



**CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S. C.**

Programa de Estudios de Posgrado

**CARACTERIZACIÓN DEL HÁBITAT DE JUVENILES DE LA
LANGOSTA ROJA *Panulirus interruptus* (Randall, 1839) EN DOS
SITIOS UBICADOS EN SU ZONA DE MAYOR ABUNDANCIA EN
BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.**

T E S I S

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación en: Biología Marina)

p r e s e n t a

Verónica Castañeda Fernández de Lara

La Paz, B. C. S. Junio 2005

Programa de Estudios de Posgrado

Caracterización del hábitat de juveniles de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1839) en dos sitios ubicados en su zona de mayor abundancia en Baja California Sur, México.

TESIS

**Que para obtener el grado de
DOCTOR EN CIENCIAS**

USO, MANEJO Y Preservación de Recursos Naturales

(Orientación en: Biología Marina)

Presenta

Verónica Castañeda Fernández de Lara



Comité de Asesores:

Dr. Mark J. Butler IV, Old Dominion University

Dr. Jaime González Cano, CRIP-INP, WWF

Dr. Sergio Guzmán del Prío, ENCB-IPN

Dr. Sergio Hernández Vázquez, CIBNOR, S. C.

Dra. Elisa Serviere Zaragoza, CIBNOR, S. C.

La Paz, B. C. S., Junio 2005

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las _____ horas del día _____ del Mes de _____ del 2005, se procedió los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la tesis de grado titulada:

Caracterización del hábitat de juveniles de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1839) en dos sitios ubicados en su zona de mayor abundancia en Baja California Sur, México.

Presentada por el alumno:

Verónica Castañeda Fernández de Lara

Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y
PRESERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN
Biología Marina

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

LA COMISION REVISORA

Dra. Elisa Serviere Zaragoza
Co-DIRECTORA DE TESIS

Dr. Sergio Hernández Vázquez
Co-DIRECTOR DE TESIS

Dr. Sergio Guzmán del Prío
Co-TUTOR

Dr. Mark Joseph Butler IV
Co-TUTOR

Dr. Jaime González Cano
Co-TUTOR

Dra. Thelma Rosa Castellanos Cervantes
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CONFORMACIÓN DEL COMITÉ

Esta tesis fue dirigida por:

Dra. Elisa Serviere Zaragoza Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Sergio Hernández Vázquez Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

El comité tutorial estuvo integrado por:

Dr. Mark Joseph Butler IV Old Dominion University

Dr. Jaime González Cano Centro Regional de Investigación Pesquera -Instituto Nacional de la Pesca, World Wildlife Found

Dr. Sergio Guzmán del Prío Escuela Nacional de Ciencias Biológicas – Instituto Politécnico Nacional

Dr. Sergio Hernández Vázquez Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dra. Elisa Serviere Zaragoza Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

El jurado de examen de grado estuvo integrado por:

Dr. Mark Joseph Butler IV Old Dominion University

Dr. Jaime González Cano Centro Regional de Investigación Pesquera -Instituto Nacional de la Pesca, World Wildlife Found

Dr. Sergio Guzmán del Prío Escuela Nacional de Ciencias Biológicas – Instituto Politécnico Nacional

Dr. Sergio Hernández Vázquez Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dra. Elisa Serviere Zaragoza Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Salvador Lluch Cota (Suplente) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

Dr. Daniel Lluch Cota (Suplente) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste

RESUMEN

Caracterización del hábitat de juveniles de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1839) en dos sitios ubicados en su zona de mayor abundancia en Baja California Sur, México.

Revisado por

Dra. Elisa Serviere Zaragoza

Dr. Sergio Hernández Vázquez

Muchos aspectos de la historia de vida temprana de la langosta roja *Panulirus interruptus* han sido pobremente conocidos, incluso la relación entre la estructura del hábitat, disponibilidad de recurso de alimento y nutrición de juveniles. En la presente investigación se estudiaron las diferencias espaciales y temporales en el uso de hábitat de juveniles bentónicos tempranos, el consumo de alimento, composición de dieta y la condición nutricional de juveniles en dos sitios de la costa Pacífico de la Península de Baja California (México) con condiciones oceanográficas y biológicas contrastantes. Un sitio (Arvin) se localiza dentro de una bahía protegida, Bahía Tortugas donde las aguas y la flora macroalgal bentónica dominante son más templadas. El segundo sitio (Queen) en Bahía Sebastián Vizcaíno se localizó a lo largo de un litoral más abierto donde las temperaturas de agua de mar eran más altas y la flora bentónica fue indicativa de mares más calidos. En ambos sitios, se estudio la epifauna al azar dentro de los hábitats vegetales para estimar la disponibilidad estacional de recursos de alimento para las langostas juveniles desde otoño 2001 hasta verano 2002. Concurrentemente, se emplearon trampas para capturar juveniles de *P. interruptus* para realizar el análisis del contenido estomacal. En ambos sitios, Amphipoda, Gastropoda y Polychaeta dominaron las asociaciones de epifauna, determinado por un Índice de Importancia. Los juveniles de *P. interruptus* consumieron principalmente crustáceos (principalmente Amphipoda e Isopoda) y el material vegetal (el pasto marino *Phyllospadix* spp. y las algas coralinas articuladas), pero su espectro de alimento fue amplio. El Índice de Selección de Recursos Manly indicó que las langostas prefirieron algunas presas (por ejemplo, Brachyuros) sobre otros a pesar de si bajo valor del índice de importancia. A pesar de las marcadas diferencias en los tipos de alimento y su disponibilidad entre los sitios, no hubo diferencias significativas en la condición nutricional (por ejemplo, peso relativo de la glándula digestiva) de las langostas en ambos sitios. Sin embargo, la condición nutricional de langostas disminuyo durante algunas estaciones. En particular, su condición deterioró durante la primavera (abril del 2002) en el Arvin, coincidiendo con la mayor proporción de individuos con estómagos vacíos. Este estudio mostró que los juveniles de la langosta espinosa Californiana *P. interruptus* tienen la capacidad de adaptación al alimento disponible en las condiciones ambientales diferentes prevalecientes en el Centro de la Península de Baja California. Por otro lado, los requisitos del hábitat de los juveniles bentónicos tempranos de la langosta espinosa Californiana *Panulirus interruptus*, sólo es conocido en estudios dirigidos cerca de su rango geográfico

más norteño dónde las condiciones ambientales difieren notablemente de aquéllos a lo largo de la costa Pacífico de Baja California Sur (México). Por consiguiente, se determinaron las preferencias del hábitat de juveniles de *P. interruptus* en la porción central de su rango de distribución. Se compararon los datos del campo con los resultados de los experimentos del laboratorio donde se probó la selección del juvenil de *P. interruptus* por los tipos específicos de hábitat vegetal de la zona de crianza en la que esta especie posiblemente lleve a cabo el asentamiento bentónico. La flora natural dominante en un sitio ("Queen") en Bahía Sebastián Vizcaíno fueron el pasto marino *Phyllospadix torreyi* y las algas cafés *Sargassum agardhianum* y *Padina caulescens*. En el otro sitio ("Arvin") en Bahía Tortugas, fueron los pastos marinos *P. scouleri*, *Zostera marina* y las algas cafés *Macrocystis pyrifera* y *S. muticum*. Aunque se realizaron búsquedas de juveniles de *P. interruptus* en diferentes profundidades y hábitats en estos dos sitios, los juveniles bentónicos tempranos (6.6 a 21.3 mm de longitud de cefalotórax) se encontraron casi exclusivamente (93%) en la zona del intermareal, dentro de la base de las hojas de *Phyllospadix* spp. Las densidades juveniles más altas se encontraron durante otoño en ambos sitios, En experimentos en laboratorio que prueban la preferencia del hábitat, los juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus* prefirieron (en el orden de preferencia): el alga roja *Gelidium robustum*, el pasto marino *Phyllospadix*, el alga roja *Plocamium pacificum* y el áptera del alga marina *Macrocystis pyrifera*. Un segundo experimento del laboratorio demostró que estas preferencias están influenciadas por las señales de olor emitidos por los macrófitos. Estos resultados coincidieron con la preferencia del hábitat observada anteriormente por otros autores. La ecología de juveniles de *P. interruptus* en este área es similar a la ecología observada en California, EEUU.

Palabras clave adicionales: *Panulirus interruptus*, *Phyllospadix* spp., langosta espinosa, ecología alimentaría, juveniles, estadio bentónico temprano, preferencia de hábitat

ABSTRACT

Habitat characterization of juveniles of the Californian spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall, 1839) in two sites located inside of the zone of bigger abundance in Baja California Sur, México.

Abstract approved by:

Dra. Elisa Serviere Zaragoza

Dr. Sergio Hernández Vázquez

Many aspects of the early life history of the red lobster *Panulirus interruptus* are poorly known, including the relationship between habitat structure, food resource availability, and nutrition of juveniles. I investigated the spatial and temporal differences in food intake, diet composition, and nutritional condition of juveniles at two sites along the Pacific coast of the Baja California Peninsula (Mexico) with contrasting oceanographic and biological conditions. One site (Arvin) is located inside a protected bay, Bahía Tortugas, where the waters are cooler and temperate sea grasses and macro algae are the dominant benthic flora. The second site (Queen) in Bahía Sebastián Vizcaíno was located along a more open coastline where seawater temperatures were higher and the benthic flora more indicative of warmer seas. At both sites, we randomly sampled epifauna within vegetated habitats to estimate the seasonal availability of food resources for juvenile lobsters from autumn 2001 until summer 2002. Concurrently, we used traps to sample *P. interruptus* juveniles for stomach content analysis. At both sites, Amphipoda, Gastropoda, and Polychaeta dominated the epifauna assemblages, as determined by an Index of Importance. Juvenile *P. interruptus* primarily consumed crustaceans (mostly amphipods and isopods) and vegetal material (surf-grass *Phyllospadix* spp. and calcareous algae), but their food spectrum was wide. Manly's Index of Resource Selection indicated that lobsters preferred some prey (e.g., Brachyurans) over others despite their low Index of Importance. Despite marked differences in the types of food and their availability between sites, there were no significant differences in the nutritional condition (e.g., relative weight of the digestive gland) of lobsters at the two sites. However, the nutritional condition of lobsters was effected during some seasons. In particular, their condition deteriorated during the spring (April 2002) at Arvin, as did the proportion of individuals with empty stomachs. This study shows the feeding adaptation capacity of the juvenile California spiny lobster *P. interruptus* to different environmental conditions prevalent in Centre Baja California Peninsula. In other hand the habitat requirements of early benthic stage juvenile California spiny lobster, *P. interruptus*, are known only from studies conducted near its northernmost geographic range, where environmental conditions differ markedly from those along the Pacific coast of southern Baja California (Mexico). Therefore, we determined the habitat preferences of juvenile *P. interruptus* in the central portion of their range. Field data were then compared with results from laboratory experiments wherein we tested the choice of juvenile lobster for specific types of vegetated nursery habitat in which this species may settle. The

dominant natural floras at one site (“Queen”) in the Bahía Sebastián Vizcaíno are the surf grass *Phyllospadix torreyi* and the brown algae *Sargassum agardhianum*, and *Padina caulescens*. At the other site (“Arvin”) in the Bahía Tortugas, surf grass *P. scouleri*, sea grass *Zostera marina*, and giant brown algae *Macrocystis pyrifera* and *S. muticum* are the dominant floras. Although we surveyed for *P. interruptus* at different depths and habitats at these two sites, early benthic juveniles (6.6 to 21.3 mm carapace length) were almost exclusively (93%) found in the intertidal zone within the base of the blades of *Phyllospadix* spp. The highest juvenile densities were found during autumn at both sites, in laboratory experiments testing habitat preference, early benthic juvenile lobsters preferred (in order of preference): red algae *Gelidium robustum*, surf grass *Phyllospadix*, red alga *Plocamium pacificum*, and holdfasts of the kelp *Macrocystis pyrifera*. A second laboratory experiment demonstrated that these preferences were driven by odor cues. These results are agreeing with previous observed habitat preference. The ecology of juveniles *P. interruptus* in this area is similar to the ecology observed in California, USA.

Additional keywords: Early benthic stage juveniles, *Panulirus interruptus*, Feeding ecology *Phyllospadix* spp., spiny lobster, habitat preference

DEDICATORIA

Al amor

a Dios

a la vida

a mis padres

a mis hermanos

a mis sobrinos

a mis amigos

a la ciencia

al mar

y

a las langostas

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo de la beca-crédito No. 112870.

Al CONACyT por su apoyo al proyecto No. 35151-B que sustentó académica y económicamente la presente investigación.

Al apoyo parcial del proyecto “Linking human and biophysical processes in coastal marine ecosystems of Baja California” (National Science Foundation: NSF-0410439 / CIBNOR 995-0).

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) por la oportunidad de realizar mis estudios de doctorado, por las facilidades logísticas y académicas.

A la Dra. Elisa Serviere Zaragoza y al Dr. Sergio Hernández Vázquez por su confianza, dirección, dedicación y paciencia.

Al Dr. Mark Butler, por su dirección, dedicación y transmisión de amor a la ciencia y las langostas.

Al Dr. Sergio Guzmán del Prío por su paciencia y enseñanza.

Al Dr. Jaime González Cano por su asesoría.

Al Dr. Germán Ponce Díaz por su apoyo administrativo y financiero a través del proyecto CONACyT, No. 35151-B.

A Armando Vega Velázquez, Director del Programa Langosta, a Carlos Gómez Rojo subdirector del Centro Regional de Investigación Pesquera del Instituto Nacional de la Pesca por su apoyo para la realización de la presente investigación.

Al comité de evaluadores del examen predoctoral Dr. Daniel Lluch-Cota, Dr. Alejandro Maeda, al Dr. Humberto Villareal por sus comentarios constructivos para el desarrollo de la presente investigación.

Al personal del CIBNOR por su apoyo técnico excelente. A Juan José Ramírez Rosas (Jonhy) por su esfuerzo subacuático y por integrarme a la cultura regional. A Alejandra Mazariegos Villareal por su apoyo en el laboratorio, A Alma Rosa Rivera Camacho por compartir a brazo partido la intoxicación con formol.

A las Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera (SCPP) de la Región Pacífico Norte.

A Alejandro Villa Bastida de la SCPP “Bahía Tortugas” por su apoyo en campo, a Ignacio Villavicencio de la SCPP “La Purísima” por su apoyo en campo y hacerme sentir que Bahía Tortugas era mi segundo hogar.

A los pescadores que aman y protegen sus recursos.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. OBJETIVO GENERAL	11
3.1 Objetivos particulares	11
4. MATERIALES Y MÉTODO	12
4.1 Área de Estudio	12
4.2 Localización de las áreas de crianza de juveniles de la langosta <i>P. interruptus</i>	14
4.3 Caracterización del hábitat de juveniles de <i>Panulirus interruptus</i>	18
4.3.1 Caracterización ambiental	18
4.3.2 Caracterización biológica	18
4.3.3 Flora	21
4.3.4 Epifauna	21
4.4 Ecología alimentaria de juveniles de langosta roja <i>Panulirus interruptus</i>	23
4.5 Selección de hábitat estructural de juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i> .	28
4.5.1 Selección del substrato natural	29
4.5.2 Reconocimiento del substrato natural a través de su olor por juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i>	31
4.5.3 Selección bajo la influencia del grupo	31
5. RESULTADOS	33
5.1 Localización de áreas de crianza de la langosta roja <i>Panulirus interruptus</i>	33
5.1.1 Censo visual	33
5.2 Caracterización ambiental de los sitios seleccionados para realizar el estudio del hábitat de juveniles de <i>Panulirus interruptus</i>	39
5.2.1 Arvin, Bahía Tortugas	39
5.2.1.1 Paisaje	39
5.2.1.2 Sedimento	40
5.2.1.3 Temperatura	41
5.2.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno	42
5.2.2.1 Paisaje	42
5.2.2.2 Sedimento	42
5.2.2.3 Temperatura	43
5.2.3 Comparación de temperatura entre sitios	44
5.3 Caracterización biológica del hábitat de juveniles de <i>Panulirus interruptus</i>	45

5.3.1 Arvin, Bahía Tortugas	45
5.3.1.1 Flora	45
5.3.1.2 Epifauna	50
5.3.1.3 Análisis por estratos	53
5.3.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno	55
5.3.2.1 Flora	55
5.3.2.2 Epifauna	61
5.3.2.3 Análisis por estratos	64
5.3.3 Comparación entre sitios	66
5.3.3.1 Flora	66
5.3.3.2 Epifauna	68
5.3.4 Ubicación de los juveniles bentónicos tempranos <i>Panulirus interruptus</i> en su hábitat natural	70
5.4 Ecología alimentaria de juveniles de langosta <i>Panulirus interruptus</i>	72
5.4.1 Captura de organismos	72
5.4.2 Medidas morfométricas de los juveniles de <i>Panulirus interruptus</i>	74
5.4.3 Porcentaje de llenado de los estómagos	75
5.4.4 Condición nutricional	78
5.4.4.1 Peso Relativo de la Glándula Digestiva (PRGD)	78
5.4.4.2 Índice de refractómetro	80
5.4.5 Análisis de la dieta natural	82
5.4.5.1 Arvin, Bahía Tortugas	82
5.4.5.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno	87
5.4.6 Comparación entre grupos tróficos en el contenido estomacal y epifauna del bentos	93
5.4.6.1 Arvin, Bahía Tortugas	93
5.4.6.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno	95
5.4.7 Índice de selección de Manly	97
5.4.7.1 Arvin, Bahía Tortugas	97
5.4.7.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno	100
5.5 Selección de hábitat estructural de juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i>	104
5.5.1 Selección de hábitat natural por juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i>	105
5.5.2 Selección del substrato por juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i> influenciada por la señal de olor	106
5.5.4 Selección del substrato natural por juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i> bajo la influencia de grupo	106
6. DISCUSIÓN	108
6.1 Características del hábitat de juveniles de la langosta <i>Panulirus interruptus</i>	108
6.2 <i>Phyllospadix</i> spp. como hábitat de juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i>	109
6.3 Ecología alimentaria de juveniles de langosta <i>Panulirus interruptus</i>	114
7. CONCLUSIONES	119
8. REFERENCIAS	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sitios seleccionados para la realización del estudio.	17
Figura 2. Transectos usados en la definición de área mínima de muestreo en el Arvin.	20
Figura 3. Número acumulativo de especies vs número de cuadrantes en el Arvin, Bahía Tortugas, BCS.	20
Figura 4. Curva estándar de albúmina bovina. ♦ Datos observados y la línea recta representa la ecuación de regresión entre las concentraciones conocidas y las lecturas en el refractómetro industrial.	25
Figura 5. Diagrama trófico combinado.	27
Figura 6. Posición de cada substrato para el experimento de selección de hábitat estructural de los juveniles bentónicos tempranos <i>P. interruptus</i>	29
Figura 7. Distribución espacial de la abundancia de la langosta roja <i>P. interruptus</i> por intervalo de talla de longitud cefalotorácica (LC mm), estimada mediante el censo visual.	37
Figura 8. Perfil dasonómico del piso submarino del campo pesquero Arvin, Bahía Tortugas.	40
Figura 9. Porcentajes de arenas, limos y arcillas en diferentes zonas de Arvin. (Intermareal: ≤ 1 m, somero: 2-3m y profundo: 4-6m). ($\bar{x} \pm \sigma$)	41
Figura 10. Vista del piso submarino en bajamar del campo pesquero Queen.	42
Figura 11. Porcentajes de arenas, limos y arcillas en diferentes zonas de Queen. Intermareal: ≤ 1 m, somero: 2-3m y profundo: 4-6m). ($\bar{x} \pm \sigma$)	43
Figura 12. Temperatura promedio estacional del agua de mar de fondo ($\bar{x} \pm \sigma$) en ■ Arvin y ○ Queen.	44
Figura 13. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de otoño en Arvin.	48
Figura 14. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de invierno en Arvin.	48
Figura 15. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de primavera en Arvin.	49
Figura 16. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de verano en Arvin.	49
Figura 17. Índice de valor de importancia de los principales grupos de epifauna por estación del año para Arvin.	52
Figura 18. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) de otoño en Queen.	58
Figura 19. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) en invierno en Queen.	59

Figura 20. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) en primavera en Queen.	59
Figura 21. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) en verano en Queen.	60
Figura 22. Índice de valor de importancia de los principales grupos de epifauna por estación del año para Queen.	63
Figura 23. Juvenil bentónico temprano de la langosta roja <i>P. interruptus</i> (dentro del círculo amarillo) mimetizado entre la base de las ramas del pasto marino <i>Phyllospadix scouleri</i>	71
Figura 24. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de <i>P. interruptus</i> entre sitios. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra.	75
Figura 25. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de <i>P. interruptus</i> en diferentes épocas del año. De ambos sitios. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra estacional.	76
Figura 26. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de <i>P. interruptus</i> entre sexos. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra.	77
Figura 27. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de <i>P. interruptus</i> entre estadios de muda. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra.	77
Figura 28. Fluctuación estacional del peso relativo de la glándula digestiva (PRGD, $\bar{x} \pm \sigma$) de juveniles de <i>P. interruptus</i> en los dos sitios de estudio	79
Figura 29. Diagrama trófico combinado de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de otoño en Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en al tabla XXIV.....	84
Figura 30. Diagrama trófico de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de invierno en Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en al tabla XXIV.	85
Figura 31. Diagrama trófico de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de primavera de Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en al tabla XXIV.	86
Figura 32. Diagrama trófico de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de verano de Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en al tabla XXIV.	87
Figura 33. Diagrama trófico combinado de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de otoño de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en al tabla XXV.....	89
Figura 34. Diagrama trófico combinado de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de invierno de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXV.....	90

Figura 35. Diagrama trófico combinado de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de primavera de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en al tabla XXV.	91
Figura 36. Diagrama trófico combinado de los juveniles de <i>P. interruptus</i> de verano de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en al tabla XXV.	92
Figura 37. Relación del índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos de juveniles de langosta <i>P. interruptus</i> de Arvin (A), frecuencia de aparición (B) y biomasa relativa (C) de los grupos de epifauna bentónica.	94
Figura 38. Relación del índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos de juveniles de langosta <i>P. interruptus</i> de Queen (A), con la frecuencia de aparición (B) y biomasa relativa (C) de los grupos de epifauna bentónica.	96
Figura 39. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de <i>P. interruptus</i> de acuerdo al índice de selección de Manly en el Arvin. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en FR <i>versus</i> FA.	99
Figura 40. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de <i>P. interruptus</i> de acuerdo al índice de selección de Manly en el Arvin. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en BR <i>versus</i> V.	100
Figura 41. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de <i>P. interruptus</i> de acuerdo al índice de selección de Manly en el Queen. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en FR <i>versus</i> FA.	102
Figura 42. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de <i>P. interruptus</i> de acuerdo al índice de selección de Manly en el Queen. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en BR <i>versus</i> V.	103

LISTA DE TABLAS

Tabla I. Características físicas y flora dominante de los sitios explorados para ubicar juveniles de la langosta <i>Panulirus interruptus</i>. Posición geográfica, tipo de fondo, flora dominante, oleaje, vía de acceso marítima (M) o terrestre (T) y fecha.....	34
Tabla II. Abundancia de las langostas <i>P. interruptus</i> observada en los diferentes sitios censados por inspección visual. Desglosada por intervalo de longitud del cefalotórax (LC). Proporción correspondiente de la estimación del CPUE (censo por minuto).....	35
Tabla III. Abundancia de langostas <i>P. interruptus</i>, estimación a una hora. Contribución por intervalo de longitud del cefalotórax LC (mm) del CPUE total.....	36
Tabla IV. Juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i> capturados en otoño, 2001. Longitud de cefalotórax (LC en mm). En “Arvin”, Bahía Tortugas, “Queen” y “Malarrimo”, Bahía Sebastián Vizcaíno.....	37
Tabla V. Captura de juveniles de <i>P. interruptus</i> en la campaña de muestreo prospectivo. Se reporta el tipo de trampa empleado por sitio y el intervalo de longitud de cefalotórax (LC).....	38
Tabla VI. Biomasa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) estacional de flora bentónica de Arvin. Ausencia de la especie en la localidad (-).	46
Tabla VII. Abundancia relativa (A), biomasa relativa (B) e índice de valor de importancia (IVI) de la epifauna bentónica por estación del año en Arvin. En los organismos coloniales no fue posible la estimación de frecuencia, ni del índice de valor de importancia (*). Ausencia del grupo (-).	51
Tabla VIII. Índice de valor de importancia de epifauna por estrato y estación del año para Arvin.	54
Tabla IX. Biomasa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) estacional de flora bentónica de Queen. Ausencia de la especie en la localidad (-).	56
Tabla X. Abundancia relativa (A), biomasa relativa (B) e índice de valor de importancia (IVI) de la epifauna bentónica por estación del año en Queen. En los organismos coloniales no fue posible la estimación de frecuencia, ni del índice de valor de importancia (*). Ausencia del grupo (-).	62
Tabla XI. Índice de valor de importancia de epifauna por estrato y estación del año para Queen.	65
Tabla XII. Presencia de especies de flora bentónica en ambos sitios de estudio.	66
Tabla XIII. Índice de valor de importancia (IVI = Frecuencia relativa * biomasa relativa /100) de los grupos de epifauna por estación en Arvin y en Queen. En organismos coloniales, no fue posible la estimación (*) y ausencia (-). En negritas valores superiores a 1.	69

Tabla XIV. Distribución de tallas de juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i> capturados en el muestreo estacional del bentos para describir las características del hábitat.	70
Tabla XV. Número y densidad de juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i> capturados por estación y sitio desde otoño (Septiembre 2001) hasta verano (Junio 2002). Área bentónica total muestreada por estación (TA = 3.75 m²). Área muestreada del substrato intermareal (I = 1.25 m²).	71
Tabla XVI. Captura de juveniles de <i>P. interruptus</i> de los muestreos estacionales. Se reporta el tipo de trampa empleado por localidad (entre paréntesis, el número total de trampas empleadas para ciertas estaciones del año). *: Número de trampas aproximado.....	72
Tabla XVII. Medidas morfométricas de los juveniles de <i>P. interruptus</i> que fueron disectados en ambos sitios de estudio por estación del año ($\bar{x} \pm \sigma$). Resultados de las pruebas estadísticas entre estaciones del año dentro de cada sitio y entre sitios.	74
Tabla XVIII. Porcentajes de llenado de los estómagos disectados de juveniles de <i>P. interruptus</i> de ambas localidades por estación del año.	75
Tabla XIX. Estimación del peso relativo de la glándula digestiva PRGD como indicador del grado de nutrición de los juveniles de <i>P. interruptus</i>. (PRGD = Peso de la glándula digestiva / el peso de todo el animal * 100).	78
Tabla XX. Representación diagramática de los resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey a posteriori del ANDEVA del PRGD de juveniles de <i>P. interruptus</i>. Los grupos a comparar: estaciones del año de los sitios de estudio. (MS = .04042, g. l. = 369). Sitios: Arvin = A, Queen = Q, Formación de grupos a, b, ab y c.	79
Tabla XXI. Concentraciones de proteína en hemólina de juveniles de <i>P. interruptus</i> y resultados del ANDEVA de una vía entre sitios.	80
Tabla XXII. Concentraciones de proteína en hemólina de juveniles de <i>P. interruptus</i> entre estadios de muda y localidades, resultados del ANDEVA de dos vías.	81
Tabla XXIII. Diferencias entre las concentraciones de proteína en hemólina de juveniles de <i>P. interruptus</i> entre estadios de muda y sitios (prueba de Tukey).	81
Tabla XXIV. Frecuencia de aparición (%F), volumen (%V) e índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos de juveniles de <i>P. interruptus</i> para las estaciones del año de Arvin. En negritas valores superiores a 10 del IIR.	83
Tabla XXV. Frecuencia de aparición (%F), volumen (%V) e índice de importancia relativa (IRI) de los grupos tróficos de juveniles de <i>P. interruptus</i> para las estaciones del año de Queen. En negritas valores superiores de 10 del IRI.	88

Tabla XXVI. Índice de selección de Manly (alpha) de los grupos tróficos de juveniles de <i>P. interruptus</i> por estación del año del Arvin. Se calculo a partir de datos de frecuencia relativa (FR) en el ambiente versus la frecuencia de aparición (FA) en los estómagos y la biomasa relativa (BR) en el ambiente <i>versus</i> el porcentaje de volumen (V) en los contenidos estomacales. En negrita los grupos seleccionados empleando el valor α_i del índice de Manly.....	98
Tabla XXVII. Índice de selección de Manly (alpha) de los grupos tróficos por estación del año del Queen. A partir de datos de frecuencia relativa (FR) en el ambiente versus la frecuencia de aparición (FA) en los estómagos y la biomasa relativa (BR) en el ambiente versus el porcentaje de volumen (V) en los contenidos estomacales de juveniles de <i>P. interruptus</i> . En negrita los grupos seleccionados empleando el valor α_i del índice de Manly.....	101
Tabla XXVIII. Época, talla y procedencia de juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i> empleados en los experimentos de selección de substrato.....	104
Tabla XXIX. Selección del substrato llevado a cabo por juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i>. Resultados de la prueba ANDEVA entre tallas que seleccionaron cierto substrato natural o por señal de olor.....	105
Tabla XXX. Resultados de los experimentos de selección del substrato por juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i>.....	106
Tabla XXXI. Selección del hábitat estructural grupal (5 juveniles por estanque) realizada por juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i>.....	107
Tabla XXXII. Comparación entre tratamientos individual y grupal de la selección del hábitat realizada por juveniles bentónicos tempranos de <i>P. interruptus</i>.....	107

1. INTRODUCCIÓN

Los estudios de caracterización de hábitat de cualquier especie, objeto de estudio, deben contemplar los aspectos teóricos sobre la selección del hábitat, donde primeramente se asume que un organismo selecciona un hábitat particular porque a través de esta acción el mismo incrementa su adecuación (Rosenzweig 1985). Dicha selección esta delimitada por la del nicho verdadero, el hiperespacio n-dimensional, donde n son las variables ecológicas y ambientales dentro del cual una especie puede mantener una población viable (Hutchinson 1965). El comportamiento de selección involucra un modelo de optimización, el cual contempla la maximización de la tasa de energía adquirida y una minimización del riesgo a la depredación, esto se desarrolla contemplando las restricciones que implica una combinación de propiedades físicas del hábitat (i. e. refugio y alimento) y propiedades de la especie (e. g. conducta: forrajeo nocturno) (Krebs & Kacelnik 1992); lo cual, es controlado en la mayoría de los casos por factores externos como la depredación, la competencia y el estrés ambiental (Boudreau 1992). Las consecuencias poblacionales pueden verse en términos de la dinámica, tamaño poblacional o bien en la distribución geográfica de las especies. Muchos ecólogos sugieren que el refugio puede promover la estabilidad global en interacciones de depredación.

En langostas espinosas, la selección del hábitat puede definirse como la proclividad o preferencia de una especie para (o su adaptación a) un ambiente particular y los mecanismos conductuales asociados con esta predisposición (Kanciruk 1980). Este aspecto conductual de búsqueda del recurso empleado por las langostas de la familia Palinuridae varía considerablemente entre las especies (Kanciruk 1980). Generalmente el hábitat donde

se concentran juveniles bentónicos tempranos (JBT) de muchas especies de invertebrados es estructuralmente complejo (gran heterogeneidad ambiental), pero las causas inmediatas de esta distribución normalmente no son claras; sin embargo, algunos estudios han demostrado que existe una selección activa del hábitat de asentamiento, seguido por una redistribución dinámica de juveniles tempranos, dicha acción de selectividad puede ser el proceso responsable de la distribución hábitat-específica de juveniles epibentónicos (Moksnes 2002).

Con respecto al estudio del hábitat de juveniles de la langosta espinosa *P. interruptus* existen algunos estudios realizados entre la década de los 60 y 70 en el límite norte de su distribución, en California, E. E. U. U. (e. g. Mitchell 1971; Serfling 1972; Engle 1979). A pesar de su gran importancia económica y ecológica en México, no existen estudios sobre la fase juvenil que consideren las interacciones tanto tróficas como de refugio en la zona de mayor abundancia. En la presente investigación de tesis se abordaron estos factores para conocer la interacción de los juveniles con su hábitat en esta importante región.

2. ANTECEDENTES

Los mecanismos de selección del hábitat bentónico para la fase de postlarva (puerulo) de los palinúridos son desconocidos para la mayoría de las especies de langosta, aunque existe algo de información sobre especies de aguas poco profundas (Kanciruk 1980; Butler & Herrnkind 2000). Esto es en parte consecuencia de las características del puerulo y su conducta como es: estar muy dispersos, tamaño pequeño y cripticidad tanto de

puerulos como de JBT y en parte debido a la complejidad de la topografía del micro-hábitat donde ellos residen, de este modo el estudio del post-asentamiento temprano de casi todas las langostas espinosas es un desafío como objetivo de investigación (Butler & Herrnkind 2000). Aunque hay nuevos conocimientos sobre algunos de los factores más intrigantes en la ecología de juveniles tempranos de palinúridos como lo son los mecanismos que regulan el transporte de puerulos, su supervivencia y asentamiento, particularmente para *Panulirus argus* (Acosta & Butler 1999), *P. ornatus* (Dennis *et al.* 1997), *Jasus edwardsii* (Butler *et al.* 1999; Booth 2001) y *P. cygnus* (Pearce & Phillips 1994); el tipo de hábitat o micro-hábitat que sirven como substratos de asentamiento y subsiguiente crianza de juveniles sigue siendo un misterio en la mayoría de las especies. El conocimiento biológico y ecológico de las fases tempranas de especies de Palinúridos es esencial para el manejo eficaz de las pesquerías comerciales de langosta (Butler & Herrnkind 2000).

De manera general los juveniles de la langosta espinosa atraviesan por lo menos por dos fases ecológicas distintas: una bentónica temprana y otra bentónica tardía; la fase bentónica temprana corresponde a los juveniles recientemente asentados para los cuales el hábitat no cambia drásticamente después de realizado el asentamiento definitivo en el bentos (Lipcius & Cobb 1994). Esta fase dura aproximadamente un año y la longitud del cefalotórax mide entre 5 y 10 mm, pero puede variar entre las especies (Kanciruk 1980). La fase bentónica tardía habita en hendiduras (Lipcius & Cobb 1994) compartiendo el refugio con otras especies (Herrnkind 1980). La profundidad para el juvenil temprano de Palinuridae es 1-4 m sin embargo, se han encontrado en áreas más profundas cuando hay una escasez de refugios y alimento en las áreas de reclutamiento bentónico típico (Lozano-Álvarez *et al.* 1991). Los juveniles de palinúridos no construyen los habitáculos, éstos son

escogidos oportunamente en el hábitat circundante, sin embargo las langostas no se distribuyen al azar en los lugares de refugios disponibles, sino que muestran una actitud selectiva en la elección del refugio (Kanciruk 1980). El conocimiento general resumido por Butler & Herrnkind (2000), indica que el hábitat natural para los puerulos recientemente asentados y las fases de JBT son la vegetación densa (macroalgas rojas o pastos marinos) para las especies de langosta *Panulirus argus* y *P. interruptus* o agujeros pequeños en piedras o arrecifes que están dimensionados al tamaño del cuerpo para *P. cygnus*, *P. homarus*, *P. japonicus*, *P. ornatus*, *P. versicolor*, *P. guttatus*, *Jasus lalandii* y *J. edwardsii*. El hábitat de los JBT de los Palinuridae depende de las características ecológicas de una región particular (Marx & Herrnkind 1985a; Serfling & Ford 1975). Las ocupaciones múltiples de refugios por los juveniles tardíos son comunes. Parece ser típico y quizás la condición para muchas especies de Palinuridae, incluyendo *P. argus*, *P. cygnus*, *P. interruptus*, *Jasus lalandii* y *P. homarus rubellus* (Kanciruk 1980).

Para una de las especies más estudiada (*P. argus*) después de más de 20 años de investigación científica se ha encontrado un patrón de uso del hábitat de juveniles donde se ha establecido un nombre por el tamaño, duración y hábitat. Esta clasificación comprende la fase **Juvenil-Algal**, la cual es 5-15 mm LC, de 2 -5 meses de duración y habita entre el alga roja *Laurencia* spp. **Juvenil-Postalgal**, 15-45 mm LC, 5-13 meses de duración y vive en los agujeros y hendiduras de roca y pastos marinos. **Sub-adulto**, 45-80 mm LC, 5-9 meses de duración y habita en el fondo del arrecife de coral en aguas poco profundas (Butler & Herrnkind 1997). La fase de **juvenil algal** para *P. argus* se le denominó como tal después de numerosos estudios y experimentos en laboratorio, donde se observó la conducta de los organismos en su medio natural y en laboratorio (Kanciruk 1980; Marx &

Herrnkind 1985a; b; Butler & Herrnkind 1997). Sin embargo, no todos los JBT de Palinúridos prefieren el hábitat algal, como es el caso de *P. japonicus*, donde Yoshimura *et al.* (1994), encontraron que el hábitat natural para los juveniles tempranos son los agujeros en el coral y no el alga café dominante en la zona (e.g. *Sargassum* sp.). Por otro lado, la importancia de estudios sobre zonas de gran abundancia de juveniles de *P. argus*, como la encontrada en el Parque Nacional Everglades ha motivado la creación de un santuario para la crianza de langosta con la finalidad de restaurar las condiciones naturales de la bahía de Florida y proveer de más langostas a las pesquerías adyacentes actualmente empobrecidas (Davis & Dodrill 1989).

La langosta roja *P. interruptus* es una especie con distribución en la región templado-subtropical. Esta especie se distribuye desde Monterrey, California, E. E. U. U. (norte de la Punta Concepción) hasta Bahía Magdalena, México. Su mayor abundancia está en la parte central de la Península de Baja California, México (Johnson 1960a, b). *P. interruptus* se pesca desde las Islas Coronado hasta el Sur de la Isla Margarita, Baja California Sur (BCS) (Vega & Lluch-Cota 1992). Baja California Sur contribuye con alrededor del 50% de la captura de langosta en México (Vega *et al.* 1996; SAGARPA 2003). En las últimas cuatro décadas, hay archivos de captura de 900 a 1900 t con una media anual de 1300 t para BCS. Donde el 95 a 97% de la captura esta constituida por *P. interruptus*; el resto es de las especies tropicales *P. inflatus* (la langosta azul) y *P. gracilis* (la langosta verde). Estas últimas especies se capturan principalmente en Bahía Magdalena (Vega & Lluch-Cota 1992; Vega *et al.* 1996). La captura generó un estimado de 13 a 15 millones de dólares para 1995. La langosta es de gran importancia económica y social en esta región (Vega *et al.* 1996). Otro factor que favorece la zona de mayor abundancia de

esta especie se discute por Pringle (1986), quien argumenta que la alta concentración de larvas Filosomas encontradas por Johnson, durante 1949 y 1955 en la parte central de Baja California entre los 27 y 28° N y 115 - 116° W, se debe a factores oceanográficos como la corriente de California y la formación de un giro casi permanente frente a Punta Eugenia, en la porción central de la Península de Baja California que permite una gran retención de larvas en la región, lo cual fue observado posteriormente por Ortuño-Manzanarez (2003). A pesar de la gran importancia biológica y comercial de la zona, no se han realizado estudios sobre las características del hábitat de la langosta *P. interruptus* con la suficiente profundidad como para conocer sus requerimientos biológicos y ecológicos, posteriores al asentamiento bentónico.

El conocimiento disponible concerniente a la fase de postlarva de *P. interruptus* se ha desarrollado a través de la exploración del uso de colectores artificiales para la fase de puerulo, con la finalidad de conocer el aporte post-larvario y finalmente, reclutamiento a la pesquería. Estas exploraciones se han realizado con esfuerzos discontinuos en espacio y tiempo, razón por la cual, no han logrado su objetivo. No obstante, en estos estudios se ha observado el carácter pelágico del puerulo, la conducta natatoria, el fototropismo positivo y su predilección aparente hacia el pasto marino *Phyllospadix torreyi* y diversas algas rojas en la porción norte de su distribución (i.e. California, USA, Parker 1972; Serfling & Ford 1975; Engle 1979). En Bahía Tortugas, Baja California Sur, los colectores tipo GuSi (Gutiérrez-Carbonell *et al.* 1992) se han usado para estimar el reclutamiento de *P. interruptus* (marzo de 1993 - marzo de 1995), donde un aparente ciclo estacional fue observado con el máximo arribo entre otoño e invierno (Guzmán-del-Prío *et al.* 1996). Recientemente, se han realizado esfuerzos para estimar el reclutamiento de *P. interruptus*,

en 6 áreas representativas del área central de la Península de Baja California (i.e. Desde Punta Abreojos hasta Isla Cedros) empleando colectores artificiales de superficie tipo Phillips (Phillips & Booth 1994) modificado por Cruz *et al.* (1991). Estos esfuerzos se están llevando a cabo por el Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) del Instituto Nacional de la Pesca de México (INP) (Vega, comunicación personal, Coordinador del Programa Langosta, CRIP-IPN). De este ejercicio, Vega *et al.* (1999) reportaron una serie de dos años de abundancia de post-larvas para una localidad (Punta Abreojos) donde por algunos meses observaron más de 300 puerulos. No se mencionan los datos para otras localidades.

Con respecto a las características del hábitat de *P. interruptus* se han realizado algunas investigaciones en el límite norte de su distribución. Serfling & Ford (1975) en California EEUU capturaron eficazmente puerulos de *P. interruptus* con trampas flotantes que simulaban el hábitat natural, usando el pasto marino *Phyllospadix torreyi*. Estos autores mencionaron que otros elementos disponibles como hojas de *Macrocystis pyrifera*, el pasto *Zostera marina* y agrupaciones de mejillones *Mytilus* sp. podrían ser útiles para incrementar el éxito de la captura con ese tipo de trampa. Estos autores también mencionaron que pruebas de preferencias de substrato, donde se incluyeran substratos típicos de hábitat cercanos a la costa, podrían indicar otras áreas de asentamiento natural del puerulo, lo cual podría esperarse para el área central de la distribución de la especie en la Península de Baja California. En la isla Santa Catalina, California, los estudios de la zona submareal indicaron que los juveniles de *P. interruptus* se localizan en dos tipos de hábitat: las áreas rocosas de cascajo poco profundo con la asociación de algas dominantes *Sargassum*, *Pterocladia*, *Plocamium* y coralinas no identificadas; el segundo fue un lecho

grande de *Phyllospadix* y algas rojas que crecen sobre substrato consolidado (Parker 1972). Los estudios exploratorios del hábitat realizados por Engle (1979) indicaron que los juveniles pequeños, aunque difíciles de encontrar, normalmente habitan de 0-4 m de profundidad en hábitat rocoso que tiene cobertura densa de plantas. La mayoría se encontró en los lechos de *Phyllospadix*. Aquellos encontrados en los lechos de pasto marino eran de color verde, mientras que aquellos encontrados en otros hábitats eran café. Se encontraron langostas pequeñas en las hendiduras estrechas del lecho de roca, hoyos redondos o madrigueras temporales entre el rizoma de pasto y sedimento apelmazado. Los juveniles grandes fueron encontrados en varios hábitat rocosos, algunos tan profundos como 28 m.

Pruebas realizadas en laboratorio sobre preferencia de substrato realizado por juveniles y adultos de *P. interruptus* en su límite norte (Parker 1972) sugieren que estas fases prefieren a *Phyllospadix* en lugar de *Macrocystis*, *Zostera*, algas rojas (no especificó especie) y también prefieren la arena gruesa, guijarros y piedra angular en lugar de la arena fina. En una prueba de laboratorio sobre la selección de substratos realizada por puerulos de *P. interruptus*, Engle (1979) observó el mismo patrón observado por Parker (1972) sin embargo, no encontró diferencias en la preferencias entre *Phyllospadix* y las algas rojas *Plocamium cartilagineum* y *Halidrys*. Estos resultados sugieren que los juveniles tempranos de *P. interruptus* podrían tener preferencia general por plantas densas con hojas delgadas y aplanadas. Por otro lado, Zimmer-Faust & Spanier (1987) observaron la influencia de co-específicos de *P. interruptus* en la atracción en la habitación del resguardo empleando observaciones de campo y experimentos de laboratorio, donde las langostas se encontraron agregadas en las hendiduras de arrecifes rocosos, los juveniles frecuentemente cohabitan entre sí más que los adultos. En los ensayos de laboratorio, las langostas

individuales prefirieron refugios grandes sobre refugios de tamaño pequeño, el olor del co-específico les era muy atractivo por lo que causó la agregación. Los estudios de campo indicaron que los refugios de langostas espinosas normalmente tenían más de una entrada y que las entradas eran menores que el diámetro interno de un refugio y ellos siempre tenían techo y pared trasera (Spanier & Zimmer-Faust 1988). En el laboratorio estos autores observaron que la langosta evitó completamente el resguardo artificial transparente a favor del opaco.

A lo largo de la costa del Pacífico Mexicano nuestra comprensión de la biología y ecología de *P. interruptus* se limita a estudios sobre reproducción, asentamiento de puerulos, crecimiento y estructura genética (e.g. Ayala 1976; Pineda *et al.* 1981; Guzmán-del-Próo & Pineda 1992; Guzmán-del-Próo *et al.* 1996; Pérez-Enriquez *et al.* 2001).

El conocimiento de la dieta natural de una especie animal es esencial para el entendimiento de sus requerimientos nutritivos, sus interacciones con otros organismos y su potencial para la acuicultura (Williams 1981). La información sobre dieta natural y hábitos alimenticios de *P. interruptus* es escasa, aunque la especie se ha señalado como omnívora con una dieta que consiste en gasterópodos, restos del peces, decápodos y algas rojas (Díaz-Arredondo & Guzmán-del-Próo 1995). Esto es en general para las langostas Palinuridae (Kanciruk 1980), que son omnívoras y consumen, entre otras cosas, crustáceos, gasterópodos, peces y plantas marinas (Lindberg 1955; Engle 1979; Colinas-Sánchez & Briones-Fourzán 1990; Díaz-Arredondo & Guzmán-del-Próo 1995; Briones-Fourzán *et al.* 2003); aunque *P. inflatus* y *P. gracilis* parecen no consumir plantas (Lozano-Álvarez & Aramoni-Serrano 1996). Se reconoce que el ciclo de muda modifica la actividad en la búsqueda de alimento en algunos decápodos, incluso las langostas (Conan 1985; Jernakoff

et al. 1993; de Lestang *et al.* 2000; Mantelatto & Christofolletti 2001), sin embargo, para *P. interruptus* no se ha incluido este aspecto en los estudios previos sobre alimentación natural.

La presente investigación de tesis incluye la relación ecológica de uso de hábitat tanto de refugio como de fuente de alimento del juvenil de la langosta roja *P. interruptus* a través del reconocimiento del hábitat de asentamiento o reclutamiento de la postlarva y JBT de la langosta roja *P. interruptus* a partir de búsquedas en el medio natural e información de selección de hábitat y análisis de la dieta natural de juveniles tardíos relacionada con disponibilidad de alimento en la costa Pacífico de Baja California Sur. La información generada contribuirá al conocimiento de las características del hábitat de los juveniles de *P. interruptus* en la región de su mayor abundancia.

3. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el hábitat biótico de los primeros estadios bentónicos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall, 1840) en el área de mayor abundancia dentro de su rango de distribución.

3.1 Objetivos particulares

3.1.1. Localizar áreas de crianza de la langosta roja *P. interruptus*.

3.1.2. Determinar las características bióticas del hábitat de los juveniles de *P. interruptus* en dos sitios de crianza con condiciones contrastantes.

3.1.3. Analizar el alimento como factor en la selección del hábitat realizada por juveniles de *P. interruptus*.

3.1.4. Realizar experimentos de conducta en condiciones de laboratorio para determinar la selección de hábitat estructural de juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus*.

4. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Área de Estudio

El área de estudio se localiza dentro de la zona centro de la pesquería de langosta en la costa occidental de la Península de Baja California, México, llamada también Pacífico Norte que comprende desde Punta Abreojos hasta Bahía Sebastián Vizcaíno, dicha región posee la mayor abundancia de la langosta *P. interruptus* (Vega & Luch-Cota 1992). En términos generales, las condiciones fisicoquímicas y bióticas prevalecientes en la región están determinadas por la interacción de dos grandes sistemas oceánicos: el de la Corriente de California (en sentido Norte-sur) con agua fría de origen subártico y el de la Corriente Nor-ecuatorial (en sentido sur-norte) con aguas cálidas de origen tropical (Mancilla-Peraza *et al.* 1993). Al entrar en contacto ambos sistemas se produce una zona de transición templado-tropical, en la costa occidental de la Península de Baja California, desde Punta Abreojos hasta el Sur de Bahía Magdalena. Dependiendo de la magnitud de la variación estacional e interanual de dichos sistemas, la zona de transición puede desplazarse al norte o al sur (Durazo & Baumgartner 2002), afectando los patrones de distribución de las especies y por consiguiente los niveles de diversidad y abundancia (Vega *et al.* 1996). Este esquema es influenciado fuertemente por la contracorriente costera (Corriente de Davison, sur-norte) y los eventos de surgencias (Norton *et al.* 1985).

La flora dominante en esta zona se compone de *Macrocystis pyrifera*, *Pelagophycus porra*, *Eisenia arborea*, *Gelidium robustum*, además de numerosas especies de algas rojas calcáreas y el pasto marino *Phyllospadix torreyi* (Guzmán-del-Prío *et al.* 1972) y *P. scouleri* (Ramírez-García *et al.* 1998; Ramírez-García *et al.* 2002). Conforme se avanza

hacia el sur, *Eisenia* tiende a sustituir a las dos primeras, en el caso de *Macrocystis* y *Gelidium* tienen su límite sur de distribución en Punta San Hipólito (Guzmán-del-Próo *et al.* 1972). Sin embargo, en el caso de *Macrocystis*, este límite sur se redujo después del evento del niño en 1997, pues en Bahía Asunción, ya es muy escaso (Hernández-Carmona *et al.* 2000).

En la zona costera del Sur de Bahía Sebastián Vizcaíno, Lluch-Belda (2000) reporta una mayor biomasa fitoplanctónica, que conjuntamente con las densidades altas promedio de larvas de peces neríticos pelágicos, nectónicos y bentónicos se puede distinguir como una zona de alta actividad biológica. El autor propone esta zona como Centro de Actividad Biológica (BAC, por sus siglas en inglés). La concentración de actividad biológica en el caso de Bahía Sebastián Vizcaíno obedece a un giro probablemente permanente. Adicionalmente, Hernández-Rivas *et al.* (2000), proponen al “BAC” que constituye la Bahía Sebastián Vizcaíno como limítrofe entre dos provincias biogeográficas, pues en esta bahía se puede establecer el límite sur de la provincia Californiana, que a su vez constituye una zona de retención de especies de aguas cálidas provenientes del sur. La latitud en la que se encuentra ubicada esta bahía ha sido descrita como una frontera provincial de varios grupos taxonómicos incluyendo peces costeros, braquiuros, briozoarios y moluscos. Dawson (1951; 1952) mencionó la importancia del giro del Vizcaíno como un refugio para especies tropicales de macroalgas. De hecho, *M. pyrifera* presenta una distribución interrumpida con una ausencia de aproximadamente 300 km en la línea de costa de esta bahía (Ladah & Zertuche-González 1999).

4.2 Localización de las áreas de crianza de juveniles de la langosta *P. interruptus*

La búsqueda de áreas de crianza de la langosta roja *P. interruptus* en el área comprendida entre Bahía Asunción y Bahía Sebastián Vizcaíno se realizó a partir de la inspección de diferentes sitios siguiendo varios criterios: a) la información y experiencia de los pescadores de la región sobre sitios con presencia de juveniles, b) las recomendaciones de Phillips & Booth (1994), quienes mencionan como características de áreas de crianza para las langostas Palinuridae a sitios con protección contra el oleaje de alta-energía, aguas costeras, con poca profundidad (< 12m) y poca contribución de agua dulce y c) la experiencia de otros investigadores (Guzmán-del-Próo *et al.* 1996; Vega *et al.* 1999). Las inspecciones se realizaron en marzo, julio y septiembre del 2001.

Cada sitio fue ubicado con un GPS (Garmin III Plus®), se hicieron anotaciones del tipo de fondo y se realizaron estimaciones de la abundancia de juveniles mediante censo visual por buceo SCUBA o hooka, usando trampas y/o por recorridos en la zona intermareal, dependiendo de las condiciones ambientales de cada sitio. En los sitios donde las condiciones ambientales lo permitieron el censo visual se realizó por un buzo, quien registró las langostas encontradas con su intervalo de talla de longitud del cefalotórax (LC) y el tiempo empleado en la búsqueda durante el buceo (minutos). La estimación visual del intervalo de talla de LC se calibró empleando una tabla de acrílico graduada en centímetros. El tiempo empleado en la búsqueda fue considerada como una estimación de la abundancia (CPUE = número de organismos encontrados por unidad de tiempo). El censo visual permitió reconocer sitios con mayor abundancia de juveniles en Bahía Tortugas y con ello la selección de un sitio como área de estudio, Arvin (ver resultados). En Bahía Asunción ya

no se continuó la ubicación de un sitio de estudio debido a que esta Bahía presentaba condiciones florísticas y ambientales similares a Bahía Tortugas.

En Bahía Vizcaíno, que presenta condiciones florísticas y ambientales diferentes, se realizaron recorridos a pie dirigidos a la zona intermareal (Queen y Malarrimo) y se usaron trampas de langosta, pescado y pulpo como método alternativo para estimar la abundancia de juveniles (Queen) (ver resultados). La trampa langostera que se utilizó es igual a la que normalmente se emplea para la captura de *P. interruptus* en la pesquería comercial en la costa Noroeste de México (Vega & Lluch-Cota 1992; Vega *et al.* 1996), pero en esta ocasión cubiertas con una red metálica de 1 cm² de luz de malla para evitar que organismos juveniles pudieran escapar. Las trampas (4-7) fueron encarnadas con macarela (*Scomber japonicus*) y depositadas en los sitios durante la tarde (1800) (Díaz-Arredondo & Guzmán-del-Prío 1995), debido a que las langostas espinosas se alimentan activamente durante la noche (Lipcius & Herrnkind 1982; Joll 1984). A la mañana siguiente (0800), las trampas fueron revisadas. Se registró el sitio, el tipo de trampa, el número de organismos, el sexo y la longitud cefalotorácica (LC, \pm 0.1 mm, considerado de entre los espinas supra-orbitales del rostro hasta el margen posterior del cefalotórax). Las trampas para pulpo capturaron un número mayor de organismos por debajo de 60 mm LC, fracción de la población que es el objeto de estudio.

Para determinar las características biológicas del hábitat de los juveniles de *P. interruptus* a partir de su relación trófica y de refugios potenciales se seleccionaron dos sitios: Arvin, Bahía Tortugas (27°38'51" - 27°38'59"N, y 114°51'59" - 114°52'17"O) y Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno (27°46'33" - 27°46'47"N, y 114°38'00" - 114°38'20"O)

(Fig. 1). Debido a que en estos sitios se registraron las mayores estimaciones de abundancia de juveniles (40 - 60 mm CL) entre todos los sitios visitados y presentan condiciones ambientales y florísticas diferentes (ver resultados), se decidió elegirlos como áreas de estudio definitivas, además de contar con la infraestructura necesaria para realizar el trabajo de campo y laboratorio.

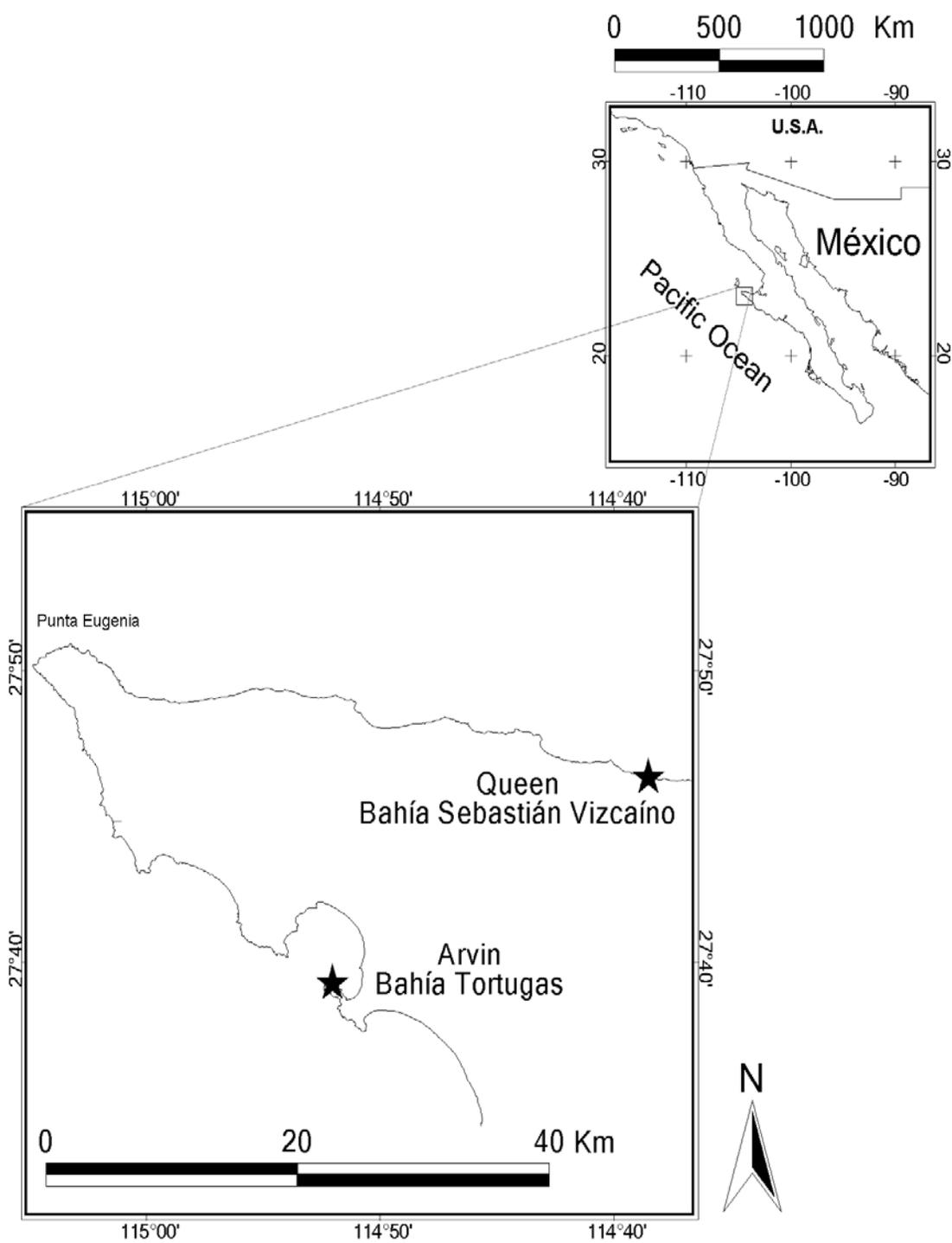


Figura 1. Sitios seleccionados para la realización del estudio. .

4.3 Caracterización del hábitat de juveniles de *Panulirus interruptus*

4.3.1 Caracterización ambiental

En los sitios seleccionados, Arvin y Queen, se realizó una prospección y reconocimiento visual de los tipos de fondo dominantes a mediana escala (km) (Wahle 1993; English *et al.* 1994). Se colocó un transecto perpendicular a la línea de costa. El punto inicial y final del transecto se registró con un geoposicionador (GPS); a lo largo del transecto se reconocieron cambios en la distribución y abundancia de componentes florísticos dominantes y se registro la distancia a la que representaban dichos cambios, lo cual, fue usado para construir un mapa temático con el perfil dasonómico del sitio con mayor variación en su flora dominante (i.e. Arvin). En cada cuadrante se registró la profundidad y se colectaron cinco muestras de sedimento acumulado asociadas a la flora dominante para conocer el tamaño de las partículas. La temperatura de agua de mar se registro cada hora usando sensores de temperatura programables (Hobo-Temp, Onset®) de Septiembre 2001 a Septiembre 2002. Los sensores fueron colocados a 3 m de profundidad y a 200 metros alejados de la costa. La variación estacional de temperatura fue calculada usando el promedio diario. Para probar diferencias significativas de temperatura de fondo de mar estacionalmente, usamos la prueba de T- de Student.

4.3.2 Caracterización biológica

Se estimó un área mínima de muestreo de 100×200 m (≈ 2000 m²) con base en la distribución de los componentes florísticos dominantes en el Arvin, por ser el sitio donde se reconocieron cambios en la distribución y abundancia de los componentes dominantes

durante la caracterización ambiental. Se realizaron tres transectos perpendiculares a la línea de costa, con una separación entre ellos de aproximadamente 100 m (Fig. 2). El punto inicial de cada transecto correspondió a la profundidad más baja marcada por la Bajamar Media Inferior (BMI) del mes, para lo cual se utilizaron las cartas de predicción de marea para la localidad de Ensenada publicadas en el sitio Web del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE, www.cicese.mx) y el extremo final se determinó *in situ*, cuando los componentes dominantes de la flora ya no variaron en 5 muestras consecutivas. En cada transecto se colectó el material biológico presente en un cuadrante de 0.25 m² de lado a cada metro, alternando las muestras a cada lado del transecto. Se graficó el número de especies acumulativo con respecto al número de cuadrantes y se identificó el número de cuadrantes requeridos para tener representados los componentes dominantes de la localidad (N=15) (Fig. 3). Este gráfico, además, permitió reconocer tres estratos florísticos que correspondieron con tres estratos de profundidad (≤ 1 , 2-3 y 4-6 m), por lo que se decidió realizar un muestreo estratificado al azar para el análisis estacional de la flora en ambos sitios.

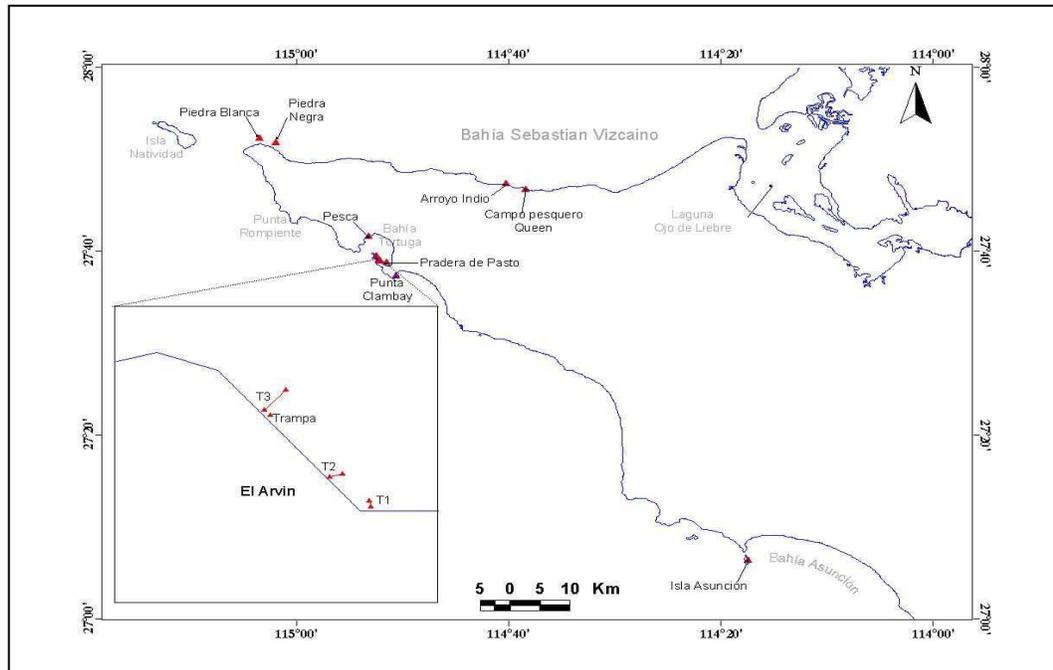


Figura 2. Transectos usados en la definición de área mínima de muestreo en el Arvin.

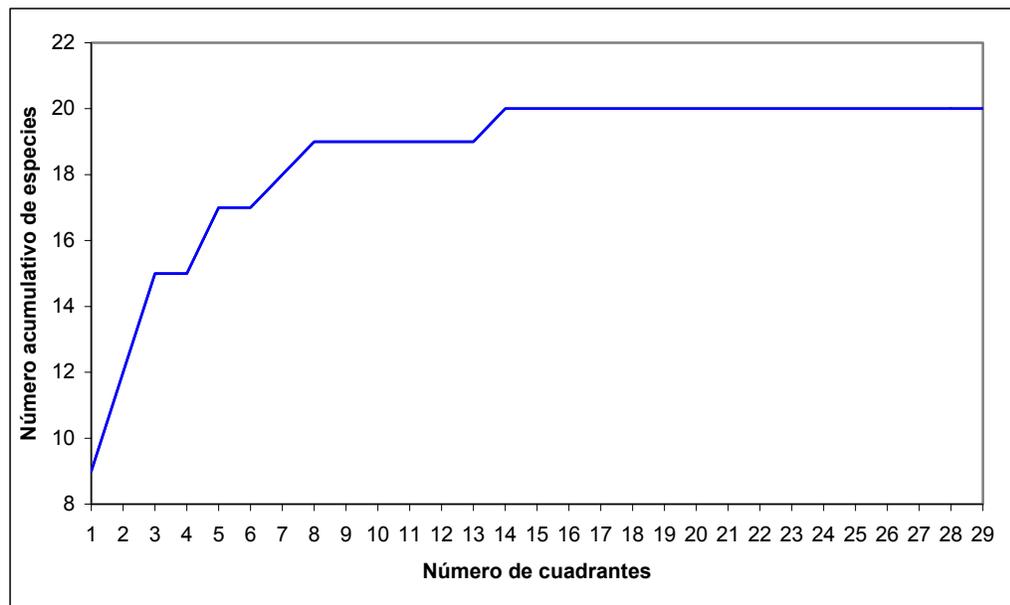


Figura 3. Número acumulativo de especies vs número de cuadrantes en el Arvin, Bahía Tortugas, BCS.

4.3.3 Flora

En Arvin y Queen, la estimación de cambios estacionales en la flora local se realizaron a partir de colectas durante septiembre del 2001 (otoño), enero 2002 (invierno), abril 2002 (primavera) y junio 2002 (verano). En cada sitio, en el área de 2000 m² se ubico un transecto de 200 metros paralelo a la costa en cada estrato de profundidad ≤ 1 m, 2 - 3 m y 4 - 6 m. En cada estrato se colecto el material biológico de 5 cuadrantes (0.25-m²) ubicados al azar a lo largo de los transectos, teniéndose una superficie total de muestreo de 3.75 m² por sitio por periodo de muestreo. La colecta se realizó manualmente y el material se coloco en una red tipo bolsa con una luz de malla de 1 mm, el cual posteriormente fue depositado en bolsas de plástico etiquetadas previamente y se fijo con una solución de formol al 10% con agua de mar. En laboratorio, las especies de macroflora se separaron y se registró el peso húmedo de las especies dominantes con una balanza electrónica (g \pm 0.01) Los componentes florísticos fueron identificados usando claves y descripciones de especies de la región (Abbott and Hollenberg 1976; Dawson 1951; Phillips 1979; Ramírez-Garcia *et al.* 1998, 2002). La identificación de las especies de pastos marinos fue confirmada por un especialista del Herbario Nacional de la Universidad Nacional Autónoma de México (P. Ramírez-Garcia, comunicación personal).

4.3.4 Epifauna

La epifauna de cada muestra se recupero del material florístico empleando un tamiz de 1 mm bajo el chorro de agua dulce. Se realizó la localización de juveniles tempranos de *P. interruptus* en su hábitat natural a partir de su ubicación en las muestras del bentos, se registro con un vernier la LC (mm \pm 0.1) de los juveniles encontrados. Para separar los

componentes de la epifauna, se empleo una lupa 5x; los ejemplares fueron conservados en alcohol 70%. Para cada muestra, se analizó el 10% del total del peso de epifauna después de estimar el tamaño mínimo de muestra. A partir de una curva acumulativa de taxa se determinó que el 10% del peso total de una muestra representaba el 95% de la diversidad de taxa (Margalef 1998). En la submuestra, se separó el epifauna por grupo usando un microscopio estereoscópico y se pesó usando una balanza electrónica (± 0.01 g). Para la identificación, se emplearon claves de la región (Smith & Carlton 1975; Brusca 1980; Morris *et al.* 1980; Kozloff 1987). Los niveles taxonómicos de la epifauna, se determinaron según los grupos taxonómicos observados en los contenidos estomacales de juveniles de langosta (Marx & Herrnkind 1985a). Para cada grupo de epifauna, se calcularon los porcentajes de frecuencia relativa y de la biomasa por la estación y sitio. Para conocer el índice de valor de importancia del grupo se cálculo su índice de valor de importancia (IIV), el cual combina ambas estimaciones.

$$IIV = (RF \times RB)/100$$

Donde IIV = el índice de valor de importancia por el grupo de epifauna, RF = la frecuencia relativa (%) del grupo y RB = la biomasa relativa (%) del mismo grupo.

A partir de los elencos de especies o grupos tanto de macroflora como de epifauna bentónica se realizaron análisis para conocer las asociaciones entre especies y estratos por sitio y estación del año. Los análisis permitieron conocer la relación de uso de hábitat como refugio y fuente de alimento de los juveniles de *P. interruptus* con su entorno bentónico.

4.4 Ecología alimentaria de juveniles de langosta roja *Panulirus interruptus*

Para evaluar el alimento como un requerimiento en la selección del hábitat realizada por juveniles de *P. interruptus*, es decir, si la dieta natural de los juveniles se restringió a la epifauna local se examinó el contenido estomacal de 30 organismos colectados en las mismas fechas de los muestreos de flora y fauna, septiembre del 2001 (otoño), enero 2002 (invierno), abril 2002 (primavera) y junio 2002 (verano) en Arvin y Queen.

Se capturaron los juveniles de *P. interruptus* con trampas para pulpo y pescado siguiendo los métodos descritos en la sección de localización de áreas de crianza (4.1). Adicionalmente de los juveniles se registro el peso total (PT, ± 0.1 g, después de quitar el exceso de agua). Se determinó su fase dentro del ciclo de muda, importante en el análisis de dieta natural de langostas (Jernakoff 1987; Jernakoff *et al.* 1993), para lo cual la parte distal de un pleópodo se cortó y se etiquetó. Cada pleópodo se observó bajo el microscopio y se emplearon las claves de Lyle & MacDonald (1983) para la determinación del estadio de muda: postmuda, intermuda, o premuda.

Se disectaron los juveniles para extraer su estómago y registrar el peso de la glándula digestiva (GD). El porcentaje de llenado de los estómagos fue calculado visualmente (Joll & Phillips 1984; Cartes & Sardà 1989; Jernakoff *et al.* 1993) y categorizado según la siguiente escala de llenado: 0% (0-5), 10% (6-15), 25% (16-35), 50% (36-65), 75% (66-90) y 100% (91-100) (Briones-Fourzán *et al.* 2003). El análisis de dieta sólo se hizo en juveniles (30) cuyo contenido fue superior al 10% de llenado, dado que se puede sobreestimar la importancia de los grupos tróficos con fragmentos duros que son los

que tienen tasas lentas de evacuación (Joll 1982; Joll & Phillips 1984; Jernakoff *et al.* 1993).

La glándula digestiva fue extraída y se obtuvo el peso (PGD, ± 0.01 g). Su peso relativo (PRGD = PGD / PT *100) se estimó como un índice de la condición nutricional de los individuos, donde los individuos pobremente alimentados tienen significativamente valores bajos de PRGD (Dall 1974; Briones-Fourzán *et al.* 2003). Adicionalmente, se analizó la condición nutricional empleando la proteína en sangre, de los juveniles de ambos sitios para la estación de verano para comparar la estimación de la condición nutricional por ambos métodos. Se usó una jeringa de 1 ml para extraer de 0.5 a 0.7 ml de hemolinfa del seno del pericardio de la langosta y se leyó en un refractómetro industrial portátil (Leica IFT40). El valor del índice refractivo se comparó con una curva normal construida con diferentes concentraciones de albúmina bovina para determinar el nivel de proteína en suero (Musgrove 2001; Oliver & MacDiarmid 2001; Behringer en proceso, Butler IV comunicación personal). Los parámetros de la curva a partir del análisis de regresión fueron: $Y = 0.0982 * X$, ($R^2 = 0.9874$), donde Y es la lectura del refractómetro y X es la concentración de albúmina bovina (mg /ml) (Figura 4).

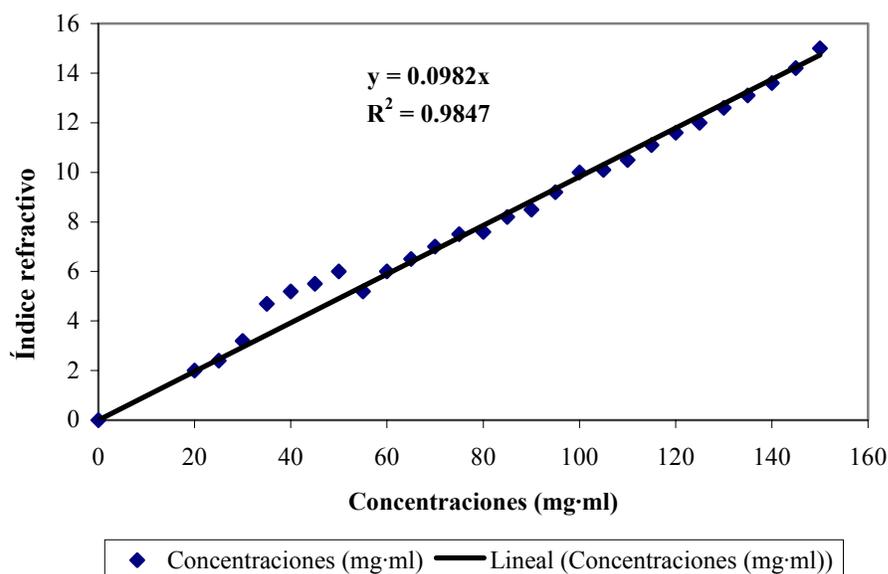


Figura 4. Curva estándar de albúmina bovina. ♦ Datos observados y la línea recta representa la ecuación de regresión entre las concentraciones conocidas y las lecturas en el refractómetro industrial.

En el laboratorio, el contenido estomacal se analizó a través del método volumétrico (Joll 1984; Castañeda 1998; Briones-Fourzán *et al.* 2003); donde se determinó el volumen desplazado del contenido estomacal total, mediante una probeta graduada (ml ± 0.1) que tenía un volumen conocido (i.e. 2 ml). Se colocó el contenido total de un estómago individual en una caja de Petri grande y se aplastaron a una profundidad uniforme. La caja de Petri contenía un disco con una cuadrícula estándar de 100 espacios (VWR®). Se emplearon 30 números aleatorios para estimar la abundancia de determinado grupo trófico (Krebs 1999). El número de cuadros para cada categoría de alimento, observada bajo microscopio estereoscópico, fue empleado para estimar su contribución porcentual del volumen (% V) del estómago analizado. Esta técnica estandariza las estimaciones de volumen independientemente del tamaño de las langostas (Hyslop 1980; Joll & Phillips

1984). Para el análisis de datos, los contenidos estomacales se agruparon en categorías de grupos tróficos. La frecuencia (%) de cada grupo trófico se calculó como el número de veces de aparición en los contenidos estomacales de una categoría de alimento dada / el número total de estómagos examinado $\times 100$). Esta frecuencia proporciona una apreciación cualitativa del espectro de alimento que no tiene en cuenta la contribución relativa a la dieta del artículo de alimento de tamaños diferentes. Las comparaciones estadísticas son fidedignas cuando aplicado a la toma de las medidas cualitativas se toma en cuenta el volumen o biomasa del artículo de alimento (Hyslop 1980; Williams 1981), razón por la cual en la presente investigación se calcularon ambas estimaciones (porcentajes de frecuencia y volumen).

La importancia de los grupos tróficos se evaluó con el índice de importancia relativa, que pondera los dos métodos (Yáñez-Arancibia *et al.* 1976; Colinas-Sánchez & Briones-Fourzán 1990; Diaz-Arredondo & Guzmán-del-Próo 1995; Castañeda 1998; Briones-Fourzán *et al.* 2003). La expresión matemática para su cálculo es la siguiente:

$$\text{IIR} = (\text{F} \times \text{V}) / 100$$

Donde IIR = el índice de importancia relativa que tiene cada grupo trófico en particular, F = el porcentaje de frecuencia y V = el porcentaje volumétrico del grupo trófico. Para el índice de importancia relativa se definen los siguientes valores umbrales: 0-10% son grupos tróficos de importancia relativa baja, de 10-40% corresponde a los grupos de alimento de importancia relativa secundaria y de 40-100% son grupos tróficos de importancia relativa alta (Yáñez-Arancibia *et al.* 1976).

El IIR, la frecuencia de aparición (%) y el porcentaje volumétrico de cada grupo trófico se graficaron en un diagrama combinado, en el cual en su interior se describen tres cuadrantes que denotan la importancia del grupo trófico: (I) preferenciales, (II) secundarios y (III) accidentales o circunstanciales (Figura 5). Se elaboró un diagrama por estación del año para ambos sitios de estudio.

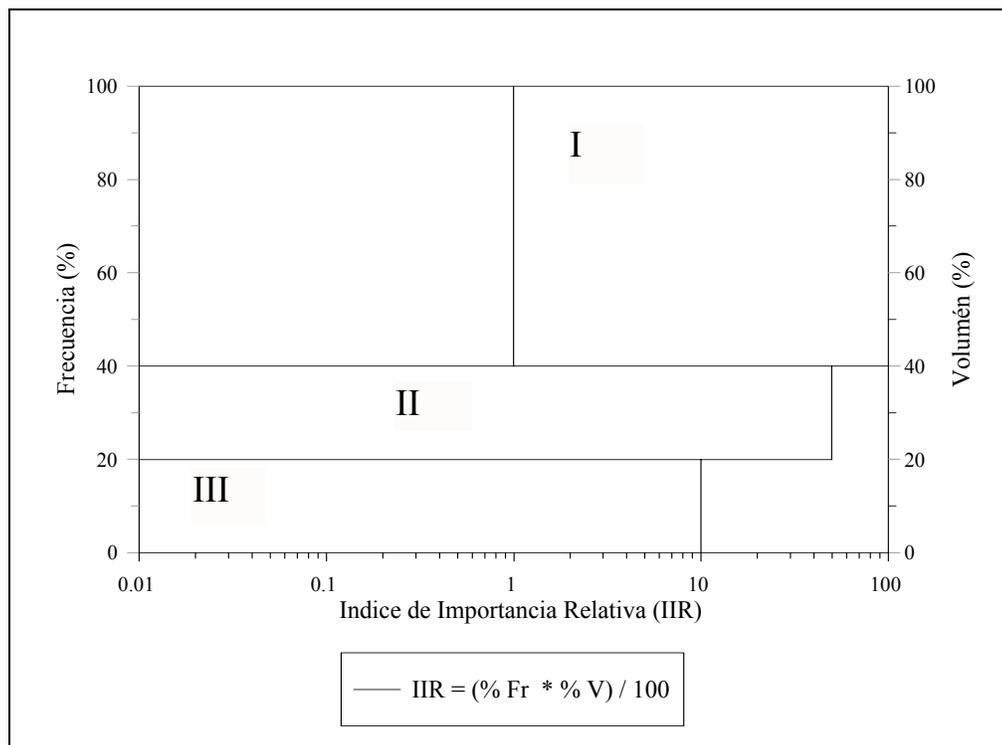


Figura 5. Diagrama trófico combinado.

Se empleó el análisis de tablas de contingencia para probar la asociación entre el porcentaje de llenado del estómago y sexo, la fase dentro del ciclo de muda (postmuda, intermuda y premuda), estación (otoño, invierno, primavera y verano) y la zona de estudio (Queen y Arvin) (Oh *et al.* 2001; Briones *et al.* 2003). Se aplicó una prueba factorial de ANDEVA de tres factores sobre las comparaciones de la transformación logarítmica del

peso relativo de glándulas digestiva sobre la fase de muda, estaciones y sitios (Sokal y Rohlf 1998). La transformación logarítmica fue necesaria para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza necesarios para cumplir con los supuestos de la prueba ANDEVA (Zar 1999).

Con el fin de conocer la interacción trófica de los juveniles de *P. interruptus* con su entorno bentónico, se compararon los componentes de la dieta con los componentes de la epifauna para cada sitio. Se empleo el índice de selección de Manly para estimar la preferencia de algún grupo de epifauna realizado por los juveniles de *P. interruptus*. Se comparó el índice importancia relativa IIR del grupo trófico y el índice de valor de importancia IIV de la misma categoría del taxón en el ambiente por estación del año y sitio. Las estimaciones se realizaron por estación del año y por sitio, usando los Programas para la Metodología Ecológica (Charles J. Krebs 2000©), dónde los grupos preferidos son superiores al límite dado por Manly α (i.e. $\alpha = 1 / \text{número de tipos de presas}$) (Manly *et al.* 1993; Krebs 1999).

4.5 Selección de hábitat estructural de juveniles bentónicos tempranos de *Panulirus interruptus*.

Las observaciones sobre la selección del hábitat estructural llevada a cabo por JBT de la langosta roja *Panulirus interruptus* se hicieron usando tanques redondos de aproximadamente 1.5 m de diámetro y 80 centímetro de profundidad que fueron acondicionados con agua de mar y aire de flujo continuo.

4.5.1 Selección del sustrato natural

En cada ensayo (N = 90), se colocaron cuatro especies de macrófitos por tanque (tres macroalgas, *Macrocystis pyrifera*, *Plocamium pacificum* y *Gelidium robustum* y un pasto marino *Phyllospadix scouleri*) que se probaron como hábitat de asentamiento bentónico. Estos cuatro sustratos naturales se eligieron debido a que son abundantes en uno de los sitios de estudio (Arvin) y debido a que han sido especies de flora mencionadas previamente por otros autores como los posibles hábitat alternativos para juveniles de *P. interruptus* (Parker 1972; Serfling y Ford 1975). Para evitar una posible interferencia de la selección por la posición de cada sustrato, estos fueron colocados en las diferentes posiciones en los ensayos (es decir 1, 2, 3, y 4) en cada tanque (Fig. 6b).

1. *Plocamium*, 2. *Gelidium*, 3. *Macrocystis*, y 4. *Phyllospadix*

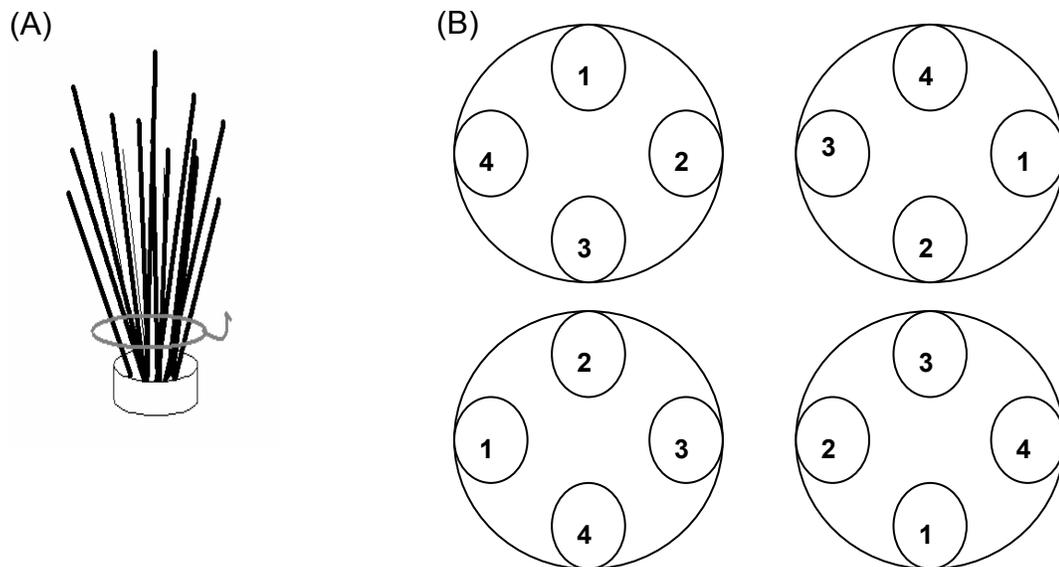


Figura 6. Posición de cada sustrato para el experimento de selección de hábitat estructural de los juveniles bentónicos tempranos *P. interruptus*.

Las diferentes especies fueron colectadas manualmente y contenidas en redes tipo bolsa en Arvin, mediante buceo SCUBA. Una vez en el laboratorio de cultivo, los ejemplares fueron lavados y sacudidos con el agua de mar de flujo constante para eliminar la epifauna que puede servir como alimento y podría confundir la atracción hacia el hábitat estructural específico (Marx & Herrnkind 1985b). Para estandarizar el diámetro del substrato, se empleó un tubo de PVC de 15 cm de diámetro que funcionó como área de referencia. Las frondas de alga o las ramas del pasto se fueron agrupando hasta saturar el área del tubo, una vez formado el racimo, se amarró con un hilo galvanizado para evitar la dispersión de las frondas o ramas en el tanque (Figura 6a). A cada substrato se le agregó alimento natural *ad libitum*, constituido principalmente por el gasterópodo *Tegula* sp. (abundante en el sitio) triturado, homogeneizando el alimento disponible entre los substratos. Para estos experimentos se emplearon postlarvas y juveniles de *P. interruptus* obtenidos de colectores artificiales colocados por el personal del laboratorio de Bentos de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB) del Instituto Politécnico Nacional (IPN) y del Centro Regional de Investigación Pesquera (CRIP) del Instituto Nacional de la Pesca (INP). Adicionalmente, se utilizaron organismos colectados en campo.

Para evitar el sesgo que podría producir la introducción del JBT por cualquier lado del estanque, las langostas fueron liberadas en el centro del mismo, empleando un tubo de PVC de 3.5 cm de diámetro y de 60 cm de largo (Herrnkind & Butler 1986). El tubo se retiró del tanque con sumo cuidado para evitar perturbación extra en el mismo. Veinticuatro horas después de la liberación de los juveniles en los estanques, el juvenil realizó su actividad nocturna y seleccionó cierto hábitat (Herrnkind & Butler 1986). Cada substrato se

aisló con dos láminas de acrílico y se cubrió cuidadosamente con una red tipo bolsa. El substrato se extrajo del tanque cuidadosamente para no perturbar a los juveniles que pudieran haber encontrado refugio en otros substratos. Posteriormente, cada substrato fue revisado y se registró la longitud del cefalotórax (CL) del organismo encontrado para determinar si existe una selección de substrato diferente entre tallas y reconocer el estadio postlarval, mencionado en *P. argus* (Butler & Herrnkind 1997).

4.5.2 Reconocimiento del substrato natural a través de su olor por juveniles

bentónicos tempranos de *Panulirus interruptus*

Adicionalmente para conocer si los JBT de *P. interruptus* pueden reconocer los substratos preferidos por la señal de olor, se realizó un experimento similar al de substrato natural, pero empleando esta vez un substrato artificial (N = 99). Empleamos la misma fibra sintética que se usa en los colectores artificiales para postlarvas GUSI y Phillips (Phillips y Booth 1994; Guzmán-del-Prío *et al.* 1996; Vega *et al.* 2000). Se formó un manojo de esta fibra similar al racimo que se había hecho con el substrato natural (Fig. 6a). A cada manojo se le introdujo un fragmento de substrato natural como la señal del olor en la parte central, asegurándose que quedara bien cubierto por la fibra sintética. El experimento se realizó de la misma manera que con el substrato natural para estimar la selección.

4.5.3 Selección bajo la influencia del grupo

Se realizó un ensayo variando la densidad de JBT por estanque considerando como selección individual a los ensayos donde solo se liberó 1 JBT por estanque, mientras que

los estanques donde se liberaron 5 JBT se consideraron como selección bajo la influencia del grupo (N = 35). Se realizó el mismo procedimiento que con el ensayo individual.

Para determinar si hubo diferencias significativas en el tamaño de los juveniles de langosta que seleccionaron cierto substrato natural, selección por señal de olor o bajo la influencia del grupo se empleo la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. A su vez, se empleo la prueba t-Student para determinar las diferencias entre los tamaños juveniles de los substratos seleccionados mayormente. Se empleo la prueba del χ^2 -cuadrado de bondad de ajuste entre el número de los juveniles observados comparado con el número de juveniles esperado en caso de no haber selección por algún substrato (Sokal y Rolhf 1998).

Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico STATISTICA 6.0 software (Stat Soft, Inc., Tulsa, OK, EE.UU.) en Microsoft Windows OS.

5. RESULTADOS

5.1 Localización de áreas de crianza de la langosta roja *Panulirus interruptus*

5.1.1 Censo visual

En los 27 sitios visitados en el área de Bahía Asunción a Bahía Tortugas el sustrato es rocoso generalmente desde cantos rodados en la zona intermareal, hasta sedimento fino en la zona submareal superior y la flora dominante estuvo representada por dos especies de algas pardas *Eisenia arborea* y *Macrocystis pyrifera* y dos especies de pastos marinos *Phyllospadix scouleri* y *Zostera marina*. En contraste, en los sitios ubicados en Bahía Vizcaíno el sustrato está formado por plataformas de roca sedimentaria sobrepuestas llamadas localmente “tepetate” y la especie dominante fue el pasto marino *Phyllospadix torreyi* (Tabla I).

En los sitios, el número de langostas censadas varió entre 0 y 162 langostas y la CPUE entre 0 y 8.6 langostas/min. El número de juveniles y adultos varió de un sitio a otro, teniéndose que el mayor número de juveniles de 20 a 60 LC, mm fue de 65 (CPUE = 1.14) para el Arvin, Bahía Tortugas (Tabla II). En algunos sitios las estimaciones de CPUE están subestimadas debido a que la turbidez ocasionada por el viento o la marejada dificultó la observación de langostas. La estimación del esfuerzo mostró un valor máximo de 517 en Arvin (Tabla III). La mayor proporción de juveniles por debajo de los 60 mm LC se registró dentro de Bahía Tortugas (Fig. 7).

En el Arvin, Queen y Malarrimo el censo visual y/o recorrido dirigido a la zona intermareal permitió localizar juveniles de 7.1-13.7 mm de LC (Tabla IV).

Tabla I. Características físicas y flora dominante de los sitios explorados para ubicar juveniles de la langosta *Panulirus interruptus*. Posición geográfica, tipo de fondo, flora dominante, oleaje, vía de acceso marítima (M) o terrestre (T) y fecha.

Sitio	Latitud	Longitud	Características		Oleaje dominante	Vía de Acceso	Fecha
			Tipo de fondo	Flora dominante			
Bahía Asunción							
Isla Asunción	27°06'	114°17'	Roca-arena	<i>Eisenia arborea</i> , <i>Gelidium</i> sp., <i>Phyllospadix scouleri</i>	Regular-fuerte	M	03/07/01
Canal, Isla Asunción	27°06'	114°17'	Roca-arena	<i>E. arborea</i> , <i>Gelidium</i> sp., <i>P. scouleri</i>	Regular-fuerte	M	04/07/01
Colector, Isla Asunción	27°06'	114°17'	Roca-arena	<i>E. arborea</i> , <i>Macrocystis pyrifera</i> , <i>Gelidium</i> sp.	Regular-fuerte	M	04/07/01
Bahía Almeja							
Clam bay	27°37'	114°50'	Roca-arena	<i>E. arborea</i> , <i>M. pyrifera</i> , <i>P. scouleri</i>	Regular-fuerte	M, T	09/07/01 19/03/01
Bahía Tortugas							
Bungalows	27°41'	114°52'	Roca-arena	<i>E. arborea</i> , <i>P. scouleri</i>	Regular	M, T	16/03/01
Pradera de pasto	27°38'	114°51'	Limoso	<i>Zostera marina</i>	Regular	M	15/03/01
Pradera de pasto, frente al rincón	27°38'	114°51'	Limoso	<i>Z. marina</i>	Regular	M	07/07/01
Arvin	27°38'	114°52'	Roca-arena	<i>M. pyrifera</i> , <i>P. scouleri</i> , <i>Z. marina</i>	Suave	M, T	14/03/01 07/07/01
Morro de adentro	27°39'	114°52'	Roca-arena	<i>M. pyrifera</i> , <i>P. scouleri</i>	Regular-fuerte	M	15/03/01 06/07/01 13/09/01
Morro de en medio	27°39'	114°52'	Rocoso	<i>M. pyrifera</i> , <i>Plocamium</i> sp., <i>P. scouleri</i>	Regular-fuerte	M	06/07/01 13/09/01
El picudo	27°38'	114°52'	Rocoso	<i>M. pyrifera</i> , <i>Plocamium</i> sp., <i>P. scouleri</i>	Regular-fuerte	M	06/07/01
Punta Eugenia							
Frente Agarmex	27°52'	114°12'	Rocoso	<i>E. arborea</i> , <i>M. pyrifera</i>	Fuerte	M	20/03/01
Piedra Blanca	27°52'	115°03'	Rocoso	<i>E. arborea</i> , <i>M. pyrifera</i> , <i>Gelidium</i> sp.	Fuerte	M	22/06/01
Piedra Negra	27°51'	115°01'	Rocoso	<i>E. arborea</i> , <i>M. pyrifera</i> , <i>Gelidium</i> sp.	Fuerte	M	22/06/01
Bahía Sebastián Vizcaíno							
Arroyo Malarrimo	-	-	Tepetate-arena	<i>P. torreyi</i>	Suave-Regular	M	07/09/01 07/09/01
Barra de Malarrimo	27°48'	114°42'	Tepetate	<i>P. torreyi</i>	Suave-Regular	M, T	06/09/01
Malarrimo Datilito	27°47'	114°39'	Tepetate	<i>P. torreyi</i>	Suave-Regular	M, T	06/09/01
Campo Queen	27°46'	114°38'	Tepetate	<i>P. torreyi</i>	Suave-Regular	M, T	24/06/01

Tabla II. Abundancia de las langostas *P. interruptus* observada en los diferentes sitios censados por inspección visual. Desglosada por intervalo de longitud del cefalotórax (LC). Proporción correspondiente de la estimación del CPUE (censo por minuto).

Sitio	Número de langostas				CPUE			
	Total	(Intervalo de LC, mm)			Total	(Intervalo de LC, mm)		
		20-60	60-80	>80		20-60	60-80	>80
Bahía Asunción								
Isla Asunción	23	6	16	1	0.766	0.2	0.54	0.03
Canal, Isla Asunción	25	10	15	0	1.25	0.5	0.75	0
Colector, Isla Asunción	7	1	5	1	0.318	0.05	0.23	0.05
Bahía Almeja								
Clam bay	2	0	0	2	0.22	2	0	0.22
Clam bay	0	0	0	0	0	0	0	0
Bahía Tortugas								
Bungalos	93	6	24	63	1.86	0.12	0.48	1.26
Bungalos	5	1	3	1	1	0.2	0.6	0.2
Pradera de pasto	0	0	0	0	0	0	0	0
Pradera de pasto, frente al rincón	0	0	0	0	0	0	0	0
Arvin	51	38	10	3	1.13	0.84	0.22	0.07
Arvin	110	12	42	56	2.56	0.28	0.98	1.3
Arvin	162	65	39	58	2.84	1.14	0.68	1.02
Arvin	155	34	79	42	8.61	1.89	4.39	2.33
Morro de adentro	29	6	11	12	0.34	0.07	0.13	0.14
Morro de adentro	74	17	50	7	4.35	1	2.94	0.41
Morro de adentro	60	5	40	15	4	0.33	2.67	1
Morro de en medio	85	3	53	29	4.25	0.15	2.65	1.45
Morro de en medio	12	0	8	4	0.6	0	0.4	0.2
El picudo	23	8	13	2	1.92	0.67	1.09	0.17
Punta Eugenia								
Frente Agarmex	17	0	2	15	0.34	0	0.04	0.3
Piedra Blanca	78	0	0	78	1.95	0	0	1.95
Piedra Negra	30	0	0	30	1.5	0	0	1.5
Bahía Sebastián Vizcaíno								
Arroyo Malarrimo	57	16	28	13	1.43	0.4	0.7	0.33
Arroyo Malarrimo	73	7	43	23	3.65	0.35	2.15	1.15
Barra de Malarrimo	70	0	29	41	3	0	1.24	1.76
Datilito	35	5	17	13	0.58	0.08	0.28	0.22
Campo Queen	17	0	0	17	0.43	0	0	0.43

Tabla III. Abundancia de langostas *P. interruptus*, estimación a una hora. Contribución por intervalo de longitud del cefalotórax LC (mm) del CPUE total.

Sitio	CPUE (hora)	CPUE del intervalo de LC (hora)		
	Total	20-60	60-80	>80
Bahía Asunción				
Isla Asunción	46.2	12	32.4	1.8
Canal, Isla Asunción	75	30	45	0
Colector, Isla Asunción	19.2	3	13.8	3
Bahía Almeja				
Clam bay	0	0	0	0
Clam bay	13.2	0	13.2	0
Bahía Tortugas				
Bungalos	111.6	7.2	28.8	75.6
Bungalos	60	12	36	12
Pradera de pasto	0	0	0	0
Pradera de pasto, rincón	0	0	0	0
Arvin	67.8	50.4	13.2	4.2
Arvin	153.6	16.8	58.6	78.2
Arvin	170.4	68.4	41.04	61.02
Arvin	516.6	113.4	263.4	139.8
Morro de adentro	20.4	4.2	7.8	8.4
Morro de adentro	261	60	176.4	24.6
Morro de adentro	240	19.8	160.2	60
Morro de en medio	255	9	159	87
Morro de en medio	36	0	24	12
El picudo	115.2	40.2	65.4	10.2
Punta Eugenia				
Frente Agarmex	20.4	0	2.4	18
Piedra Blanca	117	0	0	117
Piedra Negra	90	0	0	90
Bahía Sebastián Vizcaíno				
Arroyo Malarrimo	85.8	24	42	19.8
Arroyo Malarrimo	219	21	129	69
Barra de Malarrimo	180	0	74.4	105.6
Malarrimo Datilito	34.8	4.8	16.8	13.2
Campo Queen	25.8	0	0	25.8

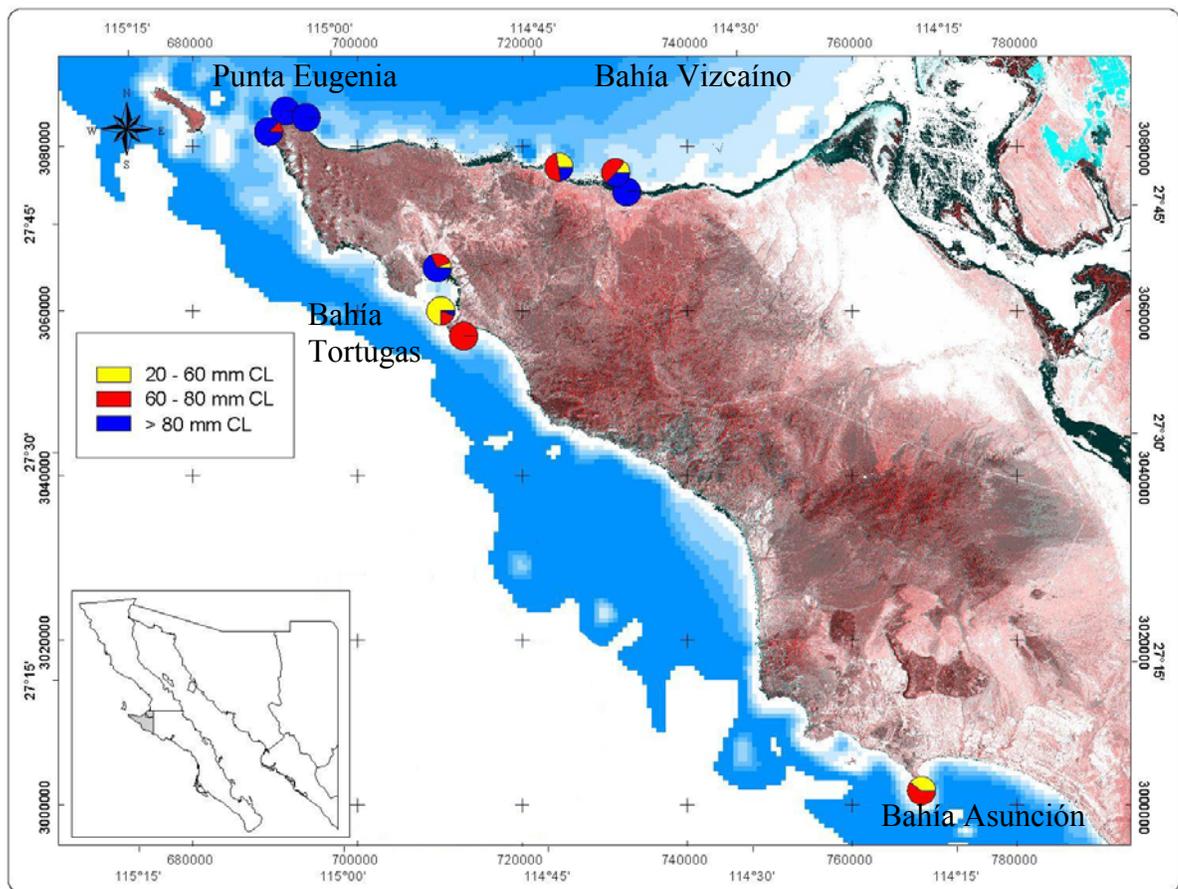


Figura 7. Distribución espacial de la abundancia de la langosta roja *P. interruptus* por intervalo de talla de longitud cefalotorácica (LC mm), estimada mediante el censo visual.

Tabla IV. Juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus* capturados en otoño, 2001. Longitud de cefalotórax (LC en mm). En “Arvin”, Bahía Tortugas, “Queen” y “Malarrimo”, Bahía Sebastián Vizcaíno.

LC (mm)		
Arvin	Queen	Malarrimo
7.1	8.8	7.1
7.3	9.1	7.8
7.5	10.3	9.3
7.7	10.5	10.9
8.3	11.9	
8.5	12.2	
8.6	13.7	
9.2		
9.7		
11.1		

En las 20 trampas empleadas, se capturaron 1032 langostas de las cuales 207 (\approx 20%) se encontraron en el intervalo de 32.8 a 65.5 mm LC. Aunque la captura de langostas es mayor con la trampa para capturar pescado, las trampas que capturaron un mayor número de juveniles fueron las trampas para captura de pulpo, que tienen la luz de malla menor. En Arvin, se capturaron tanto langostas sub-adultas, adultas ($>$ 60 mm LC) así como juveniles (159 juveniles de 731 langostas totales, 21.8%). Mientras que en Queen de 98 langostas capturados, 48 fueron juveniles (i.e. 49%) (Tabla V).

Tabla V. Captura de juveniles de *P. interruptus* en la campaña de muestreo prospectivo. Se reporta el tipo de trampa empleado por sitio y el intervalo de longitud de cefalotórax (LC).

Sitio y mes	Tipo trampa	Captura total	< 60 mm LC	Intervalo de LC (mm)	Promedio
Arvin (marzo)	Langosta forrada	6	6	51-60	61.8
	Langosta pequeña	4	4	56-60	54.7
	Pescado	165	42	51-60	67.6
	Langosta forrada	53	19	51-60	67.5
Arvin (junio)	Pescado	13	4	52-61	58.0
	Pescado	76	20	33-63	47.9
	Pescado	156	24	37-63	56.6
Queen (junio)	Pulpo	8	8	41-62	53.9
Arvin (septiembre)	Pescado	30	10	44-61	55.5
	Pescado	77	6	56-62	58.7
	Langosta	69	2	56-58	56.9
	Langosta forrada	62	6	56-61	59.0
	Pulpo	5	9	44-62	55.6
	Pulpo	11	4	51-59	54.6
	Pulpo	4	3	54-62	57.8
Queen (septiembre)	Pulpo	14	9	39-59	53.5
	Pulpo	14	8	53-59	56.7
	Pulpo	21	8	55-59	56.9
	Pulpo	27	10	52-59	56.2
	Pescado	10	5	52-66	58.3

5.2 Caracterización ambiental de los sitios seleccionados para realizar el estudio del hábitat de juveniles de *Panulirus interruptus*

5.2.1 Arvin, Bahía Tortugas

5.2.1.1 Paisaje

Arvin se encuentra al interior de Bahía Tortugas en la zona de barlovento, por lo tanto se encuentra bien protegido de la corriente y efecto del viento, debido a la presencia de los cayos rocosos que limitan la intensidad del oleaje en la entrada de la bahía llamados localmente como “morros”, que funcionan de rompeolas naturales. Estos, se localizan en la punta SE de la bahía, son una cadena de pequeños islotes que resultan de la prolongación de dicha punta. El paisaje esta determinado por la macroflora más abundante, donde hasta los 10 metros desde la costa a 2m de profundidad, el pasto marino *Phyllospadix scouleri* fue la especie más abundante. Entre los 20 y 30 metros, a 4m de profundidad el alga gigante o también conocida como kelp *Macrocystis pyrifera* mezclada con *Sargassum muticum* fueron las especies dominantes. A partir de los 35m hacia el centro de la bahía \approx 5m de profundidad el pasto marino *Zostera marina* fue la especie dominante (Fig. 8). El substrato es rocoso, las rocas de mayor tamaño se encuentran hacia la orilla de la playa, pasando por cantos rodados hasta llegar a substrato fino hacia el centro de la bahía.

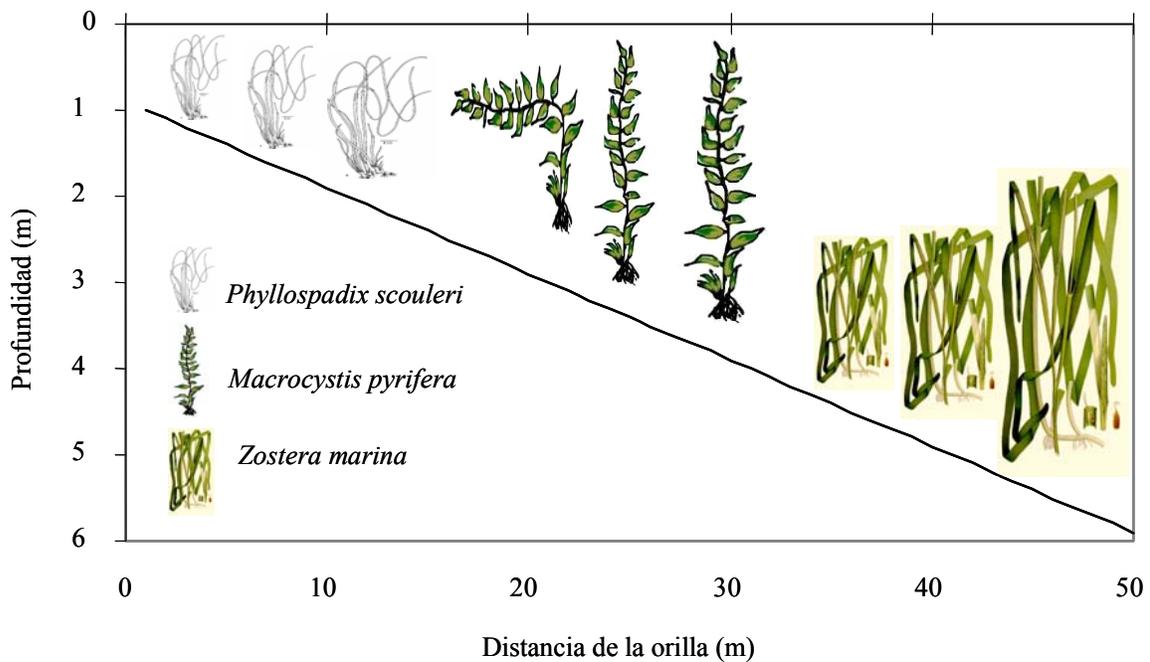


Figura 8. Perfil dasonómico del piso submarino del campo pesquero Arvin, Bahía Tortugas.

5.2.1.2 Sedimento

El litoral comienza con una zona rocosa, con cantos rodados de 15 a 50 cm de diámetro. La zona intermareal (≤ 1 m) presentó rocas de mayor tamaño entre 50 y 80 cm de diámetro cubiertas por pasto y en la zona más profunda el sedimento está compuesto de una mayor proporción de arenas finas, limos y arcillas. El análisis de los sedimentos acumulados en las tres zonas indica una mayor cantidad de arcillas en la zona profunda (Fig. 9). De hecho en la zona profunda la presencia de una mayor cantidad de limos y arcillas se asocia como característica necesaria para el establecimiento del pasto marino *Zostera marina*.

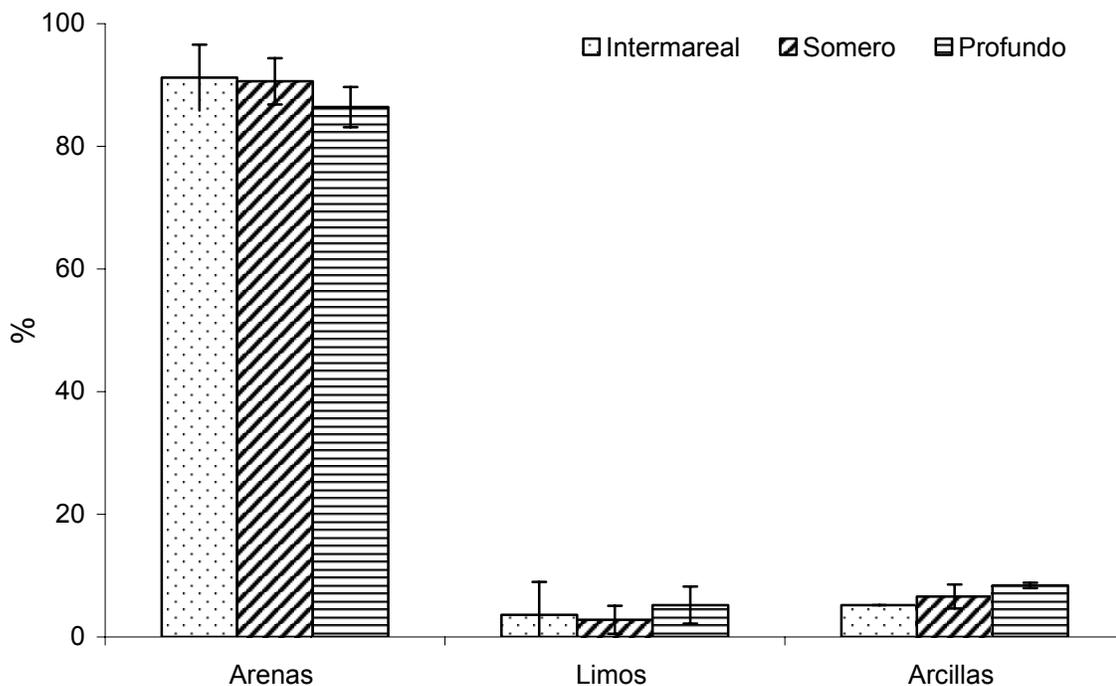


Figura 9. Porcentajes de arenas, limos y arcillas en diferentes zonas de Arvin. (Intermareal: ≤ 1 m, somero: 2-3m y profundo: 4-6m). ($\bar{x} \pm \sigma$)

5.2.1.3 Temperatura

La temperatura del fondo del agua de mar presentó un promedio anual de 17.3°C. Las temperaturas estacionales fueron en otoño 2001 de 15.2 a 23.1°C (\bar{x} : 19.5°C), en invierno 2001-2002 de 13.3 a 19.3°C (\bar{x} : 16.7°C), en primavera 2002 de 13.6 a 22.1°C (\bar{x} : 15.6°C) y en verano 2002 de 13.3 a 19.3°C (\bar{x} : 17.2°C) (Figura 11). Se observaron diferencias significativas estacionales (*Prueba de T* = 84.7, *gl* = 6, $P < 0.05$).

5.2.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno

5.2.2.1 Paisaje

En esta bahía la inclinación de la plataforma continental es pequeña. El fondo desde el litoral está compuesto por una serie rocas sedimentarias grandes en forma de plataformas que cambian de la inclinación a manera de escaleras. La flora crece encima de sedimento que se ha acumulado en el espacio intersticial entre las plataformas de roca (Figura 10). La especie dominante de pasto desde la zona intermareal (≤ 1 m) hasta los 6 m de profundidad fue el pasto marino *Phyllospadix torreyi*.



Figura 10. Vista del piso submarino en bajamar del campo pesquero Queen

5.2.2.2 Sedimento

En la zona intermareal (≤ 1 m) y en la zona profunda (4 - 6 m) se presentó un mayor porcentaje de arenas, que la zona somera (2 - 3 m). De hecho en la zona somera se observó

un mayor porcentaje de limos y arcillas. Debido a la protección brindada por la presencia de la barrera de roca saliente que protege esta zona (Figura 11).

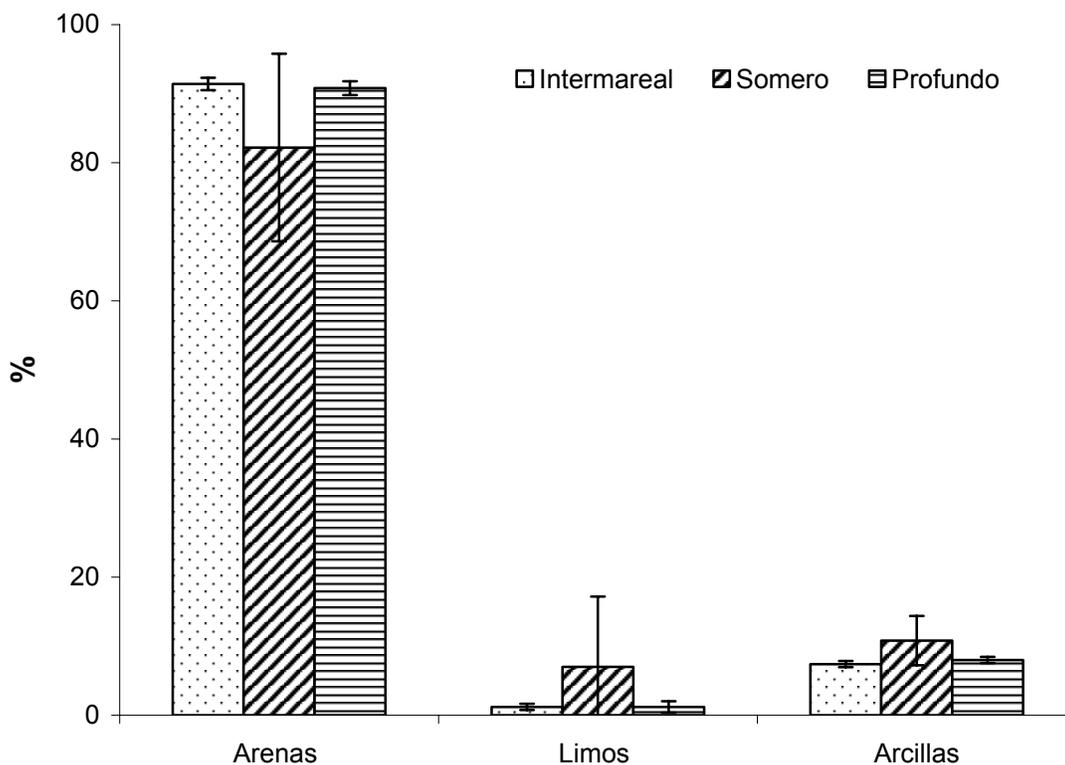


Figura 11. Porcentajes de arenas, limos y arcillas en diferentes zonas de Queen. Intermareal: ≤ 1 m, somero: 2-3m y profundo: 4-6m). ($\bar{x} \pm \sigma$)

5.2.2.3 Temperatura

La temperatura de fondo del agua de mar presentó una media anual de 19.9°C. Estacionalmente fue en otoño 2001 de 16.7 a 26.0°C (media: 20.4°C), en invierno 2001-2002 de 16.8 a 20.2°C (media: 18.1°C), en primavera 2002 de 17.6 a 21.5°C (media: 19.1°C) y en verano 2002 de 16.1 a 24.4°C (media: 21.8°C) (Figura 12). Se observaron diferencias estacionales significativas (*Prueba de T* = 83.6, *gl* = 6, *P* < 0.05).

5.2.3 Comparación de temperatura entre sitios

La media estacional de la temperatura de agua de mar fue significativamente diferente entre sitios (*Prueba de T* = -2.8, *gl* = 6, *P* < 0.05), con el sitio Arvin más frío en términos generales que en el sitio Queen. La mayor diferencia observada entre sitios fue durante la estación de verano (Figura 12).

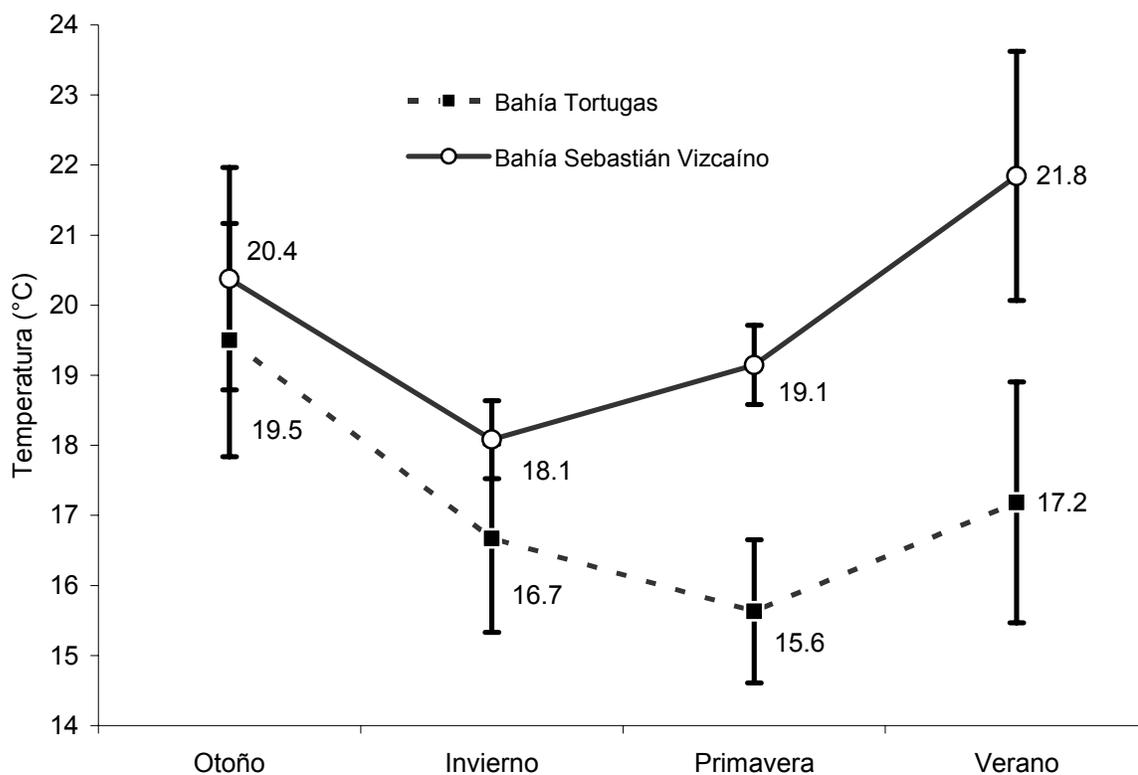


Figura 12. Temperatura promedio estacional del agua de mar de fondo ($\bar{x} \pm \sigma$) en ■ Arvin y ○ Queen.

5.3 Caracterización biológica del hábitat de juveniles de *Panulirus interruptus*

5.3.1 Arvin, Bahía Tortugas

5.3.1.1 Flora

En el campo pesquero Arvin, se identificaron 48 especies de macroalgas y 2 de pastos marinos. De las macroalgas, 5 especies pertenecen a la División Chlorophyta, 14 a Phaeophyta y 29 a Rhodophyta. Las especies con mayor biomasa durante el año fueron las algas café *Macrocystis pyrifera*, *Sargassum muticum* y los pastos marinos *Phyllospadix scouleri* y *Zostera marina*. Algunas especies dominantes en términos de biomasa presentaron una marcada estacionalidad, por ejemplo *S. muticum* tuvo una biomasa mínima de $0.09 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en otoño y una máxima de $7.08 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en primavera; en *M. pyrifera* el mínimo se observó en primavera ($0.03 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) y el máximo en verano ($1.03 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Mientras que la fluctuación estacional en los pastos marinos fue menor donde la biomasa de *P. scouleri* varió entre $2.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en invierno y $3.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en primavera y en *Z. Marina* varió entre $0.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en primavera $1.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en otoño (Tabla VI).

Tabla VI. Biomasa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) estacional de flora bentónica de Arvin. Ausencia de la especie en la localidad (-).

	Biomasa ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)				Porcentaje			
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
CHLOROPHYTA								
<i>Codium cuneatum</i>	0	0	0	0.3	0	0	0	0.004
<i>Ulva clathrata</i>	0	0	0	0.2	0	0	0	0.003
<i>Ulva expansa</i>	0	0	0	3.5	0	0	0	0.051
<i>Ulva lactuca</i>	0	0	0	4.5	0	0	0	0.065
<i>Ulva</i> sp.	0	0	0.2	0.03	0	0	0.001	0.0004
PHAEOPHYTA								
<i>Cladostephus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Colpomenia peregrina</i>	5.3	0	0	1.1	0.10	0	0	0.02
<i>Colpomenia sinuosa</i>	4.0	0	0	0	0.08	0	0	0
<i>Cystoseira osmundacea</i>	0	501.1	36.0	15.0	0	9.94	0.32	0.22
<i>Dictyopterus undulata</i>	0.4	0.1	1.4	0	0.01	0.003	0.01	0
<i>Dictyopterus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyopterus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dictyota binghamiae</i>	0.4	2.0	0.1	0	0.01	0.04	0.001	0
<i>Dictyota flabellata</i>	0	0	0	0.24	0	0	0	0.003
<i>Eisenia arborea</i>	4.1	1.2	0	0	0.08	0.02	0	0
<i>Hesperophycus californicus</i>	0	1.7	0	1.6	0	0.03	0	0.02
<i>Macrocyctis pyrifer</i>	556.2	34.3	28.8	1028.2	10.87	0.68	0.25	14.98
<i>Pachydictyon coriaceum</i>	0	2.24	1.44	0	0	0.04	0.01	0
<i>Padina caulescens</i>	0	5.7	2.1	0	0	0.11	0.02	0
<i>Padina conrescens</i>	38.6	21.5	8.9	24.8	0.75	0.43	0.08	0.36
<i>Sargassum agardhianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sargassum muticum</i>	95.4	1007.3	7081.3	1608.6	1.86	19.98	62.08	23.43
<i>Sargassum palmeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spatoglossum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zonaria farlowii</i>	9.7	40.2	1.7	6.8	0.19	0.80	0.01	0.10
RHODOPHYTA								
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	0	0	2.1	0	0	0	0.02	0
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	0.1	0	0	0.2	0.003	0	0	0.002
<i>Amphiroa valonioides</i>	1.3	0	0	0	0.02	0	0	0
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Callophyllis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centroceras clavulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corallina officinalis</i> var. <i>chilensis</i>	61.8	33.1	38.4	35.8	1.21	0.66	0.34	0.52
<i>Corllina vancouveriensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptopleura crispa</i>	0	0.1	0	0	0	0.001	0	0
<i>Cryptopleura violacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondria californica</i>	4.5	2.7	0.1	2.5	0.09	0.05	0.0005	0.04
<i>Chondria dasyphylla</i>	0.3	0	0	0	0.005	0	0	0
<i>Dasya sinicola</i> var. <i>sinicola</i>	1.1	0	0.03	0.9	0.02	0	0.0002	0.01
<i>Gelidium purpurascens</i>	12.6	0.8	3.1	0	0.25	0.02	0.03	0
<i>Gelidium robustum</i>	0	0	0	0.1	0	0	0	0.002

<i>Gelidium</i> sp.	0	0	0	0.1	0	0	0	0.002
<i>Gracilaria crispata</i>	15.8	0	0.2	0	0.31	0	0.002	0
<i>Gracilaria textorii</i>	5.5	0	0	0	0.11	0	0	0
<i>Gracilaria veleroae</i>	0	0	1.3	0	0	0	0.01	0
<i>Gracilaria</i> sp.	0	0	2.1	0	0	0	0.02	0
<i>Halyptilon gracile</i>	0	0.03	0	0	0	0.001	0	0
<i>Heterosiphonia erecta</i>	2.2	0	0	0.9	0.04	0	0	0.01
<i>Hypnea spinella</i>	5.0	0	0.2	3.2	0.10	0	0.001	0.05
<i>Hypnea valentiae</i>	2.3	0.5	1.4	2.7	0.05	0.01	0.01	0.04
<i>Hypnea</i> sp.	0	0	0	0.3	0	0	0	0.004
<i>Jania adhaerens</i>	0	0.1	20.7	2.0	0	0.002	0.18	0.03
<i>Jania tenella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jania verrucosa</i>	0	1.2	0	21.3	0	0.02	0	0.31
<i>Laurencia gardneri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laurencia masonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laurencia pacifica</i>	0	0.7	0	0	0	0.01	0	0
<i>Laurencia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Liagora californica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lithothrix aspergillum</i>	0.5	0	0	0.9	0.01	0	0	0.01
<i>Nienburgia andersoniana</i>	0	0.5	0	0	0	0.01	0	0
<i>Osmundea sinicola</i>	0	0	0.4	0	0	0	0.004	0
<i>Plocamium cartilagineum</i>	42.4	12.7	14.4	6.1	0.83	0.25	0.13	0.09
<i>Polysiphonia confusa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia johnstonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
var. <i>coccinna</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porphyra perforata</i>	0	0	0	0.8	0	0	0	0.01
<i>Prionitis cornea</i>	0	0	0	0.96	0	0	0	0.01
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spyridia filamentosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ceramiales</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
FANEROGAMAS								
<i>Phyllospadix scouleri</i>	2708.0	2205.0	3168.7	2950.1	52.95	43.73	27.78	42.97
<i>Phyllospadix torreyi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zostera marina</i>	1537.2	1167.4	992.6	1141.3	30.06	23.15	8.70	16.63

En las cuatro estaciones las especies dominantes de cada uno de los estratos son las mismas. Aunque la relación de biomasa cambia entre estaciones. La representación gráfica para otoño se observa en la siguiente Figura 13, invierno (Fig. 14), primavera (Fig. 15) y verano (Fig. 16).

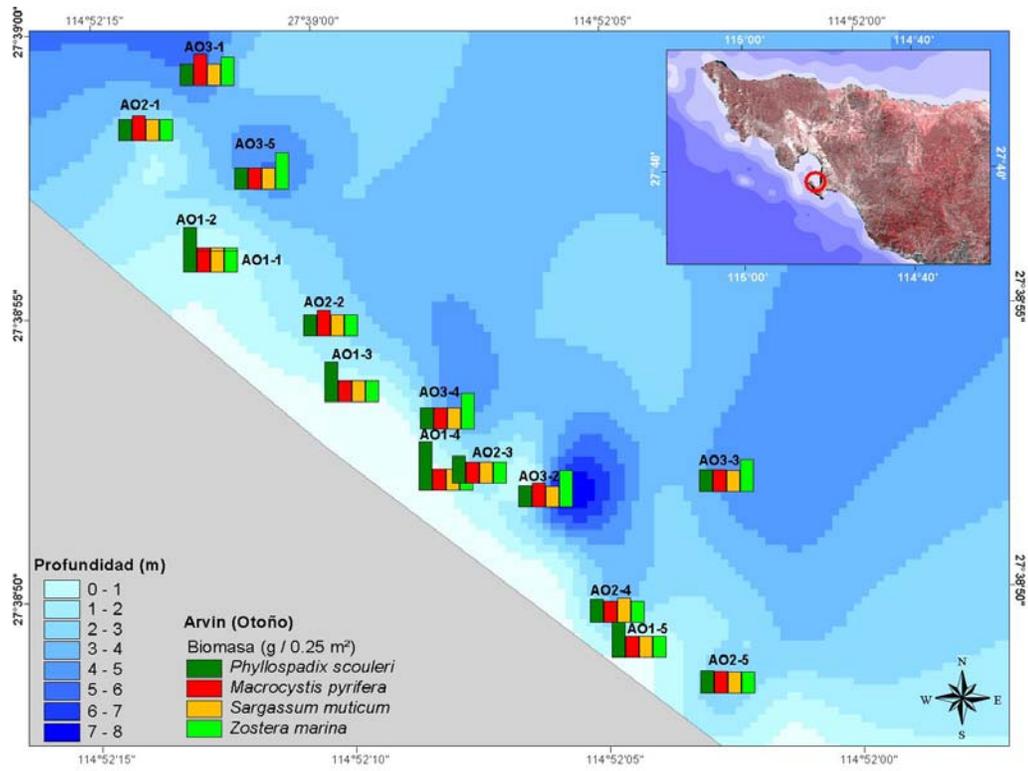


Figura 13. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de otoño en Arvin.

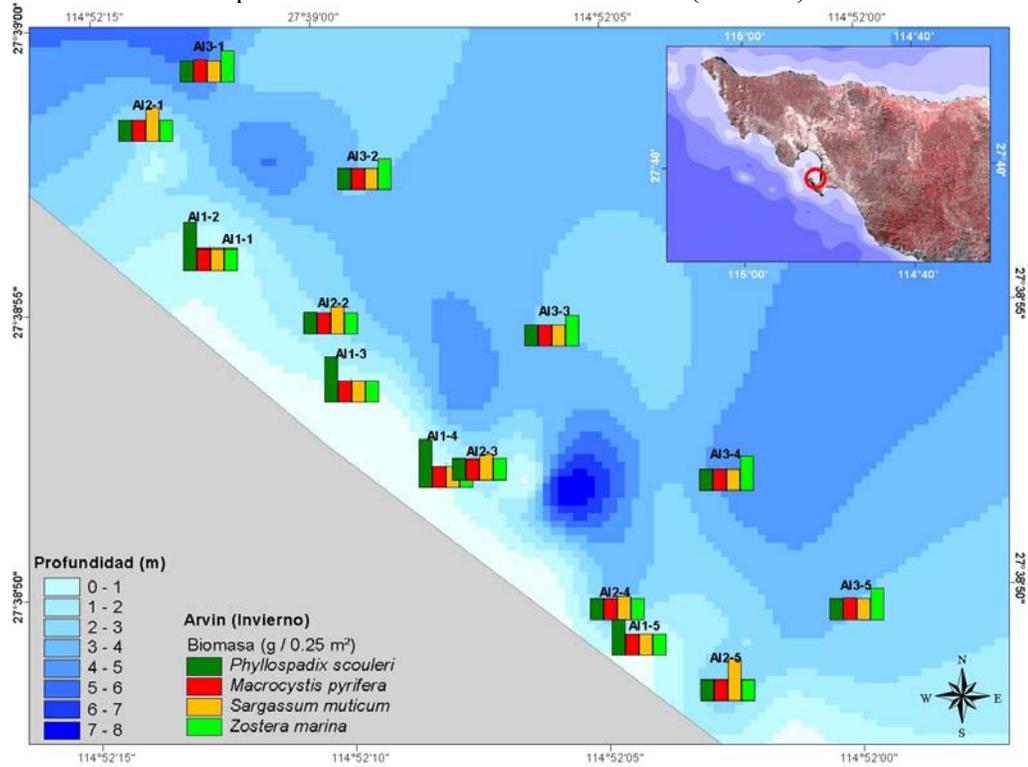


Figura 14. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de invierno en Arvin.

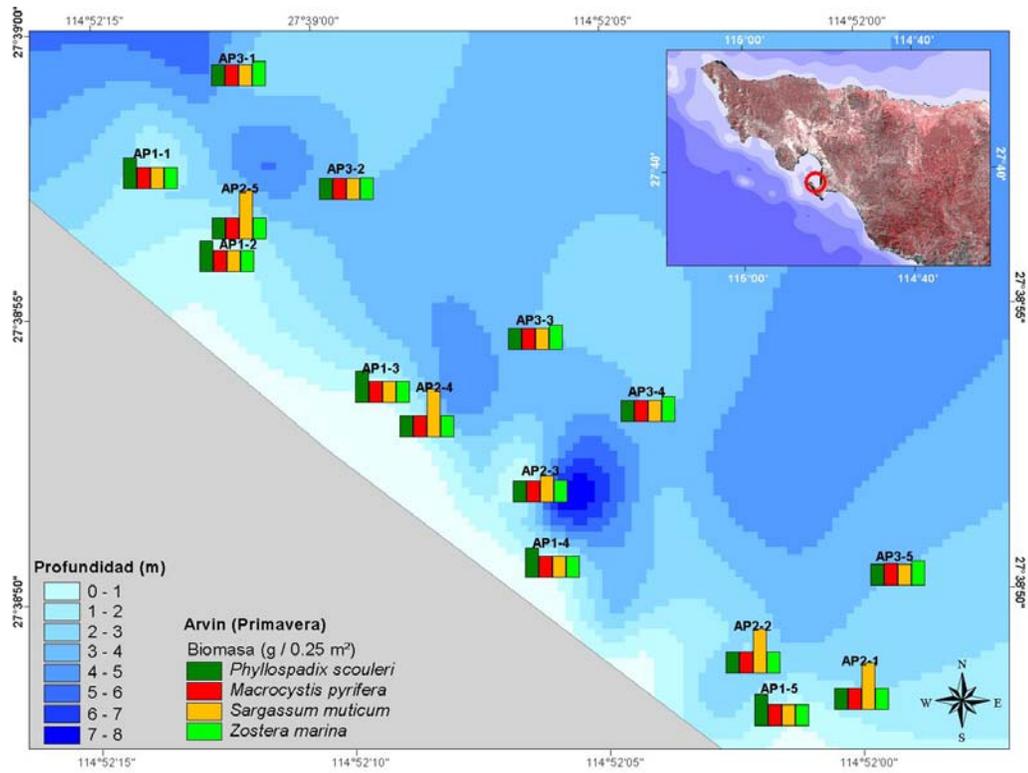


Figura 15. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de primavera en Arvin.

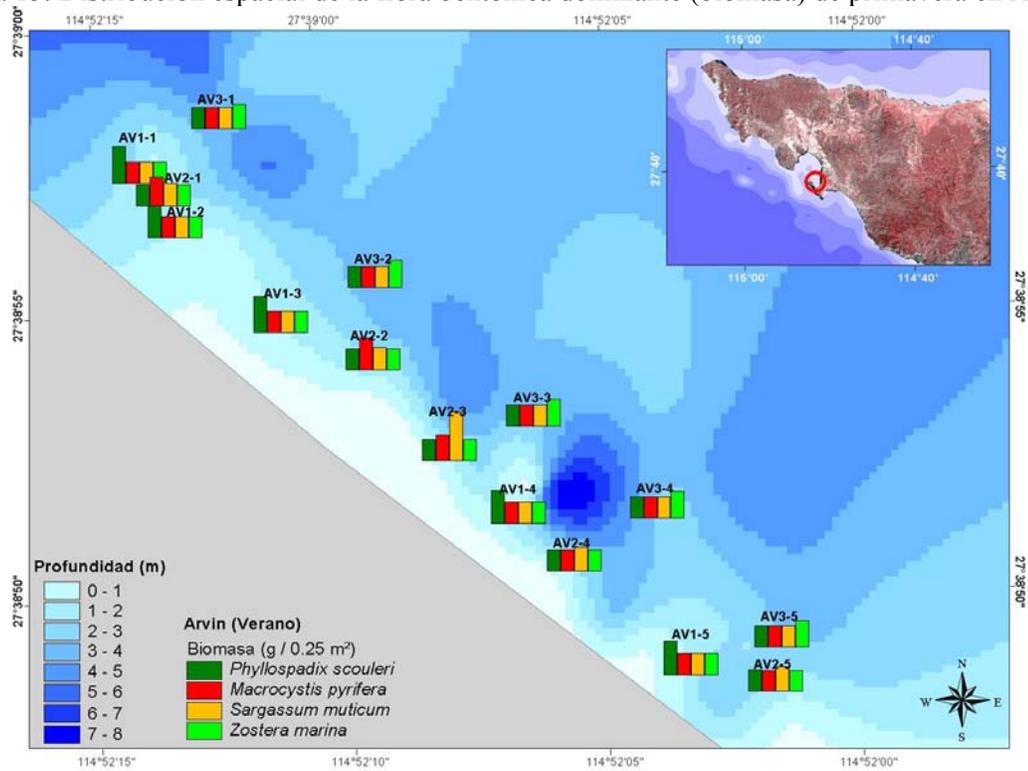


Figura 16. Distribución espacial de la flora bentónica dominante (biomasa) de verano en Arvin.

5.3.1.2 Epifauna

De manera general los grupos de macrofauna epibentónica que se registraron para Arvin, Bahía Tortugas fueron en total 30. Destacan por su abundancia y biomasa relativas el grupo Amphipoda a lo largo del año con máximo en abundancia de 91% y biomasa de 61% en primavera, lo cual se ve reflejado en el alto valor del índice de valor de importancia de este grupo en esta misma estación (56.2). El grupo Polychaeta fue importante en otoño, invierno y verano. Gastropoda resulto un grupo con biomasa relativa alta para la estación de primavera (28%) pero no ocurrió así con su abundancia relativa para la misma estación (0.2%). Sin embargo, en estos casos su abundancia y biomasa relativas fueron bajas. No todos los grupos estuvieron presentes a lo largo de todo el año. Por ejemplo los Paguroidea (anomuros) solo se presentaron en verano, los Opisthobranchia solo resultaron representados en invierno y los Echiura solo en verano. En los organismos coloniales (i.e. Bryozoa y Gorgonacea) no fue posible la estimación de abundancia relativa ya que la estimación esta basada en la contabilidad de organismos individuales, sin embargo, su contribución relativa en biomasa es relativamente alta para otoño (11.5%) y verano (9.5%) (Tabla VII). En la representación gráfica del índice de valor de importancia de los grupos de epifauna se destaca para todas las estaciones la mayor contribución del grupo Amphipoda (Fig. 17).

Tabla VII. Abundancia relativa (A), biomasa relativa (B) e índice de valor de importancia (IVI) de la epifauna bentónica por estación del año en Arvin. En los organismos coloniales no fue posible la estimación de frecuencia, ni del índice de valor de importancia (*). Ausencia del grupo (-).

Phyllum/ Subphyllum	Clase / Orden	Otoño			Invierno			Primavera			Verano		
		F	B	IVI	F	B	IVI	F	B	IVI	F	B	IVI
Crustacea	Brachyura	0.3	2.9	< 0.1	0.3	6.6	< 0.1	< 0.1	6.6	< 0.1	0.1	4.0	< 0.1
	Amphipoda	67.5	40.5	30.9	58.8	36.2	22.0	90.7	61.1	56.2	75.3	35.0	29.1
	Amphipoda tube	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.4	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Isopoda	1.9	3.5	0.1	2.5	4.4	0.1	0.4	< 0.01	0.0	3.7	8.4	0.3
	Ostracoda	0.9	0.1	< 0.1	0.5	0.2	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
	Tanaidacea	3.7	0.9	< 0.1	8.5	1.8	0.2	1.0	< 0.1	< 0.1	1.5	0.6	< 0.1
	Paguroidea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0.1	0.2	< 0.1
	Caridea	0.1	0.6	< 0.1	0.1	0.7	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.5	< 0.1
	Cumacea	1.4	1.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Chelicerata	Picnogonida	0.4	0.8	< 0.1	0.2	0.3	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.2	< 0.1
Mollusca	Gastropoda	1.2	4.5	0.1	1.4	2.5	< 0.1	0.2	28.3	< 0.1	0.2	6.7	< 0.1
	Bivalvia	2.2	0.5	< 0.1	0.2	0.3	0.0	0.2	< 0.1	< 0.1	0.4	2.1	< 0.1
	Polyplacophora	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Monoplacophora	0.8	0.9	< 0.1	1.3	1.9	< 0.1	0.6	< 0.1	< 0.1	2.6	3.3	0.1
	Opisthobranchia	-	-	-	< 0.1	0.5	< 0.1	-	-	-	-	-	-
Porifera	Demospongia	0.1	0.3	< 0.1	0.3	0.9	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.4	< 0.1
Annelida	Anelidae	2.2	4.4	0.1	1.8	3.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	0.8	1.0	< 0.1
	Polychaeta	7.2	17.6	1.4	8.8	27.3	2.5	2.4	4.0	0.2	8.2	19.8	1.8
	Clitellata (Oligochaeta)	1.5	0.8	< 0.1	0.2	0.1	< 0.1	0.3	< 0.1	< 0.1	0.1	0.1	< 0.1
Ectoprocta	Gymnolaemata (Bryozoa)	*	11.5	*	*	3.1	*	*	< 0.1	*	*	9.5	*
Nemata	Nematoda	-	-	-	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.1	< 0.1
Protozoa	Sarcodina (Foraminiferida)	0.4	< 0.1	< 0.1	0.9	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1
Echinodermata	Asteroidea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ophiuroidea	0.1	0.1	< 0.1	0.2	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.4	< 0.1
	Holothuroidea	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.2	< 0.1
	Echinoidea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cnidaria	Anthozoa (Colelenterata)	3.0	2.2	0.1	8.4	7.2	0.6	2.1	0.0	0.1	3.1	3.2	0.1
	Anthozoa (Gorgonacea)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	Turbellaria	2.6	6.0	0.2	1.5	1.5	< 0.1	0.5	< 0.1	< 0.1	1.0	1.9	< 0.1
Nemertea	Nemertinos	2.3	0.5	< 0.1	3.3	0.8	< 0.1	0.7	< 0.1	< 0.1	1.2	0.4	< 0.1
Sipuncula	Sipunculidae	-	-	-	-	-	-	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.9	1.2	< 0.1
Entoprocta	Entoprocto	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Chordata	Tunicata (Asciadiacea)	0.3	0.4	< 0.1	0.2	0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.7	< 0.1
Echiura		-	-	-	-	-	-	-	-	-	< 0.1	< 0.1	< 0.1

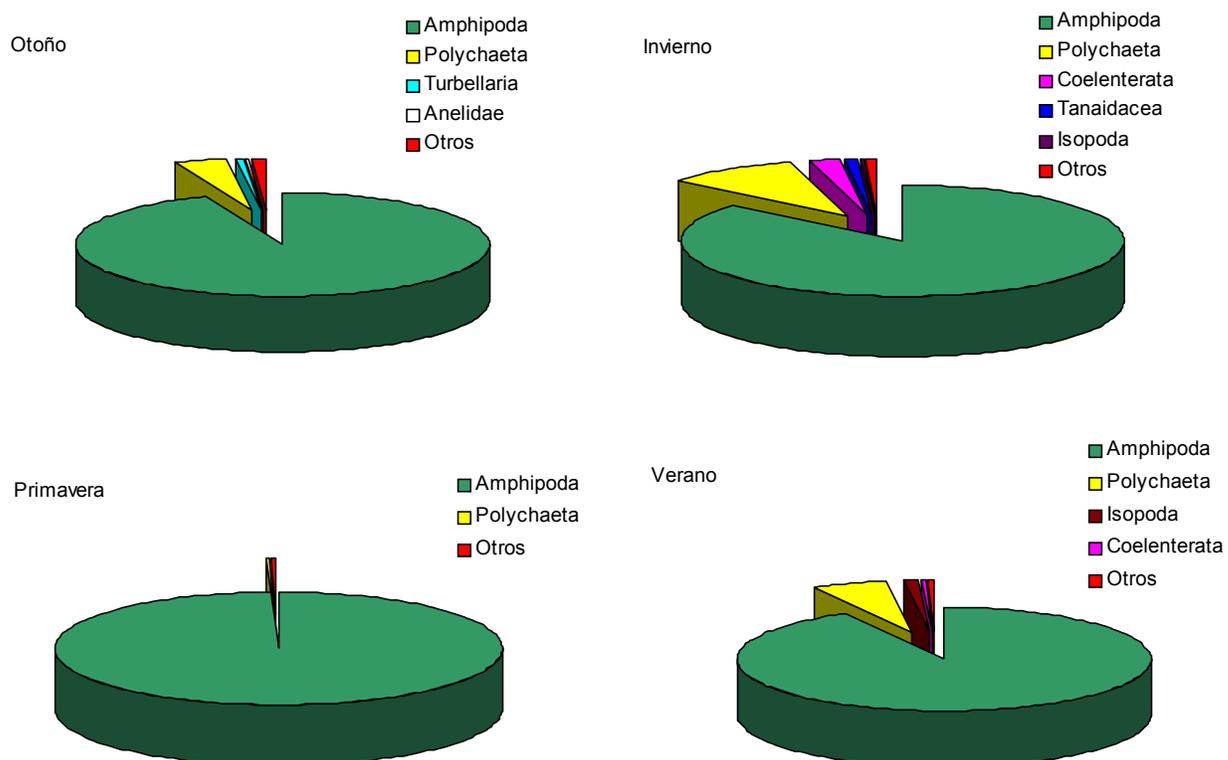


Figura 17. Índice de valor de importancia de los principales grupos de epifauna por estación del año para Arvin.

5.3.1.3 Análisis por estratos

El análisis del índice de valor de importancia de la epifauna por estratos por estación del año indicó que la mayoría de los grupos presentaron valores menores a 0.01. Amphipoda fue más abundante en el estrato de la zona intermareal superior en otoño (14.6), en los estratos 1 y 2 de invierno y verano y en el estrato 2 de primavera (39.5). Polychaeta presentó valores superiores a 0.01 en algunos estratos en algunas estaciones del año, destacando su importancia en el estrato 1 de verano (1.1) (Tabla VIII).

Tabla VIII. Índice de valor de importancia de epifauna por estrato y estación del año para Arvin.

Phylum / Subphylum	Estrato Clase / Orden	Estaciones											
		Otoño			Invierno			Primavera			Verano		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Crustacea	Brachyura	-	-	-	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Amphipoda	14.63	0.27	0.84	4.81	4.31	0.07	0.52	39.46	0.16	5.13	5.65	0.19
	Amphipoda tube	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Isopoda	0.04	<0.01	<0.01	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	0.10	<0.01
	Ostracoda	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Tanaidacea	0.02	<0.01	<0.01	0.01	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
	Paguroidea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01
	Caridea	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Cumacea	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Chelicerata	Picnogonida	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mollusca	Gastropoda	<0.01	0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Bivalvia	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Polyplacophora	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Monoplacophora	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.05
	Opisthobranchia	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	-	-	-	-
Porifera	Demospongia	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Annelida	Anelidae	0.07	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Polychaeta	0.61	0.01	0.07	0.78	0.13	0.08	0.04	<0.01	<0.01	1.14	0.02	<0.01
	Clitellata (Oligochaeta)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Gymnolaemata (Bryozoa)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Ectoprocta													
Nemata	Nematoda	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Sarcodina (Foraminiferida)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Protozoa													
Echinodermata	Ophiuroidea	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Holothuroidea	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cnidaria	Anthozoa (Coelenterata)	0.02	<0.01	0.01	0.01	0.17	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.02
Platyhelminthes	Turbellaria	0.09	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Nemertea	Nemertinos	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sipuncula	Sipunculidae	-	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
	Tunicata (Asciacea)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Chordata													
Echiura		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01

5.3.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno

5.3.2.1 Flora

En “Queen”, Bahía Vizcaíno, la composición de flora bentónica incluyó 46 especies de las cuales 1 especie corresponde a la División Chlorophyta, 17 a Phaeophyta, 27 a Rhodophyta y 1 Fanerógama (Tabla IX). La especie dominante en términos de biomasa fue el pasto marino *Phyllospadix torreyi*. Su biomasa varió entre $1.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en otoño y $3.3 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en primavera. Dicha biomasa en términos de porcentaje dentro de cada estación del año implica una contribución mínima de 63.6% de la biomasa total de verano y un porcentaje máximo de 94% en invierno. La segunda especie en importancia por biomasa fue el alga café *Padina caulescens* cuya biomasa tuvo un valor mínimo de $0.001 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en invierno y un valor máximo de $0.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en verano.

<i>Gelidium</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria crispata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria textorii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria veleroae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gracilaria</i> sp.	4.4	0.1	0	0	0.2	0.003	0	0
<i>Halyptilon gracile</i>	0	1.8	11.0	55.8	0	0.07	0.3	1.8
<i>Heterosiphonia erecta</i>	0	1.8	0	0.03	0	0.07	0	0.001
<i>Hypnea spinella</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea valentiae</i>	0	0.4	0	0.3	0	0.01	0	0.01
<i>Hypnea</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jania adhaerens</i>	6.5	0	0.2	0	0.3	0	0.004	0
<i>Jania tenella</i>	0	0	2.7	8.6	0	0	0.07	0.3
<i>Jania verrucosa</i>	0	2.6	1.2	0.6	0	0.09	0.03	0.02
<i>Laurencia gardneri</i>	0	1.2	0	0	0	0.04	0	0
<i>Laurencia masonii</i>	15.5	0	3.2	0.5	0.6	0	0.09	0.01
<i>Laurencia pacifica</i>	0	1.0	5.9	0.3	0	0.04	0.2	0.01
<i>Laurencia</i> sp.	3.9	0	0	0	0.2	0	0	0
<i>Liagora californica</i>	0	0	0.2	0.2	0	0	0.004	0.01
<i>Lithothrix aspergillum</i>	0	0.03	0.9	0.6	0	0.001	0.03	0.02
<i>Nienburgia andersoniana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Osmundea sinicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polysiphonia confusa</i>	0	0	0.6	0.6	0	0	0.02	0.02
<i>Polysiphonia johnstonii</i> var. <i>coccinna</i>	2.8	109.7	22.5	0.1	0.1	4.0	0.6	0.003
<i>Porphyra perforata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prionitis cornea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterosiphonia dendroidea</i>	0	2.6	0.8	2.9	0	0.09	0.02	0.09
<i>Spyridia filamentosa</i>	3.1	0	2.2	1.3	0.1	0	0.06	0.04
Ceramiales	0	0	0.3	0.9	0	0	0.01	0.03
FANEROGAMAS								
<i>Phyllospadix scouleri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phyllospadix torreyi</i>	1644	2600	3299	1965	65	94	93	64
<i>Zostera marina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

En el Queen no se observaron diferentes componentes dominantes entre estratos de profundidad, debido a que la especie de pasto *Phyllospadix torreyi*, es el componente dominante en este sitio y no está limitado en ningún estrato de profundidad. Sin embargo, su dominancia se ve atenuada en otoño, pues la contribución porcentual está más repartida entre los demás componentes florísticos (Fig. 18).

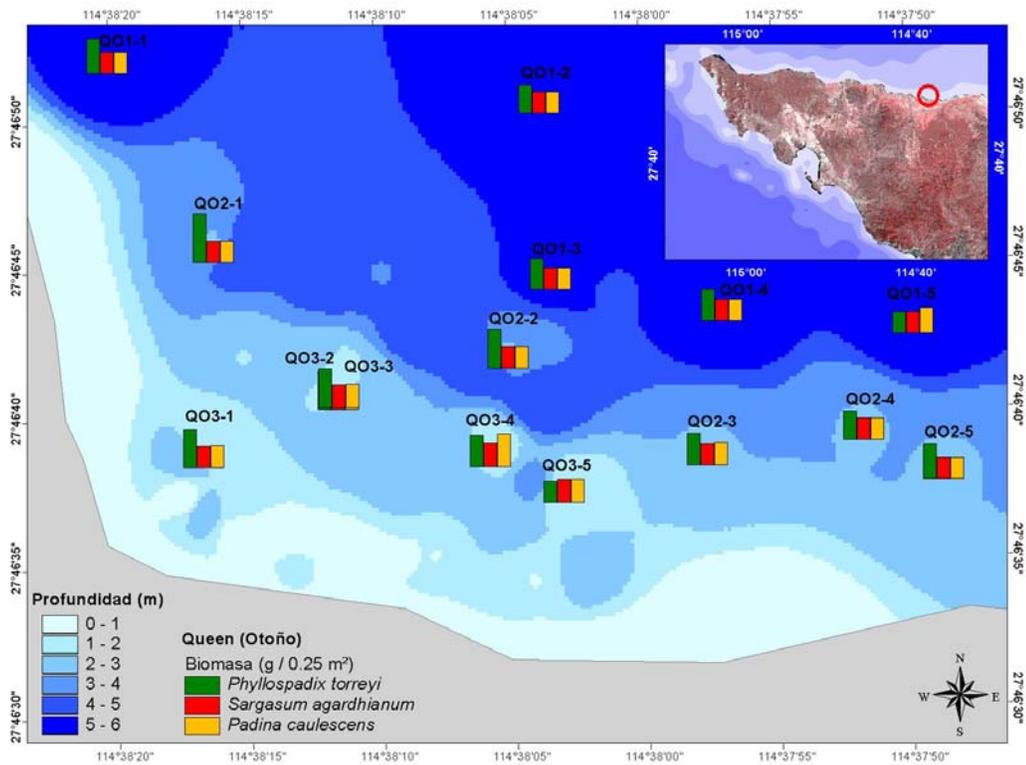


Figura 18. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) de otoño en Queen.

En Queen, para invierno la dominancia en términos porcentuales del peso de *Phyllospadix torreyi* es mayor que en otoño, (Fig. 19). En primavera la dominancia en términos de peso fue observada nuevamente para *Phyllospadix torreyi*, con la excepción de un cuadrante, donde la dominancia en peso esta constituida por *Phyllospadix* sp. muerto (Fig. 20).

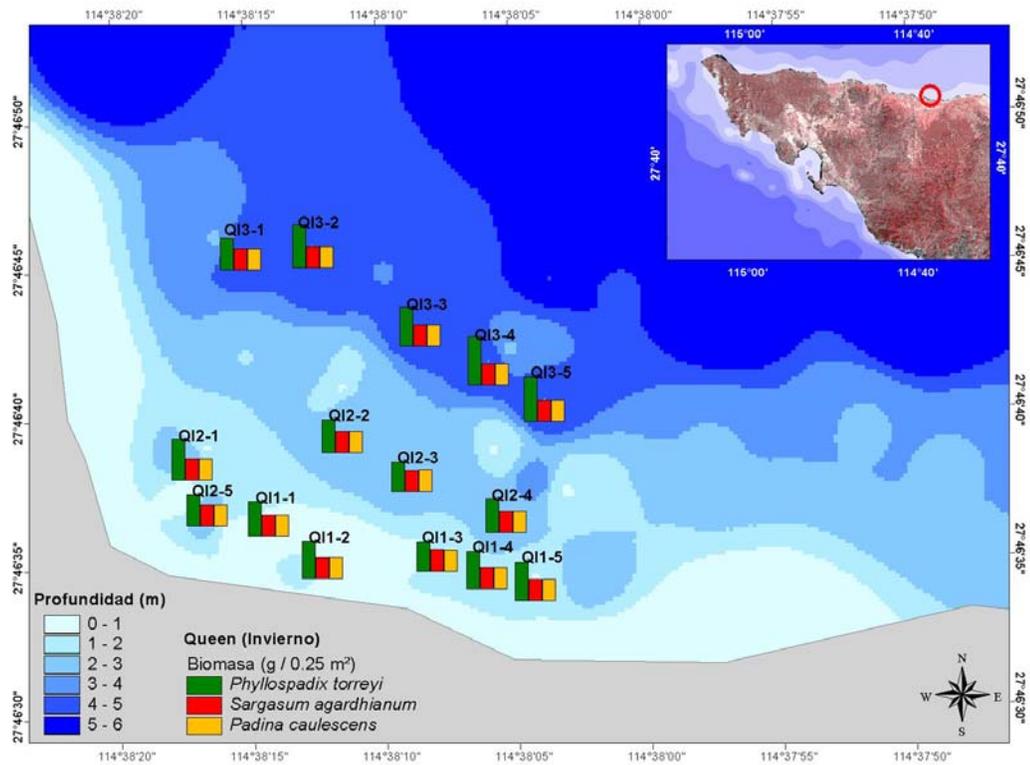


Figura 19. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) en invierno en Queen.

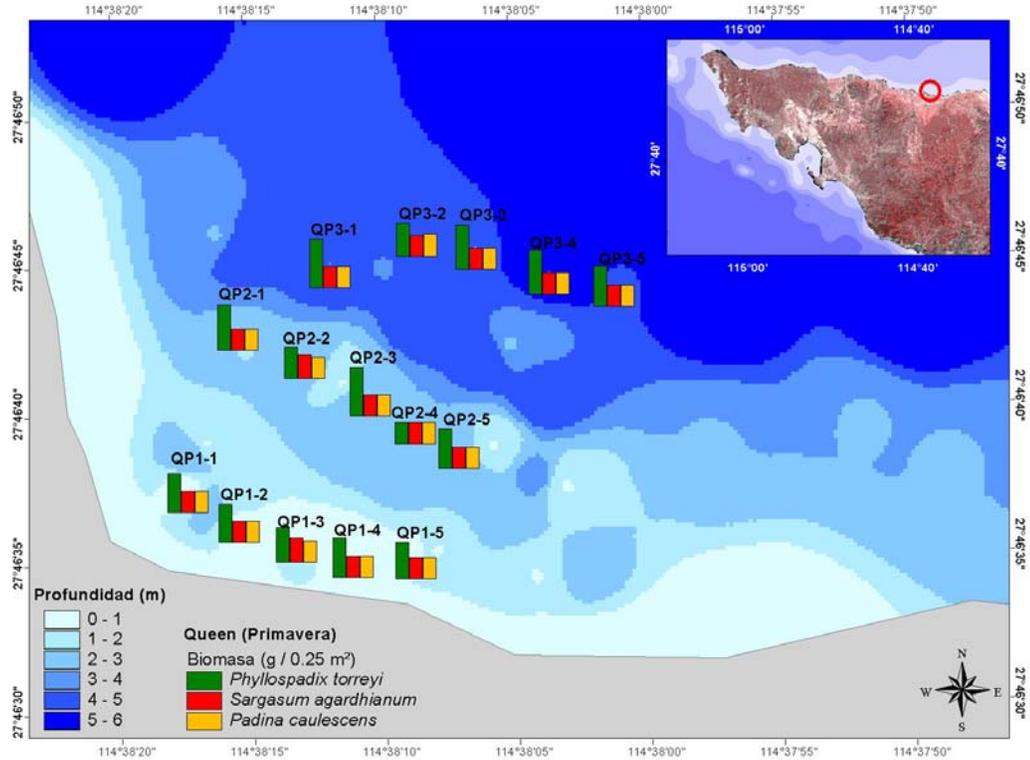


Figura 20. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) en primavera en Queen.

En el caso de la estación de verano *Padina caulescens* tiene una fuerte contribución a la biomasa sobre todo hacia los estratos más profundos (Fig. 21).

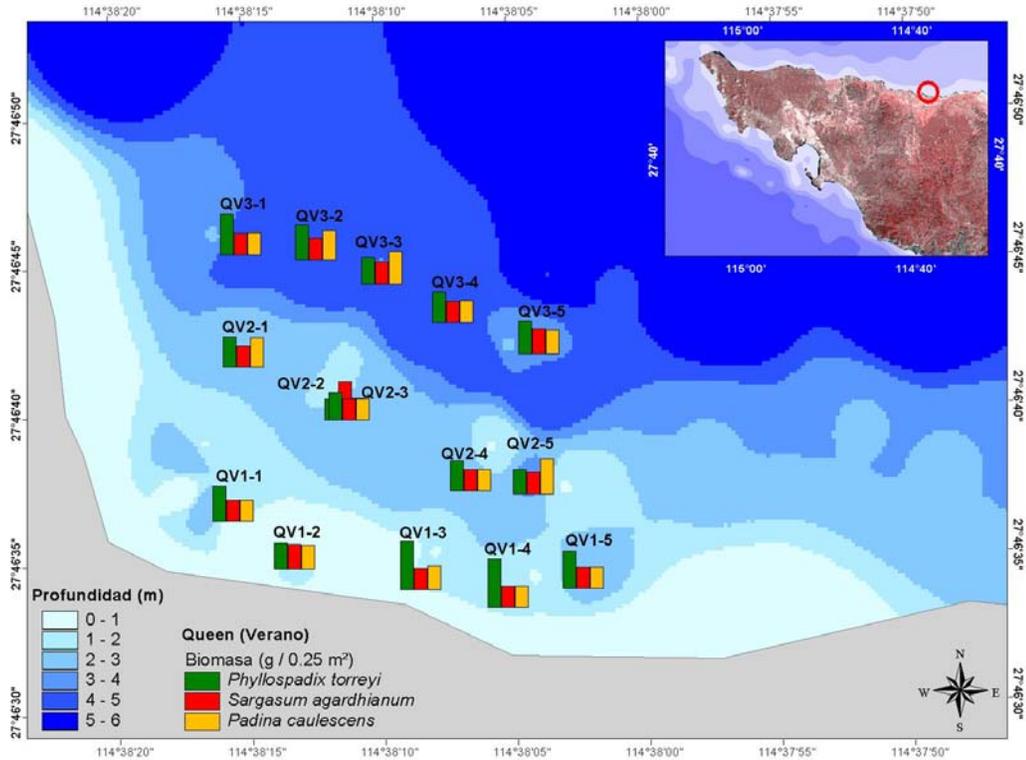


Figura 21. Distribución espacial de la flora bentónica (biomasa) en verano en Queen.

5.3.2.2 Epifauna

En el caso de los grupos de epifauna determinados en Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno fueron en total 32. Al igual que en Arvin, algunos grupos estuvieron representados solo en algunas estaciones del año como es el caso de los Paguroidea (anomuros) y Caridea solo en primavera y verano. Los Opisthobranchia presentes solo en invierno, Echinoidea en verano y Asteroidea solo en primavera. Los grupos con mayor abundancia relativa a lo largo de todo el año fueron Amphipoda (21.7 - 38.6%), Gastropoda (11.5 – 17.8%) y Polychaeta (17.5 – 27.5). Sin embargo, en términos de biomasa relativa fue más alta para el grupo Gastropoda (34.1 – 92.7%), en segundo lugar el grupo de Polychaeta y en tercer lugar los Amphipoda (Fig. 22). La variación estacional tanto en abundancia como biomasa relativa es evidente, por ejemplo los Gastropoda tiene una biomasa relativa de 92.7% en primavera, mientras que en otoño fue de 34.1%, por otro lado aunque los Amphipoda presentan una gran abundancia relativa, su contribución en biomasa es mucho menor, con un mínimo de 0.01% en primavera y un máximo en invierno 4.34%. Los Bryozoa ocuparon el primer lugar en biomasa relativa solo en la estación de otoño (35.9%) y un mínimo de 2.7% de la biomasa en invierno (Tabla X). La representación gráfica del índice de valor importancia muestra la mayor contribución de Polychaeta en otoño y Gastropoda en invierno, primavera y verano (Fig. 22).

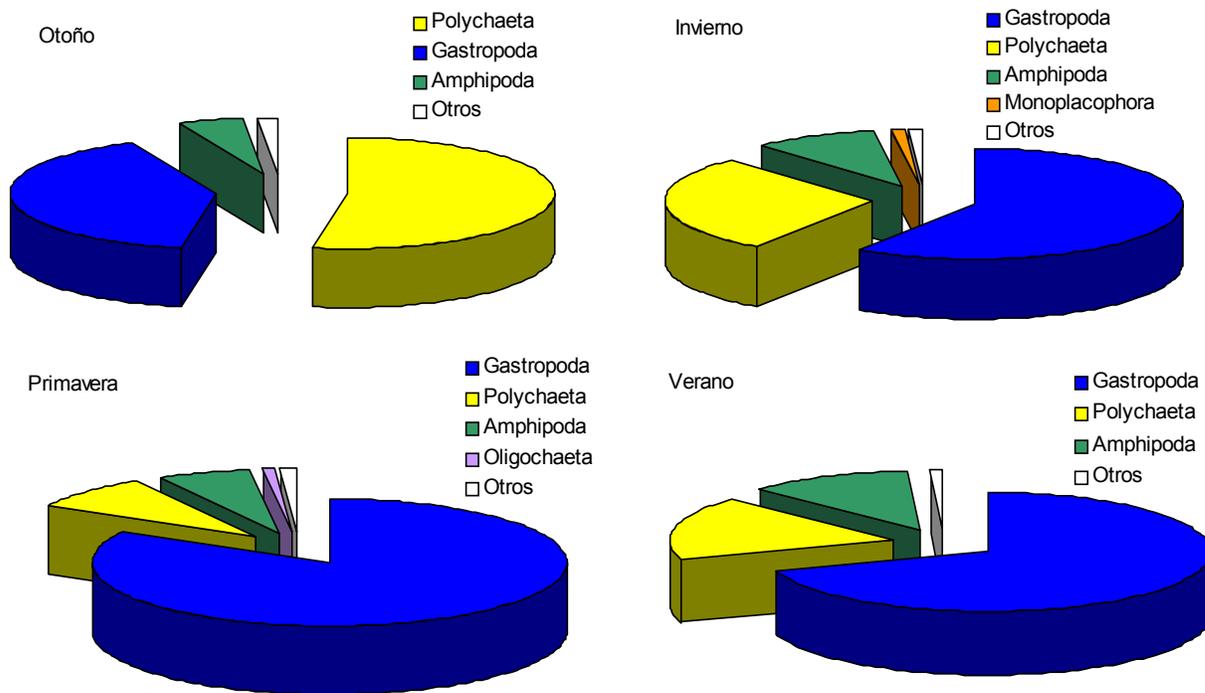


Figura 22. Índice de valor de importancia de los principales grupos de epifauna por estación del año para Queen.

5.3.2.3 Análisis por estratos

El análisis del índice de valor de importancia de la epifauna dividido entre los estratos dentro de la misma estación del año indicó que la mayoría de los grupos obtuvieron valores por debajo de 0.01. Sin embargo, destacó Gastropoda en el estrato 1 intermareal superior de todas las estaciones del año (1.5-11). Polychaeta destacó en el estrato 2 de otoño (Tabla XI).

Tabla XI. Índice de valor de importancia de epifauna por estrato y estación del año para Queen.

Phylum/ Subphylum	Estrato Clase / Orden	Estaciones											
		Otoño			Invierno			Primavera			Verano		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Crustacea	Brachyura	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Amphipoda	0.04	0.12	0.02	0.35	0.03	0.14	<0.01	<0.01	<0.01	0.11	0.08	0.41
	Amphipoda tubo	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	<0.01	-	-	<0.01
	Isopoda	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.02
	Ostracoda	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Tanaidacea	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Paguroidea	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	<0.01
	Caridea	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	-	<0.01	-	-
Chelicerata	Picnogonida	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mollusca	Gastropoda	1.51	0.04	0.05	2.22	0.86	0.07	10.95	<0.01	<0.01	4.05	0.16	0.42
	Bivalvia	<0.01	<0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Polyplacophora	<0.01	-	<0.01	-	-	-	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01
	Monoplacophora	<0.01	0.01	<0.01	0.02	0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
	Opisthobranchia	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	-	-	-	-
Porifera	Demospongia	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	<0.01	<0.01	<0.01
Annelida	Pogonophora	<0.01		<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Polychaeta Clitellata (Oligochaeta)	0.71	1.20	0.09	0.49	0.47	0.29	<0.01	<0.01	<0.01	0.96	0.18	0.17
Ectoprocta	Gymnolaemata (Bryozoa)	<0.01	<0.01	-	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	-	<0.01	<0.01
Nemata	Nematoda	<0.01	<0.01	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01
	Sarcodina (Foraminiferida)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Echinodermata	Asterozoa	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	-
	Ophiurozoa	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Holothurozoa	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Echinozoa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	-
	Cnidaria	Anthozoa (Coelenterata)	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	Anthozoa (Gorgonoacea)	-	-	-	-	-	<0.01	-	-	-	-	-	-
Platyhelminthes	Turbellaria	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nemertea	Nemertinos	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	<0.01
Sipuncula	Sipunculidae	-	-	-	<0.01	-	-	-	-	-	<0.01	<0.01	<0.01
Entoprocta	Entoprocto Tunicata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0.01	-	-
Chordata	(Ascidiacea)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	-	<0.01	-	<0.01	<0.01	-	-	<0.01

5.3.3 Comparación entre sitios

5.3.3.1 Flora

Se observaron en total 68 especies de macrófitos para ambos sitios de los cuales 50 se presentaron en Arvin, B. Tortugas y 46 en Queen, B. Vizcaíno. De manera exclusiva se presentaron 27 especies en Arvin y 22 en Queen. Ambos sitios compartieron 23 especies. Destacan por su importancia como especies de afinidad templada en Arvin, la presencia de *Macrocystis pyrifera*, *Sargassum muticum*, *Zonaria farlowii*, *Gelidium purpurascens*, *G. robustum*, *Osmundacea sinicola*, *Plocamium cartilagineum*, *Phyllospadix scouleri* y *Zostera marina*. En el caso de Queen, las especies que implican afinidad templada subtropical incluyen a *Cladostephus* sp., *Sargassum agardhianum*, *Sargassum palmeri*, *Spatoglossum* sp., *Laurencia gardneri*, *L. masonii* y *Phyllospadix torreyi* (Tabla XII).

Tabla XII. Presencia de especies de flora bentónica en ambos sitios de estudio.

Especies		Arvin	Queen
CHLOROPHYTA			
1	<i>Codium cuneatum</i>	x	x
2	<i>Ulva clathrata</i>	x	
3	<i>Ulva expansa</i>	x	
4	<i>Ulva lactuca</i>	x	
5	<i>Ulva</i> sp.	x	
PHAEOPHYTA			
1	<i>Cladostephus</i> sp.		x
2	<i>Colpomenia peregrina</i>	x	x
3	<i>Colpomenia sinuosa</i>	x	x
4	<i>Cystoseira osmundacea</i>	x	x
5	<i>Dictyopteris undulata</i>	x	x
6	<i>Dictyopteris</i> sp.		x
7	<i>Dictyopteris</i> sp.		x
8	<i>Dictyota binghamiae</i>	x	x
9	<i>Dictyota flabellata</i>	x	
10	<i>Eisenia arborea</i>	x	x
11	<i>Hesperophycus californicus</i>	x	x
12	<i>Macrocystis pyrifera</i>	x	
13	<i>Pachydietyon coriaceum</i>	x	x

14	<i>Padina caulescens</i>	X	X
15	<i>Padina concrescens</i>	X	X
16	<i>Sargassum agardhianum</i>		X
17	<i>Sargassum muticum</i>	X	
18	<i>Sargassum palmeri</i>		X
19	<i>Spatoglossum</i> sp.		X
20	<i>Zonaria farlowii</i>	X	
	RHODOPHYTA		
1	<i>Acrosorium ciliolatum</i>	X	X
2	<i>Amphiroa beauvoisii</i>	X	
3	<i>Amphiroa valonioides</i>	X	
5	<i>Asparagopsis taxiformis</i>		X
6	<i>Callophyllis</i> sp.		X
7	<i>Centroceras clavulatum</i>		X
8	<i>Corallina officinalis</i> var. <i>chilensis</i>	X	X
9	<i>Corallina vancouveriensis</i>		X
10	<i>Cryptopleura crispa</i>	X	
11	<i>Cryptopleura violacea</i>		X
12	<i>Chondria californica</i>	X	
13	<i>Chondria dasyphylla</i>	X	X
14	<i>Dasya sinicola</i> var. <i>sinicola</i>	X	X
15	<i>Gelidium purpurascens</i>	X	
16	<i>Gelidium robustum</i>	X	
17	<i>Gelidium</i> sp.	X	
18	<i>Gracilaria crispata</i>	X	
19	<i>Gracilaria textorii</i>	X	
20	<i>Gracilaria veleroae</i>	X	
21	<i>Gracilaria</i> sp.	X	X
22	<i>Halyptilon gracile</i>	X	X
23	<i>Heterosiphonia erecta</i>	X	X
24	<i>Hypnea spinella</i>	X	
25	<i>Hypnea valentiae</i>	X	X
26	<i>Hypnea</i> sp.	X	
27	<i>Jania adhaerens</i>	X	X
28	<i>Jania tenella</i>		X
29	<i>Jania verrucosa</i>	X	X
30	<i>Laurencia gardneri</i>		X
31	<i>Laurencia masonii</i>		X
32	<i>Laurencia pacifica</i>	X	X
33	<i>Laurencia</i> sp.		X
34	<i>Liagora californica</i>		X
35	<i>Lithothrix aspergillum</i>	X	X
36	<i>Nienburgia andersoniana</i>	X	
37	<i>Osmundea sinicola</i>	X	
38	<i>Plocamium cartilagineum</i>	X	
39	<i>Polysiphonia confusa</i>		X
40	<i>Polysiphonia johnstonii</i> var. <i>coccinna</i>		X
41	<i>Porphyra perforata</i>	X	

42	<i>Prionitis cornea</i>	x	
43	<i>Pterosiphonia dendroidea</i>		x
44	<i>Spyridia filamentosa</i>		x
45	<i>Ceramiaceae</i>		x
	FANEROGAMAS		
1	<i>Phyllospadix scouleri</i>	x	
2	<i>Phyllospadix torreyi</i>		x
3	<i>Zostera marina</i>	x	

5.3.3.2 Epifauna

De manera comparativa entre sitios y estaciones del año se muestra el índice de valor de importancia de los grupos de epifauna bentónica. Destaca el grupo Amphipoda en ambos sitios, pero con mayores valores en Arvin, B. Tortugas, Gastropoda en el caso de Queen, B. Vizcaíno. Polychaeta en ambos sitios (Tabla XIII).

Tabla XIII. Índice de valor de importancia (IVI = Frecuencia relativa * biomasa relativa /100) de los grupos de epifauna por estación en Arvin y en Queen. En organismos coloniales, no fue posible la estimación (*) y ausencia (-). En negritas valores superiores a 1.

Phyllum/ Subphyllum	Class/ Order	Arvin, Bahía Tortugas				Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno			
		Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
		IVI	IVI	IVI	IVI	IVI	IVI	IVI	IVI
Crustacea	Brachyura	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Amphipoda	30.9	22.0	56.2	29.1	0.7	1.3	1.1	1.7
	Amphipoda tube	-	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Isopoda	0.1	0.1	< 0.1	0.3	0.1	< 0.1	0.1	0.1
	Ostracoda	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Tanaidacea	< 0.1	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Paguroidea	-	-	-	< 0.1	-	-	< 0.1	< 0.1
	Caridea	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-	-	< 0.1	< 0.1
	Cumacea	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-	-	-	-
Chelicerata	Picnogonida	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Mollusca	Gastropoda	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	6.1	8.2	14.8	10.2
	Bivalvia	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Polyplacophora	-	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	-	< 0.1	< 0.1
	Monoplacophora	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	0.1	0.2	< 0.1	< 0.1
	Opisthobranchia	-	< 0.1	-	-	-	< 0.1	-	-
Porifera	Demospongia	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	
Annelida	Anelidae	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Polychaeta	1.4	2.5	0.2	1.8	7.9	3.9	1.6	2.5
	Clitellata (Oligochaeta)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.1	< 0.1
Ectoprocta	Gymnolaemata (Bryozoa)	*	*	*	*	*	*	*	*
Nemata	Nematoda	-	-	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Protozoa	Sarcodina (Foraminiferida)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Echinodermata	Asteroidea	-	-	-	-	-	< 0.1	-
	Ophiuroidea	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Holothuroidea	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Echinoidea	-	-	-	-	-	-	-	< 0.1
Cnidaria	Anthozoa (Coelenterata)	0.1	0.6	0.1	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Anthozoa (Gorgonoacea)	-	-	-	-	< 0.1	< 0.1	-	-
Platyhelminthes	Turbellaria	0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Nemertea	Nemertinos	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sipuncula	Sipunculidae	-	-	< 0.1	< 0.1	-	< 0.1	-	< 0.1
Entoprocta	Entoprocto	-	-	-	-	-	-	-	< 0.1
Chordata	Tunicata (Ascidiacea)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
	Echiura	-	-	-	< 0.1	-	-	-	-

5.3.4 Ubicación de los juveniles bentónicos tempranos *Panulirus interruptus* en su hábitat natural

En las muestras estacionales del bentos de Arvin y Queen se encontraron 30 juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus*, 15 provenientes de Arvin y 15 de Queen. Los juveniles capturados van de 6 a 22 mm LC, aunque la mayoría se encontraron entre 6 y 13 mm LC. La mayoría (93%) se encontraron en las muestras del primer estrato, en la zona intermareal, entre las bases de las hojas, cercano a las raíces de pasto marino *Phyllospadix torreyi* en el caso de Queen, Bahía Vizcaíno y del pasto *P. scouleri* en el caso de Arvin, B. Tortugas (Tabla XIV).

Tabla XIV. Distribución de tallas de juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus* capturados en el muestreo estacional del bentos para describir las características del hábitat.

Clase de talla (LC mm)	Localidad					
	Bahía Vizcaíno <i>Phyllospadix torreyi</i>			Bahía Tortugas <i>Phyllospadix scouleri</i>		
	Frecuencia (n)	Zona		Frecuencia (n)	Zona	
		IM	SM		IM	SM
6 - 7	4	3	1	5	5	-
8 - 9	4	3	1	7	7	-
10 -11	5	5	-	2	2	-
12 -13	2	2	-	-	-	-
> 14 < 22	-	-	-	1	1	-
Total	15	13	2	15	15	

Tipo de refugio, zona de captura (IM, intermareal y SM, submareal) en ambos sitios de estudio

Las características de la pigmentación de las primeras fases betónica del juvenil de *P. interruptus* los hace casi imperceptibles a simple vista pues se confunden con la base de las hojas del pasto *Phyllospadix* de ambas especies *P. scouleri* y *P. torreyi* (Fig. 23).



Figura 23. Juvenil bentónico temprano de la langosta roja *P. interruptus* (dentro del círculo amarillo) mimetizado entre la base de las ramas del pasto marino *Phyllospadix scouleri*.

La mayor densidad de JBT de *P. interruptus* se observó en otoño en ambos sitios de estudio. Y una mayor densidad en la zona intermareal (Tabla XV).

Tabla XV. Número y densidad de juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus* capturados por estación y sitio desde otoño (Septiembre 2001) hasta verano (Junio 2002). Área bentónica total muestreada por estación (TA = 3.75 m²). Área muestreada del substrato intermareal (I = 1.25 m²).

Estación	Bahía Tortugas			Bahía Sebastián Vizcaíno			Total
	Frecuencia (n)	<i>Phyllospadix scouleri</i> Densidad		Frecuencia (n)	<i>Phyllospadix torreyi</i> Densidad		
		TA (ind·m ⁻²)	I (ind·m ⁻²)		TA (ind·m ⁻²)	I (ind·m ⁻²)	
Otoño	10	2.7	8	14	3.7	11.2	24
Invierno	0	0	0	0	0	0	0
Primavera	4	1.1	3.2	0	0	0	4
verano	1	0.3	0.8	1	0.3	0.8	2
Total	15			15			30

5.4 Ecología alimentaria de juveniles de langosta *Panulirus interruptus*

5.4.1 Captura de organismos

En total se capturaron 1234 langostas *Panulirus interruptus*, de las cuales el 30% fueron juveniles por debajo de 60 mm de LC (369). Las trampas que capturaron un mayor número de juveniles fueron las trampas para captura de pulpo y para captura de pescado. La langosta juvenil más pequeña capturada fue de 30 mm LC en una trampa para pulpo. Por otro lado, la langosta más grande capturada midió 86 mm LC, esta última se captura con trampa para langosta. En algunas estaciones del año, (invierno y primavera) la captura de juveniles fue muy baja en “Queen” y se requirió de mayor esfuerzo (Tabla XVI). La información específica de captura por trampa para invierno y primavera no se pudo obtener, pues los pescadores nos guardaron los juveniles de *P. interruptus* que incidían en sus trampas y al final de su jornada nos los entregaron. (Tabla XVI).

Tabla XVI. Captura de juveniles de *P. interruptus* de los muestreos estacionales. Se reporta el tipo de trampa empleado por localidad (entre paréntesis, el número total de trampas empleadas para ciertas estaciones del año). *: Número de trampas aproximado.

Estación del año	Tipo de trampa	Total N	Intervalo de LC (mm) (Mínimo –Máximo)	Juveniles < 60 mm LC	Porcentaje de la captura
Arvin, Bahía Tortugas					
Otoño	Pescado	30	47-84	10	33
	Pescado	77	55-85	3	4
	Langosta	69	58-83	2	3
	L. Forrada	62	57-86	5	8
	Pulpo	5	43-67	2	40
	Pulpo	11	63-68	0	0
	Pulpo	4	54-66	3	75
	Pulpo	7	54-67	3	43
	Pulpo	12	44-65	10	83
	Pulpo	9	53-67	2	22

Invierno	Pescado	118	52-82	19	16
	Pescado	76	45-83	7	9
	Pescado	20	58-81	3	15
	Pulpo	18	40-68	7	39
	Pulpo	11	30-62	9	82
	Pulpo	15	47-67	7	47
	Pulpo	25	53-74	8	32
Primavera	Pescado	171	49-84	50	29
	Pulpo	27	47-72	14	52
	Pulpo	26	49-78	10	38
	Pulpo	22	42-68	9	41
	Pulpo	8	55-71	2	25
	Pulpo	6	50-67	2	33
	Pescado	8	49-80	1	13
Verano	Pulpo	12	50-72	3	25
	Pulpo	17	57-72	2	12
	Pulpo	22	53-74	5	23
	Pulpo	9	56-64	3	33
	Pulpo	1	46-46	1	100
	Pulpo	3	55-63	1	33
	Pulpo	2	55-57	2	100
	Pulpo	11	59-69	1	9
	Pulpo	19	54-70	3	16
	Pulpo	25	52-70	6	24
	Pulpo	10	56-69	4	40
	Pulpo	1	59	1	100
	Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno				
Otoño	Pulpo	14	53-67	9	64
	Pulpo	14	56-67	8	57
	Pulpo	21	41-77	8	38
	Pulpo	27	40-74	10	37
	Pescado	10	55-68	5	50
Invierno	Pulpo (6) *	19	43-61	19	100
	Pulpo (6) *	8	42-58	8	100
	Langosta (n)	11	45-66	11	100
Primavera	Pulpo (40) *	14	40-66	8	57
	Pulpo (40) *	19	49-64	14	74
	Pulpo (40) *	16	49-65	12	75
Verano	Pulpo (4) *	10	56-69	4	40
	Pulpo (4) *	1	59-59	1	100
	Pulpo (2)	4	49-62	3	75
	Pescado	42	48-81	19	45
	Pescado	35	52-81	10	29

5.4.2 Medidas morfométricas de los juveniles de *Panulirus interruptus*

El resumen de las medidas morfométricas de los juveniles de *P. interruptus* que constituyeron la muestra estacional presentaron un intervalo de longitud cefalotorácica (LC) de 53.8-57 mm, la longitud total (LT) varió 172.3-184.9 mm, el peso total (PT) varió entre 144.3-174.9 g y el peso de la glándula digestiva (PH) varió de 4.3-7.7 g. En el caso de juveniles provenientes de Arvin, se observaron diferencias significativas estacionales en todas las medidas morfométricas. En contraste, en el caso de Queen, no se observaron diferencias en la mayoría de las medidas morfométricas, solo en el caso de LT. A pesar de estas diferencias de Arvin, la diferencia entre sitios no fue significativa (Tabla XVII).

Tabla XVII. Medidas morfométricas de los juveniles de *P. interruptus* que fueron disectados en ambos sitios de estudio por estación del año ($\bar{x} \pm \sigma$). Resultados de las pruebas estadísticas entre estaciones del año dentro de cada sitio y entre sitios.

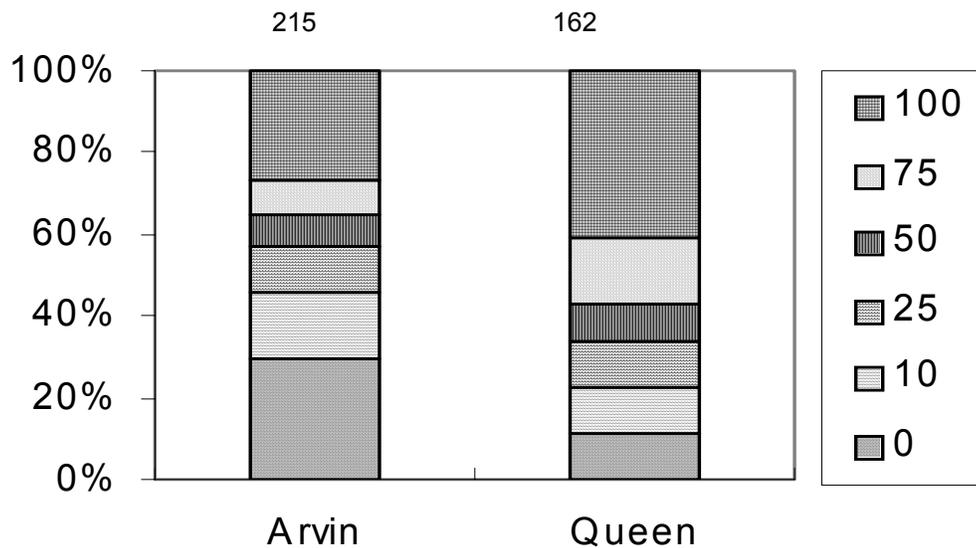
Sitio	Estación	LC (mm)	LT (mm)	PT (g)	PH (g)
ARVIN	Otoño	56.7 ± 4.3	183.4 ± 15.0	174.9 ± 35.5	7.7 ± 2.3
	Invierno	55.4 ± 5.9	182.3 ± 20.3	173.4 ± 40.2	6.9 ± 2.3
	Primavera	54.0 ± 4.4	172.3 ± 13.9	144.3 ± 30.3	4.3 ± 1.2
	Verano	55.9 ± 3.4	178.1 ± 11.6	165.4 ± 29.4	6.1 ± 1.7
Estadístico	K-W	11.7368	24.389	29.43	83.337
G1, n		3, n =215	3, n =215	3, n =215	3, n =215
p		<0.01	<0.05	<0.05	<0.05
QUEEN	Otoño	56.1 ± 4.5	179.5 ± 14.9	158.1 ± 29.3	5.8 ± 1.6
	Invierno	53.8 ± 6.2	176.2 ± 20.8	151.3 ± 49.9	5.6 ± 2.2
	Primavera	57.0 ± 5.1	184.9 ± 16.3	167.8 ± 42.3	6.2 ± 2.3
	Verano	55.8 ± 3.2	176.9 ± 9.6	161.2 ± 24.1	6.2 ± 0.9
Estadístico	K-W	5.6496	10.41	3.632	5.18399
G1, n		3, n = 162	3, n = 162	3, n = 162	3, n = 162
p		0.13	0.015	0.304	0.159
Entre sitios					
Arvin		55.4 ± 4.8	178.7 ± 16.3	162.6 ± 36.0	5.9 ± 2.3
Queen		55.8 ± 5.0	179.8 ± 16.3	160.1 ± 38.4	5.9 ± 1.9
Estadístico		F = 0.482	F = 0.443	F = 0.432	K-W = 0.91
G1, n		1, n = 375	1, n = 375	1, n = 375	1, n = 375
p		0.488	0.506	0.512	0.34

5.4.3 Porcentaje de llenado de los estómagos

Para la estación de primavera en El Arvin, un gran número de juveniles tenían entre 10% y 0% de llenado (53) y se puede observar la misma tendencia para El Queen aunque el número de los mismos es menor (15) (Tabla XVIII). En Arvin se observó un mayor número de juveniles con 0% de llenado (Fig. 24).

Tabla XVIII. Porcentajes de llenado de los estómagos disectados de juveniles de *P. interruptus* de ambas localidades por estación del año.

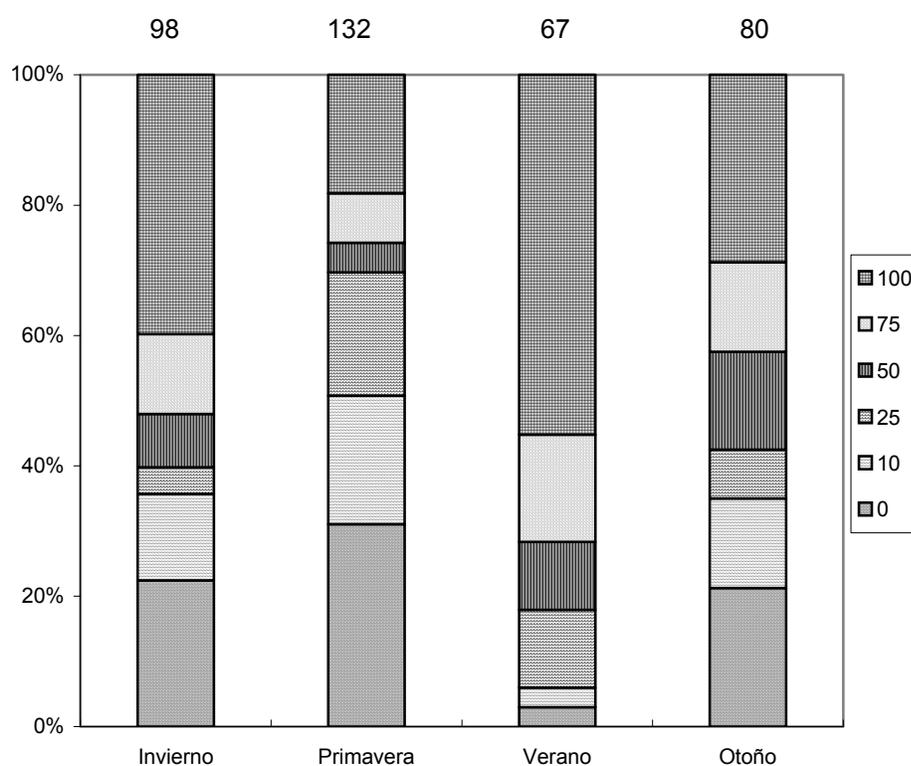
Sitio de estudio	Estación	100%	75%	50%	25%	10%	0%
ARVIN	Otoño	17	7	4	1	3	8
	Invierno	10	6	10	4	13	17
	Primavera	7	3	4	16	19	34
	Verano	23	3	3	3	0	0
QUEEN	Otoño	6	4	9	5	11	5
	Invierno	29	7	1	0	0	1
	Primavera	17	7	2	8	10	5
	Verano	14	8	4	5	3	1



$$\chi^2 = 26.8, GL = 5, P < 0.001$$

Figura 24. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de *P. interruptus* entre sitios. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra.

En el caso del Arvin, en la estación de verano y otoño se presentaron mayor número de juveniles de *P. interruptus* con 100% de llenado en sus estómagos. Por otro lado, en la localidad El Queen, en invierno, se obtuvo un mayor número de juveniles con 100% de llenado (Fig. 25). No Se observaron diferencias significativas en el porcentaje de llenado de los estómagos entre sexos (Fig. 26), pero si fue significativa entre estadios de muda (Fig. 27).



$$\chi^2 = 68.3, GL = 15, P < 0.001$$

Figura 25. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de *P. interruptus* en diferentes épocas del año. De ambos sitios. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra estacional.

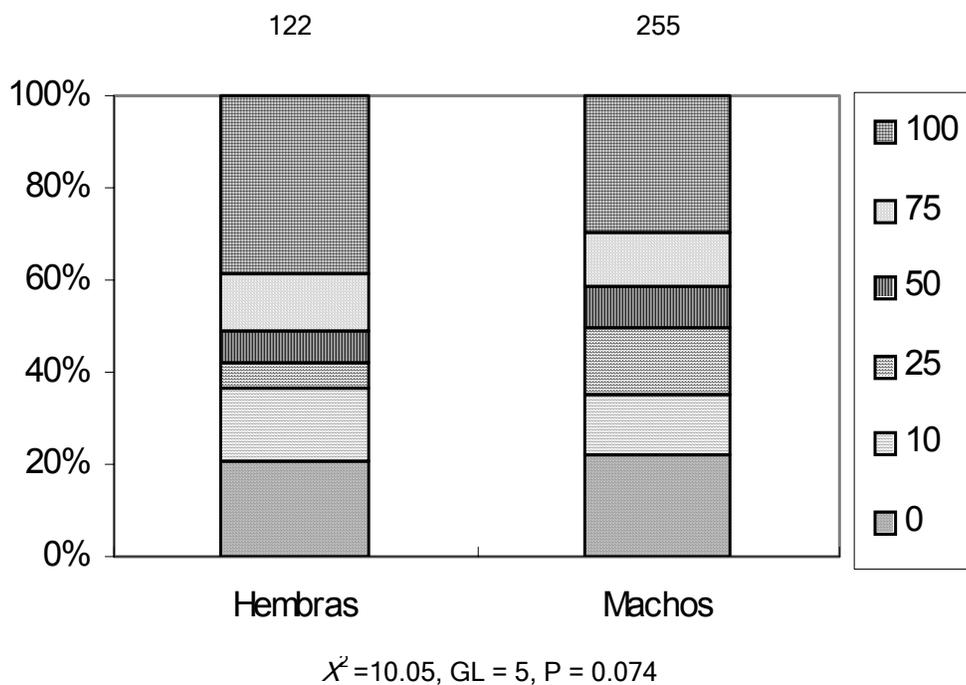


Figura 26. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de *P. interruptus* entre sexos. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra.

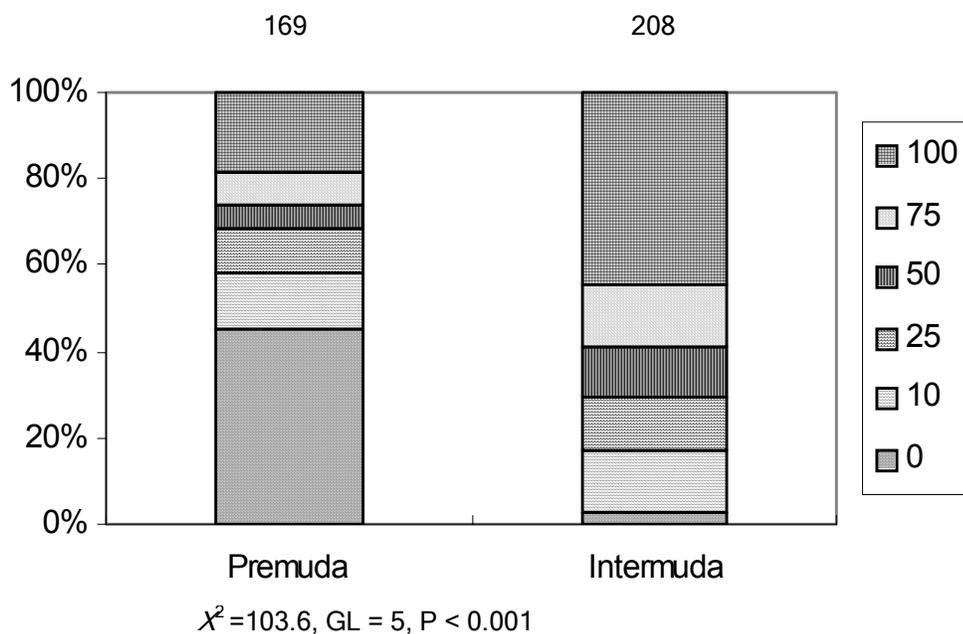


Figura 27. Porcentaje de llenado de los estómagos de juveniles de *P. interruptus* entre estadios de muda. Los números sobre las barras representan el tamaño de la muestra.

5.4.4 Condición nutricional

5.4.4.1 Peso Relativo de la Glándula Digestiva (PRGD)

El valor promedio de la estimación del peso relativo de la glándula digestiva (PRGD) como indicador del grado nutricional de los juveniles de *P. interruptus* varió entre 284 y 435 (Tabla XIX). Se realizó la transformación logarítmica de los datos, para cumplir con los supuestos de la prueba de ANDEVA (homogeneidad de varianzas y normalidad). Se observaron diferencias significativas entre las estaciones del año ($F = 30.1$, $gl = 3/372$, $p < 0.001$), pero no hubo diferencias significativas entre sitios ($F = 2.2$, $gl = 1/372$, $p = 0.14$). Sin embargo, el efecto combinado de la estación y sitio fue significativo ($F = 15624.5$, $gl = 1$, $p < 0.001$). Se realizó el análisis a posteriori de comparación múltiple Tukey, teniéndose que la condición nutricional de juveniles de *P. interruptus* en primavera en el Arvin es diferente de la condición del resto de las estaciones tanto de Arvin como de Queen. Con línea en la tabla se señalan los grupos relacionados (Tabla XX). Los resultados de esta prueba se ubicaron gráficamente asignando letras iguales a las estimaciones estacionales similares estadísticamente (Fig. 28).

Tabla XIX. Estimación del peso relativo de la glándula digestiva PRGD como indicador del grado de nutrición de los juveniles de *P. interruptus*. (PRGD = Peso de la glándula digestiva / el peso de todo el animal * 100).

Localidad	Estación	N	PRGD (Media \pm DE)
Arvin	Otoño	40	434.6 \pm 77.1
	Invierno	60	396.3 \pm 82.4
	Primavera	83	284.6 \pm 43.6
	Verano	32	365.9 \pm 64.9
Queen	Otoño	40	362.2 \pm 62.6
	Invierno	38	364.5 \pm 48.6
	Primavera	49	365.9 \pm 64.5
	Verano	35	385.2 \pm 52.0
Arvin		215	355.8 \pm 88.8
Queen		162	367.8 \pm 58.6

Tabla XX. Representación diagramática de los resultados de la prueba de comparación múltiple Tukey a posteriori del ANDEVA del PRGD de juveniles de *P. interruptus*. Los grupos a comparar: estaciones del año de los sitios de estudio. (MS = .04042, g. l. = 369). Sitios: Arvin = A, Queen = Q, Formación de grupos a, b, ab y c.

Estación	Otoño		Invierno		Primavera		Verano	
Sitio	Aa	Qb	Aa	Qb	Ac	Qb	Ab	Qab
Promedio	435	362	396	365	285	366	366	385

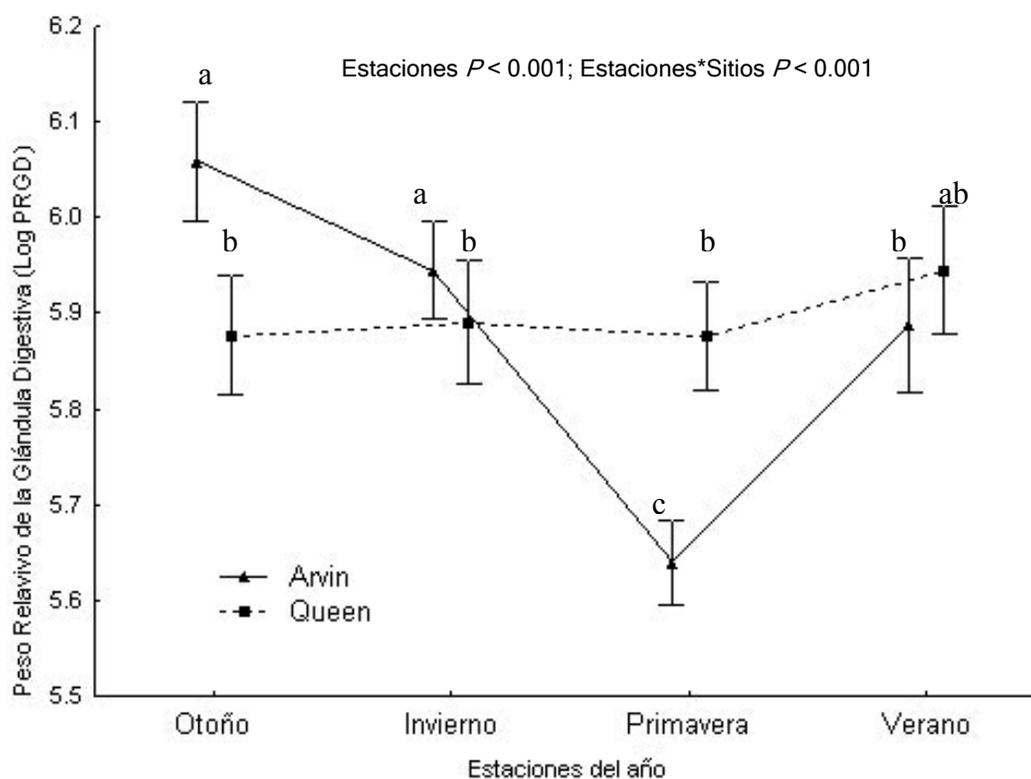


Figura 28. Fluctuación estacional del peso relativo de la glándula digestiva (PRGD, $\bar{x} \pm \sigma$) de juveniles de *P. interruptus* en los dos sitios de estudio

El peso relativo de la glándula digestiva no presentó diferencias de la prueba ANDEVA de tres vías, ni entre estadios de muda ($F = 0.4$, $gl = 1/361$, $p = 0.54$), ni de la interacción muda, estación y sitio ($F = 2.2$, $gl = 3/361$, $p = 0.09$).

5.4.4.2 Índice de refractómetro

Las estimaciones de la concentración de proteína en hemolinfa de juveniles de *P. interruptus* calculadas a partir de la ecuación de regresión de la curva estándar ($Y=0.0982*X$, $R^2=0.9847$) indicaron que la cantidad de proteína en la hemolinfa de los juveniles de *P. interruptus* del Queen, ($146.35 \pm 30.4 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$) no son significativamente diferentes a las observadas en El Arvin ($156.57 \pm 28.8 \text{ mg}\cdot\text{ml}^{-1}$) para la estación de verano (Tabla XXI). Se revisaron los supuestos del ANDEVA y los datos cumplieron con homogeneidad de varianzas (Bartlett $=0.5275$, $p =0.756$) y normalidad (Kolmogorov-Smirnov $=0.1006$, $p =n.s.$).

Tabla XXI. Concentraciones de proteína en hemolinfa de juveniles de *P. interruptus* y resultados del ANDEVA de una vía entre sitios.

Grupos a comparar		(mg/ml)			
Sitio	N	Media \pm DE	F	gl	p
Arvin	32	156.57 \pm 28.8	1.98	1, 65	0.163
Queen	35	146.35 \pm 30.4			

Se realizó la prueba ANDEVA de dos vías de la cantidad de proteína en hemolinfa de juveniles de *P. interruptus* con los factores sitio y muda donde, se observaron diferencias significativas (Tabla XXII).

Tabla XXII. Concentraciones de proteína en hemólina de juveniles de *P. interruptus* entre estadios de muda y localidades, resultados del ANDEVA de dos vías.

Grupos a comparar		(mg /ml)			
Muda, Sitio	N	Media \pm DE	F	gl	p
Intermuda, Queen	13	138.3 \pm 25.8	6.0198	1, 63	0.0169
Intermuda, Arvin	14	144.0 \pm 32.7			
Premuda, Queen	22	151.1 \pm 32.5			
Premuda, Arvin	18	166.3 \pm 21.5			

El análisis a posteriori de comparación múltiple Tukey mostró que la concentración de proteína en hemólina de los juveniles de *P. interruptus* en condición de premuda en Arvin, fueron significativamente diferentes de los juveniles en condición de intermuda de Queen (Tabla XXIII).

Tabla XXIII. Diferencias entre las concentraciones de proteína en hemólina de juveniles de *P. interruptus* entre estadios de muda y sitios (prueba de Tukey).

	{1}	{2}	{3}
Queen, Intermuda {1}			
Arvin, Intermuda {2}	0.953779		
Queen, Premuda {3}	0.578073	0.887166	
Arvin, Premuda {4}	0.044639	0.140080	0.350469

5.4.5 Análisis de la dieta natural

5.4.5.1 Arvin, Bahía Tortugas

En Arvin se reconocieron un total de 17 grupos tróficos en los contenidos estomacales de los juveniles de *P. interruptus* colectados en las cuatro estaciones del año. La presencia y abundancia de los grupos fue diferente entre estaciones. Los grupos tróficos con frecuencia de aparición por arriba del 40% para cada estación fueron: en otoño, Amphipoda (65), *P. scouleri* (55) y algas coralinas articuladas (45); en invierno, *P. scouleri* (59) y Amphipoda (46); en primavera, Amphipoda (80), *P. scouleri* (77), Gastropoda (70), algas coralinas (50) y Brachyura (47) y en verano, *P. scouleri* (69), Isopoda (59) y algas coralinas (59). En términos de porcentaje de volumen, por arriba del 20% por estación del año fueron: en otoño, Amphipoda (23) y algas coralinas (21); en invierno, Amphipoda (20) y *P. scouleri* (27); en primavera, Amphipoda (26) y en verano, *P. scouleri* (27) e Isopoda (30).

De las estimación del índice de importancia relativa (IIR) destacaron los siguientes grupos tróficos por estación del año: en otoño el grupo Amphipoda obtuvo el mayor valor, seguido de algas coralinas articuladas; en invierno el grupo más importante fue el pasto marino *P. scouleri*, seguido de Amphipoda; en primavera, Amphipoda y Gastropoda y en el caso de verano los grupos Isopoda, *P. scouleri* y algas coralinas articuladas (Tabla XXIV).

Tabla XXIV. Frecuencia de aparición (%F), volumen (%V) e índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos de juveniles de *P. interruptus* para las estaciones del año de Arvin. En negritas valores superiores a 10 del IIR.

Grupos Tróficos	Tipo	Clave	Estaciones											
			Otoño (n=28)			Invierno (n=22)			Primavera (n=30)			Verano (n=29)		
			%F	%V	IIR	%F	%V	IIR	%F	%V	IIR	%F	%V	IIR
Crustacea	No identificadas	Cr	3.2	0.1	<0.1	9.1	0.5	<0.1	20.0	2.9	0.6	0.0	0.0	<0.1
	Brachyura	Br	32.3	7.2	2.3	13.6	8.6	1.2	46.7	8.0	3.7	3.4	0.1	<0.1
	Amphipoda	Am	64.5	22.7	14.6	45.5	20.4	9.3	80.0	25.8	20.6	17.2	6.2	1.1
	Isopoda	Is	32.3	5.2	1.7	31.8	11.9	3.8	23.3	3.0	0.7	58.6	29.7	17.4
	Ostracoda	Os	35.5	13.7	4.8	-	-	-	16.7	0.7	0.1	10.3	1.0	0.1
Mollusca	Gastropoda	Ga	16.1	2.1	0.3	22.7	1.5	0.3	70.0	15.6	10.9	31.0	8.0	2.5
	Bivalvia	Bi	6.5	0.8	0.1	4.5	0.2	<0.1	20.0	4.8	1.0	31.0	2.3	0.7
	Polyplacophora	Ch	-	-	-	-	-	-	6.7	0.3	<0.1	-	-	-
	Monoplacophora	Li	-	-	-	-	-	-	6.7	0.7	<0.1	-	-	-
Porifera	Demospongia	Sp	3.2	0.1	<0.1	13.6	0.9	0.1	3.3	0.8	<0.1	6.9	0.4	<0.1
Annelida	Polychaeta	Po	-	-	-	4.5	0.0	<0.1	10.0	0.5	0.1	10.3	0.9	0.1
Ectoprocta	Bryozoa	By	32.3	12.4	4.0	18.2	11.5	2.1	3.3	0.1	<0.1	6.9	4.0	0.3
Nemata	Nematoda	N	3.2	0.1	<0.1	-	-	-	-	-	-	6.9	0.7	<0.1
Sarcodina	Foraminiferida	Fo	3.2	0.1	<0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plantae	<i>P. scouleri</i>	Ps	54.8	8.8	4.8	59.1	27.0	16.0	76.7	13.7	10.5	69.0	27.1	18.7
	Alga coralina articuladas	Ca	45.2	21.1	9.5	27.3	9.7	2.6	50.0	10.0	5.0	58.6	17.0	10.0
Algae	Algas rojas	Ra	12.9	3.1	0.4	13.6	0.3	<0.1	6.7	2.6	0.2	17.2	1.1	0.2
	Algas cafés	Ba	9.7	2.3	0.2	-	-	-	3.3	10.4	0.3	6.9	1.5	0.1
	<i>M. pyrifer</i>	Ma	-	-	-	4.5	7.5	0.3	-	-	-	-	-	-

Los diagramas que combinan la frecuencia (%), el volumen (%) y el índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos identificados en los contenidos de juveniles del Arvin (Fig. 29 - 32), para otoño resaltan como grupos preferenciales: Amphipoda, *P. scouleri* y algas coralinas articuladas; los grupos tróficos secundarios: Ostracoda, Brachyura, Isopoda y Bryozoa y los grupos tróficos incidentales fueron Bivalvia, algas café, Gastropoda y algas rojas (Fig. 29).

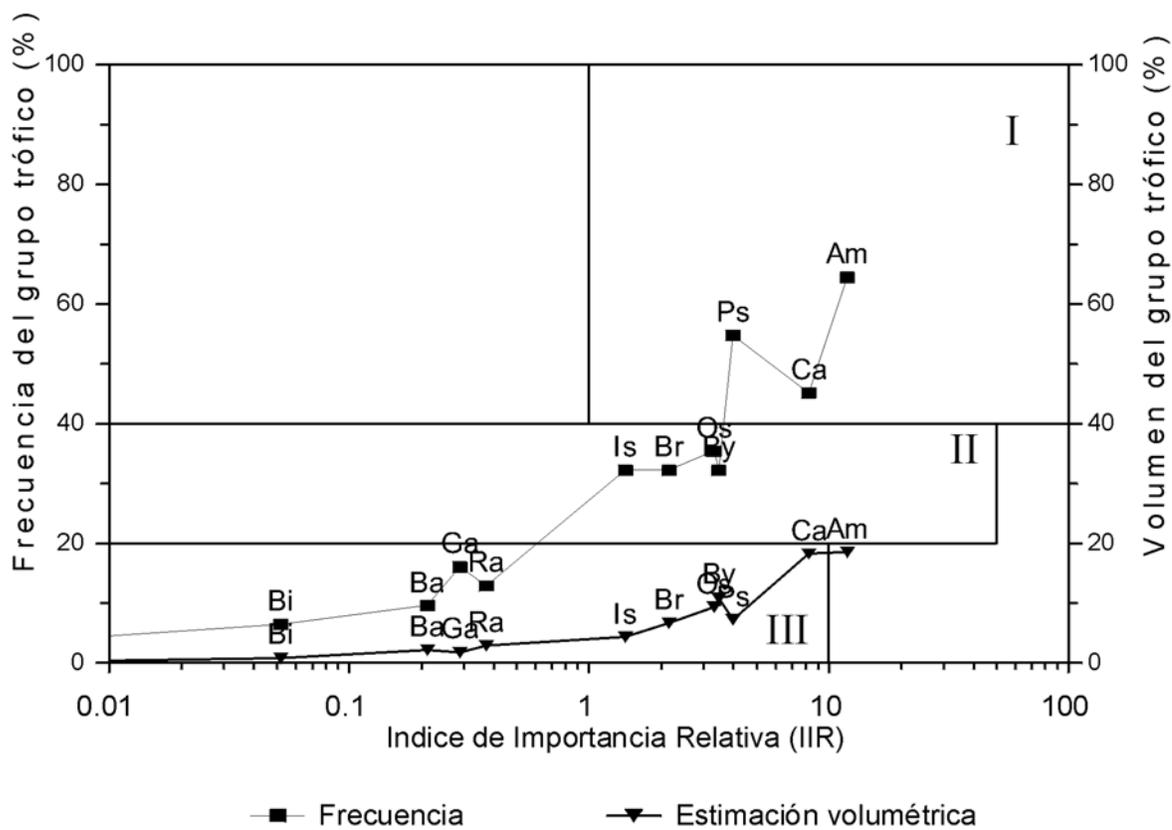


Figura 29. Diagrama trófico combinado de los juveniles de *P. interruptus* de otoño en Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXIV.

En invierno los grupos tróficos preferenciales fueron *P. scouleri* y Amphipoda; los secundarios fueron Isopoda, algas coralinas, Bryozoa y Gastropoda y los grupos incidentales fueron Brachyura, Demospongia, *Macrocystis pyrifera*, algas rojas y crustáceos (Fig. 30).

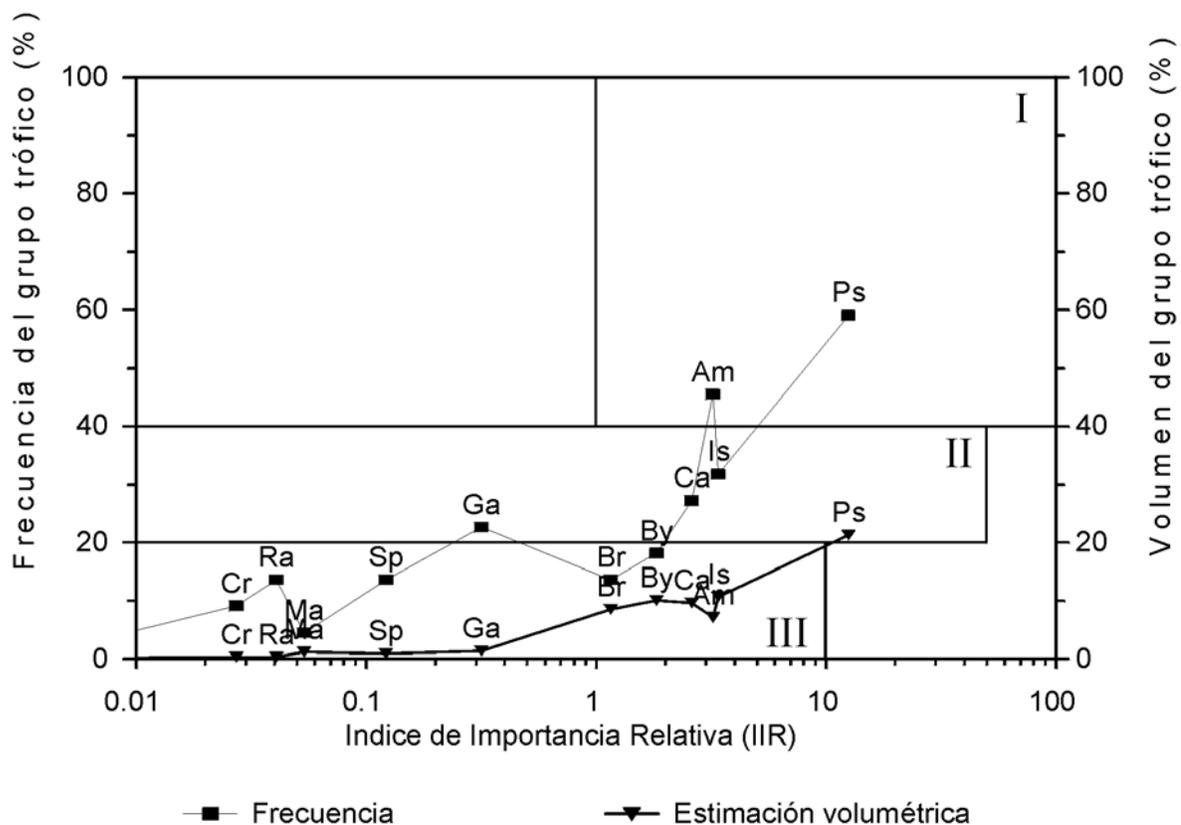


Figura 30. Diagrama trófico de los juveniles de *P. interruptus* de invierno en Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXIV.

En primavera los grupos tróficos preferenciales fueron Amphipoda, Gastropoda, *P. scouleri*, algas coralinas y Brachyura. Los grupos secundarios fueron Bivalvia, Isopoda, Crustáceos no identificados. Los grupos incidentales fueron Ostracoda, algas café, Polychaeta, Monoplacophora, algas rojas, Demospongia y Polyplacophora (Fig. 31).

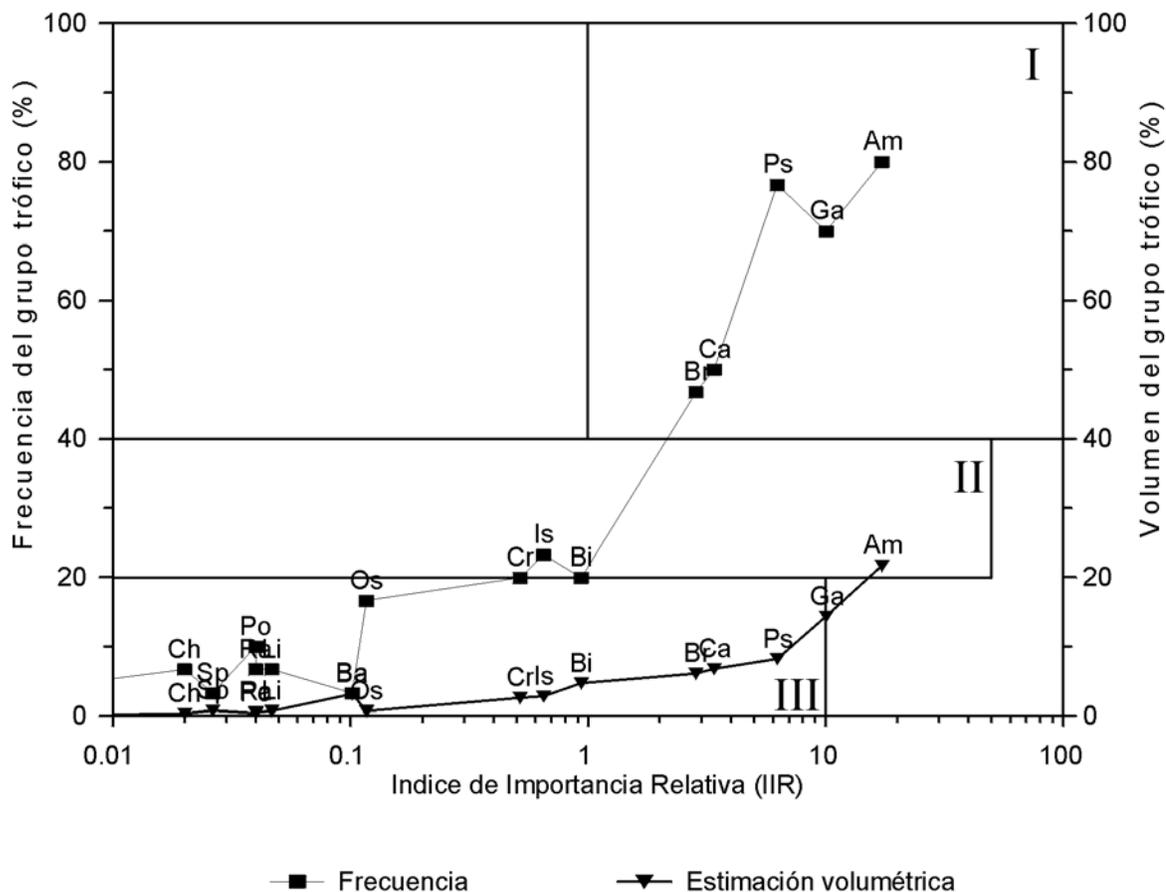


Figura 31. Diagrama trófico de los juveniles de *P. interruptus* de primavera de Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXIV.

En verano los grupos tróficos preferenciales fueron *P. scouleri*, Isopoda y algas coralinas; los grupos secundarios fueron Gastropoda y Bivalvia y los grupos incidentales fueron Amphipoda, Bryozoa, algas rojas, Ostracoda, algas café, Polychaeta, Nematoda y Demospongia (Fig. 32).

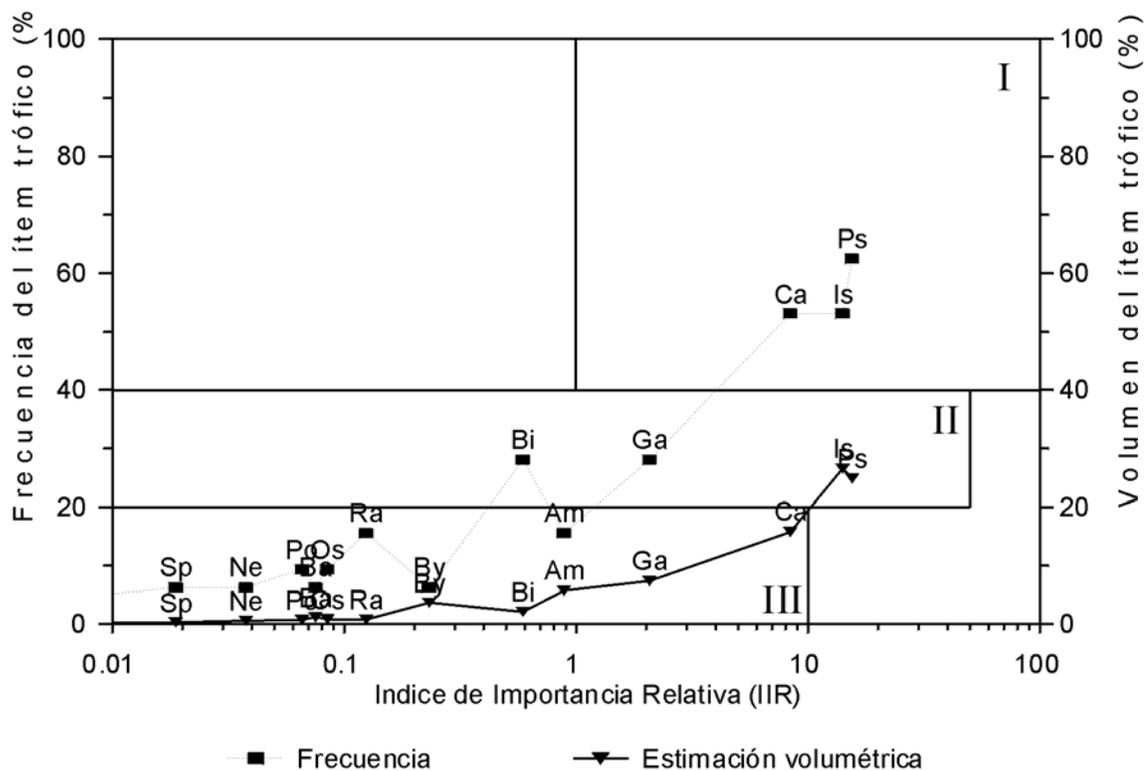


Figura 32. Diagrama trófico de los juveniles de *P. interruptus* de verano de Arvin. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXIV.

5.4.5.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno

En Queen, se reconocieron en total 24 grupos tróficos en los contenidos estomacales de los juveniles de langosta *P. interruptus* capturados en las cuatro estaciones del año. De los cuales la presencia y abundancia de los grupos fue diferente entre estaciones. Los grupos tróficos con frecuencia de aparición superior al 40% por estación del año fueron: en otoño, Amphipoda (56); en invierno, Isopoda (85), Amphipoda (67), *Phyllospadix torreyi* (79), algas coralinas articuladas (53) y Gastropoda (44); en primavera, Amphipoda (64), Gastropoda (60), Algas coralinas articuladas (52) y *P. torreyi* (48) y en

verano *P. torreyi* (76). Sin embargo, en términos de volumen por arriba del 20% por estación del año fueron: en otoño, Isopoda (51); en invierno, Isopoda (35); en primavera, las algas coralinas articuladas (33) y en verano *P. torreyi* (49) (Tabla XXV).

Tabla XXV. Frecuencia de aparición (%F), volumen (%V) e índice de importancia relativa (IRI) de los grupos tróficos de juveniles de *P. interruptus* para las estaciones del año de Queen. En negritas valores superiores de 10 del IRI.

Grupos Tróficos	Tipo	Clave	Estaciones											
			Otoño (n=27)			Invierno (n=34)			Primavera (n=25)			Verano (n=21)		
			%F	%V	IIR	%F	%V	IIR	%F	%V	IIR	%F	%V	IIR
Crustacea	No identificado	Cr	-	-	-	5.9	0.3	<0.1	20.0	0.6	0.1	-	-	-
	Brachyura	Br	3.7	<0.1	<0.1	11.8	2.6	0.3	12.0	1.1	0.1	4.8	1.7	0.1
	Amphipoda	Am	55.6	14.7	8.2	67.6	14.2	9.6	64.0	9.5	6.0	14.3	7.9	1.1
	Isopoda	Is	51.9	50.8	26.3	85.3	35.3	30.1	28.0	5.1	1.4	38.1	12.6	4.8
	Ostracoda	Os	-	-	-	20.6	1.9	0.4	-	-	-	-	-	-
	Tanaidacea	Ta	-	-	-	2.9	0.1	<0.1	-	-	-	-	-	-
	Cumacea	Cu	-	-	-	-	-	-	4.0	0.2	<0.1	-	-	-
	<i>P. interruptus</i>	Pi	7.4	0.8	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mollusca	Gastropoda	Ga	33.3	12.6	4.2	44.1	11.8	5.2	60.0	10.3	6.2	28.6	5.7	1.6
	Bivalvia	Bi	3.7	0.1	<0.1	17.6	2.2	0.4	36.0	9.0	3.2	-	-	-
	Polyplacophora	Ch	7.4	1.6	0.1	5.9	0.2	<0.1	4.0	<0.1	<0.1	-	-	-
	Monoplacophora	Li	-	-	-	-	-	-	4.0	0.1	<0.1	-	-	-
Porifera	Demospongia	Sp	7.4	1.5	0.1	-	-	-	12.0	7.9	1.0	9.5	2.1	0.2
Annelida	Polychaeta	Po	3.7	0.1	<0.1	2.9	0.2	<0.1	-	-	-	-	-	-
Ectoprocta	Bryozoa	By	14.8	2.6	0.4	17.6	1.8	0.3	20.0	2.1	0.4	19.0	9.3	1.8
Nemata	Nematoda	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8	1.8	0.1
Sarcodina	Foraminiferida	Fo	-	-	-	17.6	0.8	0.1	8.0	0.6	<0.1	14.3	0.4	0.1
Echinodermata		Eq	-	-	-	5.9	5.7	0.3	4.0	0.2	<0.1	-	-	-
Cnidaria	Coelenterata	Cn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8	1.5	0.1
Plantae	<i>P. torreyi</i>	Pt	37.0	5.6	2.1	79.4	12.1	9.6	48.0	8.8	4.2	76.2	49.2	37.5
	Coralinas													
Algae	articuladas	Ca	22.2	2.6	0.6	52.9	8.6	4.5	52.0	33.3	17.3	9.5	2.8	0.3
	Rojas	Ra	3.7	0.2	<0.1	14.7	1.3	0.2	16.0	2.1	0.3	23.8	3.4	0.8
	Cafés	Ba	22.2	6.7	1.5	11.8	0.9	0.1	36.0	2.4	0.9	14.3	1.6	0.2
	Filamentosas													
	rojas	Fa	-	-	-	-	-	-	8.0	1.4	0.1	-	-	-
	Dictiotal	Di	-	-	-	-	-	-	4.0	5.3	0.2	-	-	-

Los diagramas que combinan la frecuencia (%), el porcentaje de volumen y el índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos identificados en los contenidos de

juveniles de langosta *P. interruptus* provenientes de Queen (Fig. 33 -36). Las iniciales de los grupos se encuentran en la tabla XXV.

En otoño los grupos tróficos preferenciales fueron: Amphipoda, Isopoda y Gastropoda; los grupos secundarios fueron las algas café, las algas coralinas articuladas, *P. torreyi* y Bryozoa. Los grupos incidentales fueron Polyplacophora, Demospongia, partes del caparazón de *P. interruptus*, algas rojas, Bivalvia y Brachyura (Fig. 33).

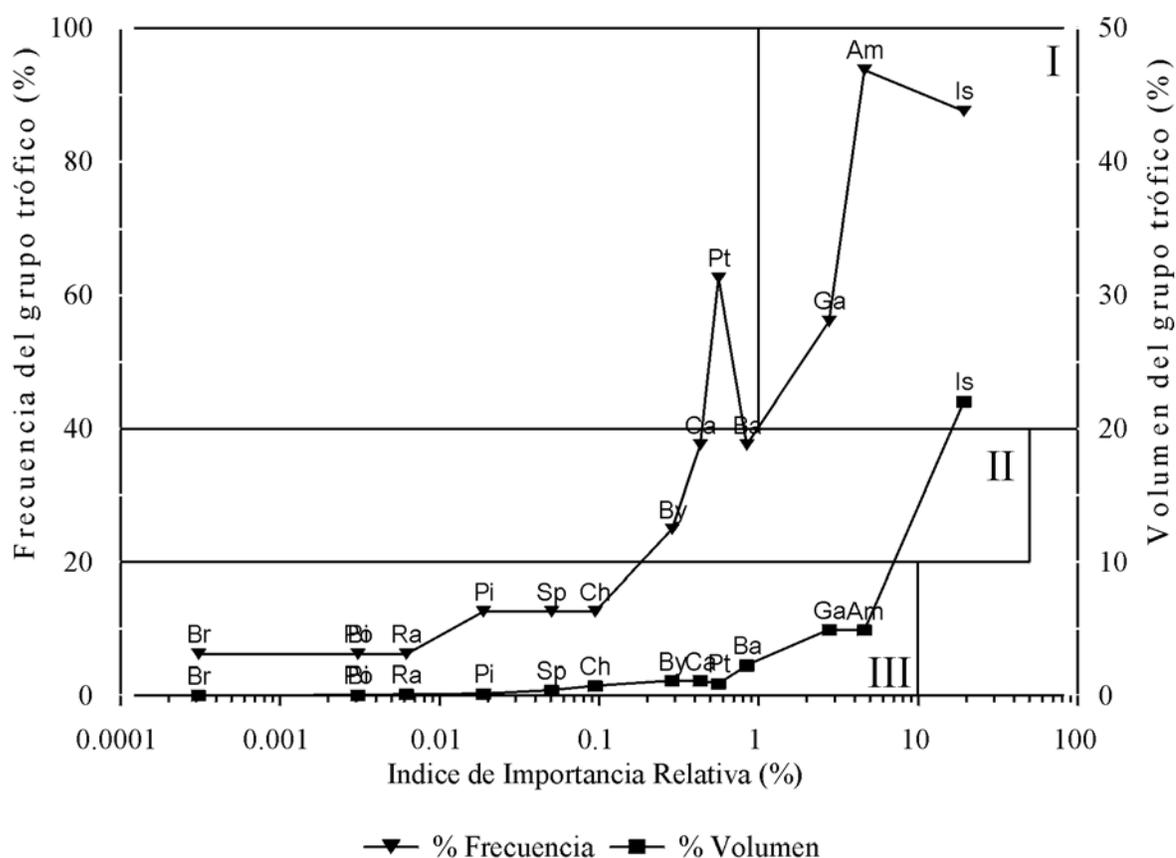


Figura 33. Diagrama trófico combinado de los juveniles de *P. interruptus* de otoño de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXV.

En invierno los grupos tróficos preferenciales fueron: Isopoda, *P. torreyi*, Amphipoda, algas coralinas articuladas y Gastropoda. Solo se estimó un grupo secundario que fue Ostracoda. El resto de los grupos fueron incidentales: Tanaidacea, Polychaeta, Polyplacophora, Crustácea, algas cafés, Foraminiferida, algas rojas, Brachyura, Bryozoa, Bivalvia y Echinodermata (Fig. 34).

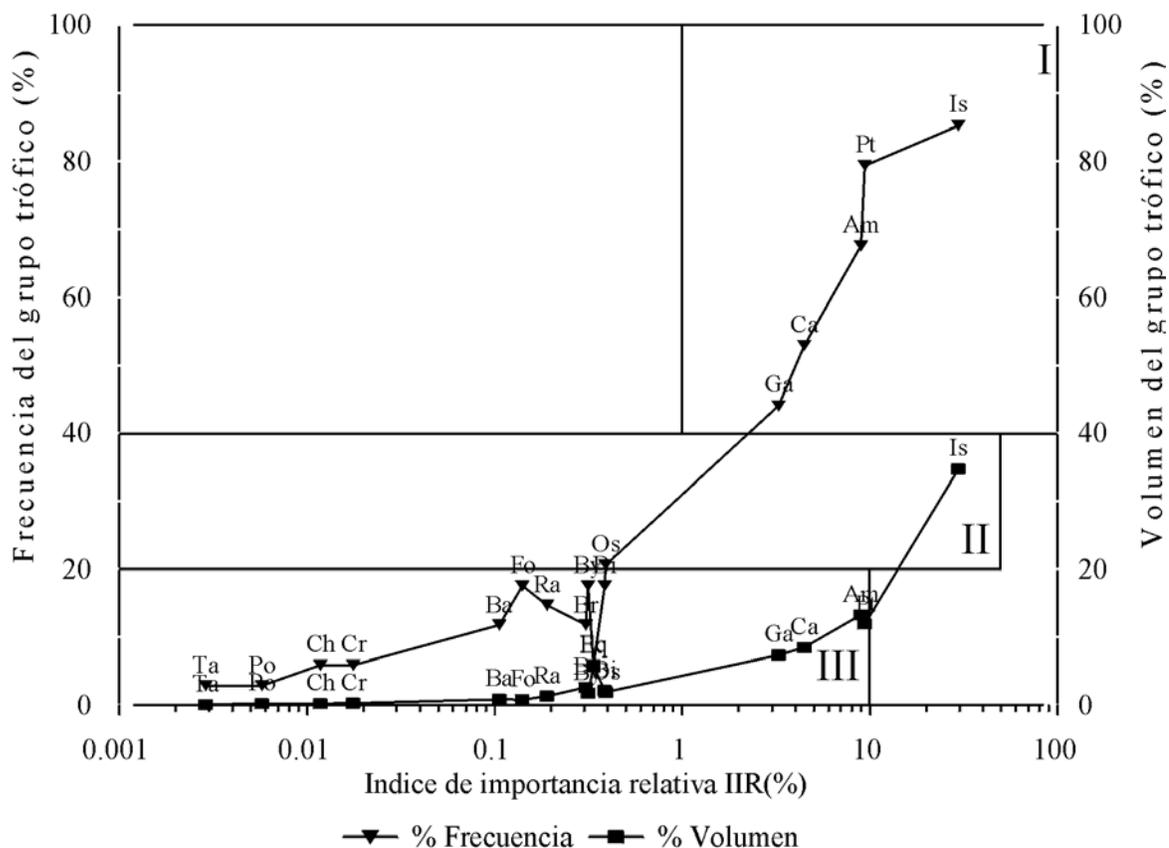


Figura 34. Diagrama trófico combinado de los juveniles de *P. interruptus* de invierno de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXV.

En primavera no se estimaron grupos preferenciales aunque Amphipoda quedó en el margen inferior del cuadrante I. Los grupos secundarios fueron: algas coralinas articuladas,

Gastropoda, Bivalvia, *P. torreyi* y algas café. Los grupos incidentales fueron Isopoda, Demospongia, Bryozoa, algas rojas, alga dictiotal, Brachyura, Crustáceos no identificados, Foraminiferida y algas filamentosas (Fig. 35).

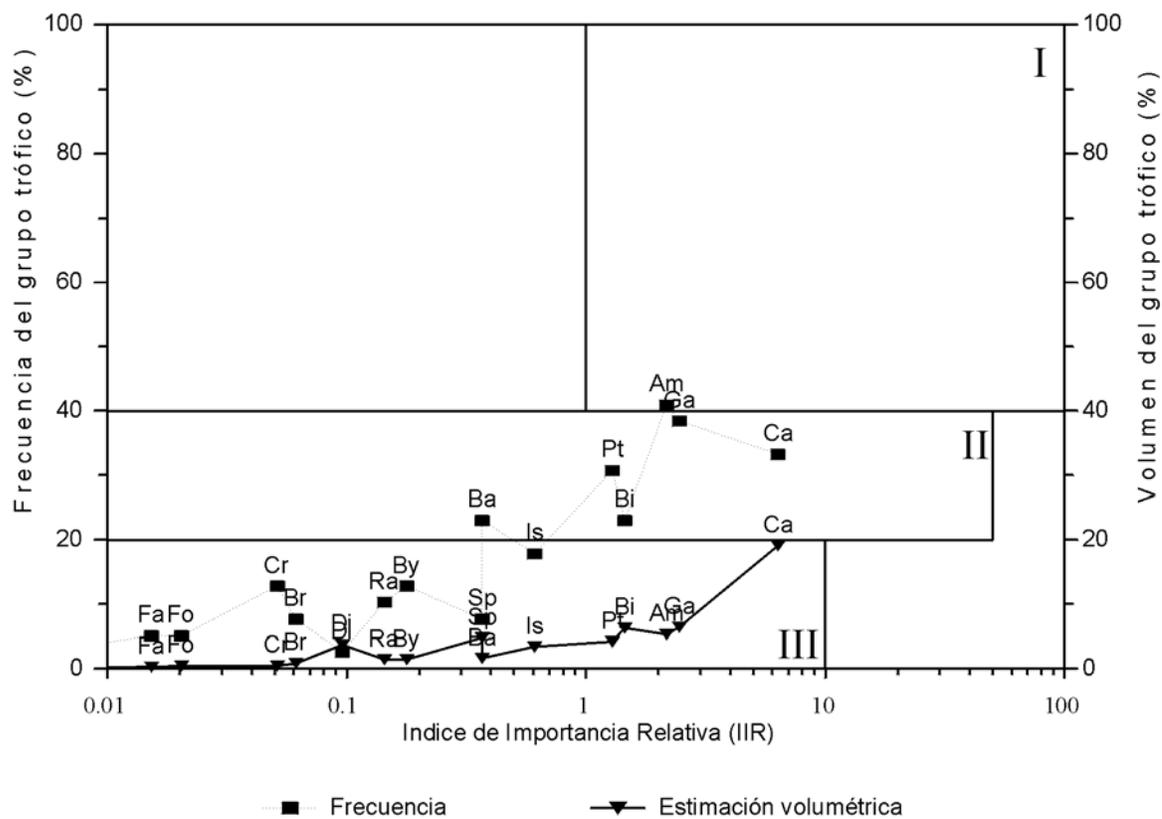


Figura 35. Diagrama trófico combinado de los juveniles de *P. interruptus* de primavera de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXV.

En verano, solo se presentó un grupo trófico preferencial *P. torreyi* y un solo grupo secundario: Isopoda. Los grupos incidentales fueron Gastropoda, Bryozoa, algas rojas, algas cafés, algas coralinas, Amphipoda, Coelenterata, Nematoda, Brachyura, Foraminiferida, Crustáceos no identificados y Demospongia (Fig. 36).

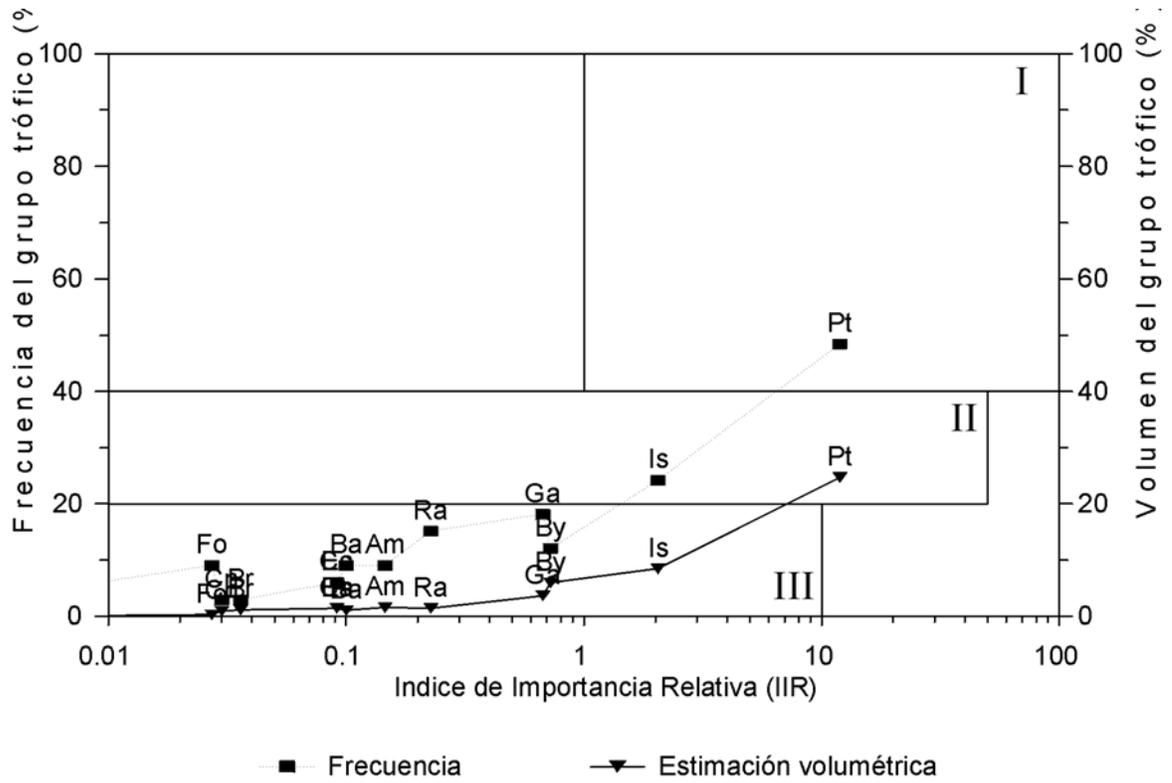


Figura 36. Diagrama trófico combinado de los juveniles de *P. interruptus* de verano de Queen. I = grupos preferenciales, II = grupos secundarios y III = grupos incidentales. Las abreviaturas de los grupos se describen en la tabla XXV.

5.4.6 Comparación entre grupos tróficos en el contenido estomacal y epifauna del bentos

5.4.6.1 Arvin, Bahía Tortugas

Los grupos tróficos identificados como importantes (IIR) en el contenido estomacal de los juveniles de *P. interruptus* coincidieron con los grupos faunísticos epibentónicos con alta frecuencia y biomasa relativa. Por ejemplo, Amphipoda obtuvo su valor más alto por IIR en otoño y primavera, de igual manera este grupo en su evaluación de frecuencia y biomasa en el bentos en las mismas estaciones (Fig. 37).

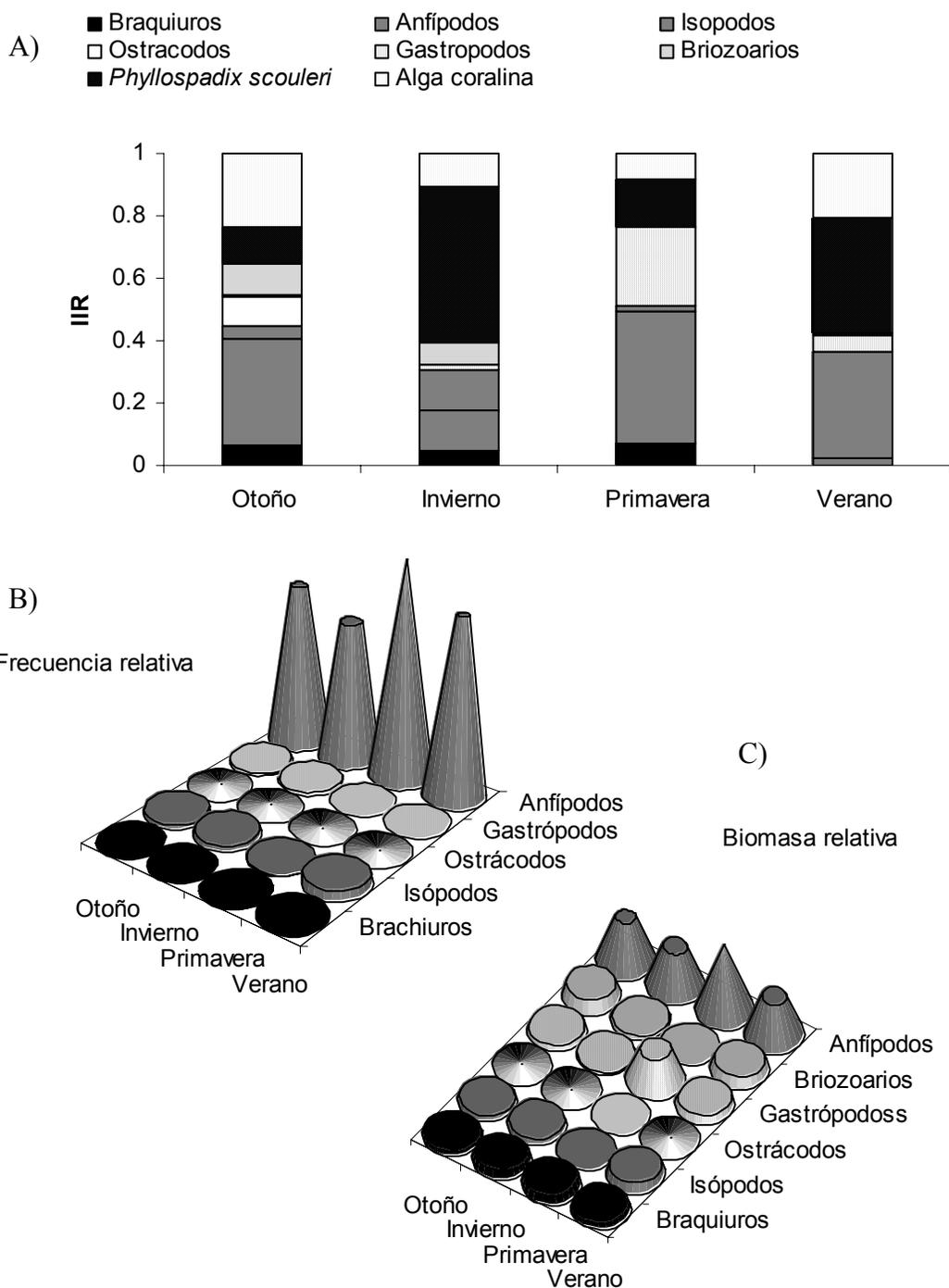


Figura 37. Relación del índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos de juveniles de langosta *P. interruptus* de Arvin (A), frecuencia de aparición (B) y biomasa relativa (C) de los grupos de epifauna bentónica.

5.4.6.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno

Al igual que en el caso de Arvin, en Queen el IIR de los grupos tróficos coincidió con los grupos faunísticos epibentónicos de mayor frecuencia o biomasa relativa en el medio natural. Por ejemplo, el grupo Isopoda fue muy importante tróficamente en otoño, sin embargo solo su frecuencia relativa fue alta, no así su biomasa. Otro grupo que se relacionó fue Gastropoda que en primavera obtuvo un valor alto de IIR, así como en frecuencia y biomasa relativa, de hecho primavera fue la estación con mayor valor para este grupo (Fig. 38).

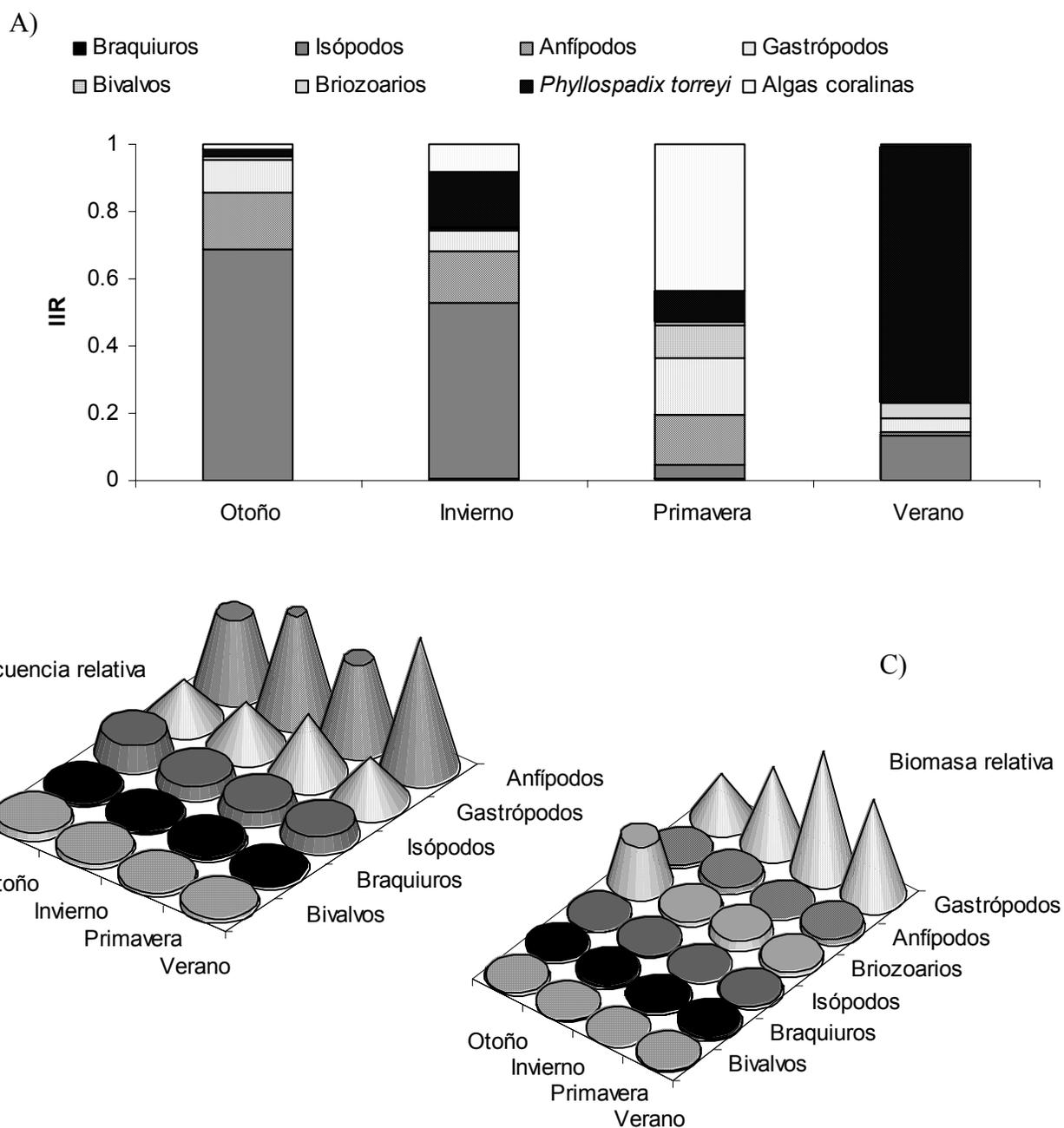


Figura 38. Relación del índice de importancia relativa (IIR) de los grupos tróficos de juveniles de langosta *P. interruptus* de Queen (A), con la frecuencia de aparición (B) y biomasa relativa (C) de los grupos de epifauna bentónica.

5.4.7 Índice de selección de Manly

5.4.7.1 Arvin, Bahía Tortugas

El índice de selección de Manly mostró para el Arvin que los grupos seleccionados, cuyos valores son superiores al valor umbral (α_i) por estación del año con base a la comparación de la frecuencia de aparición en contenidos estomacales y frecuencia de ocurrencia en el bentos fueron en otoño: Brachyura, Ostracoda y Demospongia; en invierno, Brachyura, Bivalvia y Demospongia; en primavera Brachyura, Ostracoda, Gastropoda y Polyplacophora y en verano Ostracoda, Gastropoda, Bivalvia, Demospongia y Nematoda. Por otro lado con base en la comparación entre biomasa relativa en el bentos *versus* volumen los grupos tróficos fueron en otoño, Ostracoda; en invierno, Brachyura, Isopoda y Bryozoa; en primavera Ostracoda, Bivalvia y Demospongia y en verano Ostracoda y Nematoda (Tabla XXVI).

Tabla XXVI. Índice de selección de Manly (alpha) de los grupos tróficos de juveniles de *P. interruptus* por estación del año del Arvin. Se calculo a partir de datos de frecuencia relativa (FR) en el ambiente versus la frecuencia de aparición (FA) en los estómagos y la biomasa relativa (BR) en el ambiente versus el porcentaje de volumen (V) en los contenidos estomacales. En negrita los grupos seleccionados empleando el valor α_i del índice de Manly.

Fauna –Grupos tróficos	FR vs. FA				BR vs. V			
	Estaciones				Estaciones			
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Brachyura	0.50	0.30	0.41	0.06	0.02	0.14	0	< 0.01
Amphipoda	< 0.01	0.01	0	0	< 0.01	0.02	0	0.01
Isopoda	0.07	0.09	0.02	0.03	0.01	0.26	0.03	0.1
Ostracoda	0.16		0.12	0.12	0.92		0.30	0.54
Gastropoda	0.05	0.12	0.12	0.28	< 0.01	0.06	0	0.03
Bivalvia	0.01	0.15	0.04	0.12	0.02	0.06	0.30	0.03
Polyplacophora			0.23				0.26	
Monoplacophora			< 0.01				0.01	
Demospongia	0.18	0.33	0.06	0.23	< 0.01	0.11	0.1	0.02
Bryozoa					0.01	0.36	< 0.01	0.01
Foraminiferida	0.03				0.02			
Polychaeta		< 0.01	< 0.01	< 0.01		0	0	< 0.01
Nematoda				0.16				0.26
Manly α_i	0.13	0.14	0.1	0.11	0.11	0.13	0.09	0.1

La comparación de la selección de los grupos tróficos por juveniles de langosta de acuerdo al índice de Manly, se pueden observar gráficamente en la figura 39. La gráfica considera la frecuencia relativa de los grupos epifaunísticos del bentos del Arvin, en contraste con la frecuencia de aparición de los mismos grupos en los contenidos estomacales de los juveniles de *P. interruptus*. Los grupos altamente seleccionados fueron Brachyura, Gastropoda y Demospongia.

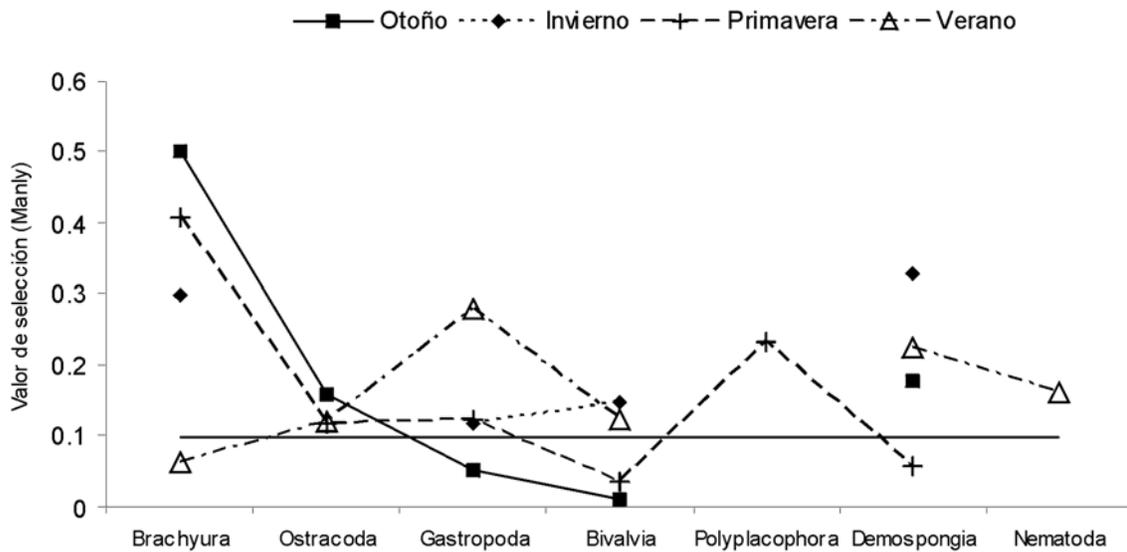


Figura 39. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de *P. interruptus* de acuerdo al índice de selección de Manly en el Arvin. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en FR versus FA.

Los grupos tróficos seleccionados por juveniles de *P. interruptus* con base en la biomasa relativa comparada con el porcentaje volumétrico del mismo grupo en los contenidos estomacales de juveniles provenientes de Arvin, puede observarse gráficamente (Fig. 40). Los grupos altamente seleccionados fueron Ostracoda, seguido de Isopoda, Bivalvia, Polyplacophora, Bryozoa y Nematoda.

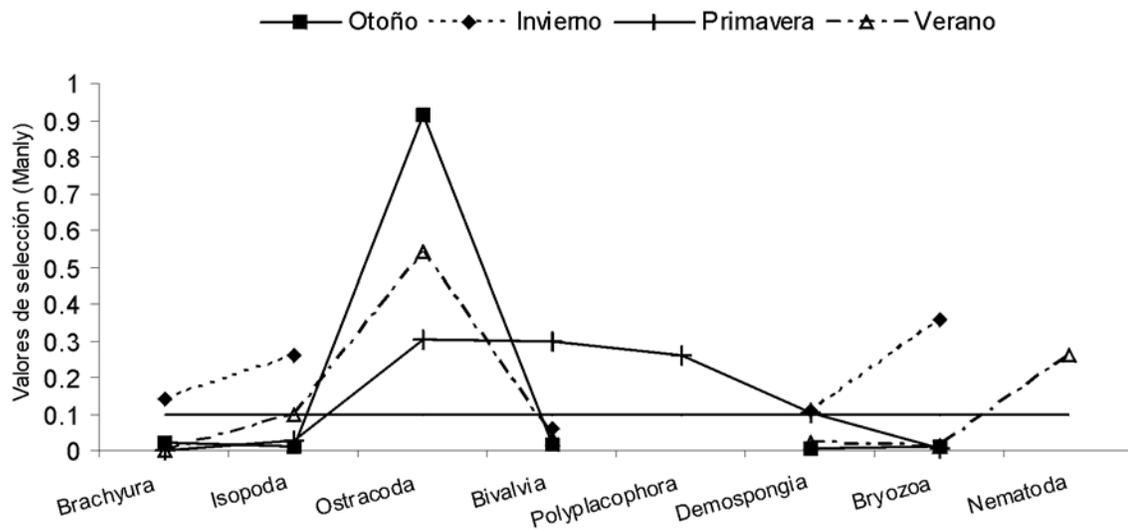


Figura 40. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de *P. interruptus* de acuerdo al índice de selección de Manly en el Arvin. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en BR *versus* V.

5.4.7.2 Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno

El índice de selección de Manly mostró para el Queen que los grupos seleccionados por juveniles de *P. interruptus* estacionalmente de acuerdo a su frecuencia relativa en el epibentos y la frecuencia de aparición en los contenidos estomacales fueron: en otoño, Brachyura, Isopoda Polyplacophora y Demospongia; en invierno, Brachyura, Isopoda, Ostracoda y Bivalvia; en primavera, Bivalvia, y Demospongia y en verano, Brachyura, Demospongia y Nematoda. Por otro lado la estimación de selección basada en la biomasa relativa en el bentos con respecto al porcentaje de volumen en los contenidos estomacales mostró como seleccionados estacionalmente: en otoño, Isopoda y Polyplacophora; en invierno, Isopoda y Foraminiferida; en primavera, Demospongia y en verano, Isopoda, Demospongia, Foraminiferida y Nematoda (Tabla XXVII).

Tabla XXVII. Índice de selección de Manly (alpha) de los grupos tróficos por estación del año del Queen. A partir de datos de frecuencia relativa (FR) en el ambiente versus la frecuencia de aparición (FA) en los estómagos y la biomasa relativa (BR) en el ambiente versus el porcentaje de volumen (V) en los contenidos estomacales de juveniles de *P. interruptus*. En negrita los grupos seleccionados empleando el valor α_i del índice de Manly.

Fauna –Gropos tróficos	FR vs. FA				BR vs. V			
	Estaciones				Estaciones			
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
Brachyura	0.13	0.28	0.05	0.29	< 0.01	0.01	< 0.01	0.03
Amphipoda	0.06	0.02	0.01	< 0.01	0.04	0.02	< 0.01	0.01
Isopoda	0.16	0.19	0.02	0.08	0.80	0.23	0.01	0.18
Ostracoda		0.27				0.04		
Tanaidacea		0.03				0.01		
Gastropoda	0.10	0.03	0.01	0.02	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Bivalvia	< 0.01	0.12	0.13		< 0.01	0.06	0.02	
Polyplacophora	0.30		0.07		0.13		< 0.01	
Monoplacophora			< 0.01				< 0.01	
Demospongia	0.20		0.70	0.20	0.02		0.93	0.24
Polychaeta	< 0.01	< 0.01			< 0.01	< 0.01		
Bryozoa					< 0.01	0.01	< 0.01	0.05
Foraminiferida		0.06	0.01	0.07		0.62	0.04	0.30
Cnidaria				0.04				0.04
Nematoda				0.29				0.15
Manly α_i	0.13	0.11	0.11	0.13	0.11	0.10	0.1	0.11

La comparación de la selección de los grupos tróficos por juveniles de langosta *P. interruptus* de acuerdo al índice de Manly calculado con base en la frecuencia relativa de los grupos epifaunísticos del bentos en contraste con la frecuencia de aparición del mismo grupo en los contenidos estomacales de juveniles del Queen puede mostró a Demospongia como grupo altamente seleccionado en primavera; Polyplacophora en otoño; Ostracoda en invierno y Brachyura en otoño, invierno y verano (Fig. 41).

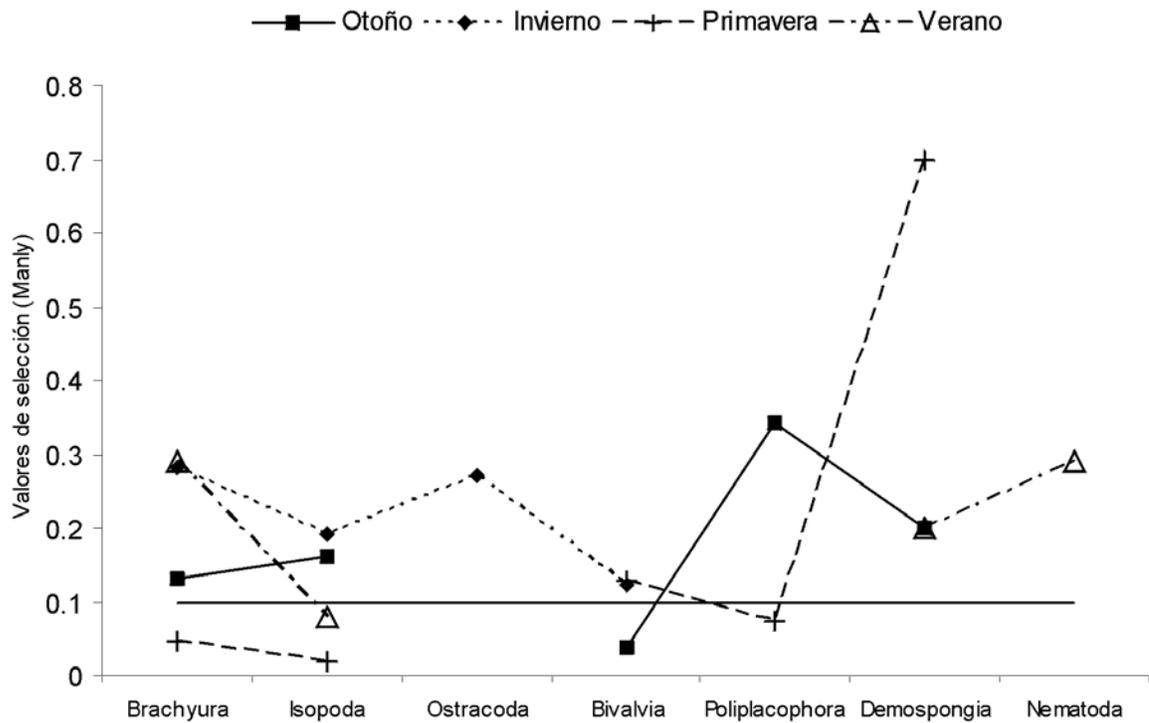


Figura 41. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de *P. interruptus* de acuerdo al índice de selección de Manly en el Queen. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en FR *versus* FA.

Las grupos seleccionados con base en la biomasa relativa en el bentos en contraste con los porcentajes de volumen de los mismos grupos en los contenidos estomacales de los juveniles provenientes de Queen, se muestra gráficamente Isopoda como grupo altamente seleccionado en otoño; Demospongia en primavera y Foraminiferida en invierno (Fig. 42).

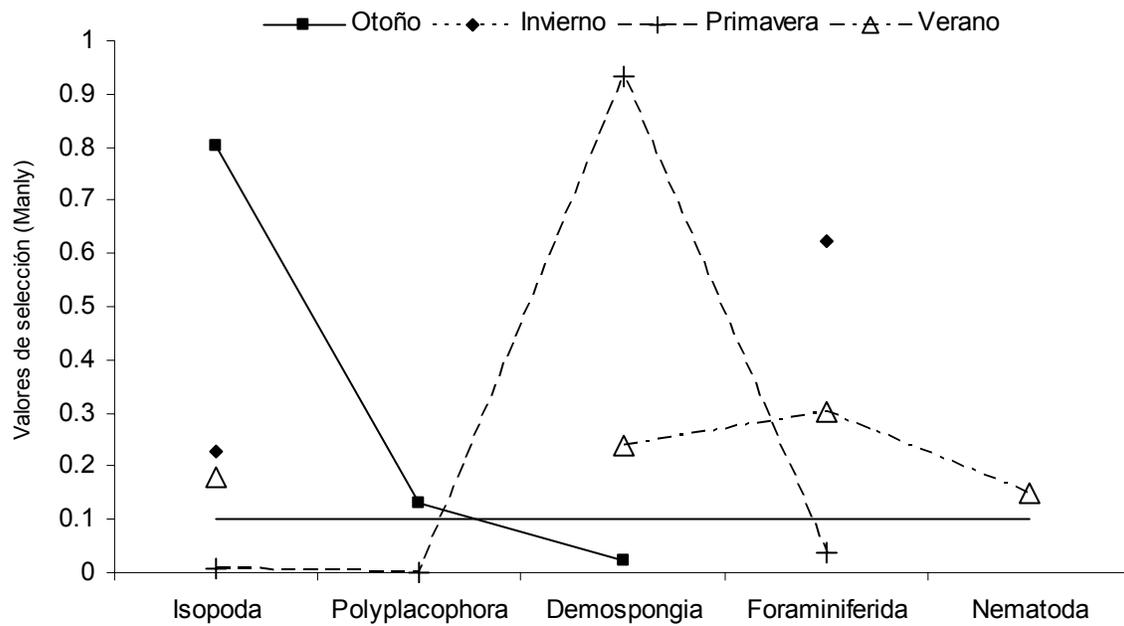


Figura 42. Cambios estacionales de los grupos tróficos seleccionados por juveniles de *P. interruptus* de acuerdo al índice de selección de Manly en el Queen. Se reportan únicamente valores por arriba de 0.1. Basado en BR versus V.

5.5 Selección de hábitat estructural de juveniles bentónicos tempranos de *Panulirus interruptus*

En el primer ensayo el descubrimiento accidental de un juvenil entra la base de las hojas de *Phyllospadix scouleri* fue un factor importante que impulso la búsqueda de JBT de *P. interruptus* en las praderas naturales de *Phyllospadix* spp. obteniendo resultados positivos. Los juveniles así encontrados se emplearon en los ensayos de selección del substrato en laboratorio junto con los obtenidos en colectores artificiales. Para la realización de ensayos de laboratorio se emplearon un total de 90 JBT de *P. interruptus* de 6.6 a 29.6 mm LC (Tabla XXVIII).

Tabla XXVIII. Época, talla y procedencia de juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus* empleados en los experimentos de selección de substrato.

Año	Estación	Numero	Intervalo (LC, mm)	Sitio	Profundidad (m)	Procedencia
2001	Primavera	21		Arvin	3	Colector
2001	Verano	16	7.0 - 14.3	Arvin	3	Colector
2001	Verano	37	6.8 - 13.8	Bahía Asunción	5	Colector
2001	Otoño	7	6.8 - 19.9	Arvin	3	Colector
2001	Otoño	1	7.3	Pto. Escondido	4	Colector
2002	Invierno	-		Arvin	3	Colector
2002	Primavera	-		Arvin	3	Colector
2002	Verano	-		Arvin	3	Colector
2002	Otoño	20	6.6 - 25.1	Arvin	3	Colector
2002	Otoño	13	6.6 - 12.4	Pto. Escondido	4	Colector
2001	Otoño	2	7.3 - 9.9	Morros	2	<i>P. scouleri</i>
2001	Otoño	7	8.8 - 13.7	Queen	0	<i>P. torreyi</i>
2001	Otoño	4	7.1 - 10.9	Malarrimo	0	<i>P. torreyi</i>
2001	Otoño	3	7.1 - 8.8	Morros	2	<i>P. scouleri</i>
2002	Verano	1	11.4	Morros	2	<i>P. scouleri</i>
2003	Otoño	28	7.4 - 17.6	La lobera	0	<i>P. scouleri</i>
2003	Otoño	7	14.6 - 29.6	Queen	0	<i>P. torreyi</i>
2003	Otoño	12	9.3 - 15.4	Poza, Los Patos	0	<i>P. scouleri</i>

No se observaron diferencias significativas entre el tamaño de la langosta que seleccionó cualquier substrato en el experimento con substrato natural (Tabla XXIX). Por otro lado, en el experimento donde la selección esta influenciada por la señal de olor tampoco se observó ninguna diferencia significativa entre los tamaños de la langosta que prefirieron cierto substrato (Tabla XXIX). Por lo tanto, la selección de cierto substrato puede analizarse a partir de la frecuencia de selección indistintamente de las tallas de los organismos.

Tabla XXIX. Selección del substrato llevado a cabo por juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus*. Resultados de la prueba ANDEVA entre tallas que seleccionaron cierto substrato natural o por señal de olor.

Selección del hábitat por juveniles bentónicos tempranos de <i>Panulirus interruptus</i>				
Substrato	N	Natural	N	Señal de olor
		LC (mm), ($\bar{x} \pm \sigma$)		LC (mm), ($\bar{x} \pm \sigma$)
<i>Gelidium robustum</i>	55	12.9 ± 5.9	25	15.5 ± 1.1
<i>Phyllospadix scouleri</i>	22	10.9 ± 4.5	39	13.9 ± 5.5
<i>Plocamium pacificum</i>	10	10.5 ± 3.0	19	14.8 ± 4.9
<i>Macrocystis pyrifera</i>	3	10.6 ± 3.6	16	13.0 ± 1.3
<i>F</i>		1.128		0.8622
<i>gl</i>		3/86		3/95
<i>P</i>		0.342		0.464

5.5.1 Selección de hábitat natural por juveniles bentónicos tempranos de *Panulirus*

interruptus

Gelidium robustum fue el substrato preferido (61.1%) por encima de los cuatro otros substratos disponibles, *Phyllospadix scouleri* fue seleccionado en segundo lugar (24.4%), en contraste con *Plocamium pacificum* (11.1%) y *Macrocystis pyrifera* (3.3%) (Tabla XXX).

5.5.2 Selección del sustrato por juveniles bentónicos tempranos de *Panulirus*

interruptus influenciada por la señal de olor

En este ensayo los JBT seleccionaron en primer lugar la estructura con el olor de *Phyllospadix scouleri* (39.4%), seguido de *Gelidium robustum* (25.3%), *Plocamium pacificum* (19.2%) y por último *Macrocystis pyrifera* (16.2%) (Tabla XXX).

Los resultados de ambos ensayos demuestran que los JBT de *P. interruptus* pueden seleccionar el sustrato para resguardarse tanto por su estructura así como por su olor (Tabla XXX).

Tabla XXX. Resultados de los experimentos de selección del sustrato por juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus*.

Substrato a ser seleccionado	(Reconocimiento por olor) n, (%)	(Natural) n, (%)
<i>Gelidium robustum</i>	25, (25.3)	55, (61.1)
<i>Phyllospadix scouleri</i>	39, (39.4)	22, (24.4)
<i>Plocamium pacificum</i>	19, (19.2)	10, (11.1)
<i>Macrocystis pyrifera</i>	16, (16.2)	3, (3.3)
Total	99	90
	$\chi^2 = 12.6, gl = 3, P < 0.005$	$\chi^2 = 70.8, gl = 3, P < 0.001$

5.5.4 Selección del sustrato natural por juveniles bentónicos tempranos de *Panulirus*

interruptus bajo la influencia de grupo

En el experimento grupal, la mayoría de los juveniles prefirieron *Gelidium robustum* y *Phyllospadix scouleri* sobre *Plocamium pacificum* y el haptera de *Macrocystis pyrifera* (Tabla XXXI). No se observaron diferencias significativas entre las tallas de los JBT de *P. interruptus* que seleccionaron cierto tipo de sustrato (Tabla XXXI). La prueba de χ^2 mostró diferencias significativas entre los cuatro sustratos probados en el

experimento. Sin embargo, el análisis *a posteriori* entre los dos substratos mayormente seleccionados no mostró diferencias significativas entre la frecuencia de selección realizada por los JBT.

Tabla XXXI. Selección del hábitat estructural grupal (5 juveniles por estanque) realizada por juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus*.

Grupos a comparar	N	LC (mm)		Kruskal-Wallis:		
		Mediana	Min Max	H	gl	p
4 substratos						
<i>Gelidium robustum</i>	17	8.1	7.7 – 8.7	0.7282658	3, 35	0.8665
<i>Phyllospadix scouleri</i>	14	8.15	7.6 – 8.5			
<i>Plocamium pacificum</i>	2	8.1	7.8 – 8.4			
<i>Macrocystis pyrifera</i>	2	8.9	7.8 - 10			
$\chi^2 = 21.34, gl = 3, p < 0.000090$						
Análisis a posteriori sin <i>Plocamium</i> y <i>Macrocystis</i>.						
Grupos a comparar	N	LC (mm)		Valor t	gl	p
		Mediana	Min Max			
2 substratos preferidos						
<i>Gelidium robustum</i>	17	8.1	7.7 – 8.7	0.056017	29	0.955713
<i>Phyllospadix scouleri</i>	14	8.15	7.6 – 8.5			
$\chi^2 = 0.29, gl = 1, p < .590018 = n. s.$						

Las frecuencias de predilección en el tratamiento grupal (5 organismos) no fueron significativamente diferentes de las observadas en el tratamiento individual (1 organismo) (Tabla XXXII). Esto indica que el patrón de selección del substrato natural no está influido por el número de juveniles.

Tabla XXXII. Comparación entre tratamientos individual y grupal de la selección del hábitat realizada por juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus*.

Substrato a seleccionar	Frecuencias observadas: (5 JBT por tanque)	Frecuencias esperadas: (1 JBT por estanque)
<i>Gelidium robustum</i>	52.5	47.62
<i>Phyllospadix scouleri</i>	35	40.48
<i>Plocamium pacificum</i>	7.5	7.14
<i>Macrocystis pyrifera</i>	5	4.76
Total	100 %	100 %
$\chi^2 = 1.270956, g. l. = 3, p < 0.736042 = n. s.$		

6. DISCUSIÓN

6.1 Características del hábitat de juveniles de la langosta *Panulirus interruptus*

En el área de mayor abundancia de la langosta roja *Panulirus interruptus*, que comprende desde Bahía Vizcaíno a Punta Abreojos y que es conocida como la región pesquera Pacífico Norte (Vega *et al.* 1996) se ubicaron distintos sitios con presencia de juveniles (20 - <80 mm LC) entre Bahía Vizcaíno y Bahía Asunción. Estos sitios presentaron características tales como el estar protegidos del oleaje intenso, tener poca profundidad (<12 m) y sin contribución de agua dulce, las cuales han sido mencionadas como importantes en las áreas de crianza de juveniles de langosta Palinuridae (Phillips & Booth 1994). Aunque en sitios de otras áreas geográficas el censo visual ha sido efectivo en la búsqueda de juveniles de distintas especies de Palinúridos (*P. japonicus* Norman *et al.* 1994; *P. argus* Forcucci *et al.* 1994; Herrnkind & Butler 1994; Butler & Herrnkind 1997; *P. marginatus* Polovina *et al.* 1994), en algunas de las localidades visitadas y reconocidas como áreas de crianza de juveniles por los pescadores de Baja California Sur, la observación directa de individuos pequeños se dificultó debido a la presencia de oleaje y turbidez del agua. En estos casos, el uso de trampas de langosta, pescado y pulpo fueron eficientes en la captura de juveniles, particularmente las últimas, ya que capturaron menores tallas (~60 mm de LC) que las otras trampas. De hecho, los juveniles empleados para el estudio de ecología alimentaría fueron capturados con trampas de pulpo. Las trampas para captura de pulpo se usan regularmente en la zona de Bahía Sebastián Vizcaíno y se han encontrado juveniles de langosta como parte de la captura incidental.

En el área estudiada resaltan las condiciones ambientales contrastantes de Bahía Vizcaíno con respecto a los sitios al sur de esta bahía. Se han observado para B. Vizcaíno la presencia de especies de afinidad tropical, relacionadas con aguas más calidas como son *Asparagopsis taxiformis*, *Dyctiopteris zonaroides*, *Hypnea jonsthonii*, *Jania tenella*, *Padina durvillae* y *Sargassum palmeri* y la ausencia de especies de afinidad templada como *Macrocystis pyrifera* (Dawson 1952; Casas-Valdez *et al.* 2000). Mientras que en Bahía Tortugas varios de los componentes florísticos son de afinidad templada como *M. pyrifera* y *Eisenia arborea*. Esto fue evidente en los sitios estudiados, teniéndose que en el Queen, Bahía Vizcaíno los elementos dominantes fueron *Phyllospadix torreyi*, *Padina caulescens* y *Sargassum agardhianum* y la temperatura promedio del agua marina fue de 19.9°C. En el Arvin, Bahía Tortugas la flora dominante estuvo representada por algas café *Macrocystis pyrifera* y *Sargassum muticum* y los pastos marinos *Phyllospadix scouleri* y *Zostera marina* y la temperatura promedio de mar de 17.3°C, fue menor que en el Queen.

6.2 *Phyllospadix* spp. como hábitat de juveniles bentónicos tempranos de *Panulirus interruptus*

En el Queen y Arvin la vegetación dominante disponible como hábitat de juveniles tempranos de langosta incluye varias especies de macroalgas y pastos marinos, aunque la composición es diferente entre ambos sitios. Algunas especies de macrófitos presentes en estos sitios han sido mencionadas como hábitat potencial de juveniles tempranos de langostas para otras regiones, por ejemplo *Sargassum*, *Plocamium*, coralinas articuladas, praderas de *Phyllospadix* y algas rojas (Parker 1972). No obstante la abundancia de

distintos macrófitos como hábitat potencial de langostas, los juveniles tempranos (6.6 to 21.3 mm CL) fueron encontrados en su mayoría en la base de las hojas de *Phyllospadix* spp. en la zona intermareal (93%). Aunque *Phyllospadix torreyi* se distribuye desde la zona intermareal a la submareal (0 a 6 m) en el Queen, los juveniles tempranos fueron encontrados solo en las muestras de 0 a 3 m, sugiriendo el uso de hábitat intermareal por estos estadios. El pasto marino *Phyllospadix torreyi* crece en ambas zonas (intermareal y submareal) en los ambientes donde viven los juveniles (Phillips 1979; Williams 1995; Ramírez-García *et al.* 1998). El uso de hábitat intermareal ha sido descrito para otras especies de langosta, *J. edwardsii* (Booth *et al.* 1991), *Homarus gammarus* (Linnane *et al.* 2000a, 2000b) y en *H. americanus* (Cowan 1999; Sainte-Marie & Chabot 2002). En las costas del este de Norte América, los juveniles de *H. americanus* son depredadores voraces de mejillones (Sainte-Marie & Chabot 2002). De hecho, el papel ecológico de la langosta espinosa de California como depredador en zonas expuestas al oleaje ha sido mencionado como clave en la regulación de agrupaciones de algas rojas mediante la depredación de juveniles de mejillones (*Mytilus californianus* y *M. galloprovincialis*) (Robles *et al.* 1990; Robles & Robb 1993; Robles 1997). Desde el punto de vista económico y también del valor ecológico, el uso de un hábitat intermareal por juveniles de langosta es información útil dentro de un enfoque precautorio relacionado con el manejo costero, debido a que la zona intermareal es un hábitat particularmente vulnerable por su cercanía con los impactos antropogénicos por la contaminación terrestre, agua dulce y la erosión que origina depositación de sedimentos.

La densidad estimada, entre 0 y 3.7 individuos·m⁻² a lo largo del año para el área total de muestreo y de entre 0 y 11.2 individuos·m⁻² para el estrato intermareal, incluye

valores máximos superiores a los reportados para *P. interruptus* en el límite norte de su distribución ($1 \cdot m^{-2}$) (Parker 1972), o de las densidades reportadas para otras especies de langosta, como en *P. argus*, entre 0.01 y $2.5 \text{ individuos} \cdot m^{-2}$ (Marx and Herrnkind 1985a; Forcucci *et al.* 1994; Acosta and Butler 1997; Butler and Herrnkind 1997; Briones-Fourzán and Lozano-Álvarez 2001); en *P. ornatus*, $0.01 \cdot m^{-2}$ (Dennis *et al.* 1997); en *P. cygnus*, $0.1-1.7 \cdot m^{-2}$ (Jernakoff 1990); en *J. edwardsii*, $2.2 \cdot m^{-2}$ (Butler *et al.* 1999), y en *P. japonicus*, $0.21-0.32 \cdot m^{-2}$ (Norman *et al.* 1994). La densidad máxima durante este estudio fue registrada solo en Septiembre, sugiriendo una época de asentamiento. En Bahía Tortugas, Guzmán-del-Próo *et al.* (1996) y Vega *et al.* (2003) reportaron un pico de asentamiento de *P. interruptus* en otoño, aunque el asentamiento en colectores artificiales ocurre todo el año. Serfling & Ford (1975) reportaron la máxima captura de postlarvas en trampas flotantes cubiertas con *Phyllospadix* y algas rojas durante la misma estación. Engle (1979) capturo un gran número de juveniles tempranos de langosta usando trampas de luz en la noche durante Septiembre. Esto coincide con la época del año para la cual Ayala-Martínez & Chávez (1985) reportan juveniles pequeños.

En este estudio el diseño para los experimentos de selección de hábitat involucró la oferta de cuatro sustratos opcionales (al mismo tiempo) a diferencia de la opción de dos sustratos empleada por Parker (1972) y Engle (1979). Nuestros resultados coinciden con los de estos autores, teniéndose que los juveniles de langosta prefieren *Phyllospadix* y el alga roja *Gelidium* sobre *Macrocystis* y *Plocamium*. Entre *Phyllospadix* y el alga roja *Gelidium*, no hubo diferencias significativas, aunque *Gelidium* fue ligeramente preferido en el ensayo con sustrato natural, mientras *Phyllospadix* fue moderadamente preferido en el experimento de señal de olor con sustrato artificial. Al respecto, se requieren ensayos experimentales

complementarios para probar si la estructura del hábitat o la identidad del alga es el factor más importante en la selección de sustrato por juveniles. La señal de olor ha sido determinada como mecanismo potencial de orientación durante los procesos de selección de hábitat en el asentamiento de postlarvas de *H. americanus* (Boudreau *et al.* 1993). En *P. argus*, los estudios experimentales de conducta han mostrado que la postlarva usa la arquitectura del alga como una señal para asentamiento, mientras que los juveniles tempranos usan la arquitectura y la abundancia del alimento para seleccionar el hábitat (Butler & Herrnkind 1986; Herrnkind & Butler 1986).

Aunque se realizaron exploraciones de campo adicionales a los muestreos del Queen y Arvin, para la búsqueda de juveniles en los otros sustratos usados en los ensayos, no se encontraron juveniles de *P. interruptus* en *Gelidium*, *Plocamium* o *Macrocystis*. El hecho de que en laboratorio, los JBT de *P. interruptus* no mostraran preferencia entre dos de los sustratos (*Phyllospadix* y *Gelidium*) y que sin embargo, en campo fueran encontrados casi exclusivamente en la base de las hojas de *Phyllospadix* tiene algunas explicaciones. Quizá el asentamiento o “la elección” por estos sustratos sea similar en la naturaleza, pero la mortalidad sea menor en individuos que seleccionan las praderas de *Phyllospadix*, particularmente cuando ocurre en el intermareal o en la zona somera del submareal. *Phyllospadix* spp. se presenta a lo largo del rango de distribución de *P. interruptus* (Phillips 1979; Ramírez-García *et al.* 2002), lo cual no ocurre con el alga roja *Gelidium robustum* cuya distribución en parches, ocurre en puntas rocosas, siendo el lugar más sureño Punta Prieta, B.C.S., ~27°01'N, 114°02.5'W, (Casas-Valdez y Hernández-Guerrero 1996). Evolutivamente la elección por *Gelidium*, aunque negativa, puede ser mantenida y equilibrada por el hecho que *Gelidium* puede ser más abundante en los sitios rocosos donde

Phyllospadix no se presenta, ofreciendo mejor protección en estos hábitats, en contraste con otros sustratos disponibles. Hábitats diferentes pueden ser usados por una especie de acuerdo a la disponibilidad local de éstos, por ejemplo *P. argus* emplea un alga roja *Laurencia* spp. en los cayos de Florida (Marx & Herrnkind 1985a), raíces de mangle en Belice (Acosta & Butler 1997) y un alga café *Lobophora variegata* en una laguna arrecifal del Caribe Mexicano (Briones-Fourzán & Lozano-Álvarez 2001).

Alternativamente, uno podría suponer que la captura de JBT de *P. interruptus* fue más efectiva en *Phyllospadix* que en *Gelidium*, dando una impresión falsa de diferencias en densidad. Para evitar este sesgo relacionado con la detección en campo, se extrajo toda la vegetación contenida en el cuadrante que se colectó y se buscó completamente en este material en el laboratorio. Por lo que consideramos que la explicación más probable para este resultado es la hipótesis de “señales múltiples” descrita arriba (Butler, Old Dominion University, comunicación personal).

En otros crustáceos decápodos que presentan distribuciones geográficas amplias se ha encontrado que responden a señales múltiples en su búsqueda por los hábitats costeros de crianza, los cuales varían localmente en características ambientales. De éstos, el mejor estudiado es el cangrejo azul, *Callinectes sapidus*, que ocurre en las costas del este y el Golfo de los Estados Unidos. Dependiendo de las condiciones locales, esta especie responde a la temperatura, salinidad, presión, o a las señales de olor durante el transporte de marea corriente arriba hacia los estuarios para encontrar el hábitat de crianza (Forward *et al.* 2001). La respuesta a una gama tan amplia de señales de hábitat de crianza no se ha probado para langostas espinosas, aunque para la postlarva de al menos una especie (*P. argus*) se ha descrito que responde diferencialmente a masas de agua oceánica vs costera, al

agua de mar de salinidades diferentes y al agua de mar acondicionada con tipos diferentes de vegetación costera (e. g. pasto marino contra macroalgas rojas) (Goldstein 2005). Se necesitan estudios semejantes en *P. interruptus* y otras especies para valorar si se puede generalizar este tipo de comportamiento. Estudios que comparen las respuestas conductuales de especies que varían en rango geográfico o en la variabilidad del hábitat de asentamiento podrían ser particularmente relevantes.

6.3 Ecología alimentaria de juveniles de langosta *Panulirus interruptus*

La información sobre ecología alimentaria de juveniles pequeños de *P. interruptus* en Baja California Sur, México complementa la información presentada en estudios previos en la misma región pero con individuos de mayores tallas (57 - 132 mm CL) (Díaz-Arredondo & Guzmán-del-Prío 1995). En esos estadios y en el presente, los crustáceos, moluscos y material vegetal fueron los principales grupos tróficos consumidos por juveniles; sin embargo, la importancia relativa de cada grupo trófico fue diferente entre las tallas. Los crustáceos fueron más importante que los moluscos en este estudio, mientras que Díaz-Arredondo & Guzmán-del-Prío (1995) reportan un patrón inverso. Esta diferencia puede estar relacionada con la talla de los individuos analizados en ambos estudios. Cambios en las preferencias alimenticias entre distintas tallas o estadios en langostas han sido mencionados en otras especies de langostas, *P. cygnus* (Joll & Phillips 1984), *P. argus* (Andrée 1981; Marx & Herrnkind 1985b; Herrnkind & Butler 1986; Lalana & Ortiz 1991), *J. edwardsii* (Edmunds 1995), y *P. elephas* (Goñi *et al.* 2001). Los cambios en la selección de presas a lo largo del desarrollo de los organismos probablemente resulta en el amplio

rango de forrajeo de la especie y con ello en la habilidad de explotar recursos de diferentes hábitats y presas (Andrée 1981; Edgar 1990; Briones-Fourzán *et al.* 2003).

En poblaciones que se distribuyen en las costas de California, Engle (1979) encontró una alta proporción de moluscos en la dieta de juveniles de *P. interruptus*, lo cual podría estar relacionado con la disponibilidad de moluscos en el sitio de estudio o en el método usado para el análisis de los componentes consumidos (restos fecales). Esto último, debido a que los procesos de digestión pueden resultar en una sobrestimación de la importancia de grupos con partes duras sobre los grupos de partes blandas (Joll 1982). Engle (1979) reportó diferencias en la dieta de *P. interruptus* en relación a las características locales del hábitat, resaltando la importancia de la información local para entender la ecología alimentaria de langostas espinosas en un área geográfica particular (Edgar 1990), así como la mención del rango de talla aun en juveniles.

La diferencia en el porcentaje de llenado del estómago entre individuos de diferentes fases del ciclo de muda se relacionaron con la actividad de forrajeo. Los juveniles en intermuda son buscadores más activos que los individuos que se encuentran en premuda (Lipcius & Herrnkind 1982), mientras que los juveniles en postmuda tienden a permanecer ocultos en sus refugios, lo que puede haber disminuido sus probabilidades de ser capturados en trampas con carnada (Herrera *et al.* 1991; Jernakoff *et al.* 1993). Briones-Fourzán *et al.* (2003) capturaron a mano un número similar de juveniles de *P. argus* en intermuda y premuda, lo cual sugiere que la captura usando trampas pudiera favorecer la selección de individuos más activos, esto es en la fase de intermuda.

El índice de importancia relativa de los grupos tróficos (IRI) mostró que Amphipoda e Isopoda fueron los componentes “importantes” en el contenido estomacal de

individuos y abundantes en el ambiente, medido con el índice de valor de importancia (IVI). Sin embargo, no fueron resaltados como grupos seleccionados por el índice de selección de Manly, teniéndose con ello que el consumo de estos grupos por juveniles esta relacionado con su abundancia en el medio. Díaz-Arredondo & Guzmán-del-Próo (1995) describen cambios estacionales en los grupos tróficos relacionados con la abundancia de los componentes béticos, sugiriendo una plasticidad en los componentes que consume *P. interruptus*. Esta conducta oportunista ha sido reportada para otras especies de langostas (Andrée 1981; Joll & Phillips 1984; Jernakoff *et al.* 1993, Briones-Fourzán *et al.* 2003). En contraste, el índice de selección de Manly resaltó como grupo trófico seleccionado por juveniles a *Brachyura*, a pesar de su baja disponibilidad en el medio ambiente. Una característica de buscador ha sido reportada en otras especies de langostas (Andrée 1981; Joll & Phillips 1984; Jernakoff *et al.* 1993, Briones-Fourzán *et al.* 2003).

En el Arvin, la condición nutricional de juveniles estimada a partir del peso relativo de la glándula digestiva (PRGD) presento diferencias significativas entre estaciones, pero no en el Queen. En este último, la condición nutricional de los juveniles vario poco estacionalmente. Estas diferencias en el patrón de condición nutricional de juveniles entre los sitios pueden estar relacionadas con los patrones de la temperatura del agua de mar de cada sitio. La temperatura del agua de mar es más cálida y presenta menos variaciones en el Queen que en Arvin. De manera similar al patrón presentado en juveniles del Queen, los juveniles de *P. argus* capturados en una laguna arrecifal tropical no mostraron diferencias estacionales en el valor promedio de PRDG (Briones-Fourzán *et al.* 2003).

En Arvin, el menor valor PRDG se registro en los juveniles capturados en primavera, lo cual coincide con la fecha en la que se obtuvo el mayor número de juveniles

con estómagos vacíos. Se ha mencionado que el uso de trampas con carnada promueve la captura de animales hambrientos (Dall 1975) y la presencia de individuos hambrientos ha sido relacionada con una limitación en la disponibilidad de alimento en el ambiente (Chittleborough 1975; Colinas-Sánchez & Briones-Fourzán 1990). En este estudio, las diferencias en el porcentaje de llenado de las langostas capturadas en las distintas estaciones no mostraron relación con la disponibilidad de alimento, pues no se observaron diferencias estacionales en la disponibilidad (abundancia) de los grupos tróficos preferidos por juveniles en los sitios estudiados. Otros autores han mencionado que los cambios en la condición nutricional entre fechas pueden estar relacionados con diferencias en la cantidad y calidad de los grupos consumidos una estación previa (Dall 1975). En juveniles provenientes del Arvin en invierno, el pasto *P. scouleri* constituyó el principal grupo trófico para esa estación y su importancia continuó incluso en primavera.

Fisiológicamente, crustáceos y gasterópodos son una fuente esencial de proteína para la estructura y función de langostas (Kanazawa 2000). La importancia del material vegetal en la dieta de las langostas se le ha atribuido a que las fibras de celulosa estimulan el crecimiento y la asimilación de nitrógeno por arriba de los niveles normales en dietas altas en proteínas. En dietas con una baja proporción de proteína, las plantas actúan como un diluyente, haciendo que la dieta baja en proteína sea adecuada para el crecimiento normal y sobrevivencia del organismo (Joll & Phillips 1984). Por otro lado, las algas coralinas pueden servir como una fuente de carbonato de calcio para juveniles (Lindberg 1955; Engle 1979). Joll & Phillips (1984) observaron que el alga coralina (*Corallina cuvieri*) puede ser digerida por *P. cygnus*, con una eficiencia de absorción hasta del 35%.

En otra especie como *P. inflatus*, Lozano-Alvarez & Aramoni-Serrano (1996) encontraron una gran proporción de langostas con una condición nutricional disminuida en primavera. Al respecto, mencionan que esta disminución puede ser resultado de la competencia intra-específica por alimento como resultado de una migración de langostas a ambientes costeros. Para la región de estudio, Vega *et al.* (1996) encontraron una migración de hembras reproductivas a aguas someras (1-25 m) dentro del hábitat de juveniles (<4 m) para llevar a cabo la extrusión y fertilización de huevos y durante primavera - verano la eclosión de larvas. Esto sugiere la pertinencia de hacer investigación sobre la competencia por recursos entre diferentes clases de talla a partir de los patrones de migración reproductiva de *P. interruptus* hacia las zonas costeras.

La información generada en la presente investigación sobre la ecología trófica de juveniles de *P. interruptus* complementa la información existente sobre la especie de manera general y a nivel regional permite reconocer la importancia del hábitat costero tanto por refugio como por fuente de alimento para las fases juveniles, constituyendo así criaderos naturales de este importante recurso.

7. CONCLUSIONES

En la presente investigación se pudieron reconocer las características generales de dos sitios típicos de la región Pacífico Norte del estado de Baja California Sur, México, donde los juveniles de la langosta roja Californiana *Panulirus interruptus* hacen uso como hábitat de crianza.

Los juveniles de *P. interruptus* habitan los campos pesqueros Arvin, Bahía Tortugas y Queen, Bahía Sebastián Vizcaíno desde las primeras fases bentónicas tempranas.

Los juveniles bentónicos tempranos de *P. interruptus* hacen uso del hábitat macrófito como refugio y como fuente de alimento, utilizan como hábitat la bases de las hojas del pasto marino *Phyllospadix* spp en las primeras fases bentónicas, consumiendo los epibiontes del mismo pasto marino.

Los juveniles continúan su residencia en estos sitios consumiendo una gran variedad de invertebrados, principalmente Anfípodos e Isópodos, los cuales suelen ser muy abundantes desde la zona intermareal hasta la zona submareal superior.

Las zonas costeras, poca profundas y protegidas de la región central del Pacífico de la Península de Baja California Sur, tienen la función de criaderos naturales de juveniles de *P. interruptus*, razón por la cual decisiones de manejo sobre usos antropogénicos alternativos de estos sitios deberían considerar la protección de la flora y fauna bentónica que contribuyen a la alta productividad de la región en términos pesqueros.

8. REFERENCIAS

- Abbott, I. A., & Hollenberg, G. J. (1976). "Marine algae of California". Stanford University Press, California, USA.
- Acosta, C. A., & Butler, M. J. IV (1997). Role of mangrove habitat as a nursery for juvenile spiny lobster, *Panulirus argus*, in Belize. *Marine and Freshwater Research* **48**, 721-7.
- Acosta, C. A., & Butler, M. J. IV (1999). Adaptive strategies that reduce predation on spiny lobster postlarvae during onshore transport. *Limnology and Oceanography* **44**, 494-501.
- Andrée, W. S. (1981). "Locomotory activity patterns and food items of benthic postlarval spiny lobsters *Panulirus argus*." M.Sc. Thesis, Florida State University and College of Art and Science, Miami, USA.
- Ayala, Y. (1976). Aspectos biológicos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall 1846) del área comprendida entre Punta Malarrimo y La Lobera (5 km al sur de Punta Eugenia, B.C.S.). En: *Memorias del Simposio sobre Recursos Masivos de México, Vol. Especial sobre Abulón/Langosta, 28-30 Sept. 1976, Ensenada, México* (Ed. A. Villamar). Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Ayala-Martínez, Y., & Chávez, H. (1985). Note on the collection of larvae and juveniles of the red lobster *Panulirus interruptus* (Randall) in the west coast of Baja California, Mexico. *Ciencias Marinas* **11**, 93-100
- Booth, J. D. (2001). Habitat preference and behaviour of newly settled *Jasus edwardsii* (Palinuridae). *Marine and Freshwater Research* **52**, 1055-65.
- Booth, J. D., Carruthers, A. D., Bolt, C. D. & Stewart, R. A. (1991). Measuring depth of settlement in the red rock lobster, *Jasus edwardsii*. *New Zealand Journal of Marine Freshwater Research* **25**, 123-32.
- Boudreau, B. (1992). "Bases comportementales du déterminisme des sites de déposition chez le Homard Américain (*Homarus americanus*)." Ph DThèse, Québec Université Laval Fac Scien et de Génie. Quebec, Canada.
- Boudreau, B., Bourget, E., & Simard, Y. (1993). Behavioural responses of competent lobster postlarvae to odor plumes. *Marine Biology* **117**, 63-9.
- Briones-Fourzán, P., & Lozano-Álvarez, E. (2001). The importance of *Lobophora variegata* (Phaeophyta: Dictyotales) as a habitat for small juveniles of *Panulirus argus* (Decapoda: Palinuridae) in a tropical reef lagoon. *Bulletin of Marine Science* **68**, 207-19.
- Briones-Fourzán, P., Castañeda-Fernández de Lara, V., Lozano-Álvarez, E., & Estrada-Olivo, J. (2003). Feeding ecology of the three juvenile phases of the spiny lobster *Panulirus argus* in a tropical reef lagoon. *Marine Biology* **142**, 855-65.

- Brusca, R. C. (1980). "Common intertidal invertebrates of the Gulf of California." The University of Arizona Press. Tucson, Arizona, USA.
- Butler, M. J. IV, & Herrnkind, W. F. (1986). Factors regulating postlarval settlement and juvenile microhabitat use by spiny lobsters *Panulirus argus*. *Marine Ecology Progress Series* **34**, 23-30.
- Butler, M. J. IV, & Herrnkind, W. F. (1997). A test of recruitment limitation and the potential for artificial enhancement of spiny lobster (*Panulirus argus*) population in Florida. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences* **54**, 452-63.
- Butler, M. J. IV, & Herrnkind, W. F. (2000). Puerulus and juvenile ecology. En: "Spiny lobster: Fisheries and Culture." (Eds. Phillips, B. F. & Kittaka, J.) pp. 276-301. Blackwell Science Ltd.: Oxford. UK.
- Butler, M. J. IV, MacDiarmid, A. B., & Booth, J. D. (1999). The cause and consequence of ontogenetic changes in social aggregation in New Zealand spiny lobsters. *Marine Ecology Progress Series* **188**, 179-91.
- Cartes, J. E., & Sardà, F. (1989). Feeding ecology of the deep-water Aristeid Crustacean *Aristeus antennatus*. *Marine Ecology Progress Series* **54**, 229-38.
- Casas-Valdez, M., & Hernández-Guerrero, C. J. (1996). Pesquería de *Gelidium robustum*. En: "Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur." (Eds. Casas-Valdez, M., & Ponce-Díaz, G.) pp.419-429. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste: La Paz, B.C.S., México.
- Casas-Valdez, M., Nuñez-López, R. A., Cruz-Ayala, M. B., Sánchez-Rodríguez, R., Vázquez-Borja, R., & López, G. E. (2000). Biodiversity and biogeographic affinities of the algal flora of Baja California Sur: A synthesis of the literature. En: "Aquatic Ecosystems of Mexico: Status and Scope." (Eds. Munawar, M., Lawrence, S. G., Munawar, I. F. & Malley, D. F.), pp. 273-282. Ecovision World Monograph Series: Leiden, The Netherlands.
- Castañeda, F. D. L. V. (1998). "Alimentación natural de los juveniles de langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804)." Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.
- Chittleborough, R. G. (1975). Environmental factors affecting growth and survival of juvenile western rock lobster *Panulirus longipes* (Milne-Edwards). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **26**, 177-96.
- Colinas-Sánchez, F., & Briones-Fourzán, P. (1990). Alimentación de las langostas *Panulirus argus* y *P. guttatus* (Latreille 1804) en el Caribe Mexicano. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* **17**, 89-109.
- Conan, G. Y. (1985). Periodicity and phasing of molting. En: "Crustacean issues. 3. Factors in adult growth." (Ed. Wenner, A. M.) Balkema, Róterdam.

- Cowan, D. F. (1999). Method for assessing relative abundance, size distribution, and growth of recently settled and early juvenile lobsters (*Homarus americanus*) in the lower intertidal zone. *Journal of Crustacean Biology* **19**, 738-51.
- Cruz, R., De Leon, M. E., Díaz, E., Brito, R., & Puga, R. (1991). Reclutamiento de puerulos de langosta (*Panulirus argus*) a la plataforma cubana. *Revista de Investigaciones Marinas* **12**, 66-75.
- Dall, W. (1974). Indices of nutritional state in the western rock lobster, *Panulirus longipes* (Milne Edwards). I. Blood and tissue constituents and water content. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **16**, 167-80.
- Dall, W. (1975). Indices of nutritional state in the western rock lobster, *Panulirus longipes* (Milne Edwards). II. Gastric fluid constituents. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **18**, 1-18.
- Davis, G. E., & Dodrill, J. W. (1989). Recreational fishery and population dynamics of spiny lobster, *Panulirus argus*, in Florida Bay, Everglades National Park, 1977-1980. *Bulletin of Marine Science* **44**, 78-88.
- Dawson, E. Y. (1951). A further study of upwelling and associated vegetation along Pacific Baja California, México. *Journal of Marine Research* **10**, 39-58.
- Dawson, E. Y. (1952). Circulation within Bahía Vizcaino, Baja California, and its effects on marine vegetation. *American Journal of Botany* **39**, 425-32.
- de Lestang, S., Platell, M. E., & Potter, I. C. (2000). Dietary composition of the blue swimmer crab *Portunus pelagicus* L. Does it vary with body size and shell state and between estuaries? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **246**, 241-57.
- Dennis, D. M., Skewes, T. D., & Pitcher, C. R. (1997). Habitat use and growth of juvenile ornate rock lobsters, *Panulirus ornatus* (Fabricius, 1798), in Torres Strait, Australia. *Marine and Freshwater Research* **48**, 663-70.
- Díaz-Arredondo, M. A., & Guzmán-del-Prío, S. A. (1995). Feeding habits of the spiny lobster (*Panulirus interruptus* Randall, 1840) in Bahía Tortugas, Baja California Sur. *Ciencias Marinas* **21**, 439-62.
- Durazo, R., & Baumgartner, T. R. (2002). Evolution of oceanographic conditions off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography* **54**, 7-31.
- Engle, J. (1979). "Ecology and growth of juvenile California spiny lobsters (*Panulirus interruptus*, Randall)." Ph.D. Dissertation, University of Southern California: Los Angeles, CA, USA.
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1994). "Survey manual for tropical Marine Resources." Australian International Development Assistance Bureau, Townsville, Australia.
- Edgar, G. J. (1990). Predator-prey interactions in seagrass beds. I. The influence of macrofaunal abundance and size-structure on the diet and growth of the Western

- rock lobster *Panulirus cygnus* George. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **139**, 1-22.
- Edmunds, M. (1995). "The ecology of the juvenile southern rock lobster, *Jasus edwardsii* (Hutton 1875) (Panlinuridae)." Ph. D. Dissertation, University of Tasmania, Hobart. Australia.
- Forcucci, D., Butler, M. J. IV, & Hunt, J. H. (1994). Population dynamics of juvenile Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus* in Florida Bay, Florida. *Bulletin of Marine Science* **54**, 805-18.
- Forward, R. B. Jr, and Tankersley, R. A. (2001). Selective tidal-stream transport of marine animals. *Oceanography and Marine Biology Annual Reviews* **39**, 305-53.
- Goldstein, J. S. (2005). Nursery habitat selection and settlement behavior of postlarval Caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*. M.S. Thesis, Old Dominion University, Norfolk, Virginia, USA.
- Goñi, R., Quetglas, A., & Reñones, O. (2001). Diet of the spiny lobster *Panulirus elephas* (Decapoda: Palinuridea) from the Columbretes Islands Marine Reserve (north-western Mediterranean). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **81**, 347-48.
- Guzmán-del-Próo, S. A., & Pineda, J. (1992). Análisis poblacional de la pesquería de langosta roja (*Panulirus interruptus*) de 1971-1975 en la Bocana-Abreojos, B.C.S, México. En: Guzmán-del-Próo S. A. ed. "Memorias del Taller México-Australia sobre Reclutamiento de Recursos Bentónicos de Baja California." SEPESCA-IPN. México. Pp. 167-177.
- Guzmán-del-Próo, S. A., De-la-Campa-Guzmán, S., & Pineda-Barrera (1972). Flora macroscópica asociada a los bancos de abulón (*Haliotis* spp.) en algunas áreas de la costa occidental de la Península de Baja California. Mem. IV Congreso Nacional de Oceanología (México).
- Guzmán-del-Próo, S. A., Carrillo-Laguna, J., Belmar-Perez, J., De-la-Campa, J. S., & Villa, B. A. (1996). The puerulus settlement of red spiny lobster (*Panulirus interruptus*) in Bahía Tortugas, Baja California, Mexico. *Crustaceana* **69**, 949-57.
- Gutiérrez-Carbonell, D., Simonin-Díaz, J., & Briones-Fourzán, P. (1992). A simple collector of spiny lobster *Panulirus argus*. Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute **41**, 516-27.
- Hernández-Carmona, G., García, O., Robledo, D., & Foster, M. (2000). Restoration techniques for *Macrocystis pyrifera* (Phaeophyceae) populations at the southern limit of their distribution in México. *Botanica Marina* **43**, 273-84.
- Hernández-Rivas, M. E., Jiménez-Rosenberg, S. P., Funes-Rodríguez, R., & Saldierna-Martínez, R. J. (2000). El centro de actividad biológica de la Bahía Sebastián Vizcaíno, una primera aproximación. En: "Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano." (Eds. Lluch-Belda, D., Elourduy-Garay, J., Lluch-Cota, S. E.,

- & Ponce-Díaz, G.) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B. C. S., México.
- Herrera, A., Ibarzábal, D., Foyo, J. & Espinosa, J. (1991). Alimentación natural de la langosta *Panulirus argus* en la región de Los Indios (plataforma SW de Cuba) y su relación con el bentos. *Revista de Investigaciones Marinas* **12**, 172-82.
- Herrnkind, W. F. (1980). Spiny lobsters: patterns of movement. En: "The biology and management of lobsters." (Eds. Cobb, S. J. & Phillips, B. F.) Academic Press, Inc. New York, USA.
- Herrnkind, W. F., & Butler, M. J. IV (1986). Factors regulating postlarval settlement and juvenile microhabitat use by spiny lobsters, *Panulirus argus*. *Marine Ecology Progress Series* **34**, 23-30.
- Herrnkind, W. F., & Butler, M. J. IV (1994). Settlement of spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), in Florida: Pattern without predictability?. *Crustaceana* **67**, 46-64.
- Hutchinson, G. E. (1965). The niche: An abstractly inhabited hypervolume. En: "The Ecological Theatre and the Evolutionary Play." New Haven, Yale University Press, USA.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* **17**, 411–29.
- Jernakoff, P. (1987). Foraging pattern of juvenile western rock lobster *Panulirus cygnus* (George). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **113**, 125-44.
- Jernakoff, P. (1990). Distribution of newly settled western rock lobster *Panulirus cygnus*. *Marine Ecology Progress Series* **66**, 63-74.
- Jernakoff, P., Phillips, B. F., & Fitzpatrick, J. J. (1993). The diet of postpuerulus Western rock lobster *Panulirus cygnus* (George), at seven Mile Beach, Western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **44**. 649-55.
- Johnson, M. W. (1960a). Production and distribution of larvae of the spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall) with records on *P. gracilis* (Streets). *Bulletin of Scripps Institute Oceanography, University of California* **7**, 413-46.
- Johnson, M. W. (1960b). The offshore drift of larvae of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*. *California Cooperative Oceanic Fishery Investigation Report* **7**, 147-61.
- Joll, L. M. (1982). Foregut evacuation of four foods by the Western rock lobster, *Panulirus cygnus*, in Aquaria. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* **33**, 939-43.
- Joll, L. M. (1984). "Natural diet and growth of juvenile Western rock lobster *Panulirus cygnus* (George)." Ph.D. Thesis, University of Western Australia, Australia.

- Joll, L. M., & Phillips, B. F. (1984). Natural diet and growth of juvenile Western rock lobster *Panulirus cygnus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **75**, 145-69.
- Kanazawa, A. (2000). Nutrition and food. En: "Spiny lobsters: Fishery and culture." (Eds. Phillips, B.F., & Kittaka, J.) 2nd ed., Fishing News Books, Blackwell Science. Oxford, UK.
- Kanciruk, P. (1980). Ecology of juvenile and adult Palinuridae (Spin lobsters). En: "The biology and management of lobsters." (Eds. Cobb, S. J. & Phillips, B. F.) Academic Press, Inc. New York, USA.
- Krebs, C. J. (1999). "Ecological Methodology." 2nd edition. Addison-Wesley Educational Publications. Menlo Park, California, USA.
- Krebs, J. R., & Kacelnik, A. (1992). Exploitation of Resources: Decision-making En: "Behavioural Ecology: An evolutionary approach." (Eds. Krebs, J. R., & Davies, N. B.) Blackwell Scientific Publications. Oxford, UK.
- Kozloff, E. N. (1987). "Marine invertebrates of the Pacific Northwest." Washington, University of Washington Press, USA.
- Ladah, L. B., & Zertuche-González, J. A. (1999). Giant kelp (*Macrocystis pyrifera*, Phaeophyceae) recruitment near its Southern limit in Baja California after mass disappearance during ENSO 1997-1998. *Journal of Phycology* **35**, 1106-12.
- Lalana, R. R., & Ortiz, M. (1991). Contenido estomacal de puerulos y postpuerulos de la langosta *Panulirus argus* en el Archipiélago de los Canarreos, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas* **12**, 107-16.
- Linnane, A., Ball, B., Munday, B., & Mercer, J. P. (2000a). On the occurrence of juvenile lobster *Homarus gammarus* in intertidal habitat. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 375-76.
- Linnane, A., Mazzoni, D., & Mercer, J. P. (2000b). A long-term mesocosm study on the settlement and survival of juvenile European lobster *Homarus gammarus* L in four natural substrates. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **249**, 51-64.
- Lindberg, R. G. (1955). Growth, population dynamics, and field behaviour in the spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall). *University of California, Publication Zoological*. **59**, 157-248.
- Lipcius, R. N., & Herrnkind, W. F. (1982). Molt cycle alteration in behavior, feeding and diel rhythms of a decapod crustacean, the spiny lobster *Panulirus argus*. *Marine Biology* **68** : 241-252.
- Lipcius, R. N., & Cobb, J. S. (1994). Introduction: Ecology and fishery biology of spiny lobsters; En: "Spiny lobsters Management." (Eds. Phillips, B. F., Cobb, J. S., & Kittaka, J.) Fishing New Books, Oxford, UK.

- Lluch-Belda, D. (2000). Centros de Actividad Biológica en la Costa Occidental de Baja California. En: "Centros de Actividad Biológica del Pacífico Mexicano." (Eds. Lluch-Belda, D., Elourduy-Garay, J., Lluch-Cota, S. E., & Ponce-Díaz, G.) Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B. C. S., México.
- Lozano-Álvarez, E., & Aramoni-Serrano, G. (1996). Alimentación y estado nutricional de las langostas *Panulirus inflatus* y *Panulirus gracilis* (Decapoda: Palinuridae) en Guerrero, México. *Revista de Biología Tropical* **44**, 453-61.
- Lozano-Álvarez, E., Briones-Fourzán, P. & Negrete-Soto, F. (1991). Pesca exploratoria de langostas con nasas en la plataforma continental del área de Puerto Morelos, Q. Roo, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México*. **18**, 49-58.
- Lyle, W. G., & MacDonald, C. D. (1983). Molt stage determination in the Hawaiian spiny lobster, *Panulirus marginatus*. *Journal of Crustacean Biology* **3**, 208-16.
- Mancilla-Peraza, M., Palacios-Hernández, E., & López-Castillo, G. (1993). Variabilidad hidrográfica de bahía Vizcaíno, Baja California, México. *Ciencias Marinas* **19**, 265-84.
- Manly, F. J., McDonald, L. L., & Thomas, D. L. (1993). "Resource selection by animals: statistical design and analysis for field studies." Chapman and Hall, London, England.
- Mantelatto, F. L. M., & Christofoletti, R. A. (2001). Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (Sao Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. *Marine Biology* **138**, 585-94.
- Margalef, R. (1998). "Ecología." Omega, Barcelona, España.
- Marx, J. M., & Herrnkind, W. F. (1985a). Macroalgae (Rodophyta: *Laurencia* spp.) as habitat for young juvenile spiny lobsters *Panulirus argus*. *Bulletin of Marine Science* **36**, 423-31.
- Marx, J. M., & Herrnkind, W. F. (1985b). Factors regulating microhabitat use by young juvenile spiny lobsters, *Panulirus argus*: Food and Shelter. *Journal of Crustacean Biology* **5**, 650-57.
- Mitchell, J. R. (1971). "Food preferences, feeding mechanisms, and related behavior in phyllosoma larvae of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus* (Randall)." M. Sc Thesis. San Diego State University, San Diego, CA, USA.
- Moksnes, P. O. (2002). The relative importance of habitat-specific settlement, predation and juvenile dispersal for distribution and abundance of young juvenile shore crabs *Carcinus maenas* L. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **271**: 41-73.
- Morris, R. H., Abbott, D. P., & Haderlie, E. C. (1980). "Intertidal invertebrates of California." Stanford University. Stanford, California, USA.

- Musgrove, R. J. B. (2001). Interactions between haemolymph chemistry and condition in the southern rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Marine Biology* **139**, 891-99.
- Norton, J. D., McLaine, R., Brainard, R., & Husby, D. (1985). The 1982-83 El Niño event of Baja and Alta California and its Ocean Climate Context, En: "El Niño North: Niño effects in the eastern subártico Pacific Ocean." (Eds. Wooster, W. S., & Fluharty, L. D.) Washington Sea Grant Program, University of Washington, USA.
- Norman, C. P., Yamakawa, H., & Yoshimura, T. (1994). Habitat selection, growth rate and density of juvenile *Panulirus japonicus* (Von Siebold, 1824) (Decapodae: Palinuridae) at Banda, Chiba prefecture, Japan. *Crustaceana* **66**, 366-83.
- Oh, C. W., Hartnoll, R. G., & Nash, R. D. M. (2001). Feeding ecology of the common shrimp *Crangon crangon* in Port Erin Bay, Isle of Man, Irish Sea. *Marine Ecology Progress Series* **214**, 211-23.
- Oliver, M. D., & MacDiarmid, A. (2001). Blood refractive index and ratio of weight to carapace length as indices of nutritional condition in juvenile rock lobsters (*Jasus edwardsii*). *Marine and Freshwater Research* **52**, 1395-400.
- Ortuño-Manzanarez, G. (2003). "Abundancia y distribución de larvas filosoma de langosta roja (*Panulirus interruptus*) en la parte sur de la corriente de California durante el 2000." Tesis M. C. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.
- Parker, K. P. (1972). "Recruitment and behavior of puerulus larvae and juveniles of the California spiny lobster, *Panulirus interruptus*." M. Sc. Thesis, San Diego State University, California, USA.
- Pearce, A. F., & Phillips, B. F. (1994). Oceanic processes, puerulus settlement and recruitment of the western rock lobster *Panulirus cygnus*. *Coastal and Estuarine Studies* **45**, 279-303.
- Pérez-Enriquez, R., Vega, A., Avila, S., & Sandoval, J. L. (2001). Population genetics of the red lobster (*Panulirus interruptus*) along the baja California Peninsula, Mexico. *Marine and Freshwater Research* **52**, 1541-9.
- Phillips, R. C. (1979). Ecological notes on *Phyllospadix* (Potamogetonaceae) in the Northeast Pacific. *Aquatic Botany* **6**, 159-70.
- Phillips, B. F., & Booth, J. D. (1994). Design, use, and effectiveness of collectors for catching the puerulus stage of spiny lobsters. *Reviews in Fisheries Sciences* **2**, 255-89.
- Pineda, J., Díaz de León, A. J., & Uribe, F. (1981). Fecundidad de langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall 1842) en Baja California. *Ciencia Pesquera. Instituto Nacional de la Pesca, México*. **1**, 99-118.
- Polovina, J. J., Haight, W. R., Moffitt, R. B., & Parrish, F. A. (1994). The role of benthic habitat, oceanography and fishing on the population dynamics of the spiny lobster,

- Panulirus marginatus* (Decapoda, Palinuridae), in the Hawaiian archipelago. *Crustaceana* **68**, 203-12.
- Pringle, J. D. (1986). California spiny lobster (*Panulirus interruptus*) larval retention and recruitment: A review and synthesis. *Canadian Journal of Fishery and Aquatic Sciences* **43**, 2142-52.
- Ramírez-García, P., Lot, A., Duarte, C. M., Terrados, J., & Agawin, N. S. R. (1998). Bathymetric distribution, biomass and growth dynamics of intertidal *Phyllospadix scouleri* and *Phyllospadix torreyi* in Baja California (Mexico). *Marine Ecology Progress Series* **173**, 13-23.
- Ramírez-García, P., Terrados, J., Ramos, F., Lot, A., Ocaña, D., & Duarte, C. M. (2002). Distribution and nutrient limitation of surfgrass, *Phyllospadix scouleri*, and *Phyllospadix torreyi*, along the Pacific coast of Baja California (México). *Aquatic Botany* **74**, 121-131.
- Robles, C. D. (1997). Changing recruitment in constant species assemblages: implications for predation theory in intertidal communities. *Ecology* **78**: 1400-14.
- Robles, C. D., & Robb, J. (1993). Varied carnivore effects and the prevalence of intertidal algal turfs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **166**, 65-91.
- Robles, C. D., Sweetnam, D., & Eminike, J. (1990). Lobster predation on mussel shore-level differences in prey vulnerability and predation preference. *Ecology* **71**, 1564-77.
- Rosenzweig, M. L. (1985). Some Theoretical Aspects of Habitat Selection. En: "Habitat selection in birds." (Ed. Cody, M. L.) Academic Press, California, USA.
- SAGARPA, (2003). "Anuario Estadístico de Pesca 2002." Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación: México.
- Sainte-Marie, B., & Chabot, D. (2002). Ontogenetic shifts in natural diet during benthic stages of American lobster (*Homarus americanus*), off the Magdalen Islands. *Fishery Bulletin* **100**, 106-16.
- Serfling, S. A. (1972). "Recruitment, habitat preference, abundance and growth of the puerulus and early juvenile stages of the California spiny lobster *Panulirus interruptus* (Randall)." M.Sc Thesis. San Diego State University, San Diego, California, USA.
- Serfling, S. A., & Ford, R. F. (1975). Ecological studies of the puerulus larval stage of the California spiny lobster *Panulirus interruptus*. *Fishery Bulletin* **73**, 361-68.
- Smith, R. I., & Carlton, J. T. (1975). "Light's manual: Intertidal invertebrates of the Central California Coast. California." University of California Press, USA.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1998). "Biometry." The Principles and Practice of Statistics in Biological Research. 3rd Edn. 4th printing. W. H. Freeman., New York, USA.

- Spanier, E., & Zimmer-Faust, R. K. (1988). Some physical properties of shelter that influence den preference in spiny lobster. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **121**, 137-49.
- Vega, V.A. & Lluch-Cota, D.B. 1992: Análisis de las fluctuaciones en los volúmenes de langostas (*Panulirus* spp.), del litoral oeste de la Península de Baja California, en relación con el desarrollo histórico de la pesquería y la variabilidad del marco ambiental. En: Proceedings of México-Australia workshop on recruitment on benthic marine resources of the Baja California Peninsula, 25-29 November, La Paz, B.C.S., México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas / Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas – Instituto Politécnico Nacional. pp. 191-212.
- Vega, V. A., Espinoza-Castro, G., & Gómez-Rojo, C. (1996). Pesquería de langosta *Panulirus* sp. En: “Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur.” (Eds. Casas-Valdez, M., & Ponce-Díaz, G.). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, La Paz, B. C. S., México.
- Vega, V. A., Serviere-Zaragoza, E., Espinoza, G., Gómez-Rojo, C., López, S. F., Del-Valle, A., Ayala, M. R., Valenzuela, Z. M., & Michel, E. G. (1999). Efectos de cambios climáticos asociados a *El niño* 1997-1998 sobre la langosta (*Panulirus* spp) en la costa occidental de la península de Baja California. Reporte técnico: SIMAC97-0106020. p 1-30.
- Vega, V. A., Espinoza-Castro, G., & Gómez-Rojo, C. (2000). Langosta. En: “Sustentabilidad y pesca responsable en México, evaluación y manejo.” Secretaria del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). D.F., México.
- Vega, V. A., Gómez-Rojo, C., Del-Valle-Manríquez, A., Ayala-Murillo, R., & Villa-Bastida, A. (2003). Reclutamiento de estadios tempranos de langosta roja (*Panulirus interruptus*) y su relación con factores ambientales en la costa noroccidental de Baja California Sur. En: “Caracterización-temporal del hábitat de los Primeros estadios bentónicos de la langosta roja *Panulirus interruptus* (Randall) en su área de mayor abundancia.” Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT Reporte técnico del proyecto: 35151-B, Mexico, D.F.
- Yáñez-Arancibia, A., Curiel-Gómez, J., & De-Yáñez, V. L. (1976). Prospección biológica y ecológica del bagre marino *Galeichthys caerulescens* (Gunther) en el sistema lagunar costero de Guerrero, México. (Pises: Ariidae). *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad nacional Autónoma de México* **3**, 125-80.
- Wahle, R. A. (1993). Recruitment to American lobster populations along an estuarine gradient. *Estuaries* **16**, 731-8.
- Williams, J. M. (1981). Methods for analysis of natural diet in Portunid crabs (Crustacean: Decapoda: Portunidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **52**, 103-13.
- Williams, S. L. (1995). Surfgrass (*Phyllospadix torreyi*) reproduction: reproductive phenology, resource allocation, and male rarity. *Ecology* **76**, 1953-70.

- Yoshimura, T., Yamakawa, H., & Norman, C. P. (1994). Comparison of hole and seaweed habitats of post-settled pueruli and early benthic juvenile lobsters, *Panulirus japonicus* (Von Siebold, 1824). *Crustaceana* **66**, 356- 65.
- Zar, J. H. (1999). "Biostatistical analysis." Fourth edition. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Zimmer-Faust, R. K., & Spanier, E. (1987). Gregariousness and sociality in spiny lobsters: implications for den habitation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **105**, 57-71.