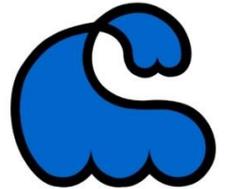




INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



COMPARACIÓN DE LOS HÁBITOS  
ALIMENTARIOS DEL HUACHINANGO DEL  
PACIFICO *Lutjanus peru* (Perciformes:  
Lutjanidae), EN EL SUR DEL GOLFO DE  
CALIFORNIA, MÉXICO.

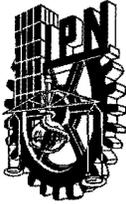
TESIS

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

PRESENTA

GISELA TRUJILLO RETANA

LA PAZ, B.C.S., DICIEMBRE DEL 2014



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARIA 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 20 del mes de noviembre del 2014 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis titulada:

COMPARACIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL HUACHINANGO DEL PACÍFICO
Lutjanus peru (PERCIFORMES: LUTJANIDAE), EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Presentada por el alumno:

TRUJILLO RETANA GISELA
Apellido paterno materno nombre(s)

Con registro: A 1 3 0 3 7 4

Aspirante de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron APROBAR LA DEFENSA DE LA TESIS, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

Directores de Tesis

DR. LEONARDO ANDRÉS ABRAHAM CÁRDENAS
Director de Tesis

DR. XHEL GABRIEL MORENO SÁNCHEZ
2º. Director de Tesis

DR. MARCIAL ARELLANO MARTÍNEZ

MC. MARCIAL TRINIDAD VILLALBA FUERTE

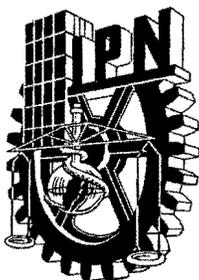
DR. JORGE SAÚL RAMÍREZ PÉREZ

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DRA. MARÍA MARGARITA CASAS VALDEZ



IPN
CICIMAR
DIRECCION



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

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 25 del mes noviembre del año 2014  
el (la) que suscribe BP. GISELA TRUJILLO RETANA alumno(a) del  
Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS  
con número de registro A130374 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS  
manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:  
DR. LEONARDO ANDRÉS ABITIA CÁRDENAS y DR. XCHEL GABRIEL MORENO SÁNCHEZ  
y cede los derechos del trabajo titulado:

"COMPARACIÓN DE LOS HÁBITOS ALIMENTARIOS DEL HUACHINANGO DEL PACÍFICO  
Lutjanus peru (PERCIFORMES: LUTJANIDAE), EN EL SUR DEL GOLFO DE CALIFORNIA, 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: gisela27trujillo@gmail.com - labitia@ipn.mx - xmoreno@ipn.mx

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

BP. GISELA TRUJILLO RETANA

*nombre y firma*

*“Si las cosas que valen la pena fueran fáciles cualquiera las haría”. Anónimo*

*“El amor por todas las criaturas vivientes es el más noble atributo del hombre”.*

*Charles Darwin*

*“La ignorancia genera confianza más frecuentemente que el conocimiento, son aquellos que saben poco, y no esos que saben más, quienes tan positivamente afirman que este o aquel problema nunca será resuelto por la ciencia”.*

*Charles Darwin*

# DEDICATORIA

LA PRESENTE TESIS ESTÁ DEDICADA A MI FAMILIA Y A MI  
ESPOSO

A MI PAPÁ: Lorenzo Trujillo Espinoza por apoyarme siempre a lo largo de mi vida y por ser el ejemplo de perseverancia y lucha para cumplir mis sueños.

A MI MAMÁ: Ofelia Retana Pérez por enseñarme que las cosas con amor salen mejor, por estar siempre escuchándome y dando los mejores consejos que sin ellos no habría llegado hasta donde estoy.

A MI TIA: María Dimas, por brindarme su apoyo a lo largo de mis estudios y por ser tan bondadosa.

A MIS HERMANAS: Gladys Trujillo Retana y Gloria Trujillo Retana, por ser mis mejores amigas, por la admiración que me tienen y siempre escucharme y alentarme cuando más las necesito.

A MI ESPOSO: Adalberto Tamayo Corona, quien ha estado a mi lado durante estos años de carrera profesional, por confiar siempre en mí y brindarme sus consejos y amor.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional y al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas por permitirme realizar mis estudios de maestría en este centro y brindarme todas las facilidades para llevar a cabo mi tesis.

Al CONACYT por otorgarme la beca durante el periodo de maestría 2013-2014.

A los apoyos económicos beca BEIFI otorgados por el Instituto Politécnico Nacional con los proyectos: Interacciones tróficas del pargo *L. peru* en la región norte y sur de Sinaloa, México; Variación latitudinal del esfuerzo reproductivo del pez vela *Istiophorus platypterus*, en el océano Pacífico mexicano y Tasas de ración de alimento del pez vela *Istiophorus platypterus* del área costera de Mazatlán, Sinaloa, México.

A mis directores de tesis el Dr. Leonardo Andrés Abitia Cárdenas y el Dr. Xchel Gabriel Moreno Sánchez, por apoyarme en todo momento durante la realización de este estudio. También por tenerme la paciencia y brindarme sus conocimientos.

A los miembros del comité revisor: el Dr. Saúl Ramírez Pérez, M.C. Marcial Arellano Martínez y al Dr. Marcial Trinidad Villalejo fuerte, por su gran disposición para revisar mi tesis y por sus sugerencias que sirvieron de mucha ayuda.

Al proyecto PROFAPI 2013/136 de la Universidad Autónoma de Sinaloa, a cargo del Dr. Saúl Ramírez Pérez, por proporcionarme las muestras para realizar esta tesis.

Al laboratorio Biología Pesquera de la Facultad de Ciencias del Mar- Universidad Autónoma de Sinaloa, así como a los compañeros Marcelino, Rafael y José Luis por su ayuda con el procesamiento de las muestras.

Al laboratorio de Ecología de peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, por permitirme pasar horas en la identificación de las presas ya hasta le tengo cariño.

A mis compañeros de cubil Hany, Fabian, Ana y Don Pancheiro, por brindarme su apoyo, resolver mis dudas y hacer mi estancia más agradable con sus buenas pláticas.

A mis amigos algunos compañeros de generación por apoyarme y escucharme siempre, pero también por ser mis acompañantes en los momentos de relax; Adal, Casandra, Ary, Iván, Noemí, Habacuc, Paco y Xchel.

A mis profesores que contribuyeron en mi formación durante estos dos años de los cuales aprendí.

INDICE	Página
RELACIÓN DE FIGURAS	ii
RELACIÓN DE TABLAS	iv
GLOSARIO	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
4. OBJETIVO GENERAL	6
4.1. Objetivos particulares	7
5. MATERIAL Y MÉTODOS	7
5.1. Área de estudio	7
5.2. Trabajo de campo	9
5.3. Trabajo de laboratorio y gabinete	9
5.3.1. Espectro trófico	9
5.3.2. Clasificación del espectro trófico	10
5.3.3. Curva de diversidad acumulada	11
5.3.4. Importancia de las presas	11
5.3.5. Amplitud del espectro trófico	12
a.) Diversidad d Shannon-Wiener	12
b.) Análisis de Costello	12
5.3.6. Análisis de similitud	12
a.) ANOSIM	14
b.) SIMPER	15
6. RESULTADOS	16
6.1. Información general de las muestras	16
6.2. Habitos alimenticios del huachinango del Pacifico	17
6.2.1. Espectro trófico general	17
6.2.2. Amplitud del espectro trófico	23
6.3. Habitos alimenticios por región	24
6.3.1. Espectro trófico	25
6.3.2. Amplitud del espectro trófico	27
6.3.3. Análisis de similitud	29
6.4. Habitos alimenticios por época	29
6.4.1. Espectro trófico	30
6.4.2. Amplitud del espectro trófico	33
6.4.3. Análisis de similitud	35
6.5. Habitos alimenticios por sexos	35
6.5.1. Espectro trófico	36
6.5.2. Amplitud del espectro trófico	39
6.5.3. Análisis de similitud	41
6.6. Habitos alimenticios por juveniles/adultos	41
6.6.1. Espectro trófico	42
6.6.2. Amplitud del espectro trófico	45
6.6.3. Análisis de similitud	47

7. DISCUSIÓN	48
8. CONCLUSIONES	56
9. LITERATURA CITADA	57

## Relación de figuras

Figura		Página
Figura 1.	Área de estudio. El símbolo circular indica la region 1 que corresponde a la costa norte de Sinaloa (sitios Farrallón, Burbuja e Isla Elefante). Y el símbolo cuadrado, la region 2 correspondiente a la costa suroriental de B.C.S. (Islas Catalana-San Jose y Cerralvo), México.	8
Figura 2.	Valores de la temperatura superficial del mar por mes en la zona sur del Golfo de California, México durante los años 2011 a 2012, el valor promedio fue 24.02° C, donde las barras oscuras corresponden a la época fría y las claras a la época cálida.	11
Figura 3.	Diagrama explicativo sobre la estrategia alimenticia de Costello, contribución de la amplitud de dieta e importancia de la presa según Amundsen <i>et al.</i> (1996), donde CIF es componente intra-fenotípico y CEF componente entre fenotipos.	14
Figura 4.	Curva de diversidad acumulada del espectro trófico general de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).	18
Figura 5.	Espectro trófico general del Pacífico <i>L. peru</i> en el sur del Golfo de California, de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: <i>F. californiensis</i> (Fc), <i>P. planipes</i> (Pp), <i>Myodocopida</i> (My), <i>Loligo</i> spp. (Lsp) y <i>L. diomedae</i> .	22
Figura 6.	Análisis de Costello modificado por Amundsen <i>et al.</i> (1996) para el espectro trófico general de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México.	23
Figura 7.	Curva de diversidad acumulada del espectro trófico por regiones; R1 (A) y R2 (B) de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a la diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).	24
Figura 8.	Espectro trófico del huachinango del Pacífico <i>L. peru</i> en el sur del Golfo de California, por región; R1 (A) y R2 (B), de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia	26

	relativa (IIR). Las especies presa: (Pp) <i>P. planipes</i> , (My) Mydocopida, (Fc) <i>F. californiensis</i> , (Lsp) <i>Loligo</i> spp. y (Ls) <i>L. stylirostris</i> .	
Figura 9.	Análisis de Costello modificado por Amundsen <i>et al.</i> (1996), para el espectro trófico por región; R1 (A) y R2 (B) de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa: (Ca) camarón, (Os) ostrácodos, (Lg) langostilla, (Lc) larvas de camarón y (Cf) cefalópodos.	28
Figura 10.	Curva de diversidad acumulada del espectro trófico por épocas climáticas; fría(A) y cálida (B) de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).	30
Figura 11.	Espectro trófico del Huachinango del Pacífico <i>L. peru</i> en el sur del Golfo de California, por épocas; fría (A) y cálida (B), de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: (Fc) <i>F. californiensis</i> , (My) Mydocopida, (Lsp) <i>Loligo</i> spp., (Ls) <i>L. stylirostris</i> , (Ld) <i>L. diomedae</i> y (Pp) <i>P. planipes</i> .	32
Figura 12.	Análisis de Costello modificado por Amundsen <i>et al.</i> (1996), para el espectro trófico por épocas; fría (A) y cálida (B) de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa: (Ca) camarón, (Os) ostrácodos, (Lg) langostilla, (Es) estomatópodos y (Cf) cefalópodos.	34
Figura 13.	Curva de diversidad acumulada del espectro trófico por sexos; hembras (A) y machos (B) de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).	36
Figura 14.	Espectro trófico por sexos; hembras (A) y machos (B) de Huachinango del Pacífico <i>L. peru</i> en el sur del Golfo de California, representando de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: (Fc) <i>F. californiensis</i> , (My) Mydocopida, (Lsp) <i>Loligo</i> spp. y (Pp) <i>P. planipes</i> .	38
Figura 15.	Análisis de Costello modificado por Amundsen <i>et al.</i> (1996), para el espectro trófico por sexos hembras (A) y machos (B) de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa; (Ca) camarón, (Lg) langostilla, (Os) ostrácodos, (Es) estomatópodos y (Cf) cefalópodos.	40
Figura 16.	Curva de diversidad acumulada del espectro trófico para organismos juveniles (A) y adultos (B) de <i>L. peru</i> en la	42

	zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener (H') y coeficiente de variación (CV).	
Figura 17.	Espectro trófico para organismos juveniles (A) y adultos (B) del Huachinango del Pacífico <i>L. peru</i> en el sur del Golfo de California, de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: (Fc) <i>F. californiensis</i> , (My) Myodocopida, (Lsp) <i>Loligo</i> spp., (Rc) restos de crustáceos y (Pp) <i>P. planipes</i> .	44
Figura 18.	Análisis de Costello modificado por Amundsen <i>et al.</i> (1996), para el espectro trófico por organismos juveniles (A) y adultos (B) de <i>L. peru</i> en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa; (Ca) camarón, (Lg) langostilla, (Os) ostrácodos, y (Cf) cefalópodos.	46

## RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1.	Información general sobre las muestras; las tallas son longitud estándar promedio y los pesos en peso total promedio	17
Tabla 2.	Porcentajes y valores absolutos en número (N), peso(P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR) del espectro trófico del huachinango del Pacífico <i>L. peru</i> en dos zonas al sur del Golfo de California, México.	20

## **GLOSARIO**

**Adaptabilidad trófica:** La capacidad de un organismo para cambiar de un tipo de alimento a otro (Gerking, 1994).

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

**Cadena trófica:** Secuencia alimenticia, en la que se da un flujo de materia y energía, iniciando con los productores primarios hasta los descomponedores (Odum, 1985).

**Carnívoro:** Dicho de un animal que se alimenta de carne o puede hacerlo (Real Academia Española, 2001).

**Depredación:** Tipo de interacción en la que un organismo, caza a otro individuo para subsistir (Real Academia Española, 2012).

**Dieta:** Cantidad y tipo de alimentos que ingiere un animal.

**Diversidad trófica:** Es la relación entre el número de especies y la abundancia relativa de las mismas (Magurran, 1988).

**Ecología trófica:** Rama o especialidad de la ecología que se encarga del estudio de los flujos naturales de energía y materia en los ecosistemas (Odum, 1985).

**Ecosistema:** Una comunidad biológica y su asociación con el medio físico y químico (Odum, 1985).

**Especialista:** Organismo que se alimenta de un número restringido de recursos alimenticios (Gerking, 1994).

**Espectro trófico:** Total de componentes alimentarios de la dieta de un organismo (Day *et al.*, 1989).

**Estrategia alimenticia:** Conjunto de decisiones que un organismo toma, con el fin de obtener el máximo beneficio del alimento. Estas dependen de sus adaptaciones morfológicas (como ojos, boca, etc.) (Gerking, 1994).

**Generalista:** Organismo que se alimenta de un espectro amplio de recursos alimenticios (Gerking, 1994).

**Hábitos alimentarios:** La forma en que los organismos adquieren su alimento.

**Nicho trófico o alimenticio:** El rol nutricional del organismo en el ecosistema, la relación con todos los recursos disponibles (Odum, 1985).

**Nivel trófico:** La posición que un organismo ocupa en una red alimentaria. Catalogada por la manera en que el organismo obtiene su energía (ej. productor primario, consumidor primario, secundario, terciario, etc.) (Gerking, 1994).

**Oportunista:** Organismo que cambia de una fuente de alimento a otro, para aprovechar la fuente más rentable en el momento (Gerking, 1994).

**Presa:** Animal que puede ser o es cazado (Real Academia Española, 2012).

**Región:** Hace referencia a una porción de territorio determinada por ciertas características comunes o circunstancias especiales, como puede ser el clima, la topografía (Real Academia Española, 2012).

**Relación inter-específica:** Interacción entre organismos de diferentes especies (Gerking, 1994).

**Relación intra-específica:** interacción entre organismos de una misma especie (Gerking, 1994).

**Traslapo de dieta:** Utilización del mismo recurso alimenticio por dos o más especies como parte de su dieta, en tiempos y espacio simultáneo (Wooton, 1990).

## RESUMEN

El huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* es una de las especies más explotadas por la pesca artesanal y reconocida por sus volúmenes de captura y valor económico a nivel nacional. En cuanto a su ecología trófica se ha reportado que se alimenta de crustáceos, peces y algunos organismos del plancton. Sin embargo un aspecto hasta hoy desconocido es, si sus hábitos alimentarios cambian con respecto al hábitat donde se captura, ya que no se ha caracterizado de manera simultánea el espectro trófico de esta especie, en dos hábitats con características ambientales diferentes. En este contexto en la presente investigación se abordó el estudio de los hábitos alimentarios de *L. peru* en dos ecosistemas del sur del Golfo de California con condiciones físicas y oceanográficas contrastantes. Con el objetivo de comparar la dieta del huachinango del Pacífico en términos del sexo (machos y hembras), juveniles/adultos y épocas climáticas, y determinar si esta especie tiene el mismo papel trófico en ambos ecosistemas. Las muestras biológicas proceden de la costa norte de Sinaloa (región 1; El Farallón, la Burbuja e Isla Elefante) y la costa suroriental de Baja California Sur (región 2; Islas Catalana-San José y Cerralvo). En total se analizaron 497 estómagos, de los cuales a la región 1 correspondieron 182 (44%) y a la región 2, 233 (56%). El espectro trófico de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California se conformó por crustáceos, peces, moluscos y organismos planctónicos. En total se identificaron 42 ítems presa y de acuerdo al Índice de importancia relativa el camarón *Farfantepenaeus californiensis*, la langostilla *Pleuroncodes planipes*, el ostrácodo *Myodocopida* y el calamar *Loligo* spp., fueron las presas de mayor contribución en la dieta. Se detectaron diferencias significativas entre los espectros tróficos por regiones y por épocas climáticas. En contraparte, tanto por sexos como por juveniles/adultos dichas diferencias no fueron significativas. *L. peru* registró una baja diversidad (conducta trófica especialista), enfocándose principalmente en el consumo de camarones, langostilla y ostrácodos. Por cada categoría, se registró una utilización diferencial del nicho trófico y se presentó una repartición adecuada de los recursos alimenticios. A pesar de las diferencias en la utilización de los recursos alimenticios

por regiones, *L. peru* asume el mismo papel trófico en ambos ambientes, ya que es un depredador que consume principalmente crustáceos bentónicos y actúa como intermediario de la energía desde los niveles inferiores hasta los depredadores tope.

## ABSTRACT

The Pacific red snapper *Lutjanus peru* is one of the most heavily exploited species by artisanal fisheries, with notable catch volumes and high economic value in Mexico. It has been reported to feed on crustaceans, fish and some planktonic organisms. However, it has not been determined yet whether its feeding habits change according to capture location. In this context, the present investigation addressed the study of feeding habits of *L. peru* in two ecosystems of southern Gulf of California, with contrasting physical and oceanographic conditions. In order to compare the diet of the red snapper in terms of sex (male and female), juveniles/adults and climatic seasons, and determine if this species has the same trophic role in both ecosystems. Biological samples belong from the north coast of Sinaloa (region 1; El Farallon, La Burbuja and Elefante Island) and the southeastern coast of Baja California Sur (region 2; La Catalana, San Jose and Cerralvo islands). A total 497 stomachs were analyzed, of which the region 1 corresponded 182 (44%) and to the region 2, 233 (56%). The trophic spectrum of *L. peru* in the southern Gulf of California comprised crustaceans, fish, molluscs and plankton organisms. In total 42 prey items were identified, according to the index of relative importance the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis*, the pelagic red crab *Pleuroncodes planipes*, the ostracod *Myodocopida* and the squid *Loligo* spp, were the prey that major contributed to the diet. Significant differences between trophic spectrum by region and climatic seasons were detected. In contrast, for both sexes and juveniles/adults these differences were not significant. *L. peru* recorded a low diversity (specialist trophic behavior), mainly focused on the consumption of shrimp, red crab and ostracods. For each category, a differential use of trophic niche was recorded and an adequate partitioning of food resources was presented. Despite the differences in the utilization of food resources by region, *L. peru* assumes the same trophic role in both environments, as it is a predator that consumes mainly benthic crustaceans and acts as an energetic intermediary from the lower level to the top predators.

## 1. INTRODUCCION

La alimentación es de suma importancia para los organismos, pues a partir de esta se desarrollan procesos básicos como el crecimiento y reproducción, lo cual depende de la cantidad y calidad del alimento ingerido, de la capacidad que tenga de alimentarse, así como el gasto y beneficio que le genere escoger algún tipo de presa (Díaz- Uribe, 1994).

Una forma de conocer aspectos sobre alimentación, es analizando el contenido estomacal, los cuales permiten entender los procesos tróficos como las relaciones inter e intraespecíficas (por ejemplo, competencia y depredación) y conocer el flujo energético dentro de los ecosistemas (Vázquez-Sánchez, 2005). Además proveen información indirecta sobre las adaptaciones morfológicas de las especies y permiten inferir el comportamiento alimenticio y ocupación del nicho trófico (García de Jalón, 1985). Otro aspecto importante sobre estos estudios es que los depredadores pueden ser considerados bio-muestreadores ya que mediante esta técnica es posible conocer la presencia y abundancia aproximada de las especies consumidas, las cuales pudieran no aparecer en las artes de pesca (Caddy y Sharp, 1988; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003).

Para el manejo de los recursos pesqueros es necesario comprender la biología y ecología de los organismos sujetos a extracción, tal es el caso del recurso pargo (familia Lutjanidae), los cuales a nivel nacional ocupan el 26° lugar de la producción por sus volúmenes de captura y el 11° por su valor económico. Durante el año 2012 los pargos, en el estado de Baja California Sur (BCS) representaron 369 toneladas en peso desembarcado y en el estado de Sinaloa 456 toneladas (Anónimo, 2011 y 2012).

Los lutjanidos han sido ampliamente estudiados, por lo que se ha determinado que son carnívoros oportunistas, basan su alimentación en invertebrados bénticos (Parrish, 1987). Una de las especies económicamente más importantes, es el huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) el cual se distribuye desde el Golfo de California, México hasta Perú y se le encuentra en

hábitats de fondos rocosos, desde profundidades someras hasta los 100m (Allen *et al.*, 1985). Además de su importancia económica, se menciona que el huachinango del Pacífico asume un papel muy importante en los ecosistemas donde habita, ya que enlaza los niveles inferiores y superiores de las cadenas tróficas (Arreguin-Sánchez y Manickchand-Heileman, 1998).

Para esta especie se ha reportado en las costas de BCS, una talla máxima de 99.2 cm de longitud total (LT) y una edad de hasta 31 años (Rocha-Olivares, 1998), su periodo reproductivo va desde noviembre a abril (Ochoa-Báez *et al.*, 1991). La talla de primera madurez mínima, reportada para las costas de Colima, que es la referencia más próxima al Golfo de California, es la reportada por Cruz-Romero *et al.* (1991) la cual es de 23 cm y 24 cm de longitud estándar (LE) para hembras y machos respectivamente.

En cuanto a su ecología trófica se ha reportado que se alimenta de crustáceos, peces y algunos organismos del plancton (Rojas-Herrera, 2001; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003; Saucedo-Lozano *et al.*, 2006 y Díaz-Uribe, 1994). Aún no se sabe si los hábitos alimentarios de *L. peru* cambian con respecto al hábitat donde se captura, pues la dieta de esta especie no se ha determinado de manera simultánea, en dos hábitat con características ambientales diferentes.

Debido a lo antes mencionado la región sur del Golfo de California es un lugar ideal para llevar a cabo este tipo de estudios, ya que se cuenta con la presencia de hábitat contrastantes, en la costa continental frente al estado de Sinaloa, hay un sustrato arenoso y limoso con una plataforma continental amplia, importantes aportes pluviales, lagunas costeras que por sus características se les ha considerado de las más productivas a nivel nacional (Amador-Buenrostro *et al.*, 2003; Contreras-Espinosa y Castañeda-López, 2003). Mientras que la costa suroriental de Baja California Sur (B.C.S.), se caracteriza por tener una plataforma reducida, casi ausente, vientos con magnitudes de  $12 \text{ m s}^{-1}$  en otoño e invierno, además de una gran tasa de evaporación (215mm anuales) que excede la de

precipitación (180mm anuales) con clima seco y árido propio de una región semiárida (Obeso-Nieblas *et al.*, 2004; Obeso-Nieblas y Jiménez-Illescas, 1989).

Bajo este contexto, la presente investigación plantea determinar si existen diferencias en la dieta y conducta trófica de *L. peru* en dos tipos de hábitat totalmente contrastantes.

## 2. ANTECEDENTES

Se han realizado considerables investigaciones sobre hábitos alimenticios de los miembros de la familia Lutjanidae. Para el Océano Índico Katsuhiko y Mohammad (2003), reportan que la dieta de *L. johnii* varía con la talla y se conforma de 6 ítems, organismos más grandes se alimentaron de Natantia y ejemplares chicos de Mysidaceos.

Kamukuru y Mgaya (2004) encuentran para *L. fulviflamma* 9 ítems presa, siendo los Brachiuros (portunidos) los más importantes en la dieta. Al igual encuentran variaciones de alimentación con las tallas, la importancia de peces y estomatópodos aumentó con la talla, mientras que la de decápodos disminuyó.

En el Océano Atlántico en el suroeste de Puerto Rico, Rooker (1995) encuentra 11 grupos registrados en la dieta para *L. apodus*. Duarte y García (1999) en Salamanca, Colombia registraron para *L. analis* 106 ítems, siendo los portunidos la presa más importante. Szedlmayer (2004) en la Bahía de Mobile, Alabama, reportó para *L. campechanus* una dieta compuesta por 55 ítems, de los cuales los más importantes fueron los peces (*Halichoeres* spp.) y calamares (Loliginidae).

Mientras que Monteiro *et al.* (2009) en el estuario Curucá del Norte de Brasil, identificaron 44 ítems presa para *L. jocu.*, destacándose que en la época de secas y de transición seca/húmeda, se especializó en el consumo de peneidos, mientras que en la de lluvias consumió una dieta generalizada con especies como Grapsidae, Penapidae y Porcellaniodae.

Pimentel y Joyeux (2010) en Espírito Santo, Brasil, describieron las dietas de tres especies de pargos, reportándose 28 ítems para la dieta de *L. analis*, 26 para

*L. jocu* y 24 para *L. synagris*. Las presas principales en el caso de *L. jocu* fueron los camarones peneidos la familia Xanthidae (*Hexapanopeus* spp.) y Gerreidae (*Eucinostomus* spp.) para *L. analis*, y para *L. synagris* los camarones peneidos y Mysidaceos. Asimismo los autores documentaron que no se presentó un traslape trófico significativo entre las tres especies de pargos.

Por último, Oliveira-Freitas *et al.* (2011) en el este de Brasil, encontraron para *L. analis* una dieta compuesta por 23 ítems, siendo la especie más consumida los crustáceos Decápodos y peces. No se reportaron diferencias significativas en la dieta por temporada del año, pero si se detectaron cambios en la dieta de acuerdo a la talla, ya que en las tallas mayores los peces se constituyen como el grupo dominante en la dieta.

En el Océano Pacífico, se han desarrollado trabajos en donde se describen las dietas de los pargos, así Rojas (1996-1997) describió la dieta de *L. guttatus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, en donde se identificaron 23 ítems, destacándose el consumo del camarón *Penaeus* spp.

Rojas *et al.* (2004) en El Salvador, describieron 22 ítems presa para *L. guttatus*, siendo la más abundante el crustáceo *Portunus asper*. También se reportaron que los juveniles de esta especie consumieron mayormente crustáceos, mientras que los adultos se alimentaron de crustáceos, peces y moluscos.

En las costas de México, en aguas del Océano Atlántico Sámano-Zapata *et al.* (1998) analizaron la dieta de *L. griseus* y *L. synagris*, reportando en el caso de la primera especie 22 ítems presa y para la segunda 30 ítems, con un consumo mayor de anfípodos, Brachiuros, peneidos y peces.

Guevara *et al.* (2007), en la Laguna de Términos, Campeche, México, estudiaron los hábitos alimentarios de *L. griseus*, encontrando como presa dominante a los crustáceos *Farfantepenaeus duorarum* y *Palaemonetes octaviae*. Asimismo reportaron diferencias en la dieta con relación a la talla, donde los organismos pequeños se alimentaron de organismos bentónicos, los de talla mediana consumieron más organismos nadadores y reptantes (*Eucinostomus gula* y *Libinia dubia*) y los pargos de mayor tamaño se alimentaron exclusivamente de peces.

En el Pacífico mexicano, Rojas-Herrera y Chiappa-Carrara (2002), encontraron que *L. guttatus* de las costas de Guerrero, consumen principalmente las especies de peces *Anchoa ischana* y *A. scofieldi*. Además, reportaron que su dieta vario con respecto a la talla, pues los juveniles consumieron crustáceos y los adultos peces.

Santamaría-Miranda *et al.*, (2005), en el norte de Sinaloa, realizaron la comparación de los hábitos alimentarios de *L. argentiventris* y *L. guttatus*, determinando que no se presentó un traslazo trófico entre estas dos especies de pargos, pues *L. argentiventris* consumió camarones peneidos y peces (*Sardinops* spp.), mientras que *L. guttatus*, se alimentó de tres tipos de crustáceos (*Goniopsis pulchra*, *Callinectes* spp. y camarones peneidos).

Vázquez- Sánchez *et al.* (2008), estudiaron los hábitos alimentarios del pargo amarillo *L. argentiventris*, destacando que esta especie, consume mayormente huevos de peces (*Harengula thrissina*, *Porichthys margaritatus* y *Abudefduf troschelli*), no reportaron diferencias significativas en la dieta de acuerdo al sexo y época climática.

Específicamente para el huachinango *L. peru* Saucedo-Lozano *et al.* (1999, 2006), reportaron que las preferencias alimenticias en la costa de Jalisco y Colima, varían en función de la talla, ya que los organismos pequeños consumen crustáceos, los medianos se alimentan de peces Anguiliformes (Congridae) y los pargos más grandes se especializan en el consumo de estomatópodos.

Rojas-Herrera (2001), reportó que el principal alimento del huachinango del litoral de Guerrero México fueron los peces (familia Engraulidae) con el 75.2% (IIR). Para las hembras la especie más representativa fue *Anchoa lucida* (2.59% de IIR) y para machos *Anchoa ischana*. (15.94% IIR). Concluyendo que las variaciones en la abundancia y la disponibilidad del alimento, son los factores que determinan la composición de la dieta de estos organismos. En esta misma región Santamaría-Miranda *et al.* (2003) estudiaron los hábitos alimenticios del huachinango, por sexos y clases de edad, encontrando que la anchoveta *Anchoa ischana* dominó el espectro trófico tanto para machos como hembras, sin diferencias significativas. Mientras que

para clases de edad, concluyeron que conforme crecen se van especializando, los adultos consumen más peces, particularmente anchovetas.

El único antecedente sobre los hábitos alimenticios de *L. peru* en Bahía de la Paz, es el realizado por Díaz-Urbe (1994), quien determina que dicha especie, se alimentó principalmente de organismos planctónicos, colonias de urocordados. Asimismo reportó que su dieta cambia con el desarrollo ontogénico los organismos adultos presentan una conducta especialista. Como se puede denotar en los antecedentes, no existe un trabajo integral en el cual, se aborde el papel trófico del huachinango del Pacífico *L. peru*, en dos ecosistemas con condiciones ambientales diferentes (Sinaloa y Baja California Sur).

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El comportamiento alimenticio es determinado durante la evolución de cada especie (Gallego y Comas, 1998). De igual manera, los hábitos alimentarios cambian para la misma especie dependiendo de la localidad, estacionalidad, edad o sexo (Prejs y Colomine, 1981), o requerimientos fisiológicos, lo cual es conocido como adaptabilidad trófica (Odum y Heald, 1972).

Con base en lo anterior, se planteó la presente investigación con el objetivo de comparar los espectros tróficos de *L. peru* en términos de sexo, juveniles/adultos y época climática en dos ecosistemas con condiciones físicas y oceanográficas diferentes de la zona sur del Golfo de California, y determinar si esta especie tiene el mismo papel trófico en ambos ecosistemas.

### **4. OBJETIVO GENERAL**

Establecer si *Lutjanus peru* presenta el mismo papel trófico, en dos hábitat con distintas características físicas y ambientales, en el sur del Golfo de California.

#### **4.1 Objetivos particulares**

- Describir el espectro trófico general de *L. peru* en dos regiones del sur del Golfo de California.
- Determinar la importancia relativa de las presas encontradas en los contenidos estomacales, en ambas regiones.
- Analizar las variaciones del espectro trófico por sexo, juveniles/adultos, época y región.
- Caracterizar su estrategia alimenticia de acuerdo su diversidad trófica mediante el índice de diversidad de Shannon-Wiener.
- Analizar la similitud de los hábitos alimentarios en las dos regiones y determinar el papel trófico del huachinango del Pacífico.

### **5. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **5.1 Área de estudio**

Las muestras biológicas del huachinango del Pacífico *L. peru* proceden de dos regiones del sur del Golfo de California. La primera es la costa norte de Sinaloa (incluye los sitios de pesca conocidos como el Farallón, la Burbuja e Isla Elefante) (Fig. 1), se caracteriza por tener una amplia extensión de la plataforma continental (Amador-Buenrostro *et al.*, 2003), un sustrato arenoso y limoso con importantes aportes pluviales (Escobedo-Urías, 2010) y está ubicada en una amplia planicie costera en la que se desarrolla desde el año de 1957, una actividad agrícola intensiva (Martínez-Della Rocca y Aguilar-Álvarez, 2001). El área posee una serie de lagunas costeras que por sus características están consideradas entre las más productivas de México, Estas poseen sedimentos producidos por la acción del río Fuerte sobre las rocas que constituyen la Sierra Navachiste (Phleger y Ayala-Castañares, 1969). En la región el clima es muy cálido y seco (García, 2004) con temperatura ambiental media anual es de 24.8 °C, con una oscilación entre 7 y 15 °C (Secretaría de Marina, 1980). La precipitación promedio anual de 224 mm y un

patrón de lluvias de finales del verano y principio del otoño, mientras que la evaporación anual es de 1,624 mm (Ruiz *et al.*, 2005).

La otra región corresponde a la costa suroriental de Baja California Sur (sitios de muestreo; Islas Catalana-San José y Cerralvo), posee una plataforma continental reducida (Amador-Buenrostro *et al.*, 2003) con sustrato mayormente rocoso y en algunos sitios especialmente cercanos a las islas se presentan parches de arrecifes del tipo rocoso (Rodríguez-Romero *et al.*, 2005) Los vientos del sur y sureste, que ocurren al final de la primavera y persisten en verano y hasta inicio del otoño, localmente llamados Coromuel, alcanzan magnitudes de  $\sim 4 \text{ m s}^{-1}$ . Los vientos del norte y noroeste, dominantes a finales del otoño y en el invierno, son fuertes y persistentes, y alcanzan magnitudes de  $12 \text{ m s}^{-1}$ . La región presenta un clima seco y árido (BWh), con una evaporación anual (215 mm) que excede la precipitación (180 mm), esta última debida en su mayor parte a las lluvias generadas por tormentas tropicales durante el verano-otoño (Obeso-Nieblas y Jiménez- Illescas 1989) (Fig. 1).

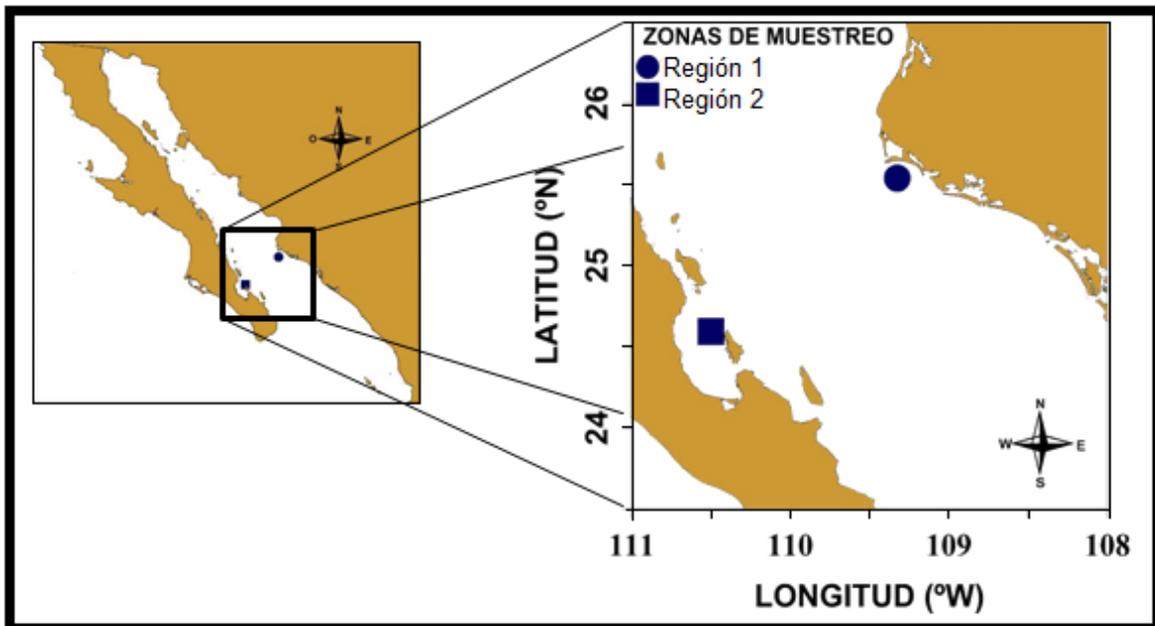


Figura 1. Área de estudio. El símbolo circular indica la region 1 que corresponde a la costa norte de Sinaloa (sitios Farrallón, Burbuja e Isla Elefante). Y el símbolo cuadrado, la region 2 correspondiente a la costa suroriental de B.C.S. (Islas Catalana-San Jose y Cerralvo), México.

## **5.2 Trabajo de campo**

La colecta de muestras, fue mensual de febrero del 2011 a marzo del 2012, con aproximadamente 50 organismos por mes. A cada organismo se les registró la longitud estándar (LE) con un ictiómetro (precisión de  $\pm 0.5$  cm), asimismo se les tomó el peso total (PT) con una balanza digital (precisión de  $\pm 1$  g) y se les registró el sexo mediante observación directa de las gónadas. Después se extrajeron los estómagos y fueron congelados para su posterior procesamiento en el Laboratorio de Ecología de Peces del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR-IPN) en la Cd. de La Paz B.C.S.

## **5.3 Trabajo de laboratorio y gabinete**

### **5.3.1 Espectro trófico**

Durante el análisis del contenido estomacal se separaron las diferentes especies presa, de acuerdo al grupo taxonómico y se identificaron hasta el mínimo taxón posible. De acuerdo al estado de digestión de las presas, se utilizaron las claves especializadas.

Para el caso de los peces, la identificación se realizó por medio del esqueleto axial, para las características vertebrales (conteo, número, posición) se utilizaron las claves de Clothier (1950), Monod (1968) y Miller y Jorgensen (1973); para peces que presentaron un estado de digestión mínimo se utilizaron las claves de Miller y Lea (1972), Fischer *et al.* (1995) Thomson *et al.* (2000).

Los crustáceos se identificaron por medio de los exoesqueletos, mediante el uso de las claves de Garth y Stephenson (1966), Brusca (1980), Hendrickx y Salgado-Barragán (1991) y Hendrickx (1995a, b). El grupo de ostrácodos fue identificado mediante las claves de Athersuch *et al.* (1989), se debe señalar que debido a la escasa información y al tamaño de estos organismos la diagnosis taxonómica solo se puede establecer a nivel de Orden (Myodocopida). Para la

identificación de los cefalópodos con grado mínimo de digestión, se utilizó la clave de Roper *et al.* (1995), mientras que para los organismos con un grado avanzado, se les identificó mediante el aparato mandibular (pico), empleando las claves propuestas por Wolff (1982, 1984).

### **5.3.2. Clasificación del espectro trófico**

Una vez identificado el contenido estomacal, los datos se clasificaron en diferentes categorías, para detectar variaciones intraespecíficas del espectro trófico. Por regiones de muestreo, costa norte de Sinaloa (R1) y costa suroriental de Baja California Sur (R2). Por sexo (hembras y machos), por organismos juveniles y adultos, con el fin de identificar si la alimentación cambia conforme crece el organismo. Organismos juveniles y adultos, de acuerdo a las tallas mínimas de madurez sexual (23 y 24 cm de LE para hembras y machos respectivamente) (Cruz-Romero *et al.*, 1996). Y por épocas climáticas, las cuales se establecieron agrupando los datos en época fría (diciembre a abril) y época cálida (mayo a noviembre). Estas épocas fueron separadas de acuerdo a las anomalías de la temperatura superficial del mar, obtenidas mediante imágenes satelitales del sensor MODIS-AQUA, donde los meses cálidos fueron aquellos por encima del promedio anual y los meses fríos aquellos por debajo del mismo (Fig. 2).

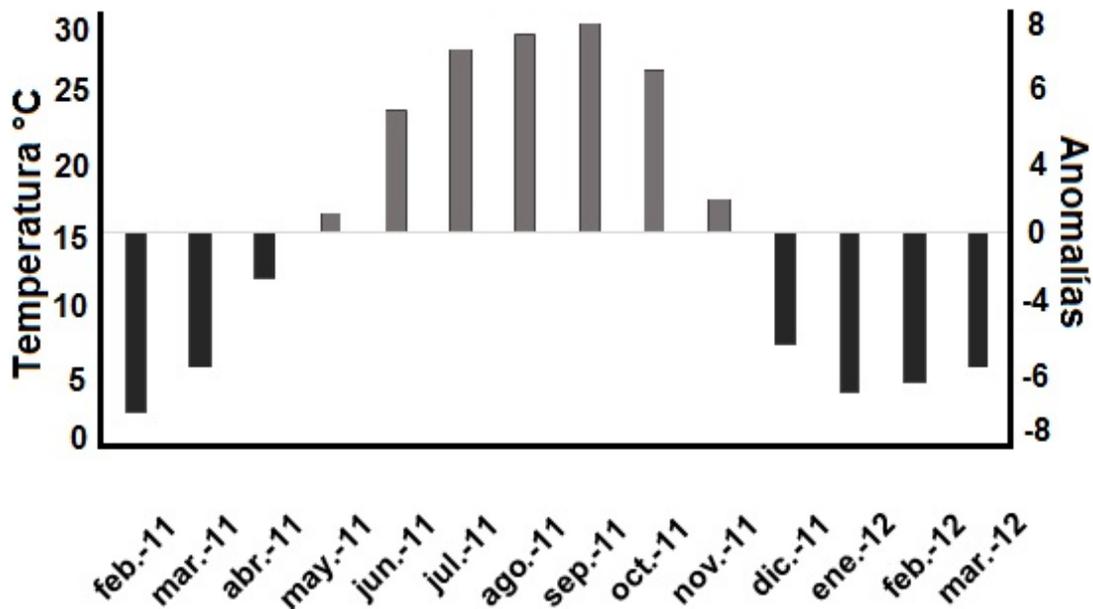


Figura 2. Valores de la temperatura superficial del mar por mes en la zona sur del Golfo de California, México durante los años 2011 a 2012, el valor promedio fue 24.02° C, donde las barras oscuras corresponden a la época fría y las claras a la época calida.

### 5.3.3. Tamaño mínimo de muestra

Para determinar si, el número de estómagos fue suficiente para representar el espectro trófico, se realizó una curva de diversidad acumulada para cada categoría (Estimates Swin820, Colwell, 2009), basado en el valor del Índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) para cada estómago. Se calculó el coeficiente de variación (CV), el cual al ser igual o menor a 5% (0.05), indico el número de estómagos adecuado para representar la dieta (Jiménez y Hortal, 2003; Hernández-Aguilar *et al*, 2012).

### 5.3.4. Importancia de las presas

Con el fin de analizar la dieta cuantitativamente, se calculó el porcentaje de frecuencia de aparición (%FA), porcentaje numérico (%N) y el porcentaje gravimétrico (%P). Para evaluar de manera integral la información generada se utilizó el índice de importancia relativa (IIR) propuesto por Pinkas *et al.* (1971):

$$IIR = (\%P + \%N) * \%FA$$

Dicho índice combina información de los índices anteriores, determinando la contribución de cada elemento presa a la dieta del depredador (Liao *et al.*, 2001). Para facilitar la comparación con estudios previos, se consideró al igual la versión estandarizada a porcentaje del IIR (Cortés, 1997):

$$\%IRI = (IRI / \sum IRI) * \%FA$$

Este mismo análisis se realizó para las distintas categorías mencionadas anteriormente.

### 5.3.5. Amplitud del espectro trófico

#### a) Diversidad de Shannon-Wiener

Para describir la variación espacial y temporal del espectro trófico mediante diversidad, se empleó el índice de Shannon-Wiener (Vandermeer, 1981):

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_j \ln P_j$$

Dónde:  $H'$  = Índice de Shannon-Wiener,  $S$  = número total de especies presa identificadas, expresadas como la proporción de la sumatoria de todas las especies presa  $P_j$ .

#### b) Análisis de Costello

Para describir la estrategia alimenticia se construyó una gráfica empleando el método de Costello (Costello, 1990), modificado por Amundsen *et al.* (1996). Esta modificación, emplea la importancia específica de la presa, para mejorar la resolución de la estrategia alimenticia y la variación en la alimentación individual del

organismo. Se graficó el porcentaje de abundancia contra la proporción de la frecuencia de aparición de cada ítem presa, lo cual fue realizado para el espectro general y para cada una de las categorías. Tal como lo sugiere el autor, se agruparon a las especies presa en grandes grupos taxonómicos (por ejemplo camarones, ostrácodos etc.), con la finalidad de visualizar la estrategia de una mejor manera.

La estrategia alimenticia se determinó de la siguiente manera; para los ítems con un porcentaje alto de abundancia y una proporción alta de frecuencia de aparición, se definió como una conducta especialista poblacional. En el caso donde los ítems mostraron gran porcentaje de abundancia y baja proporción de frecuencia, se determinó una especialización individual. Por lo contrario, una dieta generalizada está indicada por todas las presas mostrando poca abundancia y una frecuencia moderada-alta (la mayoría de los individuos utilizaron varios tipos de presa simultáneamente). Finalmente las presas con baja abundancia y baja frecuencia, fueron clasificadas como raras y pueden caer dentro de cualquier estrategia alimenticia (Amundsen *et al.*, 1996) (Fig. 3). Este análisis se realizó por cada una de las categorías con el fin de observar la repartición del nicho trófico de *Lutjanus peru*.

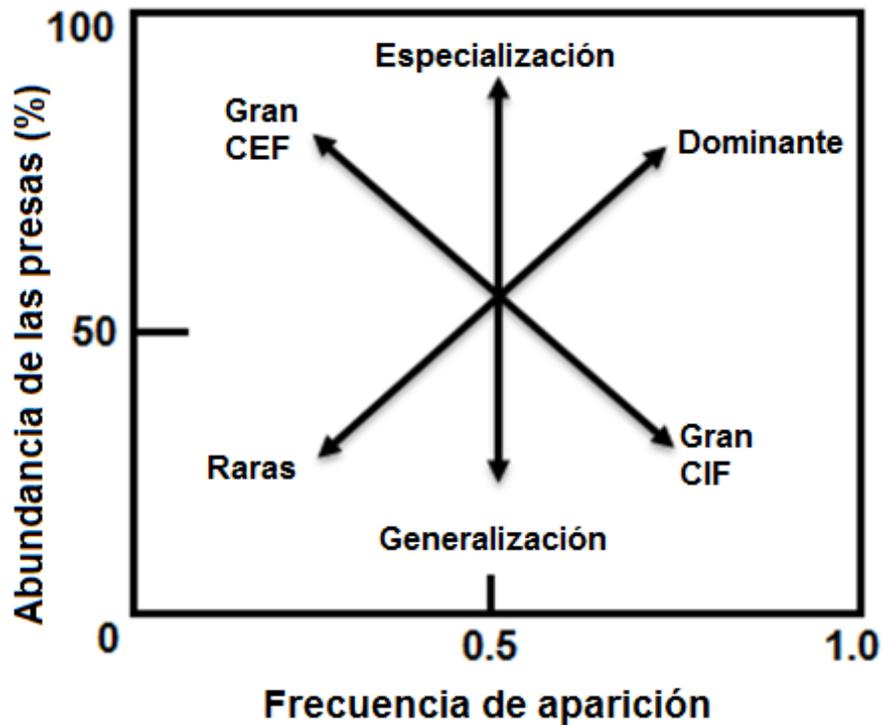


Figura 3. Diagrama explicativo sobre la estrategia alimenticia de Costello, contribución de la amplitud de nicho trófico e importancia de la presa según Amundsen *et al.* (1996), donde CIF es componente intra-fenotípico y CEF componente entre fenotipos.

### 5.3.6. Análisis de similitud

#### a) ANOSIM

Se utilizó la prueba estadística de ANOSIM ( $p < 0.1\%$ ) (análisis de similitud de una vía), con el fin de determinar si las dietas entre categorías fueron estadísticamente distintas. ANOSIM es un procedimiento no paramétrico, análogo al análisis de varianza, el cual se basa en el re-muestreo multifactorial utilizando permutaciones al azar. La prueba estadística implicó el cálculo de un estadístico global (R), el cual contrastó la varianza de la similitud dentro y entre los grupos. Cuando los grupos de muestras fueron distintos unos de otros, la composición de la similitud dentro de los grupos, fue más grande que las similitudes que puedan existir entre las muestras de distintos grupos (Clarke y Warwick 2001).

Dicho estadístico R, varía entre -1 y 1, alcanzando su valor máximo cuando todas las similitudes dentro de los grupos son mayores que las similitudes entre los grupos (hay separación perfecta en la estructura trófica entre los grupos). En caso contrario, R alcanza su valor mínimo indicando que no existe separación en la estructura trófica entre los grupos (Clarke y Warwick 2001).

La significancia de la prueba estadística se determinó comparando el estadístico R de la muestra con aquellos que resultaron del procedimiento de asignar muestras aleatorias a los grupos a través del re-muestreo utilizando permutaciones (Clarke y Warwick 2001). La proporción del arreglo aleatorio con valores de R mayores que el valor R de la muestra fue el nivel de significancia de la prueba (Clarke y Warwick 2001). Este análisis fue realizado mediante la utilización del paquete PRIMER V6.0 (Plymouth Routines in Marine Environmental Research Programs) (Clarke y Warwick 2001).

#### **b) SIMPER**

Se utilizó el porcentaje de similitud (SIMPER) para determinar cuál especie presa contribuyó mayormente, a cualquier disimilitud ente grupos y por categorías. Dicho análisis provee un porcentaje de disimilitud entre clases para cada especie y segrega las similitudes de Bray-Curtis presentes en la matriz de similitud (Clarke, 1993). El procedimiento SIMPER, primero calculó la disimilitud promedio ( $\bar{\delta}$ ) entre todos lo pares intergrupales de las muestras, y después dividió este promedio en contribuciones separadas de cada especie ( $\delta$ ).

Para establecer la contribución de la especie (i),  $\delta_{jk}(i)$  en la disimilitud de Bray-Curtis ( $\bar{\delta}_{jk}$ ) entre dos muestras (j y k), se utilizó la siguiente ecuación:

$$\delta_{jk}(i) = 100 \cdot |Y_{ij} - Y_{ik}| \div \sum_i^p = 1 (Y_{ij} + Y_{ik})$$

Dónde:  $\bar{\delta}_{jk}$  (i) es promediada por todos los pares (j, k), con j en el primer grupo y k en el segundo, para dar la contribución promedio ( $\bar{\delta}_i$ ) de la especie i a la disimilitud general entre grupos 1 y 2.

## 6. RESULTADOS

### 6.1 Información general de las muestras

Se analizaron un total de 497 estómagos, de los cuales 415 tuvieron contenido (83.5%) y 82 (16.5%) estuvieron vacíos. Las tallas de los peces analizados estuvieron entre 12 y 67 cm de LE, (media 25.6 cm  $\pm$  8.8 de LE) y pesos de entre 1.3 a 5,945 g de PT (media 489.6 g).

Por región, se examinaron 182 (44%) estómagos para R1. Dichos estómagos pertenecieron a organismos con una talla promedio de 25.17 cm de LE y peso promedio de 489.6 g. Para la R2, se analizaron 233 estómagos (56%) pertenecientes a organismos de una talla promedio de 29.77 cm de LE y peso promedio de 868 g.

Para la época fría, se analizaron 158 estómagos (38%) que correspondieron a organismos con talla promedio de 30.61 cm de LE y peso promedio de 988.5g de PT. Mientras que en la época cálida se analizaron 257 (62%) organismos, de una talla y peso promedio de 25.96 cm de LE y 527.8 g de PT respectivamente.

Para el análisis entre sexos se obtuvieron 231 estómagos de hembras (56% del total de la muestra) de talla promedio de 27.65 cm de LE y peso promedio de 689.9 g de PT. Para los machos se analizaron 184 estómagos, los cuales pertenecieron a organismos que midieron en promedio 27.47 cm de LE y pesaron en promedio 683.5 g de PT. Para el análisis por organismos juveniles y adultos, se obtuvieron las tallas de organismos juveniles de 12-24 cm LE y adultos de 25-67 cm LE tanto para hembras y machos. Del total de 415 estómagos analizados 146 (35%) correspondieron a peces juveniles, con talla promedio de 19.37 cm de LE y peso promedio de 270.2 g de PT. Mientras que 269 fueron organismos adultos (65%), con tallas promedio de 32.56 cm de LE, y peso promedio de 940.5g de PT.

Tabla 1. Información general sobre las muestras; las tallas son longitud estándar promedio y los pesos en peso total promedio.

		# Estómagos	Talla(cm)	Peso(g)
General		415	25.6	489.6
Región	Sinaloa	182	25.2	289.6
	B.C.S.	233	29.8	868.0
Época	fría	158	30.6	988.5
	cálida	257	26.0	527.8
Sexo	hembras	231	27.7	689.9
	machos	184	27.5	683.5
Tallas	inmaduros	146	19.4	270.2
	maduros	269	32.6	940.5

## 6.2 Hábitos alimentarios del huachinango del Pacífico

### 6.2.1 Espectro trófico general

En la curva de diversidad acumulada se señalan 171 estómagos como el tamaño de muestra adecuado, con un coeficiente de variación de 0.05 (Fig. 4).

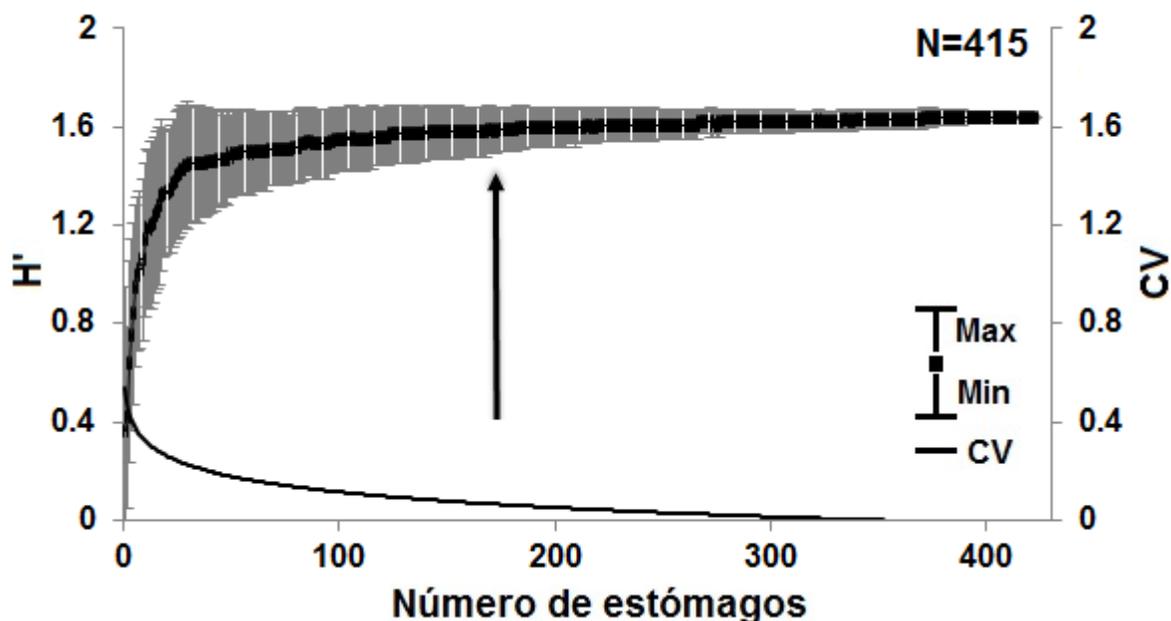


Figura 4. Curva de diversidad acumulada del espectro trófico general de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).

El espectro trófico de *L. peru* se constituyó por 42 ítems presa, de los cuales 21 fueron crustáceos, 8 moluscos, 7 peces y el resto materia orgánica no identificada (MONI), restos de peces, de crustáceos, huevos de pez, larvas de camarón y cangrejos.

El peso total de las presas fue de 2,704.2 g, del cual los crustáceos representaron un 54% (1,475.4 g) los moluscos 38% (1,035.9 g), el grupo de otros 3.7% (101.1 g) y los peces 3.4% (91.8 g). Las presas más importantes, de acuerdo al peso fueron la langostilla *Pleuroncodes planipes* con 600.4 g (22.2%) y *Loligo* spp. 598 g (21.1%) seguido del camarón *Farfantepenaeus californiensis* con 576.85 g (21.4%) y el calamar *Loliolopsis diomedea* con 216.5 g (8%) (Tabla 2).

De acuerdo al método numérico, se cuantificaron un total de 5,561 organismos presa, correspondientes a 5184 crustáceos (93.2%), 80 moluscos (1.4%), 38 peces (0.7%), 75 huevos de pez (0.06%), 5 larvas de cangrejo (0.07%) y 179 larvas de camarón (0.23%). Para número, la presa más importante fueron el camarón (Penaeidae) *F. californiensis* con 2,154 (38.7%), seguida de los ostrácodos

Myodocopida y la langostilla *P. planipes* con 1,946 (35%) y 632 (11.4%) organismos respectivamente (Tabla 2).

El grupo de presas más frecuente fue el de crustáceos, el cual apareció en el 69.8% de los estómagos, seguido del grupo de organismos planctónicos (14.2%), moluscos (11.21%) y peces (4.7%). El ítem con mayor frecuencia fue *F. californiensis* (29.6%), *P. planipes* (16.3%) y Myodocopida (11.4%) (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentajes y valores absolutos en número (N), peso(P), frecuencia de aparición (FA) e índice de importancia relativa (IIR) del espectro trófico del huachinango del Pacífico *L. peru* en dos zonas al sur del Golfo de California, México.

ITEMS PRESA	N	%N	P	%P	FA	%FA	IIR	%IIR
<b>MOLLUSCA</b>								
BIVALVIA								
Tellinidae								
<i>Macoma grandis</i>	12.00	0.22	2.95	0.11	6.00	1.45	0.47	0.01
CEPHALOPODA								
Gonatidae								
<i>Gonatus anonychus</i>	1.00	0.02	2.00	0.07	1.00	0.24	0.02	0.00
Loliginidae								
<i>Loligo</i> spp.	41.00	0.74	598.00	22.11	38.00	9.16	209.24	4.89
<i>Lolliguncula diomedea</i>	9.00	0.16	216.50	8.01	8.00	1.93	15.75	0.37
<i>Lolliguncula panamensis</i>	8.00	0.14	195.00	7.21	5.00	1.20	8.86	0.21
Octopidae								
<i>Octopus digueti</i>	6.00	0.11	20.50	0.76	6.00	1.45	1.25	0.03
GASTROPODA								
Naticidae								
<i>Natica</i> spp.	2.00	0.04	0.75	0.03	2.00	0.48	0.03	0.00
Trochidae								
<i>Trochidae</i> spp.	1.00	0.02	0.25	0.01	1.00	0.24	0.01	0.00
<b>ARTHROPODA</b>								
MALACOSTRACA								
Cancridae								
<i>Cancer amphioetus</i>	5.00	0.09	3.00	0.11	2.00	0.48	0.10	0.00
Cymothoidae								
<i>Elthusa vulgaris</i>	5.00	0.09	15.30	0.57	5.00	1.20	0.79	0.02
Diogenidae								
<i>Petrochirus californiensis</i>	1.00	0.02	0.50	0.02	1.00	0.24	0.01	0.00
<i>Pleuroncodes planipes</i>	632.00	11.36	600.40	22.20	97.00	23.37	784.59	18.35
Ocyrodidae								
<i>Ocyrod</i> spp.	2.00	0.04	3.50	0.13	2.00	0.48	0.08	0.00
Panopeidae								
<i>Eurypanopeus</i> spp.	2.00	0.04	5.00	0.18	2.00	0.48	0.11	0.00
Penaeidae								
<i>Farfantepenaeus brevirostris</i>	23.00	0.41	8.60	0.32	6.00	1.45	1.06	0.02
<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	2154.00	38.73	576.85	21.33	177.00	42.65	2561.84	59.91
<i>Farfantepenaeus</i> spp.	7.00	0.13	0.50	0.02	1.00	0.24	0.03	0.00
<i>Litopenaeus stylirostris</i>	168.00	3.02	111.00	4.10	19.00	4.58	32.62	0.76
<i>Litopenaeus vannamei</i>	9.00	0.16	9.00	0.33	2.00	0.48	0.24	0.01

Continuación Tabla 2.

ITEMS PRESA	N	%N	P	%P	FA	%FA	IIR	%IIR
<i>Trachypenaeus brevisuturæ</i>	30.00	0.54	10.00	0.37	3.00	0.72	0.66	0.02
<i>Trachypenaeus faoe</i>	107.00	1.92	11.50	0.43	5.00	1.20	0.47	0.01
<i>Trachypenaeus pacificus</i>	3.00	0.05	1.00	0.04	1.00	0.24	0.02	0.00
<i>Xiphopenaeus riveti</i>	2.00	0.04	1.00	0.04	1.00	0.24	0.02	0.00
Squillidae								
<i>Squilla aculeata aculeata</i>	5.00	0.09	9.00	0.33	3.00	0.72	0.31	0.01
<i>Squilla biformis</i>	3.00	0.05	8.00	0.30	2.00	0.48	0.17	0.00
<i>Squilla bigelowi</i>	2.00	0.04	3.00	0.11	2.00	0.48	0.07	0.00
<i>Squilla mantoidea</i>	68.00	1.22	26.50	0.98	11.00	2.65	5.84	0.14
<i>Squilla</i> spp.	10.00	0.18	14.50	0.54	7.00	1.69	1.21	0.03
OSTRACODA								
Myodocopida	1946.00	34.99	57.20	2.12	68.00	16.39	608.05	14.22
Larvas de camarón	179.00	3.22	6.20	0.23	13.00	3.13	10.80	0.25
Larvas de cangrejo	5.00	0.09	2.00	0.07	3.00	0.72	0.12	0.00
Restos de crustáceo	0.00	0.00	46.40	1.72	34.00	8.19	14.06	0.33
<b>CHORDATA</b>								
ACTINOPTERYGII								
Balistidae								
<i>Balistes polylepis</i>	1.00	0.02	2.00	0.07	1.00	0.24	0.02	0.00
Carangidae								
<i>Selene brevoortii</i>	1.00	0.02	1.00	0.04	1.00	0.24	0.01	0.00
Clupeidae								
<i>Harengula thrissina</i>	1.00	0.02	2.00	0.07	1.00	0.24	0.02	0.00
Engraulidae								
<i>Anchoa</i> spp.	5.00	0.09	41.00	1.52	4.00	0.96	1.55	0.04
Ophichthidae								
<i>Ophichthus zophochir</i>	20.00	0.36	28.50	1.05	15.00	3.61	5.11	0.12
Sciaenidae								
<i>Cynoscion parvipinnis</i>	7.00	0.13	14.80	0.55	4.00	0.96	0.65	0.02
Sebastidae								
<i>Sebastes</i> spp.	3.00	0.05	2.50	0.09	2.00	0.48	0.07	0.00
Restos de peces	0.00	0.00	20.60	0.76	16.00	3.86	2.94	0.07
Huevos de pez	75.00	1.35	1.70	0.06	6.00	1.45	2.04	0.05
MONI	0.00	0.00	24.20	0.89	13.00	3.13	2.80	0.07
<b>TOTAL</b>	<b>5561</b>	<b>100</b>	<b>2704.2</b>	<b>100</b>	<b>415</b>		<b>4274</b>	<b>100</b>

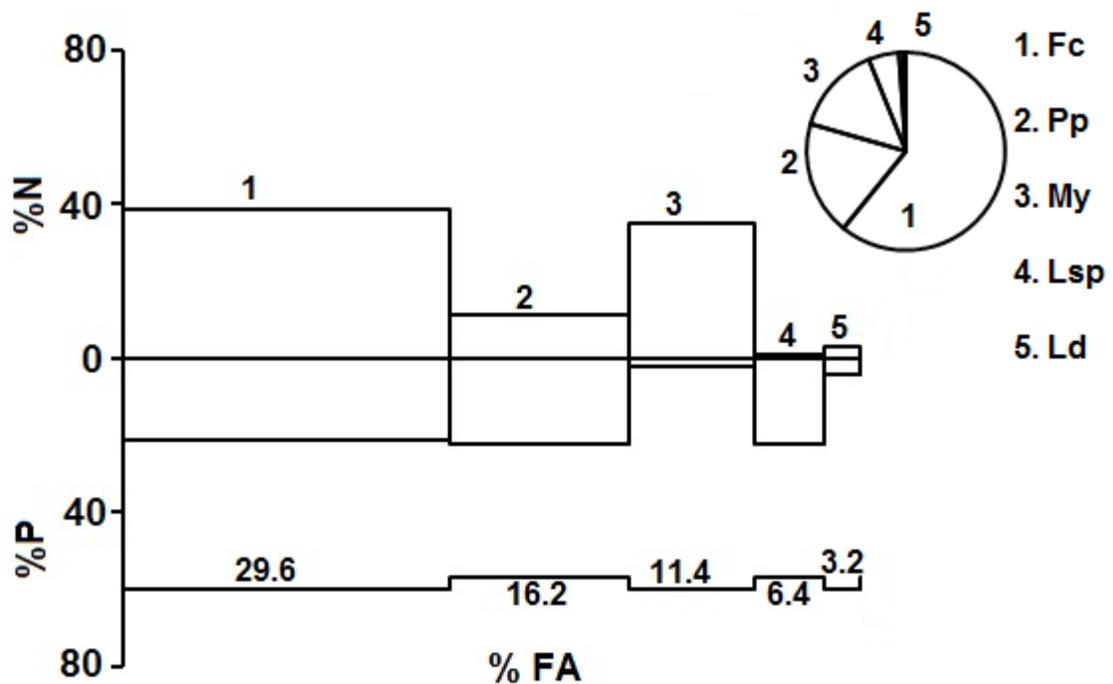


Figura 5. Espectro trófico general del huachinango del Pacífico *L. peru* en el sur del Golfo de California, de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: *F. californiensis* (Fc), *P. planipes* (Pp), Myodocopida (My), *Loligo* spp. (Lsp) y *L. diomedae*.

De acuerdo al IIR, los crustáceos fueron la presa más relevante (93.5%), seguido de moluscos (5.51%). De estos, los ítems más importantes fueron el camarón *F. californiensis* (59.9%), la langostilla *P. planipes* (18.3%) y el ostrácodo Myodocopida (14.2%) (Fig. 5) (Tabla 2).

### 6.2.2. Amplitud del espectro trófico

La diversidad trófica para el espectro general fue baja de  $0.2 \pm 0.4$  bits/ind, de acuerdo al análisis de diversidad de Shannon Wiener.

El análisis de Costello para el espectro general, mostró una amplitud baja y tendencia especialista puesto que casi todos los individuos se alimentaron de las especies presas dominantes, pero pequeñas proporciones de otros tipos de presa han sido incluidos ocasionalmente en la dieta de algunos individuos. No se registró alguna contribución intra o entre- fenotípica para la amplitud de nicho trófico. En este caso el grupo más abundante y frecuente fue el de los camarones (*F. californiensis*), seguido por la langostilla (*P. planipes*) y ostrácodos (Myodocopida) (Fig. 6).

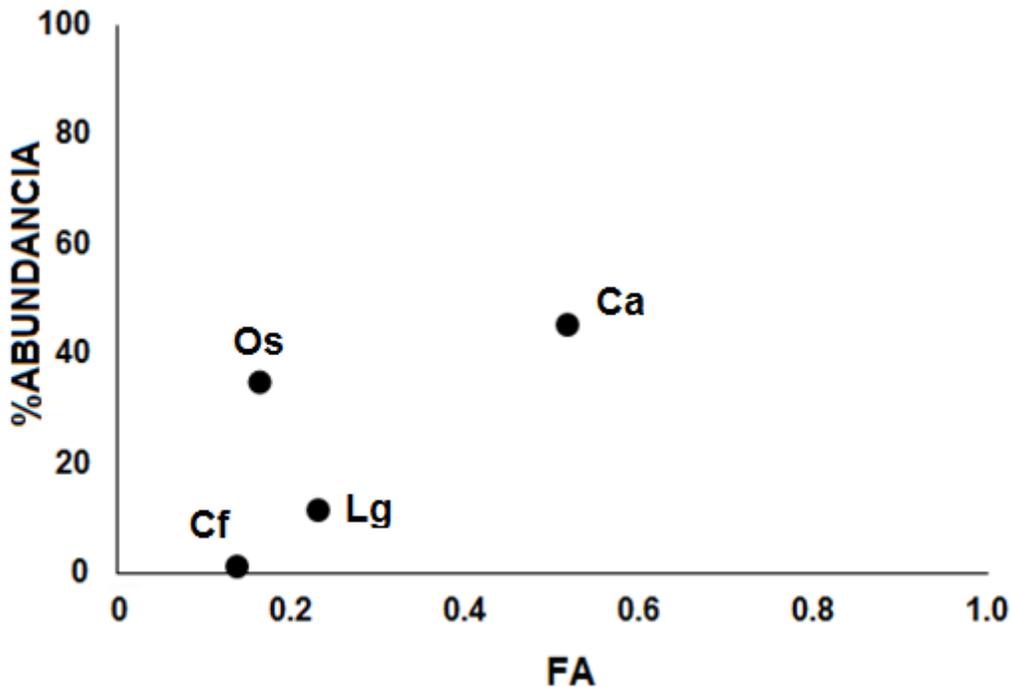


Figura 6. Análisis de Costello modificado por Amundsen *et al.* (1996) para el espectro trófico general de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México.

### 6.3 Hábitos alimentarios por regiones

La curva de diversidad acumulada, indicó para la R1 que 160 estómagos fueron suficiente para caracterizar el espectro trófico (Fig. 7A). Y para la R2, indicó que 136 estómagos fueron suficientes para caracterizar la dieta del huachinango (Fig. 7B).

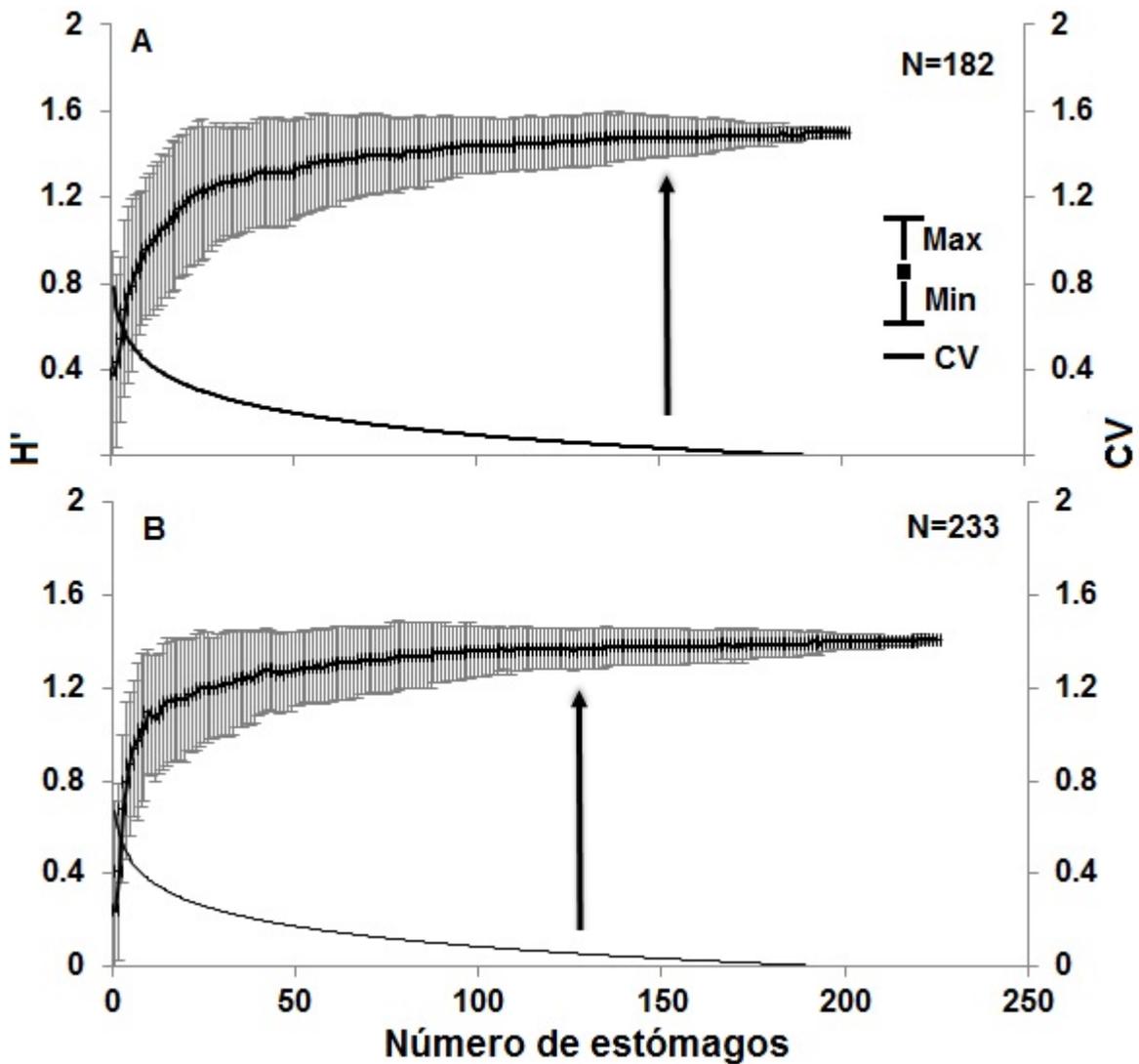


Figura 7. Curva de diversidad acumulada del espectro trófico por regiones; R1 (A) y R2 (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a la diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).

### 6.3.1 Espectro trófico

En los estómagos analizados para la R1 se encontraron 32 ítems que pertenecieron a 15 familias, 18 géneros y 25 especies. El peso total del contenido estomacal fue de 741.15 g del cual los crustáceos aportaron el 55% y los moluscos 38%, siendo las especies presa más importantes por biomasa el camarón *F. californiensis* (30%) y la langostilla *P. planipes* (5%).

Con el método numérico, se cuantificaron 1,622 organismos de los cuales los crustáceos fueron los más importantes con 94%. Las presas con mayor abundancia fueron el camarón *F. californiensis* (30%) y los ostrácodos Myodocopida (25%). De nuevo los crustáceos (95%) fueron los más frecuentes, por lo que la especie que apareció mayormente en los estómagos fue el camarón *F. californiensis* (30%). De acuerdo al IIR, la presa con mayor significancia fue el camarón *F. californiensis* (73%), seguida de Myodocopida (10%) y el calamar *Loligo* spp. (5%) (Fig. 8A).

Para la R2 se registraron 31 ítems pertenecientes a 17 familias, 19 géneros y 26 especies. El peso total del contenido estomacal fue de 1,849.4 g del cual los crustáceos representaron el 54% y los moluscos un 41% y la especie más representativa en cuanto al método gravimétrico fueron la langostilla *P. planipes* (31%) seguido por el calamar *Loligo* spp. (22%).

Numéricamente se cuantificaron 2,962 organismos, de los cuales los crustáceos fueron los más abundantes (96%), seguido de los moluscos (2%) por lo que la especie presa más importante fue el grupo Ostrácoda: Orden Myodocopida (46%). En el caso de la importancia relativa (IIR), contrario que en la R1, las presa con mayor importancia fueron la langostilla *P. planipes* (42%), seguido por los ostrácodos Myodocopida (28%) y el camarón *F. californiensis* (20%) (Fig. 8B).

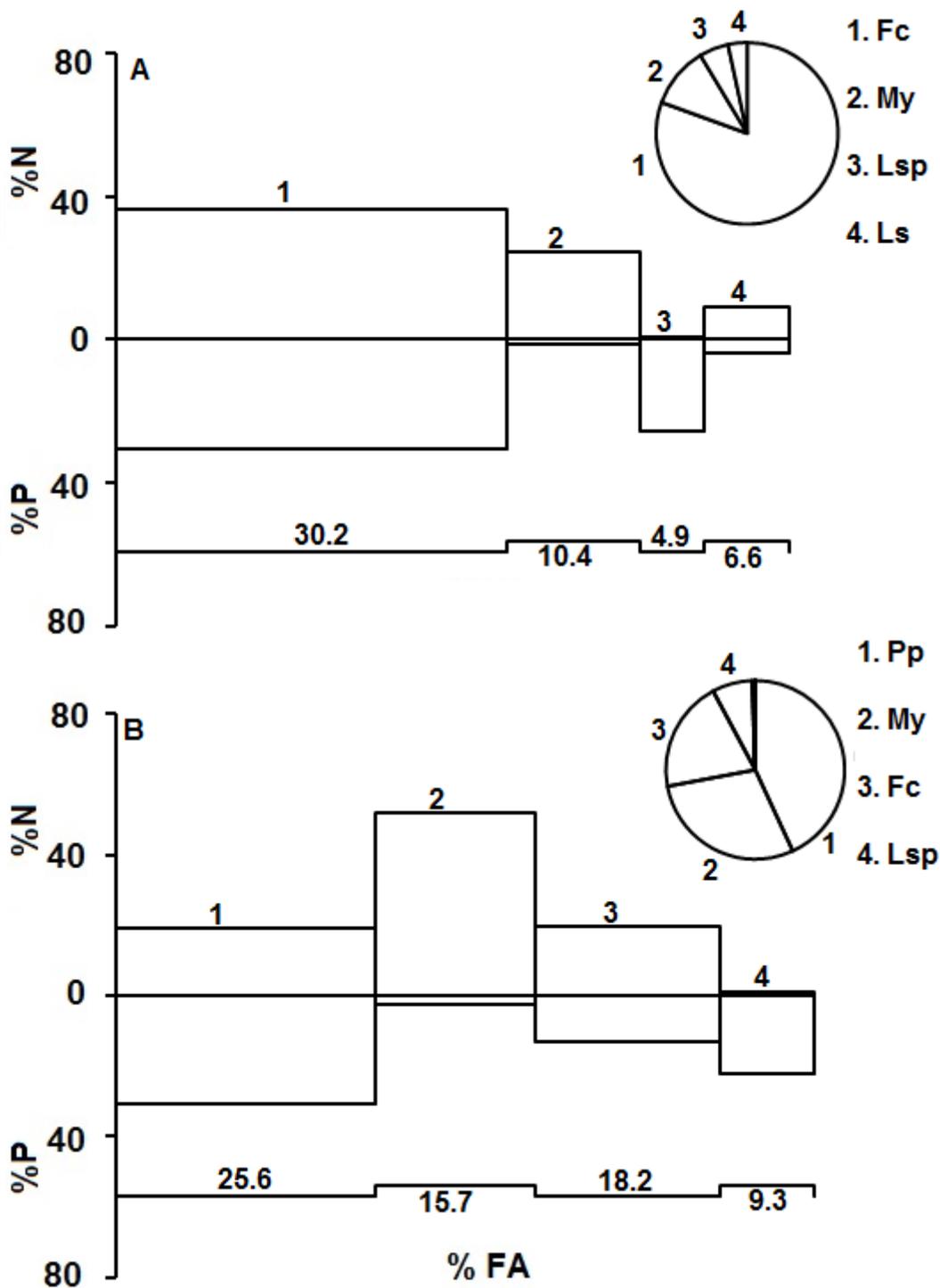


Figura 8. Espectro trófico del huachinango del Pacífico *L. peru* en el sur del Golfo de California, por región; R1 (A) y R2 (B), de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: (Pp) *P. planipes*, (My) Myodocopida, (Fc) *F. californiensis*, (Lsp) *Loligo* spp. y (Ls) *L. stylirostris*.

### 6.3.2 Amplitud del espectro trófico

Para ambas regiones, se determinó una diversidad trófica baja, para R1  $0.1 \pm 0.3$  bits/ind y para R2  $0.2 \pm 0.4$  bits/ind.

El análisis de Costello para la R1, describió un tipo de estrategia que Amundsen *et al.* (1996) denominó como de una especialización en distintos tipos de presas (Fig. 9A). En el caso de la R2, también se observó una estrategia especialista, en donde el huachinango consumió un tipo o grupo de presas que fueron las dominantes (camarones, *F. californiensis*), mientras que los otros grupos fueron consumidos ocasionalmente (especies raras). Se detectó una situación en la que se presentó una gran contribución de componente entre-fenotípico (CET), a la amplitud de nicho trófico. Los depredadores individualmente se han especializado en distintas presas, y cada categoría alimentaria ha sido consumida por una parte mínima de depredadores (Amundsen *et al.*, 1996) (Fig. 9B).

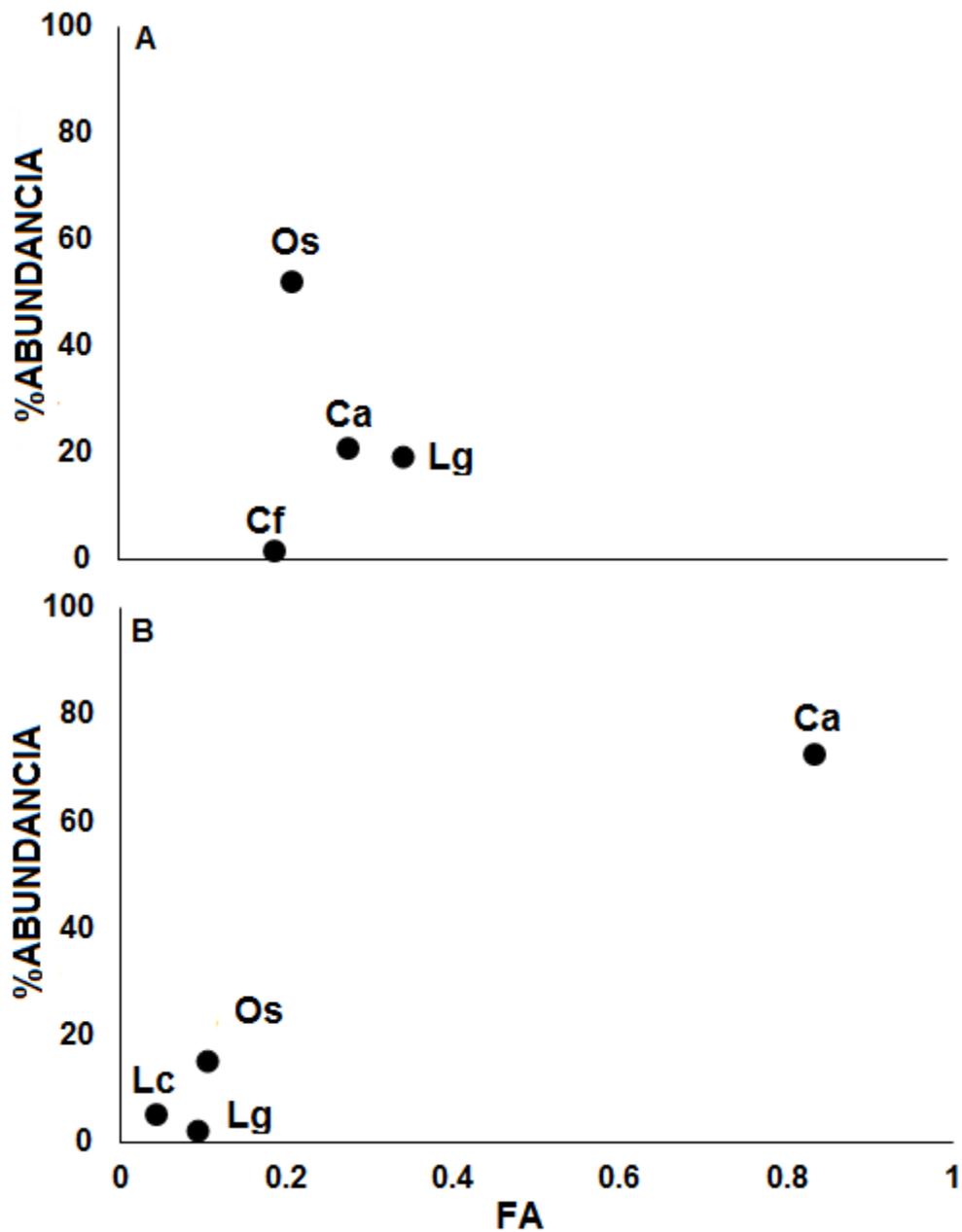


Figura 9. Análisis de Costello modificado por Amundsen *et al.* (1996), para el espectro trófico por región; R1 (A) y R2 (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa: (Ca) camarón, (Os) ostrácodos, (Lg) langostilla, (Lc) larvas de camarón y (Cf) cefalópodos.

### 6.3.3 Análisis de similitud

En el análisis realizado por regiones se encontraron diferencias entre grupos, no significativas según el ANOSIM. Con significación de 41%, ( $R=0.264$ ;  $p= 0.333$ ). Lo cual sugirió una diferenciación mínima en este caso ya que ambos consumieron las mismas presas pero en distinta proporción.

En el análisis SIMPER por regiones, para R2., la similitud promedio entre las observaciones fue del 10%. De las cuales 3 especies presa fueron las de mayor contribución (98%), la langostilla *P. planipes* (49.4%), el camarón *F. californiensis* (26.3%) y el ostrácodo Myodocopida (21.1%). La R1, con el 14% de similitud promedio, mostró que el camarón *F. californiensis* fue la presa de mayor contribución a la similitud con 93%.

## 6.4 Hábitos alimentarios por épocas

De acuerdo al análisis de la curva de acumulación, para la época fría, 152 estómagos fueron representativos del espectro trófico (Fig. 10A), mientras que para la cálida 150 estómagos (Fig. 10B).

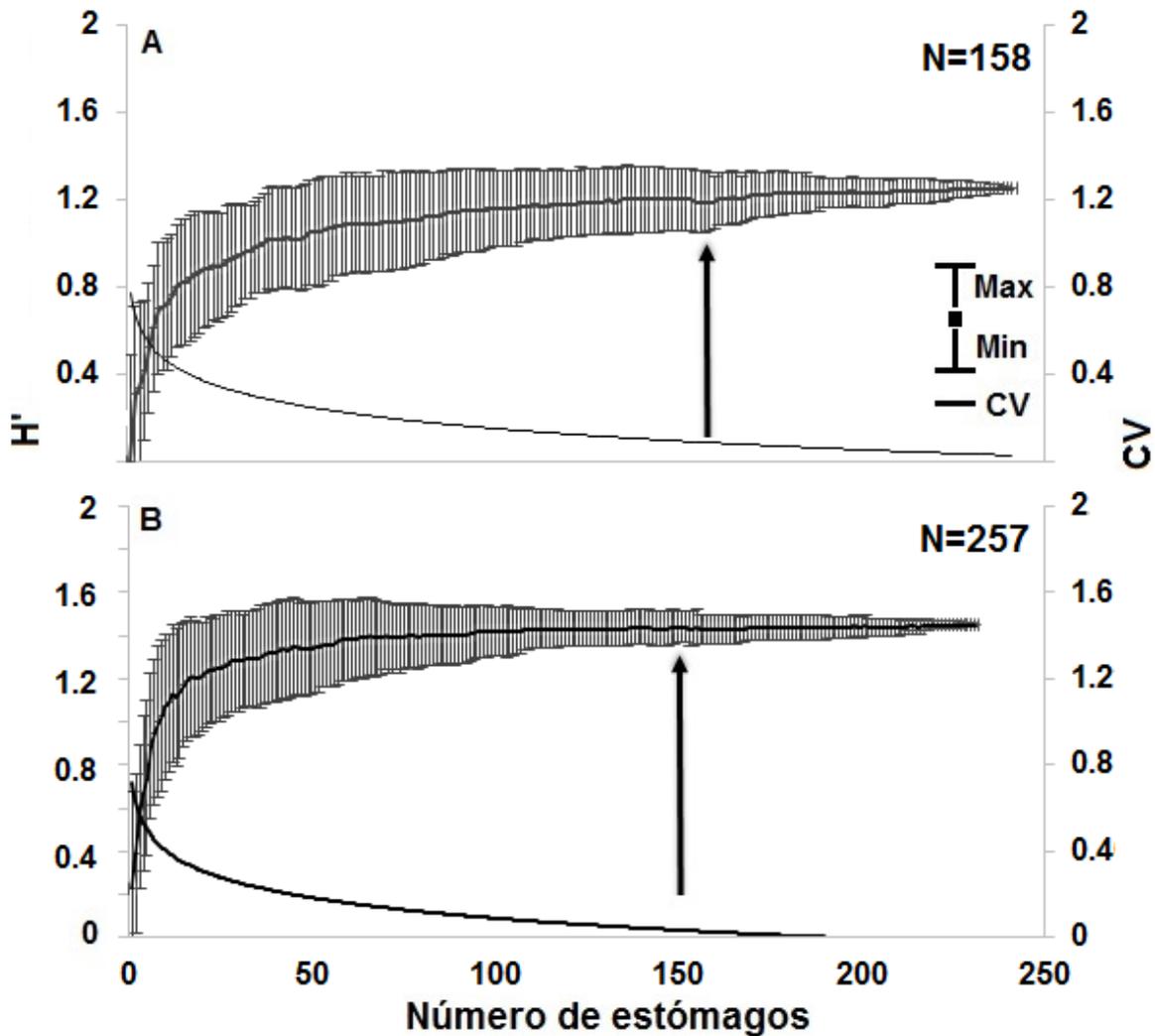


Figura 10. Curva de diversidad acumulada del espectro trófico por épocas climáticas; fría(A) y cálida (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).

#### 6.4.1 Espectro trófico

Durante la época fría se registraron 18 ítems pertenecientes a 10 familias, 10 géneros y 13 especies. El peso total del contenido estomacal fue de 1,089 g., del cual los crustáceos aportaron el 64% y los moluscos el 35%. Por especie, la langostilla *P. planipes* fue la de mayor importancia en el método gravimétrico, seguida por el calamar *Loligo* spp.

En cuanto al método numérico, se cuantificaron 2,452 organismos, de los cuales los más representativos fueron los crustáceos (98%), con las especies presa el camarón *F. californiensis* (56%) y la langostilla *P. planipes* (23%) como las especies presa de mayor importancia. El grupo trófico con mayor frecuencia fue el de los crustáceos (86%) seguido de los moluscos (11%) y las especies más frecuentes en el espectro fueron de igual forma la langostilla *P. planipes* y el camarón *F. californiensis* con el 49% y 37 % respectivamente. Por último de acuerdo al IIR, las presas con mayor importancia fueron la langostilla *P. planipes* (59%), el camarón *F. californiensis* (38%) y el calamar *Loligo* spp., (2%) (Fig. 11A).

Para la época cálida se identificaron 40 ítems correspondientes a 20 familias, 23 géneros y 33 especies. La biomasa total registrada a través del método gravimétrico fue de 1616,2 g., en donde el grupo con mayor importancia fueron los crustáceos con el 51% seguido de los moluscos con el 41%. Las especies más representativa en peso para la época cálida fueron el camarón *F. californiensis* (30%) y el calamar *Loligo* spp. (27%).

De acuerdo al método numérico se contabilizaron 3109 ítems presa, siendo el grupo de crustáceos los más representativos (95%,) seguido de los peces (3%). Las especies presa con mayor importancia fueron los ostrácodos Myodocopida (57%) y el camarón *F. californiensis* (24%).

Con base a la frecuencia de aparición, los grupos tróficos más importantes fueron los crustáceos (76%) y moluscos (12%). Las presas con mayor frecuencia fueron el camarón *F. californiensis* y el ostrácodo Myodocopida con el 46% y 22% respectivamente. Por último según el índice de importancia relativa, las presas más relevantes fueron el camarón *F. californiensis* (58%), el ostrácodo Myodocopida (31%) y el calamar *Loligo* spp. (7%) (Fig. 11B).

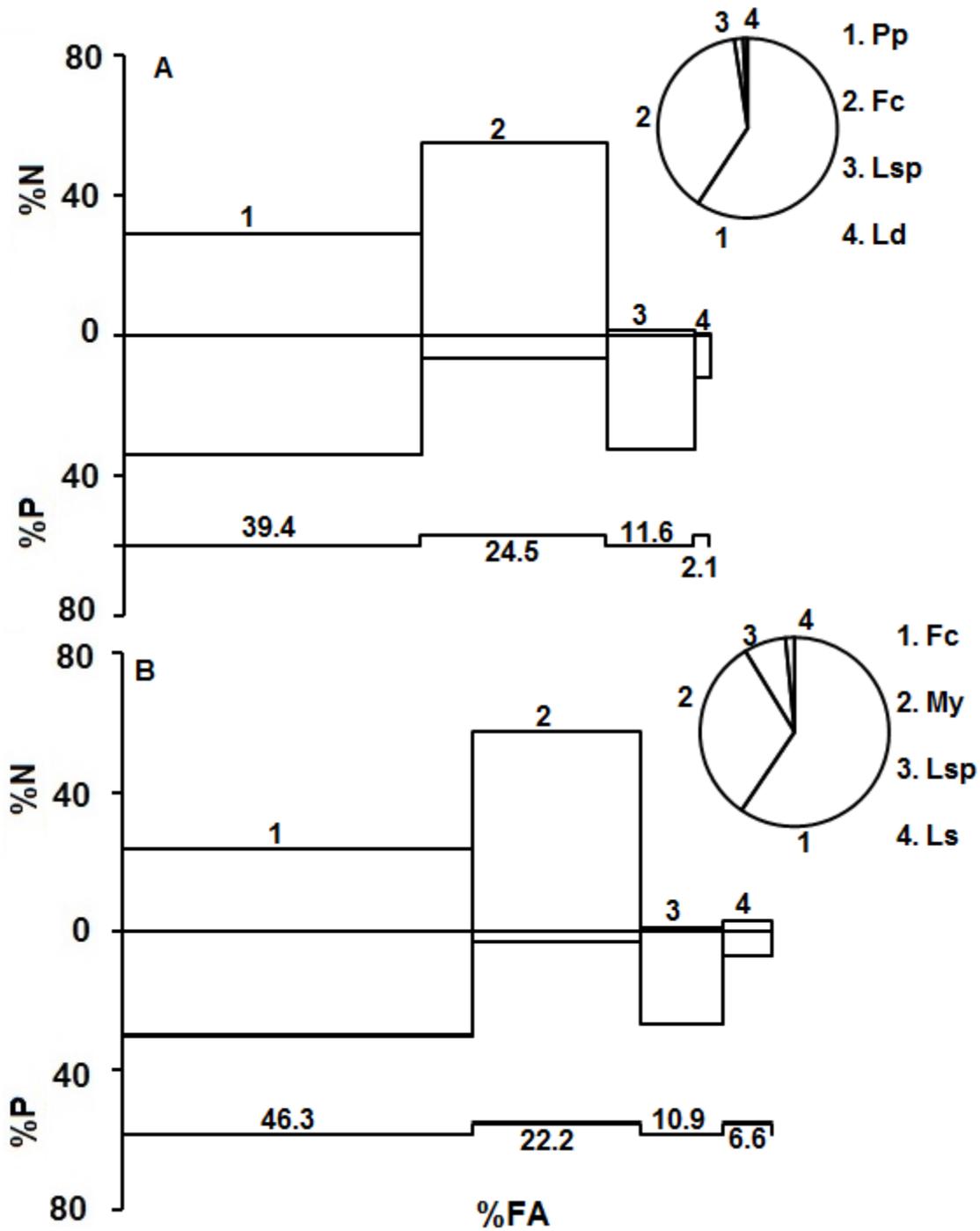


Figura 11. Espectro trófico del huachinango del Pacífico *L. peru* en el sur del Golfo de California, por épocas; fría (A) y cálida (B), de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: (Fc) *F. californiensis*, (My) *Myodocopida*, (Lsp) *Loligo* spp., (Ls) *L. stylirostris*, (Ld) *L. diomedae* y (Pp) *P. planipes*.

#### 6.4.2 Amplitud del espectro trófico

La diversidad por épocas climáticas fue baja, así en la época fría fue de  $0.10 \pm 0.25$  y para la época cálida de  $0.18 \pm 0.31$  bits/ind. Al realizar el análisis de Costello, para la época fría se determinó lo que Amundsen *et al.* (1996), denominó como una estrategia mixta, en donde algunos individuos registraron una dieta especializada. Tal es el caso de los organismos que consumieron con mayor abundancia y una frecuencia moderada al grupo de los camarones y otros que consumieron presas de forma más equitativa (Fig. 12A). La grafica de la época cálida muestra una tendencia especialista, observandose un mayor consumo de camarones y algunas presas fueron consumidas en gran abundancia por pocos individuos (ostrácodos). El resto de los items se catalogaron como raras, pues fueron consumidas en poca abundancia por algunos huachinangos, pero estas fueron incluidas ocasionalmente (Fig. 12B).

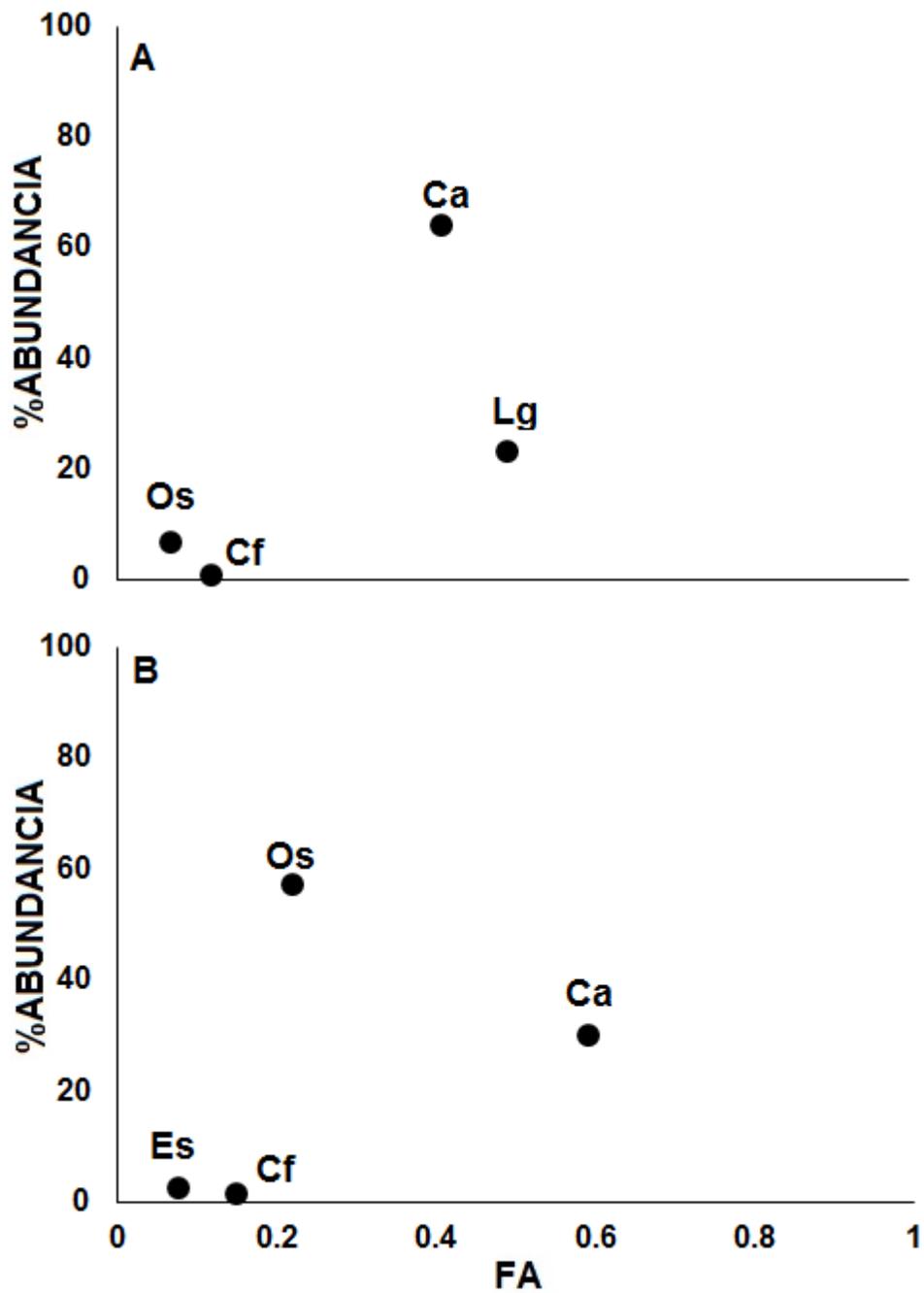


Figura 12. Análisis de Costello modificado por Amundsen *et al.* (1996), para el espectro trófico por épocas; fría (A) y cálida (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa: (Ca) camarón, (Os) ostrácodos, (Lg) langostilla, (Es) estomatópodos y (Cf) cefalópodos.

### 6.4.3 Análisis de similitud

Los espectros por épocas fueron distintos, a pesar que el valor de R de 0.069, fue cercano a 0, con un, el valor de  $p=0.01$  señalando que dichos resultados fueron significativos ( $p<0.1$ ).

En el análisis SIMPER realizado para la época fría, se obtuvo un 17% de similitud promedio, del cual dos ítems contribuyeron con el 99.5%, siendo la langostilla *P.planipes* la de mayor importancia con el 71.5% y el camarón *F. californiensis* con el 28.1%. Para la época cálida se calculó una similitud promedio de 11%, donde el camarón *F. californiensis* (78.9%) y Myodocopida (20.2%) contribuyeron con el 99% de dicha similitud.

### 6.5 Hábitos alimentarios por sexos

La curva de diversidad acumulada para hembras, mostró que 138 estómagos son suficientes para representar la dieta de *L. peru* (Fig. 13A). En el caso de los machos el número de estómagos indicado como el tamaño mínimo de muestra fue de 76 (Fig. 13B).

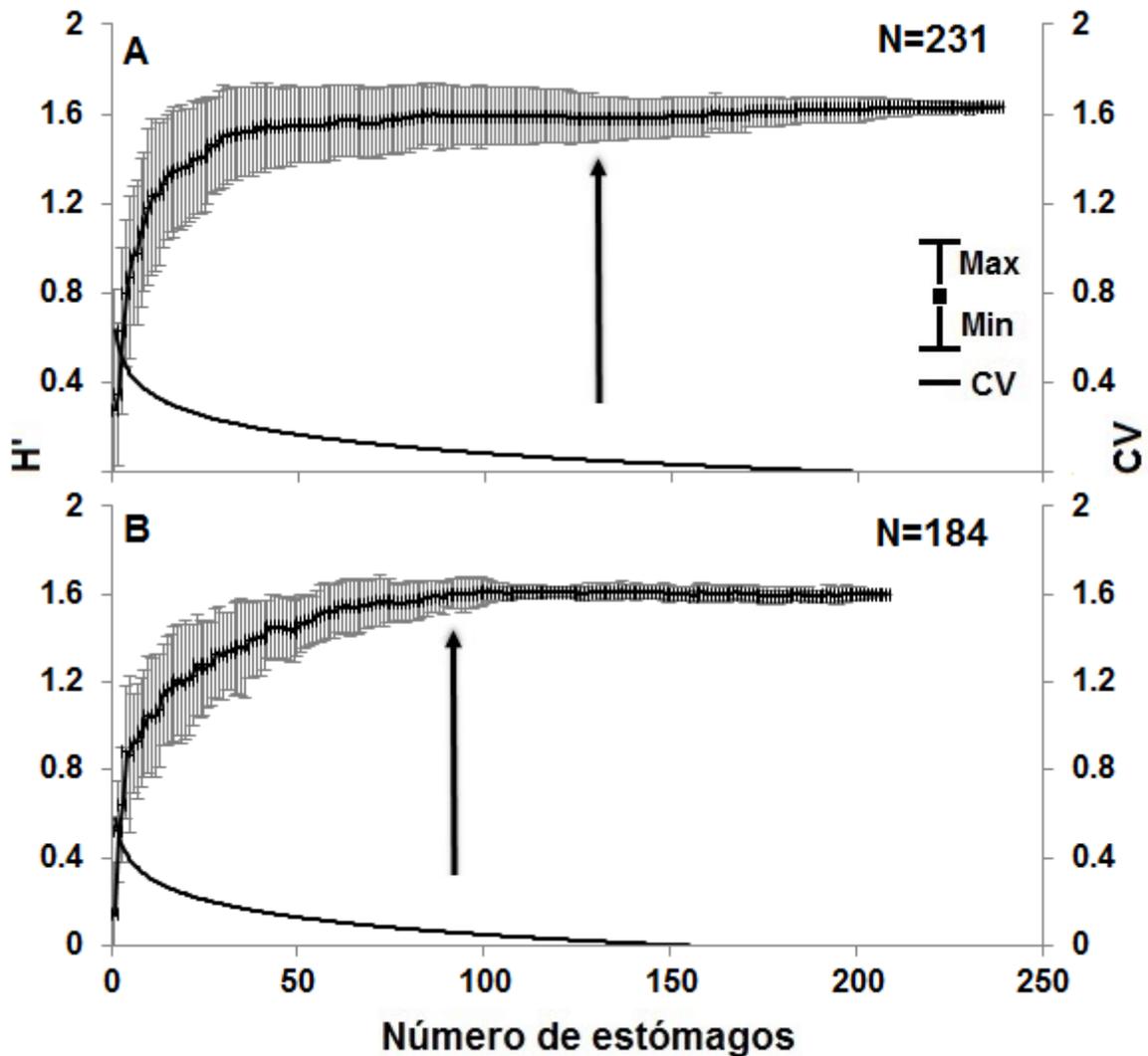


Figura 13. Curva de diversidad acumulada del espectro trófico por sexos; hembras (A) y machos (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).

### 6.5.1 Espectro trófico

Para las hembras se identificaron 37 ítems, pertenecientes a 18 familias, 20 géneros y 29 especies. El peso total del contenido estomacal analizado fue de 1,626.15 g., en donde el grupo trófico de los moluscos (50%) y los crustáceos (43%) fueron los más importantes. Las presas de mayor contribución fueron el calamar

*Loligo* spp. (25%), el camarón *F. californiensis* (17) y la langostilla *P. planipes* (16%). Respecto a el método numérico, 2,747 fueron los ítems contabilizados, donde el grupo de crustáceos (96%) fue el más importante seguido de los moluscos y peces, ambos con un 2% de aportación. Las especies con mayor abundancia numérica fueron el camarón *F. californiensis*, el ostrácodo *Myodocopida* y la langostilla *P. planipes* con un 42%, 34% y 10% respectivamente. El IIR mostro que el camarón *F. californiensis* (63%) fue el de mayor relevancia en el espectro, seguido de la langostilla *P. planipes* (15%) y el ostrácodo *Myodocopida* (12%) (Fig. 14A).

En el caso de los machos se lograron identificar 32 ítems agrupados en 15 familias, 16 géneros y 26 especies. Según el método gravimétrico se registró una biomasa de 1,078 g., el grupo más importante fue el los crustáceos (76%) seguido de los moluscos (20%). Las especies presa con mayor aportación en peso fueron la langostilla *P. planipes* con 31% y el camarón *F. californiensis* con un 28%.

En lo que respecta al método numérico, se cuantificaron 2,814 ítems de los cuales el grupo más representativo fue el de los crustáceos (97%) seguido por el de los peces con 2%. Las presas con mayor abundancia fueron el camarón *F. californiensis* con el 36% y la langostilla *P. planipes* con el 12%.

El grupo con mayor frecuencia de aparición en los estómagos de los machos fueron los crustáceos (84%) y los peces con el 9%. Las especies más importantes según este método fueron el camarón *F. californiensis* y la langostilla *P. planipes* con un 44 y 26% respectivamente. Por último el IIR mostro que las especies más importantes en la dieta de los machos fueron el camarón *F. californiensis* (56.1%), la langostilla *P. planipes* (22.7%) y el ostrácodo *Myodocopida* (15.9%) (Fig. 14B).

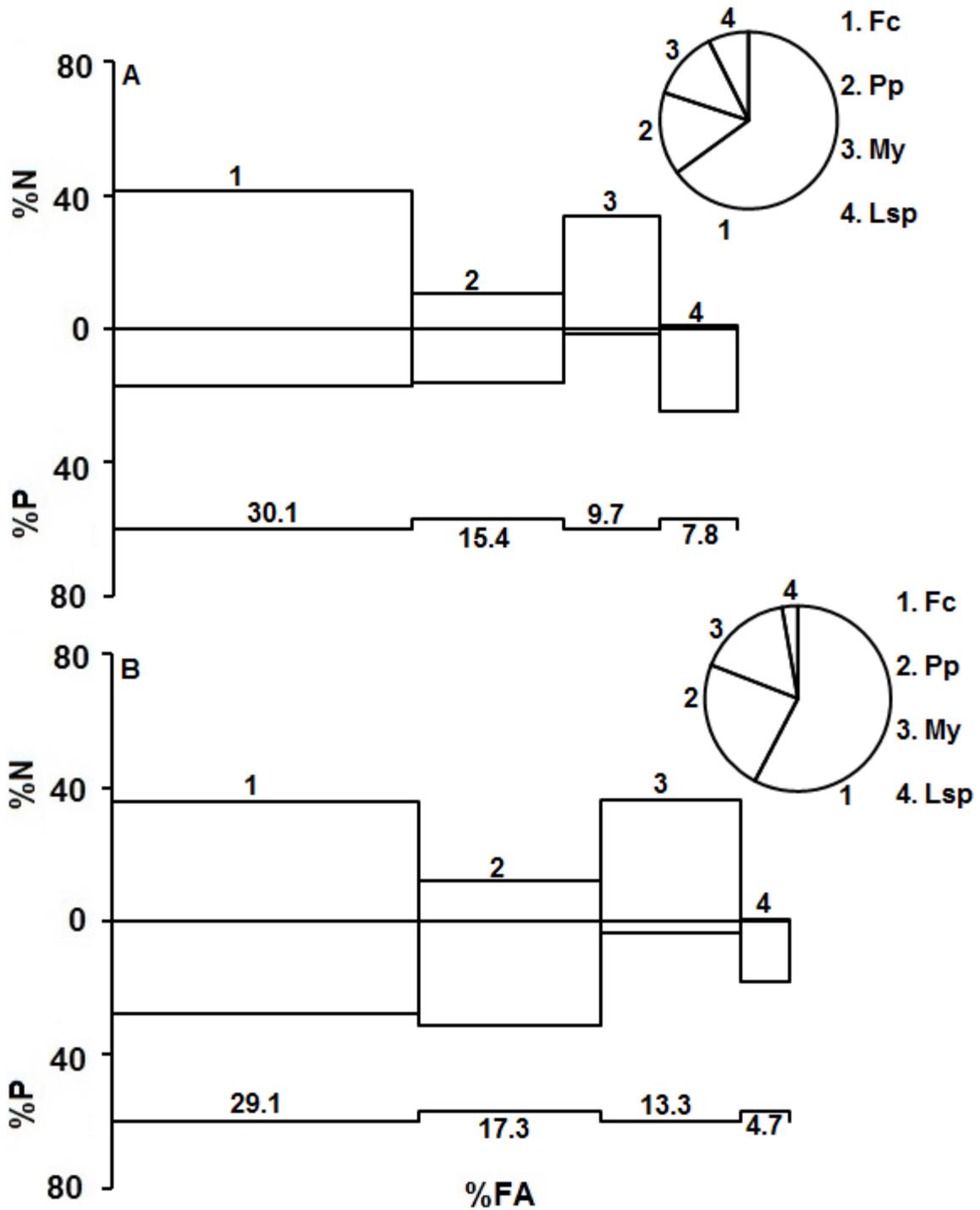


Figura 14. Espectro trófico por sexos; hembras (A) y machos (B) de huachinango del Pacífico *L. peru* en el sur del Golfo de California, representando de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: (Fc) *F. californiensis*, (My) Myodocopida, (Lsp) *Loligo* spp. y (Pp) *P. planipes*.

### 6.5.2 Amplitud del espectro trófico

De manera general de acuerdo al análisis de diversidad de Shannon-Wiener se detectó una diversidad baja para ambos sexos. Para hembras la diversidad fue de  $0.1 \pm 0.4$  bits/ind y para machos de  $0.1 \pm 0.3$  bits/ind.

En el análisis de Costello por sexos, se observó una estrategia especialista, tanto para hembras como para machos, ya que la mayoría de los individuos se alimentaron de camarones y ostracodos, con gran abundancia y frecuencia. Sin embargo, se pudo detectar que consumen algunas presas en menor proporción, por ejemplo las hembras incluyeron a los cefalopodos y los machos a el grupo de estomatópodos. (Fig. 15<sub>A,B</sub>).

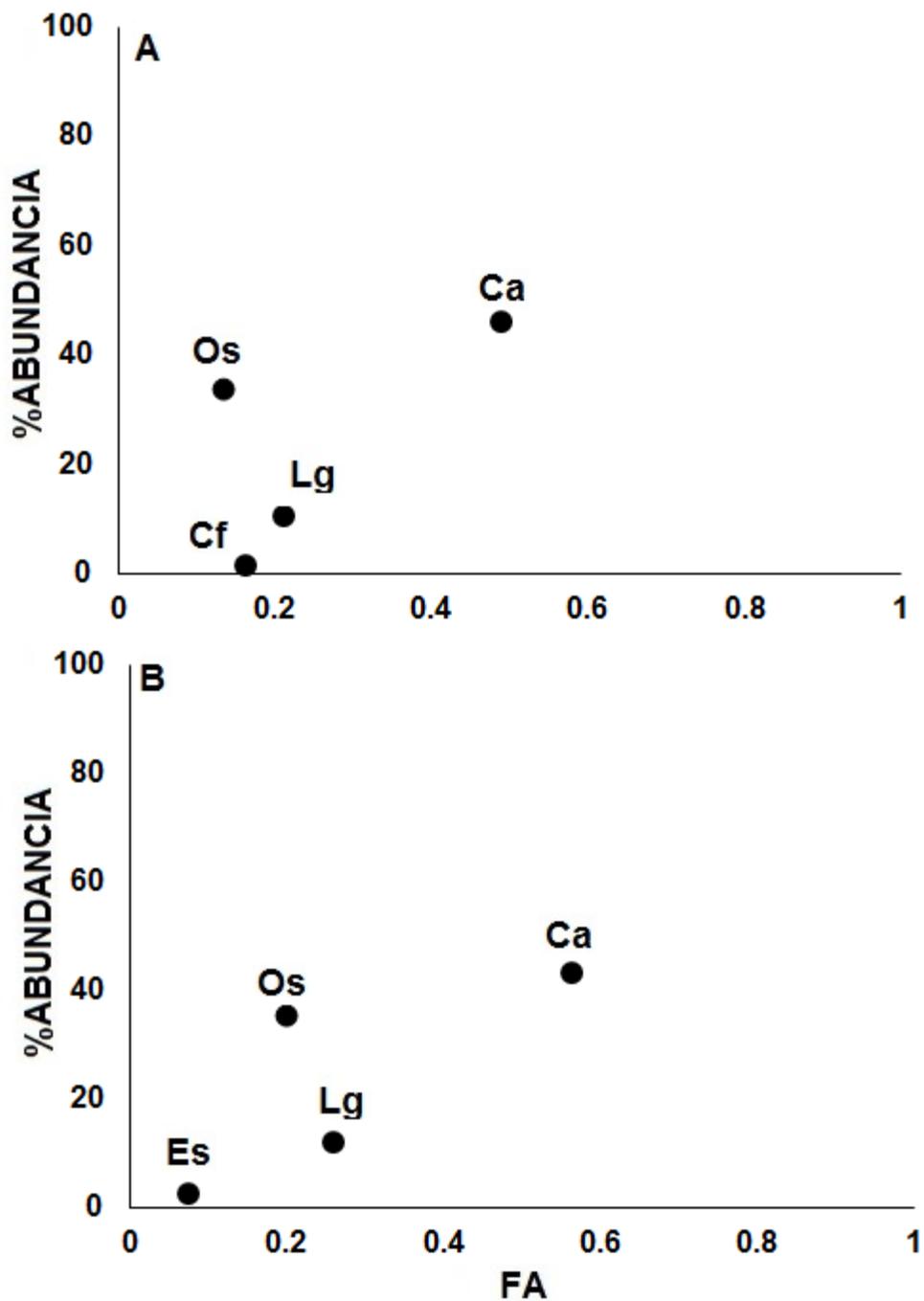


Figura 15. Análisis de Costello modificado por Amundsen *et al.* (1996), para el espectro trófico por sexos hembras (A) y machos (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa; (Ca) camarón, (Lg) langostilla, (Os) ostrácodos, (Es) estomatópodos y (Cf) cefalópodos.

### 6.5.3 Análisis de similitud

El resultado de ANOSIM por sexos reveló una similitud alta (con un valor de significancia de 8%), debido a que el valor de R fue -0.066, muy cercano a 0, (con un valor de  $p=0.876$  significativo).

En el análisis SIMPER realizado para hembras (34% de similitud promedio), tres fueron las presas de mayor contribución (94.4%): el camarón *F. californiensis* (61.7%), la langostilla *P. planipes* (18.5%) y Myodocopida (14.2%). Se observó que para los machos (30% de similitud promedio), fueron cuatro las presas de mayor contribución (96%): el camarón *F. californiensis* (54.6%), el ostrácodo Myodocopida (20.3%), la langostilla *P. planipes* (14.3%) y el camarón *Litopenaeus stylirostris* (6.8%).

## 6.6 Hábitos alimentarios para organismos juveniles y adultos

De acuerdo a la curva de diversidad acumulada, 151 estómagos de juveniles y 70 estómagos de adultos fueron suficientes para caracterizar el espectro trófico (Fig. 16A y B).

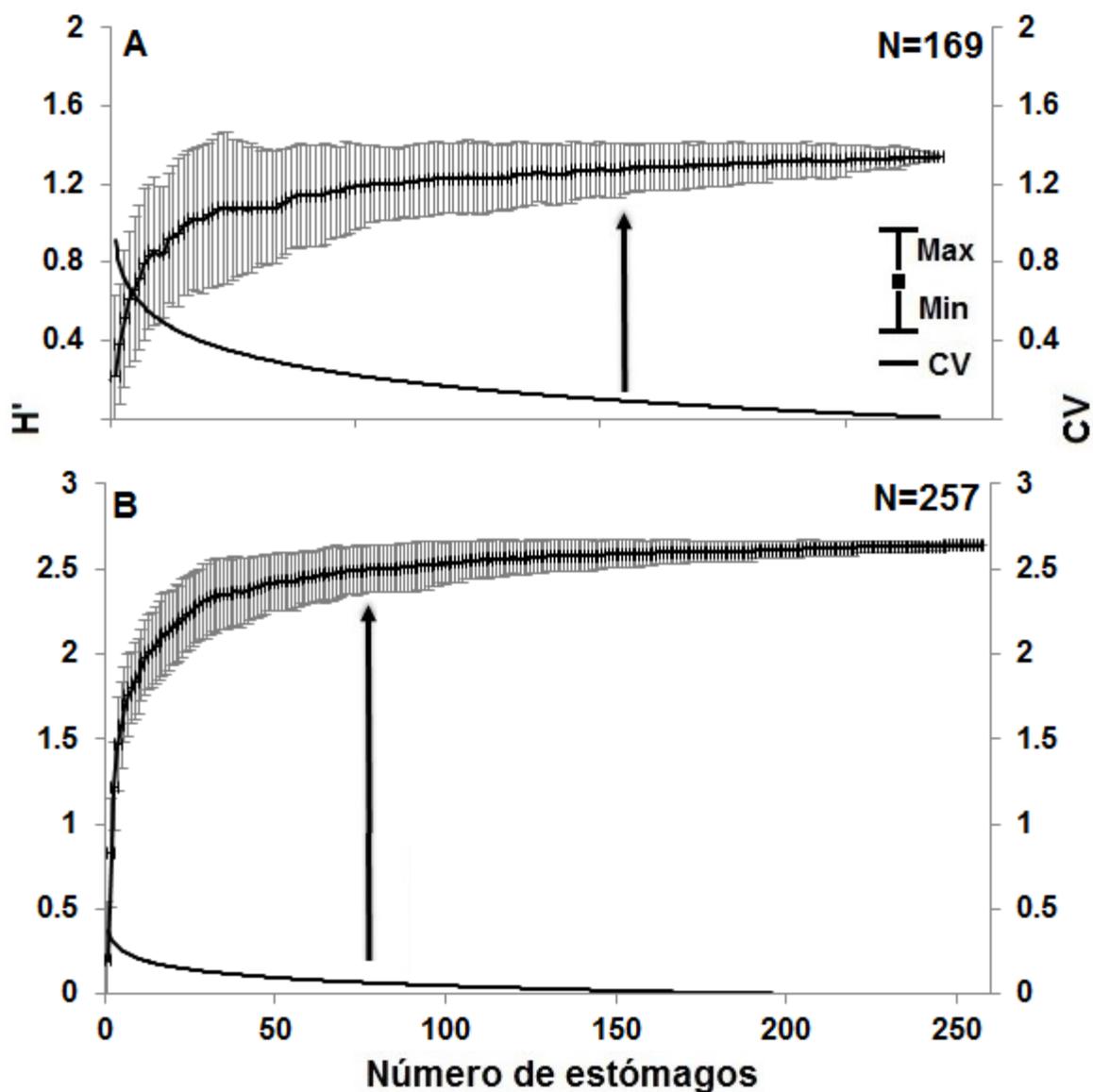


Figura 16. Curva de diversidad acumulada del espectro trófico para organismos juveniles (A) y adultos (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México; de acuerdo a diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ) y coeficiente de variación (CV).

### 6.6.1 Espectro trófico

En el espectro trófico de los organismos juveniles, se identificaron un total de 28 ítems pertenecientes a 16 familias, 16 géneros y 22 especies. De acuerdo al método gravimétrico se cuantificó un peso total de contenido estomacal de 554.3 g., el grupo taxonómico con mayor importancia fueron los crustáceos (77%), seguido

de los moluscos (16%). La especie con mayor relevancia fue el camarón *F. californiensis* (36%), seguido por la langostilla *P. planipes* (22%).

Con base al método numérico se cuantificaron un total de 1,743 organismos, en donde el grupo trófico más abundante fueron los crustáceos (95%) seguido por los peces (4%). Las especies con mayor relevancia fueron el camarón *F. californiensis* y el ostrácodo Myodocopida con un 64 y 10% respectivamente.

Los grupos taxonómicos que más frecuentemente aparecieron en los estómagos de los organismos juveniles, fueron los crustáceos (85%) y los peces (8%), en donde las especies presa más frecuentes fueron el camarón *F. californiensis* (54%) y la langostilla *P. planipes* (25%). De acuerdo al IIR las especies con mayor relevancia, fueron el camarón *F. californiensis* (84%), seguido de la langostilla *P. planipes* (12%) y el calamar *Loligo* spp. (1%) (Figura 17A).

Para los organismos adultos, se identificaron 39 ítems, pertenecientes a 20 familias, 21 géneros y 32 especies, los cuales en término de biomasa cuantificaron un peso total de 2,151.9 g. El grupo trófico más importante fueron los crustáceos con el 51% y moluscos con el 44%. Las especies más relevantes fueron el calamar *Loligo* spp. (24%), la langostilla *P. planipes* (22%) y el camarón *F. californiensis* (18%).

Para el caso del método numérico se contabilizaron 3,738 ítems presa, de los cuales el 97% correspondió a crustáceos y solo el 2% al grupo de los moluscos. Las especies más abundantes fueron, el ostrácodo Myodocopida (47%) y el camarón *F. californiensis* (26%). En cuanto a la frecuencia, el grupo que más apareció en los estómagos de los adultos, fueron los crustáceos (77%) seguido por los moluscos (14%). Las especies con mayor frecuencia fueron el camarón *F. californiensis* y el ostrácodo Myodocopida con 35 y 24% respectivamente.

Finalmente de acuerdo al IIR las especies presa más importantes fueron el camarón *F. californiensis* (39%) seguido por el ostrácodo Myodocopida (30%) y la langostilla *P. planipes* (20%) (Fig. 17B).

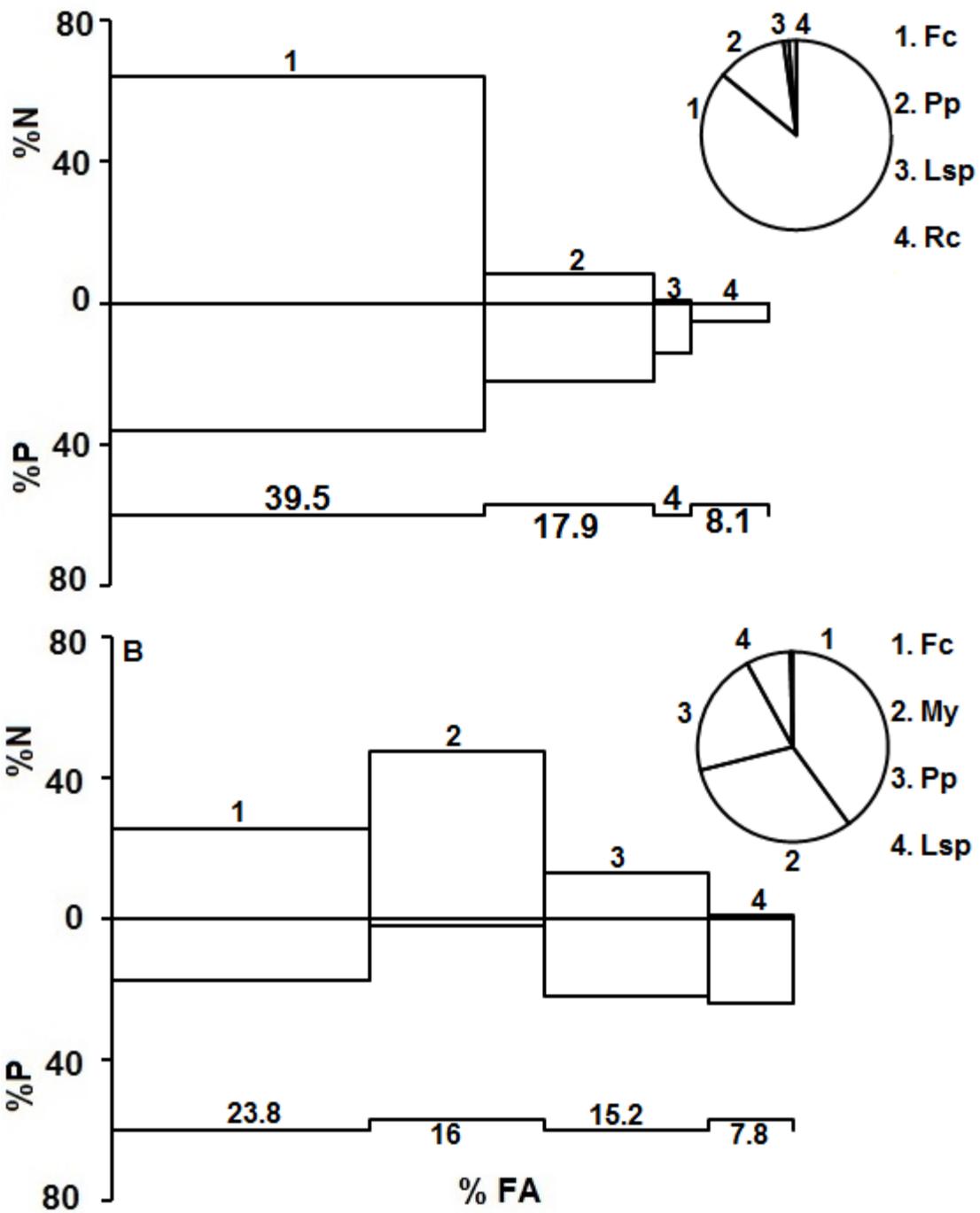


Figura 17. Espectro trófico para organismos juveniles (A) y adultos (B) del Huachinango del Pacífico *L. peru* en el sur del Golfo de California, de acuerdo al porcentaje en número (%N), peso (%P), frecuencia de aparición (%FA) e índice de importancia relativa (IIR). Las especies presa: (Fc) *F. californiensis*, (My) Myodocopida, (Lsp) *Loligo* spp., (Rc) restos de crustáceos y (Pp) *P. planipes*.

### 6.6.2 Amplitud del espectro trófico

De acuerdo al análisis de diversidad de Shannon-Wiener, los organismos juveniles y adultos registraron una baja diversidad, con  $0.15 \pm 0.31$  bits/ind y  $0.25 \pm 0.43$  bits/ind respectivamente.

Por ultimo, en el análisis de Costello para juveniles, se observó una estrategia especializada en el consumo de un grupo de presas dominantes y otros grupos que se incluyeron ocasionalmente por algunos individuos (Fig. 18A). Para los adultos, la gráfica muestra una estrategia especialista pero en el consumo de distintos grupos de presas, incluidas en poca abundancia y con poca frecuencia, sin embargo se observó como casi todos los individuos las consumieron equitativamente (Fig. 18B). Tambien se puede observar una repartición de recursos en ambos espectros, los juveniles se enfocaron mayormente sobre el camaron, mientras que los adultos incluyeron otras presas, con el fin de complementar su dieta.

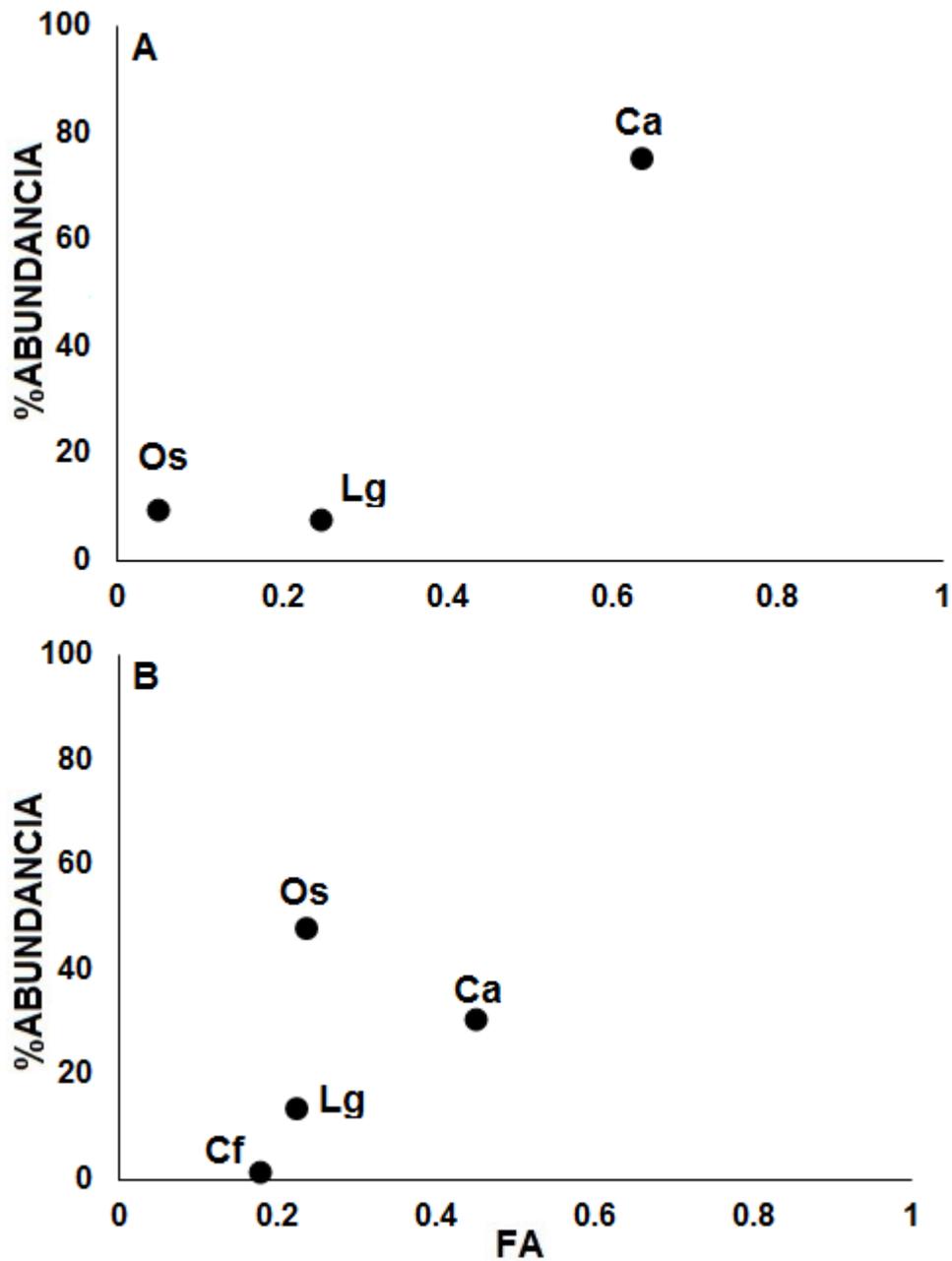


Figura 18. Análisis de Costello modificado por Amundsen *et al.* (1996), para el espectro trófico por organismos juveniles (A) y adultos (B) de *L. peru* en la zona sur del Golfo de California, México. Con las especies presa; (Ca) camarón, (Lg) langostilla, (Os) ostrácodos, y (Cf) cefalópodos.

### 6.6.3 Análisis de similitud

Por último, para esta categoría, se observa que no existe separación entre grupos con un nivel de significación obtenido por el análisis de 8%, con un R de 0.103. Por lo que no existe diferenciación entre los espectros de organismos juveniles y adultos, con un valor de p (0.084) significativo.

El análisis SIMPER realizado, para los organismos juveniles con 28% de similitud promedio, mostró que los ítems de mayor contribución (91%), fueron tres, el camarón *F. californiensis* con el 68.4%, la langostilla *P. planipes* con 17.8% y el ostrácodo Myodocopida con 5.3%. Para los adultos, se observó la mayor similitud promedio de todas las categorías y sus combinaciones (96%), siendo los ítems que contribuyeron con el 96.1% a la similitud, el camarón *F. californiensis* (58.8%), la langostilla *P. planipes* (21.9%) y el ostrácodo Myodocopida (15.5).

## 7. DISCUSIÓN

Para el sur del Golfo de California, el huachinango del Pacífico *Lutjanus peru* presentó un espectro trófico amplio, con 42 ítems presa (que van desde crustáceos, moluscos, peces y organismos planctónicos). Este comportamiento fue similar a lo reportado para otras especies de lutjánidos en diferentes áreas geográficas (Rojas, 1996,1997; Samano-Zapata *et al.*,1998; Rojas *et al.*, 2004; Szedlmayer, 2004; Monteiro *et al.*, 2009; Pimentel y Joeux, 2010; Oliveira-Freitas *et al.*, 2011; Vázquez-Sánchez *et al.*, 2008). Sin embargo, existen otros estudios donde solo se reportaron entre ocho y trece ítems, esta diferencia probablemente tenga que ver con la baja resolución taxonómica (solo se reportaron grupos tróficos mayores como peces, crustáceos y cefalópodos), debido al avanzado grado de digestión de las especies presa (Rooker 1995; Katsuhito y Mohammad 2003; Kamakura y Mgaya 2004 y Santamaría-Miranda *et al.*, 2005).

De acuerdo al espectro trófico de *L. Peru* en el presente trabajo se determinaron presas similares, con los congéneres de la familia Lutjanidae, distribuidos en diferentes regiones del mundo, desde los grupos taxonómicos, como Diogenidae, Ophichtidae, Ocypode, Scianidae (*Cynoscion* spp.), Peneidae, Loliginidae y Myodocopida (Samano- Zapata *et al.*, 1998; Duarte y García, 1999; Szedlmayer, 2004; Guevara *et al.*, 2007; Monteiro *et al.*, 2009; Pimentel y Joeux, 2010 y Oliveira-Freitas *et al.*, 2011). Las investigaciones realizadas en el Pacífico mexicano en donde se describen el espectro trófico del huachinango coinciden a un nivel más específico, siendo las especies representativas, el pez *Anchoa* spp., los crustaceos *Litopenaeus stylirostris*, *Trachypenaeus faoe*, *Squilla aculata*, *Xiphopenaeus riverti*, *T. pacificus*, *T. brevisuturiae*, *S. biformis*, *F. californiensis* y la langostilla *P. planipes* (Rojas, 1996,1997; Rojas-Herrera y Chiappa-Carrara, 2002; Rojas *et al.*, 2004; Santamaría-Miranda *et al.*, 2005; Vázquez-Sánchez *et al.*, 2008).

En la mayoría de los estudios sobre hábitos alimenticios de *L. peru*, se determinó un alto porcentaje de especies presa en común, como son los camarones (*T. brevisuturiae*, *L. vannamei*, *F. californiensis* y *Trachypenaeus* spp.), peces

(*Anchoa* spp., *H. thrissina* y *Ophichthus* spp.), además de los crustáceos (*S. biformis* y la langostilla *P. planipes*) y los otracodos (Myodocopida).

A pesar de la distancia geográfica entre los diferentes estudios sobre la ecología trófica de *L. peru*, es importante destacar que se mantiene una dieta muy similar (Díaz-Uribe, 1994; Saucedo-Lozano *et al.*, 1999; Rojas-Herrera, 2001 y Saucedo-Lozano *et al.*, 2007), las cuales coinciden con el espectro encontrado en el presente estudio. Esto quizás se debe a que la mayoría de las especies presa, presentan una amplia distribución (desde el Golfo de California a Perú) (Fischer *et al.*, 1995), y abundancias importantes en los ecosistemas donde habita el huachinango (Aurióles-Gamboa, 1995 y Machain-Castillo *et al.*, 1995; Manzano-Sarabia *et al.*, 2007).

Los ostrácodos han sido documentados como parte de la dieta en la mayoría de los miembros de la familia Lutjanidae, no obstante, con poca importancia (presas ocasionales). Por el contrario en el presente trabajo, se catalogaron como una presa importante en su dieta, esto se debe a las características que poseen, que los hace presas susceptibles. Algunas de ellas son su capacidad de nado, que aunque estos organismos alcanzan velocidades de 20 cm/s, esta no es suficiente para escapar del depredador (Rudjakov 1975). Otra característica es que presentan manifestaciones bioluminiscentes durante la cópula, lo cual puede atraer a los depredadores (Morin y Cohen, 1988; Cohen y Morin, 1989). Además la mayoría de las especies epipelágicas y mesopelágicas a la cual pertenecen estos organismos, se distribuyen en todos los océanos (Poulsen, 1977) desde los estratos superficiales hasta zonas batipelágicas y realizan migraciones verticales en la columna de agua.

La abundancia de los Ostrácodos, en Sinaloa y Nayarit, México es elevada (Gío-Argáez *et al.*, 1995) y presenta una gran diversidad en el Golfo de California (345 especies de Ostrácodos) (Machain-Castillo *et al.*, 1993), lo cual contrasta con la menor diversidad de los Ostrácodos en el resto del Pacífico, se calculan alrededor de 35 especies, para los sitios de Sinaloa, Nayarit y Golfo de Tehuantepec (Machain-Castillo *et al.*, 1995 y Gío-Argáez *et al.*, 1995).

El huachinango es un depredador activo, se alimenta preferentemente de organismos del fondo (camarones, cangrejos, estomatópodos y moluscos) y también de organismos plantónicos, (huevos de peces y colonias de urocordados) (Díaz-Uribe, 1994; Vázquez-Sánchez *et al.*, 2008). También consume organismos como la langostilla *P. planipes*, que habita en toda la columna de agua (Sánchez-Aguilar, 2001). En el presente trabajo el huachinango consumió organismos tanto bentónicos, como pelágicos y planctónicos, por lo que se confirmó la capacidad de depredar en distintos hábitat, una ventaja que va de acuerdo con sus características morfológicas y anatómicas propias de un depredador carnívoro (Allen, 1985).

De acuerdo a los datos de las especies presa y sus abundancias en la dietas, se determinó que se presentaron diferencias (ANOSIM,  $R=0.264$ ), con un valor de  $p$  no significativo ( $p=0.333$ ) entre los espectros tróficos de la región 1 (R1); costa norte de Sinaloa y la region 2 (R2); costa suroriental de B.C.S, ya que en la R2 el huachinango se alimentó principalmente de la langostilla *P. planipes* (IIR=42%), mientras que en la R1 se alimentó principalmente del camarón *F. californiensis* (IIR=73%).

Lo anterior puede explicarse por la disponibilidad de alimento existente en cada región, que responde a las diferencias de hábitat, debido a que cada región posee condiciones físicas distintas. Así se ha estimado que en la plataforma continental de B.C.S. existe una biomasa de 460 mil toneladas de langostilla *P. planipes* (Aurióles-Gamboa, 1995), además Sánchez-Aguilar (2001), mencionó que esta especie es ampliamente consumida por diferentes depredadores de distintos hábitats.

En la costa suroriental de Baja California Sur, el sustrato es principalmente rocoso con partes de sustrato arenoso y algunas zonas de manglar (Osuna-Valdez, 1986; Obeso-Nieblas y Jiménez-Illescas, 1989; Obeso-Nieblas *et al.*, 2004; Rodríguez-Romero *et al.*, 2005). Asimismo los patrones de viento, las variaciones estacionales de radiación solar y la influencia de procesos que ocurren en el Golfo de California (fuerzas de marea, intrusiones de agua, fenomenos como los eventos niño y niña etc.) generan condiciones adecuadas para surgencias (Obeso-Nieblas

2003). Que se dan de julio a octubre, que provocan una alta productividad favoreciendo el desarrollo masivo de muchas especies (Rodríguez-Romero *et al.*, 1994; Obeso-Nieblas, 2003) Por lo que sus grandes abundancias permiten mantener a las poblaciones del huachinango pues le sirven de alimento, tal como se menciono anteriormente el caso de la presencia de langostilla en esta area.

Mientras que en la costa norte de Sinaloa, se reporto que se desembarcaron 676,035 kg en peso vivo de camarón *F. californiensis* (ANONIMO, SAGARPA 2012) y se contabilizo en los muestreos exploratorios una abundancia de 29.5 y 35.6 kg/h (Kilogramo/hora) durante los meses de julio y agosto respectivamente (INAPESCA, 2012).

Las características existentes en la costa continental frente al norte de Sinaloa provocan una alta productividad que permite el asentamiento y crecimiento de una variedad de especies de camarones.

Entre las cuales se puede destacar, sustrato arenoso y limoso, amplia plataforma continental, grandes extensiones de manglar y lagunas costeras productivas (Amador-Buenrostro *et al.*, 2003; Contreras-Espinosa y Castañeda-López, 2003). Un fuerte aporte de sedimentos producidos por la acción de los rios (Phleger y Ayala-Castañares, 1969), y arrastre de nutrientes provenientes de una actividad agrícola intensiva (Martínez-Della Rocca y Aguilar-Álvarez, 2001).

A pesar de las diferencias notorias entre ambos hábitat, es posible señalar que *L. peru* cumple la misma función trófica en las dos regiones, debido a que en ambos sitios consume una amplia variedad de recursos, depredando principalmente crustáceos bentónicos. Lo anterior, sugiere que puede estar actuando como intermediario de la energía desde niveles inferiores hacia los depredadores tope, lo cual ya habia sido documentado por Arreguin- Sánchez y Manickchand-Heileman (1998). Estos autores describen al huachinango del Pacífico como depredador tope de la cadena trófica específica de su hábitat, con niveles tróficos de 4.2 y 4.6, debido a su régimen estrictamente carnívoro, y al ambiente donde habita (costero principalmente). Se debe señalar que este depredador presenta una dieta similar a la de algunas especies de tiburones costeros como *Mustelus henlei* y semi-

costeros como *Sphyrna lewini*, quienes consumen presas como los peces *Ophichthus* spp., *Anchoa* spp. y *Cynoscion parvipinnis*, así como crustaceos de las especies *F. californiensis*, *Trachypenaeus* spp., *L. stylirostris*, *X. riveti*, *S. mantoidea* y *P. planipes* (Torres-Rojas, 2006; Estupiñán-Montaña *et al.*, 2009; Rodríguez-Romero *et al.*, 2013).

Para las épocas climáticas se detectaron diferencias en el espectro trófico, ya que para la época fría, el huachinango consumió mayormente langostilla (*P. planipes*; IIR= 59%), mientras que para la época cálida la presa con mayor aporte fue el camarón *F. californiensis* (IIR=58%). Aunque se presentó una alta similitud entre los espectros por épocas (ANOSIM, R=0.069, p= 0.01), la preferencia del huachinango por dichas presas en cada época, responde a la disponibilidad y abundancia de estas especies.

Para el caso del camarón, se conoce que es una especie disponible durante todo el año (Sierra *et al.*, 2000; Chávez-Herrera, 2001; Madrid-Vera *et al.*, 2001a), sin embargo, se ha registrado que sus mayores abundancias se dan durante marzo y junio a lo largo del Pacífico Mexicano, principalmente debido a que en esta época muestra su pico de reproducción (García-Gómez, 1976; García-Borbón, 2007; Manzano-Sarabia *et al.*, 2007).

En contraparte, la langostilla presenta sus máximas abundancias durante el invierno en la costa occidental de Baja California (Aurioles-Gamboa, 1992) y además durante invierno y primavera (periodo de reproducción), habita principalmente en zonas costeras, puesto que esta asociada a las surgencias costeras (Boyd, 1962; Longhurst, 1966,1967; Alvariño, 1976; Rizo Díaz-Barriga, 1994; Guzmán-Vizcarra, 1995; Aurioles-Gamboa, 1995a; Aurioles-Gamboa y Pérez-Flores, 1997). Dicho comportamiento coincide con lo reportado por algunos autores para *L. peru*, donde se describen diferencias en los espectros tróficos debido a las épocas de secas y lluvias en otras zonas del Pacífico Mexicano (Saucedo-Lozano *et al.*, 1999; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003).

Podemos confirmar que los cambios en el espectro trófico por regiones y épocas de *L. peru* responden principalmente a las diferencias en las proporciones

de las presas consumidas, y no tanto a la diversidad de organismos presentes en la dieta, lo cual coincide con lo reportado por Rojas-Herrera y Chiappa-Carrara (2002).

En el espectro por sexos no se determinaron diferencias significativas (ANOSIM,  $R=0.066$ ,  $p=0.876$ ), en ambos casos las presas consumidas fueron el camarón, langostilla y los Ostrácodos, a pesar de esto para las hembras se notó una alta dominancia del camarón, por el contrario en los machos la dieta fue más equitativa entre las presas principales. Rojas-Herrera (2001), reportó que la alimentación entre machos y hembras de *L. peru* fue similar cualitativamente, alimentándose ambos de los mismos componentes sin que se presentaran diferencias significativas en la dieta. Este mismo patrón también fue reportado en otros estudios de esta especie (Saucedo-Lozano *et al.*, 1999 ; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003; Chiappa-Carrara *et al.*, 2004; Saucedo-Lozano *et al.*, 2006).

De acuerdo con lo anterior se puede concluir que machos y hembras comparten las áreas de alimentación. Estudios anteriores mencionan que no existe segregación por sexos durante la reproducción, en las poblaciones de lutjanidos (Ruiz- Luna *et al.*, 1985; Cruz-Romero *et al.*, 1993; Claro, 1994; Rojas, 1997; Arrellano-Martínez *et al.*, 2001; Santamaría-Miranda *et al.*, 2003). Además Claro (1994) mencionó que la proporción sexual tiende a igualarse durante el desove, estos estudios demuestran que durante la temporada de reproducción tanto los machos como las hembras se alimentan en los mismos sitios y el comportamiento gregario se relaciona con la distribución y demanda de alimento (Rojas, 1997).

Las diferencias tampoco fueron observables en el espectro trófico de organismos juveniles y adultos, ya que ambos consumieron preferentemente el camarón *F. californiensis*, con una alta similitud significativa (ANOSIM,  $R=0.103$ ,  $p=0.084$ ). Sin embargo, se observó un aumento de la frecuencia en el consumo de peces en la dieta de los organismos adultos, este resultado coincide con los trabajos de alimentación para esta especie, y también para trabajos con especies afines (Díaz-Uribe, 1994; Rooker, 1995; Rojas-Herrera y Chiappa-Carrara, 2002; Santamaría- Miranda *et al.*, 2003; Rojas *et al.*, 2004; Guevara *et al.*, 2007 y Oliveira-Freitas *et al.*, 2011).

En general *L. peru* registró una diversidad trófica baja ( $H'$ ), lo cual indica un alto consumo de algunas especies presa (camarón, langostilla y ostrácodos), dicho consumo preferencial se debió a la gran abundancia y disponibilidad de estas presas en el medio. Lo anterior repercute en un menor gasto energético, puesto que una presa poco abundante y poco disponible requerirá de mayor tiempo de búsqueda por parte del depredador y una presa con eficiente mecanismo de escape requerirá de mayor inversión energética para su captura (Díaz-Uribe, 1994).

A pesar que *L. peru* es una especie con baja diversidad trófica, al momento de realizar el análisis de Costello se notó como por cada categoría, existe un aporte distinto en las especies presa dominantes. Cada individuo está utilizando una proporción distinta del nicho trófico, lo cual es atribuido al uso diferencial entre el nicho individual del poblacional (Giller, 1984). Esto es conocido como el componente intra-fenotípico (CIF) (Roughgarden, 1972, 1974; Giller, 1984; Pianka, 1988; Wootton, 1990). En cambio existe variación en el uso de recursos entre individuos, lo que se conoce como el componente entre-fenotipos (CEF), la suma de ambos componentes forma la amplitud del nicho trófico (Giller, 1984). Respondiendo a la adaptabilidad trófica de cada individuo o de la especie, definida por la capacidad de un organismo para cambiar de un tipo de alimento a otro (de especialista a generalista), dependiendo de la disponibilidad del recurso (Gerking, 1994).

Esta tendencia se repite para el resto de trabajos, pues aunque la mayoría encontraron un número alto de ítems presa, concluyen una baja diversidad (Saucedo-Lozano *et al.*, 1999 y 2006; Rojas-Herrera, 2001; Rojas *et al.*, 2004; Vázquez- Sánchez *et al.*, 2008).

Algunos autores han catalogado a los lutjanidos como oportunistas (Parrish, 1987; Yáñez-Arancibia, 1977; Vázquez-Sánchez, 2005). Una de las características del organismo oportunista, es que toma ventaja de los recursos disponibles. Que la mayoría de las veces están fuera de su alimento común, en este contexto, en el estudio de Díaz-Uribe (1994) el huachinango se alimentó de urocordados y en el de Vázquez- Sánchez *et al.* (2008) la especie *L. argentiventris*, de huevos de peces, lo

que sugiere que los lutjanidos aprovechan lo disponible en el medio, por lo que tiene una alta plasticidad trófica.

Sin embargo, el término oportunista debe ser tratado con cuidado, este puede ser utilizado para describir eventos temporales de alimentación, en la vida del pez, y no para caracterizar toda su historia alimenticia (Gerking, 1994).

En otro contexto, algunas especies de la familia Serranidae (*Paralabrax clathratus*, *P. nebulifer*, *Mycteroperca microlepis*, *Diplectrum eumelum*, *D. euryplectrum* y *D. labarum*), presentan un espectro trófico similar al de *L. peru*, alimentándose principalmente de macroinvertebrados, peces y cefalopodos, (*S. mantoidea*, *Penaeus* sp. y *Corophium acherusicum*, *Anchoa* sp. y *Lolliguncula diomedae*). Lo cual podría implicar una competencia interespecífica, sin embargo, Beysi *et al.* (1999), establecieron que cuando existe traslapo de dietas que tiene como base a los recursos alimentarios muy abundantes, se presenta una repartición de recursos adecuada, por lo que, la competencia por alimento es muy reducida o no se presenta. Además se debe considerar que las diferencias sutiles en los hábitos alimentarios por especies pueden estar relacionadas con aspectos de la morfología funcional y la conducta trófica (Aguilar-Palomino y González- Sansón, 2010).

## 8. CONCLUSIONES

- El espectro trófico del huachinango del Pacífico *L. peru* en la zona sur del Golfo de California se conformó por crustáceos, peces, moluscos y organismos planctónicos. De acuerdo al índice de importancia relativa el camarón *Farfantepenaeus californiensis*, la langostilla *Pleuroncodes planipes*, el ostrácodo *Myodocopida* y el calamar *Loligo* spp., fueron los ítems presa de contribución en la dieta.
- Se detectaron diferencias significativas entre los espectros tróficos por regiones (Sinaloa y Baja California Sur) y por épocas climáticas (fría y cálida). En contraparte en los machos y hembras, así como en los organismos juveniles y adultos no se presentaron diferencias significativas en los espectros.
- El espectro trófico de *L. peru* registró una baja diversidad (tendencia especialista), este depredador se enfocó principalmente en el consumo de camarones, langostilla y ostracodos, y el resto de ítems fueron utilizados mínimamente.
- Por cada categoría (región, época, sexo y juveniles/adultos), se registró una utilización diferencial del nicho trófico (análisis de Amundsen *et al.*, 1996) por lo que se consideró que se presentó una repartición adecuada de los recursos alimenticios.
- A pesar de las diferencias en la utilización de los recursos alimentarios por regiones, es posible señalar que *L. peru* asume el mismo papel trófico en ambos ambientes, ya que es un depredador que consume principalmente crustáceos bentónicos y actúa como intermediario de la energía desde los niveles inferiores hasta los depredadores tope.

## 9. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Palomino, B. & G. González-Sansón. 2010. Composición y superposición de dietas en cuatro especies de *Diplectrum* (Perciformes:Serranidae) en el Pacífico central mexicano. *Revista de Biología Tropical*. 58(4): 1189-1198.
- Allen, G. R. 1985. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanidae species known to date. FAO Fisheries synopsis. 125(6):208 pp.
- Álvarez-Lajonchere, L. 2006. Nutrición de Reproductores de Peces Marinos. En: Cruz-Suárez L.E., D. Ricque-Marie, M. Tapia-Salazar, M.G. Nieto-López, D.A. Villareal-Cavazos, A.C. Puello-Cruz y A. García-Ortega (eds.). Avances en Nutrición Acuícola VIII. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola. 15-17 Noviembre. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, Nuevo León, México. ISBN 970-694-333-5.
- Alvariño, A. 1976. Distribución batimétrica de *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) (Crustáceo: Galatheidae). Memorias sobre la Biología Marina y Dinámica Poblacional de Camarones, Guaymas, Son. México: 266-285.
- Amador-Buenrostro, A., A. Trasviña-Castro, A. Muhlia-Melo & M.L. Argote-Espinoza. 2003. Influence of EBES seamount and Farallon basin on coastal circulation in the Gulf of California, Mexico. *Geofísica Internacional* 42(3): 407-418.
- Amundsen P.A., H.M. Gabler & F.J. Staldvik. 1995. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, 48: 607-614.
- Arreguin-Sanchez, F. & S. Manickchand-Heileman. 1998. *Journal of Fish Biology*. 53 (Supplement A): 143-153.
- Arellano-Martínez, M., A. Rojas-Herrera, F. García-Domínguez, B. Ceballos-Vásquez & M. Villalejo- Fuerte. 2001. Ciclo reproductivo del pargo lunarejo

*Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México.  
*Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 36:1-8.

- Athersuch, J., D.J. Horne & J.E. Whittaker. 1989. Marine and brackish water ostracods (superfamilies Cypridacea and Cytheracea). In: D.M. Kermack y R.S.K. Barnes (eds). *Synopsis of the British Fauna (new series)*. E.J. Brill Leiden. 43: 343 pp.
- Aurioles-Gamboa, D. 1992. Inshore offshore movements of pelagic red crabs *Pleuroncodes planipes* (Decapoda:Anomura:Galatheidae) off the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico. *Crustaceana*. 62: 71- 84.
- Aurioles-Gamboa D., E.F. Balart & J.L. Castro-Aguirre.1995. Recomendaciones para la explotación y aprovechamiento de la langostilla. En: Aurioles-Gamboa D. & E.F. Balart (eds.). *La langostilla, biología, ecología y aprovechamiento*. Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, 221-233.
- Aurioles-Gamboa, D. & R. Pérez-Flores. 1997. Seasonal and bathymetric changes in feeding habits of the benthic crab *Pleuroncodes planipes* (Decapoda, Anomura, Galatheidae) off the Pacific coast of Baja California Sur, México. *Crustaceana* 70 (3): 272-287.
- Brusca, R. C. 1980. *Common intertidal invertebrates of the Gulf of California*. The University of Arizona Press. (2nd. Ed.).E U.A. 513 pp.
- Boyd, C. M. 1962. The biology of a marine decapod crustacean, *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860). Ph. D. Thesis Univ. of California, San diego. 723 pp.
- Caddy, J.E. & G.D. Sharp.1988. Un marco ecológico para la investigación pesquera. FAO, Documento Técnico de Pesca. 283. 155 pp.
- Chávez-Herrera D. 2001. Aspectos sobre la abundancia y la distribución de los camarones peneidos de la costa de Sinaloa y el norte de Nayarit, México, de 1992 a 2000. Tesis de Maestria, Universidad Autónoma de Sinaloa, México, 79 pp.

- Chiappa-Carrara, X., A.A. Rojas-Herrera & M. Mascaro 2004. Coexistencia de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México: relación con la variación temporal en el reclutamiento. *Revista de Biología Tropical*. 52(1): 177-185.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Ecology Journal*. 18:117-143.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 2001. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition, PRIMER-E: Plymouth.
- Claro, R. 1994. Ecología de los peces marinos de Cuba. CIQRO, México. 525 pp.
- Clothier, C.R. 1950. A key to some southern California fishes based on vertebral characters. *California Department of Fish and Game, Fish Bulletin* 79: 1-83.
- Cohen, A.C. & J.G. Morin. 1989. Six new luminiscent ostracodes of the genus *Vargula* (Myodocopida: Cyprinidae) from the San Blas region of Panama. *Journal of Crustacean Biology*. 9:297-340.
- Contreras-Espinosa, F. & O. Castañeda-López. 2003. Los ecosistemas estuarinos del Estado de Sinaloa. En: Cifuentes-Lemus J. & J. Gaxiola-López (eds.). Atlas de los ecosistemas de Sinaloa. Colegio de Sinaloa. 175-196.
- Cortés, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents; application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal Fisheries Aquatic Science*. 54:726–738.
- Costello, M.J. 1990. Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology*. 36: 261-263.
- Cruz-Romero, M., E.A. Chávez, E. Espino & A. García. (1996). Assessment of a snapper complex (*Lutjanus* spp.) of the Eastern Tropical Pacific. En: Arreguín-Sánchez, F., J.L. Munro, M.C. Balgos & D. Pauly (eds.). Biology, Fisheries and Culture of Tropical Groupers and Snappers. ICLARM Conf. Proc. 48: 324–330.
- Cruz-Romero, M., E. Espino B., J. Mimbela L., A. García B., L.F. Obregón A. y E. Girón B. 1991. Biología Reproductiva en tres especies del género *Lutjanus*

- en la costa de Colima, México. Informe final de CONACyt Clave: P02PCCPR892739. 118 pp.
- Day, J.W., Jr., C.A.S. Hall, W.M. Kemp & A. Yañez-Aranciba. 1989. Estuarine ecology. John-Wiley & Sons. E.U.A. 558 pp.
- Díaz-Urbe, J.G. 1994. Análisis trofodinámico del huachinango, *Lutjanus peru*, en las bahías de la Paz y la Ventana., B.C.S., México. Tesis de maestría en ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior, Ensenada, Baja California, México. 57 pp.
- Díaz-Ruiz, S., E. Cano-Quiroga, A. Aguirre-León & R. Ortega-Bernal. 2004. Diversidad, abundancia y conjuntos ictiofaunísticos del sistema lagunar-estuarino Chantuto-Panzacola, Chiapas, México. *Revista de Biología Tropical*. 52.
- Doncel, P. y J. Paramo 2010. Hábitos alimenticios del pargo rayado, *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae), en la zona norte del Caribe colombiano. *Latin American Journal Aquatic Research*. 38(3): 413-426.
- Duarte, L.O. & C.B., García. 1999. Diet of the mutton snapper *Lutjanus analis* (Cuvier) from the gulf of Salamanca, Colombia, Caribbean Sea. *Bulletin of Marine Science*. 65(2): 453-465.
- Escobedo-Urías, D.C. 2010. Diagnóstico y descripción del proceso de eutrofización en lagunas costeras del norte de Sinaloa. Tesis Doctorado en Ciencias Marinas, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz Baja California Sur, Mexico. 298 pp.
- Estupiñan-Montaña, C., L.G. Cedeño-Figueroa & F. Galván-Magaña. 2009. Hábitos alimentarios del tiburón martillo *Sphyrna lewini* (Griffith & Smith, 1834) (Chondrichthyes) en el Pacífico ecuatoriano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 44(2): 379-386.

- Fischer, W., F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K. Carpenter & V.H. Niem. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro-oriental. FAO, Roma. 987-1651.
- Gállego, L. & M.A. Comas. 1998. La alimentación de los Blénidos (Blenniidae: Osteichthyes) en las Islas Baleares. *Cuadernos de Zoología*, 4:1-9.
- García-Borbón, J.A., 2007. Análisis de población virtual en la pesquería de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*, Holmes) del complejo lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México, D.F. 78 pp.
- García- De jalón, D. 1985. Efectos de la regulación de caudales en las poblaciones de Salmónidos fluviales. I Simposio Internacional de Estudio, Conservación y Utilización Racional de Áreas de Pesca de Salmónidos, Pamplona: 106-110.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación, climática de Köppen, Serie Libros, número 6, Instituto de Geografía, UNAM, México. 90 pp.
- García-Gómez, M. 1976. Fecundidad del camarón café *Penaeus californiensis* y del camarón azul *Penaeus stylirostris* Puerto Peñasco y Guaymas, Sonora. En: INP-FAO (eds). Memorias del Simposio sobre biología y Dinámica Poblacional de Camarones. Guaymas, Sonora, México: S.I.C. Subsecretaria de Pesca, Instituto Nacional de Pesca. Vol. I. 131-139 pp.
- Garth, J. S. y Stephenson, W. 1966. Brachyura of the Pacific coast of America. Brachyrhyncha: Portunidae. Allan Hancock Monographs in Marine Biology 1: 1- 154.
- Gelineau, A., F. Medale, & T. Boujard.1999. Effect of feeding on postprandial nitrogen excretion and energy expenditure in rainbow trout. *Journal of Fish Biology* 52: 655- 664.
- Gerking, S.D. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press. E.U.A. 416 pp.

- Giller, P.S. 1984. Community Structure and the Niche. En: Chapman & Hall. Kamil A.C., Krebs J.R. y Pulliam H.R. (eds.) (1987). Foraging Behavior. New York: Plenum Press.
- Gío-Argáez, R., M. L., Machain-Castillo, J. A., Alcalá-Herrera, & D. Rodríguez-Vélez. 1995. Ostrácodos de la Plataforma Continental de Sinaloa y Nayarit, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 46: 55-72.
- Goytortúa-Bores, E. 2000. Evaluación del valor nutricional de un extracto lipídico y un concentrado proteínico de Langostilla (*Pleuroncodes planipes*) para el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. Tesis de maestría en ciencias pecuarias, postgrado interinstitucional en ciencias pecuarias, Universidad Autónoma de Colima. Colima, Colima, México, Septiembre del 2000. 50 pp.
- Guevara, E., H. Álvarez, M. Mascaró, C. Rosas & A. Sánchez. 2007. Hábitos alimenticios y ecología trófica del pez *Lutjanus griseus* (Pisces: Lutjanidae) asociado a la vegetación sumergida en la Laguna de Términos, Campeche, México. *Revista de Biología Tropical* . 55 (3-4): 989-1004.
- Guzman-Vizcarra, E. 1995. Distribución y abundancia de la fase bentónica de la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Stimpson, 1860) en la costa occidental de Baja California. Tesis de maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. 60 pp.
- Hendrickx, M.E. 1995a. Camarones. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, I, FAO, Roma. pp. 417-528.
- Hendrickx, M.E. 1995b. Cangrejos. En: W. Fischer, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, I, FAO, Roma. pp. 565-630.

- Hendrickx M.E. & J. Salgado-Barragán. 1991. Estomatópodos (Crustacea: Hoplocarida) del Pacífico Mexicano. Publicaciones especiales. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México. 20:1-200.
- Hernández-Aguilar, S.B., L.A. Abitia-Cárdenas, X.G. Moreno-Sánchez, M. Arrellano-Martínez & E. González-Rodríguez. 2012. Trophic spectrum of the sailfish *Istiophorus platypterus* caught off Acapulco in the southern Mexican Pacific. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 1-8.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. 17: 411–429.
- Jimenez A. & J. Hortal. (2003) Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Iberica de Aracnología*. 8:151–161.
- Kamukuru, A.T. & D. Mgaya. 2004. The food and feeding habits of blackspot snapper, *Lutjanus fulviflamma* (Pisces: Lutjanidae) in shallow water of Mafia Island, Tanzania. *African Journal of Ecology*. 42: 49-58.
- Katsuhiro K. & M.I, Mahyam. 2003. Distribution and feeding habits of juvenile and young John's snapper *Lutjanus johnii* in the Matang mangrove estuary, west coast of Peninsular Malaysia. *Fisheries Science*. 69: 563-568.
- Liao C.H., C.L. Pierce & J.G. Larscheid. 2001. Empirical assessment of indices of prey importance in the diets of predacious fish. *Transactions of the American Fisheries Society* 130: 583–591.
- Longhurst, A. R. 1966. The pelagic phase of *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) (Crustacea, Galatheidae) in the California Current. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations* 2:142- 154.
- Longhurst, A. R. 1967. The Biology of mass occurrences of galatheid crustaceans and their utilization as a fisheries resources. Proceedings of the world

Scientific Conference on the biology and culture of shrimps and prawns.  
FAO Fisheries Reports 7(5):95- 110.

Machain-Castillo, M. L. & R. Gío-Argáez.1993. Diversidad de ostrácodos de los mares mexicanos. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 44: 251-266.

Machain-Castillo, M. L., R. Gío-Argáez & J.A. Alcalá-Herrera.1995. Los ostrácodos del golfo de Tehuantepec, México. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 46: 73-82.

Madrid-Vera J, D. Chávez-Herrera & J.M. Melchor-Aragón. 2001a. Situación actual de las poblaciones de camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*), en las costas de Sinaloa y norte de Nayarit, México. Doc. Téc. INAPESCA-CRIP-Mazatlán, Sinaloa, México, 12 pp.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press.179 pp.

Manzano-Sarabia, M.M., E.A. Aragón-Noriega, C.A. Salinas-Zavala & D.B. Lluch-Cota. 2007. Distribution and abundance of penaeid shrimps in a hypersaline lagoon in northwestern Mexico, emphasizing the brown shrimp *Farfantepenaeus californiensis* life cycle. *Marine Biology*. 152:1021-1029.

Margalef, R. 1969. Perspective ecological theory. Chicago Univ. Press. 111 pp.

Martínez-Della Rocca, E. & C. Aguilar-Álvarez. 2001. Comisión del Río Fuerte. Historia Oral. Fondo Histórico Regional. Colección Histórica de Sinaloa. Tomo II. Vol 1. 332 pp.

Marshall, S. & M. Elliott. 1997. A comparison of univariate and multivariate numerical and graphical techniques for determining inter and intraspecific feeding relationships in estuarine fish. *Journal of Fish Biology*. 51: 526-545.

Mena-Loria, M., E. Pérez-Díaz, X. Renan & T. Brule. 2007. Hábitos alimenticios de los juveniles de Cuna Aguají (*Mycteroperca microlepis*) (Pisces: Serranidae)

- en el Suroeste del Golfo de México. 59th *Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 59: 219-226.
- Mendoza-Carranza M. & J. A. Rosales-Casián. 2002. Feeding ecology of juvenile Kelp Bass (*Paralabrax clathratus*) and Barred sand bass (*P. nebulifer*) in Punta Banda Estuary, Baja California, México. *Bulletin Southern California Academic Science*. 101(3): 103-117.
- Miller, D. J. & R.N. Lea. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*, 157: 249 p.
- Miller, D. J. & S. C. Jorgensen. 1973. Meristics characters of some marine fishes of the western Atlantic Ocean. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin* 1: 301-312.
- Monod, T. 1968. Le complexe urophore des poissons teleostéens. *Memories de l'Institut Fundamental d'Afrique Noire* 81, 1-705.
- Monteiro, D.P., T. Giarrizzo & V. Isacc. 2009. Feeding Ecology of Juvenile Dog Snapper *Lutjanus jocu* (Bloch and Schneider, 1801) (Lutjanidae) in Intertidal Mangrove Creeks in Curuca Estuary (Northern Brazil). *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 52(6): 1421-1430.
- Morin, J.G. & A.C. Cohen. 1988. Two ostracodes of the genus *Vargula* (Myodocopida; Cypridinidae) from the San Blas region of Panama. *Journal of Crustacean Research*. 8:620-638.
- Nikolsky, G. 1963. *The Ecology of Fishes*. Academy, Nueva York 352 pp.
- Obeso-Nieblas, M. 2003, Variabilidad espacio-temporal de las condiciones oceanográficas de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis Doctorado en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional. 337 pp.
- Obeso-Nieblas, M & A.R. Jiménez-Illescas. 1989. Propagación de la constituyente M2 de la marea en La Bahía de La Paz, Baja California Sur, México,

mediante un modelo bidimensional hidrodinámico numérico. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 4: 241-256.

- Obeso-Nieblas, M., B. Shirasago-Germán, J. Gaviño-Rodríguez, E. Pérez-Lezama, H. Obeso-Huerta & A. Jiménez- Illescas. 2008. Variabilidad hidrográfica en Bahía de La Paz, Golfo de California, México (1995-2005). *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 43(3): 559-567.
- Obeso-Nieblas, M., B. Shirasago-German, L. Sánchez-Velasco & J.H. Gaviño-Rodríguez. 2004. Hydrographic variability in Bahia de La Paz, B.C.S., México during the 1997-1998 El Niño. *Deep Sea Research II* 51: 689-710.
- Ochoa-Baéz, R. I., G. García-Melgar, & R. Martínez-Pecero. 1991. La actividad reproductiva de *Lutjanus peru* (Perciformes: Lutjanidae) en las costas de San José del Cabo, B.C.S. Resúmenes del II Congreso Nacional de Ictiología. San Nicolás de los Garza. Nuevo León, México. 40 pp.
- Odum, E. 1985. Fundamento de ecología. Interamericana. México. 422 pp.
- Odum, W. E. & E. J. Heald. 1972. Trophic analysis of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science*. 22: 671-738.
- Olivares Beltrán, G. 1969. Acceso a la Bahía de Topolobampo, Sinaloa, México. En: Lagunas Costeras, Un Simposio. Memorias Del Simposio Internacional Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO. 407-420.
- Oliveira-Freitas, M., V. Abilhoa & G. Hoffmann-Da Costa e Silva. 2011. Feeding ecology of *Lutjanus analis* (Teleostei: Lutjanidae) from Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 9(2): 411-418.
- Osuna-Valdez, I. 1986. Evolución holocénica de la laguna de La Paz, Baja California Sur, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California. 57 pp.
- Parrish, J.D. 1987. The trophic biology of snapper and grouper. En: Polovina, J.J. & S. Ralston (eds.). *Tropical Snapper and Groupers: Biology and Fisheries Management*. Westview Press Inc. Boulder, 561-603.

- Pianka, E. R. 1988. *Evolutionary Ecology*. Fourth Edition. Harper and Row, New York. 468 pp.
- Pinkas, L., S.M. Oliphant & K.L. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*. 152:105 pp.
- Pimentel, C. R. & J. C. Joyeux. 2010. Diet and food partitioning between juveniles of mutton *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu* and *Lutjanus synagris*, snappers (Perciformes: Lutjanidae) in a mangrove-fringed estuarine environment. *Journal of Fish Biology*. 76(10): 2299-2317.
- Poulsen, E.M. 1977. Zoogeographical remarks on marine pelagic Ostracoda. *Dana Rep.* 87:1-33.
- Prejs, A. & G. Colomine. 1981. Método para el estudio de los alimentos y las relaciones tróficas de los peces. Universidad Central de Venezuela y Universidad de Varsovia, Polonia. 127 pp.
- Rau, G.H, A.J. Mearns, D.R. Young, R.J. Olson, H.A. Schafer & I.R. Kaplan. 1983. Animal 13C/12C correlates with trophic level in pelagic food webs. *Ecology*, 64 (5), 1314-1318.
- Real Academia Española. 2001. *Diccionario de la lengua española*. 22º edic. Editorial Calpe, S.A. 1513 pp.
- Rizo Diaz-Barriga, L.E. 1994. Metabolismo rutinario de la langostilla *Pleuroncodes planipes* en relacion a la distribucion y abundancia en la costa occidental de Baja California Sur. Tesis de maestria, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas-Instituto Politecnico Nacional. La Paz, B.C.S., Mexico. 75 pp.
- Rocha-Olivares, A. 1998. Age, growth, mortality, and population characteristics of the Pacific red snapper, *Lutjanus peru*, off the southeast coast of Baja California, Mexico. *Fishery Bulletin*. 96: 562-574.

- Rodríguez-Romero, R., J., L. A. Abitia-Cárdenas, F. Galván-Magaña & H. Chávez-Ramos. 1994. Composición, abundancia y riqueza específica de la ictiofauna de Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Ciencias Marinas*. 20(3): 321-350.
- Rodríguez-Romero, J., E. Alvarez-Bauman, M.R. Ochoa-Diaz, J. Lopez-Martinez & M. Maldonado-Garcia. 2013. Feeding habits of *Mustelus henlei* on the western coast of Baja California Sur, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 48(2): 261-271.
- Rodríguez-Romero, J., F. Galván-Magaña, A. Muhlia-Melo, F. Gutiérrez-Sánchez & V. Gracia-López. 2005. Fish assemblages around Espiritu Santo Island and Espiritu Santo Seamount in the lower Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science*. 77(1): 33-50.
- Rojas MJ. 1996-1997. Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 44(3)/45(1): 471- 476.
- Rojas, M. J. 1997. Dieta del “pargo colorado” *Lutjanus colorado* (Pices: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 45(3):1173-1183.
- Rojas R., E. Maravilla & F. Chicas. 2004. Hábitos alimentarios del pargo manchado *Lutjanus guttatus* (Pisces: LUTJANIDAE) en Los Cobanos y Puerto La Libertad, El Salvador. *Revista de Biología Tropical*. 52 (1):163-170.
- Rojas-Herrera, A.A. 2001. Aspectos de 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. Facultad de Medicina, Veterinaria y Zoología. Universidad de Colima, Tecomán, 194 pp.

- Rojas-Herrera, A.A. & X. Chiappa-Carrara. 2002. Feeding habits of the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Pisces:Lutjanidae) in the coast of Guerrero, Mexico. *Ciencias Marinas*, 28 (2): 133-147.
- Rojas, J.R., E. Maravilla y F. Chicas.2004. Habitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pices:Lutjanidae) en Los Cobanos y Puerto La Libertad, El Salvador. *Revista de Biología Tropical*. 52(1): 163-170.
- Rooker, J. R. 1995. Feeding ecology of the schoomaster snapper *Lutjanus apodus* (Walbaum), from South-western Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science*. 56: 881-894.
- Ross, S.T. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: A review of field stuides. *Copeia* No. 2: 352-388.
- Roughgarden, J. 1972. Evolution of niche width. *American Naturalist*. 106:683-718.
- Roughgarden, J. 1974. Niche width: Biogeographic patterns among *Anolis* lizard populatons. *American Naturalist*. 108:429-442.
- Rudjakov, Y.A. 1962. Ostracoda Myodocopida (Family Halocypridae) from the N.W. Pacifi Ocean. *Trudy Instit. Okeanol*. 58: 172-201.
- Ruppert, E. E. & R.D. Barnes 1996 *Zoología de los invertebrados* Ed McGraw Hill México 1114 pp.
- Ruíz-Luna, A., E. Girón B., J. Madrid V. & A. González B. 1985. Determinación de edad, crecimiento y algunas constantes biológicas del huachinango del Pacífico, (Nichols y Murphy, 1922). Mem. VIII Congreso Nacional de Zoología, Morelia Michoacan. México. 88- 201.
- Ruiz C., J.A., G. Medina G., J. Macías C., M. M. Silva S., y G. Diaz P. 2005. Estadísticas climatológicas básicas del estado de Sinaloa (Período 1961-2003).Libro Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRNO. Cd. Obregón, Sonora, México. 154 pp.
- SAGARPA. 2011. Anuario estadístico de Acuacultura y Pesca 2011. 311 pp.
- SAGARPA. 2012. Anuario estadístico de Acuacultura y Pesca 2012. 370 pp.

- Sámano-Zapata, J. C., M. E. Vega-Cendejas & M. Hernández-De Santilla. 1998. Ecología alimenticia e interacción trófica del pargo mulato *Lutjanus griseus* (Linnaeus, 1758) y de la rubia *Lutjanus synagris* (L. 1758) de la Costa Noroccidental de la Península de Yucatán, México. *Proceedings of the 50th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*. 805-822
- Sánchez-Aguilar, D. 2001. Depredación diferencial sobre la langostilla *Pleuroncodes planipes* (Crustacea:Galatheidae) por tres especies ícticas dominantes en los fondos blandos de la costa oeste de Baja California Sur. Tesis de Licenciatura en Biología Marina, Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz Baja California Sur, México. 81 pp.
- Santamaría-Miranda, A. 1996. Hábitos alimenticios del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1992) de la Costa Chica de Guerrero. Memorias del X Congreso Nacional de Oceanografía, Manzanillo, México, 4-7 de noviembre, 59 pp.
- Santamaría-Miranda A., J.F. Elorduy-Garay & A.A. Rojas-Herrera. 2003. Hábitos alimentarios de *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) en las costas de Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical*. 51(2):503-518.
- Santamaría-Miranda A., M. Saucedo-Lozano, M. N. Herrera-Moreno & J. P. Apúñ-Moina. 2005. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y del pargo rojo *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el norte de Sinaloa, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 4: 33-44.
- Saucedo Lozano M., Raymundo Huizar A. Ry Valadez González C. 2006. Comparación de los hábitos alimentarios de juveniles de *Lutjanus peru* y *L. guttatus* en la Costa de Jalisco y Colima, México (1995-1996). (Capítulo de Libro) Los Recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima Y Michoacán. Instituto Nacional de la Pesca. SAGARPA. 209-218 pp.
- Saucedo-Lozano, M. y Chiappa-Carrara, X. (2000). Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y

- Colima, México. Centro de Investigaciones Biológicas de Maracaibo, 34(2): 159–180.
- Saucedo-Lozano, M., G. Gonzalez-Sanson & X. Chiappa-Carrara. 1999. Alimentación Natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) (Lutjanidae: Perciformes) en la costas de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 25(3): 381-400.
- Szedlmayer, S.T. 2004. Diet shifts of juvenile red snapper (*Lutjanus campechanus*) with changes in habitat and fish size. *Fishery Bulletin*. 102:366-375.
- Secretaría de Marina. 1980. Estudio Geográfico de la región de Topolobampo, Sinaloa. Secretaría de Marina. DIGONAV (Dirección General de Oceanografía Naval).
- Sierra, L.M. & O.A. Popova. 1997. Relaciones tróficas de los juveniles de cinco especies de pargo (Pisces: Lutjanidae) en Cuba. *Revista de Biología Tropical*. 44(3)/45(1): 499-506.
- Sierra R.P., C.C. Acosta, B.J.A. García, J.A.R. García, G.A. Liedo, A.J.M. Melchor, C.S. Ramos, C.A. Rosas, D.M.P. Toledo & B.E. Zarate. 2000. Camarón, Pesquerías del Océano Pacífico. En: Cisneros-Mata MA, L.F. Beléndez-Moreno, E. Zárate-Becerra. (eds.), Sustentabilidad y Pesca Responsable en México: Evaluación y Manejo 1999–2000. INAPESCA, SEMARNAT, México, 1–50 p.
- Thomson, D.A., L.T. Findley & A.N. Kerstitch. 2000. Reef Fishes of the Sea of Cortez, the Rocky-Shore Fishes of the Gulf of California, 2nd edition. The University of Texas Press. 353 pp.
- Torres-Rojas, Y.E. 2006. Hábitos alimenticios y la razón de de isótopos estables de carbono ( $\delta^{13}C$ ) y nitrógeno ( $\delta^{15}N$ ) del tiburón *Sphyrna lewini*, (Griffith y Smith, 1834) capturado en el área de Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de Maestría en Ciencias Marinas, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz Baja California Sur, Mexico. 128 pp.

- Vandermer, J. 1981. Elementary mathematical ecology. John Wiley and Sons, Inc., New York. 291 pp.
- Vázquez-Sánchez, R.I. 2005. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peter, 1869) en la Bahía de la Paz, B.C.S., México. Tesis de Maestría en Ciencias, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Instituto Politécnico Nacional, La Paz Baja California Sur, México. 107 pp.
- Vázquez-Sánchez, R.I., J. Rodríguez, L.A. Abitia & F. Galvan. 2008. Food habits of the yellow snapper *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) (Percoidei: Lutjanidae) in La Paz Bay, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 43(2):295-302.
- Wetherbee, B. & E. Cortes. 2004. Food consumption and feeding habits, En: Carrier J.C, J. A. Musick. & M.R. Heithaus. Biology of sharks and their relatives. 2nd edition, 239-253.
- Wolff, C.A. 1982. A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopods species, with relationship between their beak dimensions and size. *California Department of Fish and Game, Fish Bulletin*. 80(2): 357-370.
- Wolff, C.A. 1984. Identification and estimation of size from the beaks of eighteen species of cephalopods from the Pacific Ocean. *NOAA Technical Report, NMFS.*, 17: 1-50.
- Wootton, R.J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman y Hall. E.U.A. 404 pp.
- Yáñez-Arancibia, A. & R. Nugent. 1977. El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *Anales del Centro Ciencias. del Mar y Limnología de la Universidad Nacional. Autónoma de México*. 4(1): 107-114.