

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

Escuela de Biología Aplicada

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
BIÓLOGO MARINO**

TEMA:

**EFFECTO DE LOS BAJOS EN LA COMUNIDAD DE ZOOPLANKTON AL NORTE
Y SUR DE LA ISLA SANTA CRUZ, GALÁPAGOS**

AUTOR:

MARÍA DEL MAR QUIROGA SAMANIEGO

DIRECTOR DE TESIS

DR. Esteban Terneus

QUITO, ECUADOR

2016

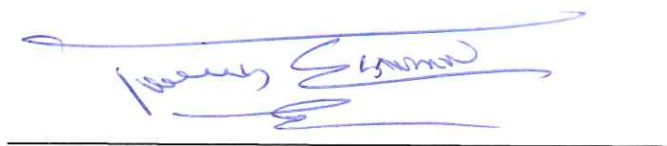
CERTIFICACIÓN

Yo, María del Mar Quiroga Samaniego, con cédula de identidad N° 1717346892, declaro que soy la autora exclusiva de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal mía. Todos los efectos académicos y legales que se desprenden de la presente investigación, serán de mi sola y exclusiva responsabilidad. Además, cedo los derechos a la Universidad Internacional del Ecuador para que sea publicado y divulgado en internet



MARÍA DEL MAR QUIROGA SAMANIEGO

Yo, Héctor Esteban Terneus Jácome, declaro que, en lo que personalmente conozco a la señorita María del Mar Quiroga, quien es la autora exclusiva de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal.



Héctor Esteban Terneus Jácome

AGRADECIMIENTO

Gracias a mi madre por siempre creer en mí e impulsarme a seguir mis sueños, por la paciencia y el amor infinito que me da. A mí papá por su apoyo y paciencia durante este proceso.

A mi familia Silvy y Carlos, Sofí, Hans y Roy, por su amor incondicional y por nunca dejarme sola apoyarme y hacerme reír, a mis angelitos que los extraño siempre y que les agradezco por haberme cuidado y amado.

A todos aquellos que pusieron su tiempo y conocimiento en esta investigación en especial, al Dr. Rafael Bermúdez, que me guio desde el principio, me motivo y sobre todo por su ayuda; al Dr. Pelayo Salinas de León por darme la oportunidad de vivir una experiencia maravillosa y por ayudarme cuando lo necesitaba, al Dr. Esteban Terneus por estar siempre ahí para mí cuando tenía algún problema, por motivarme cuando me sentía perdida y por ser una gran director de escuela. A todos los que forman parte de la Estación Charles Darwin por su acogida y por siempre regalarme una sonrisa. A la Doctora María de Lourdes Mendoza y Luis Vaca por su ayuda en la fase de análisis de nutrientes y a la Doctora Gladys Torres del INOCAR.

A mi mejor amiga Ana Victoria Moya Serrano por haber vivido conmigo esta aventura, por siempre estar conmigo, por su amistad y el optimismo que me da. Un agradecimiento especial a su familia Susana Serrano y Luis Fernando Moya por acogerme y cuidarme el tiempo que estuve en Galápagos.

DEDICATORIA

*A mi madre por ser un ejemplo de vida y de lucha, por motivarme a seguir sin importar los
duro del camino.*

Tabla de Contenido

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
CAPÍTULO I	3
INTRODUCCIÓN	3
1.1 Antecedentes	4
1.2 Planteamiento del Problema	6
1.3 Justificación	6
1.4 Objetivos	6
Objetivos.....	7
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Generalidades de los Montes Submarinos	9
2.2 Corrientes Oceánicas de Galápagos	10
2.3 Condiciones Climáticas	12
2.4 Nutrientes en los ecosistemas marinos	12
2.5 Productividad Primaria	15
2.6 Plancton	17
2.8 Zooplancton	18
2.9 Características de los principales grupos zooplanctónicos y fases larvales.....	19
CAPITULO III	26

METODOLOGÍA.....	26
3.1 Condiciones Climáticas	27
3.2 Área de Estudio.....	27
3.3 Fase de Campo.....	28
3.4 Fase de Laboratorio	31
3.5 Análisis de Nutrientes.....	34
3.6 Análisis de Datos	36
 CAPITULO IV.....	 38
 RESULTADOS.....	 38
4.1 Factores abióticos	38
4.2 Nutrientes.....	48
4. 3 Factores Bióticos.....	50
4.4 Índice de Shannon.....	51
4.5 Prueba de diversidad t modificada por Hutcheson	52
4.6 Abundancia	55
4. 7 Biomasa	61
 CAPÍTULO V.....	 69
 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	 69
5.1 Discusión	69
5.2 Conclusiones.....	76
 7. GLOSARIO.....	 94
 8. ANEXOS	 95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Segmentación anatómica de un copépodo Calanoida.....	20
Figura 2. Segmentación anatómica de un anfípodo.	22
Figura 3. Estadío Zoea	23
Figura 4. Vista dorsal de la cabeza de un quetognato	24
Figura 5. Partes fisiológicas de <i>Thalia democratica</i>	25
Figura 6. Ubicación de las Islas Galápagos a 972 Km del Ecuador.....	26
Figura 7. Mapa de los puntos de muestreo en la zona norte La Estampa (LE), Punto Control Norte (PCN) y Tiburón Arrecho (TA) y sur Bajo Ruso (BR), Punto Control Sur (PCS) y Bajo Hancock (BH), de la Isla Santa Cruz, Galápagos	28
Figura 8. CTD Seabird SB3 19 Plus	29
Figura 9. Toma de muestras de agua con botella Niskin	30
Figura 10. Red de zooplanctón de 60 micras	30
Figura 11. Identificación de organismos con esteromicroscopio.	32
Figura 12. Separador Folsom	33
Figura 13. Cámara de conteo Bogorov.....	33
Figura 14. Pesaje de individuos con una balanza de precisión electrónica.....	34
Figura 15. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La fluorescencia aumenta de 0,75 a 120 mg/m ³ de clorofila	38
Figura 16. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La cantidad de fluorescencia es baja en todos los puntos de muestreo.....	39
Figura 17. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La cantidad de salinidad va aumentando de 34 a 34,8 psu a medida que la profundidad aumenta.....	39

Figura 18. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La concentración de salinidad es constante en todos los puntos sin sobrepasar los 34,7 psu	40
Figura 19. . Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación húmeda en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura va disminuyendo de 27,5 a 24,8 °C.	41
Figura 20. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación húmeda en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura va disminuyendo de 27 a 24°C.....	41
Figura 21. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación de transición en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La concentración de salinidad aumenta de 34,7 a 35 psu a mayor profundidad	42
Figura 22. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de junio (estación de transición) en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La concentración de salinidad aumenta de 36,6 a 35 psu a mayor profundidad.	43
Figura 23. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante el mes de junio (estación de transición) en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura disminuye de 27 a 23C a mayor profundidad	43
Figura 24. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de junio (estación de transición) en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura disminuye de 27 a 25°C a mayor profundidad.....	44
Figura 25. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos.....	45
Figura 26. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos.....	45
Figura 27. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos la concentración es de 35 psu en todos los puntos.	46

Figura 28. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos la concentración fue de 35 psu en todos los puntos.....	47
Figura 29. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura se mantuvo por debajo de 23.5°C.	47
Figura 30. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura se mantuvo bajo los 23°C.....	48
Figura 31. Concentración de Fosfatos promedio ($\mu\text{g/L}$) medido en las muestras de agua obtenidas en las tres campañas de muestreo	49
Figura 32. . Concentración promedio de Nitratos y Silicatos ($\mu\text{g/L}$) en las muestras de agua obtenidas en las tres campañas de muestro.....	50
Figura 33. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m ³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Norte (PCN) en abril 2015.	56
Figura 34. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m ³) para la zona sur en los bajos Ruso (BR), Hancock (BH) y el Punto Control Sur (PCS) en abril 2015.	57
Figura 35. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m ³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Norte (PCN) en junio 2015.	58
Figura 36. . Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m ³) para la zona sur en los bajos Ruso (BR), Hancock (BH) y el Punto Control Sur (PCS) en junio 2015.	59
Figura 37. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m ³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Sur (PCS) en octubre 2015	60
Figura 38. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m ³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Sur (PCS) en octubre 2015.	60

Figura 39. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación húmeda, abril 2015.....	61
Figura 40. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación húmeda, abril 2015.....	62
Figura 41. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona sur durante la estación húmeda, abril 2015.....	63
Figura 42. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona sur durante la estación húmeda, abril 2015.....	63
Figura 43. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación de transición junio 2015.	64
Figura 44. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación de transición junio 2015.	65
Figura 45. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS), durante la estación de transición junio 2015.....	66
Figura 46. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS), durante la estación de transición junio 2015.....	66
Figura 47. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), bajo Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación seca octubre 2015.....	67
Figura 48. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS,), durante la estación húmeda octubre 2015.....	68

Figura 49. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS), durante la estación seca octubre 2015.....	68
---	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de la prueba de <i>t</i> modificada por Hutcheson.por estacionalidad	53
Tabla 2. Resultados de la prueba de <i>t</i> modificada por Hutcheson por puntos de muestreo	55
Tabla 3. Coordenas geográficas de los puntos de muestreo	95
Tabla 4. Principales especies identificadas en los puntos de muestreo en el mes de abril (estación-húmeda).....	96.
Tabla 5. Especies identificadas en los puntos de muestreo en el mes de junio (estación-transición).....	99
Tabla 6 . Especies identificadas en los puntos de muestreo en el mes de octubre (estación-seca).....	100
Tabla 6. Principales especies identificadas en la zona norte y sur durante las tres estaciones	...102

RESUMEN

Los bajos son de los hábitats menos comprendidos del mundo, a pesar de su importancia para especies migratorias y por el aporte de alimento a varias especies de peces dentro de las redes alimenticias. La isla Santa Cruz en el Archipiélago de Galápagos se transformó en el centro de información acerca de estos ecosistemas. El objetivo de esta investigación es estudiar los efectos de los bajos sobre el zooplancton y entender su dinámica poblacional en estos ambientes particulares. Se tomaron 36 muestras de zooplancton y 88 muestras de agua en tres estacionalidades (húmeda, transición y seca). Se estudiaron dos bajos y un punto pelágico de control al norte y dos bajos y un punto pelágico de control al sur de las islas. Se determinó la diversidad, abundancia y biomasa de organismos zooplanctónicos y parámetros físicos químicos (fluorescencia, temperatura y salinidad), de la columna de agua, al igual que la concentración de nutrientes. Al final se identificaron 86 especies de zooplancton siendo los copépodos los más abundantes con el 67,3%. En la estación húmeda los sálpidos, quetognatos y copépodos fueron los más abundantes, mientras en la estación de transición los pterópodos, quetognatos y copépodos dominaron; en la estación seca los copépodos sobresalen, a pesar de que aportaron poca biomasa en comparación con los sálpidos y quetognatos en todas las estaciones. El índice de Shannon expresó resultados de diversidad media en la mayoría de estaciones y puntos de muestreo. La prueba modificada de t reflejó que el cambio temporal (húmeda, transición y seca) fue mayor en los puntos del sur y el cambio espacial (bajos y puntos control) sí presentó diferencias en la mayoría de comparaciones.

Palabras clave: Bajo, zooplancton, fluorescencia, hábitat, Galápagos

ABSTRACT

Seamounts are some of the least understood habitats on the planet, despite their importance for migratory species and sustaining food webs. Santa Cruz Island in the Galapagos have become a center for investigations about these ecosystem. The objective for this research is to study the effect of seamounts on zooplankton and their unique dynamics. In total 36 zooplankton samples and 88 water samples were taken in three seasons (wet, transitions and dry). Two seamounts and a pelagic checkpoint were studied at the north and two seamounts and a pelagic checkpoint at the south. The zooplankton samples were analyzed to determine diversity, abundance and biomass while water samples determined abiotic factors in the water column (fluorescence, temperature and salinity) and nutrient concentration. In total 86 species of zooplankton were identified being copepods the most abundant with 67, 3%. During the wet season salps, chaetognaths and copepods were the most abundant, at the transition season were pteropods, chaetognaths and copepods and finally at dry season copepods were the most abundant. Copepods contributed with low biomass compared to salps and chaetognaths in all seasons. The results gave Shannon index medium to high diversity in most seasons and sample points. The *t* test modified showed that there was a statistical difference between seasonality and diversity results in the south. The results from this test also showed statistical differences between sampling points during the same season in almost all the comparisons done by the modified *t* test.

Key words: Seamount, zooplankton, fluorescence, habitat, Galapagos

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Los océanos cubren el 70% de la superficie del planeta y son el bioma más largo y complejo que se conoce (Delaney y Barga, 2009), además de tener un rol importante como sumidero de nutrientes erosionados de la tierra, los océanos regulan el clima global al servir como una masa térmica enorme para el almacenamiento de calor y un depósito de CO₂ (Costanza, 1999). Los océanos albergan varios tipos de ecosistemas marinos, entre ellos están las montañas submarinas.

Según su altitud se denominan montañas submarinas si se elevan más de 1000m desde el fondo del mar; montículos, cuando su altura está entre 500 y 1000 m; y bancos o bajos cuando no alcanzan los 500 m de altitud (OCEANA, 2010). Sin embargo, no existe un límite de altura por lo que el término de montaña submarina se aplica con mayor frecuencia que otros independientes de su altitud (Epp y Smoot, 1989; Rogers, 1994). A lo largo de la presente investigación se usará el termino bajo.

Los bajos son elevaciones sumergidas, generalmente de origen volcánico y se encuentran situados sobre *hotspots* formando hábitats únicos en todos los mares y océanos del mundo (Kitchingman y Lai, 2004). Los *hotspots* de biodiversidad son áreas particulares donde existe una extraordinaria concentración de organismos (Hoekstra *et al.*, 2005). Estas áreas suelen definirse por métricas basadas en especies (número de especies, riqueza, endemismo etc) o por enfoques filogenéticos y de diversidad funcional con el fin de proteger especies que cumplen con un rol único e irremplazable dentro del ecosistema (Marchese,

2014) y presentan elevados índices de biodiversidad y constituyen un refugio para la vida marinas (Aguilar *et al.*, 2011).

El zooplancton, un grupo funcional conformado por organismos heterotróficos que miden entre 200 y 2000 μm de longitud, y son un componente fundamental de las comunidades plantónicas marina. El zooplancton juega un rol crucial en la red alimenticia pelágica, ya que controla la producción de fitoplancton (Tyler, 1995), al ser un agente activo en la transferencia de energía de los productores primarios a carnívoros grandes y desempeña un rol importante en las tasas de reclutamiento de peces ya que es su principal fuente de alimento durante sus estadios tempranos de desarrollo (Bikhtashev *et al.*, 2003); además en la regeneración de nutrientes a través de la excreción (Ikeda *et al.*, 2001); en los ciclos biogeoquímicos (Roman, 1991) y en el flujo de partículas a través de la red trófica (Noji, 1991).

1.1 Antecedentes

Los fenómenos físicos y biológicos asociados con los bajos han despertado la curiosidad desde sus primeros hallazgos siglos atrás. Sin embargo, su exploración se vio limitada por la falta de equipos tecnológicos. Los avances en esta área permitieron que a principios del siglo XX, se pudieran examinar los montes de cerca. A pesar de 100 años de estudio de los montes submarinos, los retos científicos alrededor de ellos permanecen (Brewin *et al.*, 2007).

La cantidad de información oceanográfica y biológica de la Provincia de Galápagos se ha incrementado en los últimos años a través de múltiples estudios (Jiménez, 1981, Bonilla, 1983; Naranjo, 2000). Por ejemplo las características oceanográficas y biológicas al oeste de las Galápagos evidencian el afloramiento de aguas profundas que arrastran

nutrientes a la zona eufótica y produce un incremento de productividad primaria originado por la fertilización de las aguas superficiales (Jiménez, 1981).

La investigación del plancton para determinar diversidad de especies como indicadores biológicos de áreas de afloramientos, se pueden referir a los estudios desarrollados por Jiménez (1980; 1981); Arcos (1981); Bonilla (1983); Naranjo (2000) efectuados, al suroeste de las islas Galápagos y, más recientemente, al trabajo de Figueroa (2010) y Tirado-Sanchez (2011). Sin embargo no existe un estudio sobre zooplancton en los bajos de las islas Galápagos.

Jiménez (1981) analizó la distribución de organismos fitoplanctónicos como posibles indicadores de afloramientos originado por la Subcorriente Ecuatorial, al oeste de las Islas Galápagos, donde la composición y abundancia del fitoplancton puede caracterizar el origen del agua aflorada y la intensidad del afloramiento y su dispersión en amplias zonas del océano.

Torres y Tapia (2002), encontraron que los productores primarios evidenciaron que la posición del afloramiento fue hacia el sudoeste de Galápagos, con fluctuación en la sucesión de especies dominantes asociadas a las condiciones abióticas de las Islas.

Bonilla (1983), en su estudio de quetognatos obtenidos en Galápagos en 1978, encuentra 18 especies presentes en las muestras, donde las especies de estratos superficiales, sugieren el posible desarrollo de afloramientos en estas áreas (Armijos, 2007).

Alvariño y Leira (1986), describen la distribución de las especies de zooplancton de algunos grupos (Chaetognatha, Siphonophora, Ctenophora, Ictioplancton), donde se encuentran especies típicas de corrientes como la de Humboldt y California. Además, los autores indican una clara influencia en el muestreo por el fenómeno de El Niño en la distribución de los organismos del plancton (Armijos, 2007).

Estudios realizados en montañas submarinas en el Atlántico Oriental especialmente en la Montaña Submarina Gran Meteoro determinaron que la población de zooplancton estaba dominada entre el 80-95% por copépodos, el orden Calanoida contribuía con la mayor fracción de individuos (Schnack-Schiel y Mizdalski, 2002), sin embargo la biomasa de zooplancton era menor en esta montaña en comparación con las aguas circundantes. De igual manera otros estudios realizados en las montañas del Pacífico Oriental obtuvieron resultados parecidos a los del atlántico (Genin *et al.*, 1994).

1.2 Planteamiento del Problema

Los bajos estudiados en esta investigación no presentan estudios previos, por lo que su efecto en la comunidad zooplanctónica es desconocido. Investigaciones realizadas en distintas partes del mundo han señalado que los bajos pueden o no influenciar al zooplancton y que la biodiversidad en estas zonas es mayor. Si no se tiene información sobre estos bajos desde su base trófica estudios enfocados en niveles superiores se verán incompletos y un adecuado manejo y conservación de estas zonas no será posible.

1.3 Justificación

Los bajos presentan una dinámica oceánica y ecológica interesante, por lo que se los ha estudiado a lo largo del planeta. Estudios realizados en otras partes del mundo siguieron que debido a su origen volcánico son zonas con altos niveles de biodiversidad. Una de las características de las Islas Galápagos es el sistema de corrientes que influyen de manera distinta la zona norte y sur de las islas. Los bajos de la Isla Santa Cruz reciben diferentes aportes de estas corrientes y son zonas de pesca para sus pobladores además de importantes *hotspots* de biodiversidad marina. Es importante determinar las dinámicas de los organismos zooplanctónicos que pueden potencialmente jugar un rol crucial en la diversidad y abundancia de vida en estos ambientes marinos.

La protección de la biodiversidad siempre ha sido una prioridad en Galápagos, por lo que la identificación de áreas que albergan ecosistemas representativos esenciales es importante para la conservación de especies vulnerables, amenazas o de interés pesquero.

La generación de información requerida para el adecuado entendimiento e importancia que presentan los bajos es necesaria en esta investigación se levantó información sobre la comunidad zooplanctónica con el fin de que sirva como línea base para futuros estudios y así generar un conocimiento completo sobre la ecología de estos ecosistemas.

1.4 Objetivos

Objetivo General

- Determinar el efecto de los bajos en la composición, diversidad y biomasa de la comunidad zooplanctónica alrededor de los mismos en el norte y sur de la Isla Santa Cruz, con el fin de aportar con información base sobre estos ecosistemas en Galápagos.

Objetivos Específicos

- Identificar a los grupos zooplanctónicos representativos relacionados a cada época de muestreo (húmeda, transición y seca).
- Determinar la relación entre la concentración de clorofila y la abundancia de zooplancton.
- Comparar la composición, abundancia y diversidad de zooplancton en los bajos con relación a sus respectivos puntos de control tanto al norte y sur de la Isla Santa Cruz.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de los Montes Submarinos

Los montes submarinos tienen un origen volcánico a partir de la intrusión de magma a través de la corteza oceánica y está asociado con centros de expansión, *hotspots* y zonas de subducción (Wessel, 2007). Algunos factores que controlan la formación de los montes submarinos incluyen la profundidad del agua, la química de la fuente, la edad del suelo marino y la proximidad a zonas con afloramientos del manto (Wessel, 2007).

Los montes, bajos ó taludes continentales a menudo se caracterizan por presentar una actividad hidrodinámica mejorada en comparación con la planicie del océano abisal. Al ser topografías aisladas con diferentes formas y tamaños se puede esperar que la interacción con el ambiente físico genere variedades en el flujo oceánico (White *et al.*, 2007). La naturaleza abrupta de su topografía provoca características localizadas incluyendo la circulación cerrada de células alrededor del bajo (Freeland, 1994), la amplificación y rectificación del movimiento de las mareas (Brink, 1995) y un aumento de la mezcla vertical (Kunze y Stanford, 1997; Eriksen, 1998). Los movimientos más energéticos de corriente se concentran típicamente cerca del tope del bajo (Brink, 1989; Chapman, 1989), y son difíciles de distinguir por encima de la pycnoclina estacional (Eriksen, 1991; Brink, 1995; Codiga, 1997).

El flujo de agua cambiará al encontrarse con una montaña submarina, esto se explica por medio de la vorticidad y las columnas Taylor (White *et al.*, 2007). La tendencia al movimiento rotacional se llama vorticidad, y el relacionado con el efecto de giro en la Tierra se llama vorticidad planetaria (White *et al.*, 2007). Un cuerpo de agua al moverse presenta una tendencia de girar formando un bucle, esto se denomina vorticidad relativa, y es positiva cuando gira en el mismo sentido que la rotación de la Tierra (White *et al.*, 2007).

El concepto teórico de Proudman (1916) y Taylor (1917) explica lo que sucede cuando un flujo homogéneo estable se encuentra con un obstáculo. Debido a la influencia de la rotación de la tierra, el flujo es dividido por el bajo y es acelerado hacia un lado, formando un patrón de fluido anticiclónico aislado alrededor de éste (Roden, 1987; Codiga y Eriksen, 1997). Este aislamiento de agua atrapada sobre el bajo (Hogg, 1973), ha dado pie a la hipótesis de que el flujo influencia la distribución de la biota por medio de la retención de plancton en la cumbre (White *et al.*, 2007). Si las corrientes son muy largas, la columna Taylor no se formará (Read y Pollard, 2015). En el ambiente oceánico, la estratificación, la variabilidad de la velocidad y velocidad de la corriente, la turbidez y la forma irregular del bajo afecta las condiciones ideales para el flujo de una columna Taylor, lo que provoca patrones más complejos (White *et al.*, 2007).

2.2 Corrientes Oceánicas de Galápagos

Las Islas Galápagos se encuentran ubicadas en una zona de convergencia de aguas tropicales y subtropicales las cuales provocan una división de masas de agua conocida como Frente Ecuatorial. (Palacios, 2003). Las corrientes oceánicas presentes en el Archipiélago contribuyen a que este sea único en el mundo.

En la Reserva Marina de Galápagos (RMG) existen tres regímenes de corrientes oceánicas predominantes que muestran una marcada estacionalidad en cuanto a su intensidad y dirección. (Chavez y Brusca, 1991). Las tres corrientes oceánicas principales son: 1) la Corriente de Humboldt o Corriente de Perú (CP) proveniente del sur desplazando corrientes de agua fría, la cual genera afloramientos a lo largo de la costa oeste de Sudamérica (Palacios, 2003), de mayo a noviembre su flujo es más dominante con temperaturas entre 14°-23°C (Muromtsev, 1963); 2) la Corriente Nor-Ecuatorial (CNE), transportando aguas cálidas desde Centro-América con baja concentración de nutrientes (Palacios, 2003), es menos salina y se refuerza durante la estación húmeda de diciembre a junio (Banks, 2002); y 3) la Sub-corriente Ecuatorial (SCE) o Corriente de Cromwell, con aguas frías tiene alta concentración de nutrientes, proveniente de la parte central del Océano Pacífico, provoca afloramientos al entrar en contacto con la plataforma de las Islas Fernandina e Isabela en la región oeste del Archipiélago (Palacios, 2003). Estas corrientes generan cinco zonas con temperaturas distintas en el ambiente marino del Galápagos (Harris, 1969; Glynn y Wellintong, 1983); una zona cálida en el norte, una zona fría en el sur, en el oeste una zona más fría y en el centro dos zonas que varían según la temporada. Así, estas corrientes que cubren las islas crean un ambiente oceánico diverso adecuado para varias especies con diferentes requerimientos climáticos (Figueroa, 2004).

La Corriente de Cromwell debido a su alta concentración de nutrientes (principalmente hierro y nitratos) contribuye al aumento de la productividad primaria en la región oeste de Fernandina, así como también expandiendo los afloramientos de nutrientes mediante los ramales derivados de la misma, hacia el noroeste de la Isla Santiago y Santa Cruz, al suroeste de Floreana y suroeste de San Cristóbal (Castrejon, 2011).

2.3 Condiciones Climáticas

Las características meteorológicas con mayor influencia en el clima de las Islas Galápagos es la posición de la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT). Debido a esta influencia existen dos estaciones marcadas en las Islas Galápagos (Palacios, 2003). Durante los meses de mayo a diciembre la ZICT se encuentra ubicada justo al norte de la línea ecuatorial, dejando expuesta las Islas a un clima seco, siendo una estación seca y fría. La migración norte-sur de la ZCIT posicionándose más cerca de la línea ecuatorial, en los meses enero a abril, provoca fuertes precipitaciones,, marcando la segunda estación con características húmedas y calientes (Philander *et al.*, 1995).

2.4 Nutrientes en los ecosistemas marinos

El agua de los océanos es primariamente una solución acuosa conformada por gases disueltos y sólidos orgánicos e inorgánicos. Los gases, tales como el nitrógeno, oxígeno y anhídrido carbónico ingresan al sistema marino por procesos biológicos y desde la atmósfera, donde la acción del viento y las olas favorecen su difusión en aguas superficiales. Por otra parte el origen de los sólidos disueltos se centra principalmente en la corteza, rocas y sedimentos (Panzarini, 1970; Pidwirny, 2006).

La biomasa de todos los organismos vivos se compone de alrededor de 30 de los 92 elementos de origen natural, los cuales deben obtenerlos de su ambiente externo (Moore *et al.*, 2013). Los nutrientes constituyen uno de los tres recursos principales requeridos para la vida, al igual que el espacio necesario para vivir y la energía química. Los organismos

autótrofos que usan la luz para fijar dióxido de carbono son responsables en gran mayoría de la producción primaria, tanto en la tierra como en el océano. Consecuentemente, la luz es la fuente fundamental de energía para la mayor parte de la biosfera (Raven, 2009).

La rápida disminución de la luz en relación con la profundidad provoca la restricción de los organismos autótrofos a la zona eufótica (Moore *et al.*, 2013), el fitoplancton y otros microorganismos toman los nutrientes en esta zona y los incorporan como macromoléculas, lo que resulta en la formación de materia orgánica particulada (Eppley y Peterson, 1979), que junto con la remineralización mediada por microorganismos aumenta la concentración de nutrientes bajo la zona eufótica. Sin embargo, la absorción de nutrientes por medio de los organismos provoca una disminución de los mismos dando como resultado una restricción en los procesos microbianos (Morel *et al.*, 2003). Por lo tanto, la actividad biológica influye el ciclo de nutrientes a lo largo del océano (Moore *et al.*, 2013). La mayoría de las vías de transformación y ciclos de nutrientes en el océano son realizados en base a energía solar por los organismos autótrofos, o mediante fuentes de energía química requerida por las bacterias quimio-autótrofas (Jickells *et al.*, 2005).

Los organismos zooplanctónicos dependen directamente de la disponibilidad de fitoplancton y esta a su vez depende de los nutrientes. Los macronutrientes fundamentales para el crecimiento del fitoplancton son; los ortofosfatos (PO_4^{3-}) y nitratos (NO_3^-) (Alvarez-Borrego *et al.*, 1975), además en el caso de las diatomeas, un grupo abundante de fitoplancton marino requieren de nutrientes adicionales como el silicio (Si) para la formación de frústulas (Brzezinski, 1985).

La concentración y disponibilidad de nutrientes para los organismos autótrofos en aguas superficiales depende de los procesos de afloramiento, mezcla vertical de la columna de agua, de la circulación oceánica, aportes fluviales, incorporación por organismos productores y la regeneración por actividad bacteriana (Barbeau, 2006).

El proceso que produce el crecimiento de fitoplancton en el océano y su posterior proliferación está fuertemente relacionado con la profundidad a la que se encuentra el gradiente de mayor concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (nutriclina). La posición vertical de la nutriclina se relaciona con la termoclina-picnoclina (Castro *et al.*, 2002), y su ubicación dentro de la zona eufótica determina la biomasa del fitoplancton en un tiempo y lugar específicos (Mantyla *et al.*, 2008).

En el ecosistema marino el nitrógeno ocupa un rol central en la biogeoquímica del océano. El nitrógeno se encuentra en varias formas en comparación con otros elementos, por lo que se dan transformaciones químicas únicas. Casi todas estas transformaciones son realizadas por los organismos marinos como parte de su metabolismo, ya sea para obtener el nitrógeno y sintetizar componentes estructurales, o para obtener energía para su crecimiento (Gruber *et al.*, 2008). El nitrógeno atmosférico (N_2), al no estar biodisponible requiere de una transformación por medio de dos procesos biológicos. El primer proceso es el de fijación de N_2 en el cual el nitrógeno se convierte en nitrógeno orgánico y puede ser utilizado por los organismos y el proceso de denitrificación en el que el nitrato se convierte en nitrógeno atmosférico. El balance de estos dos procesos determina la biodisponibilidad de nitrógeno y la productividad marina (Gruber *et al.*, 2008)

Los requerimientos de nutrientes varía entre especies de fitoplancton, según la ley de Liebig's, la producción de materia orgánica está contralada por el elemento que está disponible en la menor concentración (Bonnet *et al.*, 2008).

2.5 Productividad Primaria

El fitoplancton forma la etapa inicial del proceso de producción de materia orgánica en el mar y ocupa la base de la cadena trófica tradicional (Platt *et al.*, 1992). La productividad del océano se refiere a la producción de materia orgánica por el fitoplancton, al ser organismos fotoautótrofos captan la luz convirtiendo carbono inorgánico a orgánico por medio de la fotosíntesis para aportarlo a diversos organismos heterótrofos (Sigman y Hain, 2012). Las algas necesitan de luz solar, dióxido de carbono, agua, los nutrientes que conformarán la estructura de las células y elementos minerales esenciales (Escribano y Castro 2013).

El CO₂ gaseoso normalmente se encuentra en cantidades suficientes en la capa superficial del mar, mientras que la intensidad de luz necesaria fluctúa, tanto entre las horas del día, como desde la superficie hasta aguas más profundas, además de las variaciones que ocurren entre las estaciones del año. De tal manera, la luminosidad disponible es un factor que limita la producción primaria (Escribano y Castro 2013). El transporte neto de carbono orgánico hacia el fondo marino y su remineralización que son el resultado de interacciones complejas dinámicas entre procesos tróficos, incluyendo la ingesta de zooplancton, la excreción de compuestos orgánicos disueltos y oxidados por bacterias, agregación de partículas, sedimentación gravitacional y advección (Longhurst y Harrison, 1989).

El nitrógeno (N) en el mar se encuentra en la forma de nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2) y amonio (NH_4^+), mientras que el fósforo (P) se presenta como fosfato (HPO_4^{2-}). Los estudios de producción primaria en el mar se han centrado principalmente en el NO_3 , el cual es considerado tradicionalmente como uno de los principales elementos que determinan las variaciones en productividad del océano. Estas limitantes causan la variabilidad de la producción primaria y por ello hay zonas que son muy productivas así como muy pobres, que se conocen como ambientes oligotróficos (Escribano y Castro, 2013).

Los requerimientos base para que la productividad ocurra en los océanos es una combinación suficiente de nutrientes inorgánicos y una irradiación adecuada dentro de las aguas superficiales (zona eutrífica). Una condición relacionada es la estabilidad de la columna de agua, para que el plancton pueda mantenerse a una profundidad en la que las dos condiciones mencionadas prevalezcan (White *et al.*, 2007).

Las zonas de afloramiento son sistemas ecológicos de gran importancia en términos de la productividad de las aguas de la RMG y se producen de manera intermitente al oeste de prácticamente todas las islas, en especial en las costas occidentales de las Islas Fernandina e Isabela. Las zonas de afloramiento son causadas por un proceso oceánico atmosférico en que aguas frías ricas en nutrientes, que están en el fondo del mar son llevadas hacia la superficie del océano. Este proceso es causado por el efecto que producen los vientos alisios del sureste sobre la superficie del mar desplazando el agua superficial fuera de la costa y permitiendo que las aguas del fondo afloren (Merino, 2015).

Las Islas Galápagos se destacan por ser una especie de “oasis” en términos de clorofila para la zona este del Pacífico Ecuatorial, debido a que ésta es en general considerada como HNLC (high nutrients, low chlorophyll), es decir una zona en la que hay una alta

cantidad de nutrientes pero una baja clorofila. En otras palabras existe una baja abundancia de fitoplancton con respecto a la alta concentración de macronutrientes en aguas superficiales (Leonard *et al.*, 1999; Landry *et al.*, 2000).

Los ecosistemas marinos de Galápagos se ven afectados por condicionamientos oceanográficos y perturbaciones climatológicas periódicas y grandes como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) en ciclos irregulares de 2 – 10 años (Glynn *et al.*, 1983, Chavez *et al.*, 1999). Estos eventos extremos impactan las redes alimenticias en su conjunto, desde los productores primarios hasta los predadores tope (Podestá y Glynn, 1997). Durante dichos eventos la temperatura del mar presenta un incremento prolongado inducidos a medida que las aguas superficiales cálidas de la banda del Pacífico Occidental migran hacia la costa de América del Sur dado que no son empujadas por el debilitamiento temporario de los vientos alisios del este. La acumulación de aguas cálidas pobres en nutrientes reducen tremendamente la surgencia de agua rica en nutrientes en la zona eufótica (Banks, 2002).

2.6 Plancton

El plancton se define como el conjunto de organismos, ya sea vegetales o animales, que habitan en la columna de agua y que poseen una capacidad limitada para desplazarse, por lo cual sus movimientos dependen de las corrientes marinas (Escribano y Castro, 2013).

Existen varios tipos de plancton, una forma de distinguirlos es en base de cómo obtienen su alimento. El fitoplancton está compuesto por algas unicelulares que producen su propio alimento a través del proceso de fotosíntesis. Presentan un amplio rango de tamaños, desde bacterias (cianobacterias) hasta largas cadenas de diatomeas y dinoflagelados. Por su

parte, el zooplancton son animales heterótrofos que se alimentan del fitoplancton y otros tipos de plancton. (Ambler y Butler, 2003). En este grupo abarca una amplia gama de animales que incluye crustáceos, moluscos y varios otros invertebrados (Escribano y Castro, 2013).

Los organismos plantónicos también pueden ser agrupados en base a su tamaño. La escala de tamaño empieza con el ultraplancton ($<0,02\mu m$) compuesto principalmente por virus; el picoplancton ($0,02 - 2\mu m$) está dominado por bacterias y organismos picoecuariónticos que obtienen su alimento por absorción de moléculas orgánicas o por fotosíntesis; el nanoplancton (2 a $20\mu m$) y el microplancton ($20 - 200\mu m$) los que incluye algas y protozoarios y, el mesoplancton ($200 - 2\,000\mu m$) - que abarca a los copépodos, huevos y estadios larvarios (Ambler y Butler, 2003).

2.8 Zooplancton

El término zooplancton se usa para describir al grupo de animales que viven suspendidos en la columna de agua a merced de las corrientes marinas y sin relación con la superficie sólida (Alcaraz y Calbet, 2005). El zooplancton es considerado un importante enlace entre los productores primarios fitoplanctónicos y grandes carnívoros, entre ellos peces con importancia comercial (Alcaraz y Calbet, 2005).

Dentro del zooplancton marino distinguimos dos grupos: el meroplancton, en el que están los estadios larvales y estadios juveniles de organismos bentónicos y peces que están temporalmente dentro del plancton y el holoplancton que comprende organismos que durante todo su ciclo de vida forman parte del plancton (Morales y Vargas, 1995). Los copépodos,

pequeños crustáceos maxilópodos (Huys y Boxshall, 1991), forman parte de este grupo, y son organismos con una alta variedad morfológica (Dudley, 1986). Estos están presentes en todos los ambientes marinos, salobres, de agua dulce y ambientes semi-terrestres húmedos (Reid, 1990). Los copépodos son los predadores más importantes (Vidal, 1980) y diversos (Longhurst, 1985) del ambiente marino. Los copépodos contribuyen a la regeneración de nutrientes mediante su actividad excretora (Ikeda, 1985), su activa participación en la regulación del flujo de partículas (Peinert *et al.*, 1989) y su papel como “estabilizadores” del ambiente oceánico (Paffenhofer *et al.*, 1989).

En la zonas tropicales existe una gran cantidad de especies (Weikert, 1984), en donde los Calanoideos dominan en número y diversidad en los primeros 100 metros de profundidad (Bottger 1987, Bottger-Schnack 1990). Otro grupo interesante es el de los Quetognatos o “gusanos flecha”, que son el segundo grupo de importancia después del taxón Copépoda, y normalmente las mayores concentraciones de quetognatos están asociado a las áreas de alta productividad, tales como zonas de divergencia y de frente (Naranjo, 2014).

2.9 Características de los principales grupos zooplanctónicos y fases larvales

Copépoda

Los copépodos son un grupo de crustáceos inferiores que atraviesan una serie de etapas de nauplio y copepodito, cada transición se logra mediante una muda. La parte anterior del cuerpo es ancho y soporta los apéndices mientras que la parte posterior termina en una furca o rama caudal. El tamaño varía entre 0.3 mm y 12 mm. El cuerpo está dividido en prosoma, urosoma o cefalosoma, tórax y abdomen (Figura.1). (Huys y Boxshall, 1991).

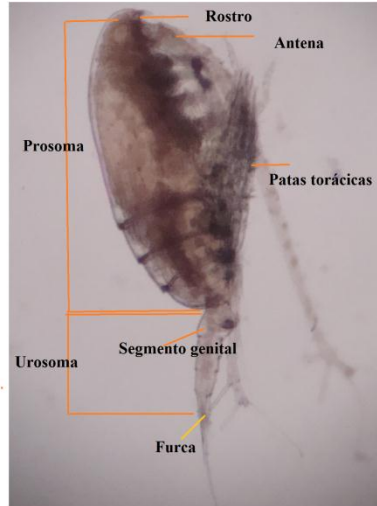


Figura 1. Segmentación anatómica de un copépodo Calanoida

Estos animales son fundamentalmente filtradores herbívoros pero en aguas profundas existen varias especies de régimen carnívoro u omnívoro. Para filtrar su alimento los copépodos producen flujos de agua hacia la boca mediante las antenas y anténulas. Los principales constituyentes de la dieta de los copépodos son las diatomeas y dinoflagelados (Palma y Kaiser, 1993). Su abundancia y composición específica están estrechamente relacionadas con la producción primaria (Hulsemann, 1996).

Los copépodos constituyen la subclase más numerosa dentro de los crustáceos inferiores y de la comunidad planctónica, con más de 5000 especies descritas (Hulsemann, 1996).

Anfípoda

Los anfípodos son un orden de crustáceos macroscópicos de la clase Malacostrácea. Su cuerpo es segmentado y usualmente comprimido lateralmente, con un perfil curvo o similar a un gancho (Figura.2). Los anfípodos generalmente tienen un par de ojos compuestos laterales sésiles, aunque especies que habitan a grandes profundidades no tienen ojos (Vainola *et al.*, 2008). En ambientes marinos se los puede encontrar desde el trópico hasta las regiones polares y desde aguas superficiales hasta zonas abisales. Estos animales pueden presentar diferentes hábitos tróficos (herbívoros, carnívoros, carroñeros, detritívoros o filtradores) y sirven como principales productores secundarios y terciarios en los ecosistemas marinos, representando un enlace extremadamente importante en el flujo de energía (Marques y Bellan-Santini, 1990).

Varias especies de anfípodos son ecológicamente muy sensibles a cambios ambientales lo que los hace buenos bioindicadores de perturbaciones ecosistémicas (Marques y Bellan-Santini, 1990).

La identificación se realizó hasta Orden anfípoda ya que para llegar a género y especie es necesario realizar una disección completa del organismo, y el número de individuos encontrados en las muestras no eran significativos para realizar dicho proceso.



Figura 2. Segmentación anatómica de un anfípodo.

Equinoderma

Al Filo de los equinodermos pertenecen animales exclusivamente marinos, que se caracterizan por poseer una simetría pentarradial, un esqueleto de carbonato de calcio compuesto por placas intradérmicas independientes y articuladas o espículas calcáreas y un sistema vascular acuífero que regula la alimentación, locomoción y otras funciones (Hyman, 1955; Brusca y Brusca , 2009).

Las larvas de los equinodermos son morfológica y funcionalmente diversas (e.g., Hart, 1995). A pesar de presentar simetría pentaradial cuando son adultas, durante su etapa larval tienen simetría bilateral (Gong, 2003). La clase Asteroidea tiene dos larvas planctotróficas, la primera se presenta como un lóbulo y la segunda forma bipinnaria que se desarrollara brazos largos, por lo tanto se llama brachiolaria (Gong, 2003). Las partes anatómicas y la segmentación cambian según la fase larvaria.

Decápoda (Zoea Stage)

La gran mayoría de los Decápodos se encuentran en ambientes acuáticos, con casi el 90% viviendo en el mar o en aguas salobres adyacentes (Kaestner, 1980). La mayoría de decápodos tienen una historia de vida compleja, en lugar de pasar de huevo directamente como un adulto bentónico, atraviesan una etapa de larva pelágica (Figura.3), que pueden diferir completamente en su morfología y hábitat de juveniles a adultos (Rieger, 1994).



Figura 3. Estadío Zoea

Quetognatos

Los quetognatos también llamados gusanos flecha, son muy abundantes en el plancton marino tropical, aunque sólo se conocen unas 70 especies. La mayor parte de las especies viven en los primeros 200 metros de profundidad donde pueden nadar libremente, formando parte del zooplancton. El cuerpo de los quetognatos está bien diferenciado y es fácil reconocer la cabeza, el tronco y la región caudal. Su nombre hace referencia a las 4 de las 14 espinas curvas (chaite=pelo) que rodean la boca (gnathos=mandíbula), la cual se ubica ventralmente (Figura.4) (Barrientos, 2003).

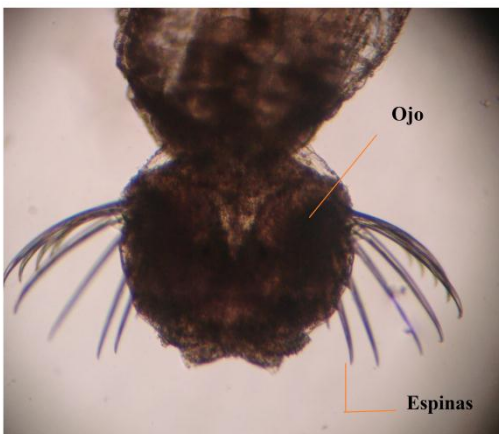


Figura 4. Vista dorsal de la cabeza de un quetognato

Sálpida

Los sálpidos se encuentran entre los animales planctónicos más grandes y están ampliamente distribuidos en aguas oceánicas. Tienen un fase de crecimiento rápido dentro de los metazoos (Bone, 1998). Los sálpidos obtienen su alimento mediante filtración y tienen un rango relativamente alto en comparación con otros herbívoros (Madin y Purcell, 1992) y pueden alimentarse efectivamente desde bacterias hasta diatomeas y microzooplancton (Silver y Bruland, 1982; Caron *et al.*, 1989; Kremer y Madin, 1992). En algunas ocasiones pueden dominar la biomasa plantónica, compitiendo con otros filtradores como los copépodos y excluyendo a otros grupos (Aldredge y Madin, 1982) al remover su fuente de alimento (Huskin *et al.*, 2003). Al ingerir pequeñas partículas y ser presa para peces y otros animales marinos, los sálpidos pueden tener un rol importante en el traspaso de energía desde el picoplancton hacia niveles tróficos mayores (Deibel, 1985). Esta habilidad para ingerir

pequeñas partículas sugieren la potencial importancia de los sálpidos como herbívoros en zonas donde dominan los pequeños productores primarios (Fortier *et al.*, 1994) (Figura.5).

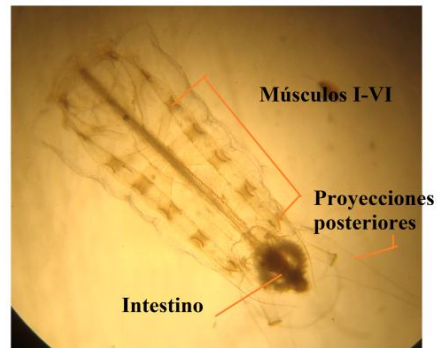


Figura 5. Partes fisiológicas de *Thalia democratica*

CAPITULO III

METODOLOGÍA

El Archipiélago de Galápagos se encuentra ubicado a 600 millas náuticas del Ecuador continental en el Pacífico Oriental (Heylings *et al.*, 2002). Está formado por un conjunto de islas e islotes que se extienden a lo largo de una plataforma con volcanes submarinos con profundidades de entre los 200 a 1000 metros y hasta los 3000 a 4000 metros (Banks, 2002) (Figura.6). Las Islas Galápagos se encuentran ubicadas en una zona de convergencia de aguas tropicales y subtropicales las cuales provocan una división de masas de agua conocida como Frente Ecuatorial (Banks, 2002).



Figura 6. Ubicación de las Islas Galápagos a 972 Km del Ecuador.

3.1 Condiciones Climáticas

Las condiciones meteorológicas con mayor influencia en el clima de las Islas Galápagos es la posición de la Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT). Debido a la influencia de la ZCIT, existen dos estaciones marcadas en las Islas Galápagos (Palacios, 2003). La ZCIT se encuentra ubicada al norte de la línea ecuatorial durante los meses de mayo a diciembre, provocando un clima inusualmente seco, provocando una estación seca y fría, durante los meses de enero a abril la migración norte-sur de la ZCIT la posiciona más cerca de la línea ecuatorial, marcando la segunda estación con características húmedas y calientes (Philander, 1995).

3.2 Área de Estudio

Durante el periodo de campo, desde abril 2015 hasta octubre 2015, se recolectaron muestras en tres puntos de muestreo tanto en la zona norte como en la zona sur de la Isla Santa Cruz. Dos de los puntos de muestreo fueron bajos y el restante un punto control en la zona pelágica. Las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo se resumen en la tabla 2 (Anexos). Los meses de muestreo se abreviaron tomando las iniciales de los puntos seguido por las iniciales del mes de muestreo de la siguiente manera; La Estampa (LE) Punto Control Norte (PCN) y Tiburón Arrecho (TA) y al sur Bajo Hancock (BH), Punto Control Sur (PCS) y Bajo Ruso (BR) y para los meses abril (AB), junio (JU) y octubre (OCT) (Figura.7).

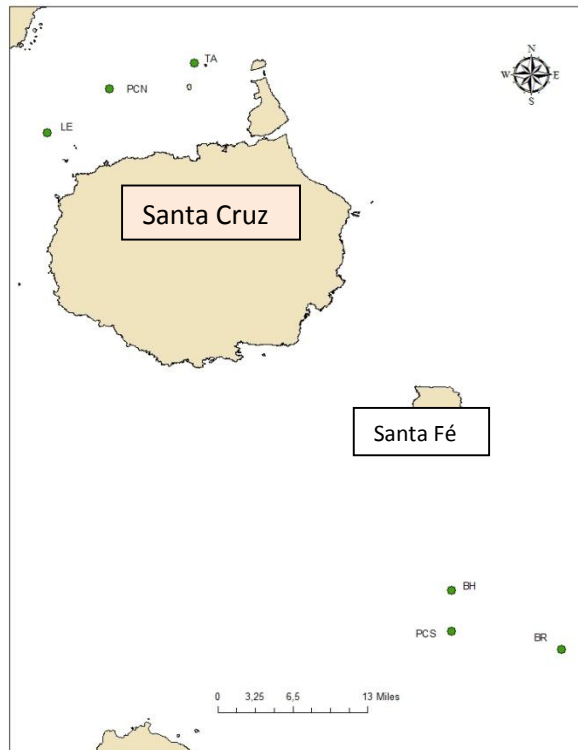


Figura 7. Mapa de los puntos de muestreo en la zona norte La Estampa (LE), Punto Control Norte (PCN) y Tiburón Arrecho (TA) y sur Bajo Ruso (BR), Punto Control Sur (PCS) y Bajo Hancock (BH), de la Isla Santa Cruz, Galápagos. (Tabla 3 anexos).

3.3 Fase de Campo

Durante la fase de campo se tomaron muestras en los meses de abril, junio y octubre de 2015 con el fin de evaluar el efecto de las estaciones seca, de transición y húmeda sobre la dinámica del zooplancton. La recolección de muestras se realizó por separado, un día en la zona norte otro día en la zona sur. La metodología empleada para la recolección de

muestras, tanto de agua como de zooplancton fue la misma en cada punto de muestreo. En el caso de los bajos se utilizó una sonda para determinar la profundidad del bajo los cuales no excedían los 70 metros. Posteriormente se lanzó el CTD Seabird SB3 19 Plus (Figura.8) hasta los 50 m para evitar que se golpee con el bajo y así determinar los parámetros físico-químicos de la columna de agua (Conductividad, Temperatura y Profundidad). En los muestreos de abril y octubre el CTD utilizado estaba equipado con un fluorómetro para determinar la profundidad con el máximo de fluorescencia. A partir de este dato, las profundidades de muestreo restantes fueron determinadas. En el caso del mes de junio el CTD utilizado no contaba con un fluorómetro por lo que se establecieron cinco profundidades de muestreo parecidas a las establecidas en abril (5m, 10m, 20m, 30m y 40m) para los seis puntos.



Figura 8. CTD Seabird
SB3 19 Plus

La recolección de las muestras de agua para el análisis de nutrientes se hizo con una botella Niskin de 5 litros ya que está permite un muestreo vertical. Cada muestra se colocó en botellas plásticas de 1 galón y se mantuvieron a la sombra hasta llegar al laboratorio (Figura. 9). Para la recolección de zooplancton se realizó un arrastre vertical manual con el bote estático con una red de 60 micras de poro equipada con pesos extra alrededor de la boca para asegurar el descenso y ascenso vertical de la misma; con una piseta se limpió la red y

el copo para obtener todos los organismos (Figura. 10). Cada muestra fue colocada en frascos plásticos y se las preservó con formaldehído a una concentración final de 5%. Se tomaron dos muestras compuestas de la columna de agua por punto y en los meses de abril y octubre las dos profundidades muestreadas se determinaron a partir del máximo de fluorescencia. En el caso de junio las muestras se recolectaron a 20 m y 40 m en todos los puntos.



Figura 9. Toma de muestras de agua con botella Niskin



Figura 10. Red de zooplancton de 60 micras

3.4 Fase de Laboratorio

Las muestras de zooplancton recolectadas fueron analizadas en las instalaciones de la Estación Científica Charles Darwin, en el área de BIOMAR. Al llegar al laboratorio los recipientes con las muestras de agua se mantuvieron bajo sombra (Figura.11).

Se filtraron entre 500 y 1 000 ml de cada profundidad a través de un filtro Whatman GF/F ($\sim 0.07 \mu\text{m}$ diámetro de poro) para obtener muestras libres de materia orgánica para analizar nutrientes. El agua filtrada se colocó en botellas plásticas pre-lavadas de 250 ml y se guardaron en refrigeración hasta su análisis posterior. En total se obtuvieron 88 muestras de agua filtrada al finalizar las tres campañas.

La observación e identificación taxonómica de los organismos zooplanctónicos se realizó con un estéreo-microscopio con magnificaciones de 20x y 40x y con un microscopio de magnificación entre 10x y 20x. La identificación hasta género y en algunos casos especie y sexo se realizó por medio de las siguientes claves taxonómicas:

- Davies y Slotwinski, 2012. Australian Zooplankton Guide. Integrated Marine Observing System.
- Kasturirangan, 1963. A key for the identification of the more common planktonic copepoda of Indian Coastal Waters.
- Yousif *et al.*, 2011. Marine Zooplankton Practical Guide for the Northwestern Arabian Gulf..



Figura 11. Identificación de organismos con esteromicroscopio.

Cuando las muestras tenían una alta cantidad de organismos se usó un separador Folsom (Figura.12), el cual hace posible la subdivisión de una muestra para que sea más fácil su análisis. Este proceso se puede realizar las veces que sean necesarias tomando en cuenta siempre el factor de dilución (1/2; 1/6 etc). El conteo de individuos se realizó con una cámara de Bogorov de 15 ml de volumen (Figura.13), de izquierda a derecha y empezando en la primera línea de la cámara. Si se cuentan 100 individuos de un mismo orden, género o especie en la primera fila ya no se contará el resto de la cámara; en caso de que esto no se cumpla se debe contar el número de individuos en toda la cámara. Para determinar el número total de individuos se aplicó la fórmula de Bogorov:

$$Bogorov = \frac{\text{Número de Individuos Contados} \times \text{Factor de Dilución}}{\text{Volúmen de Agua Filtrado}}$$



Figura 12. Separador Folsom



Figura 13. Cámara de conteo Bogorov

Para determinar la biomasa del zooplancton se utilizó la metodología usada por Ara (2001), modificada en el número de individuos y en las horas de secado, debido a que en la presente investigación la cantidad de individuos por género no fue la suficiente para implementar la metodología previamente mencionada.

Se separaron de 3 a 5 individuos por género y especie dependiendo el caso, se los lavó con agua dulce y se colocaron en porta objetos y luego en un horno eléctrico a 60°C por 12 horas ya que si se extendía el tiempo de secado los especímenes se desintegraban. Después de un tiempo de enfriamiento a temperatura ambiente se determinó el peso seco (g) de cada género o especie por medio una balanza de precisión electrónica (Figura.14). Para calcular la biomasa se multiplicó el peso seco de cada orden por el número de individuos registrado.



Figura 14. Pesaje de individuos con una balanza de precisión electrónica

3.5 Análisis de Nutrientes

Las muestras de agua para nutrientes fueron analizadas en el Laboratorio de Ciencias Químicas de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), durante el mes de enero de 2016. Se determinó Fosfatos (PO_4^{3-}), Nitratos (NO_3^-), Silicatos (SiO_2) y Nitritos (NO_2^-).

Cada nutriente fue medido por separado por medio de la metodología estipulada en el libro “Standard Methods 35 for the Examination of Water and Wastewater” (Rice *et al.*, 2012).

Generalidades de los métodos

❖ Fosfato 4500-P.

“D. Stannous Chlorine Method 4-154”

El método está basado en la formación del ácido molibdofosfórico y su reducción con el cloruro estannoso, para generar un complejo intenso coloreado azul de molibdeno. La concentración mínima detectable está alrededor de $3\mu\text{g/L}$, por medio de un espectrofotómetro UV/visible a 690 nm de longitud de onda.

Los estándares utilizados en la preparación de la curva de calibración para cuantificar el ion fosfato fueron de las siguientes concentraciones: 0,01 ppm; 0,03 ppm; 0,07 ppm y 0,09 ppm, con las que posteriormente se realizó una curva de calibración.

❖ Nitrato 4500-NO₃

“B. Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method 4 – 122”

Esta técnica puede emplearse en muestras con una bajo contenido de materia orgánica. La determinación del nitrato (NO₃⁻) por medio del método ultravioleta mide la absorbancia del nitrato a 220 nm de longitud de onda.

❖ Silicato 4500-SiO₂

“C. Molibdosilicate Method 4-167 Colorymetric Method 4-120”

El principio del método se basa en el molibdato de amonio que al estar en un pH de 1,2 reacciona con el sílice y en presencia de fósforo produce heteropoliácido. Para destruir el ácido molibdofosfórico se añade ácido oxálico pero no destruye el ácido molibdosilicio. La mínima concentración detectable es de aproximadamente 1 mg SiO₂ en 50 ml con un espectrofotómetro a 410 nm de longitud de onda.

❖ Nitrito 4500-NO₂ –

“Colorymetric Method 4-120”

El nitrato (NO₃⁻), se determina por medio de la formación de un color morado en agua con un pH entre 2,0 a 2,5. El rango aplicable de este método usando un espectrofotómetro a 543 nm de longitud de onda, es de 10 a 1000 µg NO₂⁻ -N/L.

3.6 Análisis de Datos

Índice de Shannon-Wiener

El índice de Shannon-Wiener es uno de los más utilizados para cuantificar biodiversidad específica (Pla, 2006). Este índice es una medida del grado de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo de un conjunto de especies. Esta incertidumbre aumenta con el número de especies y con la distribución irregular de los individuos entre las especies. Shannon establece dos propiedades:

Es igual a cero, si sólo hay una especie en la muestra y es máximo, si todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. La diversidad de una población será mayor conforme muestre un mayor valor para Shannon (Delgado, 1997).

$$H' = - \sum P_1 * \ln P_1$$

Los valores de H' suelen encontrarse entre 0,00 a 5. Los sitios con valores de 0,1 a 0,5 se consideran sitios de baja diversidad, desde 1,6 a 3 son considerados de mediana diversidad y de 3,1 a 5 se consideran de alta diversidad (Yáñez, 2010).

Prueba de diversidad t modificada por Hutcheson

La mayoría de estudios que utilizan el índice de Shannon como medida de diversidad suelen comparar la diversidad entre comunidades mediante pruebas como la t modificada por Hutcheson (Zar, 1999). Este tipo de pruebas estadísticas pueden ser útiles para concluir si hay diferencias significativas entre valores del índice de Shannon (Moreno, 2011). En este trabajo, se comparó los valores de diversidad entre estacionalidades en un mismo punto y entre puntos durante la misma estacionalidad para obtener las diferencias estadísticas.

$$\frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{VarH'_1 + VarH'_2}}$$

Una vez obtenida la estadística t se determina si existe o no diferencias estadísticas significativas dependiendo si este valor calculado es mayor o menor al α (0,05). Si el valor de $p > 0,05$ no existe una diferencia estadística significativa entre las diversidades comparadas. Si por el contrario el valor de $p \leq 0,05$, si existe diferencia estadística significativa entre las diversidades comparadas (Zar, 1999).

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Factores abióticos

Fluorescencia, salinidad y temperatura (Abril -Estación Húmeda)

El perfil de la columna de agua en la zona norte mostró niveles de fluorescencia altos de 15 a 21 m de profundidad entre valores de 1,05 y 1,20 mg/m^3 de clorofila (Figura.15). Por su parte los resultados de la zona sur reflejan una baja concentración de clorofila con valores entre 0,62 – 0,77 mg/m^3 de los 15 a los 41m (Figura.16).

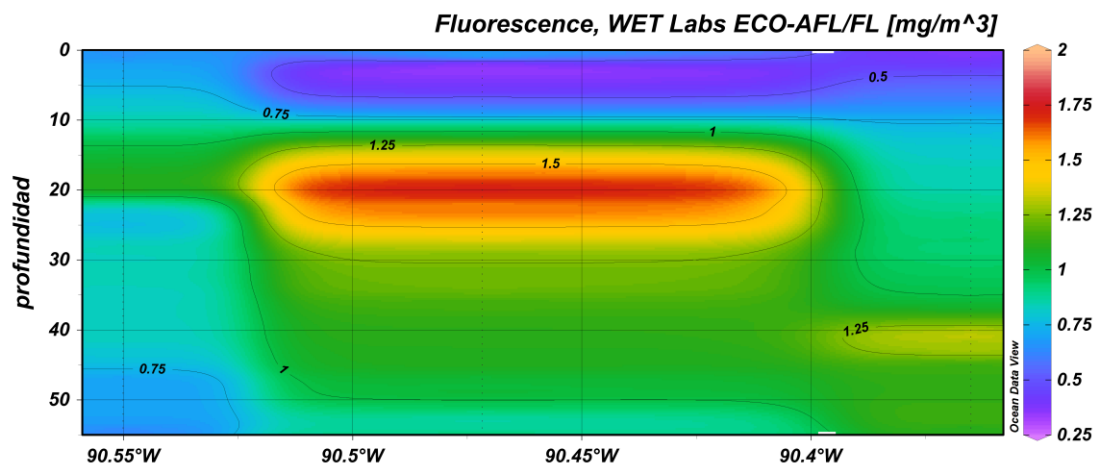


Figura 15. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La fluorescencia aumenta de 0,75 a 1,20 mg/m^3 de clorofila

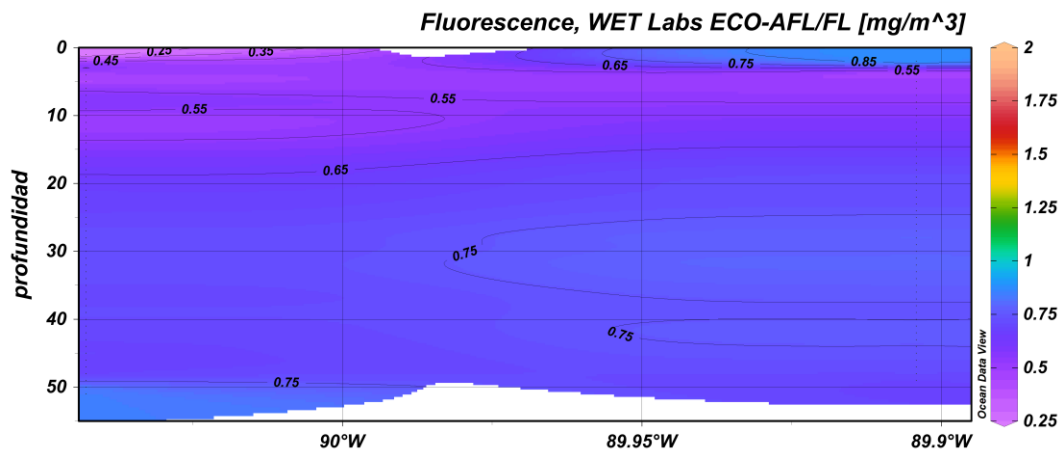


Figura 16. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La cantidad de fluorescencia es baja en todos los puntos de muestreo.

Los valores de salinidad se expresaron en PSU (Practical Salinity Unit), un valor medio para todos los océanos del mundo es de 35 ppm o 35 psu. Durante la estación seca oscilaron entre 33,71 y 34,54 psu, para la zona norte mientras que en la zona sur los valores variaron entre 34,23 y 34,79 psu. Se puede observar un aumento a 34,8 psu en la zona norte en el punto control a partir de los 30 m hasta los 50 m de profundidad en comparación con los bajos que se mantienen en 34,5 psu (Figura.17)

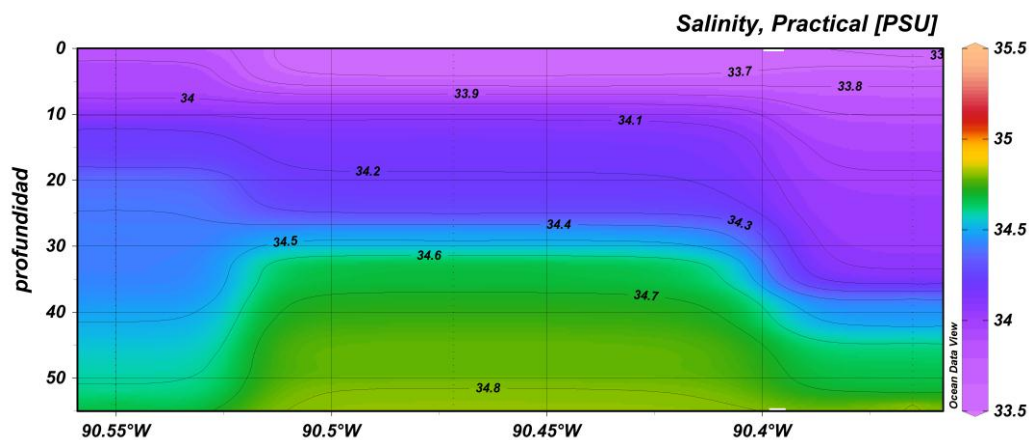


Figura 17. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La cantidad de salinidad va aumentando de 34 a 34,8 psu a medida que la profundidad aumenta

En la zona sur no se observa un cambio pronunciado en la concentración de salinidad a medida que aumenta la profundidad de muestreo, los valores van de 34,5 psu a 34,7 psu. En este caso los bajos y el punto control presentan condiciones similares para este parámetro fisicoquímico (Figura.18).

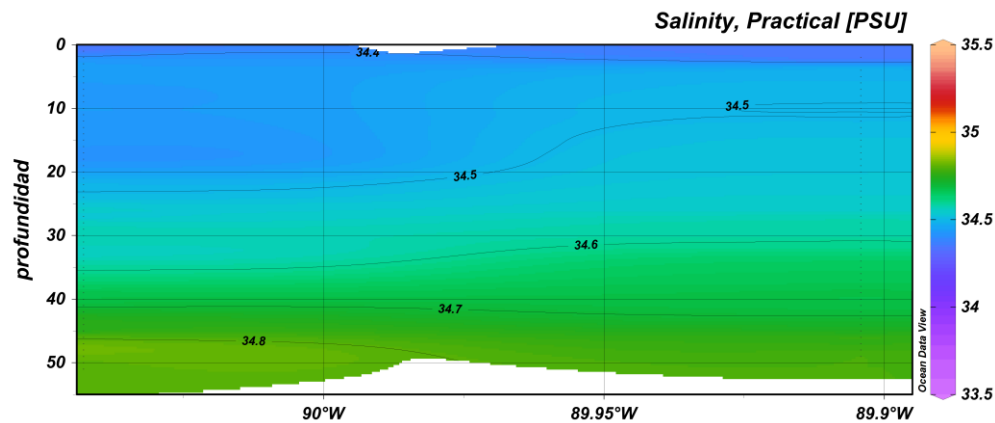


Figura 18. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de abril en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La concentración de salinidad es constante en todos los puntos sin sobrepasar los 34,7 psu

La temperatura del agua en la zona norte presentó un valor de 27,5 °C en la capa superficial y de 24,5 °C a partir de los 41m de profundidad (Fig. 19). En el caso del Bajo “La Estampa” y el Punto Control, la temperatura empieza a disminuir a partir de los 20m de profundidad, mientras que en el Bajo “Tiburón Arrecho” este cambio se evidenció a profundidades mayores a 30m y con una temperatura de 25,5 °C a 50m.

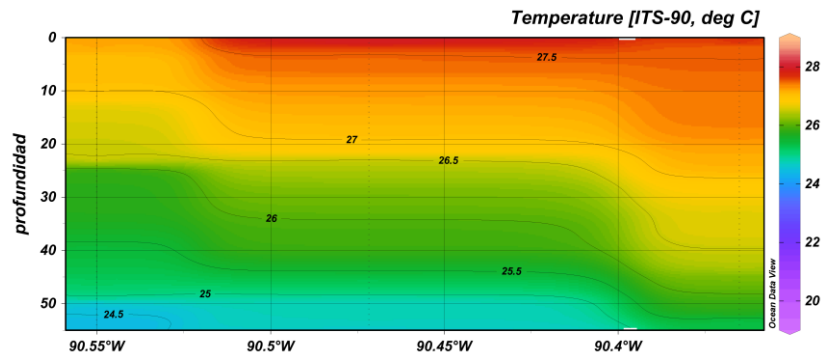


Figura 19. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación húmeda en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura va disminuyendo de 27,5 a 24,8 °C.

En la zona sur la temperatura superficial es de 26,5°C y disminuyó hasta los 24°C a 50 m de profundidad (Figura.20). El patrón de temperatura es constante en todos los puntos de muestreo.

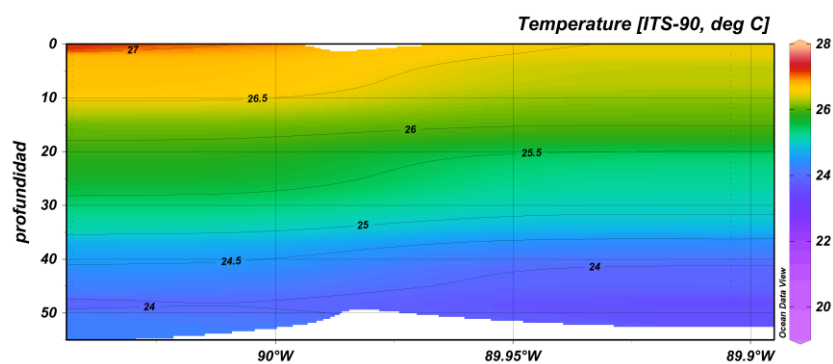


Figura 20. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación húmeda en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura va disminuyendo de 27 a 24°C.

Salinidad y temperatura estación de Transición (Junio)

El perfil de la columna de agua en la zona norte mostró niveles de salinidad 34,7 psu en la capa superficial y aumentó hasta 35 psu a los 50m, un poco más elevados en comparación con el mes de abril (Figura.21).

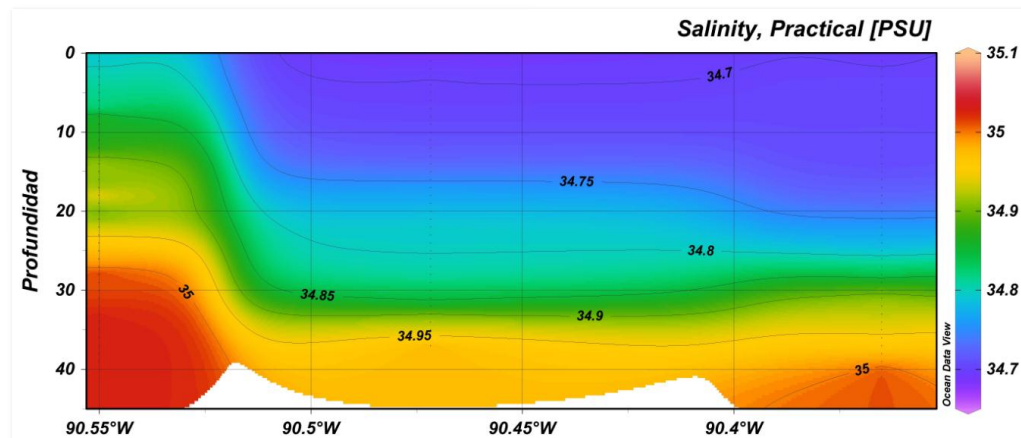


Figura 21. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación de transición en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La concentración de salinidad aumenta de 34,7 a 35 psu a mayor profundidad

La zona sur mostró niveles 34,6 – 35 psu en la zona de los bajos y de 34,8 psu en el punto control (Figura.22). La concentración de salinidad en esta zona no varió con respecto a los valores obtenidos en la estación seca.

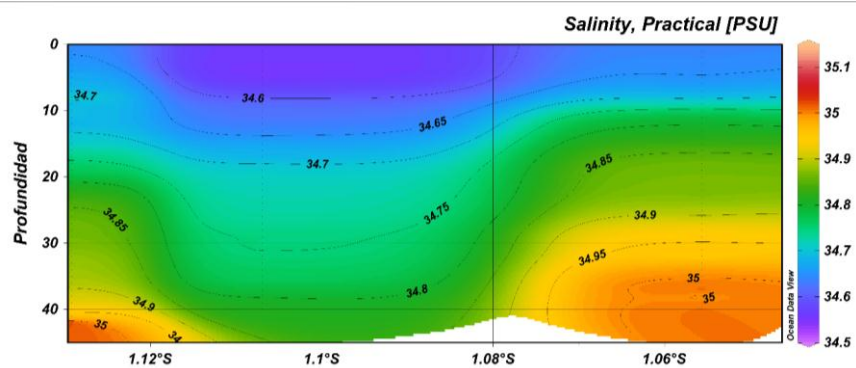


Figura 22. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de junio (estación de transición) en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La concentración de salinidad aumenta de 36,6 a 35 psu a mayor profundidad.

El perfil de temperatura en la zona norte durante el mes de junio mostró niveles de 27 °C en la capa superficial y disminuyó hasta 23°C en La Estampa mientras que el Punto Control Norte y Tiburón Arrecho llegó hasta 24,5°C (Figura.23).

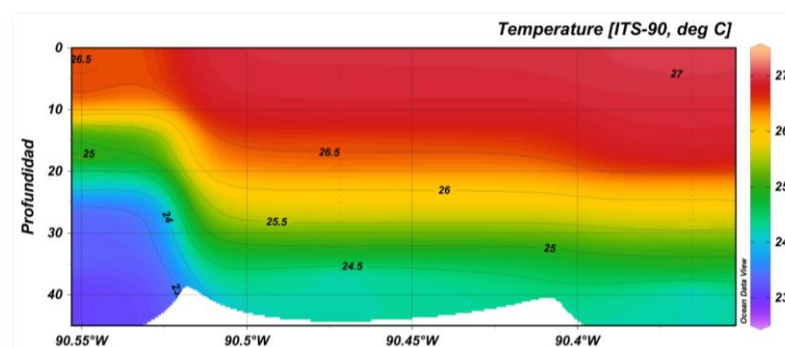


Figura 23. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante el mes de junio (estación de transición) en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura disminuye de 27 a 23C a mayor profundidad

En la zona sur el perfil de temperatura mostró valores de 27,5°C a 26,5°C en el Bajo Hancock y el Punto Control Sur, mientras que en el Bajo Ruso disminuye hasta los 25°C (Figura.24).

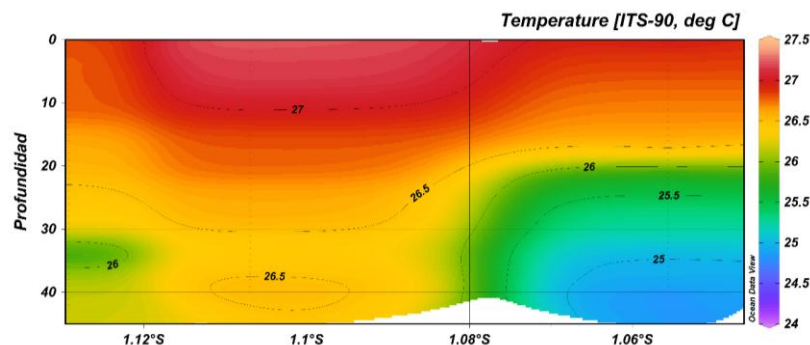


Figura 24. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante el mes de junio (estación de transición) en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura disminuye de 27 a 25°C a mayor profundidad

Fluorescencia, salinidad y temperatura (Octubre estación seca)

La columna de agua en la zona norte para el mes de Octubre registró valores de fluorescencia bajos entre 0,75 mg/m³ y 0,5 mg/m³ en la capa superficial aumentando hasta 1 mg/m³ entre los 30 y 40 m de profundidad (Figura.25).

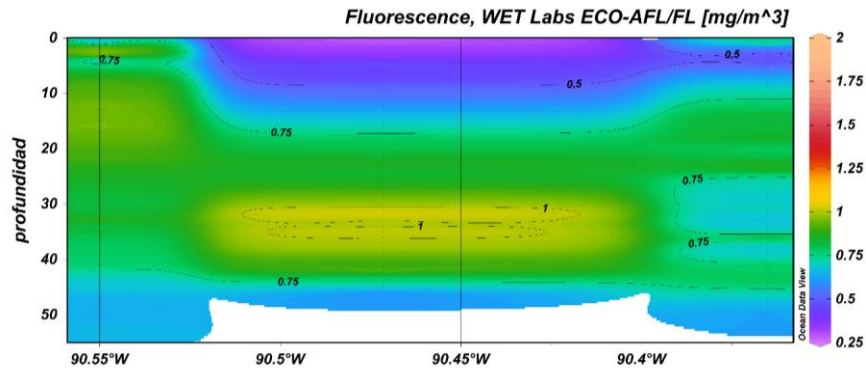


Figura 25. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos.

Los valores de fluorescencia en la zona sur durante el mes de octubre fueron bajos de 0,55 mg/m^3 en la superficie y de 0,75 mg/m^3 a 50 metros de profundidad, aumentando a 0,95 mg/m^3 a 20 m (Figura.26).

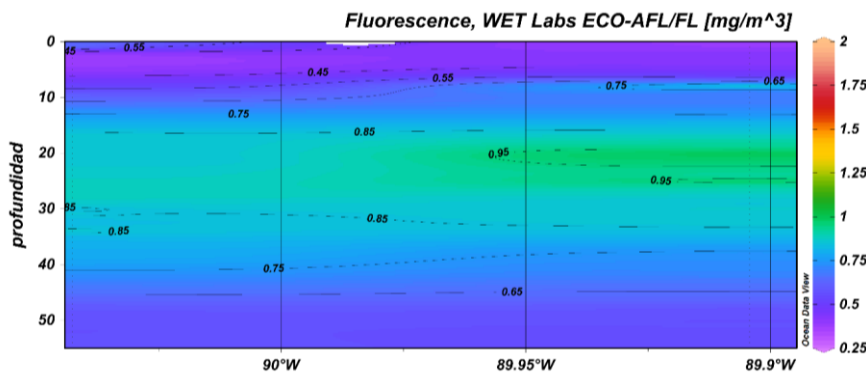


Figura 26. Perfil de fluorescencia de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos

Los valores de concentración de salinidad para la estación seca para el mes de octubre fueron de 35 psu y 35,5 psu para la zona norte y sur respectivamente. En la zona norte el valor es de 34,97psu y 35 psu en todos los puntos de muestreo y a todas las profundidades (Figura.27).

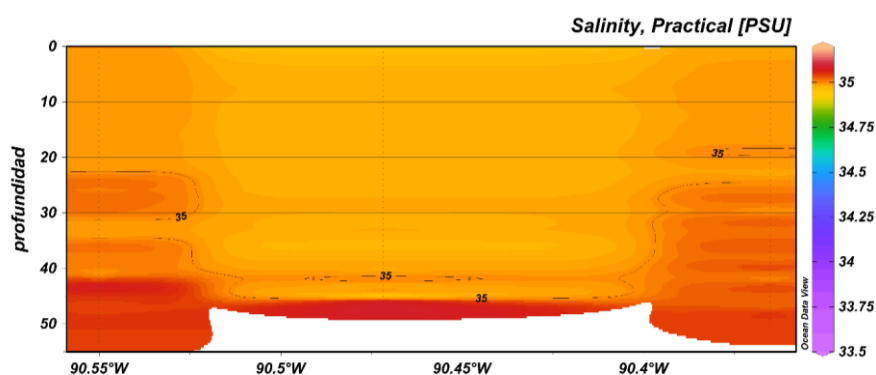


Figura 27. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos la concentración es de 35 psu en todos los puntos.

En la zona sur los valores se mantuvieron al igual que en la zona norte, en esta caso la capa superficial 34,7 psu aumentando a 35 psu y manteniéndose así a lo largo de la columna de agua en todos los puntos de muestreo (Figura.28).

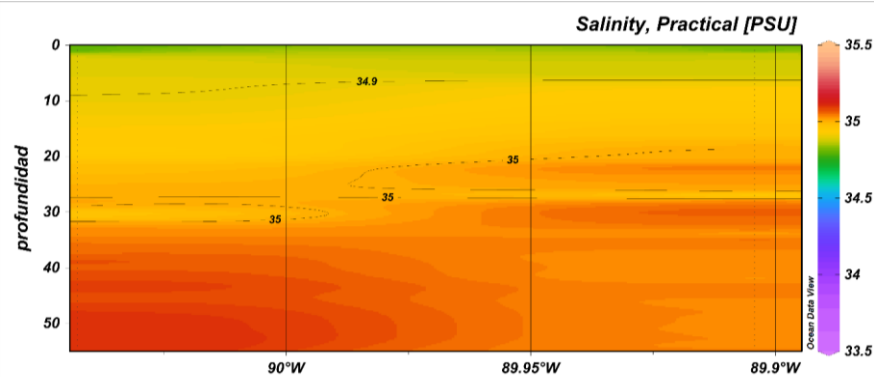


Figura 28. Perfil de salinidad de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos la concentración fue de 35 psu en todos los puntos.

Durante la estación seca la temperatura del agua disminuyó en las dos zonas muestreadas durante el mes de octubre de 2015. En la zona norte capa superficial presenta un valor de 23,5° C bajando hasta 20,5°C a 50 m de profundidad (Figura.29).

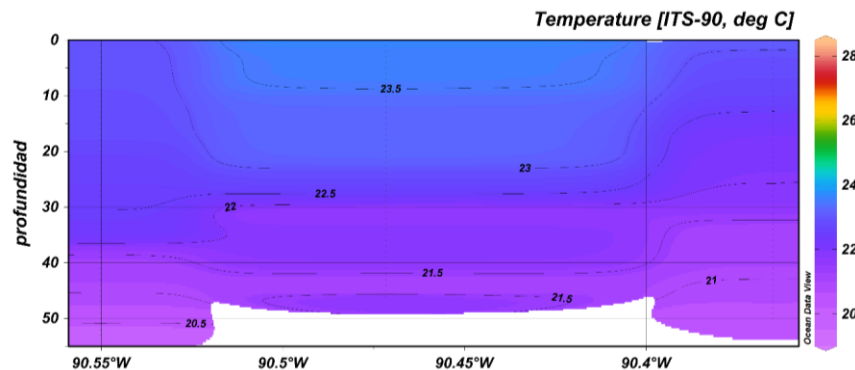


Figura 29. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona norte durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura se mantuvo por debajo de 23,5°C.

En la zona sur la temperatura inicial es de 23°C y disminuye hasta los 19°C a 18,3°C a partir de los 40m de profundidad (Figura.30).

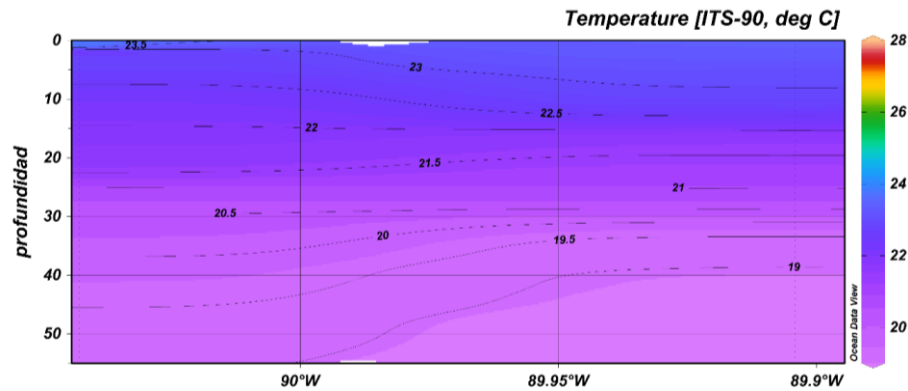


Figura 30. Perfil de temperatura de 0-50 m en el área de muestreo de la zona sur durante la estación seca en la Isla Santa Cruz, Reserva Marina de Galápagos. La temperatura se mantuvo bajo los 23°C.

4.2 Nutrientes

Los resultados de la concentración de nutrientes promedio reflejaron valores muy bajos para Fosfatos en todos los puntos y en cada estación de muestreo (Figura.31). Los valores más altos fueron de 0,40 $\mu\text{mol/L}$ y el menor de 0,01 $\mu\text{mol/L}$.

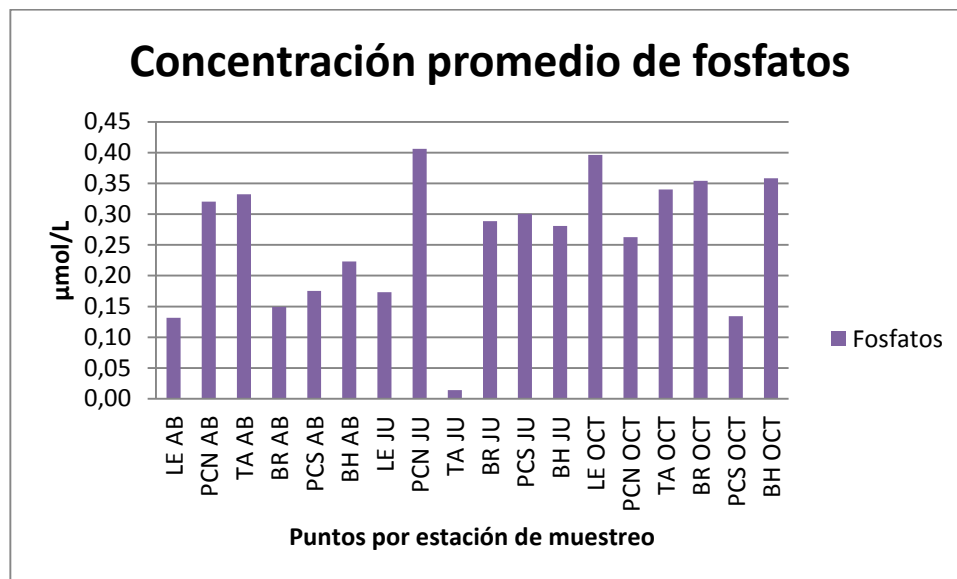


Figura 31. Concentración de Fosfatos promedio ($\mu\text{g/L}$) medido en las muestras de agua obtenidas en las tres campañas de muestreo

Los resultados obtenidos señalan que hay una concentración mayor de Nitratos y Silicatos en comparación con los Fosfatos. La concentración de Nitratos es la mayor con valores de $45,38 \mu\text{mol/L}$ (Figura.32)

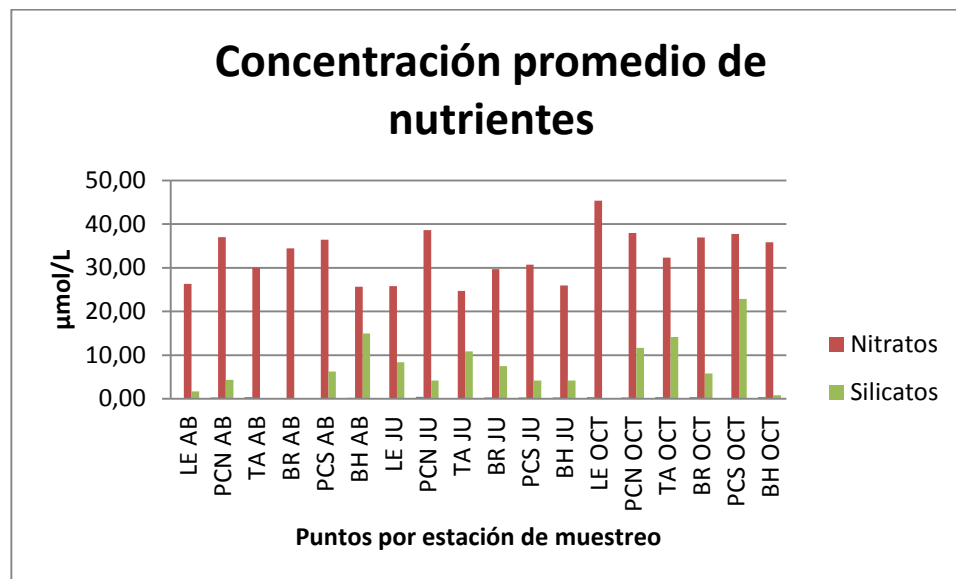


Figura 32. Concentración promedio de Nitratos y Silicatos ($\mu\text{g/L}$) en las muestras de agua obtenidas en las tres campañas de muestreo.

4. 3 Factores Bióticos

Durante las tres campañas de muestreo se identificó un total de 17 Clases, 21 Órdenes y 86 especies de zooplancton. Los copépodos fueron el grupo más dominante en todos los puntos de muestreo durante las tres estaciones, con un 67,3 % de abundancia en términos de individuos por metro cúbico, seguido por la clase Malacostrácea con 14,5 % y en menor porcentaje ordenes como Pterópoda, Sálpida y Anfípoda representados entre 3,3 y 1,2 %. Un buen porcentaje de las especies estuvieron compartidas en todos los puntos durante las tres estaciones. Los órdenes y especies más representativos durante las tres campañas se resumen en la tabla 4 para la zona norte y sur.

En la estación húmeda se identificaron 72 especies, el orden Copépoda fue el más representativo seguido por los organismos gelatinosos de los órdenes Sálpida y el Filo Chaetognatha. La estación de transición se identificaron 55 especies con cambios en la composición de la comunidad zooplanctónica con respecto a las especies registradas en la temporada húmeda como en el caso del género *Cresseis* sp, el cual aumento su presencia al igual que la etapa larval de nauplio, los copépodos siguen siendo grupo dominante y se registró la larva de un calamar. En la estación seca se identificaron 66 especies y la composición de la comunidad zooplanctónica tuvo cambios significativos en la abundancia de individuos sobre todo en el número de especies registradas a 40m de profundidad (Tablas 3, 4, 5, 6,7).

4.4 Índice de Shannon

Los resultados del índice reflejaron que durante la estación húmeda en la zona norte La Estampa presentó una diversidad de $H' = 2,92$; el bajo Tiburón Arrecho $H' = 2,43$ y el Punto Control Norte $H' = 2,62$; por lo que todos los puntos tuvieron un valor de diversidad media. Para la siguiente estación de transición en la misma zona, los puntos Tiburón Arrecho y Punto Control Norte presentaron valores de diversidad media de $H' = 2,99$ y $H' = 2,72$ respectivamente, mientras que el bajo La Estampa tuvo un valor de diversidad alta de $H' = 3,05$. En la estación seca el bajo La Estampa disminuyo su valor a $H' = 2,70$ considerado como diversidad media, por su parte el bajo Tiburón Arrecho y el Punto Control Norte se mantuvieron con valores de diversidad media de $H' = 2,74$ y $H' = 2,45$ respectivamente.

En la zona sur los resultados del índice durante la estación húmeda indican que los bajos Ruso y Hancock presentaron una diversidad media de $H' = 2,62$ y $H' = 2,97$

respectivamente, mientras que el Punto Control Sur tuvo una diversidad alta de $H' = 3,10$ respectivamente. En la estación de transición tanto los bajos como el punto control presentaron una diversidad media con valores de $H' = 2,78$ para el bajo Ruso y $H' = 2,75$ para el bajo Hancock y de $H' = 2,88$ para el Punto Control Sur. Los resultados en la estación seca para el bajo Ruso y el Punto Control Sur presentaron una diversidad alta con valores de $H' = 3,14$ y $H' = 3$ respectivamente mientras que el bajo Hancock se mantuvo con una diversidad media con un valor de $H' = 2,78$.

4.5 Prueba de diversidad t modificada por Hutcheson

Los resultados de la prueba de t modificada al comparar la diversidad entre estacionalidades reflejaron que en la zona norte el bajo La Estampa no presentó diferencias estadísticas significativas en la estación húmeda y de transición; el bajo Tiburón Arrecho no presentó diferencias significativas en las estaciones húmeda y seca, lo mismo ocurrió en el Punto Control Norte. Sin embargo, los resultados reflejaron que la diversidad del bajo La Estampa presentó diferencias estadísticamente significativa al comparar la estación húmeda con la seca y la de transición con la seca. El bajo Tiburón Arrecho presentó diferencias estadísticas significativas al comparar la diversidad de la estación húmeda con la de transición y la estación seca con la de transición. En el Punto Control Norte al comparar la estación húmeda con la de transición y la estación seca con transición sí presentaron diferencias estadísticas significativas. En la zona sur los resultados para el bajo Ruso y el Punto Control Sur sí reflejaron una diferencia significativa relacionada con la estacionalidad en todos los puntos. El bajo Hancock al comparar la diversidad de la estación húmeda y de transición y húmeda y seca sí presentaron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, los resultados del bajo Hancock durante la estación de transición y seca no presentaron diferencia estadística significativas (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la prueba de t modificada por Hutcheson para estacionalidad. Las tonalidades azules señalan los resultados menores a $p= 0,05$ y las tonalidades rojas los valores mayores a $p= 0,05$

Punto /Shannon		Prueba modificada de t
LE AB/ 2,92	LE JU/ 3,05	0,062
LE AB/ 2,92	LE OCT/2,70	0,005
LE JU/3,05	LE OCT/2,70	2,81 E-08
TA AB/2,43	TA JU/2,99	4,81 E-07
TA AB/ 2,99	TA OCT/2,74	0,101
TA JU/ 2,99	TA OCT/2,74	0,0002
PCN AB/2,62	PCN JU/2,72	0,001
PCN AB/2,62	PCN OCT/2,45	0,896
PCN JU/2,72	PCN OCT/2,45	0,025
BR AB/2,62	BR JU/2,78	0,029
BR AB/2,62	BR OCT/3,14	3, 69 E-09
BR JU/ 2,78	BR OCT/3,14	2, 171 E-06
BH AB/2,97	BH JU/2,75	0,0003
BH AB/2,97	BH OCT/ 2,78	0,016
BH JU/ 2,75	BH OCT/ 2,78	0,552
PCS AB/3,10	PCS JU/ 2,88	0,00015
PCS AB/3,10	PCS OCT/ 3	0,05
PCS JU/ 2,88	PCS OCT/ 3	0,034

Los resultados de la prueba de t modificada al comparar la diversidad entre puntos muestreados indicaron que sí existen diferencias estadísticas significativas al comparar los resultados de diversidad en la zona norte durante la estación húmeda. En la estación de

transición en la zona norte los resultados reflejaron que sí existe diferencia significativa al comparar la diversidad del Punto Control Norte con los bajos La Estampa y Tiburón Arrecho. Sin embargo los dos bajos no presentan diferencias entre sí. Los resultados en la estación seca reflejaron que al comparar la diversidad del Punto Control Norte y los bajos, sí existe una diferencia significativa, por su parte no existe diferencia entre los bajos de la zona norte durante la estación seca.

En la zona sur en la estación húmeda los bajos Ruso y Hancock sí presentaron diferencias estadísticas entre sí, pero al comparar el Punto Control Sur con el bajo Hancock no hay diferencia significativa. En la estación seca al comparar los bajos entre sí y al bajo Ruso con el Punto Control Sur los resultados reflejaron que no presentaron diferencias estadísticas, pero el bajo Hancock y el punto control sí presentan diferencia estadísticas significativas. En la estación seca los tres puntos presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de la prueba de t modificada por Hutcherson. Las tonalidades azules señalan los resultados menores a $p= 0,05$ y las tonalidades rojas los valores mayores a $p= 0,05$

Punto/Shannon		Prueba modificada de t		
		LE/PCN	LE/ TA	PCN/TA
Húmeda (AB)	LE /2,92	0,46 E-07	0,00019	0,05
	PCN/ 2,62			
	TA / 2,43			
Transición (JU)	LE / 3,05	1,78 E-10	0,294	1,73 E-10
	PCN / 2,72			
	TA/ 2,99			
Seca (OCT)	LE /2,70	0,05	0,59	0,02
	PCN/ 2,45			
	TA/ 2,74			
		BR/PCS	BR/BH	PCS/BH
Húmeda (AB)	BR / 2,62	4,53 E-11	6,85 E-5	0,065
	PCS/3,10			
	BH/ 2,97			
Transición (JU)	BR/2,78	0,085	0,50	0,009
	PCS/2,88			
	BH/2,75			
Seca (OCT)	BR/3,14	0,05	3,54 E-05	0,001
	PCS/ 3			
	BH/ 2,78			

4.6 Abundancia

Los órdenes más abundantes para la zona norte durante la estación húmeda fueron Calanoida y Poecilostomatoida con 230 y 140 ind/m³ respectivamente para los bajos (Figura.33). En el punto control el orden Calanoida se mantuvo entre los más diversos con 170 ind/m³ seguido por el orden Decápoda con 120 ind/m³.

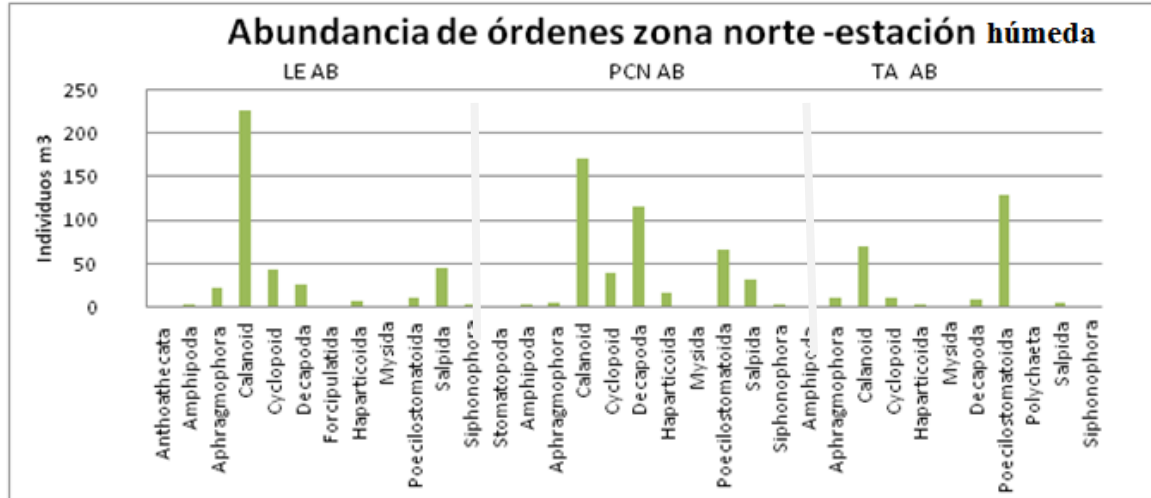


Figura 33. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Norte (PCN) en abril 2015.

Las especies más abundantes fueron *Chaetognatha*, *Acartia tranteri*, *Acrocalanus* sp., *Calocalanus* sp, *Clausocalanus* sp., *Calocalanus pavo*., *Euchaeta marina*., *Paracalanus* sp1., *Paracalanus* sp2., *Oithona plumífera*., *Oncaea* sp y el estadio Zoea del infraorden Brachyura.

Los órdenes más diversos para la zona sur durante la estación húmeda fueron Calanoida y Cyclopoida en los bajos con 120 y 180 ind/m³, mientras que el punto control registró una mayor diversidad del Orden Calanoida y Poecilostomatoida (Figura.34).

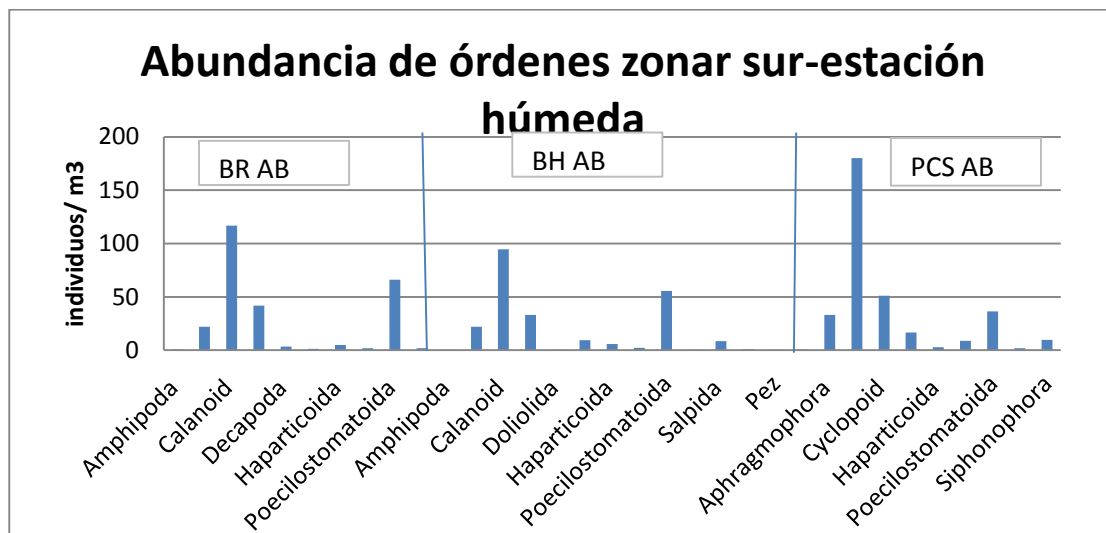


Figura 34. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m³) para la zona sur en los bajos Ruso (BR), Hancock (BH) y el Punto Control Sur (PCS) en abril 2015.

Las especies más abundantes en la zona sur durante las estación húmeda fueron *Clausocalanus* sp., *Calocalanus pavo*, *Farranula carinata* y *Paracalanus* sp., y *Oithona plumífera*.

La estación de transición presento cambios en la composición de la comunidad zooplanctónica con respecto a las especies registradas en la temporada húmeda como en el caso del género *Cresseis* sp., el cual aumento su presencia al igual que la etapa larval de nauplio, los copépodos siguen siendo grupo dominante y se registro la larva de un calamar.

Los órdenes más abundantes durante la estación de transición en la zona norte fueron Calanoida con 200 ind/m³ y Cyclopida con 60 ind/m³ en los bajos, mientras que el punto

control registra la diversidad mayor para el orden Cyclopida con 150 ind/m³ seguido por el orden Anfípoda con 120 ind/m³ (Figura.35).

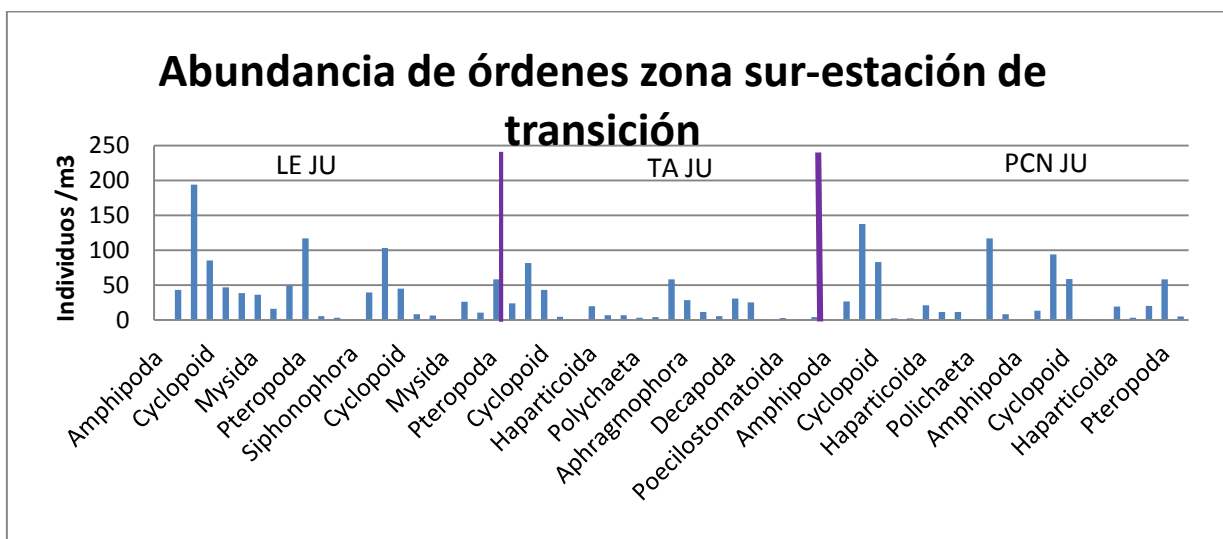


Figura 35. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Norte (PCN) en junio 2015.

En la zona sur los órdenes más diversos fueron Calanoida, Decápoda y Pterópoda con 180 ind/m³, 125 ind/m³ y 120 ind/m³ respectivamente, por su parte el punto control los órdenes Cyclopida y Pterópoda cerca de los 80 ind/m³ (Figura.36).

La principales especies identificadas durante la estación de transición en el mes de junio no cambiaron significativamente entre la zona norte y sur, las especies fueron; *Cresseis* sp., larvas del orden Mysida, *Acrocalanus* sp., *Farranula carinata* y nauplios.

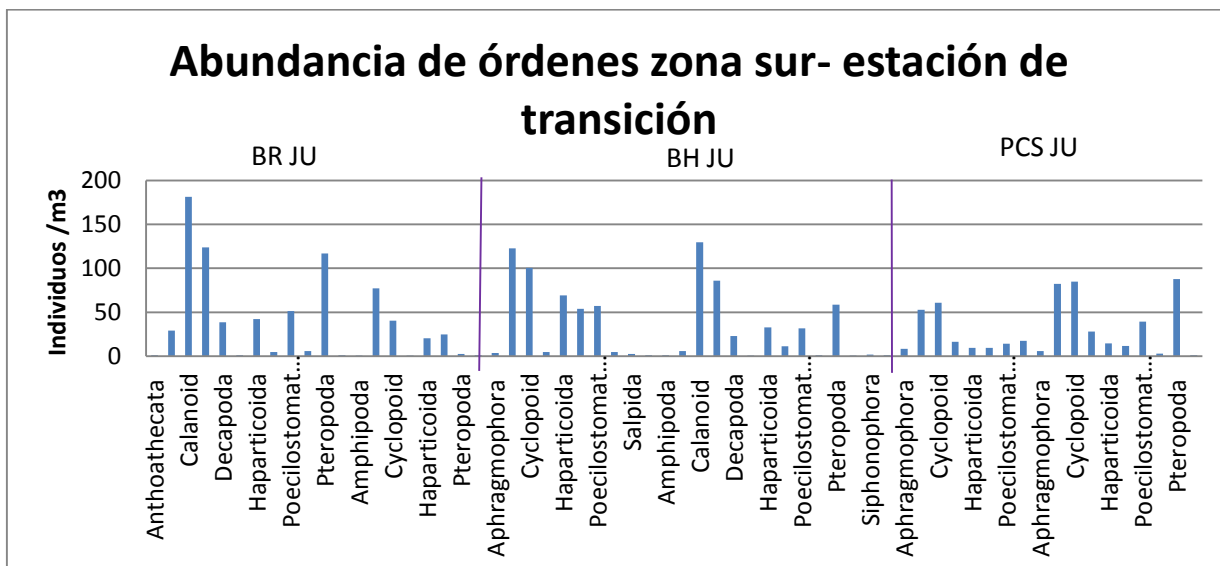


Figura 36. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m³) para la zona sur en los bajos Ruso (BR), Hancock (BH) y el Punto Control Sur (PCS) en junio 2015.

Los órdenes más abundantes para la estación seca en la zona norte fueron Haparticoida con 120 ind/m³ y Cyclopoida con 80 ind/m³ para los bajos, el punto control por otra parte no refleja un orden que sobresalga. En la zona sur el punto control presenta el orden más abundante Cyclopoida con 200 ind/m³, mientras que en los bajos el orden Calanoida sobresale con 150 ind/m³ (Figuras.37-38).

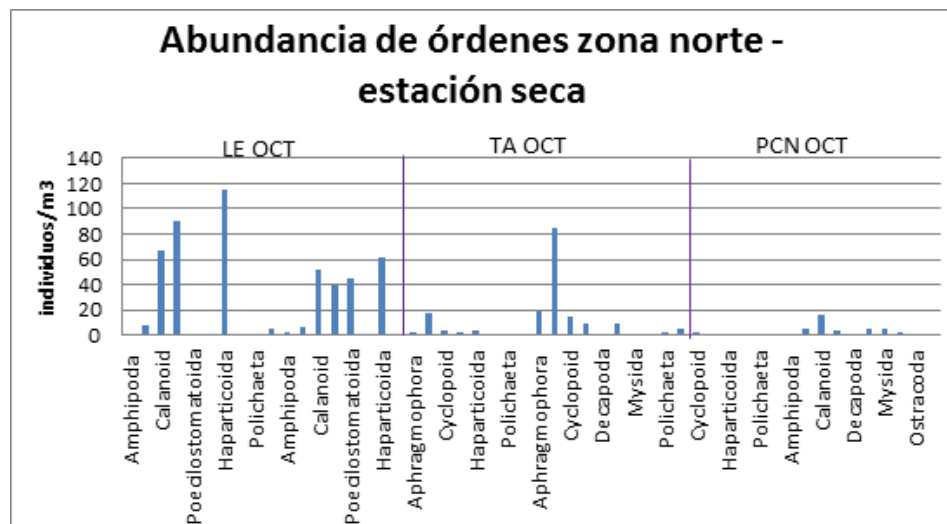


Figura 37. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Sur (PCS) en octubre 2015.

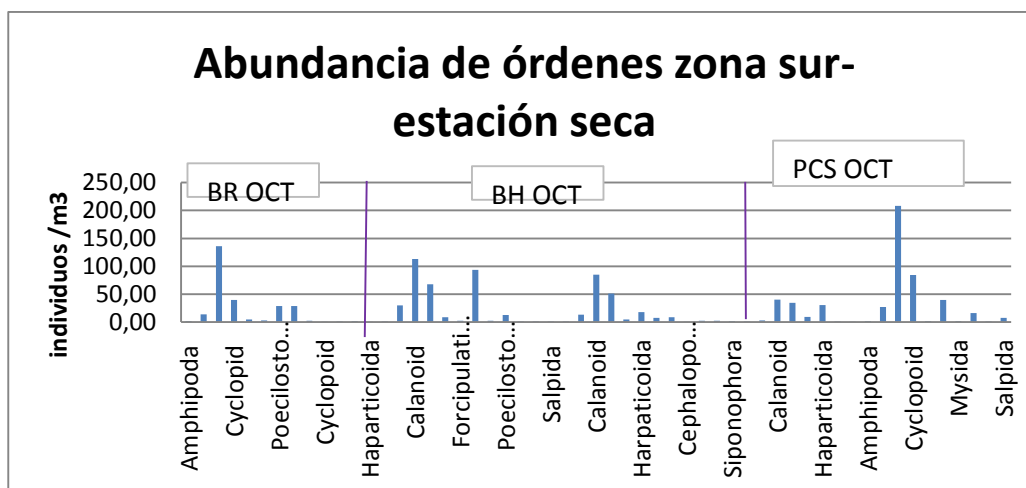


Figura 38. Gráfico de abundancia de órdenes (ind/m³) para la zona norte en los bajos La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y el Punto Control Sur (PCS) en octubre 2015.

La estación seca del mes de octubre presentó especies que no se registraron anteriormente mientras que otras especies que si se presentaron en abril y junio se mantuvieron como en la caso de *Microsetella* sp., *Paracalanus* sp1 y *Paracalanus* sp2., *Oithona brevicornis* y *Chaetognatha*, tanto en la zona norte como en la sur. Las especies principales fueron *Rhincalanus nasutus*, *Clausocalanus* sp., *Microsetella* sp y *Chaetognatha*.

4. 7. Biomasa

Los resultados para la biomasa obtenida a partir del peso seco promedio de al menos tres organismos de cada especie, de los órdenes registrados en la zona norte reflejan que los Sálpidos aportan con la mayor cantidad de biomasa con 240 g/L, seguido por Aphragmophora con 80 g/L (Figura.39). En la estación húmeda los órdenes Mysida, Siphonophora, Cyclopoida y Anfípoda entre otros son los menos representativos con menos de 45 g/L (Figura.40).

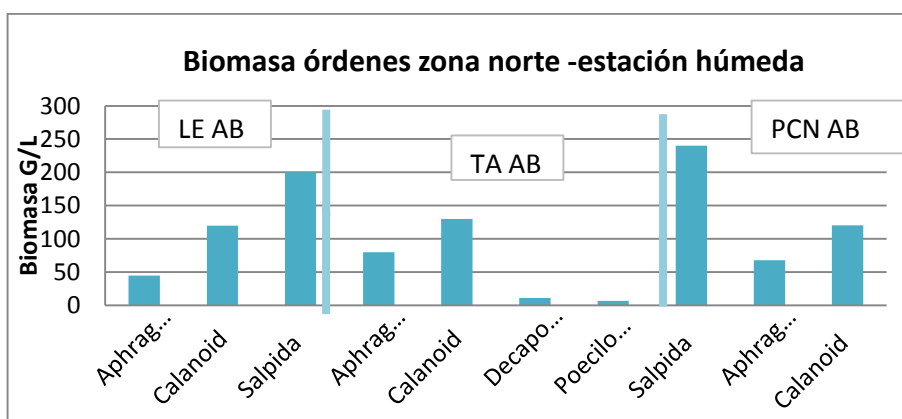


Figura 39. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación húmeda, abril 2015.

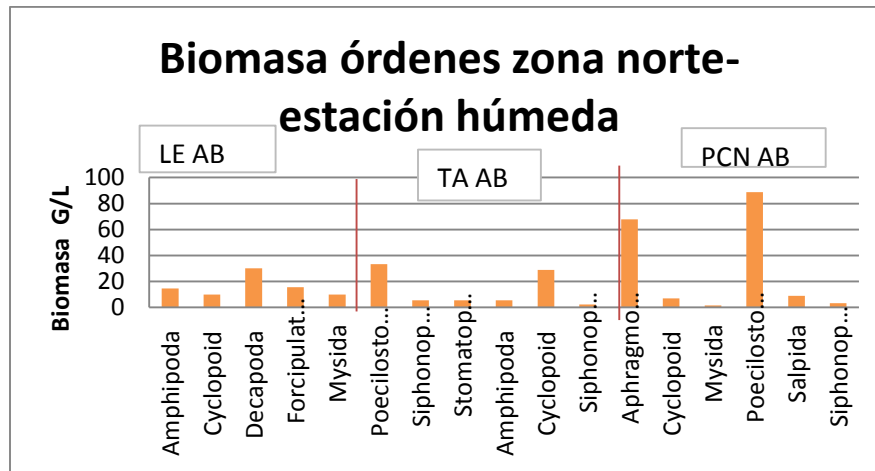


Figura 40. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación húmeda, abril 2015.

En la zona sur el mayor aporte de biomasa lo tienen el orden Calanoida, con 120 g/L (Figura.41). Mientras que ordenes Doloida, Decápoda y Poecilostomatoida tienen los valores más bajos con menos de 6 g/L (Figura. 42).

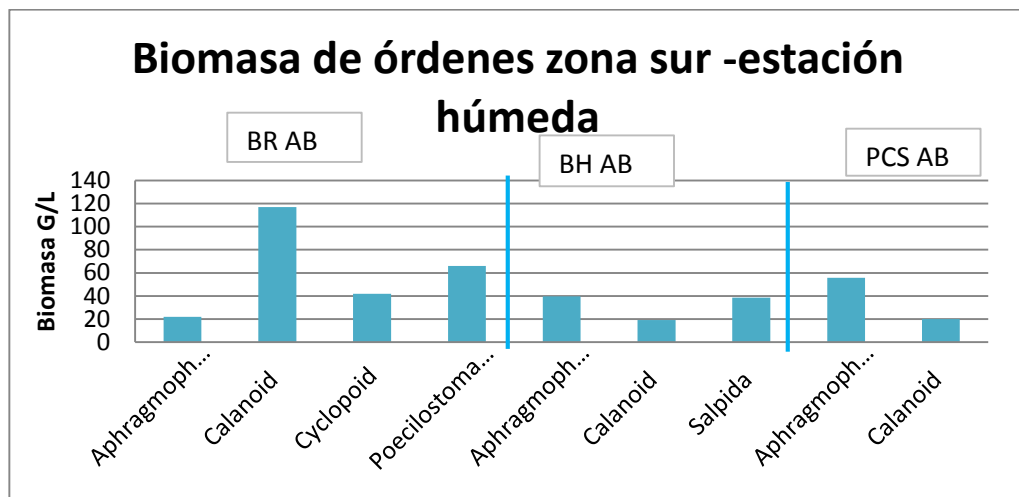


Figura 41. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona sur durante la estación húmeda, abril 2015.

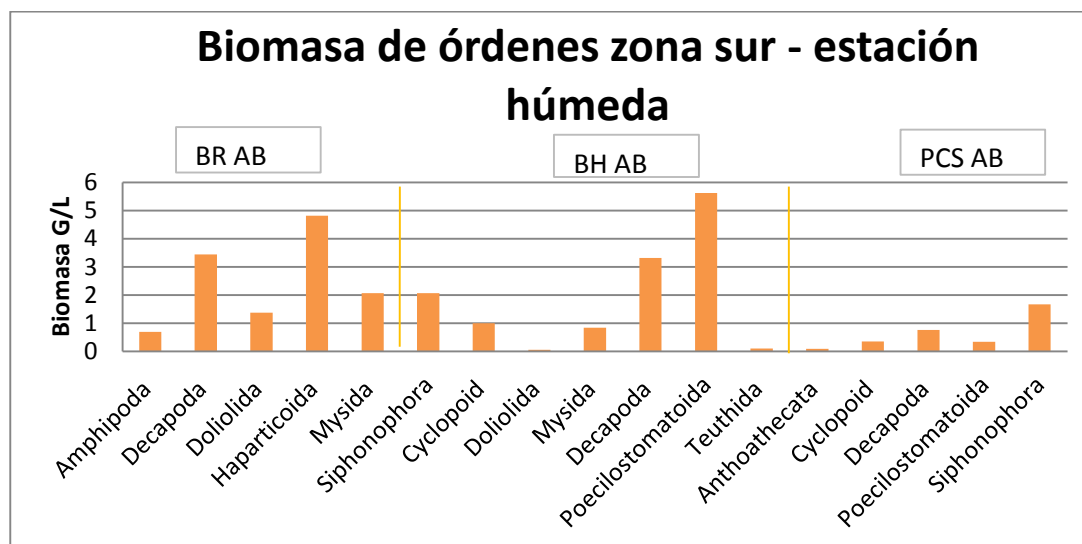


Figura 42. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona sur durante la estación húmeda, abril 2015.

En la estación de transición es posible evidenciar que en la zona norte el orden Aphragmophora, aporta con la mayor cantidad de biomasa con 229 g/L seguida por Calanoida y Cyclopoida (Figura.43). Los órdenes Calanoida, Haparticoida y Mysida presentan el menor aporte de biomasa con menos de 5 g/L (Figura.44).

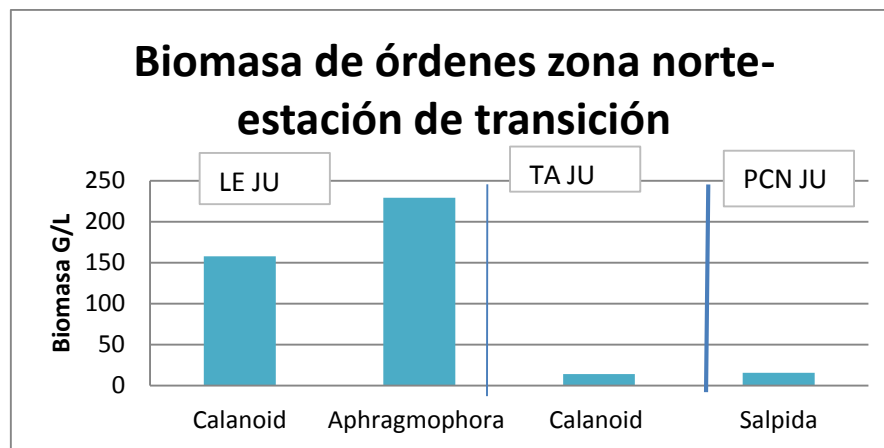


Figura 43. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación de transición junio 2015.

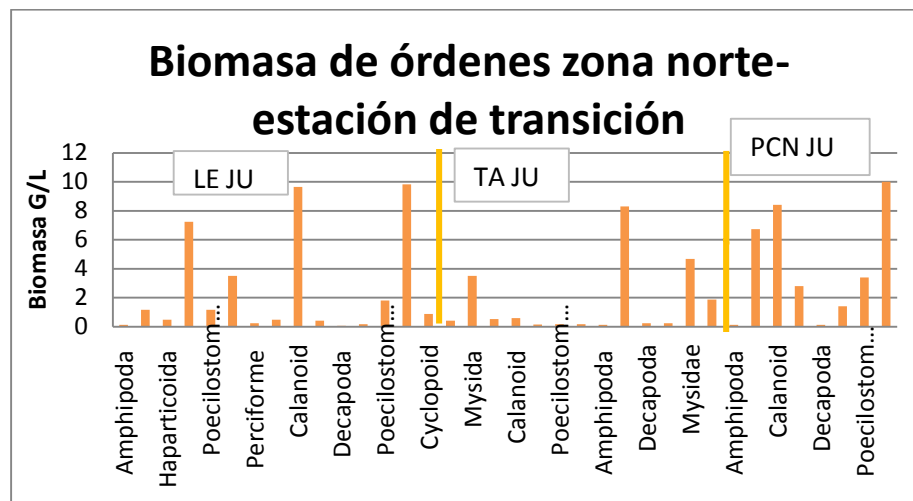


Figura 44. Órdenes con la menor biomasa zooplancónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación de transición junio 2015.

En la zona sur los resultados de biomasa reflejan que el orden que aporta con la mayor cantidad de biomasa durante la estación de transición es Aphragmophora con 29,22 g/L, seguido por Mysida con 28,89 g/L (Figura.45). Los órdenes menos representativos en el sur fueron Cyclopoida, Decápoda y Poecilostomatoida con menos de 5 g/L (Figura.46).

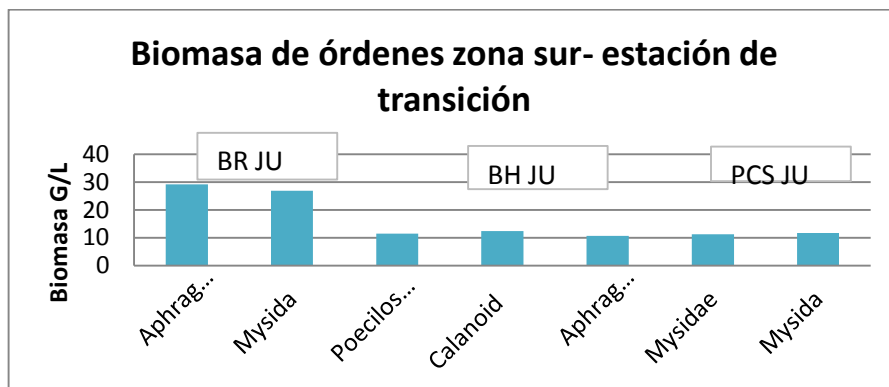


Figura 45. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS), durante la estación de transición junio 2015

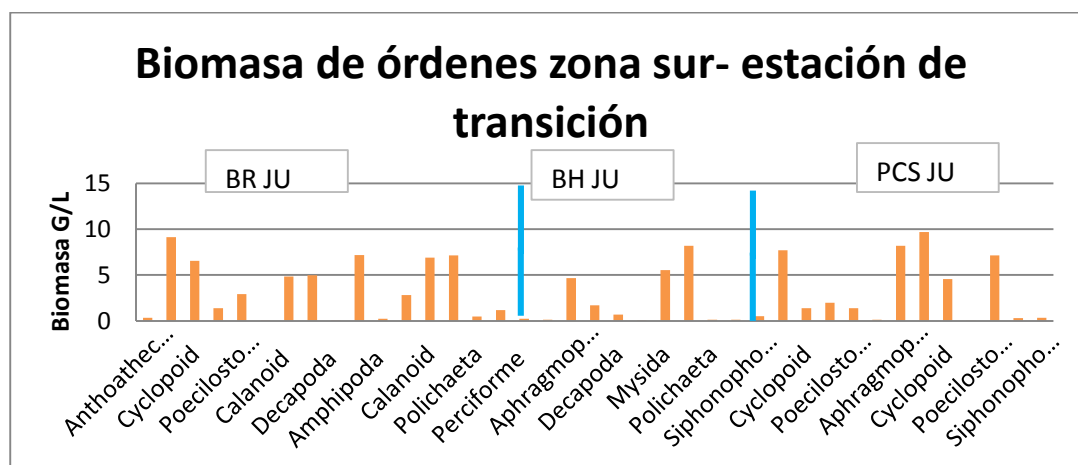


Figura 46. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS), durante la estación de transición junio 2015.

La biomasa de algunos órdenes se mantiene en cada una de las estaciones como es el caso de Calanoida y Cyclopoida. Los resultados de octubre indican que en la estación seca un orden aporta significativamente a la biomasa de zooplancton; el orden Aphragamophra con 25 g/L en la zona norte y 35g/L en la zona sur (Figura.47). Los órdenes con el menor aporte de biomasa presentaron valores por debajo de 1 g/L.

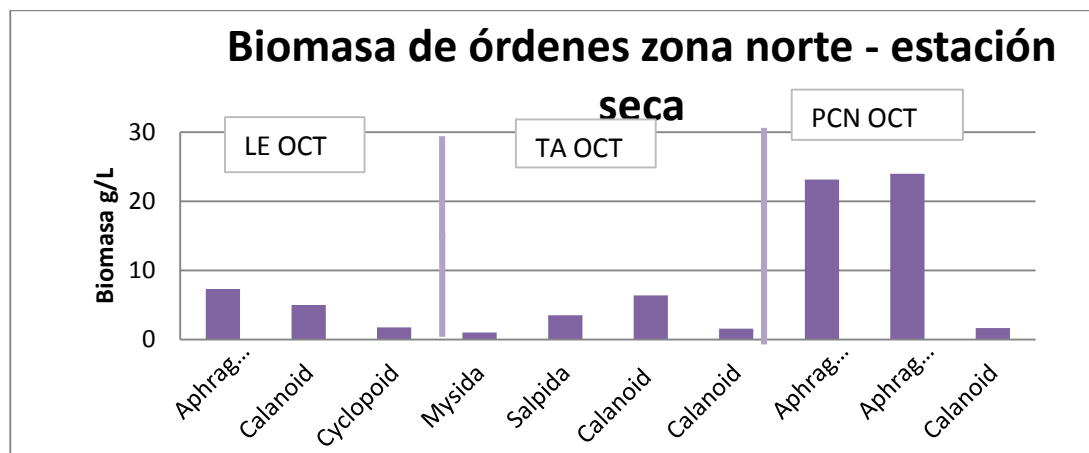


Figura 47. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona norte bajo La Estampa (LE), bajo Tiburón Arrecho (TA) y Punto Control Norte (PCN), durante la estación seca octubre 2015

En la zona sur durante la estación seca los resultados reflejaron que los órdenes con mayor biomasa fueron Aphragmophora con 34 g/L y Calanoida con 23 g/L (Figura.48). Los órdenes menos abundantes para esta zona fueron Cyclopoida, Mysida y Poecilostomatoida con menos de 10 g/L (Figura.49).

Los resultados de biomasa indicaron que en la estación húmeda y de transición hay mayor biomasa en comparación con la estación seca.

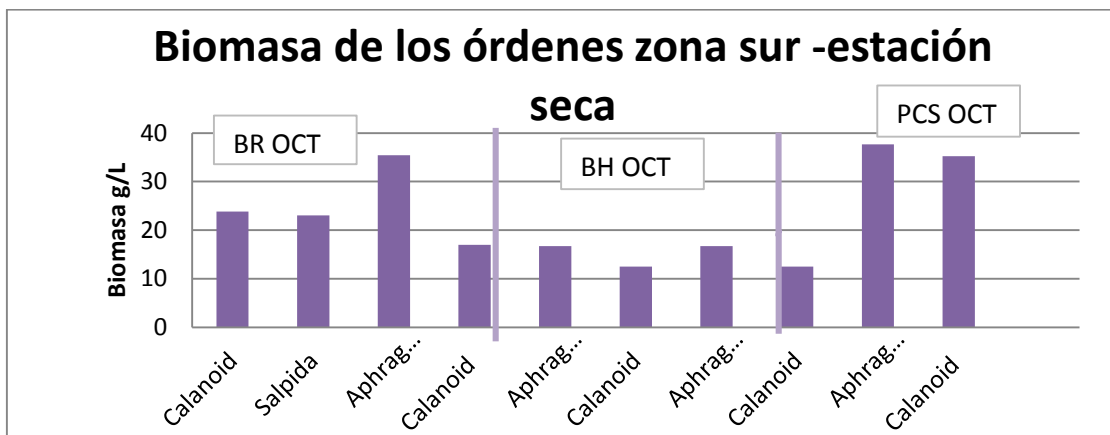


Figura 48. Órdenes con la mayor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS), durante la estación húmeda octubre 2015.

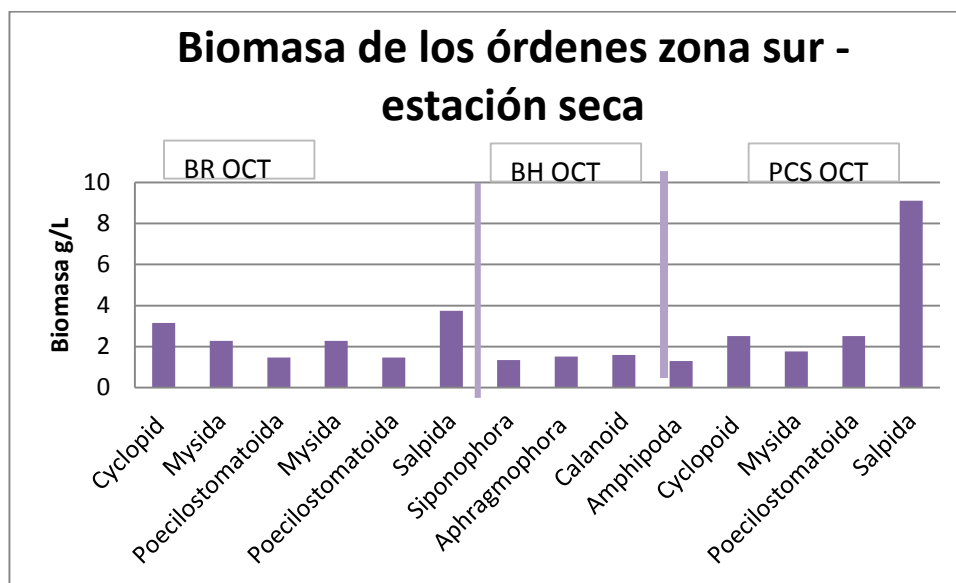


Figura 49. Órdenes con la menor biomasa zooplanctónica en la zona sur bajo Ruso (BR), bajo Hancock (BH) y Punto Control Sur (PCS), durante la estación seca octubre 2015

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

5.1 Discusión

La fluorescencia durante la estación húmeda en la zona norte fue alta con valores entre 1 a 1,75 mg/m³ mientras que en la zona sur disminuyeron hasta 0,75 mg/m³. En la estación seca los resultados al norte fueron menores en comparación con los obtenidos en la estación húmeda, la concentración de clorofila fue de 0,75 a 1 mg/m³ mientras que en la zona sur los valores fueron de 0,55 a 0,97 mg/m³. Estos cambios podrían estar relacionados con la baja concentración general de fosfatos y silicatos durante las tres campañas.

La fisicoquímica del agua presentó una temperatura constante durante la estación húmeda con 26,5°C y con una disminución de 3°C en la estación seca, posiblemente por la influencia de la corriente de Humboldt (Muromtev, 1963), mientras que la salinidad se mantuvo entre 34 a 35 psu en todas las estaciones.

Los resultados de la concentración de nutrientes reflejaron que el fosfato presentó la menor concentración y el nitrato la mayor. Kamykoski y Zentara (1986), determinaron que la temperatura superficial del agua es un buen indicador del enriquecimiento de nutrientes en el océano. El calentamiento superficial provoca que la columna de agua sea más estable, aumentando su estratificación y el requerimiento de más energía para procesos de mezcla. En este estudio la temperatura del agua en la zona norte se mantuvo cálida durante la estación

húmeda y de transición por lo que los valores de nitrato fueron superiores en comparación con los fosfatos y silicatos. Sin embargo, al disminuir la temperatura en la estación seca, la concentración de nitratos no disminuyó, lo que podría indicar un buen proceso de reciclaje de nitratos por parte del zooplancton durante la estación seca.

La baja en la concentración de nutrientes afecta directamente a la producción de fitoplancton. El requerimiento nutricional varía entre las especies de algas. Según la ley de Liebig (1843) el crecimiento se verá limitado por el factor que se encuentre en menor cantidad. A diferencia de otros grupos, las diatomeas tienen un requerimiento obligatorio de silicio para su crecimiento (Lewin, 1962). A pesar de que el fitoplancton se ve directamente afectado por los nutrientes, el zooplancton en especial los copépodos tienen un rango de alimentación diverso o ancho, compuesto por diferentes clases de alimento. Los copépodos pueden alimentarse de diatomeas, dinoflagelados, detritus y microzooplancton entre otros (Kleppel, 1993). Esto hace que tengan dos ventajas; la primera es la habilidad para ingerir varios tipos de alimentos lo que permite que el animal modifique su dieta dependiendo de la variabilidad del ambiente (Paffenhofer, 1984); la segunda es que esta dieta diversa puede incrementar la probabilidad de que el copépodo obtenga una nutrición completa (Kleppel, 1993). El cambio de herbívoro a carnívoro es un ejemplo de cómo los copépodos pueden responder a cambios considerables en su alimentación, y esto ha sido comprobado en laboratorios (Laundry, 1981).

Los resultados obtenidos con el índice de Shannon determinaron que en la zona norte la diversidad fue media en todos los puntos muestreados durante las tres estacionalidades a excepción del bajo La Estampa durante la estación de transición en la que tuvo una diversidad alta. En esta zona, los bajos presentaron mayor diversidad en comparación con su punto control a excepción del Punto Control Norte en la estación seca que obtuvo un valor de diversidad superior al bajo Tiburón Arrecho. En la zona sur los puntos control en las

estaciones húmeda y seca presentaron una diversidad alta mientras que los bajos tuvieron diversidad media en la estación húmeda y de transición. En la estación seca el bajo Ruso también presentó diversidad alta.

La prueba modificada de t determinó que al comparar los resultados de diversidad de cada punto de muestreo con cada estacionalidad cuatro de los diecinueve resultados indicaron que sí existe diferencia estadística significativa mientras que quince no presentaron dicha diferencia.

La temperatura del agua es probablemente la variable física más importante del ecosistema marino. Bajo condiciones de temperatura fría, buenos procesos de mezcla y turbulencia las aguas superficiales presentan una buena cantidad de fitoplancton siendo las diatomeas circulares dominantes, lo que produce una mayor dominancia de copépodos grandes (Richardson, 2011). En contraste al presentar aguas cálidas, estratificación y condiciones estables las aguas superficiales presentan escasos nutrientes, modificando la composición de fitoplancton, por lo que la dinámica trófica depende del reciclaje de nitrógeno. Estas condiciones provocan un aumento de organismos gelatinosos como sálpidos y quetognatos entre otros (Richardson, 2011). En este estudio los resultados obtenidos evidenciaron lo estipulado por Richardson, ya que en la estación húmeda y de transición los organismos gelatinosos fueron abundantes y disminuyeron en la estación seca cuando la temperatura del agua disminuyó, y durante esta estación los copépodos grandes como los del género *Rhincalanus* fueron registrados.

Por otra parte la prueba modificada de t al comparar los resultados de diversidad entre puntos de muestreo durante la misma estación reflejó que de las 18 comparaciones solo cuatro no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, siendo estos los bajos

del norte durante la estación de transición y seca, el bajo Ruso y el Punto Control Sur durante la estación húmeda y el bajo Ruso con el Punto Control Sur durante la estación de transición. Las razones que podrían influenciar en que existan dichas diferencias son varias incluyendo la influencia de la temperatura mencionada previamente. De igual manera la diversidad de especies se ve afectada por la dinámica que se produce entre los bajos y las corrientes marinas que se discutirán más adelante junto con los resultados de abundancia y biomasa.

Los copépodos fueron el grupo dominante, representando 2/3 del total de organismos zooplanctónicos en la zona de estudio. Los copépodos constituyen la mayor parte del mesozooplankton en los ecosistemas acuáticos (Humes, 1994 Verity y Smetacek, 1996); desde estuarios hasta mar abierto (Mauchine, 1998). El orden Calanoida dominó en el ambiente pelágico y es el grupo más exitosos en colonizar los ecosistemas marinos (Verity y Smetacek, 1996). Los ambientes en los que viven se ven influenciados por factores bióticos y abióticos tales como temperatura, salinidad, alimento y depredación (Remmert, 1984). Kinne (1963) estableció que las especies que habitan en zonas cambiantes como estuarios o en la línea costera, a menudo toleran gradientes más amplios de temperatura y salinidad, en comparación con las especies oceánicas. Wesche (2007), por su parte resalta que en las latitudes medianas y altas, la temperatura y salinidad tienen una mayor influencia en la distribución y ciclos de vida en comparación con los trópicos, debido la alta variabilidad de estos factores.

La composición taxonómica de los copépodos mostró valores menores de 67,3 % de abundancia en relación con estudios previos en zooplankton realizados en la zona de Galápagos y costa ecuatorianas (Figueroa, 2010), siendo el grupo dominante entre el 75% al 80% de abundancia. La actividad reproductiva en los copépodos en las regiones tropicales y subtropicales suelen presentar una crianza continua e irregular sin ninguna estacionalidad (Chisholm y Roff, 1990).

Los Quetognatos fueron segundos en abundancia –numérica después de los copépodos. Estos organismos pueden formar densas agregaciones en zonas costeras y además ejercen una intensa depredación selectiva sobre los copépodos; se estima que entre el 10 y 30% de la biomasa de copépodos es transferida a los quetognatos (Alvariño, 1985). Las salpas son importantes filtradores gelatinosos y son organismos oportunistas en aguas costeras y oceánicas; presentan características en su ciclo reproductivo por lo que pueden originar densas agregaciones (Boltovsky, 1999). La abundancia de zooplancton fue mayor en ciertos órdenes como Calanoida, Cyclopodia, Chaetognatha entre otros.

Estudios realizados en bajos han evidenciado un aumento en la diversidad y abundancia de zooplancton relacionados con estas topografías (Roggers, 1994). Dower y Mackas (1996), establecen dos posibles respuestas a dicho incremento. La primera es conocida como la ‘hipótesis clásica’, la que da una explicación ecológica de ‘bottom-up’, la que considera que el incremento en la productividad empieza en el fitoplancton y por un efecto de cascada incrementa a medida que aumenta el nivel trófico. Esta hipótesis argumenta que la dinámica entre la corriente y el bajo produce un afloramiento de nutrientes hacia la zona fótica de forma espiral alrededor del bajo, conocido como Columna Taylor. Rogers (1994) y Mullineaux y Mills (1997), por su parte dan otra explicación para el aumento de zooplancton sobre el bajo y es la de agregación por advección, en el cual los organismos son retenidos en la espiral de corriente alrededor del bajo. En este caso el zooplancton no aumenta debido a blooms de alimento, sino entran al sistema de contra corriente. Los eddies anti-ciclónicos asociados a las columnas Taylor circulan el plancton alrededor del bajo y evitan que se vayan del ecosistema. Según Rogers (1994), la segunda explicación es más acertada que la hipótesis clásica.

Sin embargo Martin y Nellen (2004) mencionan un estudio en la montaña submarina “Gran Meteoro en Océano Atlántico” en 1973 donde se evidencia la formación de una columna Taylor, pero no encontraron un incremento en la abundancia de zooplancton dentro de la columna, en comparación con agua fuera de ella como lo manifiesta Rogers (1994).

Dower y Maccas (1996) en otro estudio registraron una disminución de zooplancton sobre topografías abruptas y contradijeron las investigaciones previas por lo que propusieron tres posibles mecanismos para explicar estos resultados. El primero es la respuesta biológica del zooplancton para evadir a monte, pero esto no ha sido estudiado, la segunda sugiere que los organismos son arrastrados por la corriente más allá del monte, esto es propuesto para los casos en los que no se evidencie una columna Taylor significativa, y la tercera explicación es la formación de ‘huecos’ sobre el bajo por una depredación aumentada del necton que vive en el ecosistema. Esto sucede por el movimiento de los depredadores hacia arriba para alimentarse y por la migración vertical de varias especies de zooplancton antes del amanecer.

La hipótesis clásica asociada a la dinámica *bottoms up* podría ser la razón más acertada para este estudio. Los resultados de diversidad reflejaron que sí hay diferencias entre los bajos y sus puntos control en la mayoría de las comparaciones mientras que la abundancia de zooplancton varió según los órdenes y los puntos de muestreo y se evidencio una diferencia mayor en algunos casos especialmente entre bajos de la misma zona. La interacción de las corrientes con el bajo ocasionan un constante flujo de nutrientes desde las aguas profundas hacia la zona fótica, lo que favorece al fitoplancton y posteriormente al zooplancton ya que tiene alimento disponible, sin embargo la formación de una columna Taylor sigue siendo una incógnita ya que no es posible afirmar o negar su formación en los bajos estudiados. Debido a este desconocimiento, la segunda teoría de agregación, no podría ser afirmada ya que al no evidenciar una columna Taylor no se puede relacionar los resultados de diversidad y abundancia a la retención de los organismos dentro de la columna,

por lo que el aumento o disminución pueden darse por otras razones como la migración vertical, depredación o arrastre.

Es importante recalcar la hora del día en la que se realizó el muestreo, ya que este factor también influye. Dependiendo de la marea los tiempos entre cada muestreo variaron según la zona ya sea norte o sur, por lo que el primer muestreo se realizaba a primeras horas de la mañana y el último punto alrededor del mediodía. Durante este lapso de tiempo la migración vertical y la depredación de organismos ya sucedió, lo que se vio reflejado en los resultados de abundancia entre bajos.

Los resultados de biomasa resultaron evidenciar una biomasa mayor de zooplancton en los bajos objeto de estudio en las estaciones húmeda y de transición con valores generales de hasta 250 g/L de ciertos órdenes y hasta 90 g/L en los puntos control. Se registró una mayor contribución de los organismos gelatinosos como salpas y quetognatos en comparación con los copépodos. Una de las razones por las que podría explicarse estos cambios está relacionada con los pesos secos y el número de individuos en cada orden. Si bien los órdenes Cyclopoida, Calanoida y Haparticoidea (Copépoda) están presentes en todos los puntos en cada estación, los individuos son muy pequeños por lo que su peso seco es bajo, mientras que órdenes como Sálpida y Chaetognatha al ser organismos más grandes aportan con mayor biomasa. Las biomásas de los órdenes variaron entre estaciones de muestreo y puntos, y no se identificó un aumento significativo y constante en los bajos, por lo que la hipótesis clásica sigue siendo una posible explicación.

Alrededor del mundo los recursos de pesca originados en la plataforma continental han pasado por sobrepesca creando presión en otras zonas pesqueras (Morato *et al.*, 2006), los bajos están dentro de estos nuevos blancos. Las comunidades de las especies de importancia pesquera tienden a formar agregaciones que son altamente vulnerables a la sobrepesca (Morato *et al.*, 2006b). La explotación provoca efectos secundarios en estos ecosistemas y a otras comunidades como las bentónicas (Fulton *et al.*, 2007).

Debido a la complejidad de las relaciones tróficas en los bajos, los métodos de modelización basados en el ecosistema ayudan al entendimiento de la funcionalidad y en la planificación de estrategias de manejo efectivas. Una técnica de modelamiento de ecosistemas que han desarrollado en los últimos 10 años es la de trofodinámica en la que se realiza el modelo basándose en redes tróficas y presupuestos energéticos (Fulton *et al.*, 2007).

5.2 Conclusiones

Se evidenció un cambio en la composición de la comunidad de los bajos en relación a los puntos control. El cambio temporal (húmeda, transición y seca) fue mayor en los puntos del sur y el cambio espacial (bajos y puntos control) sí presentó diferencias en la mayoría de comparaciones.

Los resultados de diversidad y abundancia reflejaron una influencia positiva de los bajos en la comunidad de zooplancton posiblemente explicada por la 'hipótesis clásica' relacionada con la dinámica *bottoms up*.

La mayor aportación de biomasa fue por parte de los órdenes Calanoida, Poecilostomatoida, Haparticoida, Cyclopodia y por los quetognatos y sálpidos.

La formación de columnas Taylor en estos bajos sigue siendo una incógnita ya que no se contaba con el equipo necesario para determinar su presencia o ausencia y su efecto sobre el zooplancton.

Estudios realizados en este tema han utilizado una metodología distinta para muestrear el zooplancton en los bajos, normalmente estos se realizan durante la noche debido a la migración vertical hacia aguas menos profundas. En esta investigación la hora del día en la que se tomaron las muestras entre puntos de muestreo influyó en los resultados finales ya que el zooplancton está expuesto a sus depredadores.

Este estudio presenta resultados importantes sobre la composición zooplanctónica en los estudiados para que estudios complementarios puedan tener una base de información. Más investigaciones deben realizarse en estos bajos, con estudios más completos tanto biológicos como geológicos e hidrológicos para así obtener una visión completa de la ecología de estos sitios y poder implementar normativas ambientales para su protección.

5.3. Recomendaciones

- ❖ Realizar un estudio batimétrico de los bajos estudiados en esta investigación para saber la forma de los mismos.
- ❖ Realizar un estudio hidrogeológico en las zonas muestreadas para determinar la influencia de las corrientes.
- ❖ La toma de muestras de zooplancton deberían realizarse en la noche y al amanecer para evidenciar la migración de algunos organismos zooplanctónicos.
- ❖ Realizar estudios de los pellets de zooplancton para poder determinar su dieta y la transferencia de nutrientes.
- ❖ Realizar estudios de ramoneo con las especies más abundantes para determinar la alimentación de las mismas.
- ❖ Realizar estudios de peces para determinar la ingesta de organismos zooplanctónicos

- ❖ Realizar estudios anuales en estos bajos para registrar los cambios que puedan presentarse.

6. Referencias Citadas

- Aguilar, R., Pastor, X., García, Silvia y Marín, P. 2011. Importance of seamount- like features for conserving Mediterranean marine habitats and threatened species. OCEANA 1105.
- Alcatraz, M y Calbet, A. 2005. Zooplankton Ecology. Marine ecology. Encyclopedia of life support systems (EOLSS).
- Aldredge, A y Madin, L.R. 1982. Pelagic tunicates: unique herbivores in the plankton. En: Huskin, I., Elices, M.J y Anadón, R. 2003. Salp distribution and grazing in a saline intrusion off NW Spain. Journal of Marine Systems 42, 1-11.
- Alvarez-Borrego, S., Culberson, C.H y Park, P.K. 1975. Oxygen-nutrient relationships in the Pacific Ocean. Limnol. Oceanogr 20: 806-814.
- Alvariño, A. 1985. Other Zooplankton Predators on Fish Larvae and Some Zooplankter competitor's for food with fish larvae. Investigaciones marinas CICIMAR 2: 72-74.
- Alvariño, A y Leira, M. 1986. El Zooplancton del Pacífico Ecuatoriano oceánicas. En: Armijos, S. 2007. Validez del plancton marino como indicador de condiciones oceanográficas en aguas ecuatorianas. Tesis de grada para la obtención del título de Biólogo. Universidad de Guayaquil.
- Ambler, J y Bulter, N. 2003. Microscopic plants and animals of the oceans introduction to marine plankton. National Aeronautics y Space Administration NASA /NOAA Oceanography Education Journal 2, 3-11.

- Ara, K. 2001. Length-weight relationship and chemical content of the planktonic copepods in the Cananéia Lagoon estuarine system. Sao Paulo, Brazil. Plankton Biol. Ecol 2: 121-127.
- Arcos, F. 1981. A Dense Patch of *Acartia levequi* (Copepoda, Calanoid) in up welled equatorial undercurrent water around the Galápagos Islands. Costal and Estuarine science 1. American geophysical union. 427-432pp.
- Armijos, S. 2007. Validez del plancton marino como indicador de condiciones oceanográficas en aguas ecuatorianas. Tesis de grado para la obtención del título de Biólogo. Universidad de Guayaquil.
- Baéz, P. 1997. Key to the families of Decapods crustacean larvae collected off northern Chile during an El Niño event. Invest. Mar. Valparaíso 25: 167-176.
- Banks, S. 2000. Ambiente Físico En: Reserva marina de Galápagos línea base de la biodiversidad. (Danualt, E y Edgar, G.J, eds). Fundación Charles Darwin/ Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Barbeau, K. 2006. Photochemistry of organic iron (III) complexing ligands in oceanic systems. Photochemistry and Photobiology 82: 1505-1516.
- Barnes, R.S.K y Mann, K (Eds.). 1998. Fundamentals of aquatic ecology. 2nd edition. Blackwell Science.
- Barrientos, Z. 2003. Zoología general. EUNED (Editorial Universidad Estatal a Distancia). San José, Costa Rica.
- Biktashev, V., Brindley, J., y Horwood, J. 2003. Phytoplankton bloom and fish recruitment rate. En: Quesada, M y Morales-Ramírez, A. 2006. Posible efecto de El Niño en el zooplancton no gelatinoso del Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica, 1997-1998.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic zooplankton. 1: 265-384.
- Bone, Q. 1998. The biology of pelagic Tunicates. Oxford Univ. Press.
- Bonnet, S., Guieu, C., Bruyant, F., Prasil, O., Van Wambeke, F., Raimbault, P., Moutin, T., Grob, C., Gorbunov, M.Y., Zehr, J.P., Masquelier, S.M., Garczarek, L y

- Claustre, H., 2008. Nutrient limitation of primary productivity in the Southeast Pacific (BIOSCOPE cruise). *Biogeosciences* 5: 215-225.
- Bonilla, D. 1983. Estudio taxonómico de los Quetognatos del Golfo de Guayaquil. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR 2, 509-569.
 - Bousfield, E. 1981. Evolution in North Pacific coastal marine Amphipod crustaceans 69-89 En: Marques, J y Bellan-Santitni., 1990. Benthic Amphipod fauna (Crustacea) of the Portuguese coast: Biogeographical considerations. *Marine Nature* 3: 43-51.
 - Bottger, R. 1987. The vertical distribution of micro-and small mesozooplankton in the central Red Sea. *Biol.Oceanography* 4: 383-402.
 - Bottger-Schanck., 1990. Community and structure and vertical distribution of cyclopoid copepods in the Red Sea and Gulf of Aden, with special reference to non-calanoïd copepods. *Mar.Ecol.Prog.Ser* 118: 81-102.
 - Bousfield, E. 1983. An update phyletic classification and paleohistory of the Amphipoda. En: Vainola, R., Witt, J.D., Grabowski., Bradbury, J.H., Jazdezewski, K y Sket, B. 2008. Global diversity of Amphipods (Amphipoda; Crustacea in freshwater. *Hidrobiología* 241-255.
 - Brewin, P., Stocks, K y Menezes, G. 2007. A history of seamount research. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. Seamounts: ecology and fisheries y conservation. *Fish and Aquatic Resource Series* 12.
 - Brink, K.H. 1989. The effect of stratification on seamount-trapped waves En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. Seamounts: ecology and fisheries y conservation. *Fish and aquatic resource Series* 12.
 - Brink, K. 1995. Tidal and lower frequency currents above Fierberling Guyot. *Journal of geophysical research*, 100: 10817-10832.
 - Brzezinski, M., T. Villarreal y F, Lipschultz. 1998. Silica production and contribution of diatoms to new and primary production in the central North Pacific. *Marine ecology progress series* 89-104.
 - Brusca, R y Brusca, G. 2003. Invertebrates. Second edition. Sinauer associate.

- Caron, D.A., Madin, L.P y Cole, J.J. 1989. Composition and degradation of salps fecal pellets: implications for vertical flux in oceanic environments. En: Huskin, I., Elices, M.J y Anadón, R. 2003. Salp distribution and grazing in a saline intrusion off NW Spain. *Journal of marine systems* 42: 1-11.
- Castrejon, H. 2011. Características generales de las islas Galápagos. Comaneci pesquero en la Reserva Marina de Galápagos: tendencias. Retos y perspectivas de cambio. Santa Cruz, Galápagos, Ecuador. Fundación Charles Darwin.
- Castro, G.G., Cepeda-Morales, J., Nájera-Martínez., Espinosa-Carreón, TL., De la Cruz-Orozco, ME., Sosa-Aalos, R., Aguirre-Hernández, E y Cantú-Ontiveros, JP. 2002. Biomasa y producción del fitoplancton. Patrones y procesos a escalas estaciones e interanual. INECC Gobierno de México.
- Chapman, D.C. (1989). Enhanced subinertial diurnal tides over isolated topographic features. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. Seamounts: ecology and fisheries y conservation. Fish and aquatic resource Series 12.
- Chavez F.P y Brusca, R. 1991. The Galapagos Islands and their relation to oceanographic processes in the tropical Pacific. En: Banks, S. 2000. Ambiente físico .Reserva Marina de Galápagos línea base de la biodiversidad.
- Chavez, F., Strutton, P., Friederich, G., Feely, R., Feldam, G. 1999. Biological and chemical response of the Equatorial Pacific Ocean to the 1997-98 El Niño. *Science* 286: 16-23.
- Chisholm, L.A y Roff, J.C., 1990. Size. weight relationships and biomass of tropical neritic copepods of Kingston, Jamaica. *Mar. Biol* 104: 71-77.
- Codiga, D., 1997. Physics and observational signature of free, forced and frictional stratified seamount-trapped waves. En: Pitcher, T y Morato, T. (eds)., 2007. Seamounts: Ecology and Fisheries y Conservation. Fish and aquatic Resource Series 12.
- Codiga, D y Eriksen, C. (1997). Observations of low-frequency circulation and amplified subnertial tidal currents at Cobb seamount. En: Pitcher, T y Morato, T.

- (Eds). 2007. Seamounts: Ecology and fisheries y conservation. Fish and aquatic resource series 12.
- Gong, A. (Sin año). Invertebrate zoology lab. Echinoderm diversity lab guide. University Of California Santa Cruz.
 - Costanza, R.1999. The ecological, economic and social importance of the oceans. Ecological Economics 31: 199-213.
 - Chong, C. 2014. Estudio del ciclo gonadal del Camotillo (*Paralabrax albomaculatus*) en la provincia insular de Galápagos. Tesis de Grado para obtener el título de Biólogo. Escuela Superior Politécnica Litoral. Guayaquil, Ecuador.
 - Deibel, D. 1985. Clearance rates of salp *Thalia democratica* fed naturally occurring particles. Mar.Bio. 86:47-54.
 - Delaney, J y Barga, R. 2009. Earth and environment En: Hey, T., Tansley, S y Tolle, K (Eds). 2009. The fourth paradigm data-intensive scientific discovery. Microsoft research. Washington.
 - Delgado, D. 1997. Efecto del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica. CATIE. Serie Técnica 28.
 - Dower, J., Freeland, H y Juniper, K. 1992. A strong biological response to oceanic flow past Cobb Seamount. Deep-Sea Res 39: 1139-1145.
 - Dower, J.F y Mackas, D.L. 1996. 'Seamount effects' in the zooplankton community near Cobb Seamount. Deep-Sea Research I 46: 837-858.
 - Dudley, P.C. 1986. Aspects of general body shape and development in Copepoda. Syllogues 59: 7-25.
 - Dugdale, R.C y Tindale, N.W. 1981. Atmospheric transport of iron and its deposition in the ocean. Limnol Oceanogr 36: 1715-1726.
 - Dugdale, R.C., Wilkerson, F y Minas, H. 1995. The role of the silicate pump in driving new production En: Brzezinski, M., Villareal, T y Lipschultz, F. 1998. Silica

production and contribution of diatoms to new and primary production in the central North Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 167: 89-104.

- Durbaum y Kunnemenn. 1999. Biology of copepod En: Pai, I, Terdalkar, S y Pereira, M. 2010. Zooplankton diel vertical migration at Adman Sea recent trends in biodiversity of Andaman and Nicobar Islands 113-125.
- Emlet, R., McEdward, L y Strahmann, R. 1987. Echinoderm larval ecology viewed from the egg. *Echinoderm studies* 2: 55- 136.
- Eppley, R.W y Peterson, B. 1979. Particulate organic matter flux and planktonic new production in the deep ocean. *Nature* 282: 677-680.
- Epp, D y Smoot, N. 1989. Distribution of seamount in the North Atlantic. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. Seamounts: ecology and fisheries y conservation. *Fish and aquatic resource series* 12.
- Eriksen, C. 1991. Observations of amplified flows atop a large seamount. *Journal of geophysical research* 96: 15227-15236.
- Eriksen, C. 1998. Internal wave reflection and mixing at Fierberling Guyot. *Journal of geophysical research* 103: 2977-2994.
- Escribano, R y Castro, L. 2013. Plancton y Productividad. Santiago de Chile. Chile.
- Glynn, P., Wellington, G y Wells, J., 1983. Corals and coral reefs of the Galápagos Islands. University of California Press. Berkley, CA.
- Gruber, N., Capone, D.G., Bronk, D.A., Mulholland, M.R y Carpenter, E.J. 2008. The marine nitrogen cycle: Overview and challenges. *Academic Press* 1-50.
- Figueroa, D. 2010. Zooplankton of the Galapagos Islands. Doctor of Philosophy in Oceanography. Oregon State University.
- Fortier, L., Le Fèvre, J y Legendre, L. 1994. Export of biogenic carbon fish and the deep ocean: the role of large planktonic microphages. En: Huskin, I., Elices, M.J y Anadón, R. 2003. Salp distribution and grazing in a saline intrusion off NW Spain. *Journal of Marine Systems* 42: 1-11.

- Freeland, H. 2004. Ocean circulation at Cobb seamount. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. Seamounts: ecology and fisheries y conservation. Fish and aquatic resource series 12.
- Fulton, B., Morato, T y Pitcher, T. 2007. Modelling seamount ecosystems and their fisheries. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. Seamounts: ecology and fisheries y conservation. Fish and aquatic resource series 12.
- Glynn, P.W y Wellington, G.M. 1983. Corals and coral reefs of Galapagos islands. University of California Press, Berkley.
- Gruber, N. 2008.
- Hart, M.W.1995. What are the costs of small egg size for marine invertebrate with feeding planktonic larvae? Am. Nat 146 (3): 415-426.
- Hays, G. 2003. A review of the adaptive significance and ecosystem consequences of zooplankton diel vertical migration. En: Berge, J., Cottier, F., Last, K., Varpe, O., Leu, E., Soreide, J., Eiane, K., Falk-Petersen, S., Willis, K., Nygard, H., Vogedes, D., Griffiths, C., Johnsen, G., Lorentzen, D y Brierley, A., 2009. Diel vertical migration of Arctic zooplankton during the polar night. Biol.Lett 5: 69-72.
- Heylings, P., Bensted-Smith, R y Altamirano, M. 2002. Zonificación e historia de la Reserva Marina de Galápagos. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea base de la biodiversidad. E. Danulat y Edgar, G.J (Eds). Santa Cruz Galápagos. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos 10-20.
- Hoekstra, J.M., Hoekstra, T.M., Ricketts, T.H y Roberts, C. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. Ecol.Lett 8: 23-29.
- Hogg, N., 1973. Effects of bottom topography on ocean currents. En: Boehlert, G., 1987. A review of the effects of seamount on biological processes. NOAA.
- Hoekstra, J.M., T.M, Boher, T.H, Ricketts y C.Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. En: Marchese, C. 2014. Biodiversity hotspots: A shortcut for more complicated concept. Global ecology and conservation 3: 297-309.

- Hulsemann, K. 1966. Copépoda. En: Suárez, A. 2015. Cultivo experimental de copépodos marinos bajo condiciones controladas con miras a su potencial uso como alimento vivo en el sector acuícola del país, en Punta Carnero-Salinas-Santa Elena. Ecuador. Tesis de grado para la obtención del título de Biólogo Marino. Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- Humes, A.G. 1994. How many copepods? En: Figueroa, D. 2010. Zooplankton of the Galapagos Islands. A PhD thesis submitted to Oregon State University.
- Huskin, I. Elices, M.J y Anadón, R., 2003. Salp distribution and grazing in a saline intrusion off NW Spain. *Journal of Marine Systems* 42: 1-11.
- Hyman, L.H. 1955. The Invertebrates, Vol IV: Echinodermata. McGraw-Hill Book Co.
- Huys, R y Boxshall, A. 1991. Copepod Evolution. En: Figueroa, D. 2010. Zooplankton of the Galapagos Islands. Doctor of Philosophy in Oceanography. Oregon State University.
- Ikeda, T. 1985. Metabolic rates of epipelagic marine zooplankton as a function of body size and temperature. *Marine Biology* 104: 1-11.
- Ikeda, T., Kanno, Y., Ozaki, K y Shinada, A. 2001. Metabolic rates of epipelagic marine copepods as a function of body mass and temperature. *Marine Biology* 139: 587-596.
- Jickells, T *et al.*, 2005. Global iron connections between dust, ocean biogeochemistry and climate. *Science* 308, 67-71.
- Jiménez, R y Bonilla, D. 1980. Composición y Distribución de la Biomasa del plancton en el Frente Ecuatorial *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR Ecuador 1.
- Jiménez, R., 1981. El fitoplancton como posible indicador del afloramiento originado por la Subcorriente Ecuatorial al oeste de las islas Galápagos. *Informe UNESCO en Ciencias del Mar*. 24-44. Callao, Perú.
- Kaestner, A., 1980. *Invertebrate Zoology*.

- Kamykowski, D y Zentara, J. 1986. Predicting plant nutrient concentration from temperature and sigma-t in the world ocean. *Deep Sea Research* 33: 89-105.
- Keating, B., Fryer, P., Baitza, R y Boehlert, G (Eds) 1987. Seamounts, islands, and atolls. *Geo.Monogr.*
- Kinne, O., 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev* 1: 301-340.
- Kitchingman, A y Lai, S., 2004. Inferences of potential seamount locations from mid-resolution bathymetric data 7-12 En: Morato, T y Pauly, D. (Eds). *Seamounts: Biodiversity and Fisheries. Fisheries Center Research Report* 12.
- Kitchingman, A y Lai, S. 2007. How many seamounts are there and where are they located? 26-40. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. *Seamounts: Ecology and Fisheries y Conservation. Fish and Aquatic Resource Series* 12.
- Kleppel, G.S. 1993. On the diets of Calanoid copepods. *Mar. Ecol.Prog.Ser.* 99: 183-195
- Kremer, P y Madin, P. 1992. Particle retention efficiency of salps. *Journal of Plankton Research* 14 (7), 1009-1015.
- Kunze, E y Stanford, T.B., 1993. Submesoscale dynamics near a seamount. *Journal of Physics Oceanography* 23: 2567-2601.
- Kunze, E y Llewellyn Smith, S.G. 2004. The role of small-scale topography in turbulent mixing of global ocean. *Oceanography* 17: 55-64. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds). 2007. *Seamounts: Ecology and Fisheries y Conservation. Fish and Aquatic Resource Series* 12.
- Lampert, W., 1989. The adaptative significance of diel vertical migration of zooplankton. *Functional Ecology* 3: 21-27.
- Landry, M.R., Ondrusek, M.E., Tanner, S.J., Brown, S.L., Constantinou, J., Bidigare, R.R., Coale, K.H y Fitzwater, S. 2000. Biological response to iron fertilization in the eastern equatorial Pacific. En: Edwards, A.M., Platt, T y Sathyendranath, S. 2004. The high-nutrient, low-chlorophyll regime of the ocean: limits on biomass and nitrate before and after iron enrichment. *Ecological Modellind* 171: 103-125.

- Lewin, J.C. (1962). Silicification. En: Brzezinski, M., Villareal, T y Lipschultz, F., 1998. Silica production and contribution of diatoms to new and primary production in the central North Pacific. Marine Ecology Progress Series 167: 89-104.
- Liebig, J.Von. 1843. Chemistry and its applications to agriculture and physiology. First edition. London.
- Longhurst, A. 1985. Relationship between diversity and vertical structure of the upper ocean. En: Morales, A. 2008. Caracterización cualitativa del zooplancton del Área de Conservación Marina Isla del Coco (ACMIC), Océano Pacífico de Costa Rica. Rev.Biol.Trop 56: 159-169.
- Longhurst, A. 1985 b. The structure and evolution of plankton communities. Progress in Oceanography 15, 1-35.
- Longhurst, A.R. y Harrison, W.G., 1989. The biological pump: Profiles of plankton production and consumption in the upper ocean. Progress in Oceanography 22: 47-123.
- Madin, L.P y Purcell, J.E., 1992. Feeding, metabolism, and growth of *Cyclosalpa bairdii* in the subarctic Pacific. En: Huskin, I., Elices, M.J y Anadón, R. 2003. Salp distribution and grazing in a saline intrusion off NW Spain. Journal of Marine Systems 42: 1-11.
- Mantyla, A.W., Bograd, S.J y Venrick, E.L. 2008. Patterns and controls of chlorophyll-a and primary productivity cycles in the Southern California Bight. Journal Mar.Sys 73: 48-60.
- Marchese, C. 2014. Biodiversity hotspots: A shortcut for more complicated concept. Global Ecology and Conservation 3: 297-309.
- Martin, B y Nellen, W. 2004. Composition and distribution of zooplankton at the Great Meteor Seamount, subtropical north-east Atlantic. Arch. Fish.Mar.Res 51: 89-100.
- Marques, J y Bellan-Santini, D. 1990. Benthic Amphipod Fauna (Crustacea) of the Portuguese Coast: biogeographically considerations. Marine Nature 3: 43-51.

- Mauchline, J. 1998. The biology of calanoid copepods. *Advances in marine biology* 33: 1-170.
- Méndez, M. 2013. Complejidad agregada del hábitat de los anfípodos asociados a los bosques de *Sargassum spp* en Bahía de la Paz, Baja California Sur. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Bolivia.
- Muromstsev, AM. 1963. The Principal Hydrological Features of the Pacific Ocean en: Banks, S. 2000. Ambiente Físico. Reserva Marina de Galápagos línea base de la biodiversidad.
- Morales, A y Vargas, J.A. 1995. Especies comunes de copépodos (Crustacea: Copépoda) pelágicos del Golfo de Nicoya. Costa Rica. *Rev.Biol.Trop* 43: 115-133.
- Morel, F.M., Milligan, A.J y Saito, M.A. 2003. Marine Bioinorganic Chemistry: The Role of Trace Metals in the Ocean Cycles of Major Nutrients. En: Moore, C., Mills, M., Arrigo, K., Berman-Frank, I., Bopp, L., Boyd, P., Galbraith, E., Geider, R., Guieu, C., Jaccard, S., Jickells, T., La Roche, J., Lenton, T., Mahowald, N., Marañón, E., Marinov, I., Moore, J., Nakatsuka, T., Oschlies, A., Saito, M., Thingstad, T., Tsuda, A y Ulloa, O. 2013. Processes and patterns of oceanic nutrient limitation. *Nature Geosciences* 6: 701-710.
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E y Pavón, N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 1249-1261.
- Moore, C., Mills, M., Arrigo, K., Berman-Frank, I., Bopp, L., Boyd, P., Galbraith, E., Geider, R., Guieu, C., Jaccard, S., Jickells, T., La Roche, J., Lenton, T., Mahowald, N., Marañón, E., Marinov, I., Moore, J., Nakatsuka, T., Oschlies, A., Saito, M., Thingstad, T., Tsuda, A y Ulloa, O., 2013. Processes and patterns of oceanic nutrient limitation. *Nature Geosciences* 6: 701-710.
- Moore, J., Vecchione, B., Collette, B., Gibbons, R., Hartel, K., Galbraith, J., Turnipseed, M., Southworth, M y Watkins, E. 2003. Biodiversity of Bear Seamount, New England seamount chain: results of exploratory trawling. *J.North.Atl.Fish.Sci* 31: 363-372.

- Morato, T., Cheung, W.W y Pitcher, T.J. 2006. Vulnerability of seamounts fish to fishing: fuzzy analysis of life-history attributes. *Journal of Fish Biology*. 209-221.
- Morato, T., Watson, R., Pitcher, T.J y Pauly, D. 2006. Fishing down the deep. *Fish and Fisheries* 7, 24-34.
- Mullineaux, L.S y Mills, S.W. 1997. A test in larval retention hypothesis in seamount-generated flows. *Deep-Sea Res* 44: 745-770.
- Muromtsev, A.M. 1963. The principal hydrological features of Pacific Ocean. Israel program for scientific translations.
- Naranjo, C. 2000. Contribución al estudio de los Quetognatos alrededor de las Islas Galápagos. *Acta oceanográfica del Pacífico. INOCAR* 10 (1): 169-179.
- Naranjo, C. 2010. Distribución vertical de los quetognatos y sus variaciones nictemerales al oeste de las Islas Galápagos, Ecuador durante enero 2006. Tesis de Maestría. Universidad de Guayaquil facultad de Ciencias Naturales. Guayaquil – Ecuador.
- Naranjo, C. 2014. Distribución vertical y variaciones nictemerales de los Quetognatos al oeste de las Islas Galápagos, Ecuador. *Acta oceanográfica del Pacífico*. 19 (2).
- Noji, T., 1991. The influence of macrozooplankton on vertical particulate flux. En: Quesada, M y Morales-Ramírez, A. 2006. Posible efecto de El Niño en el zooplancton no gelatinoso del Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica, 1997-1998.
- OCEANA. 2010. Montañas submarinas. Propuesta de área marina protegida montes sumergidos del Canal de Mallorca (Islas Baleares).OCEANA.
- Paffenhofer, G.A y Lewis, K.D. 1989. Feeding behavior of nauplii of the genus *Eucalanus* (Copepoda, Calanoida). En: Turner, J.T. 2004. The importance of small planktonic Copepods and their roles in pelagic marine food webs. *Zoological studies* 43: 255-266.
- Palacios, D. (2003). Oceanographic conditions around the Galapagos Archipelago and their Influences on cetacean community structure. En: Chong, C. 2014. Estudio del ciclo gonadal del Camotillo (*Paralabrax albomaculatus*) en la provincia insular

de Galápagos. Tesis de grado para obtener el título de Biólogo. Escuela Superior Politécnica Litoral. Guayaquil, Ecuador.

- Palma, G y Kaiser, K., 1993. Plancton Marino de Aguas Chilenas. Universidad Católica de Valparaíso. Fac.rec.Nat.Esc del Mar. 87-92.
- Panzarini, R. 1970. Introducción a la oceanografía general. Universitaria de Bs. Ad. 67-70.
- Pearson, D., Douglas, D y Barss, B. 1993. Biological observations from the Cobb Seamount rockfish. Fishery 91: 573-576.
- Peinert, R., Bodungen, B y Smetacek, V. 1989. Food web structure and loss rate. En: González, H y Smetacek, V. 1994. The possible role of the cyclopoid copepod *Oithona* in retarding vertical flux of zooplankton fecal material. Marine ecology progress series 113, 233-246.
- Philander, S., Gu, D., Halpern, D., Lambert, G., Lau, N., Li, T y Pacanowski, R. 1995. Why the ITCZ Is Mostly North of the Equator. En: Chong, C., 2014. Estudio del ciclo gonadal del Camotillo (*Paralabrax albomaculatus*) en la provincia insular de Galápagos. Tesis de Grado para obtener el título de Biólogo. Escuela Superior Politécnica Litoral. Guayaquil, Ecuador.
- Pidwirny, M., 2006. Introduction to the Oceans. En: Fundamentals of Physical Oceanography.
- Pitcher, T.J., Morato,T., Hart, P.J., Clark, M.R., Haggan, N y Santos, R.S.(Eds.). 2007. Seamounts ecology and conservation, 12.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INCI 43: 8.
- Platt, T., Jauhary, P y Sathyebdranath, S. 1992. The importance and measurements of new production. En: Ramírez, D.G., Giraldo, A y Tovar, J. 2006. Producción

primaria, biomasa y composición taxonómica del fitoplancton costero y oceánico en el Pacífico colombiano (septiembre- octubre 2004). Invest. Mar 34: 211-216.

- Podestá, G.P y Glynn, P.W., 1997. Sea surface temperature variability in Panama and Galapagos: extreme temperatures causing coral bleaching. J. Geophys. Res 102, 15: 749-15,759.
- Probert, P.1999. Seamount, sanctuaries and sustainability: moving towards deep-sea conservation. Aquatic Conserv: Mar.Freshw.Ecosyst. 9: 601-605.
- Proudman, J., 1916. On the notion of solids in a liquid possessing vorticity. En: Klive, K., Taranto, G., Pitcher, T y Morato, T., 2014. A global assessment of seamount ecosystem knowledge using an ecosystem evaluation framework. Biological Conservation 173: 108-120.
- Puellas, M. 2015. Orden Calanoida. Revista IDEA-SEA. 89: 1-27.
- Raven, J.A., 2003. Contributions of anoxygenic and oxygenic phototrophy and chemolithotrophy to carbon and oxygen fluxes in aquatic environments. En: Moore, C., Mills, M., Arrigo, K., Berman-Frank, I., Bopp, L., Boyd, P., Galbraith, E., Geider, R., Guieu, C., Jaccard, S., Jickells, T., La Roche, J., Lenton, T., Mahowald, N., Marañón, E., Marinov, I., Moore, J., Nakatsuka, T., Oschlies, A., Saito, M., Thingstad, T., Tsuda, A y Ulloa, O. 2013. Processes and patterns of oceanic nutrient limitation. Nature Geoscience 6, 701-710.
- Read, J y Pollard, R. 2015. An introduction to the physical oceanography for six seamounts in the southwest Indian Ocean. Deep-Sea Research II.
- Reid, J.W., 1990. Continental and costal free-living copepods (Crustacea) of Mexico. En: Morales, A.R y Vargas, J.A. 1995. Especies comunes de copépodos (Crustacea: Copepoda) pelágicos del Golfo de Nicoya, Costa Rica. Rev.Biol.Trop 43, 207-218.
- Richardson, A. 2008. In hot water: zooplankton and climate change. J. Mar. Sci 65: 279-295.
- Roden, G., 1987. Effect of seamounts and seamount chains on ocean circulation and thermohaline structure. En: Klive, K., Taranto, G., Pitcher, T y Morato, T. 2014. A

global assessment of seamount ecosystem knowledge using an ecosystem evaluation framework. *Biological Conservation* 173: 108-120.

- Roden, G.I. 1991. Mesoscale flow and thermohaline structure around Fieberling Seamount. *Journal of Geophysical Research* 96: 16653-16672.
- Roger, T., 1978. Ocean eddies generated by seamounts in the North Pacific. En: Boehlert, G. (1988). *Current-Topography Interactions at Mid-Ocean Seamounts and the Impact on Pelagic Ecosystems*. GeoJournal.
- Rogers, A., 1994. The biology of the seamounts. *Advances in Marine Biology* 30: 305-350.
- Silver, M.W y Bruland, K.W. 1981. Differential feeding and fecal pellet composition of salps and pteropods, and the possible origin of the deep-water flora and olive green cells. En: Huskin, I., Elices, M.J y Anadón, R. 2003. Salp distribution and grazing in a saline intrusion of NW Spain. *Journal of Marine Systems* 42: 1-11.
- Taylor, G.I., 1917. Notion of solids in fluids when the flow is not irrational. *Proceeding of the Royal Society*. 99-113.
- Torres, G y Tapia, M. 2002. Distribución del fitoplancton en la Región Costera del Mar Ecuatoriano, durante Diciembre 2000. En: Armijos, S. 2007. Validez del plancton marino como indicador de condiciones oceanográficas en aguas ecuatorianas. Tesis de grada para la obtención del título de Biólogo. Universidad de Guayaquil.
- Tyler, P. 1995. Conditions for the existence of life at the deep sea floor: an update. *Oceanography and Marine Biology Annual Review* 33: 221-244.
- Vainola, R., Witt, J.D., Grabowski., Bradbury, J.H., Jazdezewski, K y Sket, B. 2008. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea in freshwater. *Hidrobiología*. 595: 241-255.
- Verity, P y Smetacek, V. 1996. *Advances in Marine Biology: The Biology of Calanoid Copepods*. Academic Press.
- Vidal, J., 1980. *Physioecology of zooplankton*. I. Effects of phytoplankton

- Weikert, H. 1984. Zooplankton distribution and hydrography in the Mauritanian upwelling region off northwestern Africa, with special reference to the calanoid Copepods. En: Morales-Ramírez, A. 2001, Biodiversidad marina de Costa Rica, los microcrustáceos Subclase Copepoda (Crustacea: Maxillopoda). Rev.Biol.Trop 49: 115-133.
- Wesche, A., Wiltshire, K.W y Hirche, H.J. 2007. Overwintering strategies of dominant calanoid North Sea copepods. Mar. Biol 151: 1309-1320.
- Wessel, P. 2007. Seamount characteristics. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds) 2007. Seamounts: Ecology and fisheries y conservation. Fish and aquatic resource series 12.
- White, M., Bashmacknikov, I., Arístegui, J y Martins, A. 2007. Physical processes and seamount productivity. En: Pitcher, T y Morato, T. (Eds) 2007. Seamounts: Ecology and fisheries y conservation. Fish and aquatic resource series 12.
- Yañez, E., Silva, C., Vega, R., Alvarez, L., Silva,N., Palma, S., Menschel, E y Haussermann, V. 2008. Biodiversidad de montes submarinos. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Número 13.
- Yanez, P. 2010. Biometría y bioestadística analizando la estructura numérica de la información en proyectos y ecológicos.
- Yoshida, Y., Toda,T., Kuwahara,V., Taguchi,S y Othman, B. 2004. Rapid response to changing light environments of the calanoid copepod *Calanus sinicus*. En: Berge, J., Cottier, F., Last, K., Varpe, O., Leu, E., Soreide, J., Eiane,K., Falk-Petersen, S., Willis, K., Nygard, H., Vogedes,D., Griffiths,C., Johnsen, G., Lorentzen, D y Brierley, A. 2009. Diel vertical migration of Artic zooplankton during the polar night. Biol.Lett 5: 69-72.
- Zar, J.H. 1999. Bioestadistical analysis, cuarta edición. Prentice Hall, Upper River, New Jersey. 662.

7. GLOSARIO

- ❖ Advección: Es el transporte de alguna propiedad de la atmósfera u océano, como calor, humedad o salinidad (Pitcher *et al.*, 2007).
- ❖ Bioma: Un ecosistema a escala regional o una zona de vida caracterizada por los distintos ensamblajes de organismos vivos (Pitcher *et al.*, 2007).
- ❖ Cefalosoma: Parte anterior del cuerpo, está constituido por la fusión de la cabeza (cefalon) y el segmento que incluye los maxilípedos (Puelles, 2015).
- ❖ Maxilípedo: Primer par de apéndices torácicos, debido a que el primer segmento torácico se encuentra fusionado con la cabeza (Méndez, 2013).
- ❖ Metasoma: El metasoma está formado por segmentos que llevan patas (Puelles, 2015).
- ❖ Necton: Animales acuáticos que pueden nadar en contra de las corrientes marinas, como por ejemplos los peces, calamares y ballenas (Pitcher *et al.*, 2007).
- ❖ Picnoclina: Es una capa de agua en la que se evidencia un cambio súbito en su densidad vinculado con la profundidad (Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, 2010).
- ❖ Plancton: Pequeños organismos acuáticos que flotan y no pueden nadar contra las corrientes (Pitcher *et al.*, 2007).
- ❖ Producción primaria: La transformación de dióxido de carbono a carbohidratos dentro del ecosistema por medio de la fotosíntesis o quimiosíntesis (Pitcher *et al.*, 2007).
- ❖ Prosoma: Terminó empleado para referirse al cefalosoma y metasoma (Puelles, 2015).
- ❖ Surgencia: Es un proceso oceanográfica caracterizados por el ascenso de aguas subsuperficiales con lo alto contenido de nutrientes (Barnes y Mann, 1998).

- ❖ Termoclina: Es una capa de agua en la que se evidencia un cambio súbito en si temperatura vinculado con la profundidad (Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía, 2010).
- ❖ Urosoma: Es la parte posterior del cuerpo (Puelles, 2015).
- ❖ Zona de Convergencia Inter-Tropical (ZCIT): Es un cinturón de baja presión formado por la convergencia de aire cálido y húmedo de latitudes por encima y por debajo del ecuador (Philander *et al.*, 1995).
- ❖ Zona fótica: Capa superior del océano que recibe suficiente luz solar para apoyar el proceso de fotosíntesis (Pitcher *et al.*, 2007).

8. ANEXOS

Tabla 3. Coordenadas geográficas de ubicación de los puntos de muestreo al norte y sur de la Isla Santa Cruz, Galápagos.

Puntos de Muestreo	Latitud	Longitud
La Estampa	0° 28.8' S	90° 33.0' O
Punto Control Norte	0°25.5' S	90° 28.3' O
Tiburón Arrecho	0° 23.5' S	90° 21,9' O
Bajo Ruso	1° 7.7' S	89° 54.2' O
Punto Control Sur	1° 6.4' S	90° 2,5' O
Bajo Hancock	1° 3.3' S	90° 16.1' O

Tabla 4. Especies identificadas en los puntos de muestreo en el mes de junio
(estación-húmeda)

			Puntos de Muestreo					
			Norte			Sur		
			LE AB	PCN AB	TA AB	BR AB	PCS AB	BH AB
Orden	Género	Especie	0	0	0	0	0	0
Hydrozoa	<i>Podocoryne</i>	<i>sp</i>	1	0	0	0	1	0
Hydrozoa	<i>Morfotipo I</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	1	0
Malacostraca	<i>Phronima</i>	<i>sp</i>	1	0	0	0	0	0
Malacostraca	<i>Monoporeira</i>	<i>sp</i>	2	0	0	0	0	0
Malacostraca	<i>Morfotipo III</i>	<i>sp</i>	0	3	0	1	0	1
Chaetognatha	<i>Morfotipo III</i>	<i>sp</i>	16	21	20	32	48	42
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>danae</i>	1	0	0	4	5	1
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>tranteri</i>	27	7	13	0	8	5
Copepoda	<i>Acrocalanus</i>	<i>gibber</i>	0	0	0	0	13	3
Copepoda	<i>Acrocalanus</i>	<i>sp</i>	25	6	4	23	48	42
Copepoda	<i>Calanus</i>	<i>sp</i>	1	0	0	11	14	9
Copepoda	<i>Calocalanus</i>	<i>pavo</i>	6	4	6	5	17	6
Copepoda	<i>Candacia</i>	<i>sp</i>	0	3	0	1	2	1
Copepoda	<i>Canthocalanus</i>	<i>pauper</i>	11	4	2	6	6	5
Copepoda	<i>Centrophages</i>	<i>furcatus</i>	0	0	0	0	0	1
Copepoda	<i>Centrophages</i>	<i>sp</i>	0	0	0	1	0	0
Copepoda	<i>Clausocalanus</i>	<i>sp 1</i>	4	12	23	37	45	35
Copepoda	<i>Clausocalanus</i>	<i>sp 2</i>	0	14	44	0	35	14
Copepoda	<i>Cosmocalanus</i>	<i>darwini</i>	5	1	2	5	3	15
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>sp</i>	1	0	3	5	9	0
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>subcrassus</i>	0	0	3	0	0	5
Copepoda	<i>Euchaeta</i>	<i>marina</i>	2	19	7	4	63	15
Copepoda	<i>Labidocera</i>	<i>sp</i>	2	0	0	0	1	0
Copepoda	<i>Nannocalanus</i>	<i>sp</i>	0	5	0	2	14	2
Copepoda	<i>Paracalanus</i>	<i>sp1</i>	46	20	16	36	15	10
Copepoda	<i>Paracalanus</i>	<i>sp2</i>	34	23	20	39	54	17
Copepoda	<i>Paraeucalanus</i>	<i>sp</i>	0	2	0	1	0	3
Copepoda	<i>Temora</i>	<i>discaudata</i>	0	1	0	0	0	1
Copepoda	<i>Temora</i>	<i>sp</i>	1	0	1	0	1	1
Copepoda	<i>Scolecithrix</i>	<i>danae</i>	0	0	0	0	5	0

			Puntos de Muestreo					
			Norte			Sur		
			LE AB	PCN AB	TA AB	BR AB	PCS AB	BH AB
Orden	Género	Especie	0	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Scolecithrix</i>	<i>sp</i>	0	4	0	0	0	0
Copepoda	<i>Undinula</i>	<i>sp</i>	3	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Undinula</i>	<i>vulgaris</i>	0	2	2	0	0	0
Copepoda	<i>Agetus</i>	<i>sp</i>	0	0	0	2	2	0
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>sp</i>	1	2	1	1	0	0
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>sp1</i>	0	0	0	0	0	2
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>sp2</i>	0	0	0	0	0	3
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>specious</i>	0	0	0	0	6	0
Copepoda	<i>Ditrichocorycaeus</i>		0	0	3	0	4	1
Copepoda	<i>Farranlua</i>	<i>carinata</i>	6	4	5	5	8	7
Copepoda	<i>Farranula</i>	<i>sp</i>	3	3	1	5	8	7
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>brevicornis</i>	0	0	0	0	17	13
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>plumifera</i>	10	4	8	42	0	27
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>sp</i>	13	7	17	0	8	0
Copepoda	<i>Onychocoryca</i>	<i>pacificus</i>	0	0	0	0	2	0
Copepoda	<i>Onychocoryca</i>	<i>sp 1</i>	3	3	1	2	0	2
Copepoda	<i>Onychocoryca</i>	<i>sp2</i>	3	0	2	0	0	0
Copepoda	<i>Macrosetella</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	13	0
Copepoda	<i>Microsetella</i>	<i>sp</i>	7	7	15	7	1	11
Malacostraca	<i>Penaeus</i>	<i>sp</i>	1	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Calanopia</i>	<i>sp</i>	0	0	0	1	0	2
Copepoda	<i>Copilia</i>	<i>mirabilis</i>	0	0	0	0	0	1
Copepoda	<i>Oncaea</i>	<i>sp</i>	10	165	59	93	50	101
Copepoda	<i>Sapphirina</i>	<i>nigromaculata</i>	0	1	0	1	0	3
Copepoda	<i>Sapphirina</i>	<i>sp</i>	0	1	0	0	3	3
Malacostraca	Larvae	<i>megalopae</i>	1	0	0	0	0	0
Malacostraca	Larvae	<i>nauplio sp</i>	0	17	105	0	21	17
Malacostraca	Larvae	<i>zoea</i>	16	0	1	3	0	0
Malacostraca	Larvae	<i>zoea</i>	3	0	0	0	0	0
Malacostraca	<i>Porcellana</i>	<i>zoea</i>	2	0	0	1	0	0
Malacostraca	<i>Lucifer</i>	<i>sp</i>	1	0	0	1	3	1
Doloida	Morfofoto IV		0	0	0	1	0	1
Echinoderma	Larvae	<i>bipinaria 1</i>	1	0	0	0	0	0
Malacostraca	Larvae	larvae	0	3	1	3	4	4
Teuthida	Morfofoto V		0	0	0	1	0	1
Polichaeta	Morfofoto V		0	2	0	0	0	0
Salpida	<i>Thalia</i>	<i>democratica</i>	41	11	28	0	14	16
Siphonophora	<i>Abylopsis</i>	<i>sp</i>	0	0	1	1	0	0
Siphonophora	Morfofoto V		1	3	2	2	3	2
Malacostraca	Morfofoto IX		1	0	0	0	0	0
Actinopterygii	Morfofoto X		0	0	0	0	0	1

Tabla 5. Especies identificadas en los puntos de muestreo en el mes de junio
(estación-transición).

		Puntos de Muestreo						
			Norte			Sur		
			LE JU	PCN JU	TA JU	BR JU	PCS JU	BH JU
Taxa	Género	Especie						
Hydrozoa	<i>Morfotipo I</i>	<i>sp</i>	0	0	0	1	0	0
Malacostraca	<i>Monoporeira</i>	<i>sp</i>	1	1	0	0	1	0
Chaetognatha	<i>Morfotipo II</i>	<i>sp</i>	0	0	41	25	17	0
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	4	0
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>danae</i>	0	0	12	1	0	4
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>tranteri</i>	10	46	16	11	0	4
Copepoda	<i>Acrocalanus</i>	<i>gibber</i>	13	0	0	0	6	0
Copepoda	<i>Acrocalanus</i>	<i>sp</i>	72	69	9	21	35	11
Copepoda	<i>Calanus</i>	<i>sp</i>	16	4	5	17	7	15
Copepoda	<i>Calocalanus</i>	<i>pavo</i>	5	8	5	11	12	14
Copepoda	<i>Candacia</i>	<i>sp</i>	2	0	0	1	0	0
Copepoda	<i>Canthocalanus</i>	<i>pauper</i>	7	8	6	2	0	0
Copepoda	<i>Centrophages</i>	<i>furcatus</i>	0	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Centrophages</i>	<i>sp</i>	2	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Clausocalanus</i>	<i>sp 1</i>	49	73	15	27		27
Copepoda	<i>Clausocalanus</i>	<i>sp 2</i>	56	0	11	0	0	0
Copepoda	<i>Cosmocalanus</i>	<i>darwinni</i>	1	3	0	1	2	0
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>sp1</i>	1	1	1	0	4	0
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>sp 2</i>	0	0	0	0	5	0
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>subcrassus</i>	0	0	15	7	7	0
Copepoda	<i>Euchaeta</i>	<i>marina</i>	4	6	22	12	12	11
Copepoda	<i>Labidocera</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Nannocalanus</i>	<i>sp</i>	44	8	5	0	0	0
Copepoda	<i>Neocalanus</i>	<i>sp</i>	0	0	0	1	0	0
Copepoda	<i>Paracalanus</i>	<i>sp1</i>	29	35	24	46	22	36
Copepoda	<i>Paracalanus</i>	<i>sp2</i>	43	7	20	54	16	46
Copepoda	<i>Paraeucalanus</i>	<i>sp</i>	0	0	2	0	0	0
Copepoda	<i>Rhincalanus</i>	<i>nasutus</i>	0	0	0	1	0	0
Copepoda	<i>Temora</i>	<i>discaudata</i>	1	0	0	0	0	1
Copepoda	<i>Temora</i>	<i>sp</i>	0	0	0	1	0	0

			Puntos de Muestreo					
			Norte			Sur		
			LE JU	PCN JU	TA JU	BR JU	PCS JU	BH JU
Taxa	Género	Especie						
Copepoda	<i>Scolecithrix</i>	<i>danae</i>	0	0	0	0	1	0
Copepoda	<i>Scolecithrix</i>	<i>sp</i>	13	0	0	0	0	1
Copepoda	<i>Undinula</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Undinula</i>	<i>vulgaris</i>	5	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>sp</i>	4	2	1	2	1	2
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>specious</i>	0	0	1	0	0	0
Copepoda	<i>Ditrichocorycaeus</i>	<i>sp</i>	0	5	2	0	0	0
Copepoda	<i>Farranlua</i>	<i>carinata</i>	8	16	5	32	35	38
Copepoda	<i>Farranula</i>	<i>sp</i>	38	54	20	50	32	65
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>brevicornis</i>	27	0	11	0	42	41
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>plumifera</i>	7	0	10	37	35	50
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>sp1</i>	10	0	0	13	7	0
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>sp2</i>	18	0	4	0	0	0
Copepoda	<i>Onychocorycaeus</i>	<i>agilis</i>	0	0	0	6	3	0
Copepoda	<i>Onychocorycaeus</i>	<i>pacificus</i>	1	0	0	2	0	0
Copepoda	<i>Onychocorycaeus</i>	<i>sp 1</i>	2	11	5	0	3	4
Copepoda	<i>Onychocorycaeus</i>	<i>sp 2</i>	0	0	0	0	5	3
Copepoda	<i>Onychocorycaeus</i>	<i>sp 3</i>	0	0	0	0	2	0
Copepoda	<i>Euterpina</i>	<i>sp</i>	0	6	0	0	0	2
Copepoda	<i>Onychocorycaeus</i>	<i>sp2</i>	1	12	0	0	0	0
Copepoda	<i>Macrosetella</i>	<i>sp</i>	1	0	1	0	0	0
Copepoda	<i>Microsetella</i>	<i>sp</i>	37	43	34	33	33	57
Malacostraca	<i>Sergetes</i>	<i>sp</i>	0	1	0	0	2	0
Copepoda	<i>Copilia</i>	<i>mirabilis</i>	0	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Oncaea</i>	<i>sp</i>	55	43	32	0	55	49
Copepoda	<i>Sapphirina</i>	<i>sp</i>	4	0	1	0	0	0
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>megalopae</i>	0	0	0	0	0	0
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>nauplio sp</i>	0	2	5	0	7	5
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>zoea</i>	1	0	2	0	0	2
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>zoea</i>	0	0	0	1	0	0
Malacostraca	<i>Lucifer</i>	<i>sp</i>	0	0	1	0	1	0
Doloida	<i>Morforipo IV</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	0	0
Forcipulatida	<i>Larvae</i>		0	3	0	1	0	0
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>sp</i>	36	16	12	4	24	40
Polichaeta	<i>Morfotipo VI</i>	<i>sp</i>	18	1	6	5		4
Pteropoda	<i>Cresseis</i>	<i>sp</i>	100	100	100	100	100	100
Salpida	<i>Thalia</i>	<i>dremocatica</i>	5	16	7	2	0	3
Salpida	<i>Thalia</i>	<i>sp</i>	0	0	0	1	0	0
Siphonophora	<i>Morfotipo VII</i>	<i>sp</i>	0	0	0	1	2	0
Actinopterygii	<i>Morfotipo VII</i>		1	0	0	0	0	0

Tabla 6. Especies identificadas en los puntos de muestreo en el mes de octubre
(estación-seca).

Taxa	Género	Especie	Puntos de Muestreo					
			Norte			Sur		
			LE OCT	PCN OCT	TA OCT	BR OCT	PCS OCT	BH OCT
Hydrozoa	<i>Morfotipo I</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	2	1
Malacostraca	<i>Morfotipo II</i>	<i>sp</i>	5	0	0	5	2	4
Chaetognath	<i>Morfotipo III</i>	<i>sp</i>	17	10	39	15	36	46
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>sp</i>	11	4	6	0	2	0
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>danae</i>	0	0	0	1	3	3
Copepoda	<i>Acartia</i>	<i>tranteri</i>	0	0	0	7	2	1
Copepoda	<i>Acrocalanus</i>	<i>gibber</i>	0	0	0	4	0	1
Copepoda	<i>Acrocalanus</i>	<i>sp</i>	8	2	9	1	20	11
Copepoda	<i>Calanus</i>	<i>sp</i>	0	0	9	11	32	30
Copepoda	<i>Calocalanus</i>	<i>pavo</i>	26	0	11	11	41	17
Copepoda	<i>Candacia</i>	<i>sp1</i>	1	0	0	1	2	0
Copepoda	<i>Candacia</i>	<i>sp2</i>	1	0	0	0	0	0
Copepoda	<i>Canthocalanus</i>	<i>pauper</i>	0	1	0	3	1	0
Copepoda	<i>Centrophages</i>	<i>bradyi</i>	0	0	0	0	1	0
Copepoda	<i>Centrophages</i>	<i>furcatus</i>	0	0	2	4	1	2
Copepoda	<i>Centrophages</i>	<i>sp</i>	0	1	0	3	1	0
Copepoda	<i>Clausocalanus</i>	<i>sp 1</i>	4	0	41	10	47	17
Copepoda	<i>Cosmocalanus</i>	<i>darwinni</i>	0	0	0	0	0	1
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>sp</i>	8	0	12	4	30	5
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>sp 2</i>	0	0	8	6	0	2
Copepoda	<i>Eucalanus</i>	<i>subcrassus</i>	0	0	0	2	0	0
Copepoda	<i>Euchaeta</i>	<i>marina</i>	7	4	0	0	16	9
Copepoda	<i>Labidocera</i>	<i>sp</i>	0	0	0	2	0	0
Copepoda	<i>Nannocalanus</i>	<i>sp</i>	0	0	0	5	1	2
Copepoda	<i>Paracalanus</i>	<i>sp1</i>	42	32	25	11	49	54
Copepoda	<i>Paracalanus</i>	<i>sp2</i>	24	0	32	25	46	33
Copepoda	<i>Paraeucalanus</i>	<i>sp</i>	1	0	0	2	1	1
Copepoda	<i>Rhincalanus</i>	<i>nasutus</i>	1					2
Copepoda	<i>Rhincalanus</i>	<i>sp</i>	0	0	2	3	2	0
Copepoda	<i>Temora</i>	<i>discaudata</i>	0	7	7	5	2	0

			Puntos de Muestreo					
			Norte			Sur		
			LE OCT	PCN OCT	TA OCT	BR OCT	PCS OCT	BH OCT
Taxa	Género	Especie						
Copepoda	<i>Temora</i>	<i>sp</i>	0	2	0	1	2	1
Copepoda	<i>Scolecithrix</i>	<i>danae</i>	1	0	0	1	1	0
Copepoda	<i>Scolecithrix</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	0	2
Copepoda	<i>Undinula</i>	<i>vulgaris</i>	0	0	0	0	1	0
Copepoda	<i>Agetus</i>	<i>flaccus</i>	0	0	0	2	0	1
Copepoda	<i>Agetus</i>	<i>sp</i>	0	0		0	1	1
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>clausi</i>	0	0	0	0	2	1
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>sp</i>	2	1	0	0	1	1
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>sp1</i>	0	0	1	0	0	0
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>sp2</i>	0	0	2	0	0	0
Copepoda	<i>Corycaeus</i>	<i>specious</i>	0	0	0	2	0	0
Copepoda	<i>Farranlua</i>	<i>carinata</i>	5	2	10	5	24	2
Copepoda	<i>Farranula</i>	<i>sp</i>	7	4	11	2	27	4
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>brevicornis</i>	46	2	3	0	32	26
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>plumifera</i>	36	0	1	19	28	20
Copepoda	<i>Oithona</i>	<i>sp1</i>	5	0	7	0	10	0
Copepoda	<i>Onychocoryca</i>	<i>agilis</i>	0	0	0	2	0	0
Copepoda	<i>Onychocoryca</i>	<i>sp 1</i>	3	0	0	1	0	1
Copepoda	<i>Onychocoryca</i>	<i>sp 2</i>	0	0	0	3	0	3
Copepoda	<i>Euterpina</i>	<i>sp</i>	2	0	0	2	4	2
Copepoda	<i>Microsetella</i>	<i>sp</i>	79	8	27	31	61	0
Copepoda	<i>Copilia</i>	<i>mirabilis</i>	0	0	0	0	0	2
Copepoda	<i>Oncaea</i>	<i>sp</i>	37	5	21	9	57	75
Copepoda	<i>Sapphirina</i>	<i>sp</i>	0	3	0	1	0	1
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>nauplio sp</i>	0	0	0	0	0	6
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>mantis</i>	1	0	0	0	0	0
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>zoea</i>	2	0	0	0	0	5
Malacostraca	<i>Porcellana</i>	<i>zoea</i>	0	0	0	0	2	0
Malacostraca	<i>Lucifer</i>	<i>sp</i>	0	0	0	0	2	0
Forcipulata	<i>Larvae</i>	<i>0</i>	0	0	0	0	0	2
Malacostraca	<i>Larvae</i>	<i>sp mysis</i>	2	5	2	2	0	1
Ostracoda	<i>Morfotipo IV</i>	<i>sp</i>	0	1	0	0	0	0
Polichaeta	<i>Morfotipo V</i>	<i>sp</i>	4	2	2	0	0	0
Salpida	<i>Thalia</i>	<i>dremocatica</i>	3	0	0	32	14	0
Siphonophora	<i>Morfotipo VI</i>	<i>sp</i>	0	2	0	0	1	0
Actinopterygii	<i>Morfotipo VII</i>		2	0	0	0	0	0

Tabla 7. Principales especies identificadas en las zonas norte y sur durante las tres estaciones de muestreo

Estación Húmeda	Estación de Transición	Estación Seca
		
<i>Paracalanus</i> sp2.	<i>Acrocalnus</i> sp.	<i>Aphragmophora</i>
		
Estadio Zoea	<i>Farranula carinata</i>	<i>Farranula</i> sp.

Estación Húmeda



Calocalanus pavo

Estación de Transición



Chaetognatha

Estación Seca



Rhincalanus nassutus



Oithona plumifera



Mysida



Oithona brevicornis

