

**Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada**



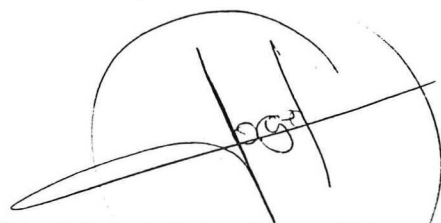
**ECOLOGIA ALIMENTARIA DEL LENGUADO DE
CALIFORNIA *Petalichthys californicus* (AYRES 1859)
EN LA BAHIA DE SAN QUINTIN, ENSENADA,
BAJA CALIFORNIA, MEXICO**

**TESIS
MAESTRIA EN CIENCIAS**

JULIO CESAR HERNANDEZ LEON

Ensenada, Baja California, Mexico. Agosto 2001.

TESIS DEFENDIDA POR
JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ LEÓN
Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ



Dr. Jorge Adrián Rosales Casián

Director del Comité



Dr. Oscar Sosa Nishizaki

Miembro del Comité



Dr. Benjamín Barón Sevilla

Miembro del Comité



Helmut Maske Rubach

Jefe del Departamento de Ecología



Dr. Luis Alberto Delgado Argote

Director de Estudios de Posgrado

31 de Agosto del 2001

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN
SUPERIOR DE ENSENADA**



**DIVISIÓN DE OCEANOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA**

**ECOLOGÍA ALIMENTARIA DEL LENGUADO DE CALIFORNIA
Paralichthys californicus (AYRES 1859) EN LA BAHÍA DE SAN QUINTÍN,
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.**

TESIS

**Que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el
grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGÍA MARINA presenta:**

JULIO CÉSAR HERNÁNDEZ LEÓN

Ensenada, Baja California, México. Agosto del 2001

RESUMEN de la tesis de **Julio César Hernández León** presentada como requisito parcial para la obtención del grado de **MAESTRO EN CIENCIAS** en **ECOLOGÍA MARINA**, Ensenada, Baja California, México. Agosto del 2001.

ECOLOGÍA ALIMENTARIA DEL LENGUADO DE CALIFORNIA
***Paralichthys californicus* (AYRES 1859) EN LA BAHÍA DE SAN QUINTÍN,**
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

Resumen aprobado por:

Dr. Jorge Adrián Rosales Casán
Director de Tesis

Se analizaron 192 estómagos para describir la dieta del lenguado de California *Paralichthys californicus* en la Bahía de San Quintín, Baja California, México. Las recolectas se realizaron de manera mensual durante 1994. Se logró separar de forma estacional a tres grupos (Invierno-Primavera, Verano y Otoño), y dos grupos de tallas: Juveniles-del-año (21 -165 mm LE) y Pre-Adultos (166-390 mm LE). Los individuos fueron clasificados con respecto a la profundidad I (≤ 5 metros) y II (10 metros), según su distribución al ser capturados. La composición alimentaria fue descrita a nivel de grupos presa y se analizó la importancia de las presas ingeridas por medio del Índice de Importancia Relativa (% IIR). El estadístico G fue empleado para realizar la comparación numérica de los grupos de presas por estaciones del año, tallas y profundidades. La diversidad trófica fue analizada por medio del Índice de Shannon-Wiener (Pielou, 1975) para caracterizar y comparar las estaciones del año, las tallas y las profundidades. Para el periodo completo del estudio se identificaron 55 especies de presas pertenecientes a once grupos presa, y los grupos más importantes de acuerdo al % IIR fueron los peces seguidos por los mísidos. En la estación de invierno-primavera se identificaron diez grupos de presas, los mísidos como el grupo más importante. En verano se encontraron diez grupos de presas, también con los mísidos como el grupo más importante. Para el otoño se identificaron diez grupos donde los peces son la presa más importante. En las tallas I y II se encontraron igualmente once grupos presa y en ambas categorías los peces fueron el grupo más importante. Para el estudio por profundidad, a ≤ 5 metros se encontraron once grupos con los peces como el grupo presa principal y para la profundidad de 10 metros los mísidos fueron el grupo mejor representado. Se presentó un cambio significativo en los números y pesos de los grupos presa para las tres estaciones del año, y entre las clases de tallas lo que indica un cambio en el comportamiento alimentario del lenguado. La diversidad trófica estacional no mostró cambios significativos, y el valor más alto ($H' 1.3$) se presentó durante el (Verano), mientras que el más bajo ($H' 0.40$) fue para (Otoño). Con respecto a los grupos de talla, la diversidad disminuyó con el incremento de longitud (Talla I: max 2.30 a min 0.00 y Talla II máx. 2.00 a min 0.0). Por profundidades, la diversidad cambió ($I \leq 5m H' 1.7$ y $10m H' 1.3$). Los resultados indican que la especie se alimenta del epibentos y la infauna. Los componentes principales de la dieta de *P. californicus* fueron los peces como góbidos (*Clevelandia ios*, *Gobionellus longicaudus*, *Gillichthys mirabilis*, *Ilypnus gilberti*), los mísidos (*Mysis* sp, *Metamysidopsis elongata*, *Mysidopsis* sp), y pequeños crustáceos como gamáridos, isópodos y cumáceos.

Palabras claves: Lenguado de California, *Paralichthys californicus*, Bahía de San Quintín, Baja California, Alimentación.

ABSTRACT of Thesis of **Julio César Hernández León**, presented as partial requirement to the obtain the **MASTER IN SCIENCES** degree in **OCEANOLOGY** with specialty in **MARINE ECOLOGY**. Ensenada, Baja California, Mexico, August of the 2001.

**FEEDING ECOLOGY OF THE NOURISHING ECOLOGY OF THE
CALIFORNIA HALIBUT *Paralichthys californicus* (AYRES 1859) IN THE BAHÍA DE
SAN QUINTÍN, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO.**

ABSTRACT

A total of 192 stomach contents to describe the feeding composition of California halibut *Paralichthys californicus* from Bahía de San Quintín, Baja California, Mexico, were analyzed. Monthly collections were realized during 1994. Three seasonal groups (winter-spring, summer and fall), and two size groups Young-of-the-year (21 -165 mm SL) and Pre-Adults (166-390 mm SL) were found. Also, individuals were classified by depths after their catch: I (≤ 5 m-depth) and II (10m-depth). The feeding composition was described to prey group level and the importance of the ingested preys was determined by the Index of Relative Importance (% IRI). The G test to the numeric comparison between prey groups of seasons, sizes and depths was employed. Trophic diversity was analyzed by the Shannon-Wiener index (Pielou, 1975) and was obtained to compare diversity in seasons, sizes and depths. For the whole study, 55 species were identified belonging to eleven prey groups; after the %IRI, the most important groups were the fishes followed by mysids. In Winter-Spring season, ten prey groups were identified with mysids as main prey group. In Summer, another ten prey groups were found also with the mysids as most important prey. In Fall conditions, the fishes were the most important from the identified ten prey groups. Sizes I and II showed eleven prey groups, both with fishes as the most important group. With respect to depths, at ≤ 5 m-depth eleven groups of preys were found with the fishes as the most important group, and the mysids at 10m depth. A significative difference in the numbers and weights of the prey groups between seasons and also between size classes, indicating a change in the feeding behavior of the halibut. With respect to seasonal trophic diversity no significative changes were showed, and highest value ($H' 1.3$) was presented at (Summer) while the lowest ($H' 0.40$) was at (Atom). With respect to size groups, diversity decreases with length increase (Size I: max 2.30 and min 0.00, Size II: max 2.00 and min 00.0). By depths, diveristy was higher at (≤ 5 m-depth $H' 1.7$ and 10m-depth $H' 1.3$). The results of this work indicated that this species fed on epibenthos and infauna. The main components of the *P. californicus* diet were fishes as gobids (*Clevelandia ios*, *Gobionellus longicaudus*, *Gillichthys mirabilis*, *Ilypnus gilberti*), mysids (*Mysis* sp, *Metamysidopsis elongata*, *Mysidopsis* sp), and small crustaceans as gamarids, isopods and cumaceans.

Keywords: California halibut, *Paralichthys californicus*, Bahía de San Quintín, Baja California, Feeding.

DEDICATORIA

A MI MADRE

Por enseñarme a hablar, caminar, reír y llorar. Porque ahora hablamos de todo mientras caminamos, reímos, sufrimos y lloramos juntos. Por luchar siempre por mi felicidad y por enseñarme a luchar. Por confiar en mí. Por toda su fortaleza para ser madre y padre al mismo tiempo. Por todo su esfuerzo para mi educación y su interés por mi superación. Ahora espero poder compensar todo aquello, mil gracias mamá.

A MIS HERMANOS

Adolfo y Rafael Mario. Para que siempre estemos unidos y juntos luchemos por nuestra felicidad.

A MIS SOBRINAS

Aline Yael y Claudia Idalet. Con mucho amor, por ser tan maravillosas, porque son un aliciente para seguir adelante. Por iluminar y llenar de felicidad nuestras vidas. Para que siempre sean felices y aprendan a disfrutar lo mejor de la vida.

A MIS ABUELOS

María Esther. Por estar siempre ahí, junto a mí.

Trinidad. † Por su cariño y por que me sentí uno de sus consentidos.

A MI FAMILIA

Con cariño para mis tíos: Esperanza, Miguel Ángel y José Luis. Mis primos: Carlos Mario y Luis Antonio y Mi cuñada Claudia.

A MIS AMIGOS

En memoria de Antonio Peláez (Toño)† Porque sé que donde quiera que estés, compartes este logro conmigo.

Con todo mi cariño para Blanca Rosa Pedrero (La guanábana). Miguel Ángel Ramos (Mi niño), Miguel Alberto Rodríguez (Wuata), Porque nuestras vidas siempre han sido paralelas, por todo lo que nos ha tocado compartir y superar juntos, Porque nunca nada ni nadie nos ha detenido, para que siempre recordemos nuestras aventuras.

A todo aquel que antes o después ha estado cerca de mí

A mí

¿Quién Dice Que no se Puede? ¡Sí se Pudo!

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Dr. Jorge Adrián Rosales Casián por su apoyo.

A los miembros del comité Dr. Oscar Sosa Nishizaki, Dr. Benjamín Barón Sevilla por sus comentarios y sugerencia para la realización de este documento.

A María Cruz Brena, por su amistad y disponibilidad de siempre de apoyarme para realizar este trabajo.

A M en C. Fernando Escoto, Oc. Marina Mongragón, M. En C. Sarita de la Campa, Biol. Concha y Dr. Ana María Escofet por su ayuda en la identificación de los organismos.

A la Dr. Bertha Lavaníegos por su amistad y confianza para usar el equipo del laboratorio de Plancton.

A la M en C. Elena Solana por su ayuda y apoyo en estadística.

Al M en C Andrés Arturo Granados Berber, por su amistad, apoyo y confianza.

A mis Amigos; Oscar Armando Gonzáles (Woody, El Charrito), Juan Antonio Reyes (Toñito el aplicadito), Kassandra Ojeda (Kass), Loira Banda (La P.... Morra), Mónica Gonzáles (Moni-kiki) y Juan Carlos Pérez (El Solitón), por su amistad y cariño ya que siempre estuvimos juntos en las buenas y en las malas, en este tiempo logramos ser una familia, gracias por todo lo que compartimos.

A todos los que tuve la oportunidad de conocer y compartir con ellos durante estos años; Los Mexicanos: Fátima, Claudia, Carmen, Emmanuel y Mireya (Guadalajara), Adriana y Marisol (Sinaloa), Jamia, Karina, Alejandra, Fili y Nancy (Morelos), María Luisa y Rosina (Puebla), Arturo, Bety, Jose luis, Lulu, Ricardo y Guillermo (Distrito Federal), Alex (Quintana Roo), Silvia (Michoacán), Laura, Alejandro y David (Veracruz). Los extranjeros: Benigno y Raquel (Cuba), Susan, Daniela, Thomas, Andreas y Alexander (Alemania), Beatriz (España), Unai (Países Vascos), Martín, Clara y Pablo (Argentina), Lorena (Chile), Gabriel † (Perú).

Al técnico del laboratorio de Ecología Pesquera Nury López por su apoyo y por las facilidades durante el procesamiento de las muestras, además de sus porras y buenos deseos.

A mis amigas de la biblioteca Cecilia González, Edith Fernández, Guadalupe Morales y Dolores Sarracino, por su ayuda y por esa sonrisa sincera.

Al Oc. César Almeida por su amistad y ayuda en el uso de la tecnología cibernética.

Al personal de apoyo del departamento de Ecología; Rosa Isela (La Guera), Laura Rebeca Pineda, Magda Chavez, Norma Legaspy, Yolanda Rivas, por su sonrisa, ayuda y disponibilidad.

A los de la sección de apoyo grafico de la división de Oceanología José Maria Domínguez y Fco. Javier Ponce, por su ayuda y apoyo técnico.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) por abrirme las puertas y acercarme a la ciencia.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por su apoyo para la realización de la maestría.

Sinceramente Julio César “El Tabasqueño”

CONTENIDO

	Página
I	INTRODUCCIÓN
	1
II	ANTECEDENTES
	5
II.1	Biología General
	5
II.2	Alimentación
	8
III	OBJETIVOS
	12
III.1	Objetivo general
	12
III.2	Objetivos específicos
	12
IV	MATERIALES Y MÉTODOS
	13
IV.1	Área de estudio
	13
IV.2	Trabajo de campo y recolección de muestras
	14
IV.3	Descripción de la Dieta
	17
IV.3.1	Trabajo de Laboratorio
	17
IV.3.2	Número suficiente de estómagos a examinar para describir la dieta
	18
IV.3.3	Procesamiento de Datos
	18
V	RESULTADOS
	22
V.1	Clasificación de las muestras
	23
V.2	Número suficiente de estómagos examinados para describir la dieta
	23
V.3	Frecuencia de Tallas
	24
V.4	Espectro Trófico Total y Estacional
	32
V.5	Espectro Trófico por Clase de Talla
	43
V.6	Espectro Trófico por Profundidad
	48
V.7	Prueba de Similitud Trófica con el Estadístico G
	53
V.8	Diversidad Trófica
	53
VI	DISCUSIÓN
	59
VII	CONCLUSIONES
	70
	LITERATURA CITADA
	72
	ANEXO

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
1 Localización del área de estudio. Bahía de San Quintín, Baja California, México. Estaciones de muestreo y artes de pesca usados para la captura del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> , durante 1994. (modificado de Rosales-Casián, 1997).	16
2 Frecuencia acumulativa de especies y grupos de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> . a) Invierno-Primavera y b) Verano. La flecha indica el número de estómago a partir del cual no hay nuevos grupos de presas.	26
3 Frecuencia acumulativa de especies y grupos de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> . a) Otoño y b) Todas las Estaciones. La flecha indica el número de estómago a partir del cual no hay nuevos grupos de presas.	27
4 Frecuencia acumulativa de grupos de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> . a) Clase de talla I (21 - 165 mm LE) y b) Clase de talla II (166 - 390 mm LE). La flecha indica que no hay nuevos grupos de presas.	28
5 Frecuencia acumulativa de grupos de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> a) profundidad ≤ 5 m y b) profundidad 10 m. La flecha indica el número de estómago a partir del cual no hay nuevos grupos de presas.	29
6 Distribución de frecuencias de la longitud estándar de <i>Paralichthys californicus</i> , a) Invierno-Primavera, y b) Verano, en Bahía de San Quintín, Baja California, México.	30
7 Distribución de frecuencias de la longitud estándar de <i>Paralichthys californicus</i> , a) Otoño y b) Período completo del estudio, en Bahía de San Quintín, Baja California, México.	31
8 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, durante el período completo de estudio. Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1 , fueron clasificados como "Otros grupos".	37
9 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, para la estación de Invierno-Primavera. Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1 , fueron clasificados como "Otros grupos".	38

LISTA DE FIGURAS (continuación)

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
10 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, para la estación de Verano. Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como "Otros grupos".	41
11 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, para la estación Otoño. Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como "Otros grupos".	42
12 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, para la clase de talla I (21-165 mm LE). Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como "Otros grupos".	46
13 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, para la clase de talla II (166-390 mm LE). Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como "Otros grupos".	47
14 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, para la profundidad I (≤ 5 metros). Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como "Otros grupos".	51
15 Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín, para la profundidad II (10 metros). Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como "Otros grupos".	52

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
I Número de estómagos analizados para la descripción de la dieta del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> , en la Bahía de San Quintín, Baja California, México.	22
II Número de organismos (n), longitud estándar promedio LE (mm), desviación estándar (DE) y longitud máxima y mínima de los grupos del lenguado de California <i>P. californicus</i> . En la Bahía de San Quintín, Baja California, México.	25
III Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín durante el periodo completo de estudio. Número, porcentaje numérico, Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia (Frec), porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	35
IV Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín durante el Invierno-Primavera. Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	36
V Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín durante el Verano. Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	39
VI Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín durante el Otoño. Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	40
VII Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín para la categoría de talla I (21-165 mm LE). Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr) porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	44
VIII Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín para la categoría de talla II (166-390 mm LE). Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	45

LISTA DE TABLAS (continuación)

<u>Tabla</u>	<u>Página</u>
IX Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín para la profundidad I (≤ 5 metros). Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	49
X Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> en la Bahía de San Quintín para la profundidad II (10 metros). Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).	50
XI Prueba estadística G, para las estaciones del año. Nf = número de organismos por fila, Nc = número de organismos por columna, L = número total de organismos, Gf = valor de la prueba estadística por filas, Gc = valor de la prueba estadística por columna y LL = valor de la prueba estadística total.* diferencia significativa (Zaret y Rand, 1971).	55
XII Prueba estadística G, para las clases de talla I (21-165 mm LE), talla II (166-390 mm LE). Nf = número de organismos por fila, Nc = número de organismos por columna, L = número total de organismos, Gf = valor de la prueba estadística por filas, Gc = valor de la prueba estadística por columna y LL = valor de la prueba estadística total. * diferencia significativa (Zaret y Rand, 1971).	56
XIII Prueba estadística G, para los grupos de profundidad I (≤ 5 metros) y II (10 metros). Nf = número de organismos por fila, Nc = número de organismos por columna, L = número total de organismos, Gf = valor de la prueba estadística por filas, Gc = valor de la prueba estadística por columna y LL = valor de la prueba estadística total. * diferencia significativa (Zaret y Rand, 1971).	57
XIV Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (modificado por Pielou 1975) aplicado a las categorías propuestas para los estómagos del lenguado de California <i>Paralichthys californicus</i> , en la Bahía de San Quintín, Baja California, México.	58

ECOLOGÍA ALIMENTARIA DEL LENGUADO DE CALIFORNIA
***Paralichthys californicus* (AYRES 1859) EN LA BAHÍA DE SAN QUINTÍN,**
ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO.

I INTRODUCCIÓN

El lenguado de California, *Paralichthys californicus*, es una especie con alto valor económico y es procurada por los pescadores para la pesca ribereña además es considerada como una de las especies importantes para la pesca deportiva. Sus juveniles son un componente característico de la comunidad de peces en las bahías y lagunas costeras. Como adulto es un importante depredador y acechador de peces costeros (Frey, 1971; Haaker, 1975; Allen, 1982; Allen, 1988; Love *et al.*, 1986, Plummer *et al.*, 1983).

P. californicus se distribuye desde Long Beach, Washington EUA, hasta Bahía Magdalena en Baja California México, por ello se ha clasificado a la especie como un componente de la fauna nortea.

En California EUA la población de *P. californicus* inició su decaimiento con la disminución en sus capturas desde 1915, durante los últimos 20 años las abundancias fueron altas hasta 1960s, declinando en los 1970s e incrementándose en los 1980s, tanto en la pesca comercial como deportiva (Frey 1971). Aunado a esto, los fenómenos naturales como El NIÑO de 1982-83, han tenido un impacto importante en la población por el desplazamiento de los organismos adultos hacia al norte (Allen 1988). Esto puede deberse a las fluctuaciones naturales de las poblaciones, a la sobreexplotación pesquera de los estratos de mayor edad y talla y/o a la alteración de las áreas de crianza en la parte norte del núcleo de la población (Frey, 1971; Plummer *et al.*, 1983).

En la actualidad existe una gran cantidad de trabajos relacionados con los hábitos alimentarios de *P. californicus*, que describen su alimentación en diferentes estadios, los cuales se han realizado en diferentes lugares, sobre todo en la región norte del Pacífico, mas no así en Bahía de San Quintín. Sin embargo los únicos trabajos sobre alimentación del lenguado en Baja California, son los realizados por Navarro-Mendoza (1985) en el Estero de Punta Banda y por Sandoval-Muy (1995) en la Bahía de Todos Santos y en el Estero de Punta Banda, Baja California, México; además, este último estudió la aportación nutricional de la especie.

El análisis de las presas encontradas en el estomago de un depredador es un medio para estudiar su alimentación. El conocimiento de la alimentación de una especie es un aspecto básico de su biología, así mismo, es determinante para entender sus adaptaciones anatómicas, fisiológicas y etológicas. Además permite conocer la relación trófica de las diferentes especies y como ocurre el flujo de energía en las comunidades lagunares. También puede indicar las relaciones depredador-presa y consumidor-productor, lo que es especialmente valioso cuando existen en el ambiente otros grupos que revisten importancia ecológica (Yañez-Arancibia, 1975; Herran, 1988).

Los lenguados (Orden Pleuronectiformes) incluyen un número de peces comestibles valiosos, comúnmente llamados platijas, lenguados, “halibut”, guarache, “hipogloso” y turbo o “turbot”. Como grupo está entre los peces comerciales más importantes de las aguas templadas de Norte América, habitan principalmente en aguas poco profundas. Generalmente son resistentes a cambios abruptos del medio y a diferencia de la mayor parte de los peces marinos comerciales, son semisedentarios. Debido a su valor comercial, han sido los primeros peces marinos cultivados experimentalmente (Bardach *et al.*, 1986).

Allen (1988) analizó los alimentos más importantes para la especie y describe la dieta de *P. californicus* en un estudio realizado en Alamitos Bay-Long Beach Harbor California, y concluye que la especie se alimenta principalmente de gamáridos, anfípodos, mísidos, teleósteos y copépodos, lo cual genera un interés en el estudio de la dieta de esta especie en otras áreas con fines comparativos.

Debido a la importancia comercial del lenguado en el Estado de California, EUA, y al gran potencial que representa para Baja California, México, específicamente para el área de San Quintín, se hace necesario conocer el papel ecológico del lenguado de California, y así contribuir al conocimiento biológico caracterizando la dieta de esta especie.

Durante las etapas tempranas de su vida *P. californicus* utiliza las zonas protegidas como áreas de crianza y como adulto cambia de hábitat, por lo que se ha clasificado como una especie costera-estuarina (Allen y Smith, 1988). Existen estudios que demuestran que los juveniles de este lenguado raramente se encuentran en la costa abierta, lo que sugiere que las bahías y lagunas costeras podrían ser sus hábitats de crianza (Allen, 1982; Plummer *et al.*, 1983; Kramer, 1990b). Aunque los desoves no han sido observados en las bahías y estuarios, se han registrado altas densidades de larvas recién asentadas y juveniles en esas áreas de crianza. Por lo que las bahías y lagunas costeras son de crucial importancia, ya que disminuyen el riesgo de mortalidad de los lenguados recién asentados y aceleran e incrementan el crecimiento de juveniles que pueden disponer de la abundancia de presas pequeñas en estas áreas (Haaker, 1975; Kramer y Hunter, 1987; Allen, 1988; Kramer, 1991).

El conocimiento del papel ecológico de las poblaciones de peces se fundamenta en los estudios de sus dietas, que se basan en el análisis del contenido estomacal (Windell y Bowen, 1978). Del análisis de las dietas de los peces se han derivado varios estudios que son utilizados

para las descripciones faunísticas, como claves taxonómicas o para evaluar algún parámetro de la dinámica de las poblaciones.

Bahía de San Quintín es una área importante en el ciclo de vida del lenguado de California. Rosales-Casián (1997b) encontró que *P. californicus* es la segunda especie en abundancia en las capturas con redes de trineo. Por ello el propósito de esta investigación fue describir cuantitativamente los hábitos alimentarios de *P. californicus*, considerando la importancia de la Bahía de San Quintín como una área de crianza y el gran valor económico-pesquero de esta especie en la región.

II ANTECEDENTES

II.1 Biología General.

El lenguado de California, *Paralichthys californicus* (AYRES 1859), es un miembro de la familia Paralichthyidae (Ahlstrom *et al.*, 1984), y fue descrito por Ginsburg (1952) y Fitch (1965). Su cuerpo es plano y elíptico, posee ojos pequeños con un espacio interorbial plano y pueden ocurrir sobre cualquier lado de la cabeza, (aprox. 48 % de los individuos del lado derecho). El lado con ojos está cubierto con pequeñas escamas ctenoideas y muchas escamas adicionales, mientras que el lado claro posee pequeñas escamas cicloideas, escamas accesorias y en algunos casos escamas ctenoideas.

Esta especie puede ser diferenciada de otros peces planos de Baja California por lo alto del arco de la línea lateral sobre la aleta pectoral y la extensión posterior del maxilar abajo o hasta el límite posterior y anterior del ojo. La aleta dorsal se origina a la altura de la parte anterior, superior al ojo y tiene de 63 a 74 radios sin espinas. La aleta anal tiene de 47 a 58 radios y tiene por fuera una espina perceptible; el pedúnculo caudal es largo.

El lenguado de California es abundante en fondos arenosos de las aguas costeras menores a 15 m de profundidad. Se distribuye del Río Quillayute, Washington (Pattie y Baker, 1969), hasta el sur de Bahía Magdalena, Baja California (Miller y Lea, 1972); se encuentra desde la zona de oleaje (Frey, 1971) hasta profundidades de 185 m y comúnmente ocurre en bahías y estuarios a lo largo de la costa Central y sur de California. En el extremo sur de su distribución (Bahía Magdalena, B.C.S México), tiene un traslapo con *P. aestuarios*. Estas dos especies se pueden distinguir contando los radios de las aletas dorsal y anal (Ginsburg, 1952).

Los machos del lenguado de California maduran primero, cerca de los 2 ó 3 años de edad (20-23 cm LE) y las hembras alcanzan longitudes mayores en menos tiempo, siendo así los

individuos más grandes, pero no maduran antes de los 4 ó 6 años (38-43 cm de LE) (Fitch, 1965; Fitch y Lavenberg, 1971; Haaker, 1975). Los adultos del lenguado se reproducen fuera de la costa (Clark 1931; Frey, 1971; Lavenberg *et al.*, 1986), donde los principales desoves ocurren a principios de primavera y coinciden estacionalmente con las condiciones de agua cálida en todos los hábitats costeros de su área de distribución (Haaker, 1975; Allen, 1990; Kramer, 1990a). Los huevos eclosionan a los dos días (Gadomski *et al.*, 1990) y las larvas se asientan en zonas cercanas a la costa, de tal manera que grandes cantidades de juveniles recién asentados se han recolectado en aguas costeras de Baja California (Allen, 1988; Kramer, 1990b). *P. californicus* es una especie con una longevidad de hasta 30 años y se han encontrado o capturado organismos que pesan hasta 32 kg con una longitud de 1.25 m.

Las larvas de *P. californicus* fueron descritas por Ahlstrom y Moser (1975), y encontraron que se distribuyen en toda la columna de agua principalmente entre los 12-45 m de profundidad en los meses de diciembre-febrero, en un trayecto de la costa de aproximadamente 2-5.5 km, desde la playa en San Onofre-Oceanside. Así mismo encontraron que las larvas grandes están cerca de la orilla en los meses de marzo-septiembre.

En la región sur de California, los huevos y larvas del lenguado de California son relativamente abundantes en la zona costera (Gruber *et al.*, 1982; Barnett *et al.*, 1984). Las áreas de crianza han sido impactadas en un 90% por diversas actividades antropogénicas por lo que ha disminuido la abundancia de juveniles y adultos (Lavenberg *et al.*, 1986).

Se han encontrado similitudes entre los huevos y larvas de *P. californicus* y el “fantail sole” *Xystreureys liolepis* que pueden causar confusión en su identificación (Ahlstrom *et al.*, 1984). Oda (1991) hizo una descripción de los huevos y larvas de estas dos especies y analizó su ocurrencia en las aguas costeras del sur de California.

La metamorfosis de las larvas y su asentamiento en el fondo se efectúa aproximadamente al primer mes de edad, con 8 mm de longitud estándar (Ahlstrom *et al.*, 1984; Allen, 1988; Gadomski *et al.*, 1990). Gadomski (1991) encontró que el crecimiento y supervivencia del lenguado de California son influenciados por la temperatura del agua durante el desarrollo, desde la etapa de huevo hasta que son juveniles de tres meses de edad y los intervalos de la temperatura óptima pueden cambiar con la ontogenia. Esta especie tolera un amplio intervalo de temperaturas y su tolerancia va de 15 a 23 °C; con esta capacidad pueden invadir fácilmente el ambiente estuarino, que es muy dinámico, ya que varía en forma moderada durante el ciclo diario (Emery y Stevenson, 1957).

Se han realizado estudios del desove y la distribución de los huevos planctónicos y de las larvas, los cuales establecen que la especie desove cerca de la costa, principalmente de Febrero a Julio (Allen, 1988).

Después del desove y la eclosión de los huevos, las larvas que son transportadas hacia el interior de las bahías, se asientan en las zonas someras dentro de la costa y se mueven hacia partes menos profundas donde pasan varios meses de su primer año de vida. Como juveniles dejan las zonas someras de las bahías durante la primavera y pasan los siguientes dos años en aguas de mayor profundidad, en zonas semiprotegidas de las bahías. Después de dos años se mueven lejos de la costa, fuera de las bahías a las aguas más profundas de la plataforma continental (Rosales-Casián 1996).

Los estudios de Haaker (1975) dan información relacionada con la localización y los movimientos de los juveniles en ambientes de bahía, además analizan las dietas, parásitos y las limitaciones para su desarrollo.

selección de su presa se encuentran su tamaño, la estación del año, la profundidad y la especie de la presa que consume (Haaker, 1975; Roberts *et al.*, 1982; Allen, 1988).

La información existente sobre la biología del lenguado de California *P. californicus* se ha desarrollado principalmente en California y fue resumida por Haugen (1990). La dieta de esta especie ha sido examinada por varios investigadores en la zona norte y fue resumida por Allen (1990). Los juveniles más pequeños (< 55 mm LE) consumen pequeños crustáceos, como copépodos, anfípodos, mísidos y cumáceos; mientras que en las bahías, los juveniles más grandes llegan a ser piscívoros y consumen góbidos y aterinidos además de mísidos. Entre los peces presa se incluyen la anchoveta norteña (*Engraulix mordax*), la berrugata (*Genyonemus lineatus*), el pez reina (*Seriphus politus*) y la platija moteada (*Citharichthys stigmaeus*).

En la Bahía de San Quintín no se han realizado estudios sobre la alimentación de ninguna especie. Se han encontrado individuos de *P. californicus* de mayor talla (64-580 mm) en la costa adyacente a la Bahía de San Quintín y organismos menores dentro de la bahía, por ello esta zona se ha considerado como un vivero (Rosales-Casián, 1996); el mismo autor considera que dentro de la bahía: *Syngnathus leptorhynchus*, *Symphurus atricauda* y *P. californicus* fueron las especies más abundantes a los 5 metros de profundidad, a su vez *P. californicus* fue la tercera especie más abundante a los 10 metros durante 1994 (Rosales-Casián, 1997b).

Haaker (1975), analizó la dieta de los estadios juveniles (40-50 mm LE) en Anaheim Bay y encontró que su alimentación se basó principalmente en pequeños crustáceos y peces (góbidos principalmente).

Allen (1988) investigó a los juveniles con tallas de 80 mm de longitud estándar durante dos años en Alamitos Bay-Long Beach Harbor, California y encontró que se alimentan de copépodos harpacticoides y de pequeños gamáridos, además de incluir en su dieta mísidos y peces teleósteos (góbidos) estos últimos fueron los más importantes en su dieta.

Plummer *et al.*, (1983) estudiaron en San Onofre-Oceanside de California, los contenidos estomacales de 336 lenguados con una longitud estándar de 109 a 689 mm, capturados en profundidades de 3 a 6 metros. Los contenidos en los organismos mayores a 300 mm fueron dominados por la anchoveta norteña (*Eugraulis mordax*) y mísidos (*Neomysis kadiakensis*) en los organismos menores de 250 mm (LE) sus estómagos contenían mísidos principalmente.

En Alamitos Bay, la especie se alimenta de harpacticoides, gamáridos, góbidos y principalmente mísidos, ya que estos organismos son los más abundantes en el área (Allen 1988, 1990). El autor señala que en esta localidad posiblemente existe una competencia por el alimento disponible entre *Paralabrax nebulifer*, *Paralabrax maculatofasciatus* y *P. californicus*.

Los estudios del contenido estomacal *P. californicus* en Baja California son escasos. Navarro-Mendoza (1985), encontró que esta especie ocupó el quinto lugar en abundancia en el estero de Punta Banda y que tiene una preferencia muy marcada por alimentarse de grandes crustáceos (*Callinassa californiensis* y *Portunus xanthusi*) y peces (*Leuresthes tenuis* y *Eugraulis mordax*). Sandoval-Muy (1995) analizo la contribución nutricional y los hábitos alimentarios del lenguado de California en Bahía de Todos Santos y el Estero de Punta Banda y encontró que los componentes principales de la dieta de los juveniles fueron los mísidos en

la Bahía y los góbidos en el estero, y sugiere que la selección de las presas de *P. californicus* depende de su disponibilidad y no de su valor energético.

III OBJETIVOS

III.1 Objetivo general.

Describir los hábitos alimentarios y sus variaciones, del lenguado de California *Paralichtys californicus*, en Bahía de San Quintín.

III.2 Objetivos específicos.

Describir la composición de la dieta, del lenguado de California *P. californicus* identificando al mínimo taxón posible las presas.

Evaluar la importancia de los principales grupos de presas de acuerdo al Índice de Importancia Relativa (IIR).

Estudiar la variación de la dieta en función de las estaciones del año, las clases de talla y las profundidades.

IV MATERIALES Y MÉTODOS

IV.1 Área de estudio.

La Bahía de San Quintín se localiza en la costa occidental del estado de Baja California, México, a 200 km al sur de Ensenada entre los 30° 24' y 30° 30' de latitud Norte y los 115° 57' y 116°01' de longitud Oeste (Fig.1). Esta bahía tiene una superficie de 4000 ha y se divide en dos cuerpos de agua: el oeste, llamado Bahía Falsa, y el este, llamado propiamente Bahía de San Quintín. La bahía tiene comunicación con el mar a través de una boca menor a 1000 m de ancho y de 2 a 7 m de profundidad (Contreras, 1985; Ballesteros-Grijalva y García-Lepe, 1993). Ambos cuerpos de agua se encuentran protegidos por barreras; sin embargo, durante la marea alta y con oleaje de cierta altura, el agua puede pasar la parte más angosta de la barra de Bahía Falsa, de ahí su nombre (Rosales-Casián, 1997a). Una tercera zona es la cabecera de la Bahía de San Quintín, la cual está dividida por el antiguo espigón del Molino Viejo, tiene una profundidad menor a 2 m, temperaturas y salinidades más altas que las del mar adyacente (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975) y una menor amplitud y altura de la marea y menor velocidad de la corriente (Del Valle-Lucero y Cabrera-Muro, 1981 a, b); esto último, debido quizás a la rugosidad del fondo, atribuida a los pastos marinos lo que atenúan la corriente de marea (Rosales-Casián, 1997a).

Esta bahía está clasificada como un antiestuario, con valores de salinidad y temperatura que aumentan generalmente desde la boca hacia el interior en dirección de la cabecera (Chávez-de Nishikawa y Álvarez-Borrego, 1974); lo cual se debe a que no recibe aporte de ningún río y de acuerdo con la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos en los últimos diez años ha recibido una precipitación pluvial promedio de sólo 260 mm (Ballesteros-Grijalva y García-Lepe, 1993). Un proceso que tiene una fuerte influencia en la bahía es el

flujo y reflujo de mareas (Álvarez-Borrego *et al.*, 1977). Alrededor de Punta Entrada (Fig.1) ocurren intensas surgencias durante el verano (Dawson, 1951).

IV.2 Trabajo de campo y recolección de muestras.

La recolecta de los lenguados de California se realizó en la Bahía de San Quintín, empleando diversas artes de pesca.

Los estómagos analizados se obtuvieron durante una prospección en mayo de 1993. Posteriormente, se realizaron muestreos mensuales de enero a diciembre de 1994 (Rosales-Casián, 1997a), en el brazo de la Bahía de San Quintín, en el canal principal que sobrepasa los 10 m de profundidad (Del Valle-Lucero y Cabrera-Muro, 1981 a, b); que tiene un fondo lodoso, de limos finos.

En cada visita al sitio se utilizaron el trineo de barra, la red de arrastre de fondo (chango), el chinchorro playero, la red agallera y la pesca con anzuelo. El trineo de barra posee un marco rígido con 1.6 m de abertura horizontal y 34 cm de abertura vertical, una red de 4.12 m de largo y luz de malla de 3 mm. La velocidad de arrastre fue de 1.5 nudos durante 5 min. La red de arrastre (chango) tiene 7.5 m de boca y 9.5 m de largo, con una luz de malla de 19 mm en el cuerpo y de 6 mm en el copo; la velocidad de recolección fue de 2.0 nudos, también por 5 min. El chinchorro playero midió 33 m de largo y hasta 3 m de caída en la parte de la bolsa, con una luz de malla de 3 cm y se arrastró desde 3 m de profundidad hacia la playa. Con estas artes se realizaron cuatro lances y tanto el trineo como la red de arrastre fueron utilizadas a los 5 y 10 m de profundidad. Una vez al mes y en cada sitio, se empleó una red agallera (50 x 2.5 m) tipo experimental (25, 50 y 75 mm de apertura de malla), que se colocó al atardecer y se recuperó al amanecer (aproximadamente 12 h). Para la red agallera, los lugares de recolección fueron distintos cada mes en la bahía, aunque paralelos a la orilla, y en la costa

fue colocada alrededor de los mantos de *Macrocystis* sp. Por último, la pesca con anzuelo (línea 0.40 mm, anzuelo noruego No. 9), también mensual, se realizó principalmente con carnada y ocasionalmente con curricán, empleado de 1 a 4 h cada vez en la zona de los mantos de *Macrocystis* sp (ver Fig.1). El uso de toda las artes se planeó para capturar un amplio intervalo de tallas de peces y especies

Se utilizaron dos embarcaciones para este trabajo: la Atenea, de 8 m de eslora y motor estacionario (350 HP) y una lancha más pequeña con motor fuera de borda (25 HP) para el uso del chinchorro playero, la red agallera y el anzuelo.

Los peces colectados fueron separados de acuerdo con el arte de captura en bolsas de plástico etiquetadas, colocados en hieleras y transportados al Laboratorio de Ecología Pesquera del CICESE donde se almacenaron en congeladores para su posterior procesamiento.

La temperatura superficial (°C) del agua fue medida con un termómetro de cubeta de 0.1 °C de precisión y con un termómetro reversible a 5 y 10 m de profundidad.

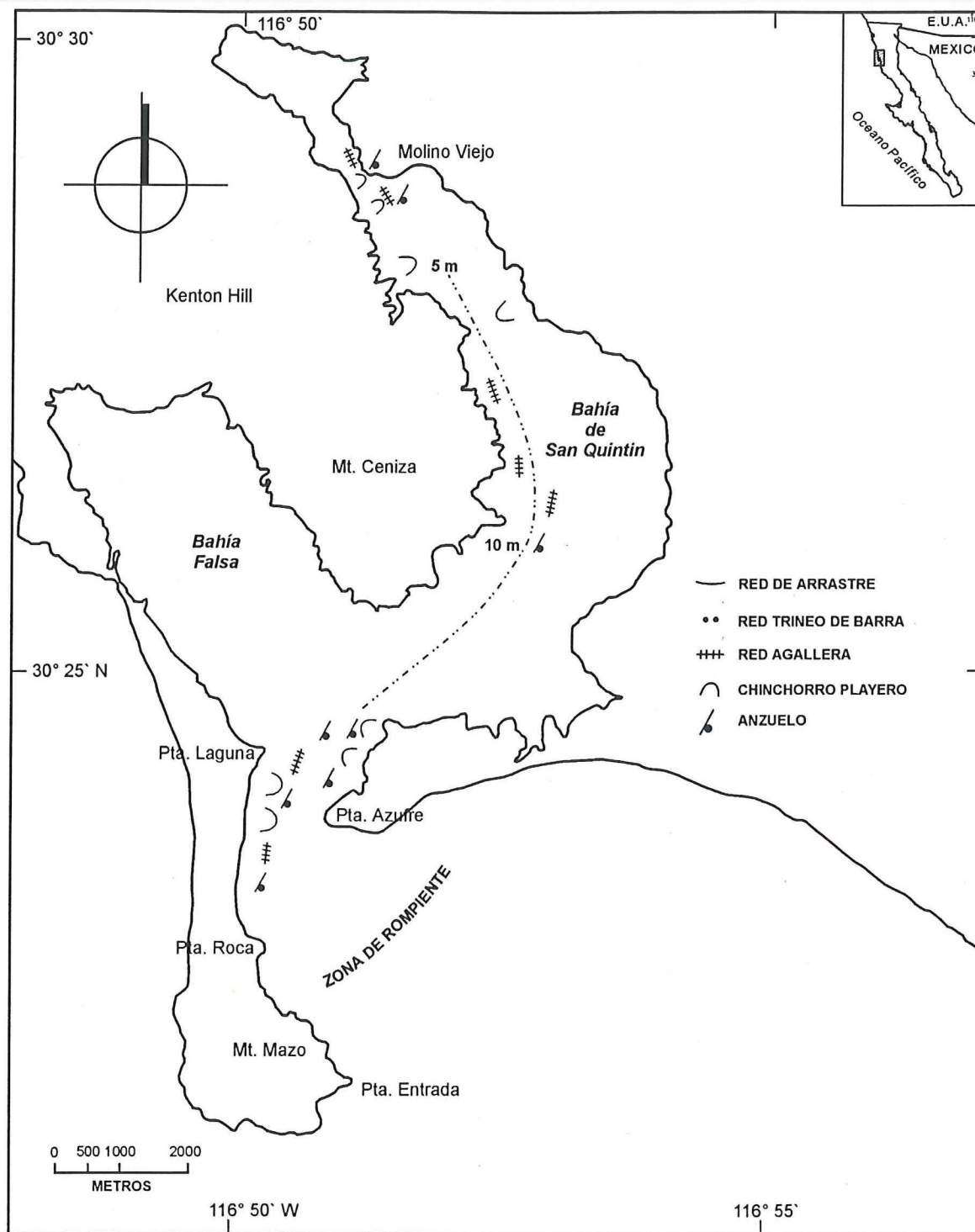


Figura 1. Localización del área de estudio. Bahía de San Quintín, Ensenada, Baja California, México. Estaciones de muestreo y artes de pesca usados para la captura del lenguado de California, *Paralichthys californicus*, durante 1994 (modificado de Rosales-Casián, 1997).

IV.3 Descripción de la Dieta.

IV.3.1 Trabajo de Laboratorio.

Para la identificación taxonómica de la especie se siguieron los criterios de Miller y Lea (1972) y del Instituto Nacional de la Pesca (1976).

Se tomaron medidas de la longitud total y estándar con un ictiómetro hasta el milímetro más cercano y el peso total y sin vísceras con una balanza granataria de 0.1 g de precisión.

La extracción del estómago se realizó cortando el extremo anterior del esófago y el píloro antes de ser inyectados y preservados en formalina al 10% (neutralizada con borato de sodio) para retrasar el proceso digestivo y se guardaron en frascos etiquetados. Al momento de hacer el análisis cualitativo y cuantitativo, los estómagos fueron transferidos a alcohol al 70%.

Para cada estómago se midieron el peso total del contenido y el peso de la pared vacía; para el análisis cualitativo de la dieta, los contenidos se vaciaron en pequeñas cajas de petri, donde se observaron en un microscopio de disección. Las presas se contaron e identificaron individualmente hasta la mínima categoría taxonómica posible, con la ayuda de las claves para peces (Miller y Lea 1972), mísidos (Tattersall 1951), poliquetos (Salazar-Vallejo *et al.*, 1989), peneidos (Gosner, 1971), cumáceos (Jones, 1976), isopodos (Menzies, 1969) y otros invertebrados (Morris *et al.*, 1980; Blake, *et al.*, 1995). El peso húmedo para cada presa se midió en una balanza analítica.

Las presas se agruparon en las siguientes categorías: peces, mísidos, gamáridos, isópodos, poliquetos, cumáceos, peneidos, restos de peces, restos de crustáceos, algas y pastos marinos. El criterio para esta clasificación intuitiva fue propuesto por Crow (1981) atendiendo fundamentalmente en las características taxonómicas y ecológicas.

IV.3.2 Número suficiente de estómagos a examinar para describir la dieta.

Toda investigación que pretenda describir o evaluar algún atributo de una población a partir de una muestra, se ve obligada a determinar de alguna forma el tamaño mínimo a analizar, el cual debe ser representativo de la población y del área que se está estudiando. Para conocer la dieta de *P. californicus* se estableció el número suficiente de estómagos examinados utilizando el método gráfico de Huturbia (1973) para cada una de las categorías propuestas, el cual establece que se debe graficar en el eje de las abscisas, el número acumulativo de estómagos contra el de número de grupos de presas de los contenidos estomacales en el eje de las ordenadas. El tamaño mínimo de muestra se considera como el punto en el cual el número acumulativo de grupos componentes de la dieta deja de aumentar con respecto al número de estómagos examinados.

IV.3.3 Procesamiento de Datos.

La frecuencia de ocurrencia (%FO) fue estimada como el número de estómagos en los cuales un grupo de presas aparece, con respecto al total de estómagos, e indica la frecuencia con la que el depredador consume una presa determinada.

La proporción de cada tipo alimentario con respecto al total del contenido estomacal, se expresó como un porcentaje numérico (%N) y de peso (%P). También se calculó la frecuencia de ocurrencia con respecto al total de estómagos analizados (%FO).

El porcentaje numérico promedio (%N), se calculó para cada tipo de presa considerando el número total de individuos de una categoría trófica particular, dividido por la sumatoria de todas las presas encontradas en el total de estómagos (Hynes, 1950; Berg, 1979; Amezaga, 1988; Herran, 1988).

El porcentaje gravimétrico promedio (%P), se estimó de forma similar al numérico y se utilizó para conocer la biomasa relativa que aportó cada grupo presa.

La importancia de las diferentes categorías de presas fue estimada por el índice de importancia relativa (IIR): $IIR = (\%N + \%P) * \%FO$ (Pinkas *et al.*, 1971), el cual combina los tres métodos anteriores.

Sé graficaron los índices porcentuales (%N, %P, %FO e IIR), para ilustrar la composición de la dieta en cada una de las categorías. Los grupos de presas con una importancia menor del 1 % de IIR, fueron clasificados como "Otros grupos".

Se utilizó el análisis de tablas de contingencia (Crow, 1981) para probar diferencias en la composición de la dieta entre las distintas categorías (estacionalidad, clases de talla y profundidades). Se trabajó con el número de individuos de cada especie de presa por ser una medida válida estadísticamente. Para lograr que en cada categoría todo los grupos fueran representados y se pudieran comparar se aseguró que el número de presas fuera suficiente.

La similitud trófica entre las diferentes clases de talla del lenguado de California, entre las estaciones del año y profundidades, fue calculada con el uso del estadístico G y la significancia de las diferencias se comprobó utilizando el número total de cada grupo de presas:

$$G = 2 * \sum X_{ij} \ln (X_{ij}) / ((X_i) * (X_j) / N)$$

donde:

X_{ij} es el número de presas de la categoría i halladas en los estómagos de los depredadores de cada grupo j , X_i es el número de presas de la categoría i , X_j es el número de depredadores de cada grupo j y N es el número total de presas halladas en todos los depredadores. Este

estadístico está distribuido como una función de Chi-cuadrada con $(R-1)(C-1)$ grados de libertad (Sokal y Rohlf, 1969). La ventaja de este estadístico es que puede identificar la posible fuente de la diferencia entre los depredadores con relación a los grupos de presas.

La diversidad trófica (grupos de presas) fue calculada por estómago, utilizando una modificación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, en base 2 para toda las categorías propuestas (Pielou, 1975).

$$H' = - \sum_{j=1}^n P_j \times \ln P_j$$

donde: P_j es el número de presas del taxón j en el estómago de cada pez.

Las posibles diferencias del espectro trófico se contrastaron mediante una prueba de t propuesta por Hutcheson (1970), la cual analiza las diferencias entre dos medidas del índice de diversidad, en este caso el de Shannon-Wiener, (Zar, 1984):

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{S_{H'_1} - S_{H'_2}}}$$

donde la varianza se define como:

$$S_{H'_1} - S_{H'_2} = \sqrt{S^2_{H'_1} - S^2_{H'_2}}$$

y la varianza de H' (Basharin, 1959; Lloyd *et al.*, 1968) se aproxima así:

$$\frac{S^2_{H'} = \sum f_i \log^2 f_i - (\sum f_i \log f_i)^2 / n}{n^2}$$

Donde los logaritmos usados son de base 10.

Los grados de libertad asociados a la prueba de t (Hutcheson, 1970) se calculan con la siguiente ecuación:

$$v = \frac{(S_{H'1} + S_{H'2})^2}{\frac{(S^2_{H'1})^2}{n_1} + \frac{(S^2_{H'2})^2}{n_2}}$$

V RESULTADOS

Para esta investigación se logró disponer de un total de 221 estómagos del lenguado de California *P. californicus*, los cuales provienen de los muestreos realizados en la Bahía de San Quintín de manera sistemática y mensual durante 1994. Del total de estómagos analizados sólo 192 tenían por lo menos una presa y se distribuyeron en todo el año, logrando una buena representación anual y estacional.

Las estaciones y el número de estómagos son; Invierno-Primavera $n = 65$, Verano $n = 51$ y Otoño $n = 105$. De los cuales en Invierno-Primavera 18 estómagos estaban vacíos, en Verano se presentaron cuatro sin contenido y siete estómagos vacíos en Otoño (Tabla 1).

Tabla I. Número de estómagos analizados para la descripción de la dieta del lenguado de California *Paralichthys californicus*, en la Bahía de San Quintín, Baja California, México.

Estaciones	Número de Estómagos Analizados	Número de Estómagos con Contenido	Estómagos Vacíos (%)	Estómagos con Alimento (%)	Número de Especies de Presa
Invierno-Primavera	65	47	27.7	72.3	27
Verano	51	47	7.8	92.2	13
Otoño	105	98	6.7	93.3	15

Se identificaron un total de 56 taxa diferentes (Anexo 1). El mayor número de especies que contribuyeron a los grupos de presas se registró en Invierno-Primavera con 27 grupos, Verano con 15 y el mínimo en Otoño con solo 14 grupos de presas.

V.1 Clasificación de las Muestras.

Los 192 organismos de *P. californicus* capturados en la zona de la bahía cuentan con tallas que van desde 21 a 390 mm de LE. El material íctico preservado fue clasificado de manera estacional con base en las fechas de recolección. Las diferencias numéricas de los grupos de presas, se contrastaron mediante la prueba de G, la cual agrupa y detecta las posibles variaciones estacionales en la dieta. Los datos se agruparon por la significación de sus diferencias en tres periodos: Invierno-Primavera (Enero-Junio) ($G = 36.58$, gl 20, $P < 0.05$), Verano (Julio-Septiembre) ($G = 64.17$, gl 20, $P < 0.05$), y Otoño (Octubre-Diciembre) ($G = 73.50$, gl 20, $P < 0.05$). Los resultados de la prueba coinciden con las variaciones de la temperatura superficial del agua de la zona. Invierno-Primavera (Enero-Junio), con temperaturas bajas de 15 a 17 °C, Verano (Julio-Septiembre) donde se presentaron temperaturas altas que van desde 18 a 24 °C, y Otoño (Octubre-Diciembre), cuando las temperaturas empiezan de nuevo a disminuir de 23 hasta 13 °C. Los organismos se separaron por clase de talla con base en un estudio biológico realizado por Rosales-Casián (1997), en: Clase de talla I, Juveniles del año (21 -165 mm LE $n = 167$), Clase de talla II Pre-Adultos (166-390 mm LE $n = 25$). Para clasificar a los organismos con base a su distribución vertical, se consideraron la profundidad ≤ 5 metros ($n = 140$) y la profundidad de 10 metros ($n = 52$).

V.2 Número suficiente de estómagos examinados para describir la dieta.

Para los estómagos analizados, el número acumulativo por especie de presas no se logró estabilizar para ninguna de las categorías propuestas. Sin embargo, al usar el número acumulativo de grupos de presas se estabilizó a partir del estómago 33 para el Invierno-Primavera (Fig. 2a), mientras que en el Verano a partir del 32 (Fig. 2b) y en Otoño en el estómago 44 (Fig. 3a). Finalmente, combinando todas las temporadas, a partir del estómago 95

no se presentan nuevos grupos presa (Fig. 3b). Para la clasificación por clases de talla, en la clase I (21 - 165 mm LE) la estabilidad se presenta a partir del estómago 100 (Fig. 4a) y en la clase de talla II (160 - 390 mm LE), a partir del estómago 20 no hay cambios en el número de grupos de presas (Fig. 4b). Para la profundidad ≤ 5 metros, la estabilidad se logra a partir del estómago 71 (Fig. 5a) y a la profundidad de 10 metros la curva se nivela a partir del estómago 43 (Fig. 5b). Las estimaciones anteriores a nivel de grupos de presa nos indica que el número de estómagos fue suficiente para describir la conducta alimentaria del lenguado de California *P. californicus*, y aunque se determinó un número mínimo de estómagos necesarios, en todas las categorías propuestas se analizó un número mayor.

V.3 Frecuencia de Tallas.

La distribución de tallas se analizó considerando intervalos de clase de 20 mm de longitud estándar (LE). Los organismos capturados durante la estación Invierno-Primavera tuvieron un intervalo de longitud 32 a 378 mm (Figura 6a), en este período se localizó el organismo más pequeño para el año de recolección (Tabla II). Para el Verano (Tabla II) se presentó un intervalo de longitud de tallas de 47 hasta 340 mm (Figura 6b). En el Otoño (Tabla II), se registro un intervalo de longitudes de 41 a 390 mm, en esta temporada se localizó el organismo más grande de todo el estudio (Figura 7a). La distribución de tallas de todos los individuos se puede observar en la figura 7b. El número de estómagos por estación del año y los promedios de longitud estándar de los ejemplares analizados se presentan en la Tabla II. Los 192 organismos seleccionados para el estudio tuvieron un intervalo de longitud estándar de 32 a 390 mm (Tabal II).

Tabla II. Número de organismos (n), longitud estándar promedio LE (mm), desviación estándar (DE) y longitud máxima y mínima de los grupos del lenguado de California *P. californicus*. En la Bahía de San Quintín, Baja California, México.

	Invierno-Primavera	Verano	Otoño	Total
n	47	47	98	192
LE Promedio	136.6	105.1	115.9	118.3
DE	83.2	51.9	52	62
Mínimo	32	47	41	32
Máximo	378	340	390	390

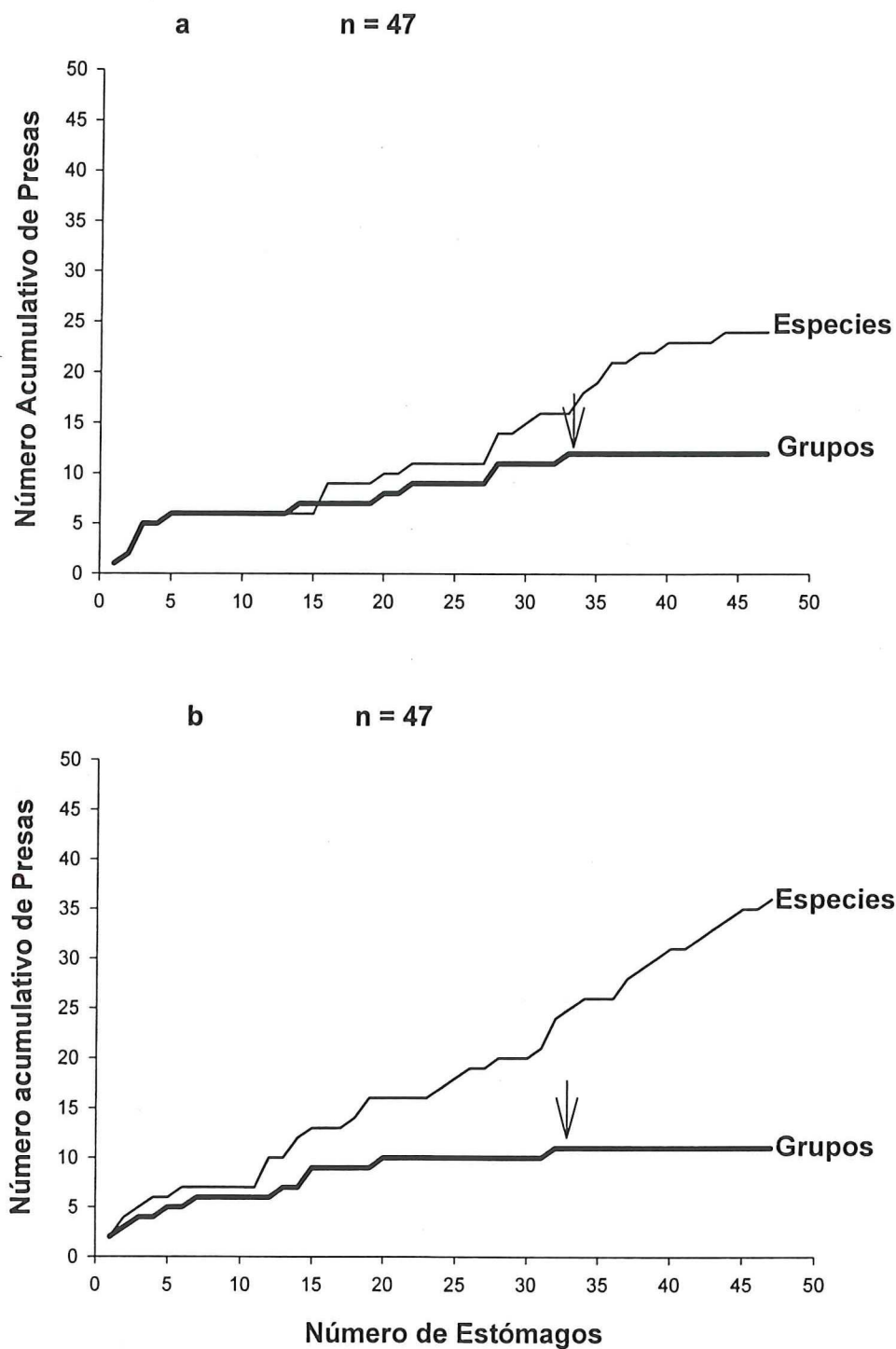


Figura 2. Frecuencia acumulativa de especies y grupos de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus*. a) Invierno-Primavera y b) Verano. La flecha indica el número de estómago a partir del cual no hay nuevos grupos de presas.

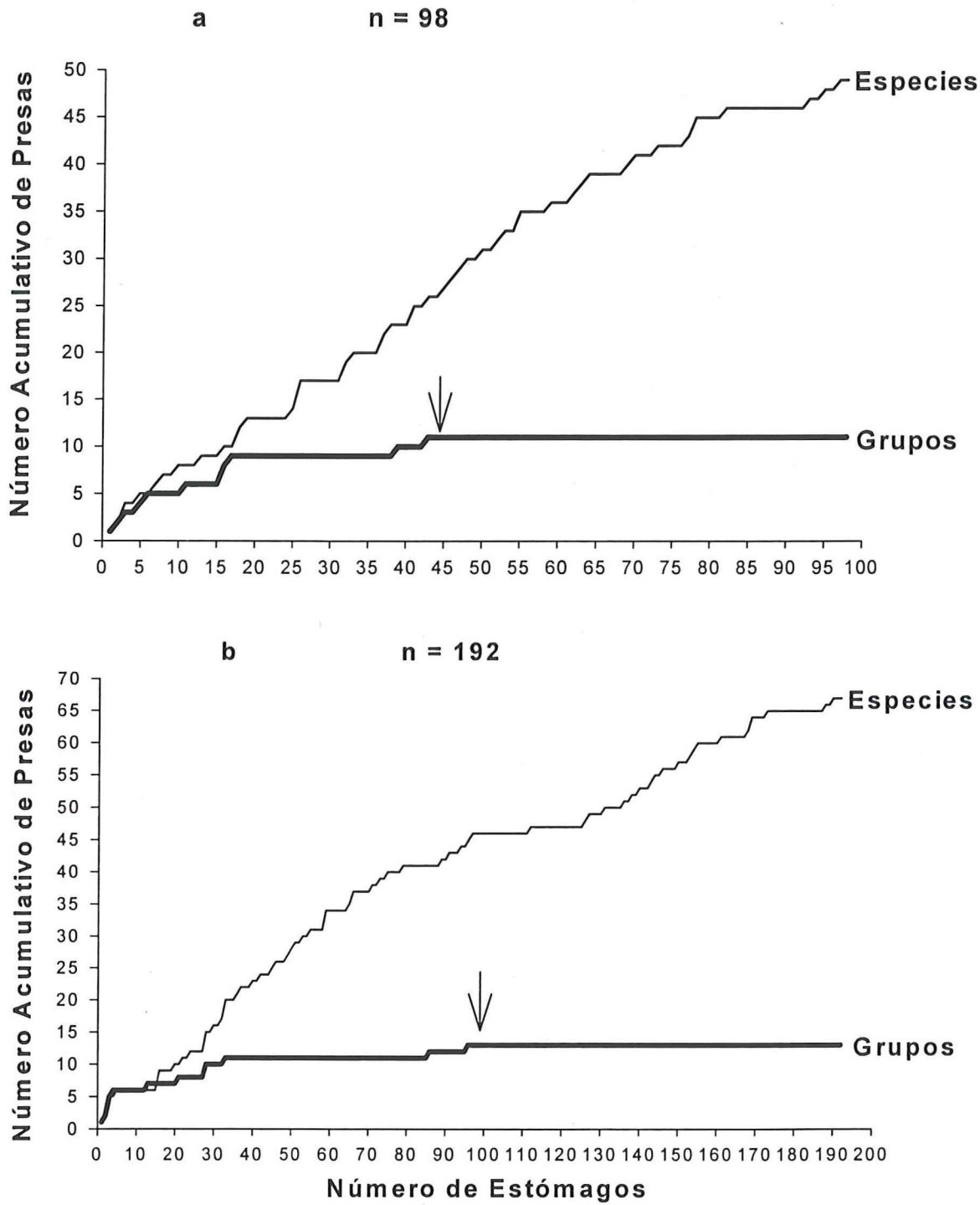


Figura 3. Frecuencia acumulativa de especies y grupos de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus*. a) Otoño y b) Todas las Estaciones. La flecha indica el número de estómago a partir del cual no hay nuevos grupos de presas.

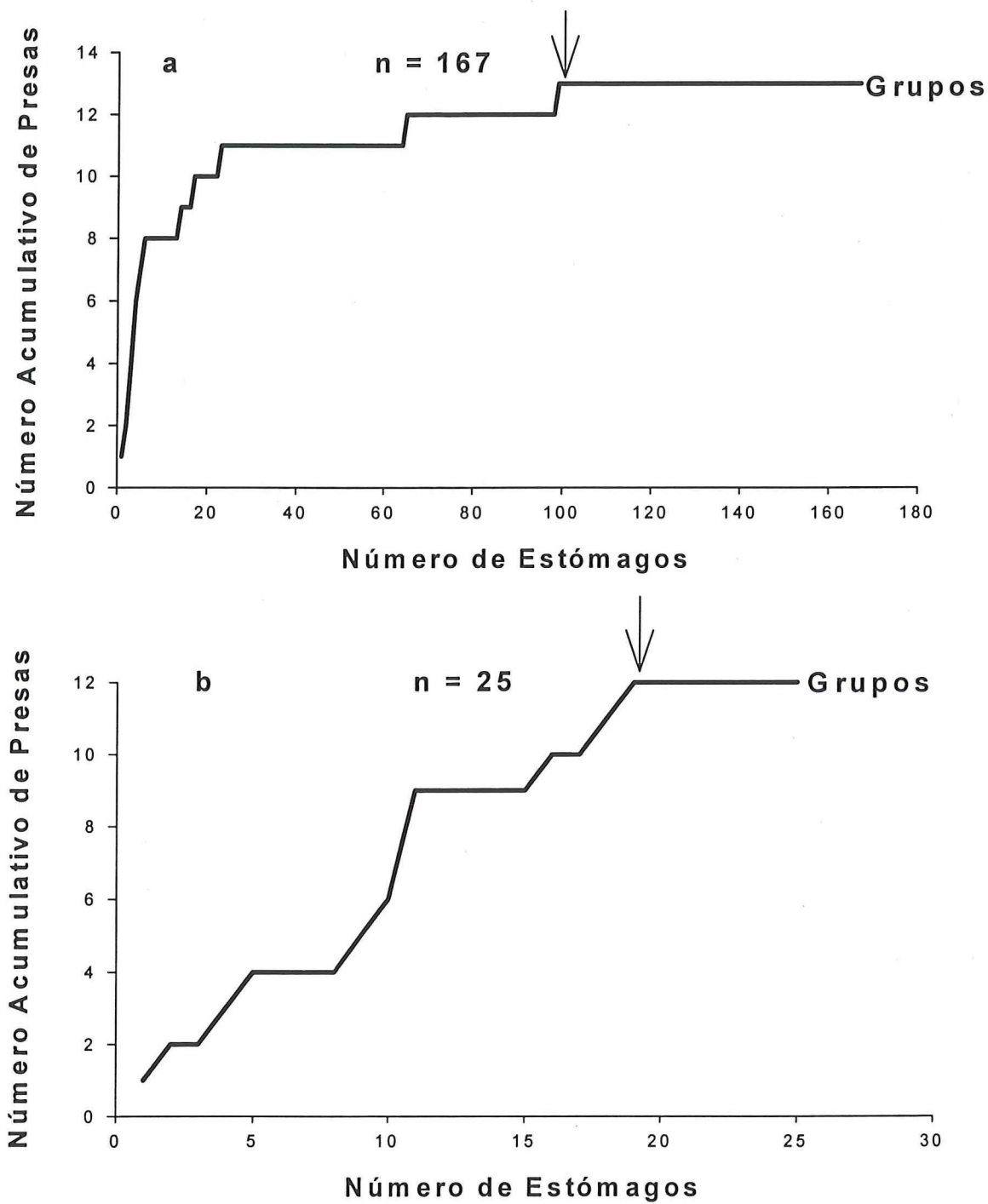


Figura 4. Frecuencia acumulativa de grupos de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus*. a) Clase de talla I (21 - 165 mm LE) y b) Clase de talla II (166 - 390 mm LE). La flecha indica que no hay nuevos grupos de presas.

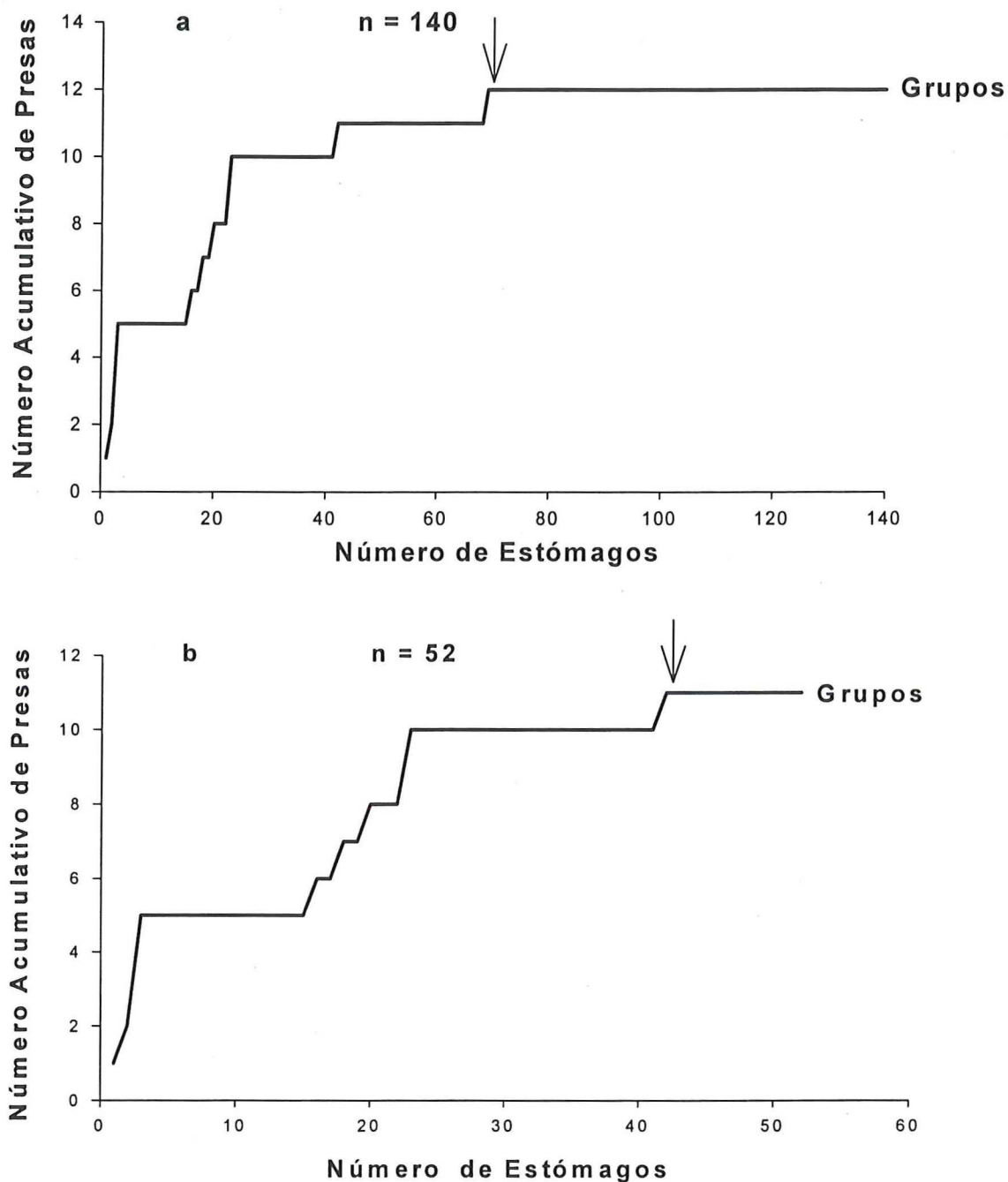


Figura 5. Frecuencia acumulativa de grupos de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus* a) profundidad ≤ 5 m y b) profundidad 10 m. La flecha indica el número de estómago a partir del cual no hay nuevos grupos presas.

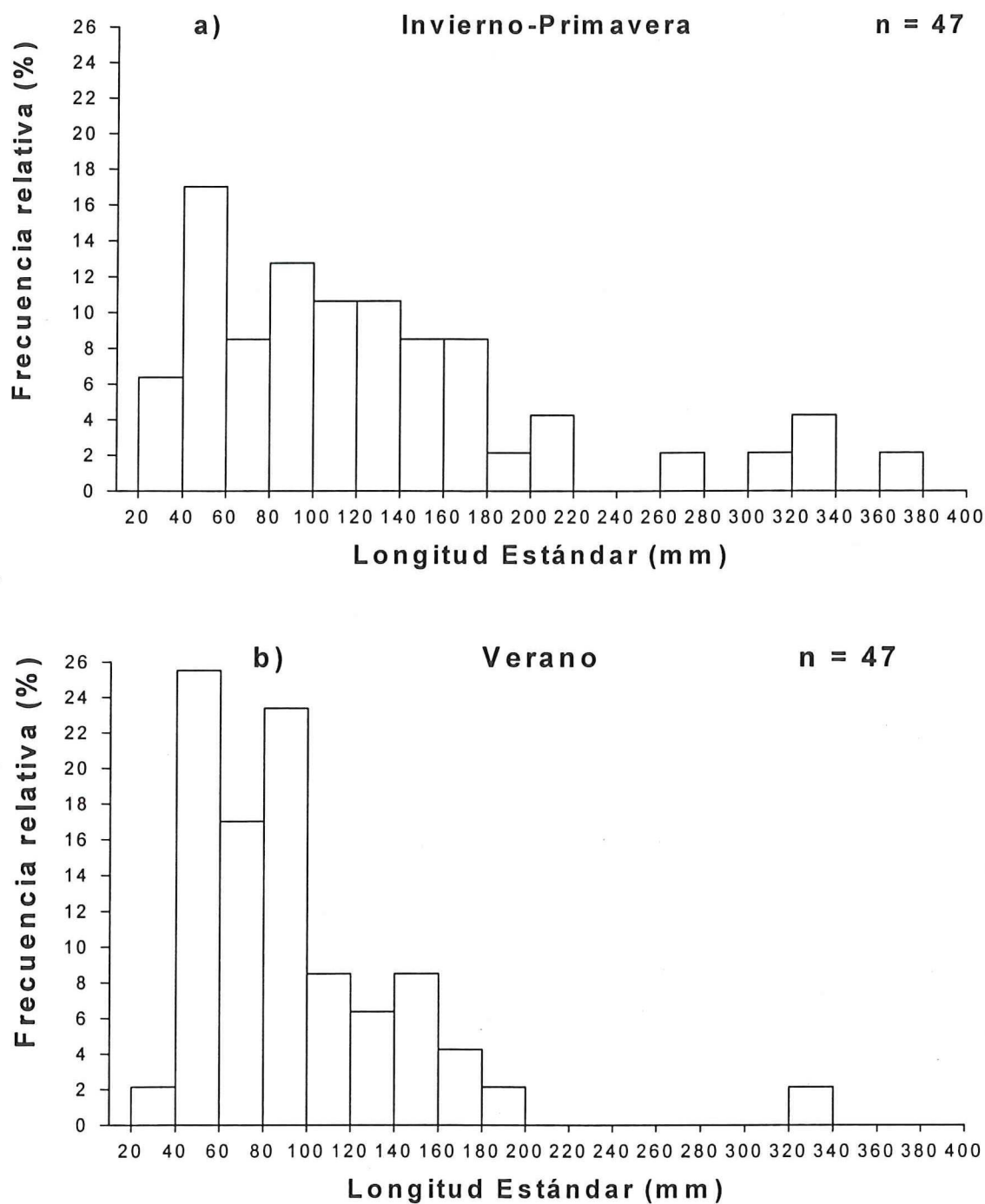


Figura 6. Distribución de frecuencias de la longitud estándar de *Paralichthys californicus*, a) Invierno-Primavera, y b) Verano, en Bahía de San Quintín, Baja California, México.

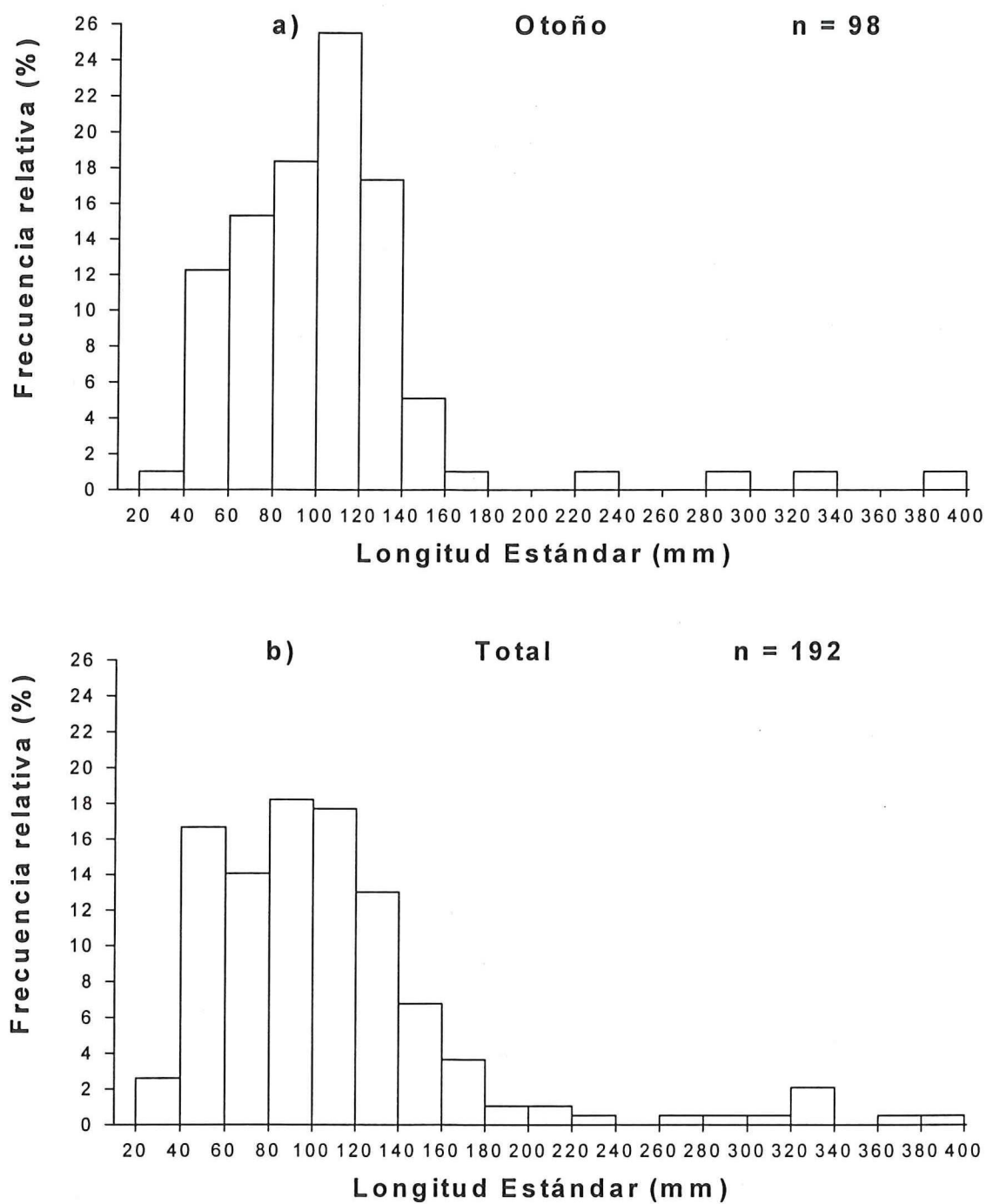


Figura 7. Distribución de frecuencias de la longitud estándar de *Paralichthys californicus*, a) Otoño y b) Período completo de estudio, en Bahía de San Quintín, Baja California, México.

V.4 Espectro Trófico Total y Estacional.

De acuerdo al índice de importancia relativa (IIR), los taxa de presas más sobresalientes a través del año en la dieta del lenguado *P. californicus*, fueron los peces con una frecuencia del 20.8%, un porcentaje de peso de 84.4 (Tabla III). Los mísidos contribuyeron con un porcentaje numérico de 50.9. Los restos de peces tuvieron el valor más alto de frecuencia (46.9%). Los gamáridos contaron con un porcentaje numérico de 21.3 (Tabla III).

En la figura 8 los grupos de presas se ordenaron de manera descendente (izquierda a derecha) con base al %IIR (de esta manera fueron elaboradas las figuras 8 a la 15). Los peces son el principal grupo ya que aportaron el 38.8% del IIR, los mísidos ocupan el segundo lugar (24.9%) y los restos de peces ocuparon la tercera posición (22.6%). Los gamáridos cuentan con el 9.7% de IIR y por último, los cumáceos y restos de crustáceos tienen el 1.1% y 1.5% del IIR, respectivamente.

La composición alimentaría cambió con la estación del año. Durante el Invierno-Primavera, los mísidos tienen una frecuencia de ocurrencia de 23.4% y un porcentaje de peso de 47.8. Los peces aportaron un alto porcentaje de peso de 83.0 y una bajo porcentaje numérico 3.2. El tercer grupo en importancia fueron los restos de peces con una ocurrencia de 31.9%. Los restos de crustáceos con una frecuencia de ocurrencia de 42.5%. Los gamáridos cuentan con un bajo porcentaje de peso pero una frecuencia de ocurrencia de 19.2% (Tabla IV).

La figura 9 muestra los seis grupos presa principales identificados, con un valor de %IIR ≥ 1 ; el grupo de mayor importancia correspondió a los mísidos el cual presentó el más alto valor (33.1%) del IIR. Los peces aportan el 25.1% IIR. El tercer grupo correspondió a restos de peces aportando el 15.4% IIR. Los restos de crustáceos cuentan con un 14.3% de IIR. Por

último, los gamáridos y poliquetos aportaron sólo el 8.8% y 2.1% del IIR respectivamente. Los grupos restantes representaron el 0.9% IIR los cuales fueron graficados como "Otros grupos".

En Verano, se encontró un total de 10 grupos de presas, los mísidos son el grupo más importante con un valor numérico de 60.9% y una ocurrencia del 31.9%. Los peces aportaron un porcentaje de peso de 71.3 y una alta frecuencia del 12.8%. Los gamáridos con una frecuencia del 21.3% y un porcentaje numérico de 18.2% (Tabla V).

Un aspecto importante es la presencia de algas y pasto marino durante esta estación, aportando un valor bajo tanto numérico como de peso, las algas contaron con 4.3% FO, el pasto marino aportó el 8.5% de FO, la presencia de estos grupos se debe tal vez a un consumo incidental al momento de capturar a la presa (Tabla V).

La figura 10 muestra que los mísidos predominan con un valor de 55.5% del IIR, los peces aparecen como el segundo grupo de importancia con 25.7% IIR. Los gamáridos aportaron el 10.8% IIR, los isópodos contaron con el 3.5% y los cumáceos el 3.2%. Los grupos restantes se agruparon para ser graficados en "Otros grupos", esta categoría está compuesta por peneidos, pasto marino (*Zostera marina*), algas (*Padina sp.* y *Enteromorpha sp.*), restos de peces y restos de crustáceos, estos cinco grupos constituyeron el 1.4% del IIR.

Para la estación de Otoño, se encontraron diez grupos presa, donde los peces cuentan con un alto valor de porcentaje de peso (92.6) y una ocurrencia de 32.7%. Los restos de peces cuentan con el valor más alto de %FO (54.1). Los mísidos aportaron el 36.2% numérico (Tabla VI).

Con respecto al IIR, predominan en importancia de la dieta cuatro grupos presas destacando los peces con un 56.7% IIR. El segundo grupo son los restos de peces que

aportaron el 20.7% del IIR. Los gamáridos y mísidos tienen el 11.4% y 10.5% respectivamente del IIR. Los grupos restantes combinados solo aportan el 0.7% IIR (Figura 11). Durante esta estación sé cuanta con el mayor número de individuos, donde se comprueba que los juveniles mayores del lenguado tienen una tendencia piscívora, esto es reportado por otros autores en estudios realizados en diversas áreas.

Tabla III. Composición de la dieta por grupo de presa del lenguado de California *Paralichthys californicus* en la Bahía de San Quintín durante el periodo completo de estudio. Número, porcentaje numérico, Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia (Frec), porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).

Grupos presa	Número	%N	Peso (gr)	%P	Frec	%FO
Peces	52	4.9	132.2	84.4	40	20.8
Mísidos	537	50.9	1.8	1.2	43	22.4
Gamáridos	225	21.3	0.1	0.1	41	21.4
Isópodos	8	0.7	0.1	0.1	8	4.2
Poliquetos	8	0.7	0.0	0.0	6	3.1
Cumáceos	77	7.3	0.0	0.0	13	6.8
Peneidos	10	0.9	0.3	0.1	8	4.2
Restos de Peces	94	8.9	21.3	13.6	90	46.9
Restos de Crustáceos	35	3.3	0.6	0.4	36	18.6
Algas	4	0.3	0.0	0.0	3	1.6
Pasto marino	4	0.3	0.0	0.0	3	1.6
Total	1054		156.4		291	

Tabla IV. Composición de la dieta por grupo de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus* en la Bahía de San Quintín durante el Invierno-Primavera. Número, porcentaje numérico (%N), Peso (gr), porcentaje de peso (%P), Frecuencia, porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO).

Grupos presa	Número	%N	Peso (gr)	%P	Frec.	%FO
Peces	6	3.2	28.1	83.0	5	10.6
Mísidos	88	47.8	1.3	3.2	11	23.4
Gamáridos	31	16.8	0.0	0.1	9	19.2
Isópodos	2	1.1	0.0	0.1	2	4.3
Poliquetos	9	4.9	0.4	1.4	6	12.8
Cumáceos	10	5.4	0.0	0.1	2	4.3
Peneidos	1	0.5	0.1	0.3	1	2.1
Restos de Peces	15	8.1	3.2	9.6	15	31.9
Restos de Crustáceos	20	10.9	0.5	1.5	20	42.5
Algas	2	1.1	0.0	0.1	2	4.3
Total	184		33.6		47	

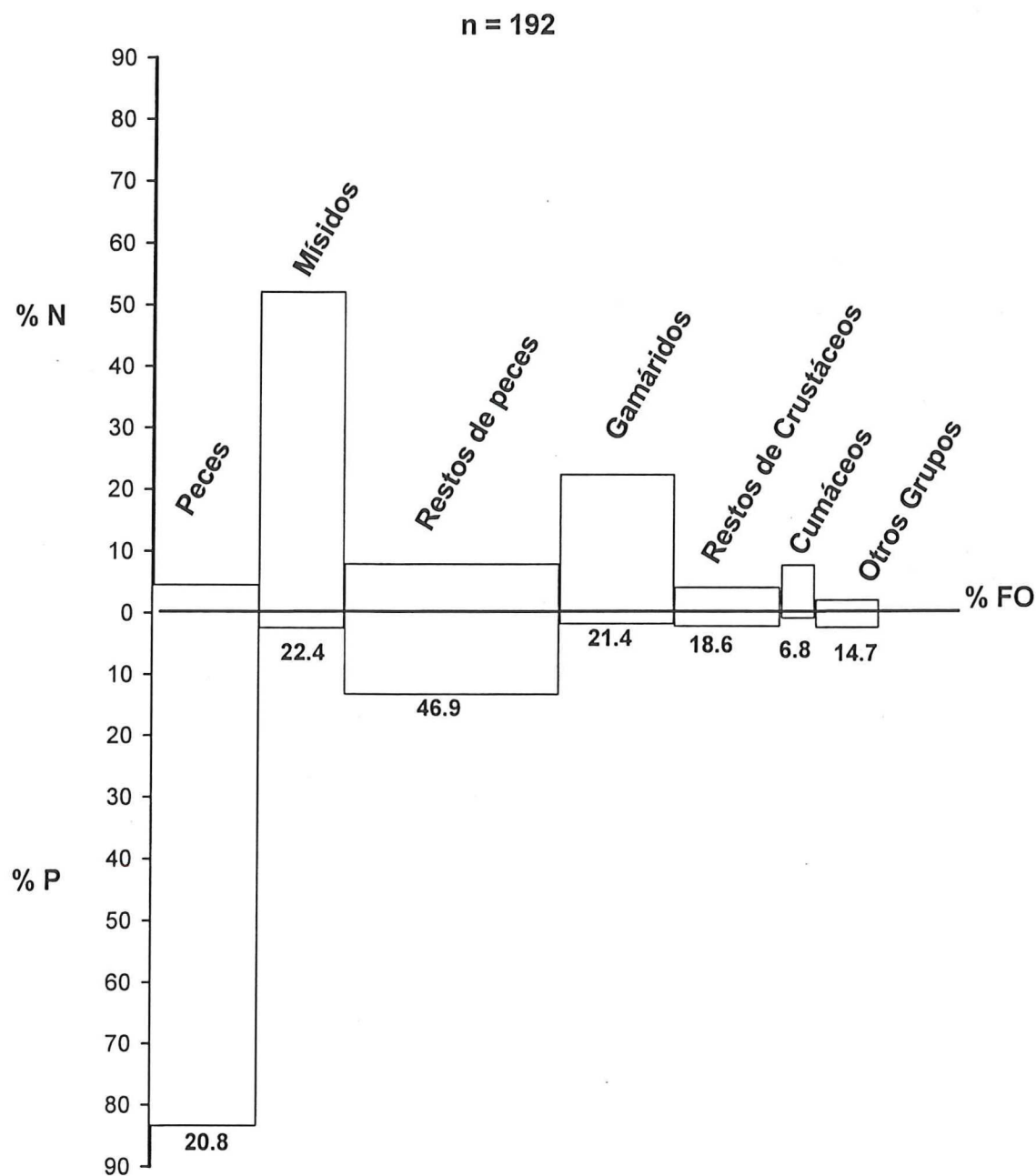


Figura 8. Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus* en la Bahía de San Quintín, durante el período completo del estudio. Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como “Otros grupos”.

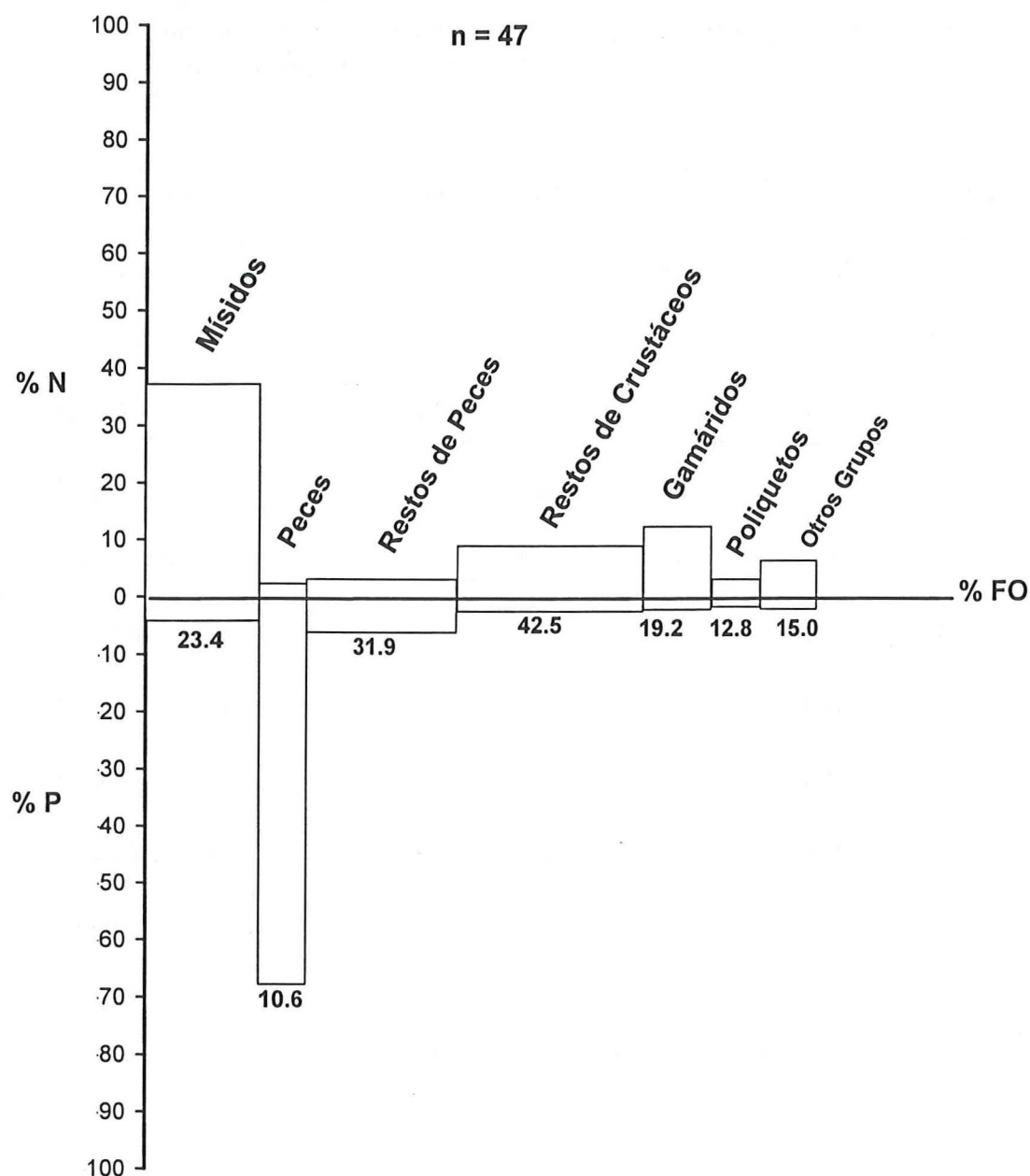


Figura 9. Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus* en la Bahía de San Quintín, para la estación de Invierno-Primavera. Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como “Otros grupos”.

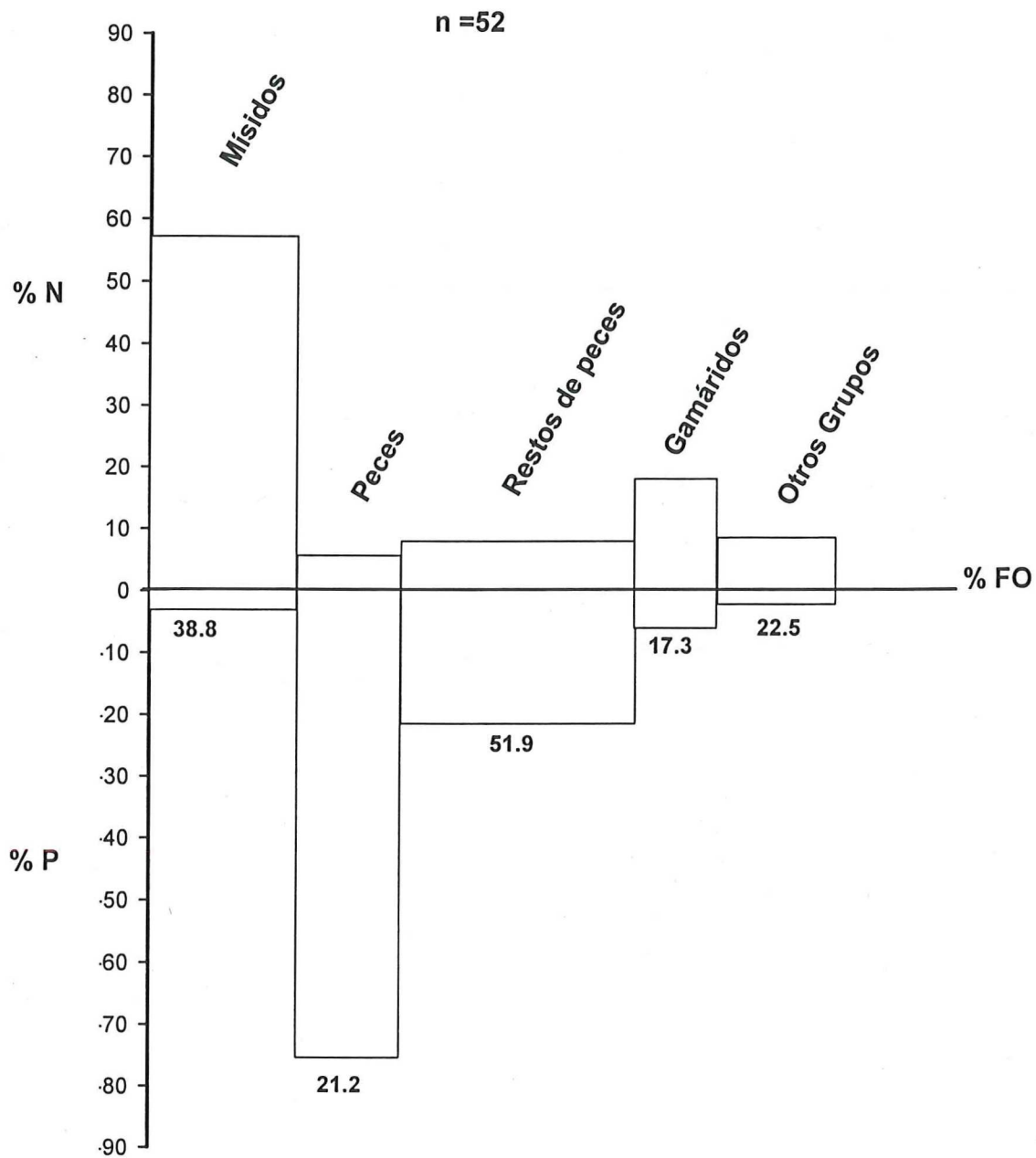


Figura 15. Porcentaje numérico (%N) y de peso (%P) por grupo de presas del lenguado de California *Paralichthys californicus* en la Bahía de San Quintín, para la profundidad II (10 metros). Los valores bajo las barras indican la Frecuencia de Ocurrencia (%FO). Los grupos con un % IIR < 1, fueron clasificados como "Otros grupos"

V.7 Prueba de Similitud Trófica con el Estadístico G.

De acuerdo con la prueba estadística G, la dieta del lenguado de California cambio del Invierno-Primavera, al Verano y al Otoño ($G = 174.25$, gl 20, $P < 0.05$). Al comparar los números de los grupos de presas identificados para las estaciones, se encontró que la mayoría fueron similares (Tabla XI), excepto el grupo de los peces ($G = 37.75$, $P < 0.05$).

Las categorías de clase de talla I (21-165 mm LE) y II (166-390 mm LE) son diferentes ($G = 133.92$, gl 10, $P < 0.05$). Sin embargo, se encontró que entre los gamáridos ($G = 56.50$, gl 10, $P < 0.05$), mísidos ($G = 49.30$, gl 10, $P < 0.05$) y cumáceos ($G = 1265$, gl 10, $P < 0.05$) existió una marcada diferencia (Tabla XII). Aunque el resto de los grupos de presas fueron numéricamente diferentes, no se encontraron diferencias estadísticas.

En el caso de las profundidades I (≤ 5 metros) y II (10 metros), el estadístico no detectó diferencias entre las dos categorías ($G = 14.74$, gl 10, $P > 0.05$). Todos los números de los grupos de presas encontrados fueron similares (Tabla XIII).

V.8 Diversidad Trófica.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener, modificado por Pielou (1975), varía a lo largo del año, así la diversidad trófica entre cada uno de los estómagos de Invierno-Primavera ($H' 0.79$) con un máximo de 2.32 y un mínimo de 0.13, para el Verano ($H' 1.3$) con un máximo de 2.25 y un mínimo de 0.09. En la estación Otoño, la diversidad fue de $H' 0.40$ con un máximo de 1.79 y un mínimo de 0.30 entre estómagos, en esta estación se encontró la mayor diversidad de grupos presa (Tabla XIV). No se encontró diferencias entre las estaciones de Invierno-Primavera y Verano ($t_{0.05 (2), gl 357} = 0.98$, $P > 0.05$), las diferencias se dieron entre Invierno-Primavera y Otoño ($t_{0.05 (2), gl 5602} = 7.76$, $P < 0.05$) y entre Verano y Otoño ($t_{0.05 (2), gl 855} = 8.86$, $P < 0.05$).

Para la diversidad trófica entre clases de talla se encontraron diferencias ($t_{0.05 (2), gl 432} = -3.47$, $P < 0.05$). La clase de talla I ($H' 0.97$) con un máximo 2.30 y mínimo 0.00, para la clase de talla II ($H' 0.25$) el máximo es de 0.60 y el mínimo 0.00 (Tabla XIV).

El índice de diversidad para las categorías de profundidad I (≤ 5 m) y II (10 m), muestra una diferencia estadística ($t_{0.05 (2), gl 523} = 6.68$, $P < 0.05$). La profundidad I ($H' 1.7$) con un máximo de 2.32 y un mínimo de 0.92 de diversidad. La profundidad II ($H' 1.3$) con un máximo 1.66 y mínimo 0.00 (Tabla XIV).

Tabla XI. Prueba estadística G, para las estaciones del año. Nf = número de organismos por fila, Nc = número de organismos por columna, ^L = número total de organismos, Gf = valor de prueba estadística por filas, Gc = valor de la prueba estadística por columna y ^{LL} = valor de la prueba estadística total. * diferencia significativa (Zaret y Rand, 1971).

Grupo Presa	Invierno-Primavera	Verano	Otoño	Nf	Gf
Peces	6	8	39	51	37.75*
Mísidos	88	328	122	537	27.23
Gamáridos	30	98	98	225	12.96
Isópodos	2	3	4	8	1.04
Poliquetos	7	0	2	8	16.90
Cumáceos	10	58	10	77	20.41
Peneidos	1	6	4	10	0.08
Restos de Peces	16	25	54	94	27.30
Restos de Crustáceos	20	8	8	35	27.49
Algas	2	2	1	4	2.71
Pasto marino	0	2	3	4	0.38
Nc	182	538	334	1087 ^L	
Gc	36.58	64.17*	73.50*		174.25 ^{LL*}

Tabla XII. Prueba estadística G, para las clases de talla I (21-165 mm LE), talla II (166-390 mm LE). Nf = número de organismos por fila, Nc = número de organismos por columna, ^L = número total de organismos, Gf = valor de la prueba estadística por filas, Gc = valor de la prueba estadística por columna y ^{LL} = valor de la prueba estadística total. * diferencia significativa (Zaret y Rand, 1971).

Grupo Presa	Talla I	Talla II	Nf	Gf
Peces	41	11	52	0.11
Mísidos	341	196	537	49.30*
Gamáridos	214	11	225	56.50*
Isópodos	7	1	8	0.57
Poliquetos	7	1	8	0.57
Cumáceos	71	6	77	12.65
Peneidos	10	1	11	1.47
Restos de Peces	84	10	94	9.64
Restos de Crustáceos	31	4	35	3.10
Algas	3	1	4	0.01
Pasto marino	3	1	4	0.01
Nc	812	243	1055 ^L	
Gc	27.47*	106.45*		133.92^{LL*}

Tabla XIII. Prueba estadística G, para los grupos profundidad I (≤ 5 metros), y profundidad II (10 metros). Nf = número de organismos por fila, Nc = número de organismos por columna, L = número total de organismos, Gf = valor de la prueba estadística por filas, Gc = valor de la prueba estadística por columna y LL = valor de la prueba estadística total. * diferencia significativa (Zaret y Rand, 1971).

Grupos presa	≤ 5 metros	10 metros	Nf	Gf
Peces	37	12	49	0.15
Mísidos	366	171	537	4.18
Gamáridos	168	57	225	0.64
Isópodos	7	1	8	0.33
Poliquetos	7	1	8	0.33
Cumáceos	65	12	77	5.73
Penaidos	8	2	10	0.05
Restos de Peces	69	27	96	0.02
Restos de Crustáceos	30	5	35	2.80
Algas	3	1	4	0.08
Pasto marino	4	0	4	0.42
Nc	764	289	1053 L	
Gc	3.78	10.96		14.74 LL

Tabla XIV. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (modificado por Pielou 1975) aplicado a las categorías propuestas para los estómagos del lenguado de California *Paralichthys californicus*, en la Bahía de San Quintín, Baja California, México.

Categoría	Máximo	Mínimo
Invierno-Primavera	2.32	0.13
Verano	2.25	0.09
Otoño	1.79	0.30
Clase de talla I	2.03	0.00
Clase de talla II	2.00	0.00
Profundidad I	2.32	0.92
Profundidad II	1.66	0.00

VI DISCUSIÓN

El conocimiento de las relaciones tróficas entre los organismos que integran el ecosistema marino y la transferencia de energía desde los productores primarios hacia los niveles superiores de la red trófica, por lo tanto son fundamentales en el estudio de la ecología marina y de las pesquerías (Yáñez-Arancibia, 1975). En el análisis cualitativo y cuantitativo de los hábitos alimentarios del lenguado de California, *P. californicus*, en la Bahía de San Quintín, Baja California, resalta la importancia de las zonas costeras como sistemas de alta productividad. En estos lugares se lleva a cabo la reproducción, protección, alimentación y desarrollo de las especies marinas, algunas de ellas de importancia comercial.

El estudio de los contenidos estomacales es una herramienta utilizada para inferir el comportamiento alimentario de los peces y para comprender su interrelación con otros organismos. Puede discernir una gran gama de especies de presas, así como la variabilidad temporal, por grupos de edad, profundidades y tipo de hábitat de una población de peces.

El lenguado de California es una especie numéricamente importante en la comunidad demersal de la Bahía de San Quintín. Los hábitats protegidos de la bahía albergan un mayor número de organismos que los de la costa abierta (Rosales-Casián, 1997a). Esto obedece a que las lagunas y bahías presentan ventajas para la alimentación, supervivencia y para el crecimiento de los juveniles. La supervivencia de los organismos, entre otros factores, dependerá de la disponibilidad del alimento. Desde el punto de vista cuantitativo el alimento se relaciona con la energía necesaria para el desplazamiento y desde el punto de vista cualitativo está relacionado con el crecimiento (Margalef, 1977).

Los juveniles y adultos de *P. californicus* se encuentran en las bahías, que funcionan como criaderos para esta y otras especies a lo largo de la costa de California y de la costa

occidental de la Península de Baja California (Allen *et al.*, 1990; Hammann y Rosales-Casián 1990).

En el lenguado de California se ha observado una relación directa entre la talla y la profundidad (Frey, 1971; Haaker, 1975; Kramer, 1991 y Ramírez-González, 1990) lo que explica que el grupo de organismos analizados en este trabajo tenga una distribución de tallas tan amplia (21 a 390 mm LE), ya que las colectas se hicieron en las isóbatas de 5 y 10 m. Se ha encontrado que los juveniles pequeños (10 - 15 cm de longitud estándar) son generalmente raros fuera de la costa o en la costa abierta y desprotegida (Allen 1982; Plummer *et al.*, 1983; Kramer y Hunter 1987).

Después del desove y la eclosión, las larvas son transportadas por las corrientes cerca de las bahías y se asientan en la zona somera de la costa desde donde se mueven hacia el interior de la bahía, para pasar varios meses de su primer año de vida en aguas protegidas (Fitch, 1965 y Haaker, 1975). Después de dos años, los lenguados se alejan de la costa, fuera de las bahías.

Kramer (1990a), evidenció la existencia de migraciones de *P. californicus*, que inician con el asentamiento de las larvas en las costas expuestas para después colonizar las bahías y áreas semiprotegidas, los organismos de tallas menores penetran a las bahías y después a los cuerpos de agua protegidos donde se alimentan y crecen. Posteriormente regresan a las áreas protegidas de las bahías antes de emigrar a las profundidades de la plataforma continental.

Las tallas reportadas en este estudio durante Invierno-Primavera y Verano, obedecen al patrón de migración del lenguado de California hacia aguas más profundas durante las diferentes fases del ciclo de vida.

La distribución diferencial de tallas durante Invierno-Primavera y Verano podría reflejar los movimientos migratorios de entrada y salida de los organismos desde la bahía hacia las zonas intermareales o más allá hacia zonas más profundas. Estos movimientos en la distribución temporal de las frecuencias pueden ser causados por procesos ontogénicos, por la búsqueda de alimento, la madurez sexual o por la ocurrencia de desoves (Haaker, 1975; Kramer, 1990a).

Muchos peces cambian de dieta durante su ontogenia (Godin, 1981 y Grutter, 2000). Estos cambios pueden estar asociados con factores extrínsecos (hábitat, disponibilidad de presas y riesgos de depredación) e intrínsecos (estructura anatómica, conducta y demanda fisiológica), como el tamaño y la anatomía bucal (Wainwright y Richard 1995).

Las características ecomorfológicas de *P. californicus* ligadas con su tipo de alimentación son el cuerpo plano y la gran aleta caudal asociados con su habilidad de nado. La gran aleta caudal también puede ser importante cuando toma impulso desde el fondo para perseguir a su presa, los ojos del lenguado son relativamente pequeños con una base móvil, además del tamaño relativo de las áreas cerebrales asociado al olfato y a la visión ya que aparentemente localiza a su presa por la visión. Esto puede estar relacionado con la orientación de sus ojos y a la necesidad de reducir la cantidad de entrada de luz. El gran número de poros de la línea lateral sobre la boca y las mandíbulas son importantes para el organismo, particularmente de noche (Haaker, 1975).

El hecho de que los juveniles de lenguado se encuentren en las bahías y hábitats protegidos, donde existe diversidad de presas, sugiere que en sus tácticas de acechamiento gastan un mínimo de energía, además el alimento les provee la energía necesaria para toda las funciones biológicas.

Todos los peces depredadores, entre ellos el lenguado, están engranados en una secuencia básica de comportamiento en el ataque y captura de sus presas. Además el orden y número de componentes en esta secuencia probablemente difiere ontogenéticamente ante especies (Shaw *et al.* 1994 en: Godin, 1997). Lo más importante son los cambios en la duración del comportamiento básico, tales cambios son el resultado de fluctuaciones en el nivel del hambre, de lo aprendido y de la memoria de los individuos (Croy y Hunghe 1990, en: Godin, 1997).

En esta investigación se encontró que los lenguados de la Bahía de San Quintín, consumen presas similares a aquellas reportadas en otros estudios (Haaker 1975; Barry y Cailliet, 1981; Allen, 1988), principalmente mísidos, peces, gamáridos, isópodos y otros crustáceos que pertenecen al epibentos y a la infauna, pero también consumen organismos que habitan en la columna de agua. Los lenguados que ocurren en zonas semiprotegidas y en la costa abierta encuentran diferencias en la variedad y abundancia de presas, en confortación con los lugares protegidos como lagunas costeras, ya que durante el día las presas pueden estar sobre zonas de algas, pastos marinos, fondos arenosos, lodosos y en zonas de rompientes. En las bahías, muchos crustáceos están asociados a estos ecosistemas.

Los crustáceos frecuentemente son la base de la dieta de muchas especies de peces, ya sean de interés comercial o de importancia para la pesca deportiva en los estuarios (Krygier y Horton, 1975). En la presente investigación, éstos organismos están representados en la dieta del lenguado en todas las estaciones y tallas con un alto porcentaje de ocurrencia.

Los cumáceos se encontraron sólo en trece estómagos y se identificaron dos especies de las familias Diastylidae y Ceratocumatidae respectivamente. Con respecto a las estaciones del año el cambio ocurrió en la proporción de las especies de éstos dos grupos.

Los poliquetos de las familia Terebellidae, Pactinariidae y Sabellidae fueron el sexto grupo de importancia durante Invierno-Primavera. No se logró identificar el género o especie (debido al grado de digestión), sin embargo, los poliquetos son importantes para la alimentación del lenguado durante dicha estación. Este grupo de presa se localiza en aguas poco profundas en zonas lodosas, en el bentos, entre algas o pastos marinos y entre la infauna, lo cual facilita el consumo del lenguado.

El segundo grupo de importancia en la dieta del lenguado son los mísidos (*Metamysidopsis elongata*, *Mysis oculata*, *Mysidopsis* sp, *Mysidopsis californica*), crustáceos típicamente oceánicos o neríticos (Kathman *et al.*, 1986), se conoce que los mísidos son nadadores débiles, con un máximo de velocidad de nado de 20 cm/seg (Mauchline, 1982). El dominio numérico de este grupo correspondió con su amplia distribución en las costas de California, donde es un grupo planctónico abundante en las horas de oscuridad (Tattersall, 1951). Su gran abundancia como presa del lenguado puede indicarnos una migración hacia el fondo durante las horas de luz.

Las condiciones hidrográficas de las costas de California son favorables para varias especies de mísidos, sobre todo en primavera. Este grupo de presa fue ampliamente representado como alimento durante las tres estaciones del año de este estudio.

Plummer *et al.*, (1983) reportaron que las variaciones en la frecuencia de ocurrencia de los mísidos en los estómagos de *P. californicus* no coinciden con su abundancia mensual. Aunque la abundancia de mísidos en el medio no fue estimada durante el presente estudio, los máximos porcentajes numéricos de éste grupo presa se presentan en el mes de julio y coinciden, con abundancias máximas reportadas por Vásquez-Yeomans (1996) en la Bahía de Todos Santos, B.C.

El aterinido *Atherinops affinis*, es un pez típico de la zona costera que habita a profundidades menores a 2 m en la bahía de San Quintín mostró su mayor abundancia en febrero y su menor incidencia en los meses de mayor temperatura (Junio-Septiembre) (Rosales-Casián 1997a). El pez pipa (*Syngnathus leptorhynchus*) es una especie abundante en la bahía, pues habita en zonas de pastos marinos (*Zostera marina*), sin embargo, en el presente estudio sólo se encontró en un estómago en el Verano (Septiembre). Por lo que pudo ser consumido incidentalmente, ya que no es una presa común en la alimentación de *P. californicus* y su forma se asemeja al pasto marino y es posible que el lenguado no les pueda ver o que su forma le sea poca atractiva.

Existe un cambio en la diversidad de la composición alimentaria, conforme el pez aumenta de tamaño, pasa de una dieta a base de pequeños crustáceos a otra con peces de regular tamaño (Haaker, 1975; Barry y Cailliet, 1981; Allen, 1988; Navarro-Mendoza, 1985; Sandoval-Muy, 1995). La presencia de anchoveta y restos de peces en los organismos durante esta investigación indica que los individuos mayores consumen peces teleósteos.

Los peces de la familia Gobiidae ocuparon el 30.9 % del total de peces encontrados en éste estudio. Kramer (1990b) describió variaciones estacionales que ocurren naturalmente en las poblaciones de góbidos en las costas de California. Rosales-Casián (1997a) encontró que para 1994 los góbidos fueron un componente principal de la comunidad de peces de la bahía de San Quintín.

Haaker (1975) encontró que los góbidos son un alimento importante para los lenguados menores de 80 mm de LE. en la Bahía de Anaheim. Sin embargo, Plummer *et al.*, (1983) encontraron que en las aguas costeras de San Diego los mísidos son importantes en la dieta de los juveniles de lenguado menores a 100 mm de LE. Los resultados del presente estudio

coinciden con el segundo autor, ya que en Bahía de San Quintín, los organismos de tallas similares consumieron principalmente góbidos (*Clavelandia ios*, *Gobionellus longicaudus*, *Gillichthys mirabilis*, *Ilypnus gilberti*) y los organismos con tallas menores prefirieron mísidos e/o isópodos.

El análisis de diversidad para los grupos de presa, sugiere que existen diferencias durante las estaciones del año, las profundidades y las clases de talla en esta última categoría la diversidad de las presas disminuye al aumentar la talla. Estas diferencias pueden ser atribuidas a los cambios ontogénicos en los organismos y/o a la disponibilidad de las presas, aunque sólo se analizaron dos grupos de tallas (I 21 - 165 mm LE y II 66 - 390 mm LE). La dieta del primer grupo de talla fue basada en peces y crustáceos con el 65.3 y 34.6 del % IIR respectivamente, de estos últimos, los mísidos tuvieron mayor presencia, seguidos por los gamáridos y restos de crustáceos. Para el segundo grupo de talla II, se determinaron once grupos de presas, donde los peces son el grupo principal con el 56.0 % IIR.

Muchos grupos de presas pueden estar presentes en los rizomas de *Macrocystis*, sobre pastos marinos (*Zostera marina*), así como, en la superficie de algas (*Enteromorpha* sp y/o *Padina* sp), dichos grupos son muy abundantes en la bahía de San Quintín (Yoshiyama, 1980; Wells, 1986; Mendoza -Carranza, 1995).

Las algas son un importante componente de la comunidad biótica de la Bahía de San Quintín, esta bahía funciona como receptora y como fuente de detritos orgánico, en particular de *Zostera marina* y se ha estimado que las algas cubren alrededor del 25 % del fondo de la bahía (Ibarra-Obando y Huerta-Tamayo, 1987).

El grupo de algas se presentó durante Invierno-Primavera en sólo dos estómagos, en el Verano también se encontraron en dos estómagos. Durante Invierno-Primavera y Verano no

ocurre desprendimiento de algas en la Bahía de San Quintín (Ibarra-Obando y Huerta-Tamayo, 1987), sin embargo, las algas funcionan como sustrato para los invertebrados, y es posible que los lenguados las ingieran incidentalmente junto con sus presas. No hay informes de que *P. californicus* las incluya en su dieta.

De acuerdo con Yáñez-Arancibia y Nugent (1977) y Yáñez-Arancibia (1986) *P. californicus* es un consumidor de Segundo Orden. En ésta categoría se incluye los peces predominantemente carnívoros, aunque pueden incorporar en su dieta algunos vegetales y detritus, pero poco importantes cuantitativamente.

P. californicus consume alimentos de alto contenido de energía, tales como mísidos y góbidos principalmente (Sandoval-Muy, 1995). Griffiths (1977) y Wissing *et al.*, (1973), reportan a los copépodos, mísidos, góbidos y anchovetas como presas de alto contenido de energía, mientras que a los anfípodos, cumáceos y otros invertebrados lo tanto, es importante considerar el tam bénticos los consideran de bajo contenido energético. Por año, disponibilidad de la presa, su valor energético, y además la energía requerida por el lenguado al capturar su presa. Golley (1961) concluyó que el valor calórico de un animal está en función de su genética, nutrición e historia de vida. El costo energético para el lenguado al capturar muchos mísidos equivale al peso de un góbido probablemente sea mayor. Esta relación puede ser similar entre mísidos y anchoveta y góbidos y anchoveta. Juveniles de *P. californicus* consumieron alimento de alta energía, tales como mísidos y góbidos principalmente, lo anterior puede ser explicado con base a las reglas generales de óptimo forrajeo en peces, las cuales establecen que cuando existe una mayor abundancia y diversidad de presas en el ambiente el depredador se ve retribuido en costo y tiempo de búsqueda.

El hecho de que los grupos "restos de peces" y "restos de crustáceos" sean grupos principales, confirma que la dieta del lenguado está basada en éstos grupos de presas, ya que los peces fueron consumidos por los adultos y el grupo de los crustáceos fue el alimento de los juveniles.

En términos generales los organismos de *P. californicus* de la Bahía de San Quintín, consumieron presas similares a las encontradas en otros estudios, como los crustáceos que se enlistan como un grupo de presas importantes en la alimentación del lenguado (Haaker, 1975; Barry y Cailliet, 1981; Allen, 1988; Navarro-Mendoza, 1985; Sandoval-Muy, 1995).

Si comparamos la variabilidad que presentó el valor % del IIR entre los principales grupos de presas encontrados en Invierno-Primavera y Otoño; en Invierno-Primavera se identificaron seis grupos importantes, con una gran proporción de crustáceos, mísidos y peces (góbidos). La importancia de éstos grupos coincide con lo encontrado otros autores (Haaker, 1975; Roberts *et al.*, 1982; Allen, 1988; Frey, 1971; Plummer *et a.*, 1983; Sandoval-Muy, 1995).

De acuerdo a la temporada del año la composición alimentaria encontrada fue significativamente diferente entre Invierno-Primavera y Otoño. Al comparar Invierno-Primavera y Verano no se registraron diferencias significativas. En contraste, entre Verano y Otoño las diferencias fueron muy marcadas. En Otoño hay un cambio en el orden de importancia de los grupos de presas reportados por las otras dos estaciones: los peces fueron importantes y los mísidos quedaron en cuarto sitio (el grupo más importante durante Invierno-Primavera y Verano). En síntesis, la alimentación quizás depende de la estación del año y de la disponibilidad de alimento. Sólo los mísidos y peces son encontrados frecuentemente en proporciones similares.

Para las clases de talla I (Juveniles del año) y II (Pre-Adultos), se presentó una amplia gama de grupos presa, donde los peces y mísidos vuelven a ser los grupos principales. De lo anterior se puede deducir que al incrementarse la talla (> 100 mm LE), el lenguado de California consume éstos grupos de presas, las cuales pueden ser adecuadas para el tamaño de su boca, lo que refleja las diferencias estadísticas entre las dos clases de talla.

El comportamiento de las presas en el medio marino nos puede indicar en donde obtienen los depredadores su alimento. En este estudio a una profundidad ≤ 5 m se encontraron seis grupos de presas, donde los peces son el grupo principal, seguido por los mísidos y restos de crustáceos. Para la profundidad de 10 metros cuatro grupos presa fueron identificados, los mísidos son el grupo principal, seguido por los peces y de nuevo los crustáceos (gamáridos) son el cuarto grupo. En esta categoría se encontraron diferencias en la composición de la dieta.

Los grupos presa reportados en este trabajo en profundidades ≤ 5 y de 10, coinciden con las citadas por Haaker (1975) el cual encontró una alimentación basada en crustáceos y peces.

Es importante señalar que el lenguado de California tiene un comportamiento acechador, por tanto no se espera que realice una selección de las presas de mayor contenido calórico al momento de consumirlas, sino que consume lo que está disponible en el medio y el aporte calórico de las presas está en función de la cantidad consumida.

Sandoval-Muy (1995), analizó el contenido calórico de juveniles del lenguado de California recolectados en la Bahía de Todos Santos y el Estero de Punta Banda determinando la ración diaria a partir de los contenidos estomacales (0.22 - 0.24 kcal/g). Dicha información

puede ser útil para elaborar alimentos balanceados, utilizando organismos abundantes en la región, como la anchoveta norteña (*Eugralix mordax*). Sin embargo la elaboración de una dieta y su variación para encontrar el resultado óptimo deberá probarse experimentalmente en laboratorio.

Debido a que el lenguado de California explota diferentes ambientes de acuerdo con sus cambios ontogénicos y necesidad fisiológica, no se espera que realice una selección de las presas de mayor contenido calórico al momento de consumirlas, sino que consume lo que esta disponible en el medio y el aporte calórico de las presas está en función de la cantidad consumida. La cantidad y calidad del alimento que pudiera ingerir para cubrir sus necesidades deberá proporcionar valores altos de proteína durante el invierno para su conversión en tejido (crecimiento), y valores altos de lípidos durante el verano para proporcionar energía para su actividad (Sandoval-Muy, 1995).

Hasta ahora este estudio representa el primer trabajo sobre los hábitos alimentarios de *P. californicus* en particular y de peces en general en la Bahía de San Quintín el cual proporcionará información para futuros estudios.

VII CONCLUSIONES

La composición alimentaria del lenguado de California *Paralichthys californicus* está asociada al epibentos y a la infauna marina de la Bahía de San Quintín.

Los componentes principales de la dieta de *P. californicus* se constituyó de peces: Gobidae (*Anchoa delicatissima*, *Clavelandia ios*, *Gillichthys mirabilis*), Scorpenidae (*Scorpaena guttata*), Eupagrusidae (*Eupagrus mordax*), mísidos (*Metamysidopsis elongata*, *Mysis oculata*, *Mysidopsis* sp, *Mysidopsis californica*), además de poliquetos y pequeños crustáceos como gamáridos, isópodos y cumáceos.

Existe un cambio de la composición alimentaria de esta especie de acuerdo a la estación del año y con el incremento de la talla.

Para las diferentes estaciones del año analizadas se encontró que los dos grupos más importantes para el Invierno-Primavera y Verano correspondieron a los mísidos y peces. Para Otoño los peces fueron el principal grupo de presas, seguido por los gamáridos y mísidos.

Respecto a los grupos de tallas, se encontró que para el grupo de talla I juveniles del año (21 -165 mm LE) y la talla II preadultos (166-390 mm LE), los peces y mísidos son los principales grupos de presas.

En el caso de la dieta para la profundidad I (≤ 5 m) se encontró que los peces y mísidos son los grupos principales. En cambio, para la categoría de profundidad II (10 m), los mísidos son el grupo principal y los peces el segundo grupo de presas.

La diversidad trófica del lenguado se mantiene al cambiar las épocas del año solo en el verano hay una diferencia. Sin embargo al considerar las tallas se observó un cambio que la diversidad de los grupos de presas disminuye al incrementan su longitud lo cual puede deberse

a cambios ontogénicos, entre las profundidades se encontró que la diversidad es mayor en zonas someras pudiendo deberse a la disponibilidad de las presas.

El presente estudio sugiere que el lenguado es una especie oportunista ya que la selección de la dieta depende de la disponibilidad y abundancia de la presa.

LITERATURA CITADA

- Ahlstrom, E. H., y H. G. Moser. 1975. Distributional atlas of fish larvae in the California current region: flatfishes, 1955-1960. Calif. Coop. Oceanic Fish. Invert. Atlas 23.
- Ahlstrom, E. H., K. Amaoka, D. A. Hensley, H.G. Moser y B.Y. Sumida, 1984. Pleuronectiformes: development. *In* Moser, H.G., *et al.* (eds.), Ontogeny and systematics of fishes. Pp. 640-670. Am. Soc. Ichtyol. And Herpetol., Spec. Publ. No. 1, 760 pp.
- Álvarez-Borrego, S., Ballesteros-Grijalva, G. y Chee-Barragán. A. 1975. Estudio de algunas variables fisicoquímicas superficiales en Bahía san Quintín, en verano, otoño e invierno. Ciencias Marinas. 2 (2): 1-9.
- Álvarez-Borrego, S., Acosta-Ruiz, M. y Lara-Lara, J. R. 1977. Hidrología comparativa de las dos bocas de dos estuarios de Baja California. Ciencias Marinas. 4(1): 1-11.
- Allen, M. J. 1982. Functional structure of soft-bottom fish communities of the Southern California. Ph.D. thesis, Univ. Cal. San Diego, 577 pp.
- Allen, L. G. 1988. Recruitment, distribution and feeding habits of young-of-the-year California halibut (*Paralichthys californicus*) in the vicinity of Alamitos Bay-Long Beach Harbor, California, 1983-1985. Bull.Southern California Acad. Sci. 87(1): 19-30 p.
- Allen, M. J. y G. B. Smith. 1988. Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering sea and northeastern Pacific. U.S. Dept. commerce, NOAA Tech. Rep., NMFS-66. 151 pp.

- Allen, M. J. 1990. The biological environment of the California halibut (*Paralichthys californicus*) resource and fisheries. Dep. of Fish and Game. Fish Bulletin. 174:7-29 pp.
- Amezaga, 1988. Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión Bibliografía de los objetivos y la metodología. Inf. Téc. Inst. Esp. Oceanog. Min. Agr. Pesca y Aliment. 63: 71.
- Ballesteros-Grijalva, G. y García-Lepe, M. G. 1993. Producción y biodegradación de *Spartina foliosa* en Bahía de San Quintín, B.C, México. Ciencias Marinas. 19(4): 445-459.
- Bardach J. E. Ryther, W. O McLarney, 1986. Acuacultura: Crianza y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. Editorial A. G.T S.A. México, D.F., 741 pp.
- Barnard, J. L. 1962. Benthic marine exploration of Bahía San Quintín, Baja California. 1960-1961. Pacific Nat., 3(6): 251-281.
- Barnard, J. L. 1964. Marine amphipoda of Bahía de San Quintín, Baja California. 1960-1961. Pacific Nat., 1(3): 55-139.
- Barnard, J. L. 1970. Benthic ecology of Bahía San Quintín, Baja California. Smithsonian Contr. Zool., 44: 1-60.
- Barnett A. M., A. E. Jahn, P. D. Sertc y W. Watson, 1984. Distribution of ichthyoplankton off San Onofre, California, and methods for sampling very shallow coastal waters. Fish. Bull. 82: 97-111.

- Barry, J. P y G. M. Cailliet, 1981. The utilization of shallow marsh habitats by commercially important fishes in Elkhorn Slough, California. *In* D. Koch (ed), Cal. Neva Wildlife Transactions, p. 38-51.
- Basharin, G. P. 1959. On a statistical estimate for the entropy of a sequence of independent variables. *Theoriy Prob. Appl.* 4: 333-336.
- Berg, J. 1979. Discussion of methods of investigating the food of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiusculos flavescens* (Gobiidae). *Mar. Bio.* 50: 263-273.
- Blake, J. A., P. H. Scott.y A. Lissner. 1995. "Miscellaneous Taxas" *In*: Taxonomic Atlas of Benthic fauna of the Santa Barbara Basin and Western Santa Barbara Channel. Edit. Santa Barbara Museun of Nat. Hist. California. (14) 305 pp.
- Buenfil-López, L. A. 1990. Aspectos biológicos del lenguado de California *Paralichthys californicus* (AYRES), en la laguna costera Estero Punta Banda, Ensenada Baja California. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada México. 45 pp.
- Calderón-Aguilera, L. E. 1992. Análisis de la infauna béntica de Bahía de San Quintín, Baja California, con un énfasis en su utilidad en la evaluación de impacto ambiental. *Ciencias Marinas.* 18(4): 27-46.
- Calderón-Aguilera, L. E. y Joraruria, A. 1996. Nuevos registros de especies de poliquetos (Annelida: Polychaeta) para la Bahía de San Quintín, Baja California México. *Ciencias Marinas.* 12(3): 41-61.

- Carrillo-Cortes, A. 1994. Composición específica, estructura y características poblacionales del lenguado de California (*Paralichthys californicus*) en la Bahía de Todos Santos y el Estero de Punta Banda, durante los meses de abril 1992 a marzo de 1993. FCM-UABC. 52 pp.
- Clark, G. H. 1931. The California halibut (*Paralichthys californicus*) and an analysis of the boat catches. Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull. 32-52 p.
- Contreras, F. 1985. Las Lagunas Costeras Mexicanas, 2a ed. Centro de Ecodesarrollo, Secretaria de Pesca, México. 263 pp.
- Crow, M.E. 1981. Some statistical techniques for analyzing the stomach contents of fish. In: G.M. Cailliet and C.A Simenstad (eds.), Fish food habits studies: proceedings of the third Pacific workshop. University of Washington, Sea Grant WSG-WO 82-2, 8-15.
- Chávez-de Nishikawa, A. y Álvarez-Borrego, S. 1974. Hidrología de la Bahía de San Quintín, Baja California, en invierno y primavera. Ciencias Marinas, 1(2): 31-62.
- Dawson, E. Y. 1951. A further study of upwelling and vegetation along Pacific Baja California, Mexico. J. Mar. Res., 10(1): 39-58.
- Dawson, E. Y. 1962. Benthic marine exploration of Bahía de San Quintín, Baja California, 1960-1. Marine and marsh vegetation. Pacific Nat., 3: 275-280.
- Del Valle-Lucero, I. y Cabrera-Muro, H. R. 1981a. Aplicación de un modelo numérico unidimensional a Bahía San Quintín, B.C. Verano de 1977. Ciencias Marinas. 7(1): 1-15.

- Del Valle-Lucero, I. Y Cabrera-Muro, H. R. 1981b. Análisis estadístico de condiciones hidrodinámicas en Bahía de San Quintín, B.C. Verano de 1977. Ciencias Marinas. 7(1): 17-29.
- Emery, K. O. y R. E. Stevenson, 1957. Estuaries and lagoons. I. Physical and chemical characteristics. P. 673-693. In J.W. Hedgpeth, ed. Treatise on Marine Ecology and Paleoecology I. Geol. Soc. Am. Men. 67.
- Fitch, J. E. 1965. Offshore fishes of California, 3rd. Revision, Calif. Dept. Fish and Game Sacramento, C.A. 80 pp.
- Fitch, J y R. Lavenberg, 1971. California Marine Food & Game Fishes. University of California Press. 179 pp.
- Frey, H. W., ed. 1971. California's living marine resources and their utilization. Calif. Dept. Fish Game., 148 pp.
- Gadomski, D. M., S.M. Caddell, L.R. Abbotto y T.C. Caro, 1990. Growth and development of larval and juvenile California halibut, *Paralichthys californicus* reared in the laboratory. In C.W. Haugen, (ed.). The California halibut, *Paralichthys californicus* resource and fisheries. Calif. Dept. Fish and Game. Fish. Bull. 174: 85-98.
- Gadomski, D. M., M. S. Caddell, 1991. Effects of temperature on early-life-history stages of California halibut, *Paralichthys californicus*. Fishery Bull. 89: 567-576.
- Ginsburg, I. 1952. Flounders of the genus *Paralichthys* and related genera in American Waters. U.S. Fish Wildl. Serv., Fish Bull. 52 (71): 267-351.
- Golley, F.B. 1961. Energy values of ecological materials. Ecology 42 (3): 581 – 584.

- Godin, J. G. 1997. Behavioral Ecology of Teleost Fishes. University Press Oxford. 384 pp.
- Godin, J. G. J. 1981. Daily patterns of feeding behavior, daily ration, and diets of juvenile pink salmon (*Onchorhynchus gorbuscha*) in two marine bays of British Columbia. Can. J. Fish. Aquat. Sci 38: 10-15.
- Gosner, K. L. 1971. Guide to Identification of Marine and Estuarine Invertebrates. Wiley-Interscience a Division of John Wiley y sons, Inc. U.S.A. 693 pp.
- Griffiths, D. 1977. Caloric variation in crustacean and other animals. J. Anim. Ecol. 46 (2) 593-605.
- Gruber, D., E. H. Ahlstrom, y M.M. Mullin, 1982. Distribution of ichthyoplankton in the Southern California Bight. CalCOFI Rep. 23: 137-151.
- Gutter, A. S. 2000. Ontogenetic variation in the diet of the cleaner fish *Labroides dimidiatus* and its ecological consequences. Mar. Ecol. Prog. Ser. 197: 241-246.
- Haaker, P. L. 1975. The biology of the California halibut, *Paralichthys californicus* (Ayres), in Anaheim Bay: In E.D. Land and C.W. Hill (eds.), The Marine Resources of Anaheim Bay., Calif. Dept. Fish Game, Fish Bull., 165: 137-151.
- Hammann, G. y J. A. Rosales-Casián. 1990. Taxonomía y Estructura de la Comunidad de Peces del Estero Punta Banda y Bahía de Todos Santos, Baja California México. Cap 6: 153-192. En Rosa Vélez S. de la y F. González-Farías (eds). Temas de Oceanografía Biológica en México, Ensenada Baja California. 337 pp.
- Haugen C.W. (ed). 1990. The California halibut, *Paralichthys californicus*, Fish Bulletin 174. The Resource Agency. Department of Fish and Game. State of California. 475 pp.

- Herran, R. A. 1988. Análisis de contenidos estomacales en peces. Revisión bibliográfica de los objetivos y metodología. Inf. Tec. Inst. Esp. Ocenogr., 63: 74 pp.
- Hutcheson, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. J. Theoret. Biol. 29: 151-154.
- Huturbia, J. 1973. Trophic diversity measurement in sympatric predatory species. Ecology 54: 885-890.
- Hynes, H.B.N. 1950. The food of fresh-water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*), with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol. 19, 36-58.
- Ibarra-Obando, S. E y Huerta-Tamayo, R. 1987. Blade production of *Zostera marina* L. during the summer-autumn period on the Pacific coast of Mexico. Aquatic Botany, 28: (3-4):301-316.
- Ibarra-Obando, S. E. 1990. Las lagunas costeras de Baja California. Ciencia y Desarrollo, (México), 16(92):39-49.
- Instituto Nacional de Pesca. 1976. Catálogo de Peces Marinos Mexicanos. Secretaria de Industria y Comercio, Instituto Nacional de Pesca, México DF, 462 pp.
- Jones, S. N. 1976. British Cumaceans. Arthropoda: Crustacea. The Linnean Society of London by Academic Press London and New York. 1-59 p.
- Kathman, R. S., W.C. Austin, J. C. Saltman, and J.D. Fulton. 1986. Identification Manual to the Mysidacea and Euphysiacea of the Northeast Pacific. Canadian Special Publ. Of Fish. And Aquat. Sci. no. 93.

- Kramer, S. H. y J. R. Hunter, 1987. Southern California wetland/shallow water habitat investigation. Annual report for fiscal year 1987. NMFS, Southwest Fisheries Center, La Jolla, CA. 12 pp.
- Kramer, S. H. 1990a. Halibut specificity and ontogenetic movements of juvenile California halibut *Paralichthys californicus*, and other flatfishes in shallow waters of southern California. Natl. Mar. Fish. Serv. Southwest Fisheries Center, La Jolla, C.A. Administrative Report LJ-90-22. 157 pp.
- Kramer, S. H. 1990b. Distribution and Abundance of juvenile California halibut *Paralichthys californicus*, in Shallow Waters of San Diego County. In C.W. Haugen, ed. The California halibut, *Paralichthys californicus*, resource and fisheries. Calif. Dept. Fish. and Game, Fish Bull. 174: 99-126.
- Kramer, S. H. 1991. Growth, mortality, and movements of juvenile California halibut *Paralichthys californicus*, in shallow coastal and bay habitats of San Diego County. California. Fish. Bull. 89: 195-207.
- Kramer, S. H. 1991. The shallow-water flat-fishes of San Diego County. CalCOFI Rep., 32: 28-142.
- Krygier, E. E. y H.F. Horton, 1975. Distribution, reproduction and growth of *Crangon nigricauda* and *C. franciscorum* in Yaquina Bay, Oregon, North-West Sci. 49: 216-240.
- Lara-Lara, R. y Álvarez-Bórrego, S. 1975. Ciclo anual de clorofila y producción orgánica primaria en Bahía de San Quintín, BC. Ciencias Marinas, 2(1): 77-97.

- Lavenberg R.J., G.E. McGowan, A. E. Jahn, J.H. Petersen y T.C. Sciarrota, 1986. Abundance of southern California nearshore ichthyoplankton: 1979-1984. CalCOFI. Rep. 27: 53-64.
- Love M.S., J.S. Stephens, Jr., P.A. Morris, M.M. Singer, M. Sandhu y T.C. Sciarrota. 1986. Inshore soft substrata fishes in the Southern California Bight: An overview. CalCOFI. Rep. 27: 53-64.
- Lloyd, M., J. H., Zar and J. R. Karr. 1968. On the calculation of information-theoretical measures of diversity. Amer. Midland Natur. 79: 257-272.
- Margalef, R., 1977. Ecología. 2º ed. Edit. Omega. Barcelona. 951 pp.
- Mauchline, J. 1982. The biology of Mysids and Euphasds. 1-36 pp . *In*: Advances in Marine Biology. Edit. Blaxter, J.H., S.F. Russell y S.M. Yonge. (18), 356 pp.
- Mendoza-Carranza, M. 1995. Descripción y comparación de las dietas de *Paralabrax maculatofasciatus*, *P. Clatrhatius* y *P. Nebulifer*, en el Estero de Punta Banda y la Bahía de Todos Santos, Ensenada, Baja California, México. Tesis de Maestría. CICESE. 65 p.
- Menzies, J. R. 1969. The marine isopod fauna of Bahía de San Quintín, Baja California, México. Pacific Naturalist. 3(11).
- Millán-Núñez, R. y Álvarez-Borrego, S. 1978. Ecuaciones espectrofotométricas tricromáticas para la determinación de clorofila *a*, *b*, y *c* y sus feofitinas, Ciencias Marinas, 5(1): 47-55.

- Miller, D. J. y R. N. Lea, 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. Calif. Dept. Fish and Game, Fish bull. 157, 249 pp.
- Morris, R. H., D.P. Abbott y E.C. Harderlie. 1980. Interdial Invertebrates of California Stanford University Press, Stanford, California. 690 pp.
- Navarro-Mendoza, M. 1985. Ecología Trófica de la comunidad ictica en el Estero Punta Banda, Ensenada, México. Tesis Maestría. CICESE. 185 pp.
- Oda, D. 1991. Development of Eggs and Larvae of California Halibut *Paralichthys californicus* and Fantail Sole *Xystreurus liolepis* (Pisces: Paralichthyidae). Fish. Bull. 89 (3): 387-402.
- Pattie, B. H y C. S. Baker, 1969. Extensions of the know northern range limits of ocean whitefish *Caulolatilus princeps* and California halibut *Paralichthys californicus*. Fish. Res. Bd. Can. J. 26(5): 1371-1372.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. Editorial John Wiley and Sons, New York, 165 p.
- Pinkas, L., M. S. Oliphant y I. L. K. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California Waters. Calif. Dept. Fish Game. Fish Bulletin 152: 139 pp.
- Plummer, K.M., E. E. De Martini, y D. A. Roberts. 1983. The feeding habits and distribution of juvenile-small adult California halibut (*Paralichthys californicus*) in coastal waters off northern San Diego County, CalCOFI Rep., 24 194-201.
- Poumián-Tapia, M. 1995. Sobre la cuantificación de la biomasa de *Zostera marina* L. En Bahía de San Quintín, BC, durante un ciclo anual. Tesis Maestría, CICESE, Ensenada BC, México, 152 pp.

- Ramírez-González, A. A. 1990. Distribución y abundancia de *Paralichthys californicus* análisis de acompañamiento de la Bahía de Todos Santos, Baja California, México. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada México. 70 pp.
- Roberts, D., E. De Martini, C. Engel y K. Plummer, 1982. A preliminary evaluation of prey selection by juvenile-small adult California halibut (*Paralichthys californicus*) in nearshore coastal waters off southern California. P 214-223. In G.M. Cailliet C.A. Simenstad (eds.), Gutshop 81, Fish Food Habits Studies. Wash. Sea Grant Publ., Univ. Wash., Seattle, W.A.
- Rosales-Casián, J. A. 1996. Ictiofauna de la Bahía de San Quintín, Baja California México, y su costa Adyacente. Ciencias Marinas. 22(4):443-458 p.
- Rosales-Casián, J. A. 1997a. Estructura de la comunidad de peces y el uso de los ambientes de bahías, lagunas y costa abierta en el Pacífico Norte de Baja California. Tesis Doctoral Ecología Marina. CICESE. 201 pp.
- Rosales-Casián, J. A. 1997b. Inshore Soft-Bottom fishes of two coastal lagoons on the Northern Pacific coast of Baja California. CalCOFI. Rep. 38 180:192.
- Salazar-Vallejo, S. I, León-González A. J y Salaices-Polanco, H. 1989. Poliquetos (Annelida:Polychaeta) en México. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S México. 212 pp.

- Sandoval-Muy, M. I. 1995. Hábitos alimenticios y aportación nutricional de la dieta de *Paralichthys californicus* en Bahía de Todos Santos y el Estero de Punta Banda, Ensenada, B.C. México. Tesis de M. en C. CICESE. Ensenada, 62 pp.
- Sokal, R. R. y Rohlf, F. J. 1969. Biometry. W. W. H. Freeman. 776 pp.
- Sounders, G.B. y Sounders, D.C. 1981. Waterfowl and their wintering grounds in Mexico, 1937-64. US Fish and Wildlife Service Res. Publ., 138: 151 pp.
- Tattersall, W. M. 1951. A review of the Mysidacea of the United States National Museum. United States National Museum, Bulletin 201, Smithsonian Institution, Washington, D.C. 292 pp.
- Vásquez-Yeomans, R. 1996. Zooplankton suprabentónico de la Bahía de Todos Santos, B.C. México de primavera-verano de 1987. Tesis licenciatura. Facultad de Ciencias, UABC. 64 pp.
- Wainwright, P. C. y B. A. Richard. 1995. Predicting patterns of prey use from morphology of fishes. Environ. Biol. Fishes 44: 97-113.
- Ward, D. H., Tibbitts, T. L., Mason, J.D., Seidl, A.L., Derksen, D.V., Elridge, W.D., Aguilar, J. L. y García, B.S. 1991. Migration patterns and distribution of brant subpopulations in Mexico. 1991. Progress Rep., Alaska Fish y Wildlife Research Center, US Fish and Wildlife Service, 27 pp.
- Wells, A. W. 1986. Aspects of ecology and life history of the woolly sculpin, *Clinocottus annalis*, from Southern California. California Fish Game, 72: 213-226.

- Windell. J. T., Bowen. S.H. 1978. Methods for the assessment of fish production in fresh waters, 3rd end. Ed. T. Bagnel. Oxford Blackwell scientific Publications. 219-299 p.
- Wilbur, S. R. 1987. Birds of Baja California. University of California Press, Berkeley California. 242 pp.
- Wissing, T. E., R. M., Darnell, M.A. Ibrahim, y L. Berner. 1973. Caloric values of marine animals from the Gulf of Mexico. Contr. Mar. Sci. 17: 1-7.
- Yáñez-Arancibia. 1975. Sobre los estudios de peces en las lagunas costeras, nota científica. An. Centro Ciencias del Mar y Limnol., UNAM, 22(2): 53-60.
- Yáñez-Arancibia, A y R. Nuget. 1977. El papel ecológico de los peces en los estuarios y lagunas costeras. An. Centro del Mar y Limnol., UNAM. 4 (1): 107-114.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. Edt. AGT. México, 186 pp.
- Yoshiyama, R. M. 1980. Food habits of three species of rocky intertidal sculpins (Cottidae) in Central California. Copeia, 1980: 515-525.
- Zaret, T.M. y A.S. Rand. 1971. Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. Ecology. 52: 336-342.
- Zar, H. J. 1984. Biostatistical Analysis. Second edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.U.S.A. 717 pp.

Anexo I. Presas consumidas por el lenguado de California *Paralichthys californicus* recolectado en la Bahía de San Quintín, Ensenada, Baja California México. (n = 192)

GRANDES GRUPOS	FAMILIAS	ESPECIES	NÚMERO ASIGNADO
Phylum Annelida			
Clase Polychaeta			
Orden Terebellida	Terebellidae	Sp.1	1
		Sp.2	2
		Sp.3	3
		Sp.4	4
	Pactinariidae	Sp.5	5
Orden Sabellida	Sabellidae	Sp.6	6
		Sp.7	7
Phylum Arthropoda			
Clase Crustacea			
Subclase Malacostraca			
Superorden Peracarida			
Orden Cumacea	Diastylidae	<i>Diastypopsis dawsoni</i>	8
		Sp.8	9
	Ceratocumatidae	Sp.9	10
		Sp.10	11
Orden Mysidacea			
Suborden Lophogastrida	Lophogastridae	<i>Lophogaster</i> sp	12
Suborden Mysida	Mysidae		
	Subfamilia		
	Mysinae	<i>Mysis</i> sp	13
		Sp.11	14
		<i>Metamysidopsis elongata</i>	15
		Sp.12	16
		<i>Mysidopsis</i> sp.1	17
		Sp.13	18

		<i>Mysidopsis californica</i>	19
		Sp.14	20
		Sp.15	21
Orden Amphipoda			
Suborden Gammarida	Gammaridae	Sp.16	22
		Sp.17	23
		Sp.18	24
		Sp.19	25
		Sp.20	26
		Sp.21	27
Orden Isopoda		Sp.22	28
		Sp.23	29
		Sp.24	30
		Sp.25	31
Suborden Flabellifera	Cymothoidae	<i>Lironeca vulgaris</i>	32
		Sp.26	33
	Sphaeromatidae	<i>Paracerceis sculpta</i>	34
		Sp.27	35
Superorden Eucarida			
Orden Decapoda			
Sección Penaeidea	Penaeidae	<i>Penaeus</i> sp.1	36
Restos de Crustáceos			35
Pylum Chordata			
Clase Osteichthyes			
Orden Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena guttata</i>	37
		Sp.28	38
		Sp.29	39
		Sp.30	40
Orden Clupeiformes	Clupeidae	<i>Sardinops sagax</i>	41

	Eugraulidae	<i>Anchoa delicatissima</i>	42
		<i>Eugraulis mordax</i>	43
Orden Batrachoidiformes	Batrachoididae	<i>Porichthys myriaster</i>	44
Orden Perciformes	Embiotocidae	<i>Cymatogaster aggregata</i>	45
	Gobiidae	<i>Clevelandia ios</i>	46
		<i>Gobionellus longicaudus</i>	47
		<i>Gillichthys mirabilis</i>	48
		<i>Ilypnus gilberti</i>	49
Orden Atheriniformes	Atherinidae	<i>Atherinops affinis</i>	50
		Sp.31	51
Orden Gasterosterformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus leptorhynchus</i>	52
Restos de Peces			53
Phylum Chlorophyta			
Clase Chloropyceae			
Orden Ulotrichales	Ulvaceae	<i>Enteromorpha</i> sp.1	54
Phylum Phaeophyta			
Clase Pheophyta			
Orden Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Padina</i> sp.1	55
División Magnoliophyta			
Clase Liliopsida			
Subclase Alismatidae			
Orden Potamogetonales	Zosteraceae	<i>Zostera marina</i>	56

