo las estaciones de verano (julio – octubre para el 2016 y 2017), y de otoño los meses de noviembre de 2016 y 2017. Sin embargo, es importante mencionar que en las dos temporadas de transición (primavera y otoño), el número de estómagos se redujo considerablemente, lo que dificultó una correcta comparación entre los lutjánidos, razón por la cual se trabajó con dos temporadas (cálida y fría) y sus respectivos meses de transición (Fig. 5)



**Figura 5.** Temporada cálida y fría, para la zona de Santa Rosalía, BCS, México La línea punteada indica la temperatura promedio del año de muestreo (26°C). Los meses por arriba del promedio representan la temporada cálida y los que están por debajo la temporada fría.

## 5.2 Análisis de contenido estomacal

Una vez concluido el proceso de asignación de los organismos del pargo lunarejo y huachinango en las tres categorías previamente mencionadas (sexo, tallas y temporadas climáticas). El contenido estomacal fue separado, cuantificado y pesado, las presas fueron identificadas hasta el mínimo taxón posible utilizando claves especializadas. Para los peces con alta grado de digestión se emplearon las claves de Clothier & Baxter (1969), para otolitos los trabajos de García-Godos (2001); Mascareñas (2002); Díaz (2006) y para peces completos el trabajo de Fischer *et al.* (1995). En el caso de los picos de cefalópodos las claves de Wolf (1982); para crustáceos los trabajos de Brinton &

Townsend (1980), Fischer *et al.*, (1995) y Salgado & Hendrickx (2010), y para los eufáusidos el de Brinton & Townsend (1980).

Las curvas de tamaño mínimo de muestra se realizaron de forma general para cada especie al igual que entre sus categorías (sexo, tallas y temporadas climáticas), a través del Software EstimateS Versión 8.2.0. Esta curva permitió determinar el número de estómagos necesarios para caracterizar la dieta, ya que se basó en el índice de diversidad de Shannon-Weiner ( $H'$ ), y del número de estómagos de *L. guttatus* y *L. peru*. Como parte del cálculo de la curva, el coeficiente de variación (CV) indicó el número de estómagos óptimo para la correcta caracterización de la dieta de ambas especies, cuando este valor fue  $\leq 0.05$  (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003; Moreno-Sánchez *et al.*, 2019).

### 5.3 Análisis cuantitativo de la dieta

Para el análisis cuantitativo del espectro trófico del espectro trófico se utilizó el índice de importancia relativa presa específica (%PSIRI), propuesto por Brown *et al.*, (2012), el cual evita los errores y variaciones asociados al Índice de Importancia Relativa (%IIR) (Pinkas *et al.*, 1971), por medio de ajustes matemáticos a la fórmula. En él %PSIRI la abundancia específica de presas representa el porcentaje de abundancia numérica del ítem presa con un promedio basado en los estómagos en los que se registra (Amundsen *et al.*, 1996). Esto es posible gracias a la sustitución de porcentaje numérico (%N), del porcentaje gravimétrico (%W) y a la frecuencia de ocurrencia (%FO) por sus correspondientes porcentajes de abundancia específica de presa (%PN<sub>i</sub> y %PW<sub>i</sub>).

Porcentaje de presa específica (%PN<sub>i</sub>, %PW<sub>i</sub>):

$$\%PA_i = \frac{\sum_{j=1}^n A_{ij}}{n_i}$$

Porcentaje promedio de abundancia (%N<sub>i</sub>, %W<sub>i</sub>):

$$\%A_i = \frac{\sum_{j=1}^n \%A_{ij}}{n}$$

Frecuencia de ocurrencia (FO):

$$FO_i = \frac{n_i}{n}$$

Donde: %A<sub>i</sub>= abundancia (número o peso) de la categoría de presa *i* en el estómago *j*; *n<sub>i</sub>* = Número de estómagos con la presa *i*; *n* = Total de estómagos analizados.

Adicionalmente al implementar el %PSIRI, se aísla la predisposición del %IIR de sobre enfatizar las presas frecuentes y subestimar las presas raras con respecto al %FO.

$$\%PSIRI_i = \frac{\%FO_i \times (\%PN_i + \%PW_i)}{2}$$

Donde: %PSIRI = Índice de importancia relativa de presa específica; %FO = Porcentaje de ocurrencia; %PN = Porcentaje numérico de presa específico de presa.

De esta manera se calculó el %PSIRI para las dietas generales de cada lutjánido y para las categorías (sexo, grupos de tallas y temporadas climáticas).

### 5.3.1 Índice Estandarizado de Levin's

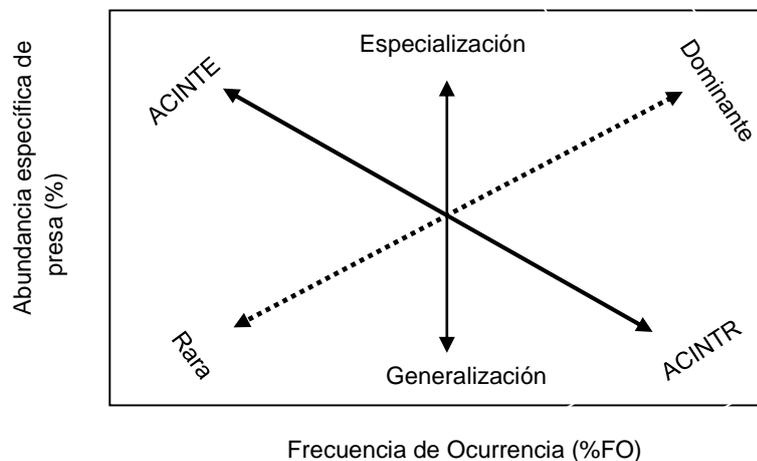
La amplitud de nicho trófico es un parámetro que intenta cuantificar la especialización de una especie dentro de un ambiente determinado (Krebs, 1999). Para cuantificar dicha amplitud en *L. guttatus*, *L. peru*, y entre sus diferentes categorías (sexo, grupo de tallas y temporada climática), se aplicó el Índice Estandarizado de Levin's (*B<sub>i</sub>*) (Hulbert, 1978), el cual toma como dato el número estandarizado del número de presas. Para expresar la amplitud del nicho trófico se utilizó la escala que va desde 0 (nicho reducido) hasta 1 (nicho amplio). Así, si los valores del índice son muy cercanos a 0 reflejan una estrategia especialista. Sin embargo, si dicho valor se acerca a 1 refleja una estrategia generalista.

$$B_i = \frac{1}{n-1} \left( \frac{1}{\sum_j p_{ij}^2} - 1 \right)$$

Donde:  $B_i$  = amplitud del nicho trófico;  $\sum_j p_{ij}^2$  = proporción de ( $j$ ) ítems presa en la dieta del depredador ( $j$ );  $n$  = número total de ítems presa en la dieta de cada lutjánido.

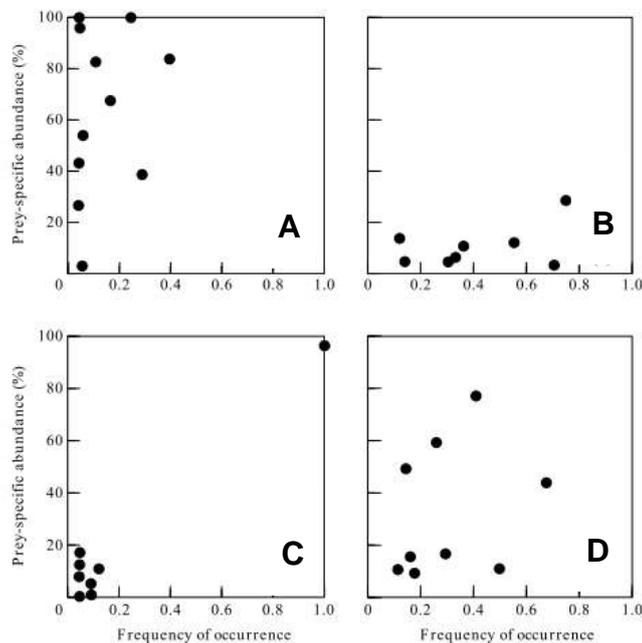
### 5.3.2 Gráfico de Costello

A partir de la gráfica de Costello modificada por Amundsen *et al.* (1996), se representó de forma gráfica los componentes en la dieta de *L. guttatus* y *L. peru*, mediante los valores de la frecuencia de ocurrencia (FO) con respecto a la abundancia específica de los ítems presa (%PNI) (Fig. 6). Las gráficas permitieron establecer los patrones de alimentación (estrategia) individual o poblacional de ambos lutjánidos y entre categorías (sexo, grupo de tallas y temporada climática).



**Figura 6.** Diagrama explicativo para la interpretación de la estrategia alimentaria. Eje central: estrategia alimentaria (especialista o generalista). Eje vertical acentuado: utilización del nicho trófico, señala un alto componente interespecífico (ACINTE) o alto.

Mediante la implementación de la Gráfica de Costello modificada por Amundsen *et al.*, (1996), fue posible obtener diferentes escenarios (Fig. 7).



**Figura 7.** Posibles escenarios de estrategias alimentarias. Tomado de Amundsen *et al.*, (1996).

Así, el primer escenario (Fig. 7A), indicaría una alta utilización de los recursos interespecíficamente, ya que la mayoría de los puntos (presas), se encontrarían hacia la esquina superior izquierda, es decir, los individuos estarían especializados en el consumo de diferentes ítems presa, y las categorías de alimentos serían consumidas por una fracción limitada de individuos.

En el segundo caso (Fig. 7B), se presentaría una alta utilización de los recursos intraespecíficamente. Las presas más importantes serán consumidas por más de la mitad de los individuos, pero su contribución a la dieta sería baja, lo que sugeriría una estrategia generalista.

El tercer caso (Fig. 7C), representaría una especialización hacia un tipo de presa, pero la ingesta de otras presas sería ocasional en algunos individuos. En el último escenario (Fig. 7D), se reflejarían una estrategia mixta, ya que se presentaría un grado variante de especialización y generalización en el consumo de diferentes tipos de presa.

### 5.3.3 Nivel Trófico

El nivel trófico de *L. guttatus* y *L. peru*, se determinó a partir de las presas registradas en cada depredador. Para esto se utilizó la ecuación de Christensen & Pauly (1992). Esta ecuación brinda información referente a la posición de los organismos dentro de una red trófica, por ejemplo, el primer eslabón conformado por detritus y productores primarios presenta un nivel trófico igual a 1, por su parte para los grupos restantes la posición trófica del depredador ( $i$ ), va a ser definido por medio de la suma de los niveles tróficos de las presas, multiplicado por la posición de dichas presas en la dieta de los depredadores.

$$NT_i = 1 + \sum_{ji}^n DC_{ij} * NT_j$$

Donde:  $NT_i$  = nivel trófico del grupo  $i$ ;  $D_{ij}$  = composición de la dieta, es decir es la proporción de presas ( $j$ ) en la dieta del depredador ( $i$ );  $NT_j$  = nivel trófico de las presas ( $j$ );  $n$  = número de grupos.

### 5.3.4 Análisis Multivariados

En lo que respecta al análisis de los datos, se aplicó un análisis de varianza multivariado basado en permutaciones (PERMANOVA, 1,000 permutaciones), con base en una matriz de distancias de disimilitud de Bray-Curtis usando los datos del número de individuos presa presente en cada estómago (N), con el fin de evaluar las diferencias potenciales en la dieta de ambos lutjánidos, así como en función del sexo, tallas y temporada (Anderson & Robinson, 2001; Moreno-Sánchez *et al.*, 2019). El análisis se realizó con el paquete *Vegan* (v. 2.5-5, Oksanen *et al.*, 2016), del software Rstudio.

## 5.4 Análisis de Isótopos Estables

Las muestras de músculo de *L. guttatus* y *L. peru* y de sus respectivas presas se limpiaron con agua des-ionizada para eliminar residuos que pudieran causar interferencia en la señal isotópica; luego se colocaron en viales de vidrio previamente esterilizados. La extracción de humedad del músculo se realizó con ayuda de una liofilizadora, a una temperatura promedio de -45°C y una presión de 0.120 mbar. Posteriormente el tejido liofilizado se pulverizó con ayuda de un mortero de ágata, hasta obtener un polvo muy fino. Se pesó de 0.8 a 1.2mg de muestra con ayuda de una micro balanza analítica con precisión de 0.001 mg y el material se colocó en microcápsulas de estaño de 8 x 5 mm.

En total se separaron 88 muestras de músculo 43 para *L. guttatus* y 45 para *L. peru*, las cuales incluyeron las tres categorías de interés (sexo, grupos de talla y temporadas climáticas). Las muestras fueron analizadas en el Centro de Isótopos Estables de la Universidad De Nuevo México (CSI) (EE. UU). Las razones isotópicas fueron cuantificadas en un espectrómetro de masas de razones isotópicas (EMRI 20-20 PDZ Europa, Sandbach, UK), con la finalidad de obtener las abundancias de isótopos estables de carbono y nitrógeno. La proporción de isótopos estables de un elemento se representaron a través de la notación delta ( $\delta$ ), con relación a un estándar, según la ecuación propuesta por DeNiro & Epstein (1981):

$$\delta X = \frac{R_{muestra} - R_{estandar}}{R_{estandar}} * 1000$$

Dónde:  $X$  = Diferencia en la composición isotópica de la muestra y el estándar;  $R_{muestra}$  = Relación entre el isótopo pesado sobre el isótopo liviano de las muestras de músculo de los depredadores y sus presas.

Las unidades de medida se expresan en partes por mil (‰) y los estándares internacionalmente reconocidos para estos elementos fueron los de Pee Dee Belenmita (PDB), para el carbono con valor de 0.011 ‰ y del nitrógeno atmosférico  $N_2$  con valor de 0.004 ‰.

#### 5.4.1 Amplitud y traslapo trófico

La amplitud del nicho, así como, el posible traslape trófico entre especies, sexos, grupos de talla y temporadas climáticas, se obtuvieron por medio del método SIBER (Stable Isotope Bayesian Ellipses in R) de la paquetería SIAR en Rstudio (Jackson *et al.*, 2011; Parnell & Jackson, 2013). Este análisis provee de elipses bayesianas bivariadas ( $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ ), calculadas a través de una matriz de covarianza que define la forma y área de las elipses corregidas (SEAc) (Jackson *et al.*, 2011). Adicionalmente, con este método se estimó el porcentaje de traslape entre las elipses. Cuando los valores son cercanos a 1 se considera un traslape alto.

#### 5.4.2 Estimación de nivel trófico

El nivel trófico (TL) de *L. guttatus* y *L. peru* se determinó con base en las señales isotópicas de  $\delta^{15}\text{N}$ , de acuerdo con la ecuación establecida por Post (2002):

$$TL = \lambda + \frac{\delta^{15}\text{N}_{\text{DEPREDADOR}} - \delta^{15}\text{N}_{\text{BASE}}}{\Delta n}$$

Donde:  $\lambda$  = posición trófica de la presa (2);  $\delta^{15}\text{N}_{\text{depredador}}$  = promedio de la determinación  $\delta^{15}\text{N}$  para los depredadores *L. guttatus* y *L. peru*;  $\delta^{15}\text{N}_{\text{base}}$  = Promedio de determinación  $\delta^{15}\text{N}$  para la presa base, en el presente estudio dicha presa fue un eufáusido (*Nyctiphanes simplex*);  $\Delta n$  = valor teórico de enriquecimiento en  $^{15}\text{N}$  en la cadena trófica por cada nivel trófico, el valor de referencia usado fue de  $\Delta n = 2.3\text{‰}$  (McCutchan *et al.*, 2003).

#### 5.4.3 Modelos de Mezcla (SIMMR)

El análisis de la composición isotópica de los consumidores y sus presas permitió estimar aquellos recursos mejor asimilados por cada depredador, gracias a la aplicación de modelos mixtos bayesianos, los cuales asocian la composición isotópica de los consumidores (*L. guttatus*, y *L. peru*), sus presas y

el factor de discriminación entre ambos (fraccionamiento isotópico) (McCutchan *et al.*, 2003; Phillips, 2012).

Con el fin de amortiguar los errores en las firmas isotópicas obtenidas de las presas analizadas en el presente estudio, se optó por utilizar datos publicados de  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ , para dichas presas en el Golfo de California (Tripp-Valdez *et al.*, 2009; Aurióles-Gamboa *et al.*, 2017), y así estimar con base en esta información, aquellas presas que pudieran ser las mejor asimiladas por cada depredador.

Es importante recalcar que dichos valores, fueron tomados de aquellas presas que fueron encontradas en los contenidos estomacales y de zonas geográficas dentro del Golfo de California. Finalmente, los modelos de mezcla se realizaron con el paquete SIMMR (Parnell & Inger, 2019), en el software Rstudio.

## **6. Resultados**

### **6.1 Análisis de Contenido Estomacal**

#### **6.1.2 Análisis general de la dieta**

Un total de 187 individuos de *Lutjanus guttatus* fueron analizados, los cuales presentaron una longitud total (TL) que osciló entre 29 y 55 cm, con un peso total (PT) de 290 a 2.280 g. Del total analizado, 124 pertenecieron a hembras, con una LT entre 30 y 55 cm y un PT de 290 a 2.280 g, 23 a machos con LT de 29 a 54 cm y PT de 340 a 1.845 g.

Para *Lutjanus peru*, se analizaron un total de 367 individuos, los cuales oscilaron entre 21 y 56 cm LT y de 215 a 1,920 g. De este total, 225 fueron hembras con LT entre 22 y 56 cm y de 215 a 1,920 g (PT), 172 fueron machos los cuales oscilaron entre 21 y 56 cm LT y pesaron de 270 a 1.910 g.

En cuanto al grupo de tallas, 204 fueron del grupo 1 con LT entre 21 y 32 cm y con peso de 215 a 510 g, 163 del grupo 2 que oscilaron entre 33 - 44 cm LT y 385 a 1,085 g, y 30 individuos del grupo 3 con LT entre 45 y 56 cm, y pesaron de 740 a 1,920 g. Finalmente, durante la temporada cálida se capturaron

244 ejemplares que oscilaron entre 25 y 50 cm LT y de 215 a 1.460 g, y para la temporada fría se analizaron 105 individuos entre 21 y 56 cm LT, con peso entre 225 y 1,920 g (PT) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Matriz general del número de individuos capturados para *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru* por cada categoría.

Categoría	<i>L. guttatus</i>			<i>L. peru</i>		
	n	LT (cm)	PT (g)	n	LT (cm)	PT (g)
<b>General</b>	187	29-55	290-2280	397	21-56	215-1920
<b>Hembra</b>	124	30-55	290-2280	225	22-56	215-1920
<b>Macho</b>	63	29-54	340-1845	172	21-55	270-1910
<b>Grupo 1</b>	22	21-32	290-620	204	21-32	215-510
<b>Grupo 2</b>	139	33-44	360-1230	163	33-44	385-1085
<b>Grupo 3</b>	26	45-56	360-2280	30	45-56	740-1920
<b>Cálida</b>	82	29-55	290-2280	244	25-50	215-1460
<b>Fría</b>	105	30-50	215-1375	153	21-56	225-1920

## 6..2 Curva de diversidad acumulada

La composición de las dietas del pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) y el huachinango del Pacífico (*Lutjanus peru*), fueron determinadas a partir de un total de 187 y 387 estómagos, respectivamente.

La curva de diversidad acumulada para *L. guttatus* alcanzó su asíntota a los 88 estómagos, mientras que para *L. peru* a los 376 (CV:  $\leq 0.05$ ). Esto indicó que el número de estómagos analizados para ambos pargos fue suficiente para caracterizar sus interacciones tróficas, a excepción del grupo 1 en *L. guttatus* por el número reducido de estómagos (Tabla 2 ).

**Tabla 2.** Tamaño mínimo de muestra para *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru* recolectados en Santa Rosalía Baja California Sur, México. N<sub>s</sub>: número de estómagos analizados; N<sub>sm</sub>: número mínimo de estómagos necesarios; CV: coeficiente de variación.

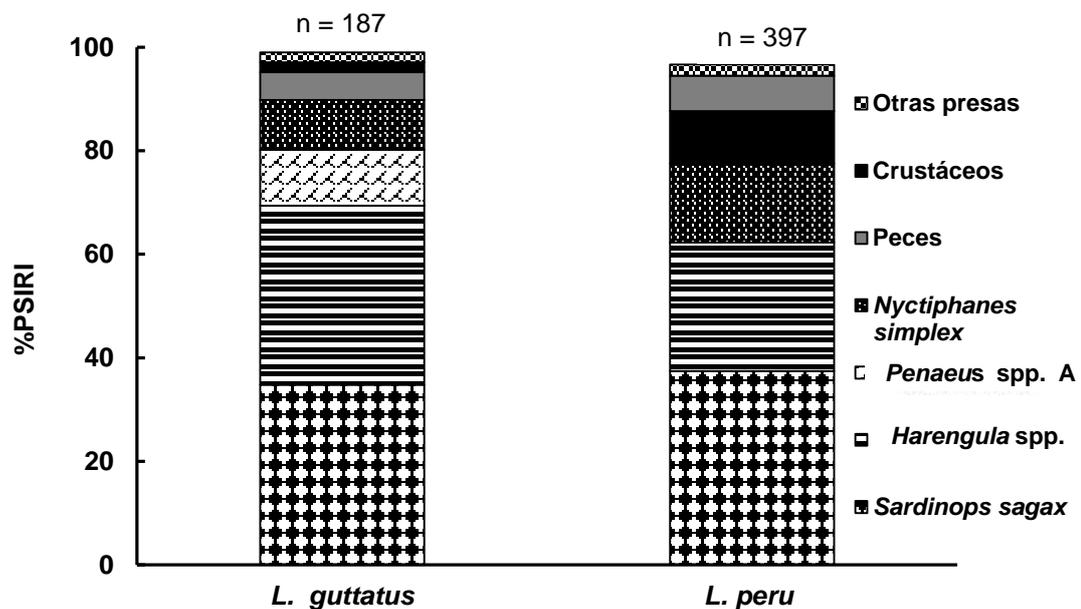
Categoría	<i>L. guttatus</i>		<i>L. peru</i>		CV
	N <sub>s</sub>	N <sub>sm</sub>	N <sub>s</sub>	N <sub>sm</sub>	
<b>General</b>	187	88	397	63	0.05
<b>Hembra</b>	124	58	225	56	0.05
<b>Macho</b>	63	61	172	54	0.05
<b>Grupo 1</b>	22	-	204	53	0.05
<b>Grupo 2</b>	139	64	163	54	0.05
<b>Grupo 3</b>	26	22	30	26	0.05

Cálida	82	63	244	60	0.05
Fría	105	81	153	43	0.05

### 6.3 Análisis cuantitativo de las dietas (%PSIRI)

#### 6.3.1 General

Por medio del contenido estomacal de los 187 estómagos analizados, el espectro de *L. guttatus* estuvo integrado por 28 ítems presa, de acuerdo con el %PSIRI, las presas más importantes para esta especie fueron *Sardinops sagax* (34.78%) y *Harengula* spp. (34.61%), seguido por *Penaeus* spp. A (10.81%) y *Nyctiphanes simplex* (9.66%). En el caso de *L. peru* de los 397 estómagos analizados, el espectro estuvo integrado por 30 ítems presa. Las presas más importantes fueron *S. sagax* (37.42%) y *Harengula* spp. (24.92%), seguida por *N. simplex* (15.20%) (Tabla 3, Fig. 8).



**Figura 8.** Principales ítems presa en la dieta general de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*, de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (PSIRI).

Al evaluar la dieta general se observó que ambas especies consumieron las mismas presas principales (*S. sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex*), las cuales aportaron casi un 80% a cada lutjánido. No obstante, a pesar de esta alta

contribución, las dietas presentaron diferencias significativas (PERMANOVA  $F=3.98$ ,  $p < 0.05$ ). Esta diferencia estadística se presentó por dos motivos, el primero se relacionó con las presas principales las cuales fueron consumidas en diferentes proporciones por cada lutjánido, y el segundo, debido al consumo y aportación de las presas secundarias.

Las presas secundarias consumidas por *L. guttatus* incluyeron otros peces (*Acanthurus* spp., *Sebastes* spp., *Ophistomena libertate*, *Benthoosema panamense*, *Achirus* spp.), crustáceos (*Sicyonia disedwardsi*, *Munida tenella*, *Callinectes* spp.) y otras presas (Poecilostomatoida, *Loligo* spp., *Salpa* spp.). Mientras que *L. peru* consumió peces de la familia Mycthopidae (*Benthoosema panamense*, *Diaphus* spp., *Triphoturus* spp.), otros peces (*Mugil* spp., *Engraulis mordax*, *Prionotus* spp.), crustáceos (*Portunus xantusii*, *Munida tenella*, *Squilla bigelowi*, *Squilla tiburonensis*) y finalmente otras presas (*Loligo* spp., *Octopus* spp., *Salpa* spp.).

**Tabla 3.** Espectro trófico de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru* en Santa Rosalía, BCS, México. Se representan los porcentajes presa específicos (PN; PW), la frecuencia de aparición (FO), y el índice de importancia presa específica (%PSIRI) y el número de presas (N).

		<i>Lutjanus peru</i>											
		NECP	NECI	FO	PN	PW	%PSIRI	NECP	NECI	FO	PN	PW	%PSIRI
<b>MOLLUSCA</b>	<b>Bivalvia</b>	187	1	0.01	14.29	33.33	0.13	397	1	0.0	33.	50	0.10
											1	33	
	<b>Gastropoda</b>	187	1	0.01	14.29	41.67	0.15	397	1	0.0	50	4.35	0.07
											1	50.9	1
	<b>Cephalopoda</b>							397	4	0.0	37.	5	
											2	70	
		187	1	0.01	100	100	0.53	397	1	0.0	33.	33.3	0.08
											1	33	3
<b>ARTHROPODA</b>	<b>Copepoda</b>	187	2	0.01	64.29	50	0.61						
	<b>Euphausiacea</b>	187	24	0.13	86.42	64.13	9.66	397	80	0.2	87.	63.5	15.20
											0	28	7
	<b>Decapoda</b>	187	1	0.01	50	80	0.35	397	24	0.0	57.	60.5	3.57
											6	46	6
											29	48.	47.2
											7	37	6
											11	70.	65.8
											2	45	4
		187	1	0.01	100	100	0.53	397	2	0.0	50.	75	0.32
											1	70	
											2	28.	59.1
											1	33	4
		187	26	0.14	83.33	72.15	12.81	397	2	0.0	23.	37.5	0.20
											1	81	0
											1	25.	9.09
											1	00	0.04
	<b>Stomatopoda</b>	187	2	0.01	47.13	38.33	0.46						
								187	2	0.0	55.	53.5	0.58
											1	56	7
								397	2	0.0	62.	86.3	0.37
											1	50	6
								397	1	0.0	25.	40	0.08
											1	00	
	<b>Isopoda</b>	187	1	0.01	50	4.76	0.15	397	1	0.0	8.3	16.6	0.03
											1	3	7
											1	50	51.2
								397	1	0.0	50	51.2	0.13
	<b>Amphipoda</b>										1	8	

**Tabla 4.** Espectro trófico de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru* en Santa Rosalía, BCS, México. Se representan los porcentajes presa específicos (PN; PW), la frecuencia de aparición (FO), y el índice de importancia presa específica (%PSIRI) y el número de presas (N).

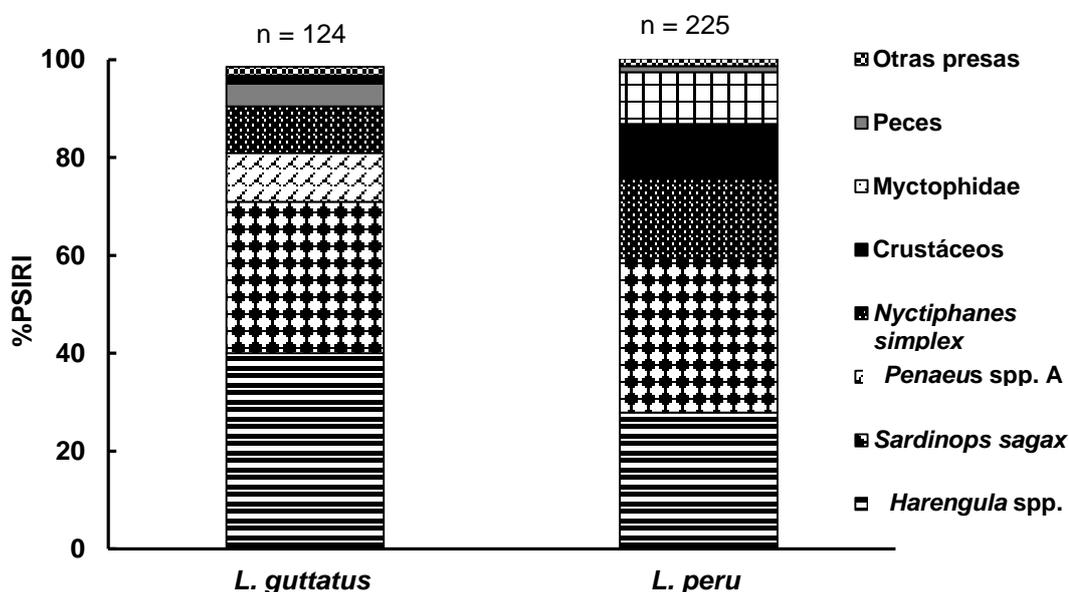
CHORDATA	Perciformes	<i>Lutjanus guttatus</i>							<i>Lutjanus peru</i>						
		NECP	NECI	FO	PN	PW	%PSIRI	NECP	NECI	FO	PN	PW	%PSIRI		
	<i>Sardinops sagax</i>	187	74	0.40	84.04	91.76	34.78	397	120	0.42	86.07	91.86	37.42		
	<i>Harengula</i> spp.	187	69	0.37	92.79	94.79	34.61	397	114	0.29	83.27	90.31	24.92		
	<i>Opisthonema libertate</i>	187	2	0.01	75	27	0.55	397	1	0.01	71.43	50	0.15		
	<i>Acanthurus</i> spp.	187	1	0.01	100	100	0.53								
	<i>Diaphus</i> spp.	187	1	0.01	100	100	0.53	397	1	0.01	33.33	5.56	0.05		
	<i>Mugil curema</i>	187	1	0.01	100	100	0.53								
	<i>Sebastes</i> spp.	187	1	0.01	100	100	0.53								
	<i>Myctophidae</i>	187	1	0.01	100	98.28	0.39	397	25	0.06	60.90	57.54	3.15		
	<i>Scorber japonicus</i>	187	1	0.01	100	54.39	0.41	397	1	0.01	100	100	0.25		
	<i>Scorpaenodes</i> spp.	187	1	0.01	100	50	0.40								
	<i>Achirus</i> spp.	187	1	0.01	50	50	0.17								
	<i>Benthoosema panamense</i>	187	1	0.01	50	50	0.17	397	20	0.05	73.00	66.45	3.51		
	<i>Triphoturus</i> spp.	187	1	0.01	50	50	0.17	397	12	0.03	42.81	71.65	1.30		
	<i>Engraulis mordax</i>	187	1	0.01	25	73	0.26	397	3	0.01	50	50	0.38		
	<i>Ophichthus</i> spp.	187	1	0.01	50	20	0.19								
	<i>Ophioblennius</i> spp.	187	1	0.01	33.33	1.45	0.09								
	<i>Mugil</i> spp.							397	2	0.01	66.67	100	0.42		
	<i>Prionotus</i> spp.							397	2	0.01	50.33	75	0.32		
	<i>Chromis atrilobata</i>							397	1	0.01	50.00	20	0.09		
	<i>Cirrhitichthys</i> spp.							397	2	0.01	62.50	83.33	0.37		

**Tabla 5.** Nivel trófico y hábitat de los ítems presa consumidos por *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*.

			<b>NT</b>	<b>Hábitat</b>	<b>Referencia</b>	
<b>MOLLUSCA</b>	<b>Bivalvia</b>	<i>Chione spp.</i>	2.4	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
	<b>Gastropoda</b>	<i>Parvanachis spp.</i>	2	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
	<b>Cephalopoda</b>	<i>Loligo spp.</i>	2.9	Pelágico	Morales-Zárate et al. (2004)	
<b>ARTHROPODA</b>		<i>Octopus spp.</i>	2.9	Demersal	Morales-Zárate et al. (2004)	
	<b>Copepoda</b>	<i>Poecilostomatoida</i>	2.4	Cost-Pelag	Zetina et al. (2003)	
	<b>Euphausiacea</b>	<i>Nyctiphanes simplex</i>	2.2	Cost-Pelag	Morales-Zárate et al. (2004)	
	<b>Decapoda</b>	<i>Munida tenella</i>	2.5	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<i>Portunus xantusii</i>	2.6	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<i>Resto crustáceos</i>	2.5	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<i>Sicyonia disedwardsi</i>	2.5	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<i>Penaeus spp. B</i>	2.7	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<i>Penaeus spp. A</i>	2.4	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<i>Pleuroncodes planipes</i>	2.6	Pelágico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<i>Callinectes spp.</i>	3	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
		<b>Stomatopoda</b>	<i>Squilla spp.</i>	3.3	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)
			<i>Squilla bigelowi</i>	3.3	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)
	<i>Squilla tiburonensis</i>		3.3	Bentónico	Morales-Zárate et al. (2004)	
	<b>CHORDATA</b>	<b>Perciformes</b>	<i>Sardinops sagax</i>	2.4	Cost-Pelag	Dambacher et al. (2010)
<i>Harengula spp.</i>		2.9	Pelágico	Estupiñan-Montaño et al. (2019)		
<i>Opisthonema libertate</i>		2.9	Pelágico	Zetina et al. (2003)		
<i>Acanthurus spp.</i>		2.2	Demersal	Estupiñan-Montaño et al. (2019)		
<i>Diaphus spp.</i>		3	Mesopelágico	Dambacher et al. (2010)		
<i>Mugil curema</i>		2	Costero	Fishbase		
<i>Sebastes spp.</i>		3.5	Demersal	Fishbase		
<i>Myctophidae</i>		3	Mesopelágico	Dambacher et al. (2010)		
<i>Scomber japonicus</i>		3	Pelágico	Dambacher et al. (2010)		
<i>Scorpaenodes spp.</i>		3	Demersal	Fishbase		
<i>Achirus spp.</i>		3.2	Demersal	Fishbase		
<i>Benthoosema panamense</i>		3	Mesopelágico	Dambacher et al. (2010)		
<i>Triphoturus spp.</i>		3	Mesopelágico	Dambacher et al. (2010)		
<i>Engraulis mordax</i>		2.7	Pelágico	Estupiñan-Montaño et al. (2019)		
<i>Ophichthus spp.</i>		2.4	Bentónico	Estupiñan-Montaño et al. (2019)		
<i>Ophioblennius spp.</i>	2.7	Bentónico	Fishbase			
<i>Mugil spp.</i>	2	Costero	Fishbase			
<i>Prionotus spp.</i>	3.5	Costero	Fishbase			
<i>Chromis atrilobata</i>	3.4	Costero	Fishbase			
<i>Cirrhichthys spp.</i>	4	Costero	Fishbase			

### 6.3.2 Hembras

Por medio del análisis de 124 estómagos se observó que el espectro trófico de *L. guttatus* estuvo integrado por 20 ítems presa. De acuerdo con el %PSIRI, las presas principales fueron: *Harengula* spp. (40.04%), *S. sagax* (30.90%), *Penaeus* spp. A (9.98%) y *N. simplex* (9.95%). Para *L. peru*, de los 225 estómagos analizados se identificaron 24 ítems presa, de acuerdo con el %PSIRI, las presas principales fueron: *S. sagax* (31.55%), *Harengula* spp. (27.89%) y *N. simplex* (16.19%) (Fig. 9).



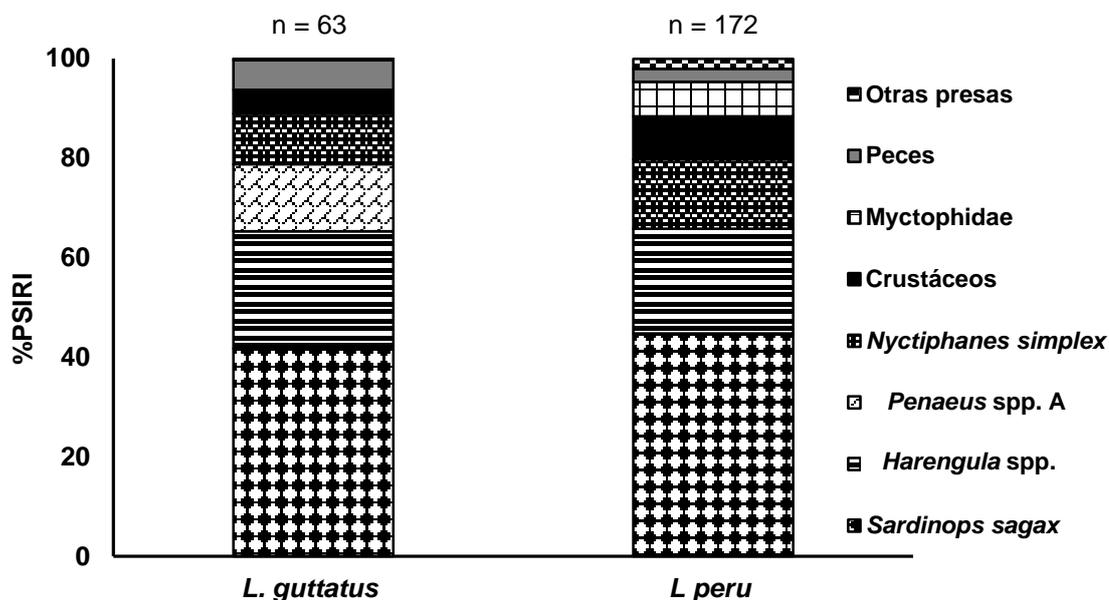
**Figura 9.** Principales ítems presa en la dieta de las hembras de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*, de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (PSIRI).

El análisis de las dietas para la categoría de hembras señaló que, ambas especies consumieron las mismas presas principales (*S. sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex*), las cuales aportaron con más del 70% a cada especie. No obstante, las dietas presentaron diferencias significativas (PERMANOVA  $F = 4.15$ ,  $p < 0.05$ ). Esta diferencia se presentó por dos motivos, el primero se relacionó con las presas principales las cuales fueron consumidas en diferentes proporciones por cada lutjánido, y el segundo, debido al consumo y aportación de las presas secundarias.

Al evaluar las dietas de cada especie, las presas secundarias en la dieta de *L. guttatus* incluyeron: otros peces (*Achirus* spp., *S. japonicus*, *Mugil curema*, *Ophioblennius* spp.), crustáceos (*Squilla* spp. y *Callinectes* spp.) y otras presas (*Loligo* spp., *Chione* spp. y *Salpa* spp.). Por su parte, *L. peru* consumió peces de la familia Myctophidae (*B. panamense*, *Triphoturus* spp. y *Diaphus* spp.), otros peces (*E. mordax*, *O. libertate*, *S. japonicus*), crustáceos (*P. xantusii*, *S. bigelowi*, *Penaeus* spp. B), y otras presas (Amphipoda, *Parvanachis* spp., *Salpa* spp.).

### 6.3.3 Machos

A partir de los 63 estómagos analizados de *L. guttatus* se lograron identificar 13 ítems presa. El %PSIRI determinó que las presas más importantes fueron *S. sagax* (44.78%), *Harengula* spp. (21.02%), *Penaeus* spp. A (13.92%) y *N. simplex* (10.13%). En los 172 estómagos analizados de *L. peru*, el espectro trófico estuvo integrado por 24 ítems presa. De acuerdo con el %PSIRI, las presas principales fueron *S. sagax* (44.78%), *Harengula* spp. (23.53%) y *N. simplex* (13.92%) (Fig. 10).

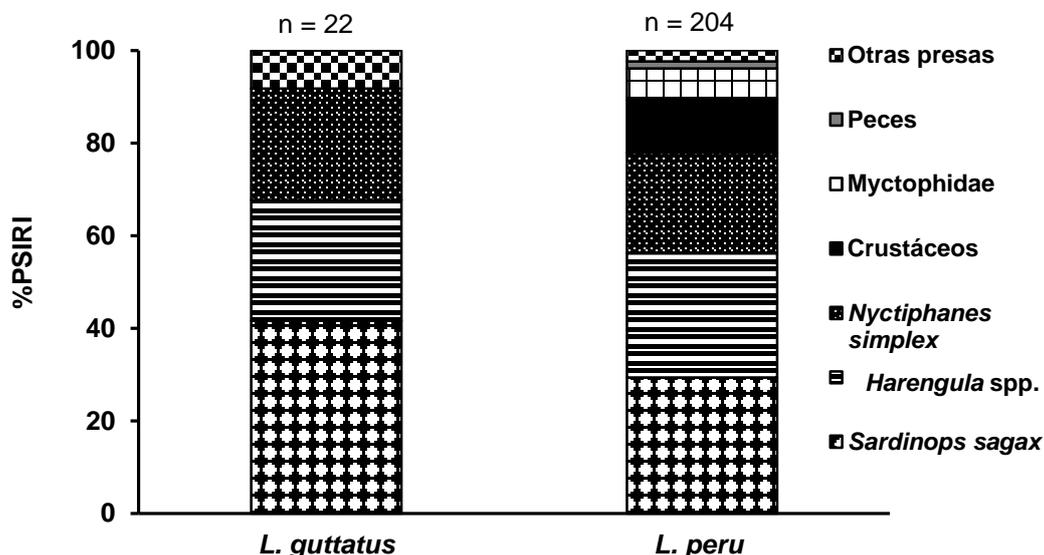


**Figura 10.** Principales ítems presa en la dieta de los machos de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*, de acuerdo con el Índice de Importancia Relativa Presa Específica (PSIRI).

El análisis de las dietas para la categoría de machos mantuvo la importancia de *S. sagax*, *Harengula* s. y *N. simplex*, como las presas principales para ambas especies, representando más del 70. De acuerdo con el análisis comparativo, las dietas presentaron diferencias significativas (PERMANOVA  $F = 8.79$ ,  $p < 0.05$ ). Esta diferencia señaló el consumo y aportación diferencial de las presas principales en la dieta de cada lutjánido. Adicionalmente, se observó la importancia que presentan las presas secundarias en cada dieta. En el caso de *L. guttatus*, el consumo de otros peces (*Acanthurus* spp., *O. libertate*, *Sebastes* spp., *E. mordax*), crustáceos (*S. dlsedwardsi* y *M. tenella*) y otras presas (Poecilostomatoida, *Parvanachis* spp.) Mientras que, *L. peru* consumió especies de la familia Myctophidae (*B. panamense* y *Triphoturus* spp.) otros peces (*Oxycephalus* spp., *Mugil* spp., *S. japonicus*), crustáceos (*M. tenella*, *S. bigelowi*, *Penaeus* spp. B) y otras presas (Amphipoda, *Loligo* spp., *Parvanachis* spp.).

### 6.3.4 Grupo 1

Por medio del análisis de 22 estómagos se observó que el espectro trófico de *L. guttatus* estuvo integrado por 6 ítems presa. El %PSIRI, determinó que las presas más importantes fueron *S. sagax* (41.62%), *Harengula* spp. (26.09%) y *N. simplex* (24.09%). En el caso de *L. peru*, el análisis de 204 estómagos permitió identificar 24 ítems presa. Por medio del %PSIRI, se determinó a las presas principales, siendo estas *S. sagax* (29.34%), *Harengula* spp. (26.85%) y *N. simplex* (21.73%) (Fig.11).

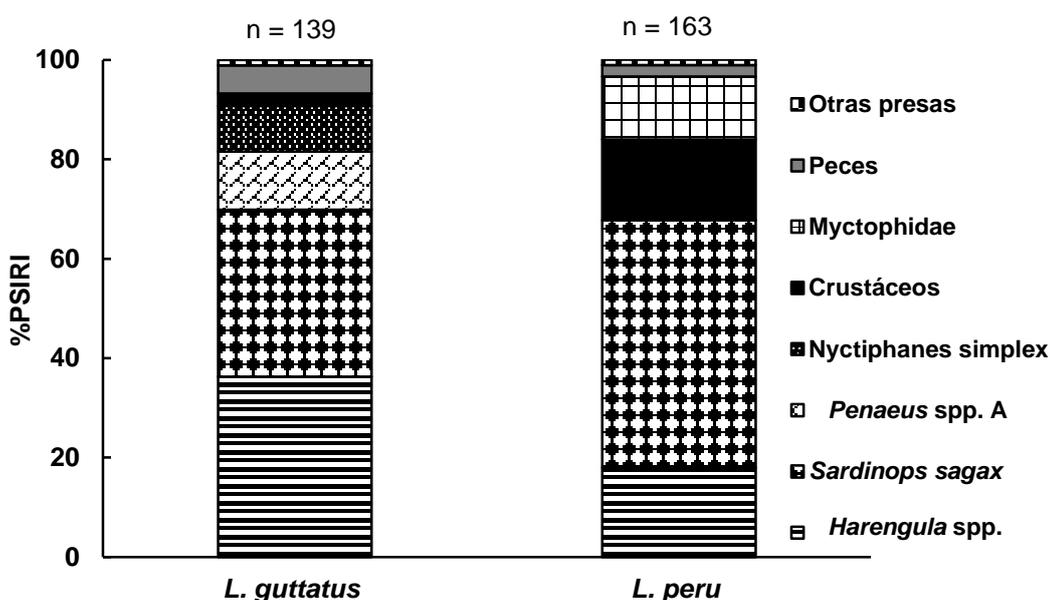


**Figura 11.** Principales ítems presa en la dieta del grupo 1 de *Lutjanus guttatus* (21-32cm; 290-620g) y *Lutjanus peru* (21-32 cm; 215-510 g) de acuerdo con el Índice de Importancia Presa Específica (PSIRI).

Al evaluar las dietas del grupo 1 se observó que *S. sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex*, presentaron un porcentaje de aportación del 90% en *L. guttatus* y del 80% en *L. peru*. El PERMANOVA determinó que no existen diferencias significativas entre las dietas ( $F = 2.34, p < 0.05$ ). No obstante, las presas secundarias para cada especie fueron distintas, *L. guttatus* consumió *Loligo* s. y *Chione* spp, mientras que, *L. peru* presentó la aportación de la familia Myctophidae (*B. panamense*, *Diaphus* spp. y *Triphoturus* spp.), otros peces (*Prionotus* spp., *E. mordax*, *Chromis atrilobata*), crustáceos (*S. bigelowi*, *S. disedwardsi*, *Penaeus* spp. B) y otras presas (*Loligo* spp., Amphipoda, *Salpa* spp.).

### 6.3.5 Grupo 2

Al analizar los 139 estómagos de *L. guttatus* se logró identificar 22 ítems presa, por medio del %PSIRI, se determinó que las presas principales fueron *Harengula* spp. (33.36%), *S. sagax* (33.59%), *Penaeus* spp. A (11.73%) y *N. simplex* (9.14%). En el caso de *L. peru* se analizaron 163 estómagos y un espectro trófico integrado por 24 ítems presa, de acuerdo con el %PSIRI, las presas principales fueron *S. sagax* (49.79%) y *Harengula* spp. (17.95%) (Fig. 12).



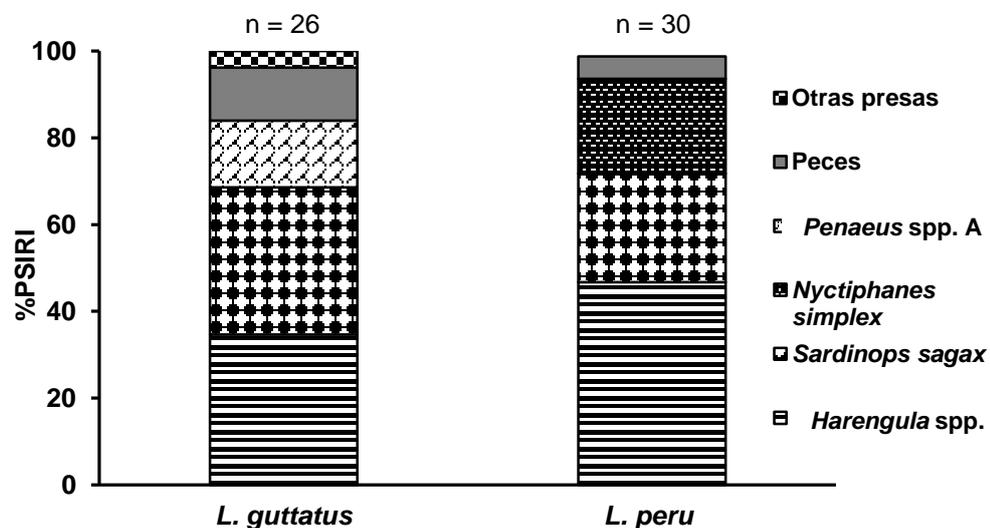
**Figura 12.** Principales ítems presa en la dieta del grupo 2 de *Lutjanus guttatus* (33-44 cm; 360-1,230 g) y *Lutjanus peru* (33-44 cm; 385-1,085 g) de acuerdo con el índice de importancia relativa pesa específica (PSIRI).

El análisis de las dietas del grupo 2 señaló que el consumo de *S. sagax*, y *Harengula* s. representó aproximadamente el 70% en ambas especies. Por medio del análisis PERMANOVA se observaron diferencias significativas entre las dietas ( $F = 9.52, p < 0.05$ ). Esta diferencia señala el porcentaje de aportación y consumo diferencial de las presas principales por cada lutjánido, además de la composición y aportación de las presas secundarias.

Las presas secundarias consumidas por *L. guttatus* incluyeron a la familia Myctophidae, otros peces (*O. libertate*, *Acanthurus* spp., *Achirus* spp), crustáceos (*N. simplex*, *Squilla* spp., *S. disedwardsi*, *Callinectes* spp., *M. tenella*), y otras presas (*Salpa* s., Poecilostomatoida, *Parvanachis* spp.). Por su parte *L. peru* se alimentó de Myctophidae (*B. panamense* y *Triphoturus* spp), otros peces (*Mugil* s., *S. japonicus*, *Oxycyphalus* spp.), crustáceos (*P. xantusii*, *Penaeus* spp. B, *M. tenella*), y otras presas (*Loligo* spp., *Octopus* spp. y *Parvanachis* spp.).

### 6.3.6 Grupo 3

Por medio del análisis de 26 estómagos de *L. guttatus*, se logró identificar 8 ítems presa, por medio del %PSIRI, se determinó que las presas principales fueron *S. sagax* (34.62%), *Harengula* spp. (33.95%), *Penaeus* spp. A (15.38%). Mientras que para *L. peru*, se analizaron 30 estómagos, lográndose identificar 5 ítems presa, de los cuales las principales presas fueron *Harengula* spp. (46.73%), *S. sagax* (25%) y *N. simplex* (21.89%) (Fig. 13).



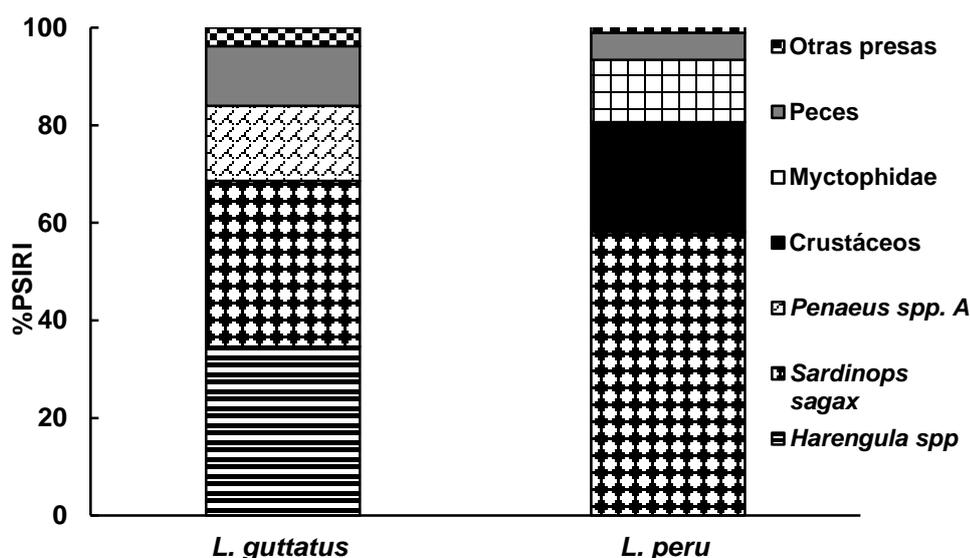
**Figura 13.** Principales ítems presa en la dieta del grupo 3 de *Lutjanus guttatus* (45-56 cm; 360-2,280 g) y *Lutjanus peru* (45-56 cm; 740-1,920 g) de acuerdo con el índice de importancia presa específica (PSIRI).

Al analizar la dieta del grupo 3, se observó que las presas principales se mantuvieron constantes en los tres grupos de talla, sin embargo, para esta categoría el consumo de *S. sagax* y *Harengula* spp. represento el 70% en ambas especies. Por medio del análisis PERMANOVA, no se observaron diferencias significativas ( $F = 2.52, p > 0.05$ ). A pesar de que la aportación de las presas principales fue similar, las presas secundarias fueron distintas en cada lutjánido,

En el caso de *L. guttatus* se observó el consumo de otros peces (*S. japonicus*, *Scorpaenodes* spp., *Sebastes* spp., *Ophioblennius* spp.) y otras presas (Poecilostomatoida). Mientras que en *L. peru* consumió otros peces (Myctophidae y *E. mordax*).

### 6.3.7 Temporada Cálida

Del análisis de 82 estómagos de *L. guttatus*, se identificaron 20 ítems presa. De acuerdo con el %PSIRI, las presas más importantes fueron *Harengula* spp. (34.62%), *S. sagax* (33.95%) y *Penaeus* spp. A (15.38%). Por su parte se analizaron 244 estómagos de *L. peru*, con una dieta integrada por 20 ítems presas. De acuerdo con el %PSIRI, las presas principales fueron *S. sagax* (58.13%) y el grupo de crustáceos (22%) (Fig. 14).



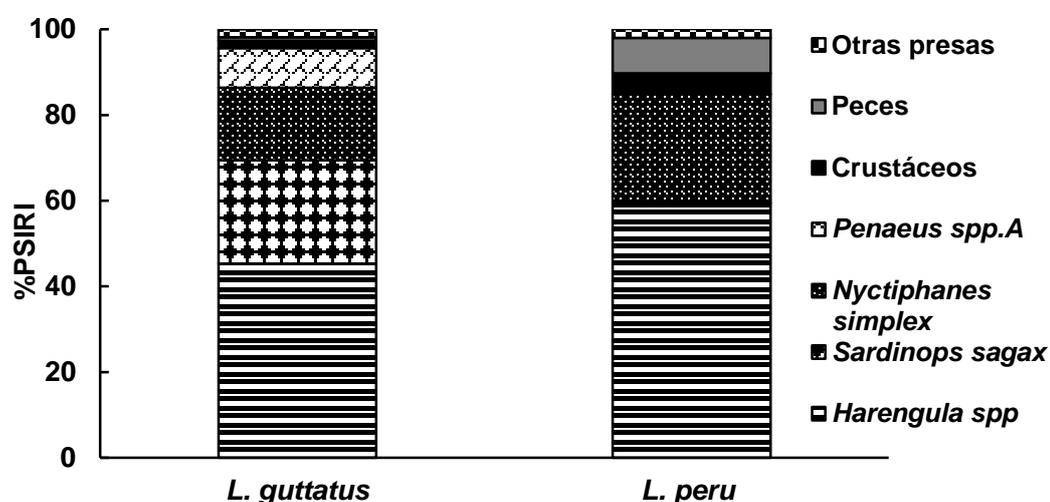
**Figura 14.** Principales ítems presa durante la temporada cálida (jun-oct 2016; jun-nov 2017) de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*, de acuerdo con el índice de importancia relativa presa específica (PSIRI).

Durante la temporada cálida se observaron diferencias significativas entre las dietas (PERMANOVA  $F = 9.05$ ,  $p < 0.05$ ). Esta diferencia se relacionó con la proporción de *S. sagax* en cada dieta, siendo esta más representativa en *L. peru*. Por otra parte, el aporte y composición de las presas secundarias fue diferente para cada pargo.

En el caso de *L. guttatus* se registró el consumo de otros peces (*O. libertate*, *Acanthurus* spp., *M. curema*, *S. japonicus*, *Scorpaenodes* spp. *B. panamense*, *Triphoturus* spp.), crustáceos (*Squilla* spp., *Callinectes* spp. y *N. simplex*), y otras presas (Poecilostomatoida). Mientras que, *L. peru* se alimentó de la familia Myctophidae (*B. panamense*, *Diaphus* spp. y *Triphoturus* spp.), otros peces (*Mugil* spp., *Oxycephalus* s., *E. mordax*, *Prionotus* spp.), crustáceos (*M. tenella*, *P. xantusii*, *S. bigelowi*, *S. disedwardsi*) y otras presas (*Loligo* spp., *Octopus* spp., *Parvanachis* spp.).

### 6.3.8 Temporada Fría

Al analizar los 105 estómagos de *L. guttatus*, fue posible identificar 13 ítems presa. Por medio del %PSIRI, se determinó que las presas principales fueron *Harengula* spp. (45.29%), *S. sagax* (24.18%), *N. simplex* (16.88%) y *Penaeus* s. A (9.25%). Mientras que, en los 153 estómagos de *L. peru* las presas principales fueron *S. sagax* (24.49%) y *N. simplex* (25.49%) (Fig. 15).



**Figura 15.** Principales ítems presa durante la temporada fría (may, nov-dic 2016; ene, may, dic 2017) de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*, de acuerdo con el índice de importancia relativa presa específica (PSIRI).

Durante la temporada fría se observaron diferencias significativas entre las dietas (PERMANOVA  $F = 7.41$ ,  $p < 0.05$ ). Esta diferencia indicó el cambio en la disponibilidad de las presas principales en relación con las temporadas climáticas. Este cambio fue más evidente en *L. peru* donde, se observó la dominancia de *Harengula* spp. y *N. simplex*. Adicionalmente, como se ha observado en todas las categorías, el consumo y aportación de las presas secundarias también influye en la disimilitud de las dietas.

Para esta temporada *L. guttatus* consumió otros peces (*Achirus* spp. y *Ophichthus* spp.), crustáceos (*S. disedwardsi*, *M. tenella* y *Callinectes* spp.) y otras presas (*Loligo* spp., *Salpa* spp. y *Parvanachis* spp.). Por su parte *L. peru* se alimentó de otros peces (*Prionotus* spp., *Triphoturus* spp., *Chromis atrilobata* y *E. mordax*), crustáceos (*M. tenella*, *P. xantusii* y *Penaeus* spp. B), y finalmente otras presas (*Salpa* spp., *Loligo* spp. Amphipoda y *Chione* spp.).

#### 6.4 Amplitud y estrategia alimentaria

Las dos especies de pargos (*L. guttatus* y *L. peru*), presentaron un nicho trófico estrecho en todas las categorías evaluadas: general ( $Bi = 0.11$  y  $Bi = 0.01$ , respectivamente), hembras ( $Bi = 0.18$  y  $Bi = 0.01$ ), machos ( $Bi = 0.15$  y  $Bi = 0.01$ ), grupo 1 ( $Bi = 0.16$  y  $Bi = 0.06$ ), grupo 2 ( $Bi = 0.16$  y  $Bi = 0.23$ ) y grupo 3 ( $Bi = 0.40$  y  $Bi = 0.50$ ), y finalmente de acuerdo con cada temporada climática: cálida ( $Bi = 0.17$  y  $Bi = 0.01$ ) y fría ( $Bi = 0.14$  y  $Bi = 0.01$ ).

Al presentar una amplitud estrecha independiente a la especie y a las categorías comparadas, los resultados indicaron que, a pesar de alimentarse de diferentes presas, la dieta de ambos depredadores estuvo dominada por pocas presas, mismas que fueron muy frecuentes y abundantes. Dado esto, *L. guttatus* y *L. peru* pueden ser catalogados como depredadores especialistas.

Por medio de las gráficas modificadas de Costello, se observó que ambas especies presentaron una estrategia alimentaria tipo 1 (alta especialización entre individuos), donde las presas costero-pelágicas (*S. sagax*, *Harengula* s. y *N. simplex*), fueron dominantes (Fig. 16a). Al comparar las gráficas entre sexos, se

observó que en las hembras de ambas especies (*S. sagax* y *Harengula* s.) obtuvieron el 50% de importancia seguido por *N. simplex* con un 25% (Fig. 16b). Estos porcentajes se mantuvieron en la categoría de machos para *L. guttatus* contrario a lo observado en *L. peru*, donde *S. sagax* fue la presa más importante (Fig. 16c).

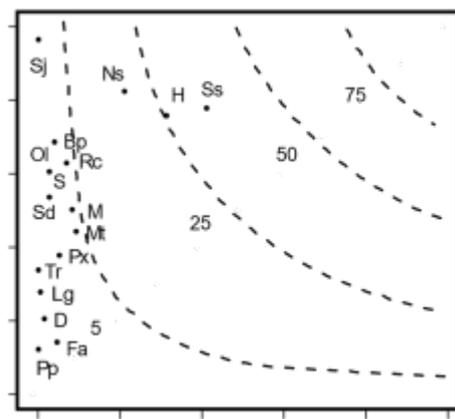
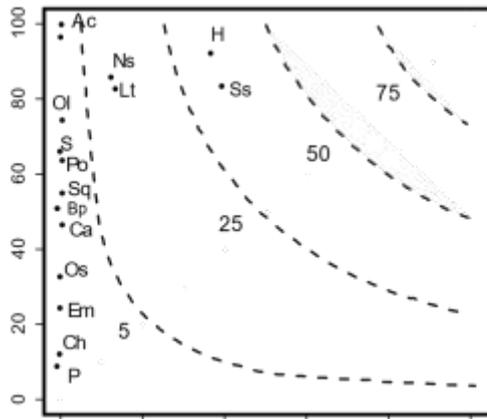
Al evaluar la estrategia por grupo de tallas, se encontró un cambio a medida que los individuos aumentaron de tamaño. El grupo 1 de ambas especies se alimentó de peces y crustáceos, manteniendo la importancia de *S. sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex* (Fig. 16d). En el grupo 2, *L. guttatus* consumió mayor cantidad de peces, manteniendo la dominancia de *S. sagax* y *Harengula* s., mientras que en *L. peru* el consumo de crustáceos fue superior, y la dominancia de *S. sagax* fue del 50% (Fig. 16e). Finalmente, el grupo 3, presentó un mayor consumo de peces en ambas especies, con la dominancia de *S. sagax* y *Harengula* spp. (Fig. 16f).

De igual forma, durante la temporada cálida la importancia de *S. sagax* fue del 50% en *L. guttatus* y del 75% en *L. peru* (Fig. 16g), caso contrario se observó en la temporada fría donde la presa dominante en *L. guttatus* fue *S. sagax* (50%), mientras que en *L. peru* el pez (*Harengula* spp.) obtuvo el 75% de importancia, señalando el cambio en la disponibilidad de las presas respecto a las temporadas (Fig. 16h).

*Lutjanus guttatus*

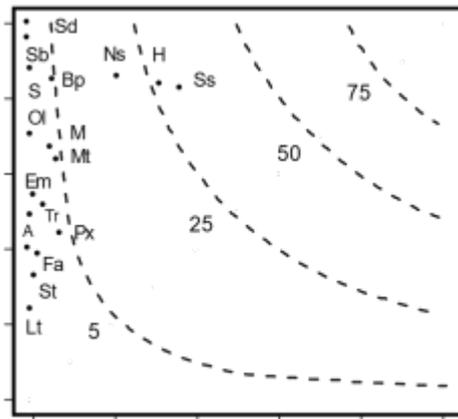
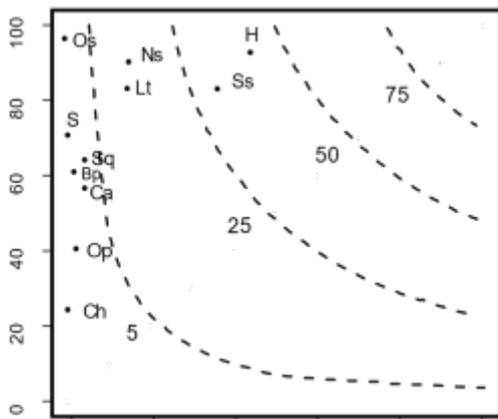
*Lutjanus peru*

(a) General

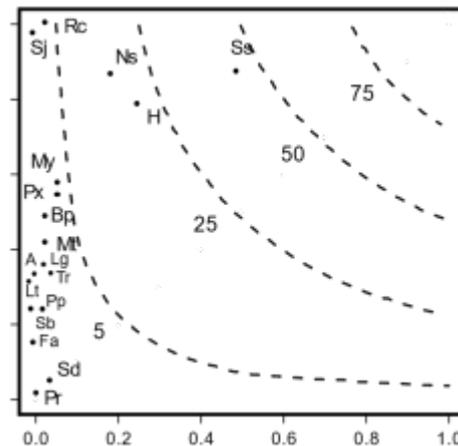
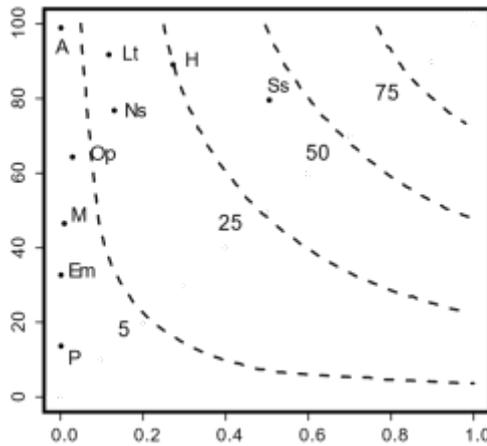


Abundancia presa específica (%)

(b) Hembras

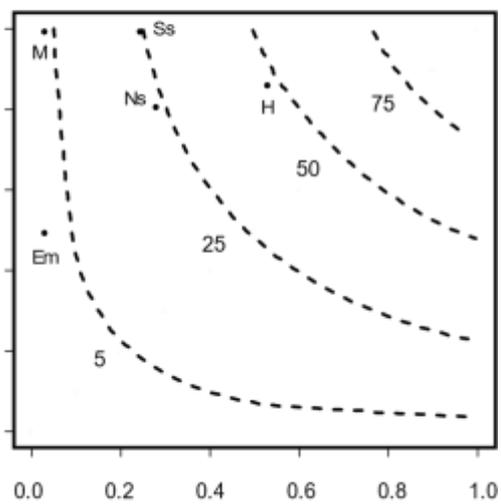
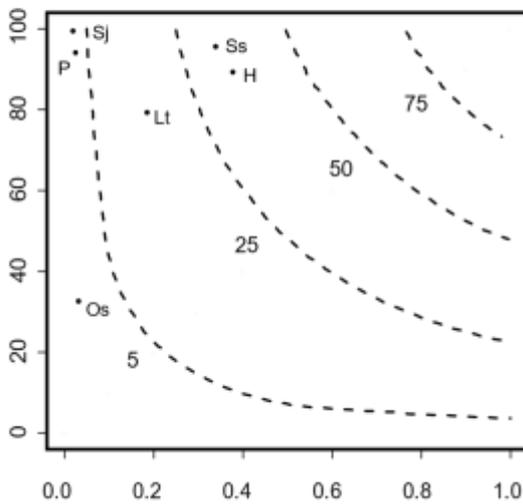
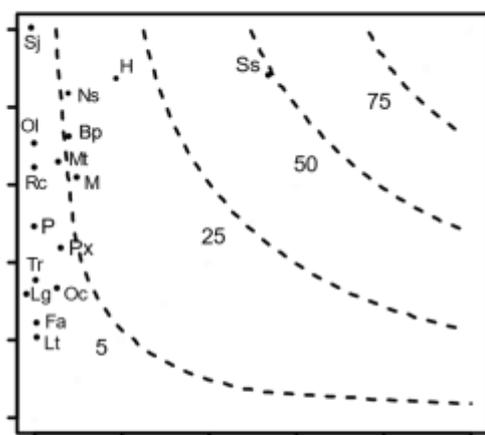
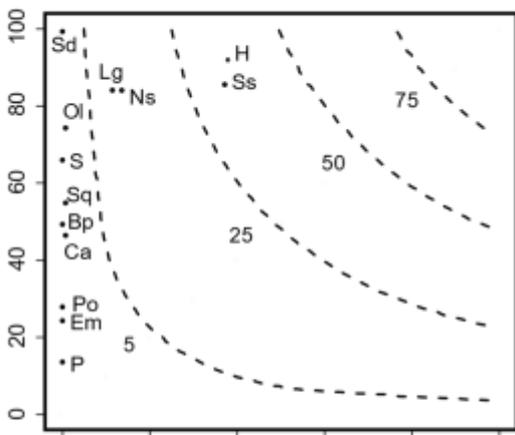
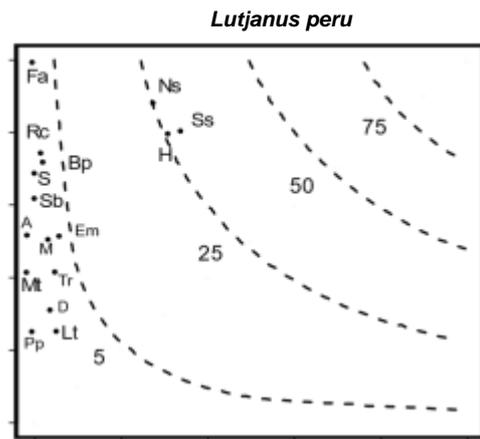
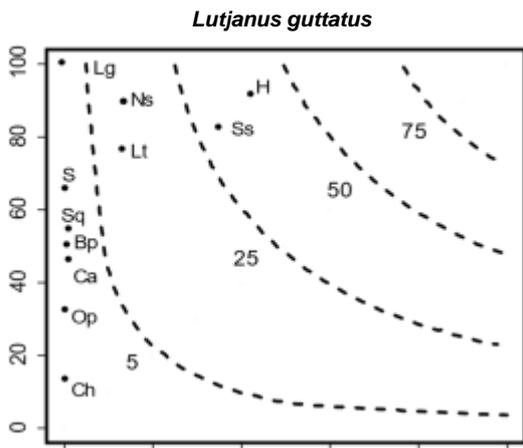


(c) Machos

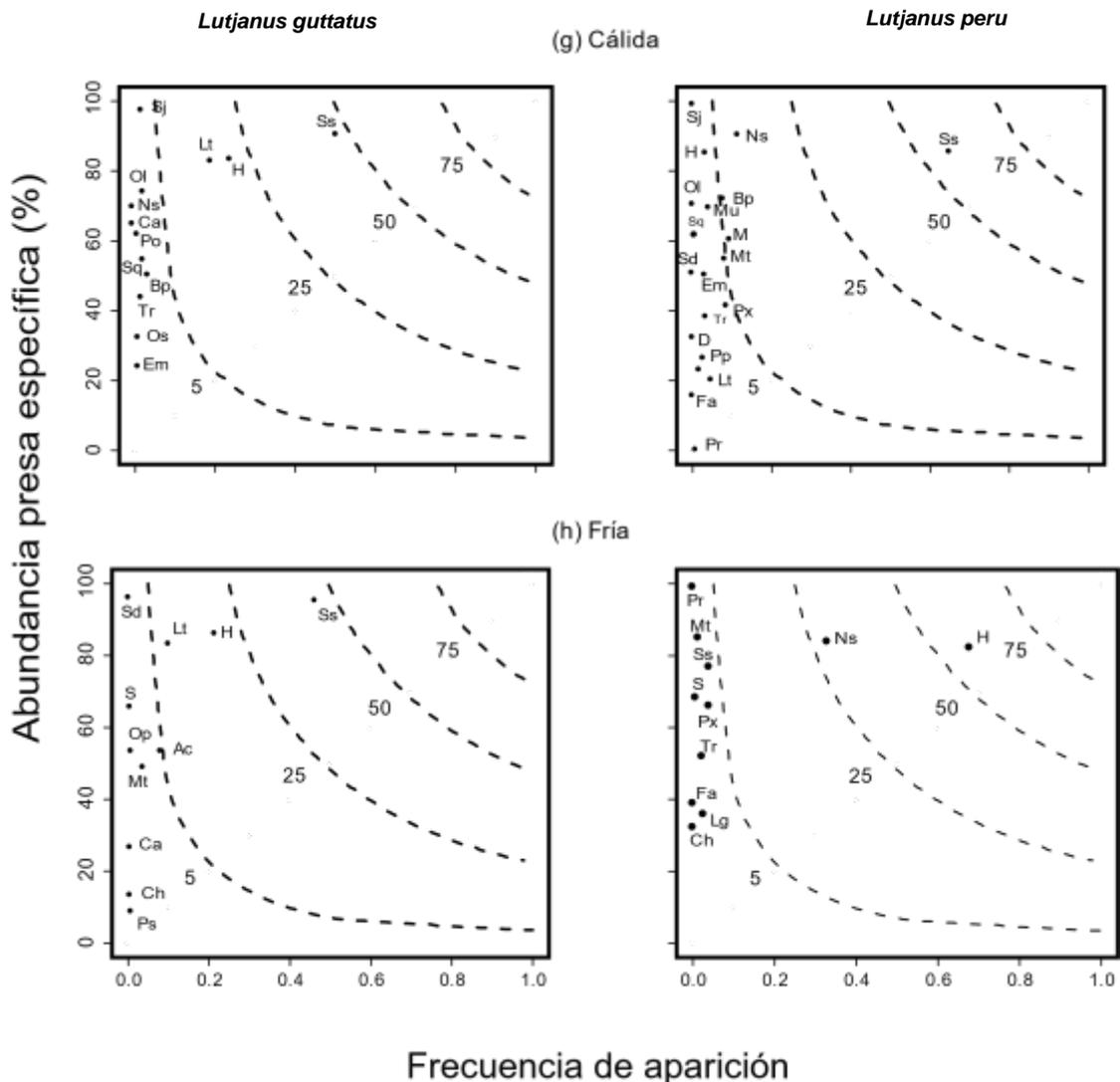


Frecuencia de aparición

Abundancia presa específica (%)



Frecuencia de aparición



**Figura 16.** Gráficas de Costello: estrategia alimentaria de ambas especies (*Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*), con respecto a cada categoría analizada. (Ss) *Sardinops sagax*, (H), *Harengula* spp., (Ns) *Nyctiphanes simplex*, (Lt), *Penaeus* spp. A., (Ac) *Acanthurus* spp., (Sj) *Scomber japonicus*, (Ol) *Opisthonema libertate*, (S) *Salpa* spp., (Bp) *Benthoosema panamense*, (Po) Poecilostomatoida, (Sq) *Squilla* spp., (Rc) Resto crustáceos, (M) Myctophidae, (Mt) *Munida tenella*, (Sd) *Sicyonia disedwardsi*, (Ca) *Callinectes* spp., (Px) *Portunus xantusii*, (Tr) *Triphoturus* spp., (Os) *Ophioblennius* spp., (Lg) *Loligo* spp., (D) *Diaphus* spp., (Em) *Engraulis mordax*, (Fa) *Penaeus* spp. B., (Pp) *Pleuroncodes planipes*, (Ch) *Chione* spp., (P) *Parvanachis* spp.

Adicionalmente, con base a las presas secundarias fue posible inferir que, a pesar de presentar la misma estrategia, los hábitos de las presas secundarias y el porcentaje de contribución para cada pargo fue distinto. En el caso de *L. guttatus* consumió peces con hábitos demersales (*Acanthurus* spp., *Ophichthus* spp., *Sebastes* spp.) y costero-pelágicos (*S. japonicus*, *E. mordax*), crustáceos bentónicos (*Callinectes* spp., *Squilla* spp., *M. tenella*, *Penaeus* spp. A) entre otras presas consideradas como raras y/o poco consumidas. Mientras que *L.*

*peru* consumió: peces demersales (*Chromis atrilobata*, *Prionotus* spp.), costeros (*O. libertate* y *Mugil* spp.), costeros-pelágicos (*E. mordax*, *S. japonicus*), batipelágicos (*B. panamense*, *Diaphus* spp., *Triphoturus* spp.) y crustáceos bentónicos (*M. tenella*, *P. xantusii*, *P. planipes*, *S. bigelowi*, *S. tiburonensis*, entre otras presas).

## 6.5 Nivel trófico

El nivel trófico calculado para *L. guttatus* fue de 3.4 de forma general, al igual que para ambos sexos, grupos de talla (2 y 3), y para las dos temporadas climáticas. Solo para el grupo 1 se obtuvo un valor inferior (3.3). Por su parte, para *L. peru* el nivel trófico calculado fue de 3.5, valor que fue consistente para la categoría de hembra, grupos (1 y 2) y para la temporada cálida, mientras que los machos, grupo 3 y temporada fría, obtuvieron un valor de 3.4 (Tabla 5). Estos valores señalaron que ambas especies son consumidores de tercer orden, cumpliendo así con el mismo rol trófico en la red de Santa Rosalía, ya que ambos pargos, se alimentaron principalmente de peces (costero-pelágicos) y crustáceos bentónicos.

**Tabla 6.** Nivel trófico calculado para ambas especies y para cada categoría

<b>Categorías</b>	<b><i>L. guttatus</i></b>	<b><i>L. peru</i></b>
<b>General</b>	3.4	3.5
<b>Hembras</b>	3.4	3.5
<b>Machos</b>	3.4	3.4
<b>Grupo 1</b>	3.3	3.5
<b>Grupo 2</b>	3.4	3.5
<b>Grupo 3</b>	3.4	3.4
<b>Cálida</b>	3.4	3.5
<b>Fría</b>	3.4	3.4

## 7. Análisis de isótopos estables

Un total de 43 y 45 biopsias de músculo de *L. guttatus* y *L. peru*, fueron analizadas. La prueba de Shapiro-Wilk, determinó que la señal de  $\delta^{15}\text{N}$  en *L. guttatus* y *L. peru* presentó una distribución normal ( $W = 0.94$ ,  $p > 0.05$  ;  $W = 0.96$ ,  $p > 0.05$ , respectivamente ), al igual que para  $\delta^{13}\text{C}$  ( $W = 0.97$ ,  $p > 0.05$ ), para ambas especies. Adicionalmente, la relación C:N, obtuvo un valor promedio de 3.4, señalando una baja concentración de lípidos en el tejido analizado.

Las comparaciones de  $\delta^{15}\text{N}$  presentaron diferencias significativas de forma general, entre hembras, machos, grupos de tallas y temporadas climáticas (Tabla 6). Al comparar la señal de  $\delta^{15}\text{N}$  por cada categoría, se observó que *L. guttatus* obtuvo valores ligeramente mayores a los de *L. peru*.

En cuanto, al  $\delta^{13}\text{C}$  la composición isotópica de ambas especies obtuvo valores promedio similares en todas las categorías comparadas, señalando que las fuentes de carbono no variaron. No obstante, los valores de *L. guttatus* fueron más positivos (Tabla 7).

**Tabla 7.** Valores de las razones isotópicas de carbono y nitrógeno de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*. Todos los peces; en función del sexo; por grupos de talla; por temporada climática.

Categorías	$\delta^{15}\text{N}$			$\delta^{13}\text{C}$			Significancia
	t	df	p	t	df	p	
<b>General</b>	6.4	88.83	6.97 e -09	5.27	84.85	9.96 e -07	SI
<b>Hembras</b>	3.75	41.2	0.0005	4.72	45.99	2.15 e -05	SI
<b>Machos</b>	5.14	32.04	1.28 e -05	2.5	37.08	0.01	SI
<b>Grupo1</b>	2.09	13.29	0.05	5.4	15.94	5.90 e -05	SI
<b>Grupo2</b>	3.68	41.62	0.0006	2.31	41.94	0.02	SI
<b>Grupo3</b>	5.43	9.5	0.0003	3.64	14.46	0.002	SI
<b>Cálida</b>	3.79	40.65	0.0004	3.35	40.54	0.001	SI
<b>Fría</b>	5.2	45.5	4.52 e -06	4.21	42.3	0.0001	SI

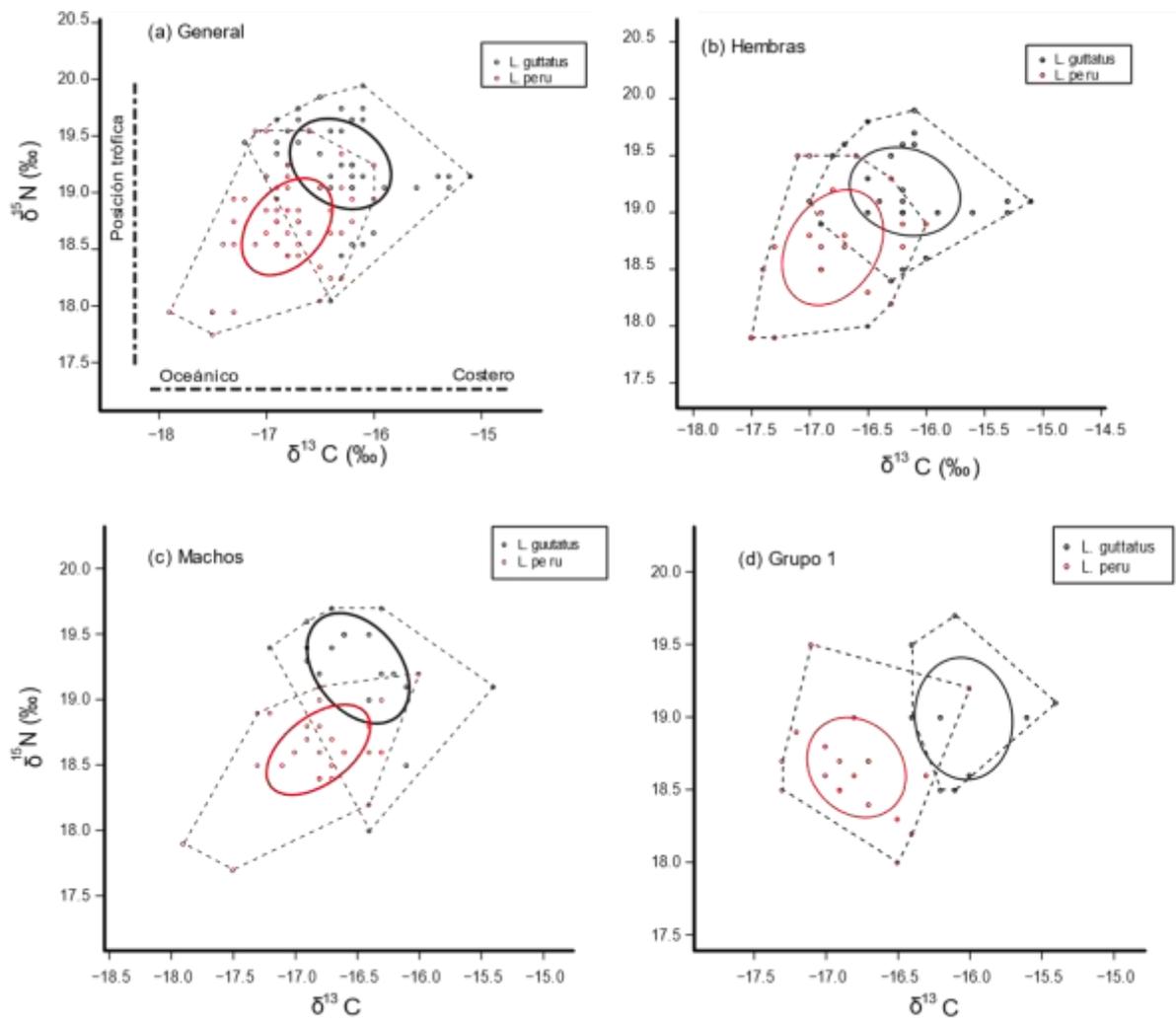
**Tabla 8.** Valores de las razones isotópicas interespecifica de carbono y nitrógenos de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*. Los valores corresponden al promedio y desviación estándar. Todos los peces; en función del sexo; por grupos de talla; por temporada climática.

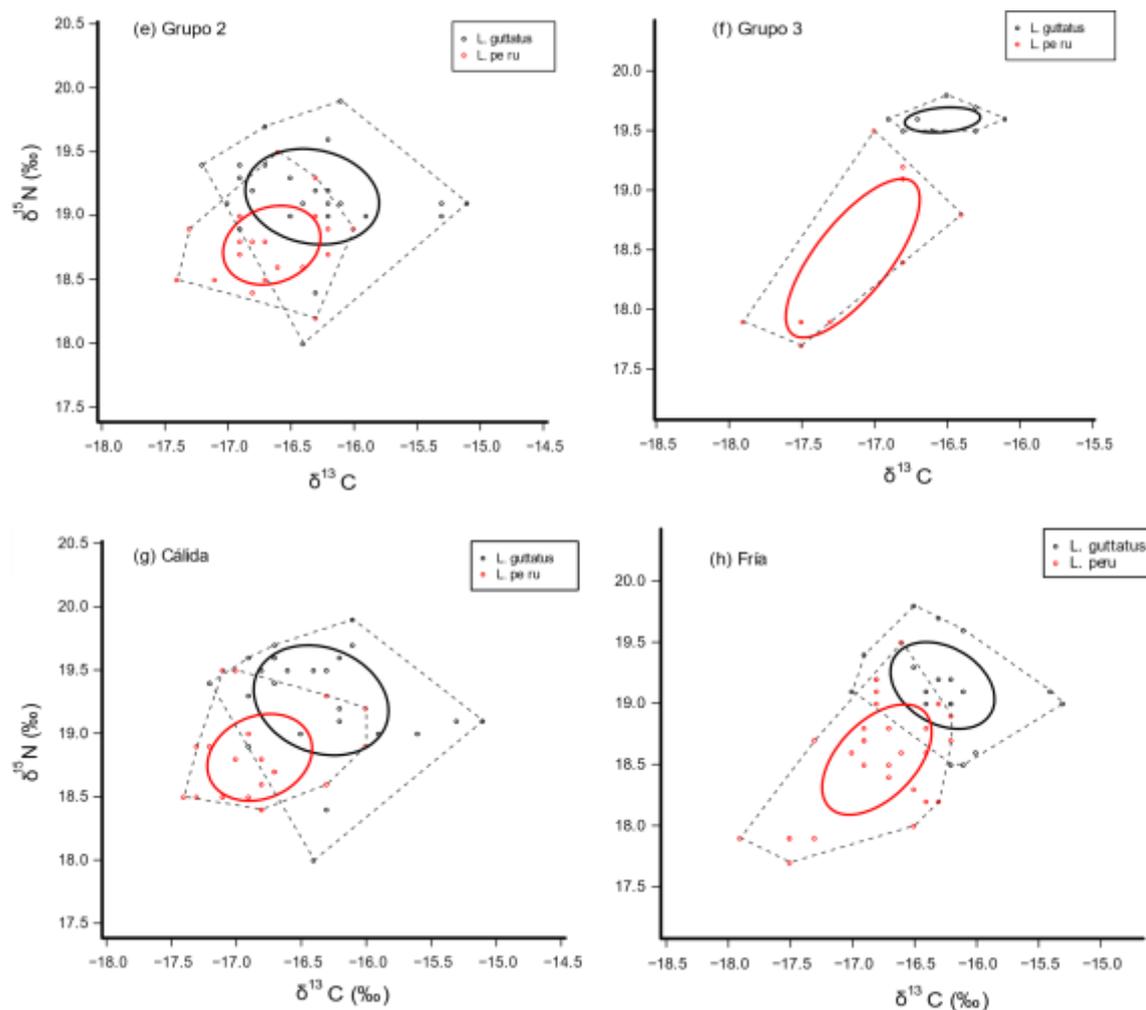
Especie	<i>L. guttatus</i>			<i>L. peru</i>		
	$n$	$\delta^{15}\text{N}$ $\bar{x} \pm sd$ (Min-Max)	$\delta^{13}\text{C}$ $\bar{x} \pm sd$ (Min-Max)	$n$	$\delta^{15}\text{N}$ $\bar{x} \pm sd$ (Min-Max)	$\delta^{13}\text{C}$ $\bar{x} \pm sd$ (Min-Max)
<b>General</b>	43	19.21 $\pm$ 0.39 (18.00-19.90)	-16.30 $\pm$ -0.47 (-15.10 -17.20)	48	18.65 $\pm$ 0.42 (17.71-19.51)	-16.27 $\pm$ 0.43 (-16.01 -17.93)
<b>Hembras</b>	25	19.20 $\pm$ 0.40 (18.40-19.90)	-16.30 $\pm$ 0.47 (-15.35 -17.15)	23	18.69 $\pm$ 0.50 (17.87-19.51)	-16.80 $\pm$ 0.43 (-16.01 -17.47)
<b>Machos</b>	18	19.18 $\pm$ 0.39 (18.01-19.68)	-16.17 $\pm$ 0.48 (-15.35 -17.15)	25	18.61 $\pm$ 0.34 (17.71-19.15)	-16.81 $\pm$ 0.43 (-16.02 -17.93)
<b>Grupo1</b>	9	19.23 $\pm$ 0.42 (18.51-19.69)	-16.48 $\pm$ 0.41 (-15.35 -16.40)	19	18.64 $\pm$ 0.34 (17.92-19.45)	-16.79 $\pm$ 0.34 (-16.02 -17.28)
<b>Grupo2</b>	25	18.97 $\pm$ 0.41 (18.01-19.90)	-16.04 $\pm$ 0.35 (-15.08 -17.15)	19	18.77 $\pm$ 0.30 (18.24-19.51)	-16.65 $\pm$ 0.39 (-16.01 -17.36)
<b>Grupo3</b>	9	19.15 $\pm$ 0.37 (19.46-19.77)	-16.32 $\pm$ 0.53 (-16.12 -16.85)	10	18.43 $\pm$ 0.65 (17.47-19.47)	-17.14 $\pm$ 0.47 (-16.36 -17.93)
<b>Cálida</b>	23	19.59 $\pm$ 0.10 (18.01-19.90)	-16.50 $\pm$ 0.26 (-15.08 -17.15)	20	18.81 $\pm$ 0.32 (18.44-19.47)	-16.82 $\pm$ 0.40 (-16.01 -17.36)
<b>Fría</b>	20	19.25 $\pm$ 0.44 (18.50-19.77)	-16.31 $\pm$ 0.52 (-15.26 -17.26)	28	18.81 $\pm$ 0.45 (17.71-19.51)	-16.80 $\pm$ 0.45 (-16.18 -17.93)

## 7.1 Amplitud y traslapo trófico

La amplitud trófica estimada con base en la señal isotópica del nitrógeno presentó baja variabilidad ( $\delta^{15}\text{N} < 1$ ), señalando a *L. guttatus* y *L. peru* como depredadores especialistas en todas las categorías evaluadas, corroborando así lo obtenido con el contenido estomacal.

Con base, en los resultados del método SIBER, ambas especies presentaron un nicho isotópico similar, siendo este ligeramente mayor en *L. guttatus* respecto a *L. peru* (AEEc= 0.58 ‰<sup>2</sup> y 0.53 ‰<sup>2</sup>, respectivamente) (Fig. 17a), así como entre machos (AEEc= 0.54 ‰<sup>2</sup> y 0.40 ‰<sup>2</sup>) (Fig. 17c ), grupo 1 (AEEc= 0.51 ‰<sup>2</sup> y 0.38 ‰<sup>2</sup>) (Fig. 17d), grupo 2 (AEEc= 0.64 ‰<sup>2</sup> y 0.38 ‰<sup>2</sup>) (Fig. 17e), grupo 3 (AEEc= 0.09 ‰<sup>2</sup> y 0.72‰<sup>2</sup>) (Fig. 17f), y temporada cálida (AEEc= 0.72 ‰<sup>2</sup> y 0.44 ‰<sup>2</sup>) (Fig. 17g). Mientras *L. peru* presentó una amplitud de nicho mayor a la de *L. guttatus*, entre hembras (AEEc= 0.69 ‰<sup>2</sup> y 0.59 ‰<sup>2</sup>, respectivamente) (Fig. 17b), y durante la temporada fría (AEEc= 0.56 ‰<sup>2</sup> y 0.46 ‰<sup>2</sup>) (Fig. 17h). Debido a esto, los porcentajes de traslapo en la mayoría de las comparaciones fue medio ( $\geq 30\%$ ), a excepción de los machos y grupo 1, donde el traslapo fue bajo ( $<30\%$ ).





**Figura 17.** Amplitud y traslapeo trófico de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru* para todas las categorías analizadas. Todos los peces; en función del sexo; por grupos de talla; por temporada climática.

## 7.2 Nivel trófico

El nivel trófico calculado señaló a *L. guttatus* y *L. peru* como consumidores terciarios, obteniendo valores ligeramente superiores a los del contenido estomacal en el caso de *L. guttatus* (Tabla 8).

**Tabla 9.** Nivel trófico estimado para cada depredador y cada categoría. Todos los peces; en función del sexo; por grupos de talla; por temporada climática.

Especies	<i>L. guttatus</i>		<i>L. peru</i>	
Categorías	NT	SD	NT	SD

<b>General</b>	3.7	0.4	3.4	0.4
<b>Hembras</b>	3.7	0.4	3.4	0.5
<b>Machos</b>	3.6	0.4	3.4	0.3
<b>Grupo1</b>	3.6	0.4	3.4	0.3
<b>Grupo2</b>	3.6	0.4	3.5	0.3
<b>Grupo3</b>	3.6	0.4	3.5	0.7
<b>Cálida</b>	3.6	0.1	3.5	0.3
<b>Fría</b>	3.5	0.4	3.4	0.4

## 7.2 Modelos de mezcla (SIMMR)

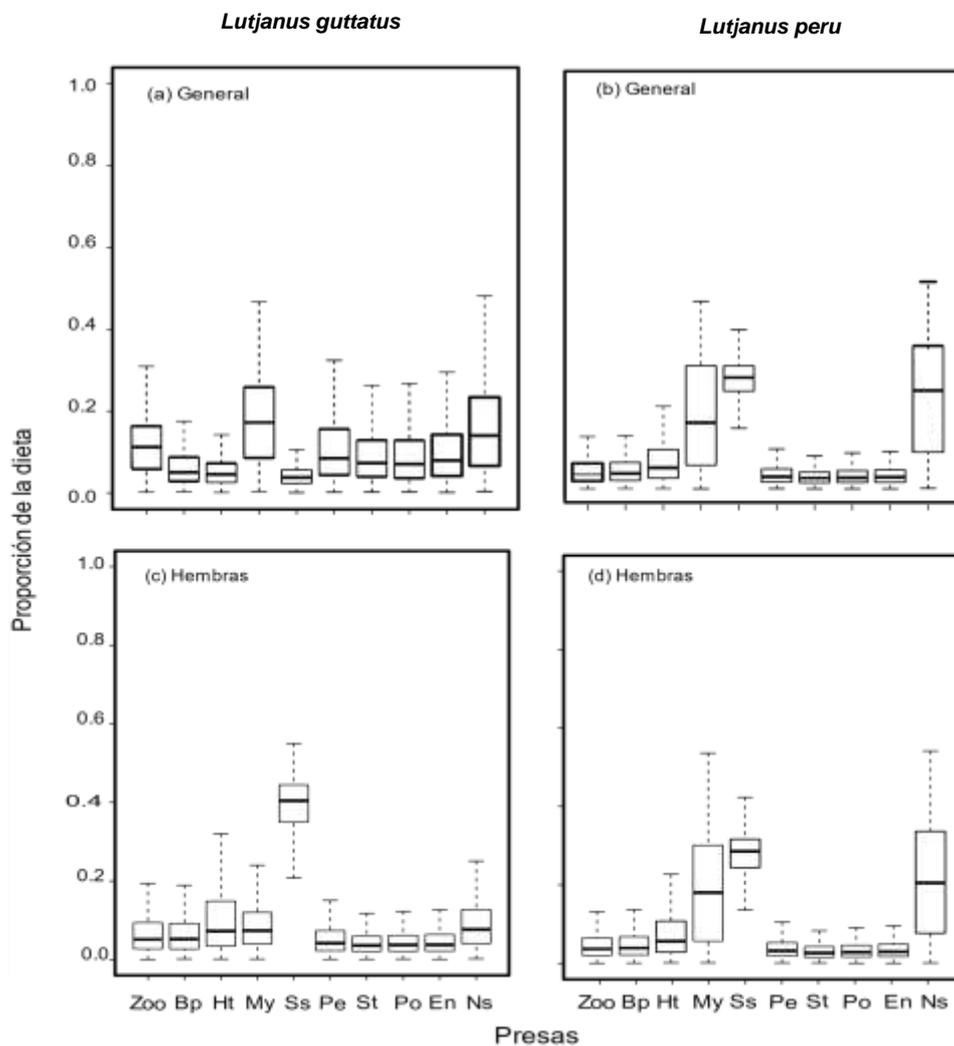
Los resultados del modelo de mezcla bayesianos mostraron que la familia Myctophidae presentó la mayor contribución a la dieta general de *L. guttatus* (17%), seguida por *N. simplex* (15%), Zooplancton (12%) y finalmente las familias Penaeidae y Engraulidae (10%) (Fig. 18 a). En el caso de *L. peru*, las presas con mayor contribución fueron: *S. sagax* (26%), *N. simplex* (23%) y Myctophidae (17%) (Fig.18 b).

El modelo de mezcla para las hembras señaló que, en *L. guttatus* la presa con mayor aportación fue *S.sagax* (38%) (Fig.18 c), mientras que, en *L. peru* las presas fueron *S. sagax* (27%), *N. simplex* (21%) y Myctophidae (19%) (Fig.18 d). En los machos de *L. guttatus* se mantuvo la dominancia de *S. sagax* (39%), *N. simplex* (14%) y Myctophidae (13%)(Fig. 18 e). Por su parte, *L. peru* obtuvo la aportación de *S. sagax* (26%), *N. simplex* (21%) y Myctophidae (18%) (Fig. 18 f).

En los grupos de talla, se observó que *S. sagax* (29%) y *Harengula thrissina* (19%) obtuvieron la mayor contribución en el grupo 1 de *L guttatus* (Fig. 18 g). Por su parte, para *L. peru* se mantuvo la dominancia de *S.sagax* (27%), *N. simplex* (21%) y Myctophidae (18%) (Fig. 18 h). En el grupo 2, de *L. guttatus* la mayor contribución fue de *S.sagax* (38%), *N. simplex* (11%) y Myctophidae (10%) (Fig.18 i), y en *L. peru* se mantuvo la dominancia de *S. sagax* (30%), *N. simplex* (17%) y Myctophidae (15%) (Fig. 18 j). Para el grupo 3, las presas mejor

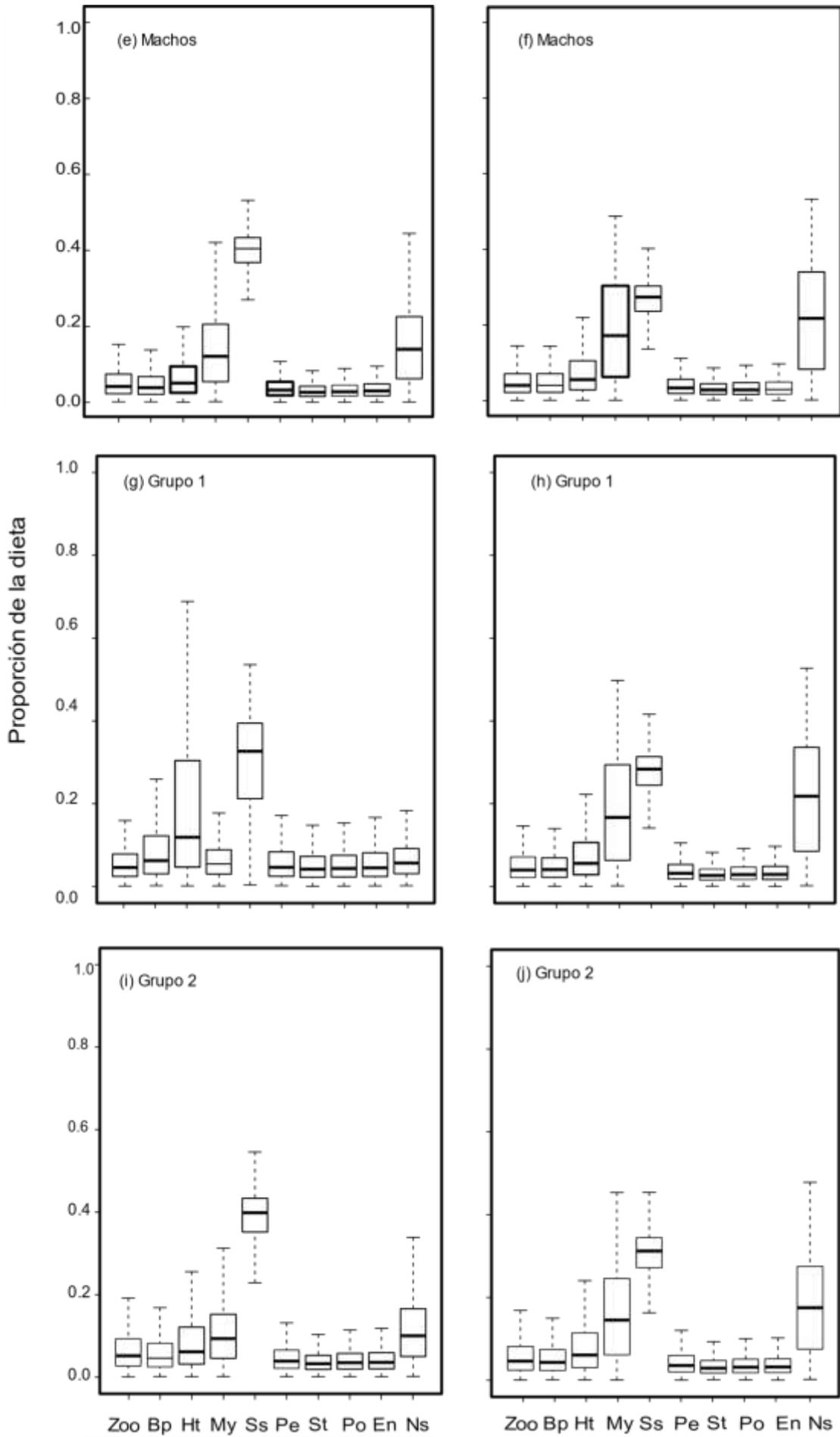
asimiladas fueron *S.sagax* (46%), *N. simplex* (16%) y Myctophidae (14%) (Fig. 18 k), y para *L. peru* la aportación fue de *N. simplex* (25%), Myctophidae (20%) y *S.sagax* (17%) (Fig. 18 l).

Finalmente, durante la temporada cálida *L. guttatus* obtuvo la contribución de *S.sagax* (41%), *N. simplex* (18%) y Myctophidae (11%) (Fig. 18 m) y en *L. peru* las presas fueron: *S. sagax* (29%), *N. simplex* (21%) y Myctophidae (18%) (Fig. 18 n). Para la temporada fría, en *L. guttatus* la mayor contribución fue de *S. sagax* (37%), *Harengula thrissina* (11%) y *N. simplex* (10%) (Fig. 18 o). Por su parte, en *L. peru* los ítems presa fueron *S. sagax* (24%), *N. simplex* (21%) y Myctophidae (18%) (Fig. 18 p).



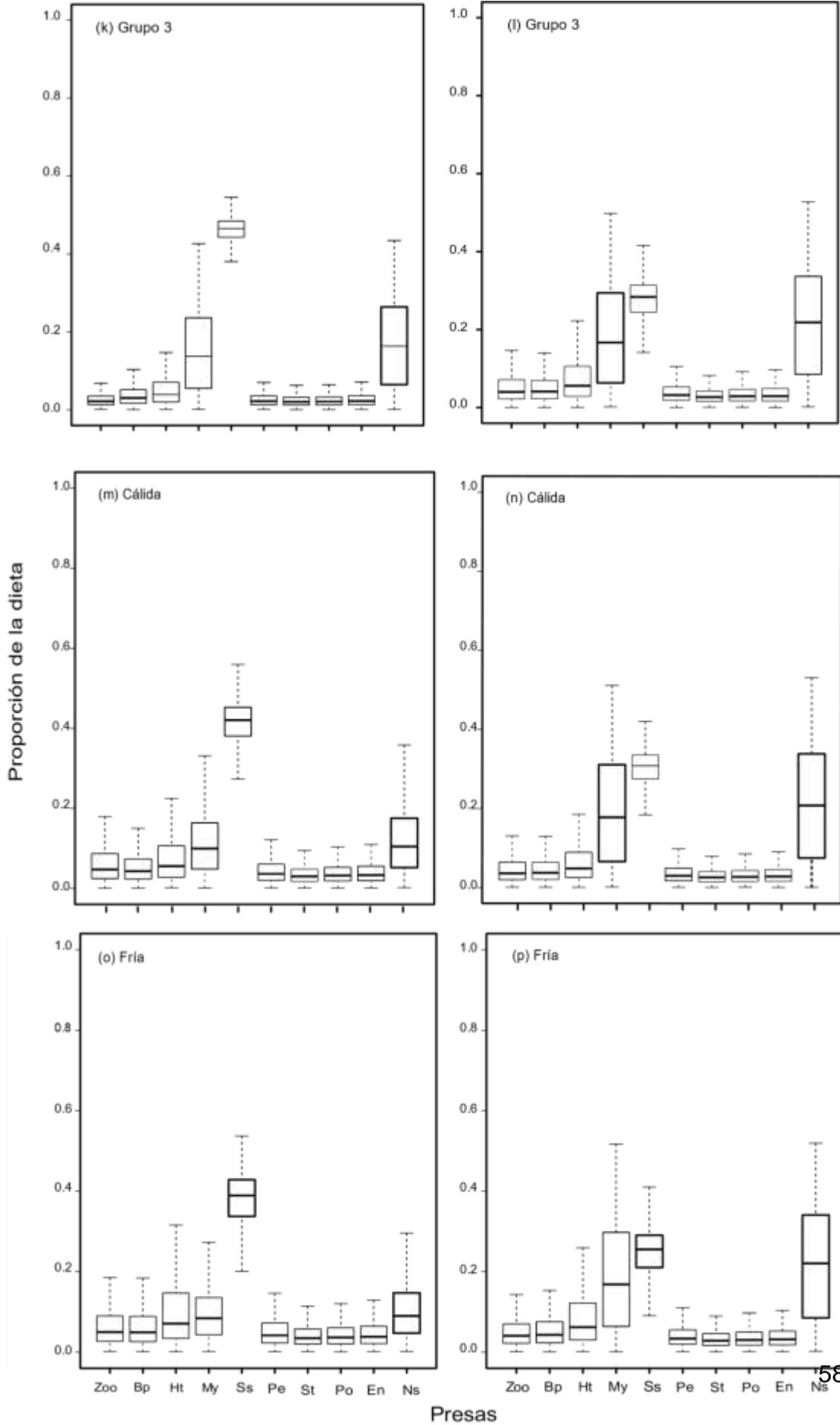
*Lutjanus guttatus*

*Lutjanus peru*



*Lutjanus guttatus*

*Lutjanus peru*



**Figura 18.** Contribución de las presas en la dieta de *Lutjanus guttatus* y *Lutjanus peru*. General de *Lutjanus guttatus*, a; general de *Lutjanus peru*, b; hembras de *Lutjanus guttatus*, c; hembras de *Lutjanus peru*, d; machos de *Lutjanus guttatus*, e; machos de *Lutjanus peru*, f; grupo 1 de *Lutjanus guttatus*, g; grupo 1 de *Lutjanus peru*, h; grupo 2 de *Lutjanus guttatus*, i; grupo 2 de *Lutjanus peru*, j; grupo 3 de *Lutjanus guttatus*, k; grupo 3 de *Lutjanus peru*, l; cálida de *Lutjanus guttatus*, m; cálida de *Lutjanus peru*, n; fría de *Lutjanus guttatus*, o; fría de *Lutjanus peru*, p. Las áreas de las cajas representan el 95% (caja central), 75% y 50% de los intervalos de confianza. Zooplankton (Zoo); *Benthoosema panamense* (Bp); *Harengula thrissina* (Ht); Myctophidae (Mt); *Sardinops sagax* (Ss); Estomatópoda (St); Portunidae (Po); Engraulidae (En); *Nycthipanes simplex* (Ns).

## 8. Discusión

Los estudios desarrollados para determinar los hábitos alimentarios de las especies han contribuido al entendimiento de las diferentes estrategias y adaptaciones bióticas y abióticas, implícitas en el éxito de la captura e ingesta del alimento. Adicionalmente, esto ha llevado al surgimiento de cuestionamientos complejos acerca de las interacciones entre las especies, tales como: la competencia, repartición de los recursos, la amplitud trófica, el traslape del nicho, entre otros (Bearhop *et al.*, 2004; Newsome *et al.*, 2007). Dentro de las metodologías mejor implementadas en los estudios de ecología trófica, se encuentran los análisis de contenidos estomacales e isótopos estables, herramientas que en conjunto permiten conocer aspectos complementarios de la dieta, evaluados a través de escalas de tiempo distintas (horas, meses o años) (DeNiro & Epstein 1978; Fry, 2006). Los pargos (Lutjanidae), son peces idóneos para indagar los diferentes mecanismos en las interacciones tróficas, ya que al ser depredadores activos consumen un espectro amplio de presas, sin embargo, se ha mencionado la preferencia por ciertos grupos (Vázquez *et al.*, 2008). De las 10 especies de lutjánidos distribuidas en el Pacífico Oriental, el presente estudio se enfocó en las especies simpátricas *L. guttatus* y *L. peru*, las cuales que coexisten en Santa Rosalía, BCS, México.

El espectro trófico de *L. guttatus* estuvo conformado por 28 ítems presa (16 peces, 6 crustáceos y una especie de cefalópodo, sálpido, bivalvo, gasterópodo, copépodo e isópodo). Mientras que, para *L. peru* se identificaron 30 ítems presa (13 peces, 11 crustáceos, dos de cefalópodos, y una especie de sálpido, bivalvo, gasterópodo, copépodo e isópodo). El número de ítems presa

obtenido en el presente trabajo para *L. guttatus* fue similar a lo reportado por otros autores, a excepción de Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara (2004). Sin embargo, en el caso de *L. peru*, su espectro fue menor a lo encontrado en trabajos previos (Tabla. 9).

**Tabla 10.** Espectro trófico reportado para ambas especies en diferentes zonas del Pacífico Oriental y Mexicano

<i>L. guttatus</i>			<i>L. peru</i>		
n	Zona	Referencia	n	Zona	Referencia
18	Costa Rica	Soto <i>et al.</i> , 2018.	26	Baja California Sur	Moreno-Sánchez <i>et al.</i> , 2016.
26	Nayarit, México	Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez, 2009.	25	Sinaloa	Moreno-Sánchez <i>et al.</i> , 2016.
15	El Salvador	Rojas <i>et al.</i> , 2004.	51	Guerrero, México	Santamaría-Miranda <i>et al.</i> , 2003.
88	Guerrero, México	Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara, 2002.	68	Guerrero, México	Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara, 2002.
30	Jalisco y Colima, México	Saucedo-Lozano <i>et al.</i> , 2006.	41	Jalisco y Colima, México	Saucedo-Lozano <i>et al.</i> , 2006.

Las diferencias entre los espectros tróficos podrían estar asociadas con las características propias de cada hábitat, por ejemplo, los juveniles de *L. guttatus* y *L. peru*, en las costas de Jalisco y Colima, habitan en zonas someras de fondos blandos, cerca de zonas rocosas, alimentándose de peces asociados al bentos como la familia Congridae y crustáceos como estómatopodos y camarones. Adicionalmente, estas áreas podrían presentar características adecuadas como refugio y crianza (Saucedo-Lozano *et al.*, 2006). De igual forma, los individuos de *L. guttatus* en Costa Rica, se encuentran rodeados de manglares, donde pueden alimentarse de mayor cantidad de crustáceos (Rojas 1996), así como en la zona de Nayarit, México, donde los fondos arenosos permiten un mayor consumo de braquiuros (Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez, 2009). Mientras que, los estudios enfocados en *L. peru* mencionan que la zona de BCS, presenta sustrato principalmente rocoso con ciertas partes arenosas y zonas de manglar, que favorecen el consumo de langostilla (Obeso-Nieblas, 2004; Moreno-Sánchez *et al.*, 2016), a diferencia de la costa norte de Sinaloa, con sustrato arenoso y limoso, con grandes extensiones de manglar y lagunas

costeras, donde predominan los camarones (Amador *et al.*, 2003; Moreno-Sánchez *et al.*, 2016)

Sin embargo, en las costas de Guerrero, la riqueza de especies (peces e invertebrados), podría deberse a la heterogeneidad del ecosistema, la cual incluye sustratos rocosos, parches de arrecife, fondos blandos y una plataforma continental extensa con diferentes dinámicas oceanográficas (Palacios-Salgado *et al.*, 2014). Este conjunto de características, permiten que *L. guttatus* y *L. peru*, puedan aumentar su espectro trófico.

En el presente estudio, el pargo lunarejo (*L. guttatus*) y el huachinango del Pacífico (*L. peru*), son depredadores carnívoros, que se alimentan de presas con hábitos bentónicos (peneidos, portúnidos, estomatópodos, bivalvos, gasterópodos y moluscos), de peces demersales (escorpénidos, acantúridos y lenguados), costero-pelágicos (clupeidos, engráulidos, escombridos, mugílidos, entre otros) y mesopelágicos (mictófidos), así como, de organismos plantónicos (eufáusidos, salpas, copépodos y anfípodos), señalando la capacidad de ambas especies para alimentarse en diferentes hábitats, tanto en la zona del bentos como en zonas pelágicas (Moreno-Sánchez *et al.*, 2016). Por ende, los lutjánidos pueden controlar niveles tróficos inferiores y así, mantener la estabilidad en los ecosistemas costeros (Pérez-España, 2003).

En términos generales, las presas más importantes para ambas especies y en cada categoría fueron los peces *S. sagax*, *Harengula* spp. y el eufáusido *N. simplex*, debido a su disponibilidad y abundancia en la zona central del golfo (Hamman *et al.*, 1988; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2010). Sin embargo, las presas secundarias en cada espectro trófico fueron distintas, destacándose la importancia del camarón (*Penaeus* spp. A) en *L. guttatus* y de los peces mictófidos en *L. peru*.

En el caso de *S. sagax*, su importancia en las dietas puede asociarse con su abundancia dentro del Golfo de California, la cual es de aproximadamente 488 640 t (Martínez-Zavala *et al.*, 2010), de igual forma para *Harengula* s. 150.3 ind 10 m<sup>2</sup> (Franco-Gordo *et al.*, 2008) y para *N. simplex*, con una abundancia promedio de juveniles y adultos en invierno de 889 ind 1000 m<sup>-3</sup> y en verano (401 ind. 1000 m<sup>-3</sup>) (Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2010). La abundancia de estas presas en

la zona central del Golfo de California, posiblemente se deba a la dominancia de los vientos regionales, que favorecen a los eventos de surgencias en la costa oeste (Baja California) y este (Sinaloa). Adicionalmente, los mictófididos y eufáusidos, realizan migraciones verticales diarias, aumentando su biomasa y disponibilidad sobre los 100 m de profundidad durante la noche, favoreciendo aquellos depredadores con hábitos nocturnos (Robinson, 1972; Paxton *et al.*, 1995; Castro-Aguirre & Balart, 1996; Aceves-Medina *et al.*, 2003; Díaz Santana-Iturríos *et al.*, 2013).

De acuerdo con estos resultados, ambos depredadores se alimentan de peces e invertebrados, lo cual es un patrón alimenticio característico de la familia Lutjanidae (Parrish, 1987). El aporte de peces para ambas especies, coincidió con lo encontrado en Guerrero, México por Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara (2002) y Santamaría-Miranda *et al.*, (2003), donde las presas más importantes en *L. guttatus* fueron *Bregmaceros longipes* y *Anchoa lucida*, mientras que, para *L. peru* fueron *Anchoa ischana* y *Anchoa scofieldi*. Sin embargo, la importancia de peces, difiere de lo reportado para *L. guttatus* en El Salvador por Rojas *et al.*, (2004), quienes mencionan un mayor consumo de crustáceos (*Portunus asper*), así como, Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez (2009), señalaron la importancia de los braquiuros en la dieta de *L. guttatus*, en la costa de Nayarit, México. Por su parte, Saucedo-Lozano *et al.*, (1999), encontraron que los juveniles de *L. peru* se alimentan de estomatópodos en Jalisco y Colima, México y finalmente, Moreno-Sánchez *et al.* (2016) para *L. peru*, mencionan el mayor consumo de *P. planipes* en la costa de BCS, y de *Penaeus* s. para la costa de Sinaloa, México. En los estudios previamente mencionados, el consumo de eufáusidos ha sido bajo, sin embargo, Díaz-Urbe (1994), reporta a este grupo como un recurso importante en la dieta de *L. peru*, en las bahías de La Ventana y La Paz, BCS en México.

Con base en el porcentaje de aportación de los ítems presa en cada dieta (%PSIRI), se determinaron diferencias significativas (PERMANOVA,  $p < 0.05$ ), entre las dietas de la mayoría de las categorías (exceptuando los grupos de talla 1 vs 3). Las diferencias se debieron a la aportación diferencial de *S. sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex*, como por las presas secundarias en cada depredador. No obstante, la comparación durante temporadas climáticas (cálida

y fría), señaló un cambio marcado de alimentación de los lutjánidos, debido a la variación en la disponibilidad de las diferentes especies presa (Sierra & Popova, 1989).

Las diferencias entre las dietas de hembras y machos podría asociarse con la actividad reproductiva reportada para ambas especies en diferentes zonas del Pacífico Oriental y mexicano, la cual es activa todo el año con dos períodos reproductivos principales, uno en verano y otro en invierno (Grimes, 1987; Arrellano-Martínez *et al.*, 2001; Gallardo-Cabello *et al.*, 2010).

Las hembras de *L. guttatus* consumieron peces (*M. curema*, *S. japonicus*, *Scorpaenodes*) y crustáceos (*Penaeus* spp. A, *Squilla* spp., *Callinectes* spp.), y los machos peces (*Acanthurus* spp., *O. libertate*) y crustáceos (*Penaeus* spp. A, *S. disedwardsi*), mientras que las hembras de *L. peru* aumentaron el consumo mictófidios (*B. panamense*) y los machos de portúnidos. Dicha diferencia entre hembras puede ser atribuida a la variación de los indicadores morfofisiológicos (factor de condición, índice gonadosomático y hepatosomático, lo cual ya ha sido reportado por Santamaría-Miranda & Rojas-Herrera (1994a-b), quienes señalaron que, en Guerrero, México las hembras *L. guttatus*, presentaron un descenso marcado en la intensidad de su alimentación al inicio de su ciclo reproductivo, opuesto a lo observado en *L. peru*, donde su alimentación se intensificó uno o dos meses antes de iniciar el ciclo reproductivo.

El alto consumo de *S. sagax* en ambas especies puede deberse a que esta especie presenta un alto contenido de lípidos, y pueden aportar un mayor valor nutricional y calórico, a los depredadores (Rodríguez-Valenzuela, 2009). Los lípidos que aportan las sardinias son esenciales para el desarrollo gonadal y el éxito reproductivo en los peces (Fernández-Palacios & Tacon, 2001). Rojas (2001), documentó que *L. guttatus* y *L. peru*, podrían seguir una estrategia reproductiva tipo “r” (Pianka, 1982), es decir, que las especies combinan periodos reproductivos amplios, alta fecundidad y la producción de huevos de diámetro pequeño (Grimes, 1987). Esto implicaría un requerimiento energético elevado, lo que podría explicar la importancia de los peces en ambas especies.

En términos energéticos, *S. sagax* y *N. simplex*, presentan diferencias notables en el aporte calórico en la dieta de la cabrilla sardinera (*Mycteroperca*

*rosacea*). Así Navarro (2018), determinó que *S. sagax* aportó con 6.11 Kcal/g peso seco, a la dieta de la cabrilla en Santa Rosalía, BCS, México, mientras que, *N. simplex* aportó con 3.95 Kcal/g peso seco. Esta diferencia permite corroborar la importancia de las sardinias, en las dietas de ambos lutjánidos. No obstante, en el caso de *N. simplex*, a pesar de contribuir con menor cantidad de energía, es un recurso importante ya que es abundante y de fácil captura, por ende, *L. guttatus* y *L. peru* pueden adquirir la mayor energía a través del consumo de las sardinias y lo complementan con eufáusidos.

Adicionalmente, en el caso de *L. peru* al presentar pequeñas migraciones entre las zonas costera y pelágica, implicaría un mayor requerimiento energético, el cual podrían obtenerlo a través del consumo de mictófidios, mientras que en el caso de *L. guttatus*, al mantenerse en la zona costera, sugiere un gasto energético menor, por lo que consumen crustáceos (Paine, 1964).

Los cambios ontogénicos observados en ambas especies se debieron principalmente a diferencias en las proporciones de las presas principales (*S. sagax*, *Harengula* s. y *N. simplex*), así como, a la variedad de las presas secundarias.

El grupo 1 (21 a 32 cm), de ambas especies basaron su dieta en el consumo *S.sagax* y *Harengula* s. y *N. simplex*, sin presentar diferencias significativas entre sus dietas. El aporte de peces en tallas superiores a los 20 cm concuerda con lo ha reportado previamente para *L. guttatus* (Rojas, 1997a y Rojas *et al.*, 2004), y desde 22 cm para *L. peru* (Santamaría-Miranda *et al.*, 2003). Sin embargo, en tallas menores a 20 cm el consumo de crustáceos es más importante en ambas especies (Santamaría-Miranda *et al.*, 2003; Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez, 2009; Moreno-Sánchez *et al.*, 2016).

Para el grupo 2 (33 a 44cm), ambas especies consumieron peces y crustáceos, obteniendo diferencias significativas entre las dietas. El aporte de crustáceos difiere a lo encontrado por Rojas (1997a) y Santamaría-Miranda *et al.*, (2003), donde las tallas mayores a 40 y 30cm respectivamente, se consideraron ictiófagas. Sin embargo, Moreno-Sánchez *et al.*, (2016), para *L. peru*, menciona la importancia de *Penaeus* s. A y *P. planipes*, en tallas superiores a los 22cm. Los individuos de *L. guttatus* optaron por presas secundarias

costeras como peces (*Acanthurus* spp y *Achirus* spp.) y crustáceos (*Squilla* spp., *S. disedwardsi*, *Callinectes* spp.), señalando una posible preferencia de esta especie por capturar presas de bajo desplazamiento. Por su parte, *L. peru*, opta por presas más móviles como mictófidios, sin embargo, también consume presas bentónicas como (*Portunus xantusii*, *M. tenella* y *Penaeus* spp. B).

Finalmente, el grupo 3 (45-56cm), no presentó diferencias significativas, dado aporte similar de *S. sagax* y *Harengula* spp. No obstante, ambas especies aumentaron el consumo de peces, manteniendo la importancia de *Penaeus* spp. A en *L. guttatus* y *N. simplex* en *L. peru*. La incorporación de peces en tallas mayores concuerda con lo encontrado en otros lutjánidos, mientras que, la importancia de eufáusidos, ha sido mencionada por Díaz-Urbe (1994).

Los resultados obtenidos de este trabajo sugieren que existe un patrón diferencial en la utilización de los recursos tróficos de acuerdo con las distintas tallas, además de una posible preferencia de *L. guttatus* por presas costeras y asociadas al fondo, y de *L. peru* por presas costeras y pelágicas. Lo anterior sugiere una posible estrategia ecológica para la optimización de estos, y así reducir o evitar la competencia interespecífica (Schoener, 1974; Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara, 2002).

Las diferencias entre tallas pueden asociarse con la habilidad de cacería y morfología de los individuos (Winemiller, 1989). Las tallas pequeñas de *L. guttatus* y *L. peru*, podrían presentar limitaciones morfológicas, como el tamaño de la boca y cuerpo, por lo que optan por alimentarse de presas pequeñas, y cercanas a la costa (sardinias, camarones y eufáusidos). A medida que aumentan su tamaño, son mejores cazadores, ampliando su espectro trófico, incluyendo presas con hábitos, costeros, pelágicos y bentícos. Finalmente, las tallas grandes con mejores habilidades de nado y cacería pueden consumir presas más grandes y móviles como peces demersales en *L. guttatus* y mictófidios en *L. peru*.

Con relación a las temporadas climáticas, se observaron diferencias significativas entre las dietas, debido al cambio asociado en la disponibilidad de las presas principales (*S. sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex*). La diferencia en las proporciones aportadas por estas presas a cada depredador podría deberse

a las características del Golfo de California que, al ser un sistema semicerrado, los patrones de distribución, biomasa y disponibilidad de especies se ven afectadas por cambios ambientales relacionados con temperatura y surgencias (Aceves-Medina *et al.*, 2003).

Durante la temporada cálida *L. guttatus*, mantuvo la importancia de *S. sagax*, *Harengula* spp. y *Penaeus* spp. A. Mientras que, *L. peru* basó su alimentación en *S. sagax*, *N. simplex* y mictófidios. La importancia de *S. sagax*, durante el verano, se debe a los eventos de surgencias en la costa de Baja California, que permite la agregación de juveniles de esta especie. Sin embargo, la abundancia de *S. sagax*, disminuye al terminar el verano, ya que realizan migraciones latitudinales hacia la zona norte del golfo (Hammann *et al.*, 1988; Costero-Altamirano *et al.*, 2015). Por su parte, durante la temporada fría, ambos lutjánidos aumentan el consumo de *Harengula* spp. y *N. simplex*. En el caso de *Harengula* spp. esta especie realiza migraciones cortas entre zona costera y pelágica en busca de alimento (Hobson, 1968), aumentado su biomasa en la noche, mientras que, *N. simplex* suele encontrarse en mayor cantidad durante el invierno y disminuye progresivamente en verano evitando temperaturas > 20°C, especialmente durante su etapa adulta (Brinton & Townsend, 1980; Gómez-Gutiérrez, 2010), por ende, ambas especies consumen los recursos más abundantes de acuerdo a cada temporada. Este comportamiento le confiere un éxito alimentario a *L. guttatus* y *L. peru*, pues se alimentan de especies abundantes y con alto contenido energético.

Respecto a la amplitud trófica, *L. guttatus* y *L. peru*, presentaron un nicho estrecho ( $B_i < 0.6$ ), en cada categoría comparada. La estrategia alimentaria se basó en un alto consumo de diferentes especies presa entre los individuos de ambos depredadores, es decir, pocos recursos presentaron alta abundancia y frecuencia de aparición (*S. sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex*). Sin embargo, ambos lutjánidos han sido considerados como depredadores generalistas (Rojas (1997a; Soto *et al.*, 2018) y oportunistas (Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez, 2009; Moreno-Sánchez *et al.*, 2016), en diferentes zonas del Pacífico, gracias a que presentaron espectros tróficos amplios y en diversos hábitats. No obstante, en el presente trabajo, ambas especies fueron catalogadas como depredadores oportunistas, debido a que aprovecharon aquellos recursos abundantes (*S.*

*sagax*, *Harengula* spp. y *N. simplex*), en espacio (área de estudio) y tiempo (temporadas climáticas), con preferencia por ciertos ítems presa, como camarones en *L. guttatus* y mictófidios en *L. peru*. Este comportamiento además señala la plasticidad trófica de la familia Lutjanidae (Parrish, 1987; Vázquez *et al.*, 2008; Moreno-Sánchez *et al.*, 2016).

La estrategia oportunista en la alimentación de ambos depredadores puede deberse a las características morfológicas de otras especies del género *Lutjanus*, en las que, la forma del cuerpo y cabeza, tipo de dentición y mecanismo mandibular, influyen en el tipo de presas consumidas (Wainwright & Bellwood, 2002; Westneat, 2004). Por ejemplo, *L. decussatus* y *L. fulviflamma*, con cuerpo comprimido, dientes largos y un mecanismo mandibular que les permite abrir y cerrar la boca con velocidad, aumentan el consumo de peces. Mientras que, *L. fulvus* y *L. gibbus*, con cuerpo más ancho, dientes cónicos cortos y mecanismo mandibular con mayor fuerza en la mordida, optan por consumir más crustáceos (cangrejo y camarones) (Nanami & Shimose, 2013).

En el caso de *L. guttatus*, Franco-Moreno (2011), reportó que esta especie presenta dos tipos de velocidad durante el ciclo de cierre mandibular, que podría presentarse por el cambio ontogénico de la dieta reportado para la especie, lo que generaría roles funcionales potencialmente diferentes, reforzando su estrategia oportunista, permitiendo la activación diferencial de los músculos dependiendo la presa a capturar (crustáceos-peces). Adicionalmente, al consumir presas duras con poca movilidad (crustáceos), la especie requiere una mordida fuerte, pero con baja velocidad (Westneat, 2004; Case *et al.*, 2008).

Por su parte, *L. peru* podría presentar un mecanismo similar al de *L. guttatus* que permita el cambio ontogénico por medio de la activación diferencial de los músculos de acuerdo con las presas capturadas. Sin embargo, debido al alto consumo de presas activas con rápidos movimientos evasivos como los mictófidios (Barham, 1971), *L. peru* necesitaría de una mordida más veloz, así como un cuerpo más comprimido que le permita mayor velocidad de nado para atrapar dichas presas (Nanami & Shimose, 2013).

El nivel trófico calculado para ambos lutjánidos, así como, entre sus categorías fue de 3.4 para *L. guttatus* y de 3.5 para *L. peru*, señalando que

ambas especies son consumidores de tercer nivel, cumpliendo con el mismo rol trófico dentro de la red consumiendo peces e invertebrados, esto ha sido reportado por Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez (2009) en *L. guttatus* con un nivel de 3.7 y Moreno-Sánchez *et al.*, (2016), para *L. peru*, en BCS y Sinaloa, donde la especie cumplió con el mismo rol trófico en ambas zonas. Estos resultados permitieron inferir que ambas especies actúan como enlace en la transferencia de energía de niveles inferiores a depredadores tope (Arreguin & Manickchand, 1998; Moreno-Sánchez *et al.*, 2016).

El análisis de isótopos estables señaló que tanto el  $\delta^{15}\text{N}$  y como el  $\delta^{13}\text{C}$ , presentaron diferencias significativas para todas las categorías comparadas, en ambos depredadores. Los valores promedio de  $\delta^{15}\text{N}$ , sugirieron que *L. guttatus* y *L. peru*, se alimentaron de presas del mismo nivel trófico (peces e invertebrados), sin embargo, estos fueron ligeramente superiores en *L. guttatus* lo que pudo reflejar el consumo de presas con nivel trófico superior (peces demersales), concordando con lo observado en el contenido estomacal. Por su parte, *L. peru* obtuvo valores menores de  $\delta^{15}\text{N}$  reflejando el consumo de presas con niveles tróficos inferiores (crustáceos y peces planctófagos).

Considerando que los organismos asociados con presas bentónicas tienden a presentar un enriquecimiento de  $^{13}\text{C}$  (Jennings *et al.*, 1997), los valores obtenidos para *L. guttatus* de -17.20 a -15.10‰ sugieren una dieta más costera, como ha sido reportado en Nayarit por Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez (2009). Sin embargo, los valores de *L. peru* y *L. peru* de -17.93 a -16.01‰, podrían señalar que esta especie realiza migraciones cortas de la zona costera a pelágica. Este comportamiento ha sido observado en otras especies de lutjánidos como por ejemplo *L. synagris* y *L. griseus* en el litoral de Campeche, México, donde ambas especies presentan migraciones entre zona costera y pelágica (Aguilar-Betancourt *et al.*, en prensa).

Las diferencias en la composición isotópica entre las hembras, de cada lutjánido, podría deberse a la importancia de los mictófidios en la dieta de *L. peru*. Su alto consumo podría disminuir su señal para ambas razones isotópicas, ya que son presas que basan su alimentación en copépodos y eufáusidos (Sunstov & Brodeur, 2008). Adicionalmente, su captura involucraría el desplazamiento de *L. peru* a zonas alejadas de la costa. En el caso de los machos, la señal

ligeramente menor de  $\delta^{15}\text{N}$  en *L. peru* de 17.71 a 19.51‰, podría deberse al consumo de más crustáceos, mientras que los valores menores de  $\delta^{15}\text{N}$  en *L. guttatus* de 18.01 a 19.68‰, sugieren un mayor consumo de peces.

Al comparar las firmas isotópicas entre especies con respecto a los grupos de tallas (1, 2 y 3), ambos isótopos presentaron diferencias significativas. En el caso de *L. guttatus*, la señal ligeramente superior de  $\delta^{15}\text{N}$ , en los tres grupos de talla, podría asociarse al consumo de presas con niveles tróficos superiores (peces), como se observó con el contenido estomacal. Mientras que, los valores menores de  $\delta^{15}\text{N}$  en *L. peru*, en todos los grupos de talla, sugieren una importancia superior de presas con niveles inferiores, como crustáceos. En cuanto al  $\delta^{13}\text{C}$  *L. guttatus*, presentó valores superiores asociados a zonas más costeras, contrario a lo obtenido para *L. peru*, valores superiores asociados a zonas pelágicas. De igual forma, durante las temporadas climáticas (cálida y fría), la señal enriquecida de  $\delta^{15}\text{N}$  en *L. guttatus* podría deberse a que esta especie incorpora en su dieta el consumo de fuentes con nivel trófico superior (peces demersales), mientras que, para *L. peru*, los valores menores de  $\delta^{15}\text{N}$ , señalarían el mayor consumo de fuentes con baja señal (crustáceos y peces planctívoros), durante ambas temporadas. Por otra parte, el  $\delta^{13}\text{C}$  de *L. guttatus* durante ambas temporadas, señalo un hábito costero, contrario a la señal de *L. peru*, con valores más pelágicos.

Con respecto a la estrategia alimentaria, ambas especies presentaron poca variabilidad de  $\delta^{15}\text{N}$  y un nicho isotópico (AEEc) estrecho, con un traslapo medio ( $\geq 30\%$ ), entre hembras, grupo 2, grupo 3, temporada cálida y fría y bajo ( $<30\%$ ), para machos y grupo 1. Al evaluar las elipses de las diferentes comparaciones, fue posible corroborar lo observado en el contenido estomacal donde ambas especies consumieron presas en común (misma señal isotópica), pero cada depredador complementa su dieta con presas secundarias distintas, las cuales pueden presentar una señal distinta o cercana. Esto sugirió que *L. guttatus* y *L. peru* ocupan un nicho isotópico similar.

Con relación al nivel trófico, *L. guttatus*, obtuvo valores que oscilaron entre 3.5 y 3.7, un poco mayor al reportado por Tripp-Valdez & Arreguín-Sánchez (2009), de 3.5. En el caso del nivel trófico de *L. peru* no existen antecedentes de estimaciones por medio de isótopos estables, por lo que los resultados obtenidos

en el presente trabajo los cuales oscilaron entre 3.4 y 3.5 son de relevancia. El nivel trófico estimado no varió entre categorías, señalando que ambas especies cumplirían con el mismo rol independientemente del sexo, talla o temporada. Adicionalmente, los valores estimados para *L. guttatus* y *L. peru*, fueron menores en comparación con lo encontrado para *L. synagris* (4.2) y *L. griseus* (3.9), en Campeche, México, esta diferencia probablemente tuvo relación con el tipo de hábitat en los que se encuentran estos peces (manglares y pastos marinos) (Aguilar-Betancourt *et al.*, en prensa). Por ende, ambas especies fueron categorizadas como consumidores terciarios, siendo enlace entre los consumidores secundarios y los depredadores tope.

La implementación de los isótopos estables como trazadores nutricionales, permiten estimar procesos, conexiones y flujos de energía dentro de los sistemas acuáticos (Michener & Schell, 1994). Los distintos componentes presentes en la dieta pueden exhibir firmas isotópicas naturalmente distintas, lo que permite establecer la relación “depredador-presa”. Estos valores pueden integrarse en los modelos de mezcla con el fin de cuantificar las contribuciones relativas de múltiples fuentes a la dieta (Fry, 2006). Los modelos de mezcla requieren de las firmas isotópicas del depredador y sus presas, más su respectivo factor de discriminación (Martínez del Río & Wolf, 2005).

Los resultados del modelo de mezcla (SIMMR), determinaron que las señales isotópicas en *L. guttatus* y *L. peru* reflejaron adecuadamente las firmas isotópicas de sus potenciales presas, sugiriendo un aprovechamiento óptimo de los recursos. De las fuentes incluidas en el modelo, cuatro fueron las mejor asimiladas, por los lutjánidos, siendo los peces *S. sagax*, *Harengula* spp. y la familia Myctophidae, así como el eufáusido, *N. simplex*. La aportación de Myctophidae, fue superior a lo esperado en *L. guttatus*, ya que en el contenido estomacal no figuro como una presa frecuente. La asimilación de estas tres presas en *L. peru* fue constante en todas las categorías. Por su parte, en *L. guttatus*, la importancia de *S. sagax* fue superior a las demás fuentes en todas las categorías.

La mejor asimilación de los peces (*S. sagax*, *Harengula* spp. y Myctophidae), en comparación con los crustáceos (portúnidos y peneidos), podrían relacionarse con el requerimiento energético de cada especie.

Recordemos que *S. sagax*, aporta 6.11 Kcal/g peso seco, a la cabrilla sardinera, por lo que es posible suponer una aportación similar para *L. guttatus* y *L. peru*, corroborando su importancia, opuesto a los crustáceos con valores energéticos inferiores (Paine, 1964), por ejemplo, Abitia-Cárdenas (1992), reportó para la langostilla (*P. planipes*) un aporte de 0.94 Kcal/g peso húmedo en la dieta del marlín rayado (*Tetrapturus audax*) y del marlín azul (*Makaira mazara*). Rodríguez-Valenzuela (2009), mencionó que los organismos pelágicos pueden considerarse especies grasas, debido a capacidad de almacenar lípidos en varios tejidos del cuerpo. Con base a los resultados obtenidos, ambas especies consumieron presas similares, siendo los peces las presas más importantes, aportando con mayor cantidad de proteínas y aminoácidos a cada lutjánido. Por otra parte, el estado de digestión de las presas permite inferir el aumento en la cantidad de lípidos en los tejidos (Escobar-Sánchez, 2004; Cabrera-Chávez *et al.*, 2010), de tal forma que aquellas con menor aporte energético (crustáceos), serían evacuadas lentamente, considerando que la quitina se tarde en digerir y absorber (Gutowska *et al.*, 2004) sin embargo, debido a su disponibilidad y facilidad de captura son un componente importante para las dietas de ambos peces.

En síntesis, los resultados obtenidos con ambas técnicas permitieron inferir que a pesar de ser simpátricas *L. guttatus* y *L. peru*, en las costas de Santa Rosalía, BCS, México, son depredadores oportunistas, alimentándose de presas abundantes en la zona de estudio, pero que pueden presentar especialización por ciertos recursos, así como cambios ontogénicos y estacionales con el fin de optimizar el uso de los recursos tróficos y reducir la competencia interespecífica, como mecanismo de coexistencia.

## 9. Conclusiones

Ambas especies de lutjánidos se alimentaron de un espectro trófico variado con mayor consumo de peces y crustáceos. La disimilitud trófica interespecífica entre las diferentes categorías evaluadas se debió al consumo

diferencial de los recursos tróficos. En *L. guttatus*, un mayor consumo de presas costeras y bentónicas y en *L. peru* de presas costeras, mesopelágicas y bentónicas. .

A pesar, de presentar un nicho trófico estrecho con ambas técnicas, *L. guttatus* y *L. peru*, fueron catalogados como oportunistas, ya que aprovechan las presas con mayor disponibilidad en el área y respecto a cada temporada climática.

La semejanza en la señal de  $\delta^{15}\text{N}$  sugirió que ambas especies presentan nichos tróficos similares, sin embargo, la identificación de las presas secundarias más importantes en cada lutjánido, así como, el  $\delta^{13}\text{C}$ , permiten inferir una posible segregación espacial entre lutjánidos, con *L. guttatus* asociado a zonas costeras y *L. peru*, realizando migraciones cortas hacia zonas pelágicas. Adicionalmente, las presas más consumidas fueron las mejor asimiladas, gracias a la aportación energética que brindaron a cada lutjánido.

El nivel trófico estimado, señaló que *L. guttatus* y *L. peru*, son consumidores terciarios y cumplen el mismo rol en la red trófica de las costas de Santa Rosalía BCS, México, siendo un importante enlace entre los niveles tróficos inferiores y superiores.

Finalmente, con base a los resultados obtenidos, se rechazó la hipótesis planteada en el presente trabajo ya que ambas especies aprovechan de forma distinta los recursos tróficos principales y secundarios. Adicionalmente, la alta plasticidad trófica entre ambas especies, señalaron una estrategia ecológica basada en la repartición de los recursos, lo cual les permite la disminución de la competencia interespecífica por el alimento.

## **10.Recomendaciones**

Se recomienda aumentar el tamaño de muestra de tallas menores a 20 cm de LT y mayores a 60 cm de LT, con el fin de evidenciar mejor los cambios

ontogénicos de la dieta en ambas especies, dado que se sabe que las tallas pequeñas se encuentran en zonas de refugio y posteriormente migran a zonas con fondos rocosos.

También se recomienda obtener las muestras de las potenciales presas al momento de la captura de los organismos, para el análisis de Isótopos estables, reduciendo el riesgo que las muestras se contaminen.

## 11. Bibliografía

- Abitia-Cárdenas, L. A. 1992. Espectro trófico energético del marlín rayado *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887) y marlín azul *Makaira mazara* (Jordan y Snyder, 1901), del área de Cabo San Lucas, BCS, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional ( México), 76 p.
- Aceves-Medina, G., S. P. A. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodriguez, R. J. Saldierna, D. Lluch-Belda, P. E. Smith & W. Watson. 2003. Fish larvae from the Gulf of California. *Sci. Mar.*, 67 (1): 1-11.
- Aguilar-Betancourt, C. M., G. González-Sansón, J. R. Flores-Ortega, D. Kosonoy-Aceves, G. Lucano-Ramírez, S. Ruiz-Ramírez, S. C. Padilla-Gutierrez & R. A. Curry. 2020 (En prensa). Feeding habits variability of *Lutjanus synagris* and *Lutjanus griseus* in littoral of Campeche, México: an approach of trophic interactions between two snapper species in the food web.
- Aguilar-Palomino, B & G. González-Sansón. 2010. Composición de dietas en cuatro especies de *Diplectrum* (Perciformes: Serranidae) en el Pacífico central mexicano. *Rev. Biol.Trop.*, 4 (58): 1189-1198.
- Allen, G.R. 1985. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanidae species known to date. *FAO Fish. Synopsis*, 208 .
- Amador, B.A., C. A. Trasviña, M. A. Muhlia & M. L. Argote. 2003. Influence of EBES seamounts and Farallon basin on costal circulation in the Gulf of California, México. *Geofis. Int.*, 42(3): 407-418.
- Amundsen, P.A., H.M. Gabler & F.J. Staldvik, 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data – modification of the Costello (1990) method. *J. Fish. Biol.* 48: 607-614.
- Anderson, M.J & J. Robinson. 2003. Generalized discriminant analysis based on distances on distances. *Aust. N. Z. J. Stat.*, 45 (3): 301-318.

- Arellano-Martínez, M., A. Rojas-Herrera, F. García-Domínguez, B. P. Ceballos-Vázquez & M. Villalejo-Fuente. 2001. Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en la costa de Guerrero, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 36 (1): 1-8.
- Arreguín-Sánchez, F & H. S. Manickchand. 1998. The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in the Gulf of Mexico. *J. Fish. Biol.*, 53 (Suppl.A): 143-153.
- Aurioles-Gamboa, D., N. Silverberg & F. Aguirre-Bahena. 2017. Possible relation between enrichment of  $\delta^{15}\text{N}$  in the top predator *Zalophus californianus* and the expansion of the oxygen minimum zone. *Mar. Biol.*, 164: 157. doi: 10.1007/s00227-017-3189-7.
- Bayona-Vásquez, N.J., C.A. Hernández-Álvarez, T. Glenn, O. Domínguez, M. Uribe-Alcocer & P. Díaz-Jaimes. 2017. Complete mitogenome sequence of pacific red snapper (*Lutjanus peru*) and the spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*). *Mitochondr DNA* A:1-2. doi:10.3109/19401736.2015.1115851.
- Bearhop, S., C. E. Adams, S. Waldron, R. A. Fuller & H. Macleod. 2004. Determining trophic niche width: a novel approach using stable isotope analysis. *J. Anim. Ecol.*, 73: 1007-1012.
- Begon, M., C. R. Townsed & J. L. Harper. 1996. 3<sup>rd</sup>. Ed. *Ecology*. Individuals, populations, and communities. Blackwell, Oxford, 1068 p.
- Barham, E. G. 1971. Deep-sea fishes: lethargy and vertical orientation. En: G. B. Farquhar (Ed.) *Proceedings of an International Symposium on Biological Sound Scattering in the Ocean*, Superintendent of Documents, Washington.
- Brinton, E. & A.W. Townsend. 1980. Euphausiids in the Gulf of California in the 1957 cruises. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Inv. Rep.*, 21: 211-236.
- Brown, S. C., J. Bizzarro, G. M. Cailliet & D.A. Ebert. 2012. Breaking with tradition: redefining measures for diet description with a case study of the Aleutian skate *Bathyraja aleutica* (Gilbert 1896). *Environ. Biol. Fish.*, 95: 3-20.

- Cabrera-Chávez-Costa, A. A., F. Galván-Magaña & O. Escobar-Sánchez. 2010. Food habits of the silky shark *Carcharhinus falciformes* (Muller & Henle, 1839) of the western coast of Baja California Sur, México. *J. Appl. Ichthyol.*, 26 (4): 499-503.
- Case, J. E., M. W. Westneat & C. D. Marshall. 2008. Feeding biomechanics of juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) from the northwestern Gulf of Mexico. *J. Exp. Biol.*, 211: 3826-3835.
- Castro-Aguirre, J. L & E. F. Balart. 1996. Contribución al conocimiento del origen y relaciones de la ictiofauna de aguas profundas del golfo de California, México. *Hidrobiológica (Iztapalapa)*, 6 (1-2): 67-76.
- Chiappa-Carrara, X., A. A. Rojas-Herrera & M. Mascaró. 2004. Coexistencia de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. *Rev. Biol. Trop.*, 52 (1):177-185.
- Christensen, V & D. Pauly. 1992. The ECOPATH II a software for balancing steady state models and calculating network characteristics. *Ecol Model.*, 61: 169–185.
- Clothier, C & J. Baxter. 1969. Vertebral characters of some Californian fishes with notes on other Eastern Pacific species. Department of fish and Game, Sacramento, 32 p.
- Cosaca-Céspedes, J. J., E. Segura-Cobeña, A. Gonzalez-Pestana, E. Alfaro-Córdava, J. Alfaro-Shigueto & J. C. Mangel. 2018. Preliminary análisis of the feeding batoids from genera *Mobula* and *Myliobatis* in Northern Peru. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 53 (3). <https://doi.org/10-22370/rbmo.2018.43.3..1368>.
- Costero-Altamirano, C. E., H. Valles-Ríos & B. Venegas. 2015. Biología reproductiva de la sardina del Pacífico *Sardinops sagax* de la costa occidental de Baja California, México. *Cienc. Pesq.*, 23(2): 25-43.
- Coyne, J. A & H. A. Orr. 2004. Speciation, Sinauer Associates, Sunderland, Mass.

- Cruz-Romero, M., J. Espino-Bar, A. Mimbela-López, L. García-Boa, L. Obregón-Alcaraz & E. Girón-Botello. 1991. Biología reproductiva de tres especies de Lutjánidos en Colima. *Rep. Tec. C.R.I.P*, Instituto Nacional de la Pesca, Manzanillo, 118.
- Dambacher, J. M., J. W. Young, R. J. Olson, V. Allain, F. Galván-Magaña & M. J. Lansdell. 2010. Analysing pelagic foodwebs leading to top predators in the Pacific Ocean: a graphtheoretic approach. *Prog. Oceanogr*, 86: 152-65.
- Daniels, W.W. 1997. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. *Limusa*, México, 667 p.
- Day, J. W. Jr., C. A. S Hall, W. M. Kemp & A. Yañez- Arancibia. 1989. Estuarine ecology. *John-Wiley & Sons*, New York, 558 p.
- DeNiro, M & S. Epstein. 1978. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim Cosmochim Acta*, (42): 495-506.
- DeNiro, M & S. Epstein. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 45 (3): 341-351.
- Díaz Santana-Iturríos, M., D. S. Palacios-Salgado & C. A. Salinas-Zavala. Abundance and distribution of lantern fishes (Myctophiformes: Myctophidae) around San Pedro Martir Island, Gulf of California, during 2008. *Lat. Am. J. Aquat. Res*, 41(3):387-394.
- Díaz, B. 2006. Catálogo de otolitos de peces marinos de las costas adyacentes a Baja California Sur. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma de Baja California Sur, (México), 167 p.
- Díaz-Uribe, J.C. 1994. Análisis trofodinámico del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) en las bahías de La Paz y La Ventana, BCS. México. Tesis de Maestría, Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada, (México), 57p .
- Escobar-Sánchez, O. 2004. Hábitos alimenticios del tiburón ángel *Squatina californica* (Ayres, 1859) en el suroeste del golfo de California, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-IPN. (México), 99 p.

- Espinosa-Carreón, T., J. Valdez-Holguín & J. Eduardo. 2007. Variabilidad interanual de la clorofila en el Golfo de California. *Ecol. Apl*, 6 (1-2): 81-92
- Estupiñan-Montaña, C., L. G. Cedeño-Figueroa & F. Galván-Magaña. 2009. Hábitos alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (Condrichthyes) en el Pacífico ecuatoriano. *Rev. Biol. Mar Oceanogr*, 44 (2): 379-386.
- Feder, J. L., S. P. Edgan & P. Nosil. 2012. The genomics of speciation with gene flow. *Trends Genet*, 28 (7): 342-350.
- Fernández-Palacios, H., M. S. Izquierdo, L. Robaina, A. Valencia, M. Salhi & J. Vergara. 1995. Effect of n-3 HUFA level in broodstock diets on egg quality of gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture.*, 132: 325-337.
- Fischer, W., W. Krupp, C. Schneides, K. Sommer, E. Carpenter & U.H. Niem (eds.). 1995. Guía FAO para la identificación de especies para fines de la pesca. Pacífico Oriental. Vols. (2 y 3), FAO, Roma, 644-1813p.
- Franco-Gordo, C., E. Godínez, E. Suárez-Morales & J. Freire. 2008. Interannual and seasonal variability of the diversity and structure of ichthyoplankton assemblages in the central Mexican Pacific. *Fish. Oceanogr*, 17 (3): 178-190.
- Franco-Moreno, R. A. 2011. Morfología y desempeño del aparato mandibular de seis especies de peces ictiófagos demersales, asociados a los fondos blandos de la plataforma continental de Nayarit-Sinaloa. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (México), 131 p.
- Fry, B. 2006. Stable Isotope Ecology. Springer Science, New York, 390 p.
- Gallardo-Cabello, M., M. Sarabia-Méndez, E. Espino-Barr & V. Anislado-Tolentino. 2010. Biological aspects of *Lutjanus peru* in Bufadero Bay, Michoacán, México: growth, reproduction, and condition factors. *Rev. Biol. Mar. Ocean.*, 45 (2): 205-215.

- García-Godos, I. 2001. Patrones morfológicos del otolito Sagitta de algunos peces óseos del mar peruano. Boletín: IMARPE: Instituto del Mar de Perú, 86 p.
- ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., S.D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic press, San Diego, 416.
- Glasser, J.W. 1982. A theory of trophic strategies: the evolution of facultative specialist. *Am. Nat.*, 119: 250-262.
- Gold, J. R., S. C. Willis, M. A. Renshaw, A. Buentello, H. J. Walker JR, J. B. Purtiz, C. M. Hollenbeck & G. Voelker. 2015. Phylogenetic relationships of tropical eastern Pacific snappers (Lutjanidae) inferred from mitocodrial DNA sequences. *Syst. Biodivers.*, 13 (6): 1-12.
- Gómez-Gutiérrez, J., N. Tremblay, S. Martínez-Gómez, C. J. Robinson, J. Ángel-Rodríguez, C. Rodríguez-Jaramillo & C. Zavala-Hernández. 2010. Biology of the subtropical sac-spawning euphausiid *Nyctiphanes simplex* in the northwestern seas of Mexico: Vertical and horizontal distribution patterns and seasonal variability of brood size. *Deep-Sea. Res.*, 57 (7-8): 606-615.
- Gómez-Gutiérrez, J. 1996. Ecology of early development of *Nyctiphanes simplex* Hansen (Euphausiacea) off the southwest coast of Baja California, México. *Bull. Mar. Sci.*, 58(1): 131-146.
- Grimes, C.B. 1987. Reproductive biology of Lutjanidae, 239-294. En: Polovina, J. J & S. Ralston (Eds.) *Tropical snapper and grouper: Biology and fisheries management.*, Westview Press Inc, Boulder, 659 p.
- Gutowska, M., J. Drazen & B. Robinson. 2004. Digestive chitinolytic activity in marine fishes of Monterey Bay, California. *Comp. Biochem. Phys. A*, 139: 351-358.
- Hamman, M. G., T. R. Baumgartner & A. Badan-Dangon. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *Cal. Coop. Ocean. Fish. Inv. Rep.*, 29: 102-109.

- Harmelin-Viven, M.L., R.A. Kaim-Malka, M. Ledoyer & S.S. Jacob-Abraham. 1989. Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds. *J. Fish. Biol.*, 34 (5): 715-734.
- Hickey, A. J. R & K. D. Clements. 2005. Genome size evolution in New Zealand triplefin fishes, *In: Rocha, L. A & B. W. Bowen. 2008. Speciation in coral-reef fishes. J. Fish. Biol.*, 72 (5): 1101-1121.
- Hobson, E.S. 1968. Predatory behavior of some shore fishes in the Gulf of California. *Fish. Wildl. Serv*, 73: 1-92.
- Hulbert, S.H. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecol.*, 59 (1): 67-77.
- Hutchinson, G.E. 1957. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecol.*, 59: 67-77.
- Jackson, A. L., R. Inger, A. C. Parnell, S. Bearhop. 2011. Comparing isotopic niche widths among and within communities: SIBER-stable isotope Bayesian ellipses in R. *Anim. Ecol.*, 80: 595-602.
- Jennings, S., O. Renones, B. Morales-Nin, N.V.C. Polunin, J. Moranta & J. Coll. 1997. Spatial variation in the <sup>15</sup>N and <sup>13</sup>C stable isotope composition of plants, invertebrates and fishes on Mediterranean reefs: Implications of the study of trophic pathways. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 146:109-116.
- Jiménez-Valverde, A. & J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Rev. Iber. Aracnol.*, (8): 151–161.
- Kiszka, J, B., L. Simon-Bouhet, C. Martinez, P. Pusineri & V. Ridoux. 2011. Ecological niche segregation within a community of sympatric dolphins around a tropical island. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 433: 273-288.
- ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**s, 1999. Ecological Methodology. Addison Wesley, California, 620.

- Lara-Lara, J.R & J.E. Valdez-Holguín. 1988. Biomasa y productividad primaria del Golfo de California por fracción de tamaños durante la primavera de 1984. *Cienc. Mar.*, (14):1-14.
- Lavaniegos, B.E. 1996. Vertical distribution of euphausiid life stages in waters adjacent to Baja California. *Fish. Bull.*, 94: 300-312.
- Lavin, M & S.G. Marinone. 2003. An overview of the physical oceanography of the Gulf of California, 173-204. En: O. U. Velasco, J. Sheinbaum & J. Ochoa (Eds.) *Nonlinear in Geophysical Fluid Dynamics*. Springer, New York.
- Link, J & P. Auster. 2013. The challenges evaluating competition among marine fishes: Who cares, when does it matter, and what can one do about it?. *Bull. Mar. Sci*, 89 (1): 213–247.
- Manko, P. 2016. Stomach content analysis in freshwater fish feeding ecology. University of Prešov, Slovakia, 116 p.
- Martínez del Río, C & B. O. Wolf. 2005. Mass-balance models for animal isotopic ecology. En: M. A. Stark and T. Wang (Eds.) *Physiological and ecological adaptations to feeding in vertebrates*. Science Publishers New Hampshire, 141-174 p.
- Martínez-Zavala, M., M. O. Narváez-Martínez, M. L. Anguiano-Carrasco, J. P. Santos-Molina & A. R. Godínez-Cota. 2010. Captura de peces pelágicos menores en el Golfo de California, temporada 2007-2008. *Cienc. Pesq*, 18 (2): 1-15.
- Mascareñas, I. 2002. Colección de referencia de otolitos de peces arrecifales de la Bahía de La Paz BCS, México. Tesis de Licenciatura Universidad Autónoma de Baja California Sur (México), 80 p.
- Maya, C., Y. Torres, F. Galván, S. Aguiñiga & L. Trasviña. 2016. Trophic overlap between blue shark (*Prionace glauca*) and shortfin makos (*Isurus oxyrinchus*): Trophic linkages between two shark species in the Eastern Pacific Ocean food web. *Food Webs*, 7: 13-19.

- McCormick, M. I & C. J. Weaver. 2012. It pays to be pushy: Intracohort interference competition between two reef fishes. *Plos One*, 7(8): e42590.
- McCutchan, J.H., W.H. Lewis Jr, C. Kendall & C.C. McGrath. 2003. Variation in the trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. *Oikos*, 102: 378-390.
- Michener, M & D. M. Schell. 1994. Stable isotope ratios as trace in marine aquatic food webs. En: K. Lajtha & R. H. Michener (Eds.). *Stable isotope in ecology and environmental science*, Blackwell Scientific, London, 138-158 p.
- Morales-Zarate, M.V., F. Arreguín-Sánchez, J. López-Martínez & S.E. Lluch-Cota. 2014. Ecosystem trophic structure and energy flux in the Northern Gulf of California, México. *Ecol. Model.*, 174: 331-345.
- Moreno-Sánchez, X.G., L.A. Abitia-Cárdenas, G. Trujillo-Renata, A.F. Navia, J.S. Ramírez-Pérez & B. Shirasago-German. 2016. Variation of feeding habits of *Lutjanus peru* (Actinopterygii: Perciformes: Lutjanidae) caught in two regions of the Gulf of California, Mexico. *Act. Ichtiol. Piscat.*, 46 (2): 97-108.
- Moreno-Sánchez, X.G., P. Pérez-Rojo, M.S. Irigoyen-Arredondo, E. Marin-Enríquez, L.A. Abitia-Cárdenas & O. Escobar-Sánchez. 2019. Feeding habits of the leopard grouper, *Mycteroperca rosácea* (Actinopterygii: Perciformes: Epinephelidae), in the Central Gulf of California, BCS, México. *Act. Ichtiol. Piscat.*, 49 (1): 9-22.
- Moser, H.G., E.H. Ahlstrom, D. Kramer & E.G. Stevens. 1974. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in the Gulf of California. *Calif. Coop. Ocean. Fish. Invest. Rep.*, 17: 112-130.
- Nanami, A & T. Shimose. 2013. Interspecific differences in prey items in relation to morphological characteristics among four lutjanid species (*Lutjanus decussatus*, *L. fulviflamma*, *L. fulvus* y *L. gibbus*). *Environ. Biol. Fish.*, 96: 591-602.
- Navarro, R. 2018. Bioenergética de la cabrilla sardinera *Mycteroperca rosácea* (Streets, 1877) en Santa Rosalía, Baja California Sur, México. Tesis de

- Licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa Facultad de Ciencias Marinas (México), 118 p.
- Nelson, J.S. 2016. *Fishes of the World*. 5<sup>ta</sup> ed. John Wiley and Sons Inc., Hoboken, 707 p.
- Newsome, S. D., C. Martinez del Rio, S. Bearhop & D. L. Phillips. 2007. A niche for isotopic ecology. *Front. Ecol. Environ*, 5 (8): 429-436.
- Obeso-Nieblas., M., B. Shirasago-German, L. Sánchez & J. H. Gaviño. 2004. Hydrographic variability in Bahia de La Paz, BCS, México during the 1997-1998 El Niño. *Deep. Sea. Res. Part II.*, (6 – 9): 689 – 710.
- Okasen, J., F.G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. McGlenn, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, G.L. Simpson & P. Solymos. 2016. *Vegan: Community ecology package*. v.2.5-5: R documentation. [Desconocido].
- Paine, R. T. 1964. Ash and Caloric determination of Sponge and Opisthobranch Tissue. *Ecology.*, 45 (2): 384-387.
- Palacios-Salgado, D. S., A. Ramirez, A. A. Rojas-Herrera, J. Granados-Amores & M. A. Melo-García. 2014. Marine fishes of Acapulco, Mexico (Eastern Pacific Ocean). *Mar. Biodiv.*, 44 (4): 471-490.
- Parnell, A & A. Jackson. 2013. *Siar: Stable Isotope Analysis in R*. R package version 4.2.
- Parnell, A & R. Inger. 2019. *SIMMR: A Stable isotope mixing models in R*. R package version 3.5.3.
- Parrish, J. D. 1987. The trophic biology of snapper and grouper. En: Moreno-Sánchez, X.G., L.A. Abitia-Cárdenas, G. Trujillo-Renata, A.F. Navia, J.S. Ramírez-Pérez & B. Shirasago-German. 2016. Variation of feeding habits of *Lutjanus peru* (Actinopterygii: Perciformes: Lutjanidae) caught in two regions of the Gulf of California, Mexico. *Act. Ichtiol. Piscicat.*, 46 (2): 97-108.
- Paxton, J. R., R. J. Lavenberg & C. Sommer. 1995. Myctophidae: linternillas. En: Diaz Santana-Iturríos, M., D. S. Palacios-Salgado & C. A. Salinas-Zavala.

- Abundance and distribution of lantern fishes (Myctophiformes: Myctophidae) around San Pedro Martir Island, Gulf of California, during 2008. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 41 (3): 387-394.
- Peterson, B.J & B. Fry. 1987. Stable Isotopes in ecosystem studies. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 18: 293-320.
- Pérez-España, H. 2003. Ecological importance of snappers in the stability of modeled coastal ecosystems. *Ecol. Model.*, 168 (1-2): 13-24.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant & Z. L. Iverson. 1971. Food habit of albacore bluefin, tuna and bonito in Calif. *Fish Game*, 152: 1-105.
- Pianka, E.R. 1982. *Evolutionary ecology*. Harper & Row, New York, 365 p.
- Pimentel, C.R & J.C. Joyeux. 2010. Diet and food partitioning between juveniles of mutton Lutjanus analis, dog Lutjanus jocu, and lane Lutjanus synagris snappers (Perciformes. Lutjanidae) in mangrove-fringed estuarine environment. *J. Fish. Biol.*, 76: 2299–2317.
- Pineda-Peralta, A., J. Ramos-Miranda, M. Castillo-Rivera & F. Arreguín-Sánchez. 2016. Cambios en la dieta de dos especies de mojarra (Gerreidae) en la laguna de Términos Campeche, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanog.*, 51 (2): 385-394.
- Polechová, J & D. Storch. 2008. Ecological Niche, 1088-1097. En: S. E. Jorgensen & D. Fath (Eds.), *Encyclopedia of Ecology*, Vol. 2. Elsevier, Oxford, 21p.
- Post, D.M. 2002. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. *Ecol.*, 83 (3): 703–718.
- Reyna-Trujillo, M. 1993. Desarrollo gonádico y época de desove del huachinango (*Lutjanus peru*) Nichols & Murphy, 1922 (Pisces: Lutjanidae) en la Bahía de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara (México), 73 p.
- Robertson, R & G. Allen. 2015. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de

Investigaciones Tropicales, Balboa República de Panamá.  
<https://biogeodb.stri.si.edu/sftep/es/pages>.

Robinson, B.H. 1972. Distribution of the midwater fishes of the Gulf of California. *Copeia*, 1972 (3): 448-461.

Rocha-Olivares, A & V.M. Gómez-Muñoz. 1993. Validación del uso de otolitos para determinar la edad del huachinango del Pacífico *Lutjanus peru*, (Perciformes: Lutjanidae), en la bahía de La Paz y aguas adyacentes, BCS. México. *Cienc. Mar.*, 19 (3): 321-331.

Rodríguez-Valenzuela, M. 2009. Contenido energético y ácidos grasos biomarcadores en dos rutas tróficas que llegan al lobo marino *Zalophus californiacus*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México. 107 p.

Rojas, M.J.R. 1997a. Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, (44/45): 471-476.

Rojas, M.J.R. 1997b. Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, (44/45): 471-476.

Rojas-Herrera, A.A. 1996. Análisis de alimentación del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindacher, 1986) (Pisces: Lutjanidae) de la costa de Guerrero, México. En: Mem. Primer Encuentro Regional sobre Investigación y Desarrollo Costero: Guerrero, Oaxaca y Chiapas, 10 p.

Rojas, A. 2001. Aspectos de la dinámica poblacional del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, Colima, 194 p.

Rojas-Herrera, A.A & X. Chiappa-Carrara. 2002. Hábitos alimenticios del flamenco *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México. *Cienc. Mar.*, 28 (2): 133-147.

- Rojas-Herrera, A., X. Chiappa- Carrara & M. Mascaró. 2004. Hábitos alimentarios de los peces *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop.*, 52: 959-971.
- Safran, R. J & P. Nosil. 2012. Speciation: The origin of new species. *Nature Education Knowledge*, 3: 17.
- Salgado-Barragán, J & M.E. Hendrickx. 2010. Clave ilustrada para la identificación de los estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico oriental. *Rev. Mex. Biodiver.*, 81: 1-49.
- Santamaría-Miranda, A & A. A. Rojas-Herrera. 1994a. Análisis de la variación morfofisiológica del huachinango, *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1869) (Pisces: Lutjanidae) en el litoral de Acapulco, Guerrero, México. Período 1993-1994. En: Memoria del IV Congreso Nacional de Ictiología, Morelia, Michoacán, 250 p.
- Santamaría-Miranda, A & A. A. Rojas-Herrera. 1994b. Análisis de la variación morfofisiológica del flamenco, *Lutjanus guttatus* (Nichols & Murphy, 1869) (Pisces: Lutjanidae) en el litoral de Acapulco, Guerrero, México. Período 1993-1994. En: Memoria del IV Congreso Nacional de Ictiología, Morelia, Michoacán, 250 p.
- Santamaría-Miranda, A, J.F. Elordury & A. Rojas-Herrera. 2003. Hábitos alimenticios de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en las costas de Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop.*, 51 (2): 503-518.
- Sarabia-Méndez, M., M. Gallardo-Cabello, E. Espino-Barr & V. Anislado-Tolentino. 2010. Características de la dinámica poblacional de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Bahía Bufadero, Michoacán, México. *Hidrobiológica (Iztapalapa)*, 20(2): 147-157.
- Saucedo-Lozano, M., G. González-Sansón & X- Chiapa-Carrara. 1999. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1922) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Cienc. Mar*, 25 (3): 381-400.

- Saucedo-Lozano, M., A. R. Raymundo-Huizar & Valdez-González. 2006. Comparación de los hábitos alimentarios de juveniles de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* en la costa de Jalisco y Colima, México (1995-1996). 209-218 En: M.C. Jiménez-Quiroz & E. Espino-Barr (Eds). Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca SAGARPA, México, 622 p.
- Schoener, T. W. 1974. Resource partitioning in communities. *Science, (Wash)*, 185: 27-39.
- Sierra, L. M & A. O. Popova. 1989. Dinámica del ritmo de alimentación de varias especies de peces neríticos del Golfo de Batabanó en diferentes años. *Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba*, 2: 1-19.
- Sierra, L.M., R. Claro & O.A. Popota. 1994. Alimentación y relaciones tróficas. En: R. Claro (Ed.). *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología. Academia de Ciencias de Cuba y Centros de Investigaciones de Quintana Roo, México. 263-320 p.
- Soto, R., F. Mejía-Arana, J.A. Palacios & K. Hiramatsu. 2009. Reproducción y crecimiento del pargo de mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, (57): 125-131.
- Soto-Mardones, L.A., S.G. Marione & A. Parés-Sierra. 1999. Time and spatial variability of sea surface temperature in the Gulf of California. *Cienc. Mar.*, 25 (1): 1-30.
- Suntov, A.V & R. D. Brodeur. 2008. Trophic ecology of three dominant myctophid species in the northern California Current region. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 373: 81-96.
- Tripp-Valdez, A & F. Arreguín-Sánchez. 2009. The use of stable isotopes and stomach contents to identify dietary components of the spotted Rose snapper, *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869), off the Eastern Coast of the Southern Gulf of California. *J. Fish. Aquat. Sci.*, 4 (6): 274-284.

- Vander-Zanden, M., G. Cabana & J. Rasmussen. 1997. Comparing trophic position of freshwater fish calculated using stable nitrogen isotope ratios ( $\delta^{15}\text{N}$ ) and literature dietary data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 54: 1142-1158.
- Vázquez, R. I., J. Rodríguez, L. A. Abitia-Cárdenas & F. Galvan-Malagaña. 2008. Food habits of the yellow snapper *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1989) (Percoidae: Lutjanidae) in La Paz Bay, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 43(2): 295-302.
- Wainwright, P.C & D. R. Bellwood. 2002. Ecomorphology of feeding in coral reefs fishes. En: P. F, Sale (Eds.) *Coral reef fishes*. Academic, San Diego, 33-55 p.
- Westneat M. W. (2004). Evolution of levers and linkages in the feeding mechanisms of fishes. *Inter. Comp. Biol.*, 44 (5): 378-389.
- Williams, J.R & N.D. Martinez. 2004. Limits to trophic levels and omnivory in complex food webs: theory and data. *Am. Nat.*, 163 (3): 458-468.
- Winemiller, G. A. 1984. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecology.*, 81 (2): 225-241.
- Wolf, G.A. 1982. A break key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimension and size. *Fish. Bull.*, 80 (2): 357-370.
- Zetina-Rejón, M. J., F. Arreguín-Sánchez & E. A. Chávez. 2003. Trophic structure and flows of energy in the Huizache-Caimanero lagoon complex on the Pacific coast of México. *Est. Coast. Shelf. Sci.*, 57 (5-6): 803-815.
- Zhao, L., M. A. Castellini, T. L. Mau & S. J. Trumble. 2004. Trophic interactions of Antarctic seals as determined by stable isotope signatures. *Polar Biol.*, 27: 368-373.