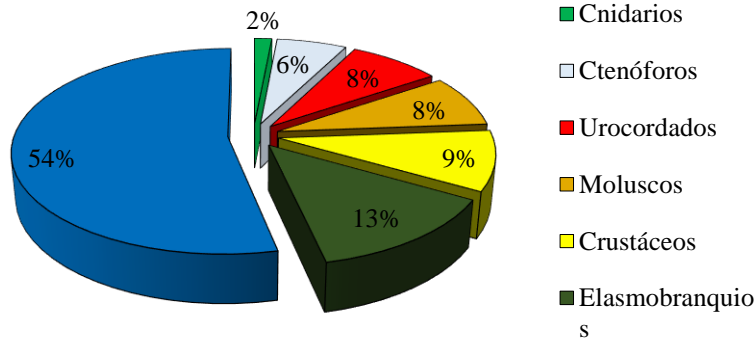


Tabla XV. Biomasa en peso (kg) por grupo de organismo y por lance de media agua, en la ZEE de Costa Rica.

	Cnidarios	Ctenóforos	Urocordados	Moluscos	Crustáceos	Elasmobranquios	Peces óseos	Madera y basura	Total
Lance	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
13	0.01	—	5.02	1.47	—	3.4	1.76	—	11.73
14	1.05	—	—	0.02	0.003	—	1.51	—	2.58
15	0.051	—	—	0.85	0.001	6.3	14.86	0.19	22.27
16	—	0.79	0.07	—	0.011	—	0.18	—	1.05
17	—	—	0.38	—	—	—	0.03	—	0.41
18	—	2.08	—	—	4.91	—	0.05	—	7.04
19	0.008	—	0.36	2.64	—	—	1.15	0.29	4.45
20	0.001	—	0.09	1.05	—	—	19.52	2.43	23.09
21	—	1.63	—	—	2.05	—	0.43	0.06	4.17
Total	1.12	4.5	5.92	6.03	6.98	9.79	39.5	2.97	76.82

Biomasa (kg)



Abundancia (núm. ind)

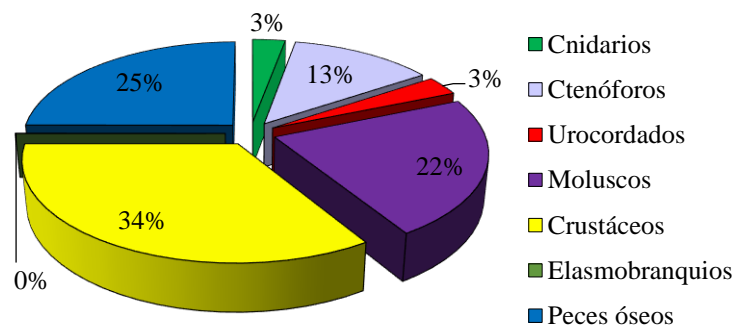


Figura 58. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por categorías de organismos en la captura total de los lances de media agua, en la ZEE de Costa Rica.

La biomasa y abundancia obtenidas en los nueve lances de arrastre de media agua muestran que la biomasa obtenida en horario nocturno es alrededor del 80% de la captura total, mientras que solo el 20 % se obtuvo en hora de luz. Respecto a la abundancia se observó que tanto en el día como en la noche los valores fueron muy similares y cercanos al 50% cada uno (Figura 59). La mayor captura de noche se debe probablemente a la migración de organismos meso y batipelágicos a la superficie, ya que la mayoría de ellos son especies que realizan migraciones verticales nocturnas.

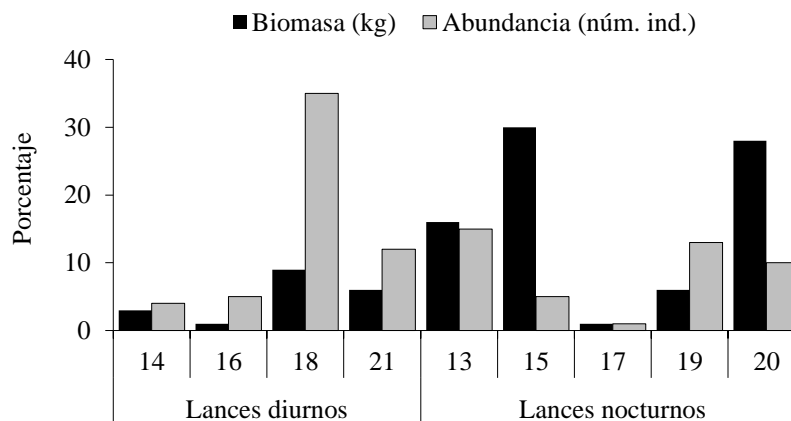


Figura 59. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por lance de media agua en horarios nocturno y diurno, en la ZEE de Costa Rica.

9.2.3.4 Riqueza de especies

La riqueza de especies capturada con la red de arrastre de media agua sumó un total de 62 taxones, de los cuales 3 correspondieron al grupo de los cnidarios, un ctenóforo, cuatro urocordados, 7 moluscos (calamares), 7 crustáceos, un elasmobranquio (*Pseudocarcharias kamoharai*) y, 39 peces óseos (Tabla XVI, Figura 60). De los 62 taxones capturados 21 se pudieron identificar hasta especie, 13 hasta género, 15 a categoría de familia, y 13 a categoría superior a familia. Es importante resaltar que gran parte de los ejemplares capturados eran juveniles, incluso algunos eran larvas por lo que quedaron a nivel género o familia y también que algunos estaban muy maltratados lo que dificultó su identificación (Figura 61).



Tabla XVI. Riqueza de especies por grupo capturados, con red de arrastre de media agua, en la ZEE de Costa Rica.

TAXON	BIOMASA (kg)	ABUNDANCIA (num. ind.)
Cnidarios		
Cnidario	1.051	130
Cnidario 1	0.019	54
Cnidarios 2	0.050	13
Ctenóforos		
Ctenóforos	4.500	859
Urocordados		
<i>Pyrosoma</i> sp.	5.131	115
Thaliacea	0.470	48
Thaliacea 1	0.080	19
Thaliacea 2	0.240	28
Moluscos		
Calamar "alas redondas"	0.280	160
Cranchiidae	0.020	3
<i>Dosidicus gigas</i>	2.720	36
Enoploteuthidae	2.960	1,303
<i>Loliolopsis diomedae</i>	0.010	1
Ommastrephidae	0.001	1
Thysanoteuthidae	0.040	2
Crustáceos		
Larva de camarón	0.001	2
Larva de langosta	0.002	7
Larva de squilla	0.001	1
<i>Pasiphaea americana</i>	0.070	60
<i>Phronima sedentaria</i>	0.001	4
<i>Plesionika</i> sp.	5.620	2,148
<i>Squilla biformis</i>	1.280	62
Elasmobranquios		
<i>Pseudocarcharias kamoharai</i>	9.790	3
Peces óseos		
<i>Argyropelecus</i> sp.	0.176	158
Balistidae	0.001	1
<i>Benthosema</i> sp.	0.157	201
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	0.023	17
<i>Caranx caballus</i>	13.800	69
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	2.320	274
<i>Decapterus macarellus</i>	0.090	1

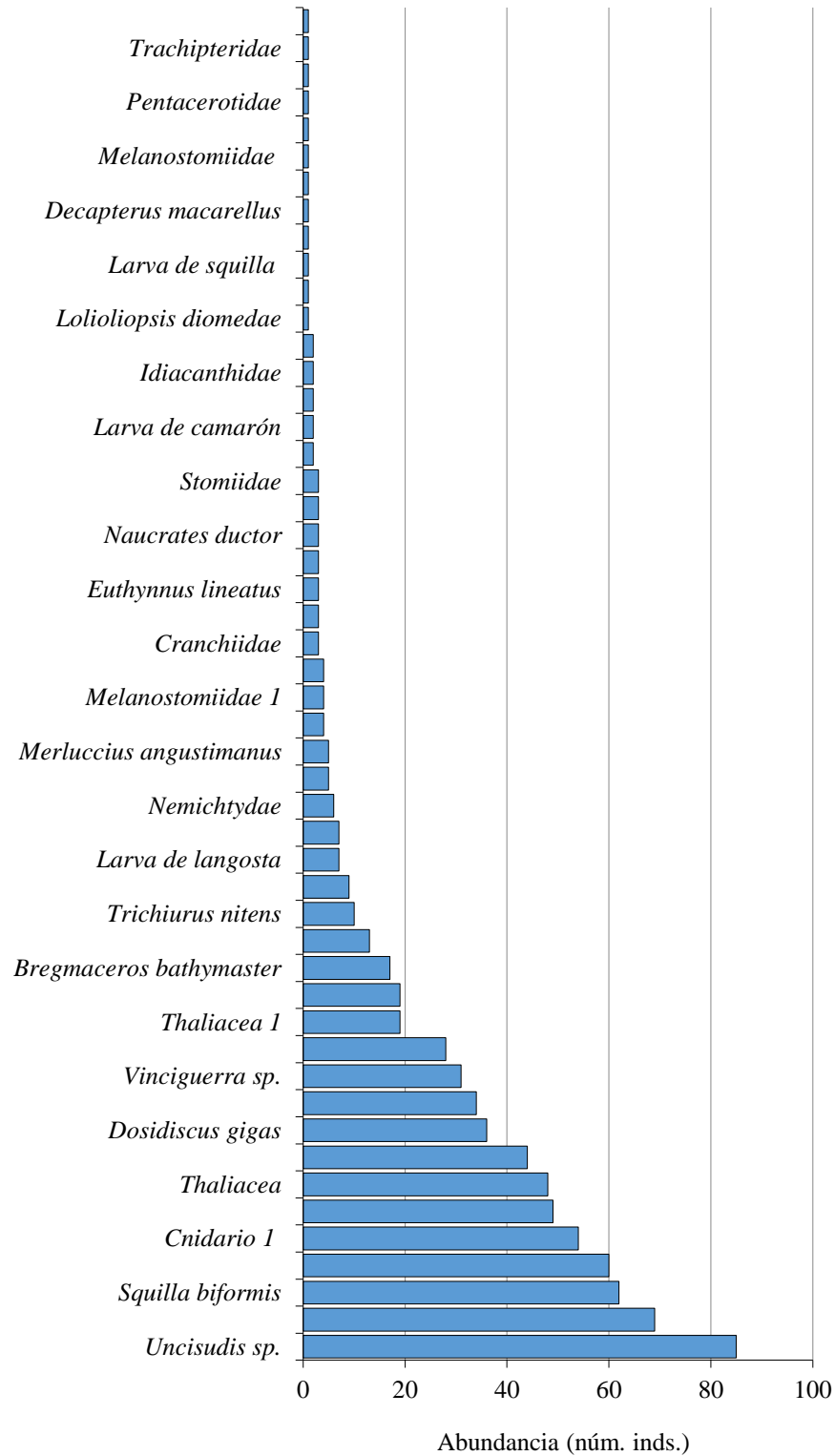


<i>Diaphus</i> sp.	0.040	49
<i>Diaphus</i> sp. 1	0.018	19
<i>Diodon holocanthus</i>	14.380	136
<i>Diplophos</i> sp.	0.002	5
<i>Euthynnus lineatus</i>	5.270	3
<i>Fistularia</i> sp.	0.001	1
Gonostomathidae	0.020	3
<i>Hygophum</i> sp.	0.003	2
Ildiacanthidae	0.010	2
Larva leptocephala	0.641	365
<i>Lestidios neles</i>	0.130	44
Melanostomiidae	0.010	1
Melanostomiidae 1	0.020	4
Melanostomiidae 2	0.005	1
<i>Merluccius angustimanus</i>	0.310	5
<i>Naucrates ductor</i>	0.040	3
<i>Nemichthys curvirostris</i>	0.070	9
<i>Nemichthys scolapaceus</i>	0.002	2
Nemichthyidae	0.060	6
Pentacerotidae	0.001	1
Phosichthyidae	0.001	1
<i>Psenes pellucidus</i>	0.130	3
<i>Selene peruviana</i>	0.022	7
Sternoptychidae	0.230	121
Stomiidae	0.025	3
<i>Taaningichthys</i> sp.	0.004	4
Trachipteridae	0.003	1
<i>Trichiurus nitens</i>	0.040	10
<i>Triphoturus</i> sp.	0.044	34
<i>Uncisudis</i> sp.	0.154	85
<i>Vinciguerra</i> sp.	0.012	31
<i>Zu cristathus</i>	1.250	1
Total	73.852	6,742



a)

* taxones con 1 a 85 individuos



b)

* taxones con 115 a 2,148 individuos

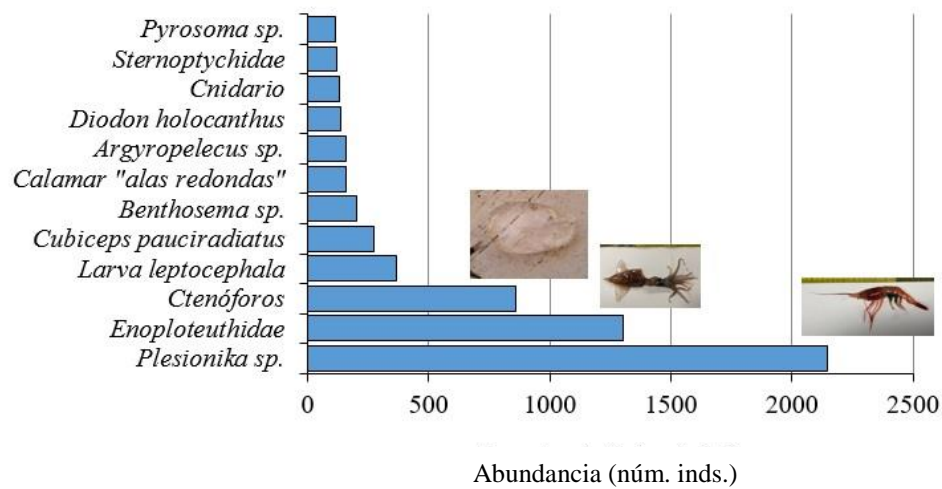


Figura 60. Abundancia por especie capturada en los lances de arrastre de media agua, a) especies con 1 a 85 individuos, b) especies con 115 a 2,148 inds.), en la ZEE de Costa Rica.

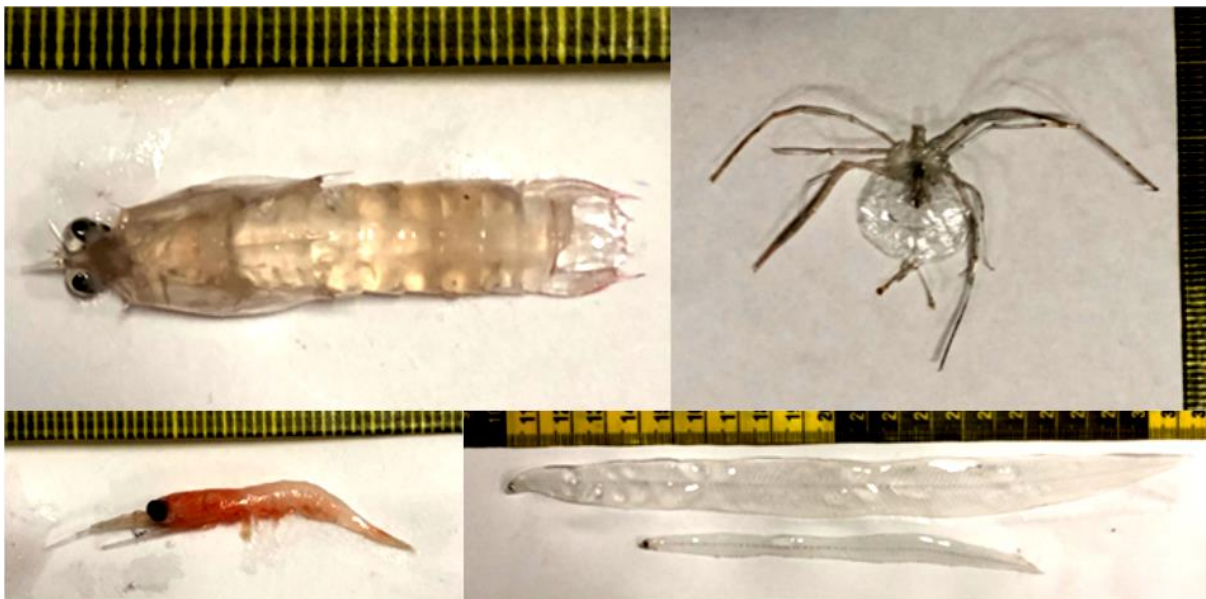


Figura 61. Ejemplares en estadio larvario de peces y crustáceos capturados con red de arrastre de media agua, en la ZEE de Costa Rica.

9.2.3.5 Pesca de calamar

La captura se llevó a cabo mediante 13 estaciones de calamar, en las que se obtuvo una biomasa de 4.22 kg y 11 individuos con las maquinillas calamareras, mientras que con línea de mano se obtuvieron 70.34 kg, con una abundancia de 183 individuos. El área



barrida fue de 480 m² (Tabla XVII; Figura 62). La proporción de sexos fue de 194:2 (hembras-machos). Las capturas con línea de mano se realizaron con un esfuerzo de tres a seis líneas de manera simultánea durante el tiempo de operación de las maquinillas calamareras.

Tabla XVII. Biomasa (kg) y abundancia de calamar *Dosidicus gigas*, capturados con maquinillas calamareras y línea de mano, en la ZEE de Costa Rica.

Estación (#)	Fecha	Tiempo efectivo luz (min)	Tiempo efectivo de pesca (min)	Profundidad total (m)	Captura				Área barrida (km ²)
					Abundancia (n) / Biomasa (kg)				
					MC		LM		
A	B	A	B						
2	30/10/2018	3	37	2000	0	0.00	0	0.00	0.03
3	31/10/2018	2	35	2000	1	0.65	0	0.00	0.02
4	31/10/2018	7	36	3255	3	1.33	18	6.04	0.02
5	01/11/2018	14	30	3000	0	0.00	14	5.75	0.01
6	01/11/2018	5	29	3000	0	0.00	23	10.24	0.03
7	02/11/2018	3	32	3500	0	0.00	12	4.53	0.04
8	02/11/2018	8	30	1000	2	0.32	12	3.27	0.04
9	02/11/2018	2	34	1650	3	0.61	28	9.38	0.02
10	03/11/2018	7	31	2500	1	1.05	48	23.94	0.02
11	03/11/2018	17	31	3145	0	0.00	19	5.71	0.03
12	03/11/2018	11	30	110	0	0.00	0	0.00	0.04
13	03/11/2018	11	31	650	1	0.26	1	0.18	0.04
14	04/11/2018	12	30	4000	0	0.00	8	1.30	0.12

MC = Maquinilla Calamarera; LM = Línea de Mano

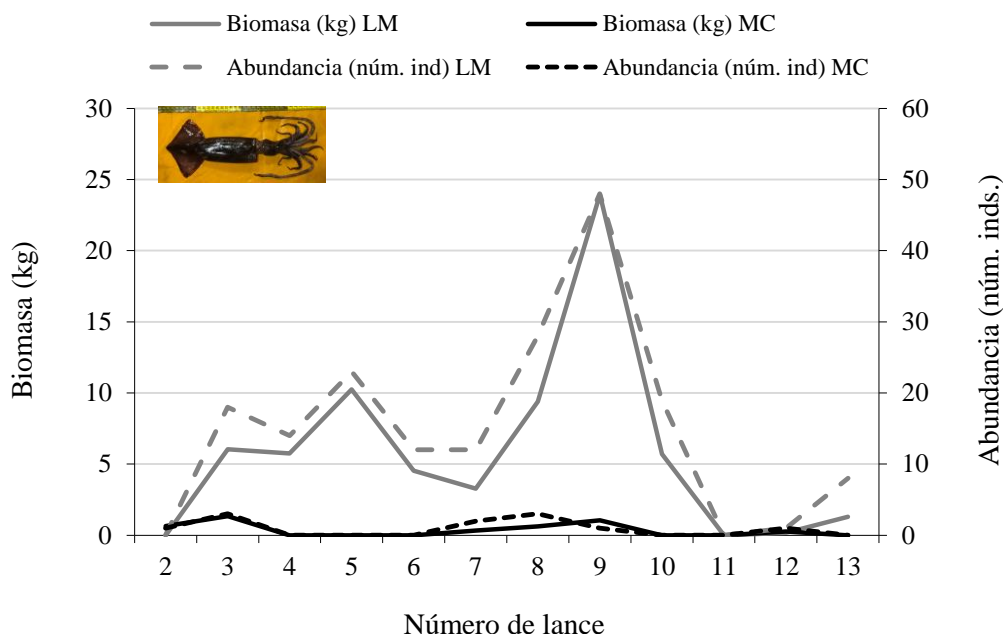


Figura 62. Biomasa (kg) y abundancia de calamar *Dosidicus gigas*, capturados con maquinillas calamareras y línea de mano, en la ZEE de Costa Rica.

9.2.3.6 Estructura de tallas de calamar

Se presenta la distribución de la frecuencia de tallas de longitud de manto (LM) de los calamares capturados con maquinillas calamareras, línea de mano y red de arrastre de media, las cuales se agruparon en intervalos de 3 cm. De manera general, las tallas se encontraron dentro del intervalo desde los 3-36 cm de LM, de las cuales, las longitudes de los capturados con maquinillas calamareras oscilaron entre 15-33 cm de LM con una moda= 21-24 cm y una N = 12, intervalo de valores muy semejante al obtenido en la captura con línea de mano que fue de 15-36 cm de LM, una moda= 24-27 cm y una N= 183. Mientras que la captura de calamar con red de media agua estuvo compuesta por calamares con longitud del manto de 3-30 cm, una moda= 12-15, y una N= 36 (Figura 63). Es claro observar diferencias en las longitudes de manto capturadas con poteras (automáticas y línea de mano) y red de arrastre, y es probable que se deba a que los dos tipos de artes de pesca difieren en su proceso de captura, el primero se basa en la atracción y segundo por persecución, por lo que la reacción de los calamares ante los dos artes de pesca sea diferente y se vea reflejado en el tamaño del calamar. Cabe mencionar que ambas artes de pesca, incidieron en intervalo de profundidad similar.

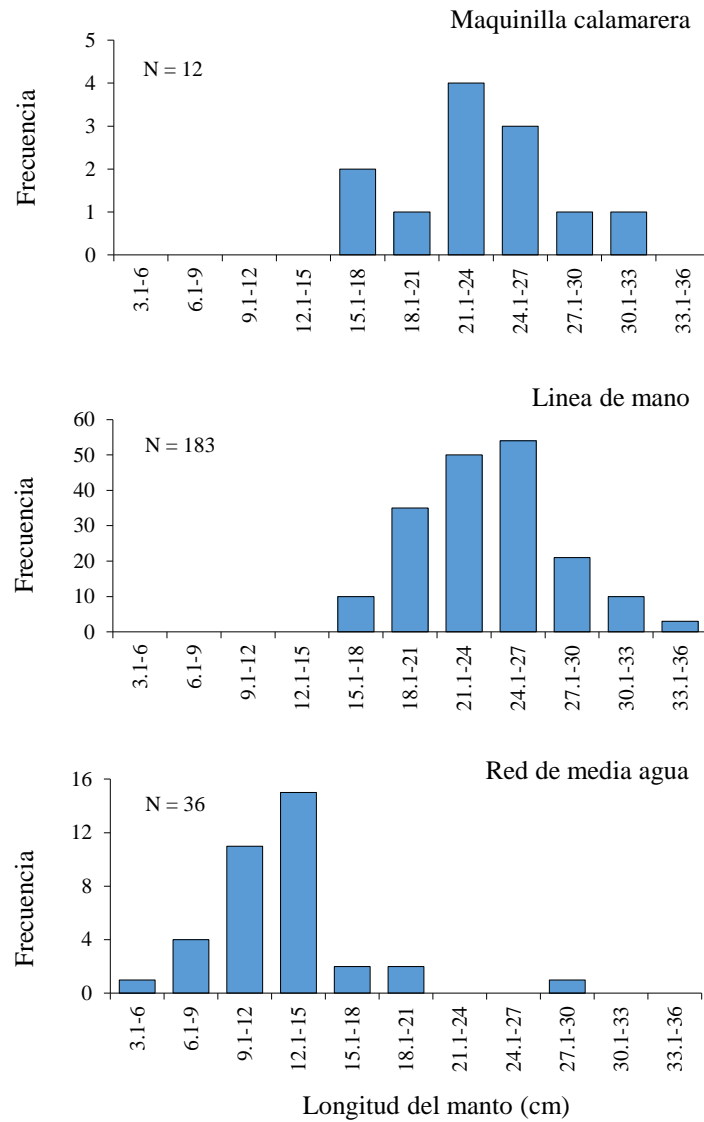


Figura 63. Estructura de tallas de calamar *Dosidicus gigas*, capturado con maquinillas calamareras, línea de mano y red de arrastre de media agua, en la ZEE de Costa Rica.



9.2.3.7 Pesca con señuelo

Del esfuerzo aplicado durante la navegación en los transectos de la ZEE de Costa Rica se capturo un ejemplar de pez Dorado (*Coryphaena hippurus*), perteneciente al grupo de los pelágicos mayores (Tabla XVIII, anexo IV).

Tabla XVIII. Especies de peces capturados con señuelo, en la ZEE de Costa Rica.

Especie	Transecto de captura	Talla (cm)	Peso (kg)
<i>Coryphaena hippurus</i>	2	113	7.00



9.3 NICARAGUA

9.3.1 Oceanografía pesquera

Para la investigación oceanográfica en aguas del Océano Pacífico de Nicaragua fueron realizados 13 lances de CTD a una profundidad promedio de 500 m, para la toma de parámetros fisicoquímicos en la columna de agua, pero con extensión hasta el litoral con menos de 100 m de profundidad. Simultáneamente también fueron efectuados en cada estación, 13 arrastres oblicuos con Red Bongo (Figura 64). El termosalinómetro permitió el registro de alta resolución de temperatura y salinidad superficiales. Por otra parte, a lo largo del derrotero y de manera intermitente entre estaciones oceanográficas, lances de pesca e intertransectos, se obtuvieron 34 muestras de huevos y larvas de peces con el sistema de circulación continua de agua de mar, CUFES. Los resultados obtenidos de este muestreo oceanográfico y pesquero del 4 al 9 de noviembre de 2018, se describen a continuación. Como un recurso analítico adicional fueron obtenidos los datos satelitales de la distribución superficial de clorofila- α y corrientes geostroficas válidos en la zona de estudio y para el mismo periodo de recorrido en este país.

Fueron generados mapas de distribución superficial de temperatura, salinidad, densidad del mar, oxígeno disuelto y clorofila- α , con el objeto de relacionarlas con la distribución de las muestras biológicas de huevos y larvas de peces obtenidas con CUFES, así como con la biomasa acústica NASC y la biomasa de fauna obtenida en los lances de pesca de fondo y media agua realizados en Nicaragua.

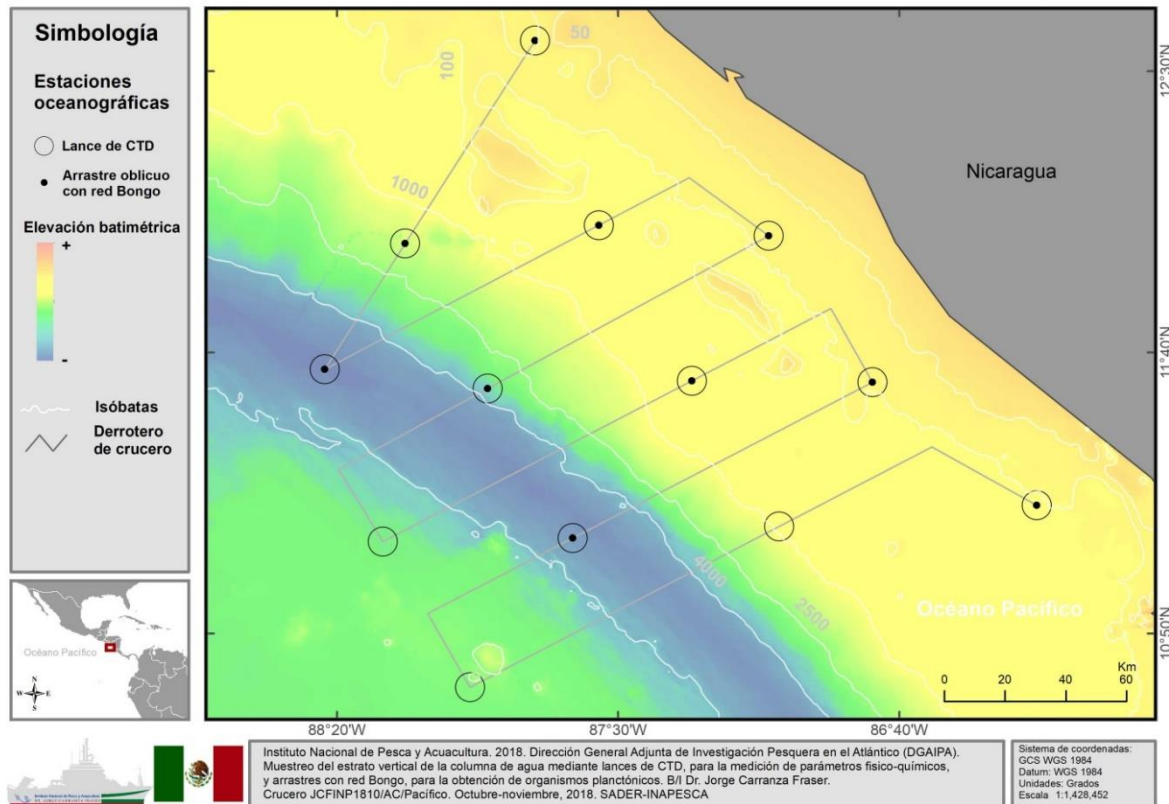


Figura 64. Zona de estudio y distribución de 13 estaciones oceanográficas realizadas (13 círculos-CTD, 13 puntos-Red Bongo) en el Océano Pacífico, del 4 de noviembre al 9 de noviembre de 2018.

9.3.1.1 Variables en la superficie y columna de agua

La distribución superficial de las variables físicoquímicas mostro 3 gradientes (Figura 65). El primero fue de temperatura, la cual asciende de Sur a Norte en un estrecho rango menor a 1 °C. El segundo ocurrió con la salinidad y la densidad, por influencia de ríos, desde la zona litoral hasta la nerítica. El oxígeno mostró el tercer gradiente en forma invertida al de la temperatura, ya que la magnitud de este elemento no conservativo, aumenta de Norte al Sur. Los intervalos de estos parámetros se mostraron en un rango de 27.6 a 28.9°C para la temperatura; de 30.6 a 32.7 ups para la salinidad, con clara influencia de agua dulce proveída por ríos circundantes. Además hubo un incremento de 2.7 a 3.2 mg/L de oxígeno, asociado al aumento de la profundidad, debido a que la zona más somera ubicada al norte de la zona de estudio, fue menos honda.

**Variables fisicoquímicas superficiales del mar
Campaña América Central: Pacífico, Nicaragua**

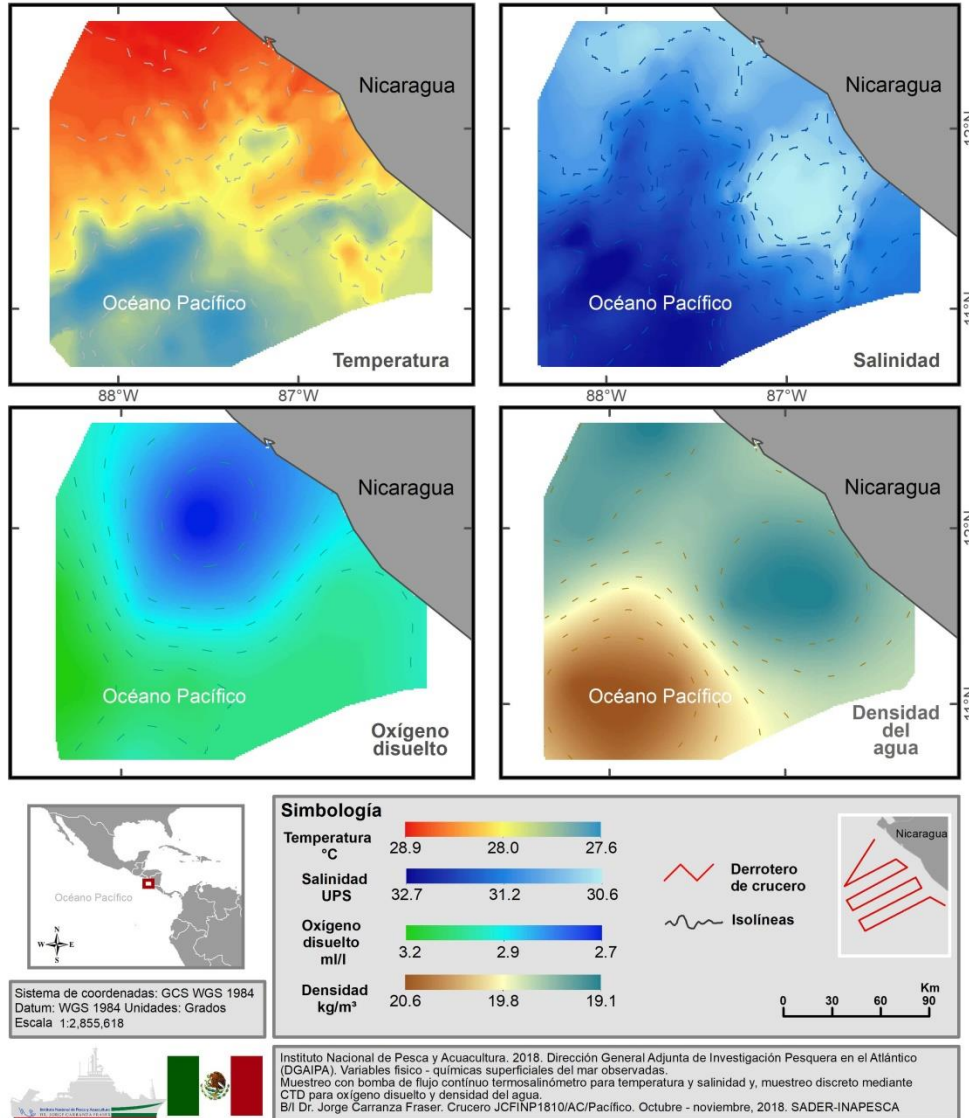


Figura 65. Distribución superficial de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en la ZEE de Nicaragua en el Océano Pacífico, del 4 al 9 de noviembre de 2018.

La distribución de la clorofila- α muestra un comportamiento que podría estar relacionado con la temperatura y salinidad, debido a que existe un máximo nerítico en forma de dos núcleos y a todo lo largo del litoral nicaragüense.

Tabla XIX. Estadística descriptiva de las variables superficiales obtenidas durante la navegación en aguas del Océano Pacífico de Nicaragua.

	Temperatura (°C)	Salinidad (UPS)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Densidad (kg/m ³)
Valor mínimo	27.53	30.58	2.65	19.10
Valor máximo	29.18	32.81	3.26	20.65
Valor medio	28.03	31.52	3.03	19.73
Moda	27.99	30.59	2.65	19.10
Desviación estándar	0.2274	0.6263	0.1597	0.5282
Coefficiente de variación	0.0081	0.0198	0.0527	0.0267

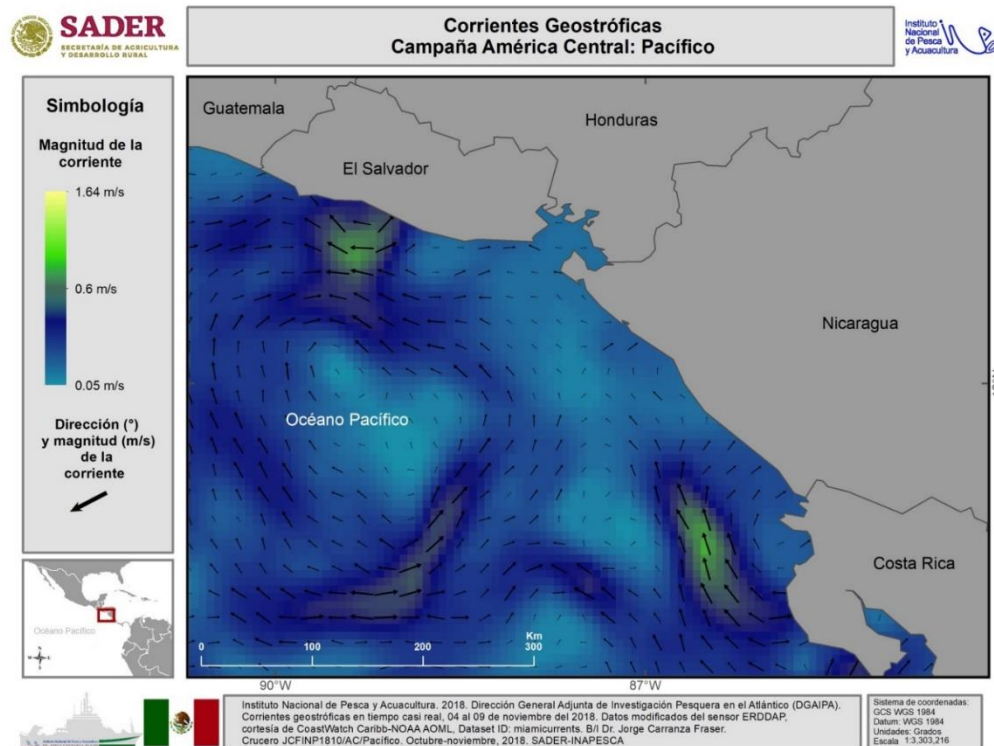


Figura 66. Distribución superficial de clorofila- α en el Océano Pacífico del 4 al 9 de noviembre de 2018, obtenida a partir de observaciones con el satélite MODIS-Aqua. La asignación de color se realizó mediante la técnica “histogram equalize”, con el propósito de contrastar el comportamiento del parámetro.

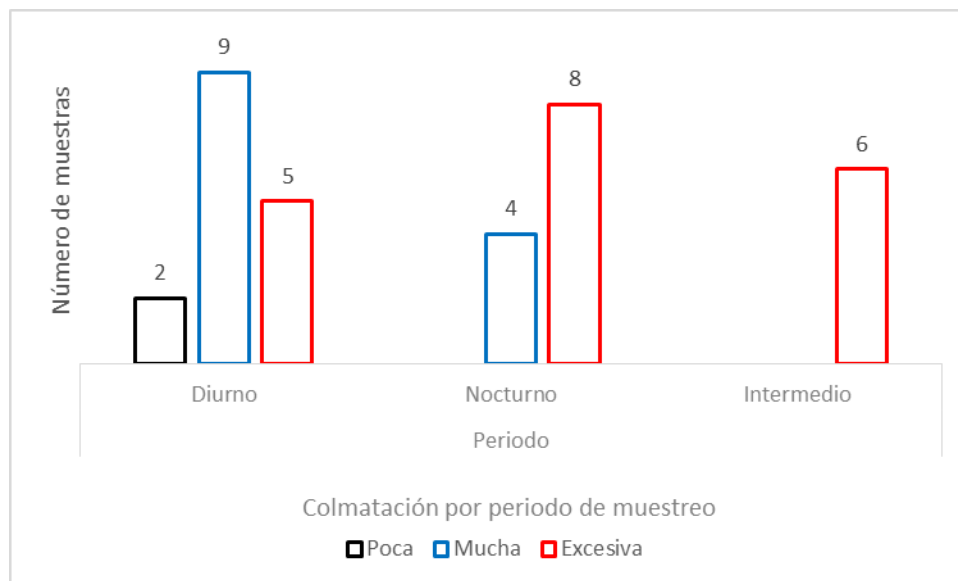
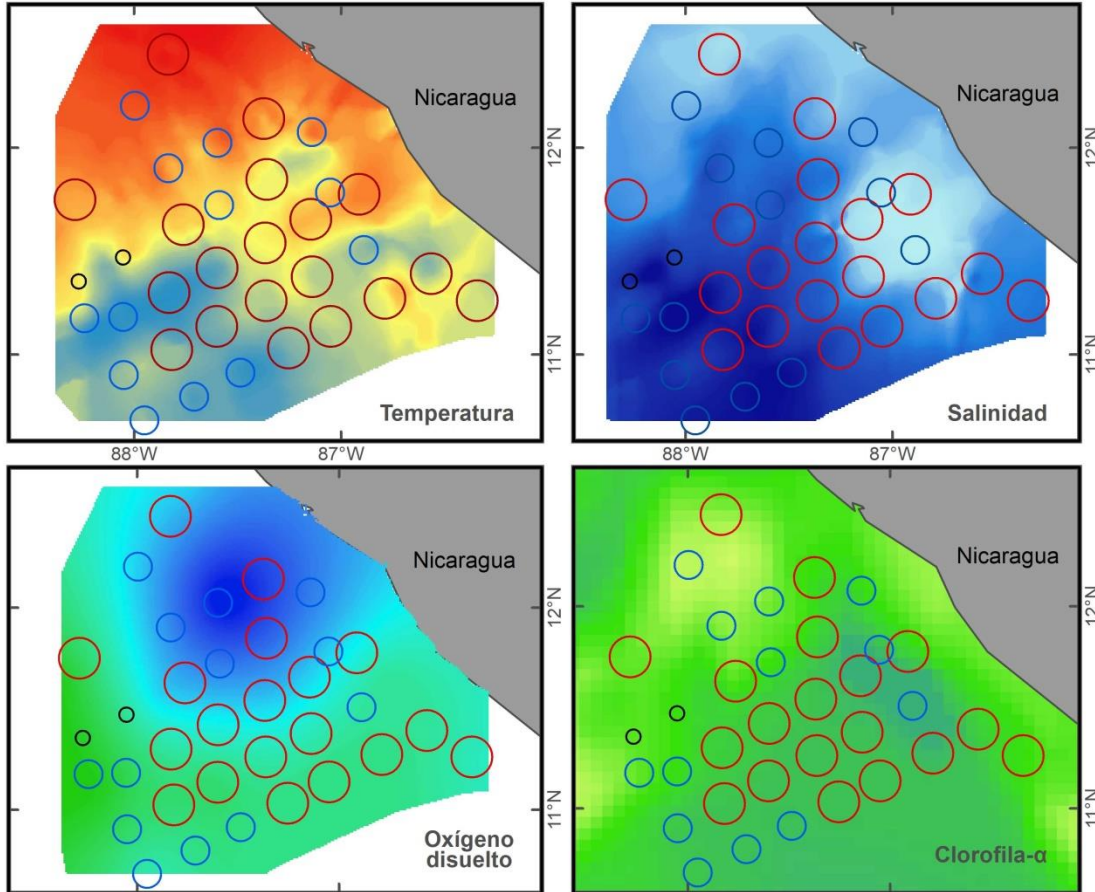


Figura 68. Frecuencia de la biomasa obtenida en 34 muestras categorizadas de acuerdo a la concentración de plancton marino y su incidencia durante el periodo de muestreo.

Tabla XX. Frecuencia de volumen relativo de biomasa, por periodo de muestreo en aguas del Océano Pacífico de Nicaragua, del 4 al 9 de noviembre de 2018.

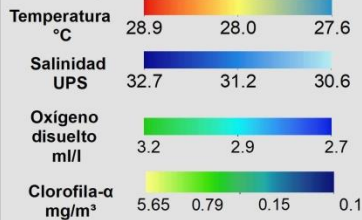
Periodo de muestreo	Colmatación			Total
	Poca	Mucha	Excesiva	
Diurno	2	9	5	16
Nocturno	-	4	8	12
Intermedio	-	-	6	6
Total	2	13	19	34

Concentración de biomasa zooplanctónica superficial obtenida mediante bomba CUFES y variables fisicoquímicas del mar. Campaña América Central: Pacífico, Nicaragua



Sistema de coordenadas: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984 Unidades: Grados
Escala 1:2,853,702

Simbología



Colmatación de la muestra



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. 2018. Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Atlántico (DGAIPA). Distribución geográfica de organismos zooplanctónicos y su relación con oxígeno disuelto y clorofila α superficial del mar observada. Crucero JCFINP1810/AC/Atlántico. Octubre - noviembre, 2018. SADER-INAPESCA

Figura 69. Distribución superficial de concentración de biomasa del plancton marino y su relación con variables fisicoquímicas superficiales del Océano Pacífico de Nicaragua.

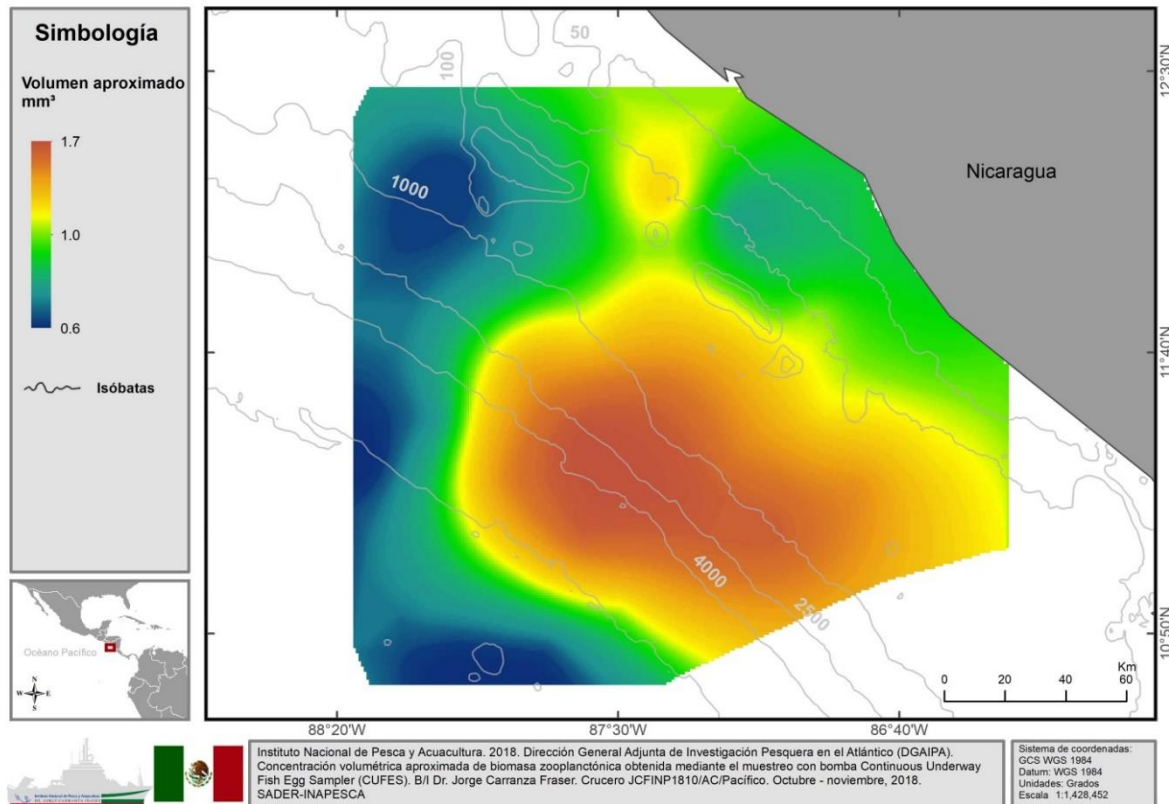


Figura 70. Distribución superficial del volumen en mm³ de biomasa zooplanctónica en el Océano Pacífico de Nicaragua.

9.3.1.3 Diagrama TS

Utilizando la información generada en los lances de CTD, se realizó un Diagrama TS para identificar las masas de agua presentes en la región (Figura 71). En dicha figura fue posible identificar dos masas de agua, típicas de la región como son agua del Noreste del Pacífico Tropical (ENPT), Noreste del Pacífico Central (ENPC), por debajo de la capa superior dominada por una mezcla de agua dulce proveniente de los ríos que circundan el litoral Occidental de Nicaragua, los cuales influyen desde la superficie a 30 m de profundidad, con relativamente máxima temperatura y mínimos de salinidad, densidad del mar y oxígeno disuelto.

De la capa superior diluida, por debajo de 50 a 100 m y hasta los 200 m de profundidad se observó la masa de agua del ENPT. De 200 a 500 m se identificó la masa de agua del ENPC.

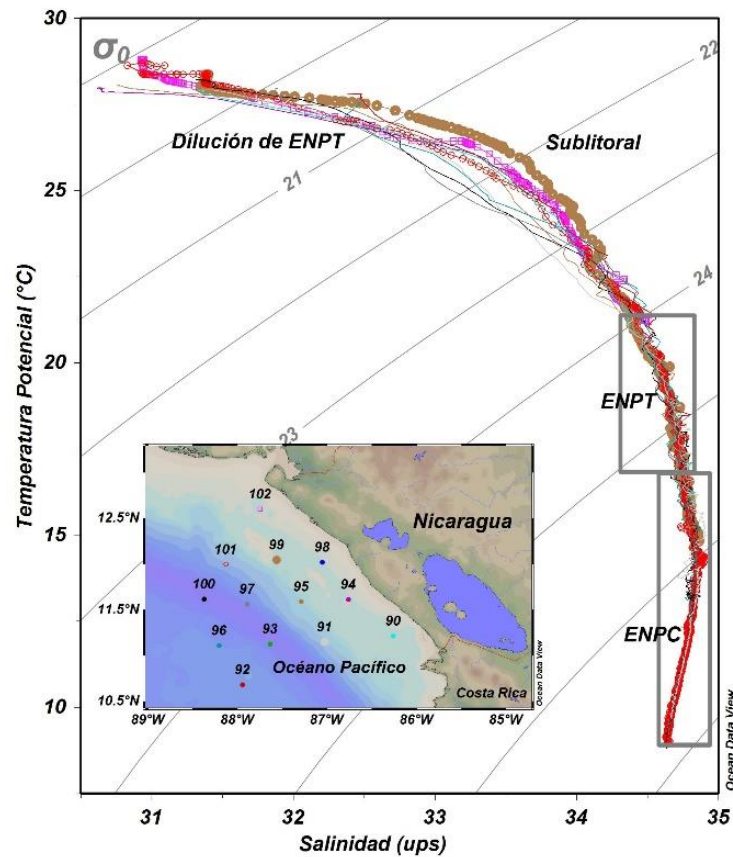


Figura 71. Diagrama TS generado con la información de las estaciones en la zona de Nicaragua, Océano Pacífico Oriental.

9.3.1.4 Perfiles verticales

Las clinas o cambios bruscos de parámetros, estuvieron ubicadas en el rango 30 hasta 100 m de profundidad, en el cual la temperatura disminuyó de 27 a 13 °C. Es sobresaliente la baja salinidad superficial y anoxia por debajo de 100 m de profundidad. El gradiente de la salinidad ocurre en los primeros 30 m de profundidad, aumentando la concentración de sales disueltas de 30 a 34.4 ups. El declive del oxígeno empieza a 30 m, disminuyendo de 3 mg/L a condiciones anóxicas a 100 m de profundidad. Además, entre 150 y 400 m de fondo, el oxígeno tiene un comportamiento errático, fluctuando en un rango de 1 mg/L, entre 0.5 y 1.5 mg/L. La densidad del agua de mar, mostró un comportamiento similar al de la salinidad con ascenso en magnitud de la superficie a 50 m de profundidad, para después aumentar paulatinamente conforme aumentaba el fondo hasta los 500 m, donde los perfiles de todos los lances se homogenizaron desde 150 m.

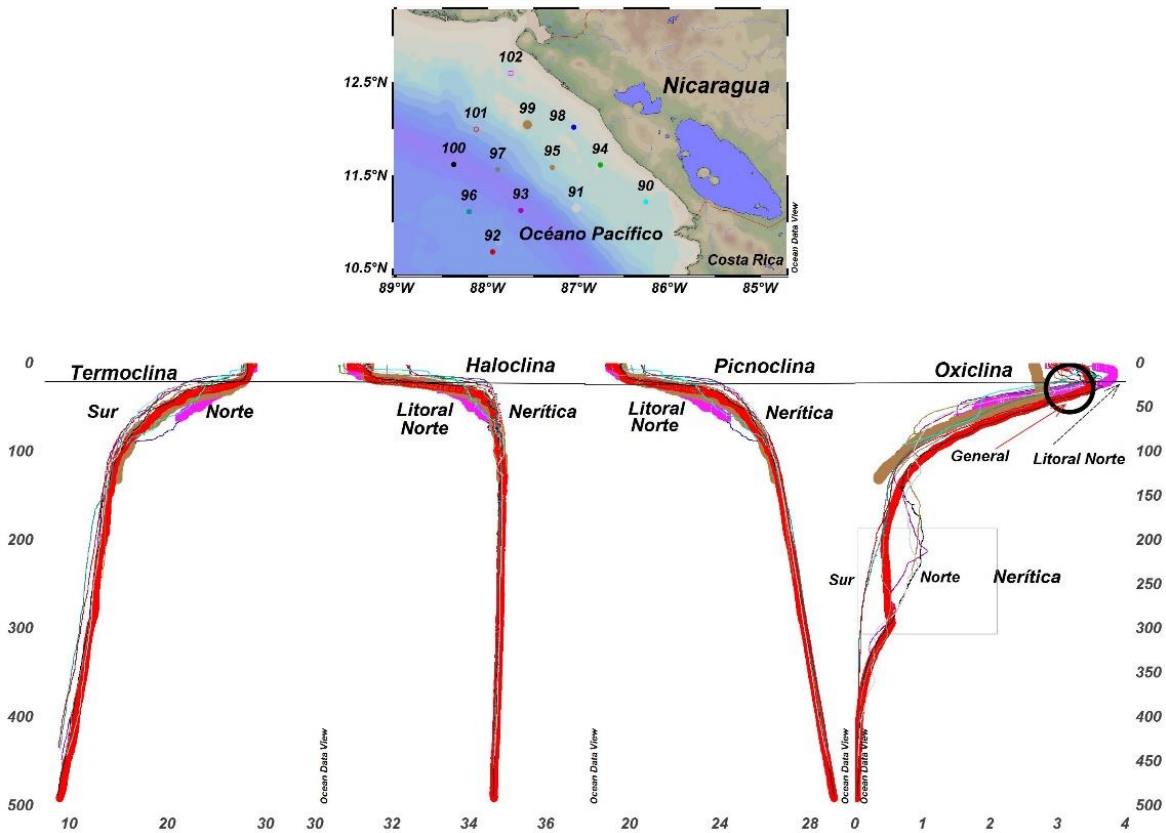


Figura 72. Perfiles verticales para temperatura (°C), salinidad (UPS), densidad (kg/m^3) y oxígeno disuelto (mg/L) para las estaciones en aguas nicaragüenses del Océano Pacífico.

9.3.1.5 Secciones verticales

El comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del agua de mar en la zona de estudio, mostró un océano costero estratificado con gradientes verticales desde la superficie hasta 100 m de profundidad. En los primeros metros superficiales las capas son irregulares o muy delgadas. Por debajo de este nivel de fondo, los estratos son más anchos y estables (Figuras 73 y 74). La temperatura oscila entre máximos superficiales a mínimos profundos menores de 12 °C. Las capas del gradiente la temperatura baja de 27.5 a 17 °C, entre 0 y 75 m. Similarmente, el gradiente de salinidad fluctúa entre 30 y 34.5 ups de 0-70 m; por debajo de esta profundidad y hasta 500 m, la salinidad es 35 ups. Se observa una capa superficial uniforme de 30 ups en toda la sección costera. Este comportamiento fue similar al del litoral de Costa Rica.

La densidad del agua de mar mostró un comportamiento similar al de temperatura y salinidad, pero la salinidad tuvo mayor influencia sobre la variación de la densidad entre

21 y 27 kg/m³, de la superficie al fondo, con un gradiente más estrecho en los primeros 50 m de profundidad. El oxígeno mostró una capa de máxima concentración en la superficie ≥ 3 mg/L, pero esta magnitud bajó a concentraciones anóxicas de 1 mg/L en la isobata de 80 m. Por debajo de esta profundidad y hasta 350 m de profundidad, su nivel bajó a 0.5 mg/L. A partir de este nivel de fondo y hasta 500 m, el oxígeno fue cercano a cero mg/L. El comportamiento de la sección nerítica mostró un panorama similar al del litoral y al del litoral de Costa Rica.

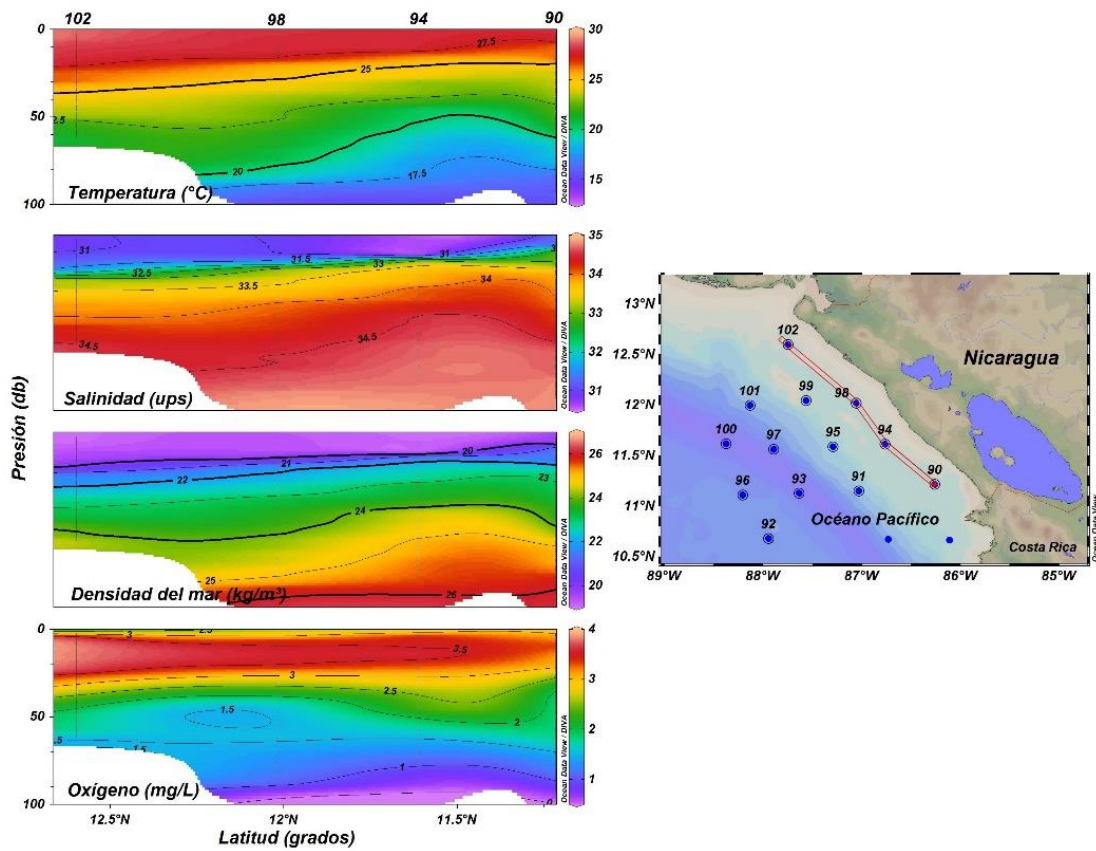


Figura 73. Secciones verticales para las estaciones del litoral de Nicaragua. Las estaciones seleccionadas están unidas con la cinta roja.

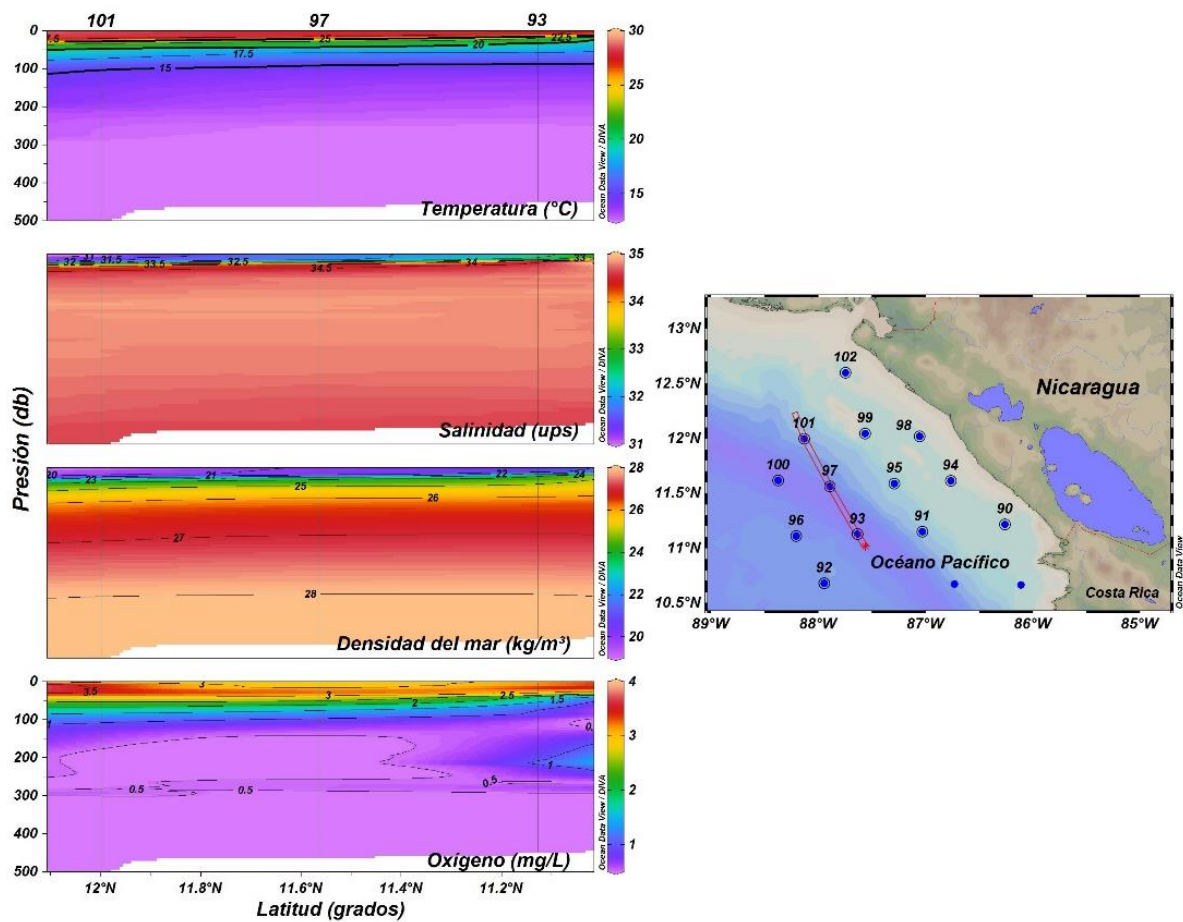


Figura 74. Secciones verticales para las estaciones de la zona oceánica de Nicaragua. Las estaciones seleccionadas están unidas con la cinta roja.

9.3.1.6 Meteorología

Las variables meteorológicas están relacionadas a las variaciones del mar descritas en la sección correspondiente a la distribución superficial. Fue observada una fluctuación entre máximos de presión barométrica intermedios por un mínimo. Estos sistemas tendieron a dispersarse del litoral a la zona nerítica. Los núcleos de alta presión estuvieron asociados a alta humedad relativa superior a 85%, la cual disminuyó hasta 60% en el núcleo de baja presión. La temperatura del aire se comportó inversamente a la presión barométrica. La temperatura del mar mostró un gradiente similar al descrito más arriba relacionado a la *figura 65*. En cuanto a la salinidad, también fue observado el gradiente del litoral a la zona nerítica de la nación, acorde con lo descrito anteriormente. No obstante, en la representación gráfica de éste parámetro aparece un pequeño núcleo de mayor salinidad, lo cual no ocurre, como se pudo observar en la *figura 65*. Se presume funcionamiento anómalo del sensor de conductividad enlazado a la estación



meteorológica, por causas desconocidas. La velocidad y dirección del viento mostraron una mayor tendencia a máximos de 35 nudos en dirección Suroeste (210°), previos a un pequeño estadio de calma hacia el Norte, pero posteriores a vientos ligeros del Este-Sureste, menores entre 3 y 9 nudos.

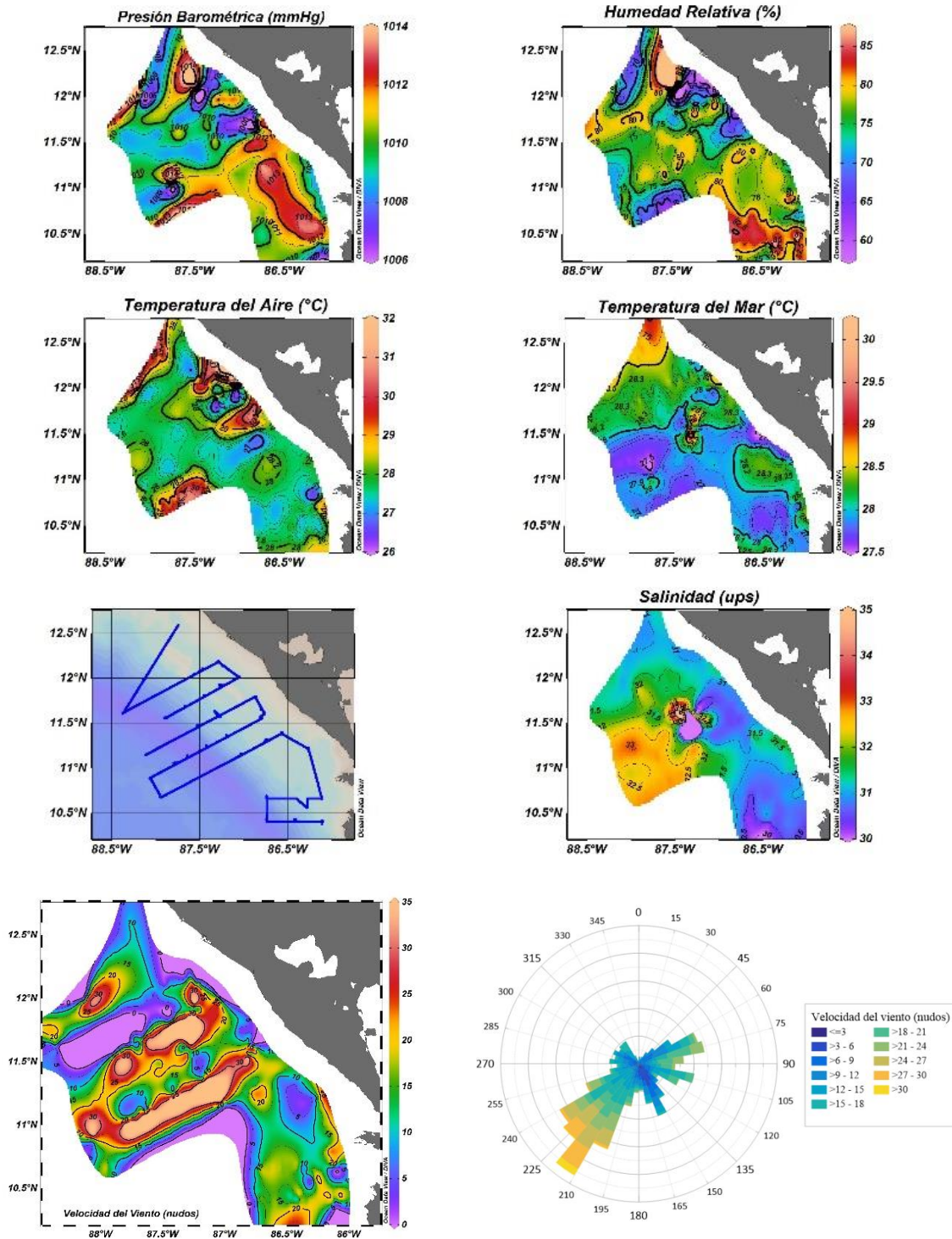


Figura 75. Información meteorológica registrada durante la navegación en aguas del Océano Pacífico de Nicaragua.

9.3.1.7 Flujo geostrófico

La corriente geostrófica (CG) de la región en el Océano Pacífico de Nicaragua mostró flujos ciclónicos máximos de 1.64 m/s en dirección Norte, debilitados hacia el litoral a menos de 0.5 m/s en el sur del país y casi imperceptible en la zona Oeste–Norte (Figuras 76 y 76a). Este dinamismo de la velocidad del agua puede influir sobre la distribución de variables fisicoquímicas del agua de mar, así como la dispersión de larvas y huevos de ictiopláncton.

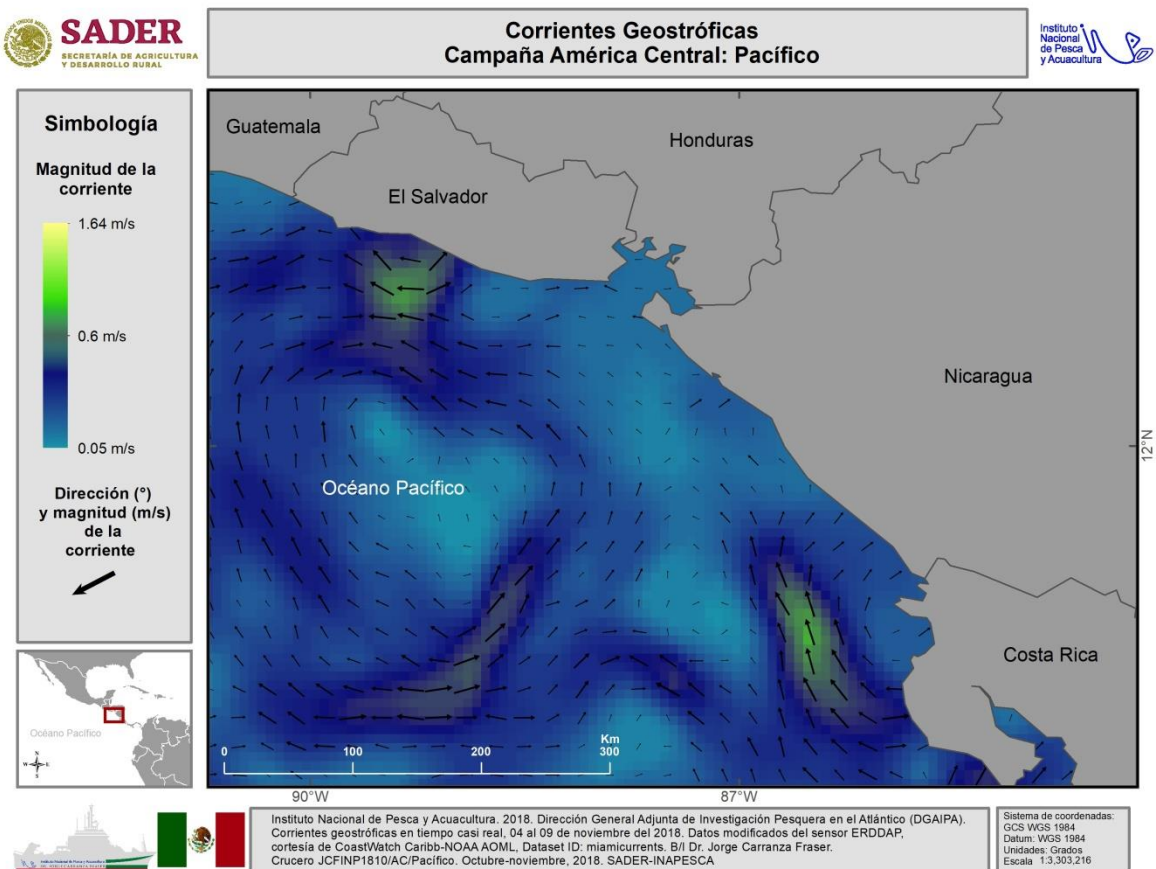


Figura 76. Flujo geostrófico en la región del Océano Pacífico de Nicaragua en el periodo del 28 de octubre al 4 de noviembre 2018. Datos obtenidos de ERDDAP de la NOAA.

El flujo geostrófico puede jugar un papel muy importante en el establecimiento de la escala temporal y espacial de conectividad entre hábitats (Lalli y Parsons, 1993). Así, estos fenómenos oceánicos pueden actuar ya sea reteniendo a los organismos, cambiando su trayectoria de dispersión o aislando a las poblaciones.

En el sitio de muestreo, dos zonas son de interés en lo que refiere a las corrientes oceánicas pues al Suroeste del derrotero, en donde se observa una disminución en la concentración volumétrica de biomasa ($< 0.8 \text{ mm}^3$), fluye una corriente que alcanza los 0.5 m/s y que puede estar movilizand o a los organismos fuera del área y, al Sureste, donde se encuentra la mayor concentración volumétrica ($> 1.5 \text{ mm}^3$), asciende hacia el norte una corriente cuya magnitud va por encima de los 0.5 m/s y hasta los 0.7 m/s , la cual podría estar introduciendo biomasa en la zona (Figura 76a). Por último, es notable que la intensidad de la corriente se reduce hacia la parte central, con magnitud del orden de los 0.06 m/s a los 0.1 m/s posiblemente restringiendo la movilidad tanto de nutrientes como de organismos.

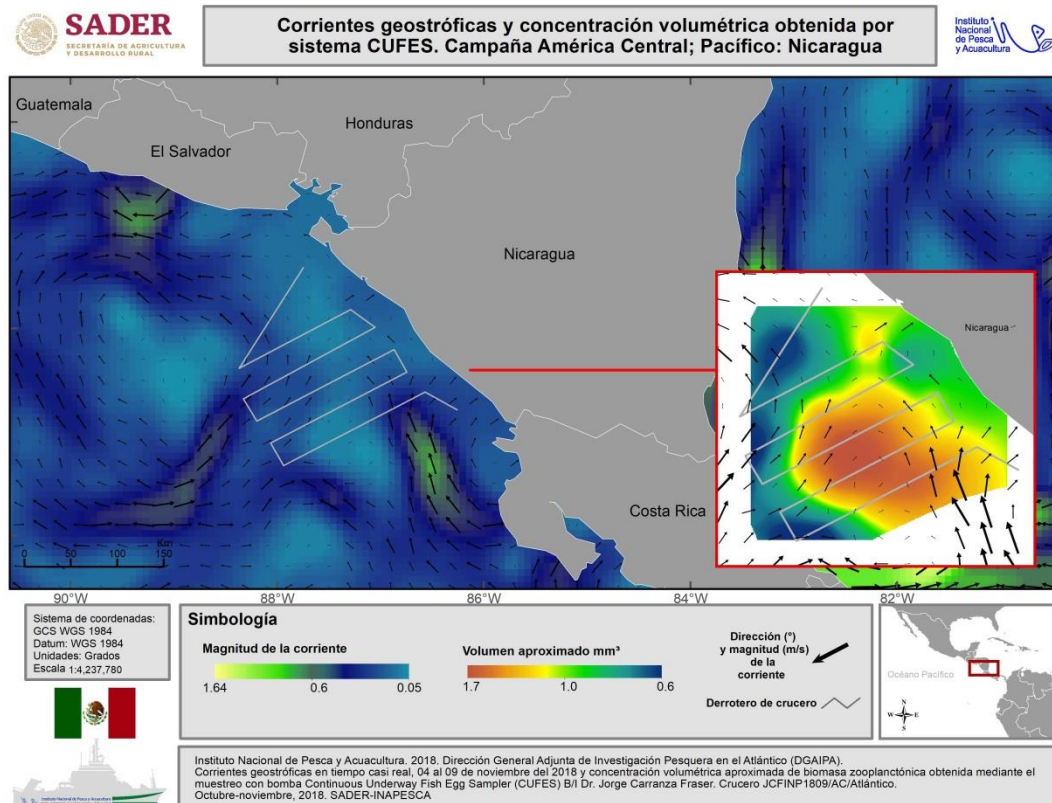


Figura 76a. Relación de la magnitud de corrientes geostroficas con la concentración volumétrica de biomasa obtenida por el sistema de muestreo CUFES del 28 de octubre al 4 de noviembre de 2018 en la ZEE de Nicaragua.

9.3.2 Acústica pesquera

9.3.2.1 Eco integración (EI)

La EI con la información obtenida de la frecuencia de 38 kHz de la columna de agua, mostró que los mayores valores de s_A se encontraron en la zona costera y al centro de los transectos, mientras que en la parte sur de la región oceánica fue el de menor producción, no obstante, la densidad biológica fue constante ($1.86\text{--}58.29\text{ m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$).

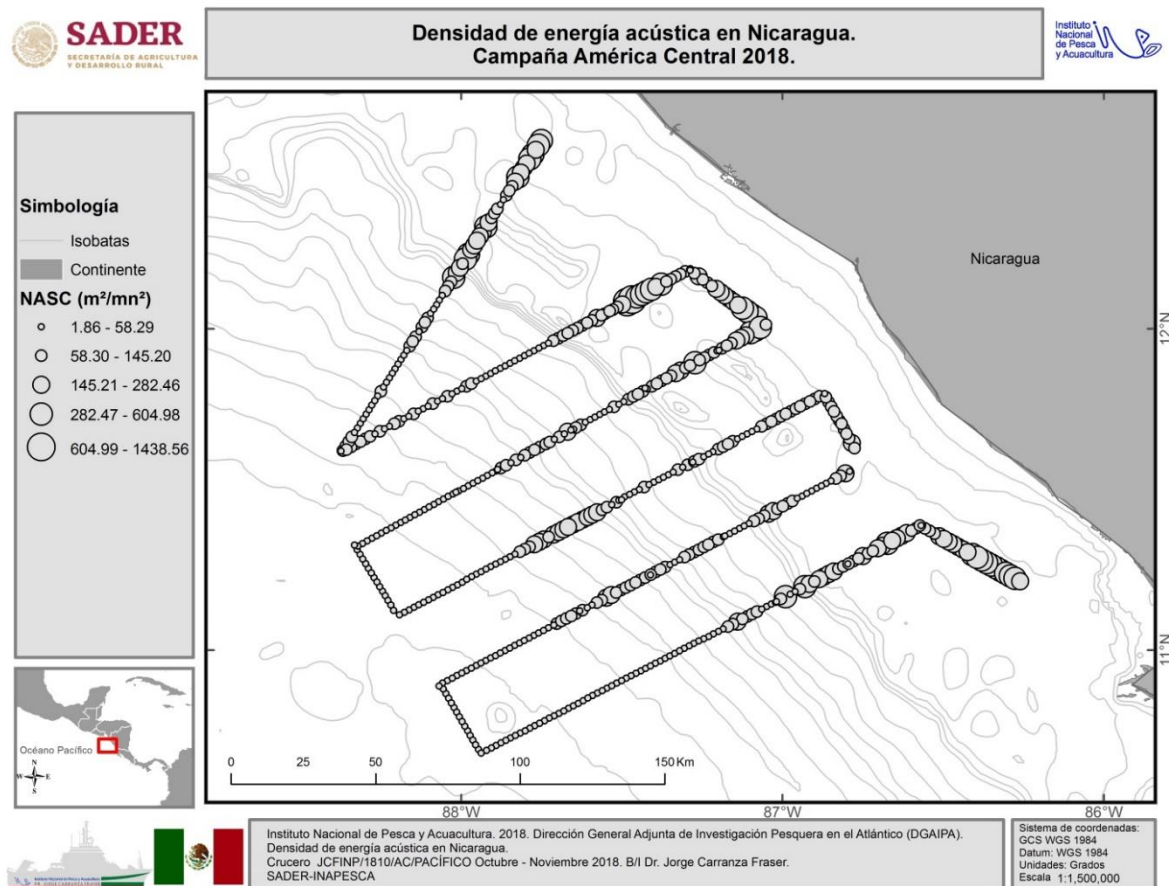


Figura 77. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($\text{m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$) que muestra la distribución de la energía registrada en la frecuencia de 38 kHz.

La integración acústica obtenida de la frecuencia de 120 kHz de la columna de agua mostró, al igual que en la frecuencia de 38 kHz, que la mayor densidad biológica se encuentra en la zona costera y centro de los transectos, siendo la porción Norte la de mayor abundancia ($15.29\text{--}326.66\text{ m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$), asimismo, la porción sur de la región oceánica fue la que presentó los valores de s_A más bajos ($0.21\text{--}38.35\text{ m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$).

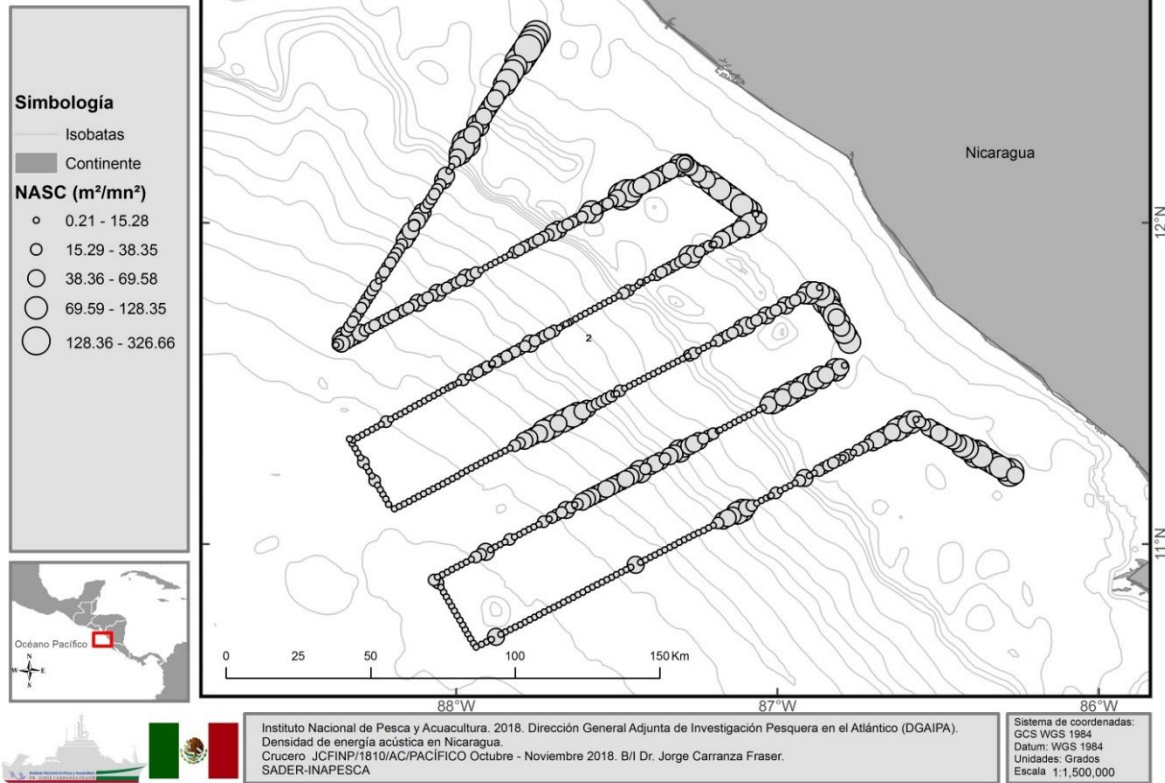
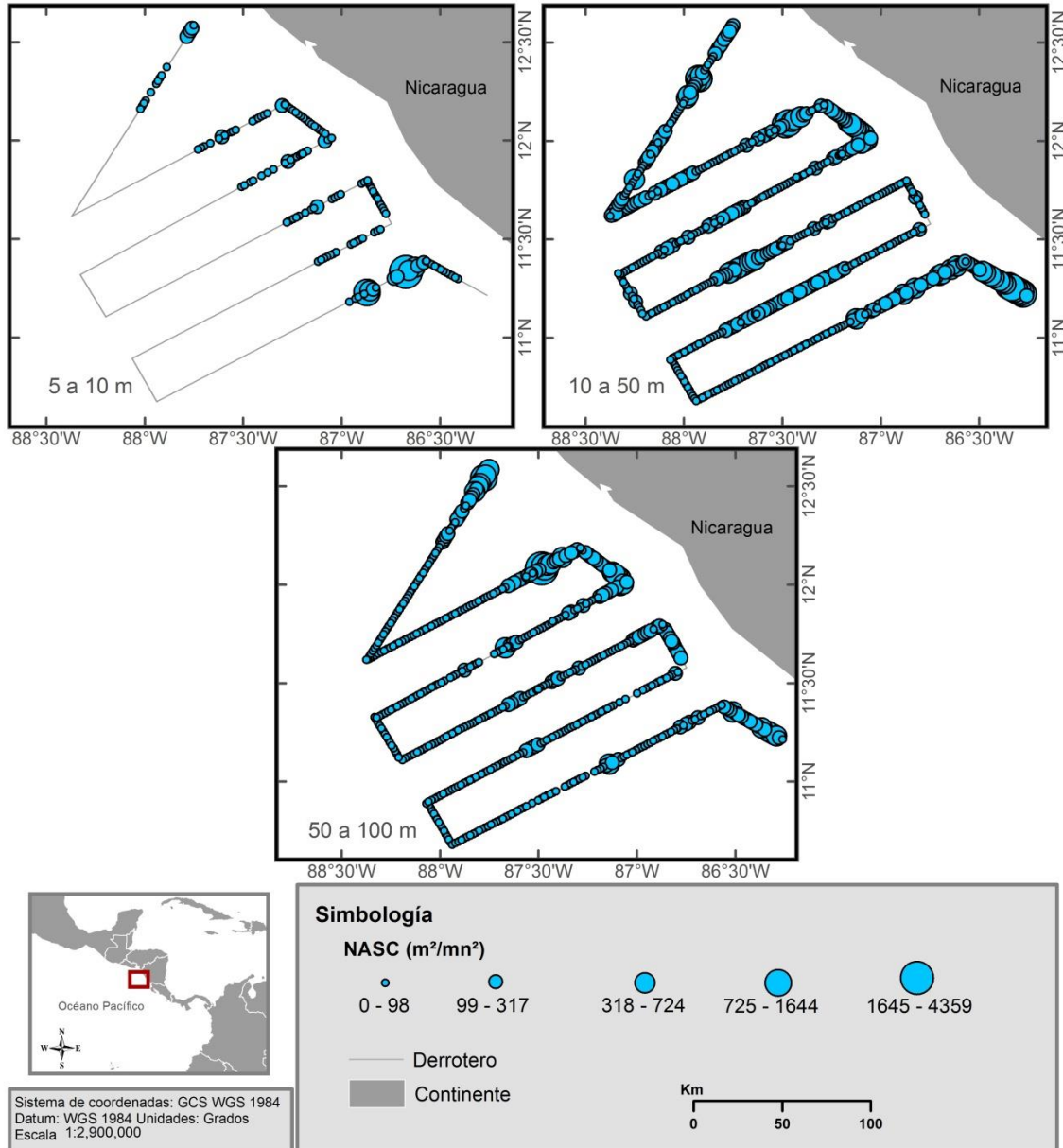


Figura 78. Gráfico de burbujas de los valores de s_A (m²·mn⁻²) que muestra la distribución de la energía registrada en la frecuencia de 120 kHz.

9.3.2.2 Integración acústica por capas de profundidad

La densidad biológica obtenida en las diferentes profundidades mostró a los estratos de 10–50 y de 50–100 m como los de mayor densidad biológica (99–4359 m²·mn⁻²). El estrato de 5–10 m mostró poca densidad biológica en gran parte de la zona costera, sin embargo, se observaron valores altos de hasta 4,359 m²·mn⁻² en la porción noreste del primer transecto (Figura. 79).

Densidad de energía acústica por capas de profundidad en Nicaragua. Campaña América Central 2018.



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. 2018.
Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Atlántico (DGAIPA).
Densidad de energía acústica por capas de profundidad en Nicaragua.
B/I Dr. Jorge Carranza Fraser. Crucero JCFINP/1810/AC/PACÍFICO Octubre - Noviembre 2018.
SADER-INAPESCA

Figura 79. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($m^2 \cdot mn^{-2}$) que muestra la densidad de la energía acústica por capas de profundidad (5–10, 10–50 y 50–100 m).

La capa de 100–150 m ubicó a la parte Norte como la de mayor productividad (99–4359 $m^2 \cdot mn^{-2}$). Las capas de 150–200 m y de 200–250 m mostraron la máxima densidad de energía en las zonas intermedias de los transectos (Figura 80).

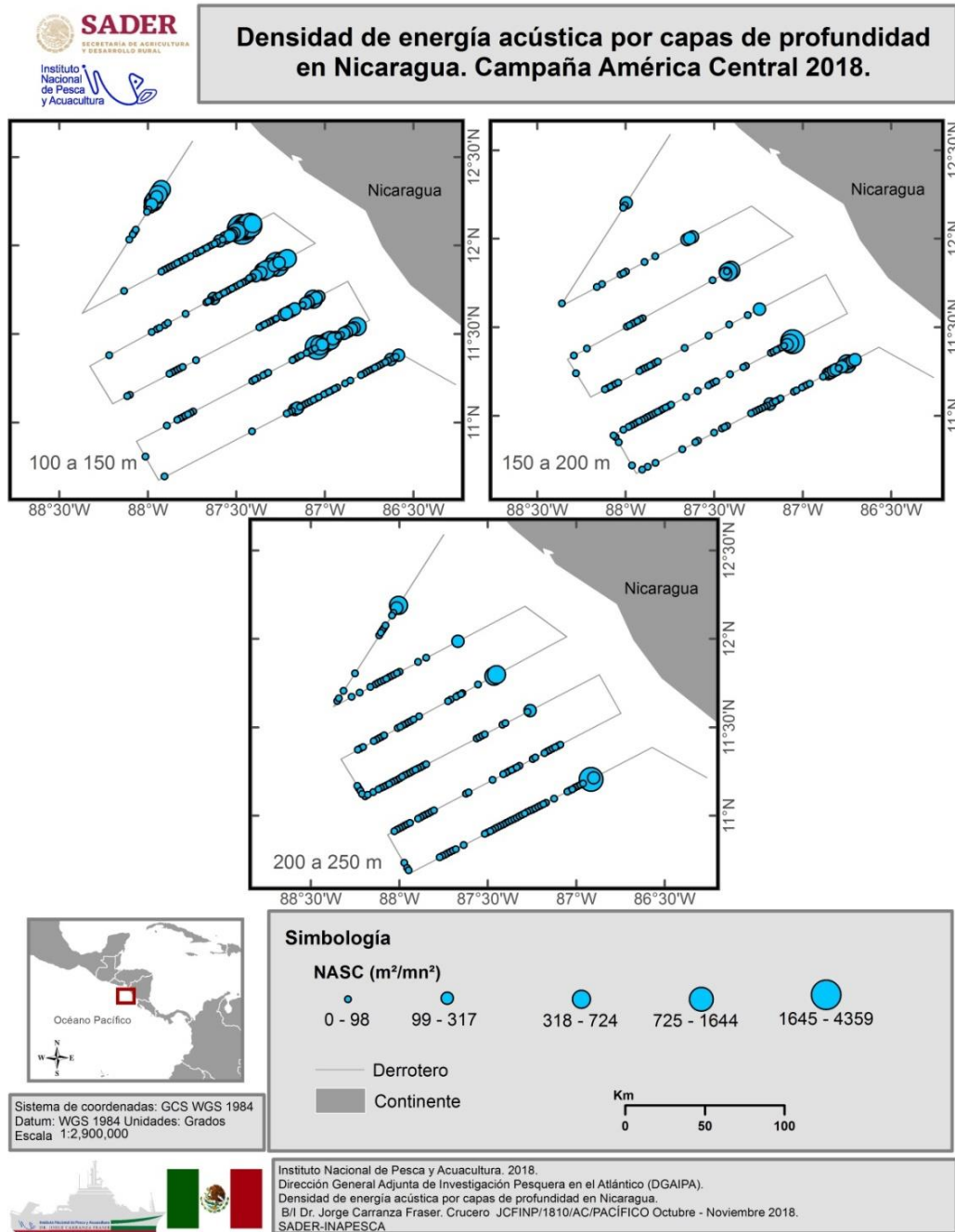


Figura 80. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($m^2 \cdot mn^{-2}$) que muestra la densidad de la energía acústica por capas de profundidad (100–150, 150–200 y 200–250 m).

9.3.2.3 Densidad biológica obtenida durante los lances de pesca

La integración acústica de los ecogramas digitales adquirida durante el tiempo efectivo de pesca en la frecuencia de 38 kHz, mostró una mayor densidad biológica en los lances de pesca nocturnos, siendo la porción Norte la más productiva ($1008.4\text{--}10135\text{ m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$) y la oceánica la menos productiva; esto posiblemente está relacionado con las mayores profundidades encontradas. De los lances diurnos, los efectuados en profundidades de $\pm 100\text{ m}$ fueron los que mostraron la mayor densidad de energía ($432.4\text{--}1008.3\text{ m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$; Figura 81).

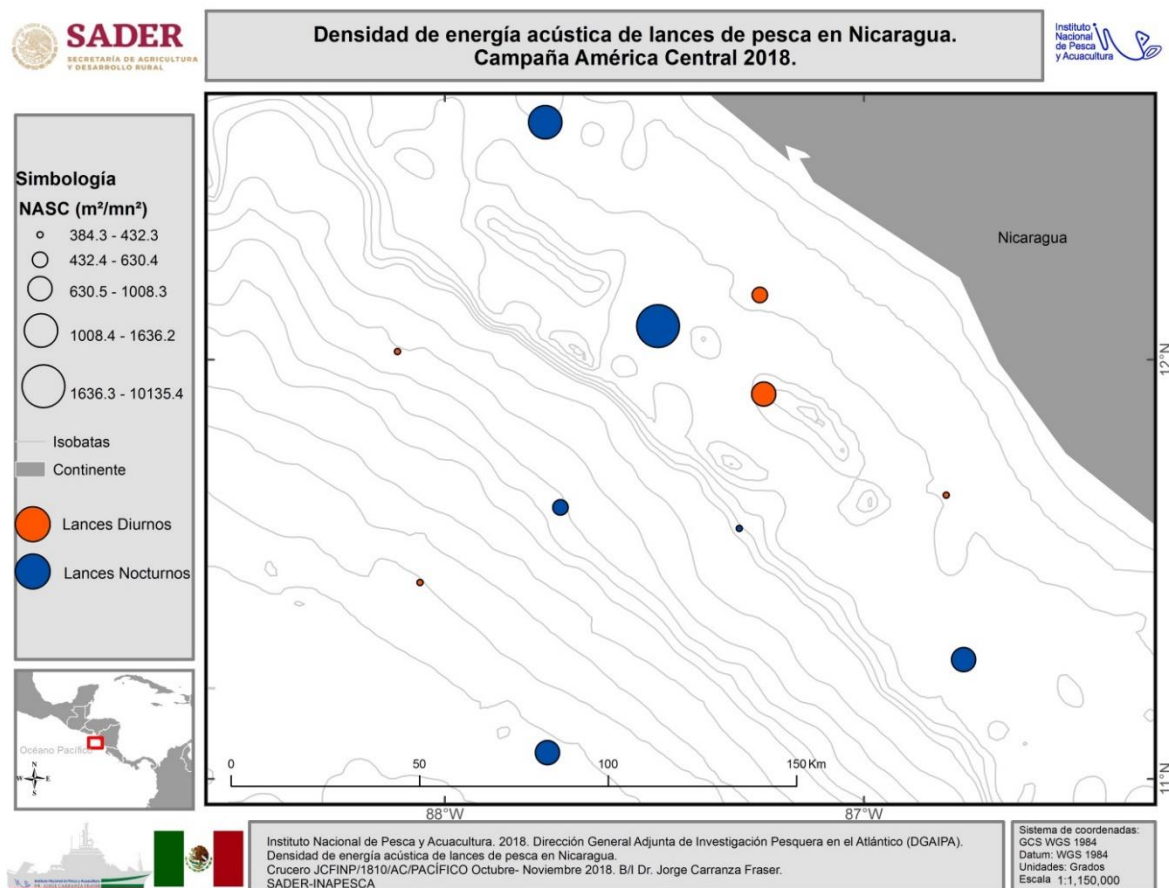


Figura 81. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($\text{m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$) que muestra la Integración acústica generada durante el tiempo efectivo de pesca en la frecuencia de 38 kHz.

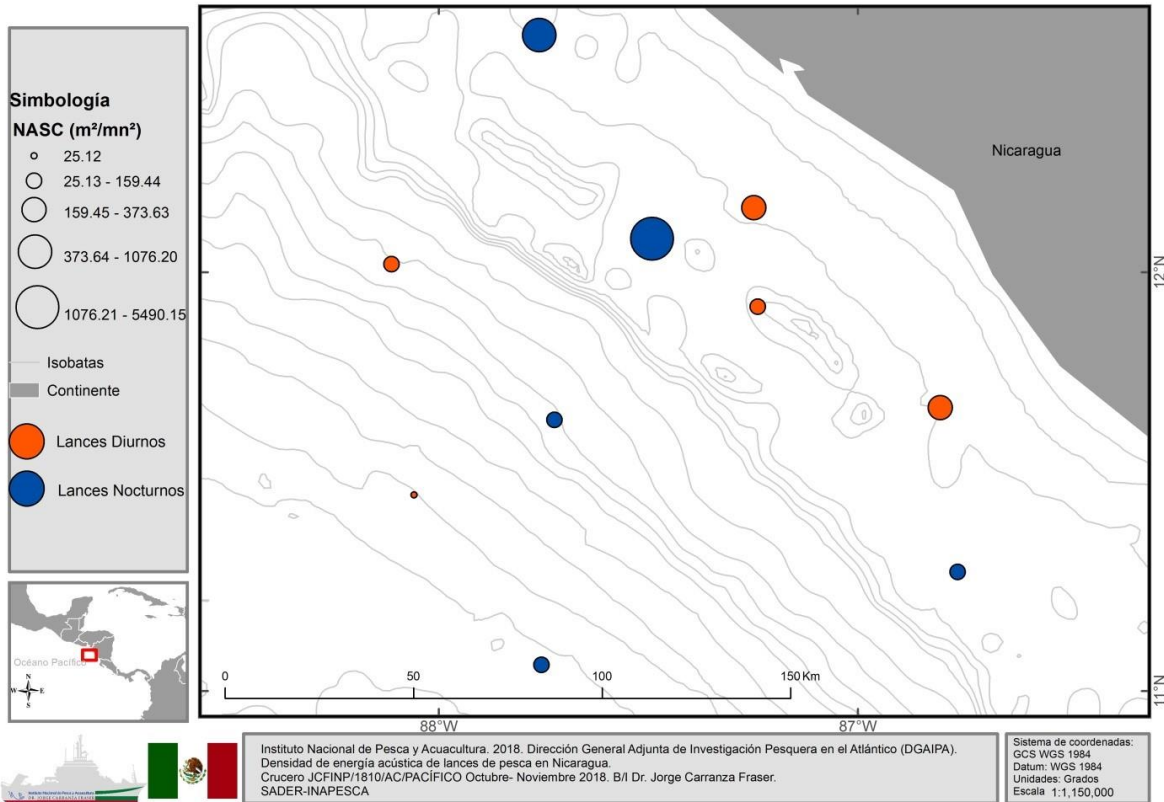


Figura 82. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($m^2 \cdot mn^{-2}$) que muestra la Integración acústica generada durante el tiempo efectivo de pesca en la frecuencia de 120 kHz.

La frecuencia de 120 kHz también mostró una mayor densidad biológica en los lances de pesca nocturnos, siendo la porción Norte la más productiva ($373.64\text{--}5490.15 m^2 \cdot mn^{-2}$) y la oceánica la menos productiva; esto probablemente relacionado con las mayores profundidades encontradas. De la misma manera, los lances diurnos efectuados en profundidades de ± 100 m, fueron los que mostraron la mayor densidad biológica ($25.13\text{--}373.63 m^2 \cdot mn^{-2}$; Figura 82).

9.3.2.4 Densidad biológica y su interacción con las variables ambientales

Se analizaron las relaciones entre las condiciones ambientales en la ZEE de Nicaragua, en donde se registraron intervalos de temperatura de 27.6 a 28.9 °C; lo que implicó un gradiente latitudinal hacia el norte de 1.3 °C, con salinidades promedio de 30.6 UPS y



concentraciones de oxígeno de 2.76 mg/L en la zona costera, coincidiendo con las altas concentraciones de clorofila- α (5 mg/m³) y la mayor densidad biológica registrada.

Los menores valores de energía s_A registrada ocurrieron en la porción oceánica, la cual se vio directamente relacionada con temperaturas de 27.6 °C y las menores concentraciones de clorofila- α (0.1 mg/ m³), e inversamente relacionado con las mayores concentraciones de salinidad encontradas (32.7 ups). Podemos destacar un “ojo” de menor concentración de oxígeno disuelto (2.76 mg/L), al cual se asociaron los máximos valores de s_A (> 600 m²·mn⁻²) en 38 kHz (Figura 83).

Densidad de energía acústica y variables físico - químicas del mar. Campaña América Central. Litoral Pacífico, 2018.

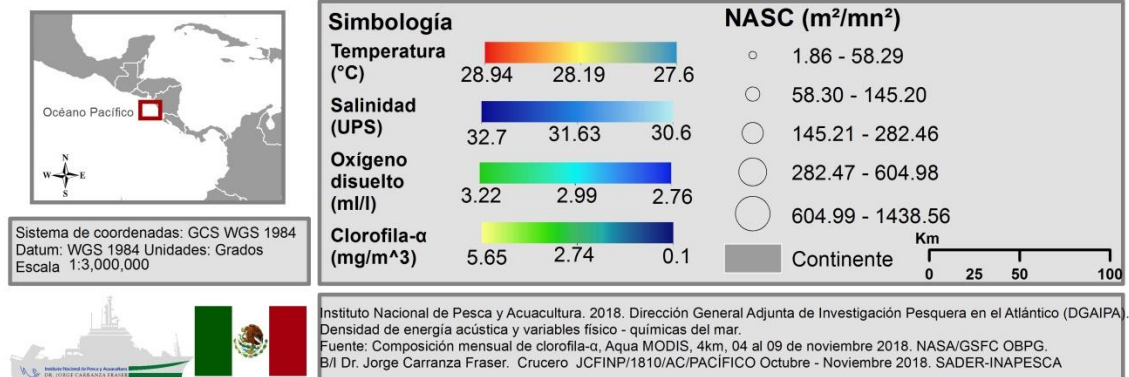
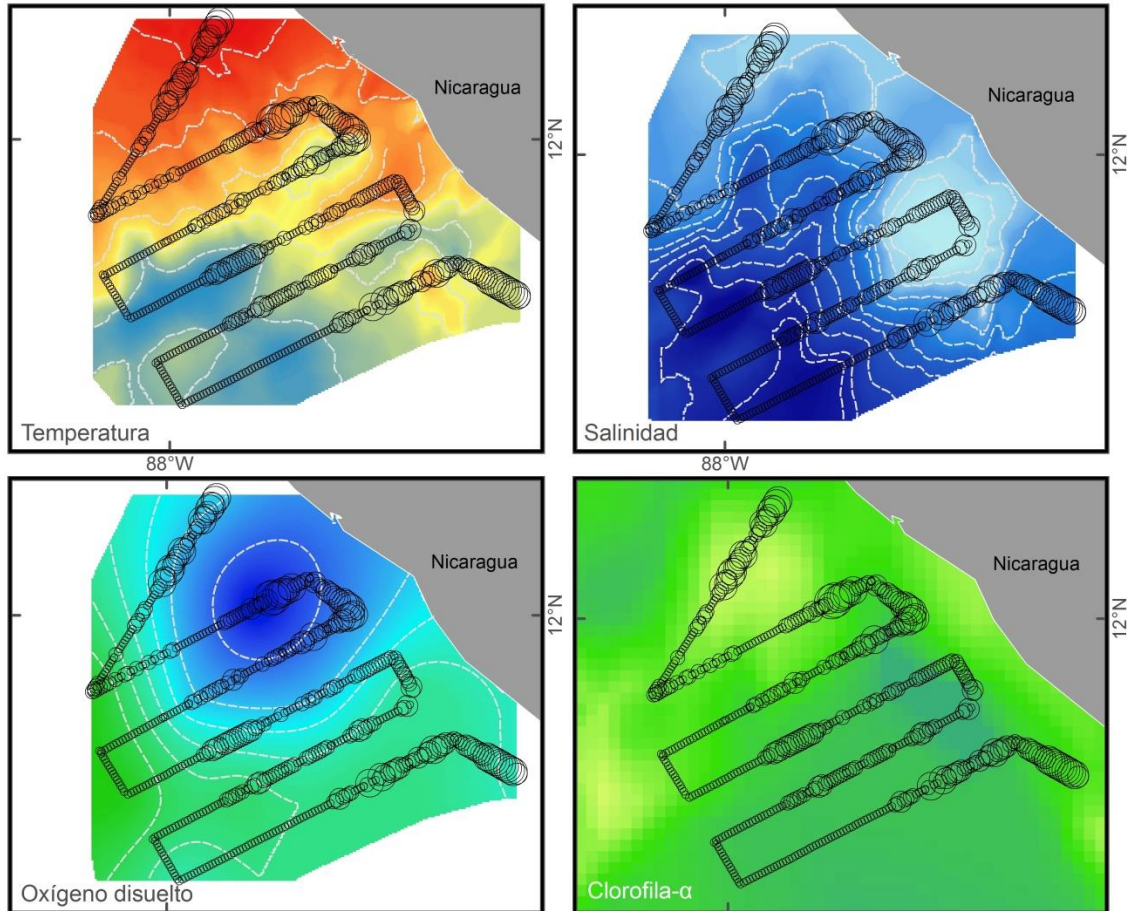


Figura 83. Densidad biológica generada a partir de la integración acústica y variables físico-químicas en el pacífico nicaragüense.



9.3.2.5 Relación de la densidad de la energía acústica (NASC) con la variabilidad ambiental a través de la implementación del Modelo Aditivo Generalizado

El modelo que mostró el mejor ajuste (AIC) para explicar la distribución biológica en la región fue el MAG que se implementó con la interacción de latitud - longitud y profundidad; en este caso ninguna otra variable predictora (temperatura, clorofila- α , salinidad y oxígeno disuelto) aportaron información significativa al modelo. La raíz cuadrada de la profundidad fue utilizada para minimizar el efecto de valores extremos. En dicho modelo también se exploraron ajustes con diferentes funciones de distribución, mostrando un mejor ajuste la función de distribución *Tweedie* (1984). La predicción del modelo fue generada con los coeficientes estimados (Tabla XXI), generando una carta de distribución de la energía acústica calculada en la zona de estudio.

La ecuación del modelo final quedaría como:

$$NASC = 3.385 + f(lat, long) + f(\sqrt{prof}) + e$$

donde

f = funciones suavizadoras de las variables predictoras

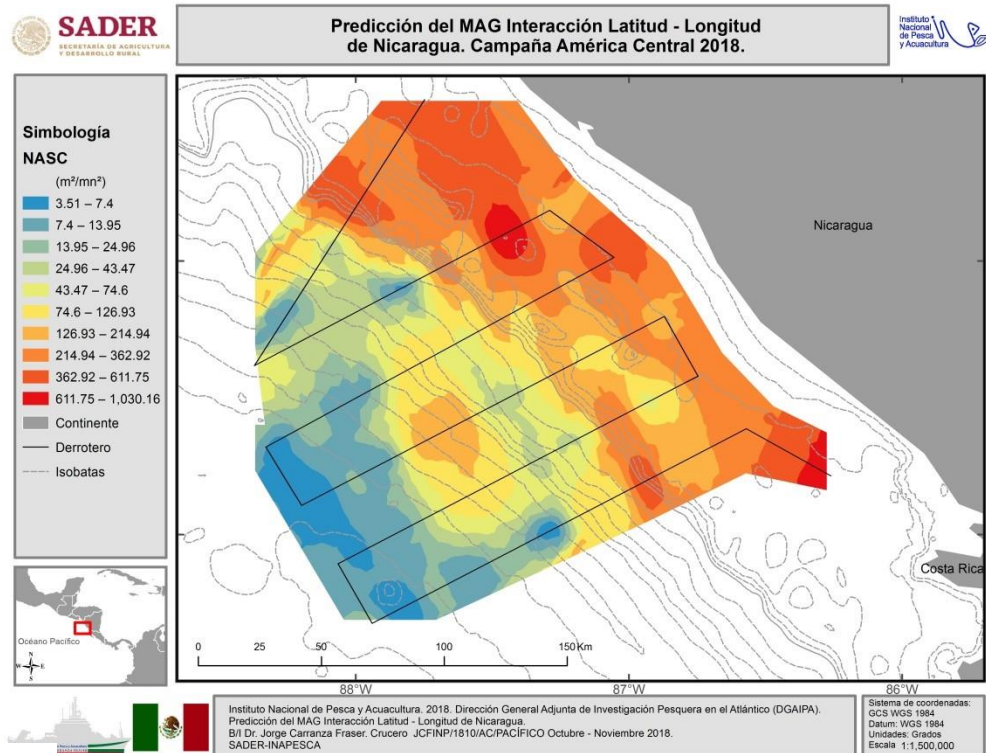
e = error

Tabla XXI. Coeficientes del Modelo Aditivo Generalizado implementado con variabilidad ambiental en Nicaragua.

Intercepto	Error	valor t	Pr(> t)	r ²	Devianza explicada (%)
3.385	0.02303	147	<2e-16	-0.165	36.4

Mediante las funciones de interpolación se identificó la relación existente entre las variables predictoras y la variable de respuesta (densidad de energía frecuencia de 38 kHz). La interacción entre latitud y longitud implementada en el modelo, permitió generar predicciones de la densidad de la energía acústica en la región de Nicaragua. Con los parámetros ajustados se generó un mapa con la predicción del modelo, la cual implica la relación de las variables ambientales y biológicas con la distribución de las especies marinas en la zona de estudio correspondiente a Nicaragua (Figura 84a). La

profundidad presentó un comportamiento que parece favorecer la distribución de recursos desde los 5 hasta los 25 metros (superficie marina; Figura 84b).



a)

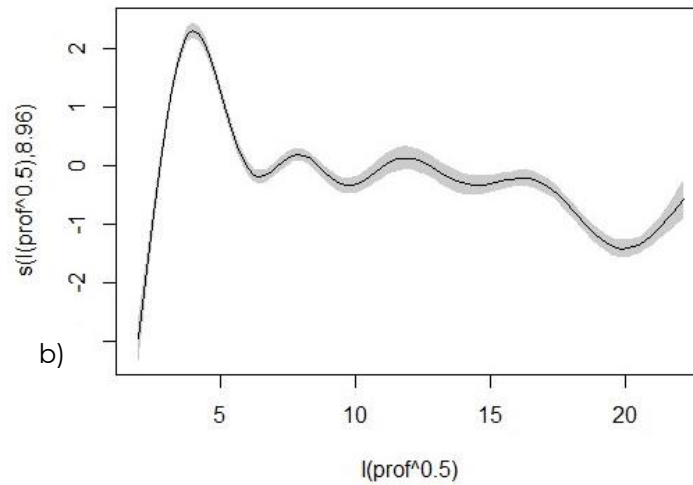


Figura 84. Modelo aditivo generalizado multivariado, a) Interacción latitud-longitud (predicción 38 kHz) y b) profundidad. Nota: el valor que se encuentra en la etiqueta del eje Y corresponde a los grados de libertad estimados.

9.3.3 Biología pesquera y tecnología de capturas

Se obtuvieron 11 blancos para realizar lance de pesca, mismos que fueron efectuados dentro de la ZEE. Los lances de pesca siempre se efectuaron con base en la detección acústica de cardúmenes bien definidos, así como, a las condiciones meteorológicas y corrientes marinas favorables. Del total de lances efectuados, 6 fueron de media agua (dos fueron diurnos y cuatro nocturnos) y 5 de fondo; dos diurnos y tres nocturnos (Figura 56). El cuarto lance de pesca fue realizado de manera perpendicular a la prospección del buque, el resto se efectuaron en rumbo inverso. Así mismo, con la finalidad de evaluar el recurso calamar, se trabajó en 8 ocasiones durante la noche, con las maquinillas calamareras con las que cuenta el buque, así como líneas de mano. Se les dio un tiempo de 10 min con lámparas encendidas antes de iniciar con la maniobra. De la misma manera, se trabajó en 5 ocasiones con señuelo para la captura de pelágicos mayores (Figura 85).

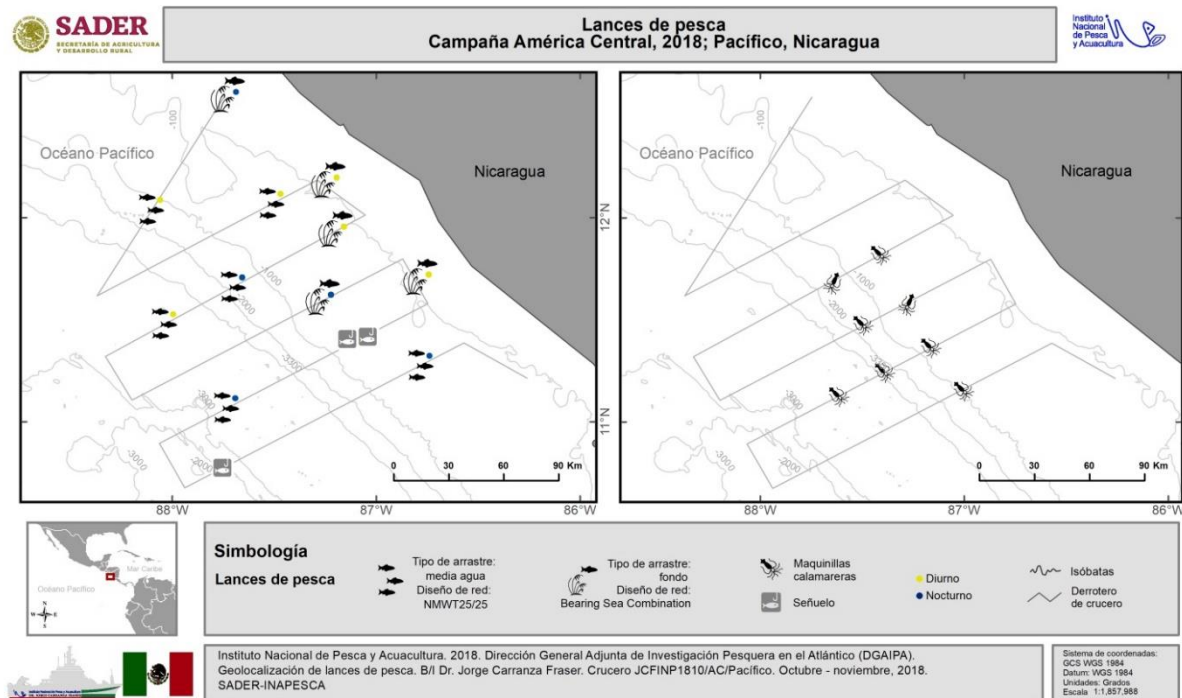


Figura 85. Derrotero y geolocalización de los lances de pesca con red de arrastre de media agua y fondo, pesca de calamar y línea con señuelo, en la ZEE de Nicaragua.



9.3.3.1 Pesca con sistema de arrastre

Los lances de pesca de arrastre de media agua se realizaron a una profundidad de blanco de 17–55 m, mientras que el de fondo se realizó a una profundidad de blanco de 74–325 m. La biomasa total obtenida en el arrastre de fondo fue mucho mayor (981.53 kg) que la obtenida en los lances de pesca de media agua (121.041 kg). La velocidad promedio de arrastre en los lances de pesca de media agua fue de 3.4 nudos, mientras que para el de fondo fue de 3.08 nudos. Así mismo, el tiempo efectivo de pesca fue de 4.54 h (\bar{X} =49 min) para los arrastres de media agua y de 2.31 h para los de fondo (\bar{X} =30.12 min; Tabla XXII). Durante las maniobras de pesca se recorrió una distancia de 25.01 mn, abarcando un área barrida de 780 m².

Tabla XXII. Capturas por lance de pesca con el sistema de arrastre por popa de media agua y fondo.

Fecha	Lance	Diseño de red	Horario de pesca	Tiempo efectivo de pesca (min)	Profundidad de pesca (m)	Velocidad de arrastre (nudos)	Captura total (kg)	Área barrida (km ²)
04/11/2018	22	NMWT 25/25	Nocturno	45	47.81	3.0	1.71	0.09
05/11/2018	23	NMWT 25/25	Nocturno	46	33.34	3.5	4.84	0.09
06/11/2018	24	BSC 79/107	Diurno	30	91.21	2.9	71.47	0.03
06/11/2018	25	BSC 79/107	Nocturno	31	324.80	3.0	290.70	0.03
07/11/2018	26	NMWT 25/25	Diurno	45	17.06	3.9	0.09	0.10
07/11/2018	27	NMWT 25/25	Nocturno	55	54.94	3.5	51.27	0.13
08/11/2018	28	BSC 79/107	Diurno	30	117.20	3.3	254.03	0.04
08/11/2018	29	BSC 79/107	Diurno	30	94.62	2.9	309.11	0.03
08/11/2018	30	NMWT 25/25	Nocturno	58	32.50	2.7	63.08	0.11
09/11/2018	31	NMWT 25/25	Diurno	45	23.18	3.8	0.051	0.00
09/11/2018	32	BSC 79/107	Nocturno	30	74.67	3.3	56.22	0.04

*NMWT = Net Mesh Wing Trawl; BSC = Bering Sea Combination

9.3.3.2 Lances de arrastre de media agua

La captura obtenida en los arrastres de media agua en la ZEE de Nicaragua (Anexo IV) estuvo compuesta por 121.03 kg, distribuida en siete grandes grupos taxonómicos y con una abundancia de 3,469 individuos, de los cuales los peces ocuparon el 83% de la



biomasa total, seguidos por los elasmobranquios quienes registraron el 12%, los ctenóforos el 4% y el restante 1% le correspondió a cnidarios, urocordados, moluscos y crustáceos. Aun cuando los ctenóforos ocuparon únicamente el 4% de la biomasa de la captura total, superaron el peso de los otros grupos que constantemente aparecen en las capturas de media agua. Los restos de madera y basura encontrados en las capturas apenas sumaron un 2% del peso de la captura total. Cabe mencionar que el valor de la biomasa es influenciado por la presencia de un ejemplar del pez luna *Masturus lanceolatus*, quien registró casi los 80 kg.

En relación a la abundancia los peces ocuparon también el primer lugar con el 71%, el segundo lugar fue para los ctenóforos con el 14%, los crustáceos con 7%, los moluscos con 6% y los urocordados, cnidarios y elasmobranquios con solo el 2%. Es importante resaltar que la madera y basura se consideró como peso dentro de la captura, dado que eran restos y trozos de ellas, por lo cual no fue considerada como parte de la biomasa y los grupos taxonómicos (Tabla XXIII, Figura 86).

Tabla XXIII. Biomasa en peso (kg) por grupo de organismo y por lance de media agua, en la ZEE de Nicaragua.

	Cnidarios	Ctenóforos	Urocordados	Moluscos	Crustáceos	Elasmobranquios	Peces óseos	Madera y basura	Total
Lance	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
22	—	1.32	—	0.004	—	—	0.384	—	1.708
23	—	1.94	0.072	0.201	0.133	—	0.66	1.83	4.836
26	0.002	—	0.03	0.03	—	—	0.024	—	0.086
27	—	1.56	0.001	0.211	0.082	—	49.334	0.08	51.268
30	0.001	—	—	0.89	0.001	14.1	48.089	—	63.081
31	0.005	—	—	—	0.002	—	0.044	—	0.051
Total	0.008	4.82	0.103	1.336	0.218	14.1	98.535	1.91	121.03

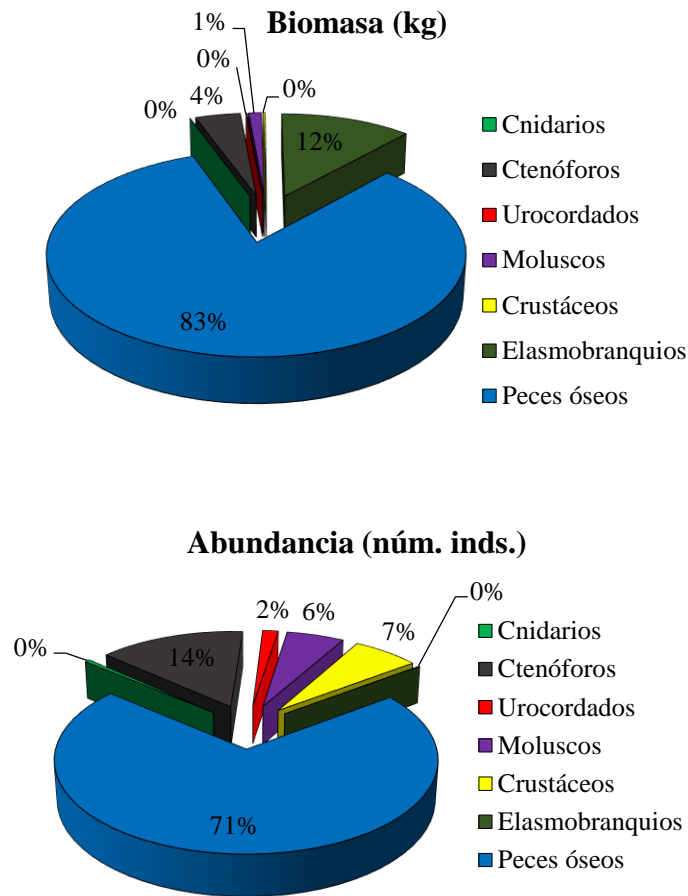


Figura 86. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por categorías de organismos en la captura total de los lances de media agua, en la ZEE de Nicaragua.

La biomasa y abundancia obtenidas en los seis lances de arrastre de media agua muestran que los lances realizados durante las horas de oscuridad tuvieron mayor biomasa y abundancia en comparación con los llevados a cabo en horas de luz (Figura 87). Se observa que el 98% de la biomasa y 91% de la abundancia se capturo durante los lances de noche, mientras que los lances de día representaron menos del 10% de la biomasa y abundancia total. Estos valores altos de biomasa y abundancia muestran la presencia de especies que realizan migraciones verticales en la columna de agua durante las horas de oscuridad, probablemente como respuesta al comportamiento de alimentación, como es común con especies meso y batipelágicas.

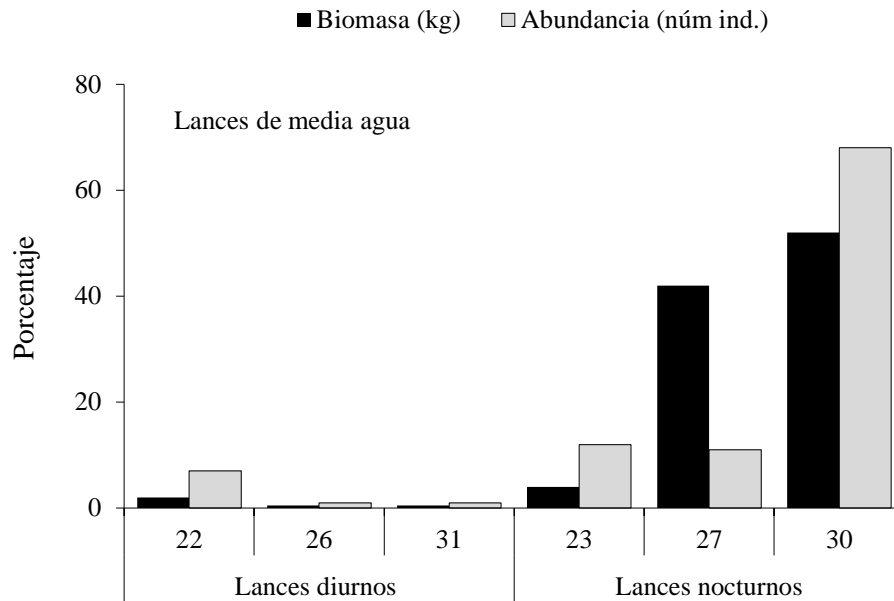


Figura 87. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por lance de media agua, durante horario nocturno y diurno, en la ZEE de Nicaragua.

Se resalta la presencia del pez luna *Masturus lanceolatus* (Figura 88), como evento extraordinario, ya que es una especie que en muy pocas ocasiones es vista y capturada. El ejemplar midió 142 cm de LT y 160 cm de altura del cuerpo, con un peso aproximado de 80 kg. El ejemplar fue liberado de la red, manipulando con el cuidado para tomar de manera rápida los datos merísticos y regresarlo al mar.



Figura 88. Ejemplar del pez luna *Masturus lanceolatus* capturado en un lance de media agua en la ZEE de Nicaragua.

Por otra parte, la abertura horizontal de la red es un factor determinante en el proceso de captura y es un indicador del buen desempeño de la red de arrastre, y está estrechamente relacionada con la velocidad de arrastre. La abertura horizontal de la red de media agua, se obtuvo mediante un promedio el cual fue de 19.50 m y el factor de la velocidad se mantiene a través de los lances, es claro observar que la velocidad varió mínimamente (Figura 89).

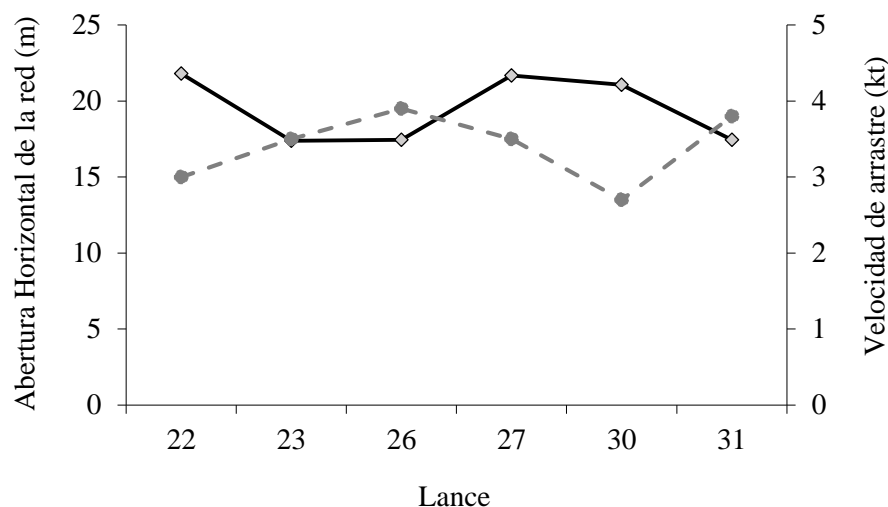


Figura 89. Grafica que indica la abertura horizontal y velocidad durante los lances realizados con la red de media agua, en la ZEE de Nicaragua. Línea negra: abertura horizontal, línea gris: velocidad de arrastre.

9.3.3.3 Riqueza de especies

La riqueza de especies capturada con la red de arrastre de media agua sumó un total de 50 taxones, de los cuales 32 correspondieron al grupo de los peces, 6 crustáceos, 5 moluscos, 2 urocordados, 2 elasmobranquios y un ctenóforo (Tabla XXIV; Figura 90). De los 50 taxones capturados, 24 se identificaron a nivel especies, 12 a categoría de género, 9 a categoría de familia, 2 a categoría superior a familia y 2 en estadio larvario de crustáceos y peces. Algunos de los ejemplares que no pudieron ser identificados a nivel especie se debió a que eran juveniles o larvas en los que no se encuentran bien definidas sus características específicas por lo que quedaron a nivel género o familia (Figura 91).

Tabla XXIV. Riqueza de especies por grupo capturados, con red de arrastre de media agua, en la ZEE de Nicaragua.



TAXÓN	BIOMASA (kg)	ABUNDANCIA (num. inds.)
Cnidarios		
Cnidarios	0.007	16
Hydromedusa sp.	0.001	1
Ctenóforos		
Ctenóforos	4.820	499
Urocordados		
Thaliacea	0.101	47
Thaliacea 1	0.002	6
Moluscos		
<i>Argonauta</i> sp.	0.030	1
Cranchiidae	0.001	1
Enoploteuthidae	0.290	85
<i>Lolliguncula diomedea</i>	0.895	108
Alloposidae	0.120	2
Crustáceos		
Larva de squilla	0.002	2
<i>Pasiphaea magna</i>	0.001	4
<i>Pasiphaea</i> sp. 1	0.001	4
<i>Phronima sedentaria</i>	0.211	216
<i>Plesionika trispinus</i>	0.002	2
<i>Squilla biformis</i>	0.001	1
Elasmobranquios		
<i>Rhinoptera steindachneri</i>	10.600	1
<i>Torpedo tremens</i>	3.500	1
Peces óseos		
<i>Acanthurus</i> sp.	0.001	1
Bothidae	0.003	4
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	0.001	2
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	0.050	4
<i>Diaphus</i> sp.	0.001	1
<i>Diaphus</i> sp. 1	0.001	3
<i>Diplophos</i> sp.	0.020	5
<i>Eumecichthys fiski</i>	0.020	1
<i>Fistularia commersonii</i>	0.024	28
<i>Hygophum</i> sp.	0.003	1
Ildiacanthidae	0.020	9
Larva leptocéphala	0.163	39
<i>Lestiodops neles</i>	0.001	1
<i>Lophiodes caularis</i>	0.011	2
<i>Lophiodes spilurus</i>	0.040	1
<i>Masturus lanceolatus</i>	49.000	1

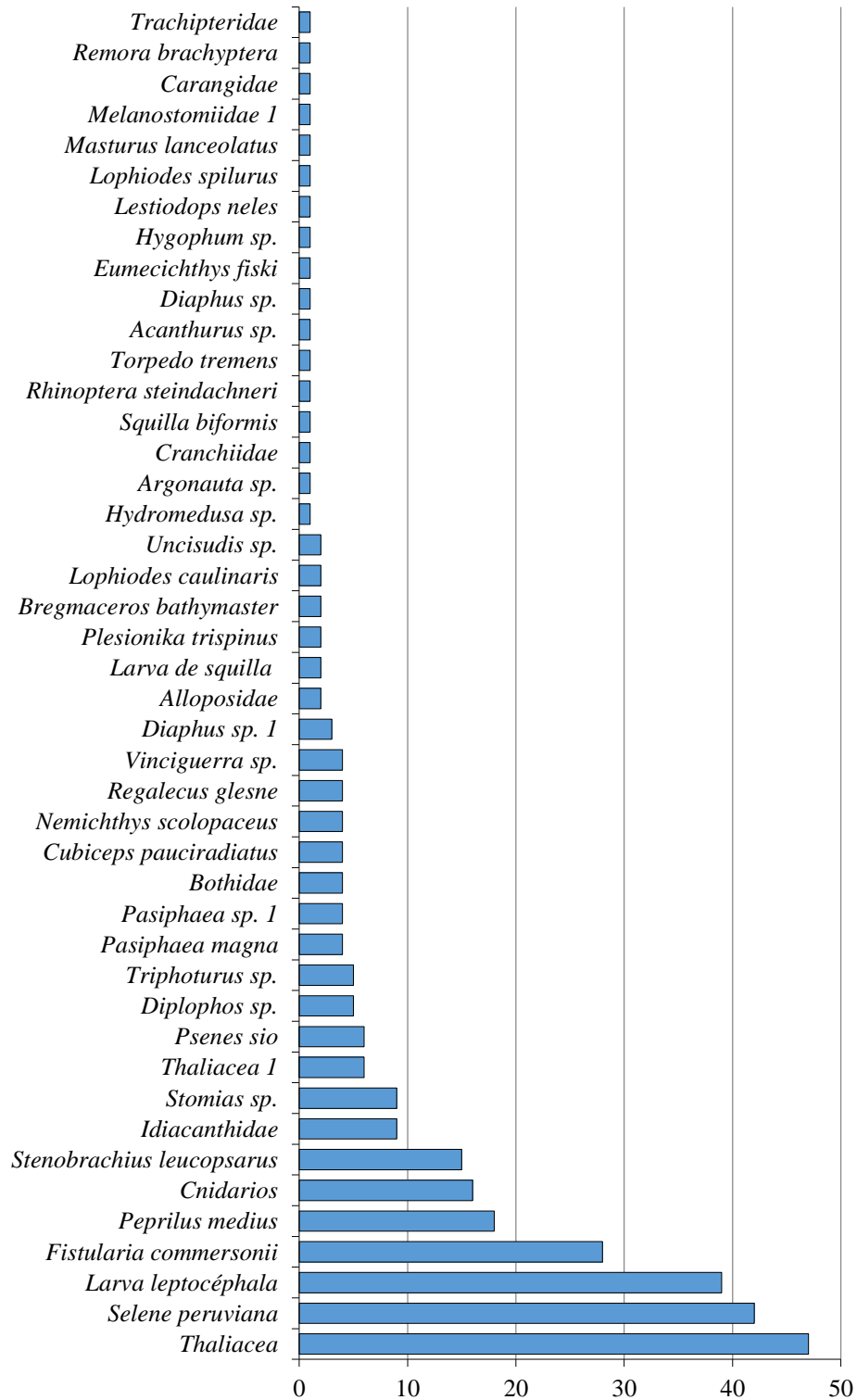


Melanostomiidae 1	0.001	1
<i>Nemichthys scolopaceus</i>	0.002	4
<i>Peprilus medius</i>	0.520	18
<i>Peprilus snyderi</i>	47.130	2171
Carangidae	0.002	1
<i>Psenes sio</i>	0.390	6
<i>Regalecus glesne</i>	0.046	4
<i>Remora brachyptera</i>	0.060	1
<i>Selene peruviana</i>	0.053	42
<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	0.031	15
<i>Stomias</i> sp.	0.100	9
Trachipteridae	0.040	1
<i>Trichiurus nitens</i>	0.760	84
<i>Triphoturus</i> sp.	0.038	5
<i>Uncisudis</i> sp.	0.001	2
<i>Vinciguerra</i> sp.	0.002	4
Total	119.12	3,468



a)

* taxones con 1 a 47 individuos



b)

* taxones con 626 a 27,449 individuos

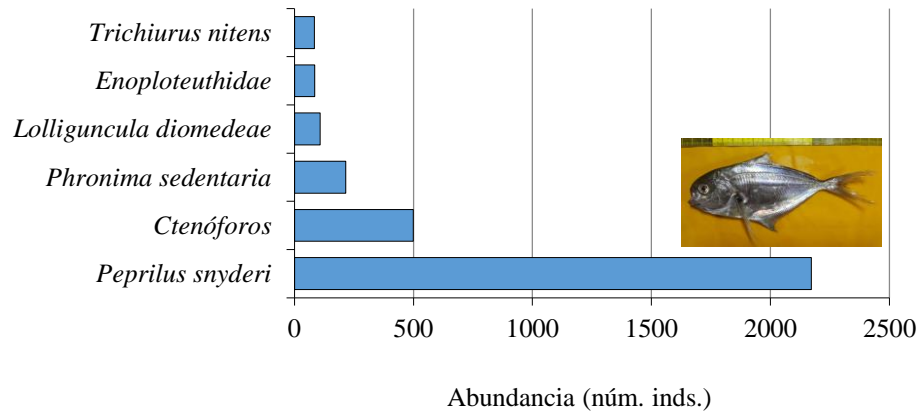


Figura 90. Abundancia por especie capturada en los lances de arrastre de media agua, a) especies con 1 a 47 individuos., b) especies con 626 a 27,449 individuos), en la ZEE de Nicaragua.

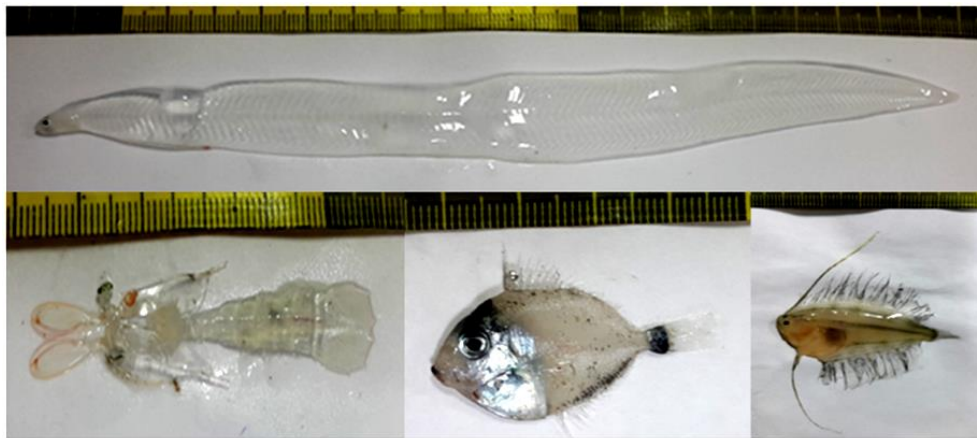


Figura 91. Ejemplares en estadio larvario (Larva leptocéfala), o juveniles de peces y crustáceos (*Squilla* sp., *Acanthurus* sp. y Bothidae) capturados con red de arrastre de media agua, en la ZEE de Nicaragua.

9.3.3.4 Lances de arrastre de fondo

La captura obtenida con red de arrastre de fondo (Anexo IV) realizada en la ZEE de Nicaragua, estuvo integrada por seis grandes grupos taxonómicos (cnidarios, moluscos, crustáceos, elasmobranquios, peces óseos y reptiles), con un peso total de 981.531 kg y una abundancia de 53,704 individuos (Tabla XXV). De la captura total el 5% correspondió a restos de madera y basura. El grupo de los crustáceos tuvieron la mayor biomasa



(47%), casi a la par estuvieron los peces óseos con 45%, quedando el 8% repartido entre los cnidarios, moluscos y elasmobranquios (Figura 92). En relación a la abundancia, los crustáceos tuvieron más del 50% de número de individuos de la captura total, con un porcentaje menor se encontraron los peces óseos (38%), los moluscos con el 8%, y con menos de uno por ciento quedaron los cnidarios (5 inds.) y elasmobranquios (1 ind.; Tabla XXV, Figura 92).

Tabla XXV. Biomasa en peso (kg) por grupo de organismo y por lance de arrastre de fondo, en la ZEE de Nicaragua.

	Cnidarios	Moluscos	Crustáceos	Elasmobranquios	Peces óseos	Madera y basura	Total
Lance	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
24	—	12.77	15.412	—	39.41	3.88	71.472
25	—	—	228.24	—	60.58	1.88	290.7
28	0.014	4.92	27.37	52.7	159.007	10.022	254.033
29	—	4.68	160.74	—	143.69	—	309.11
32	—	0.09	2.791	—	21.335	32	56.216
Total	0.014	22.46	434.553	52.7	424.022	47.782	981.531

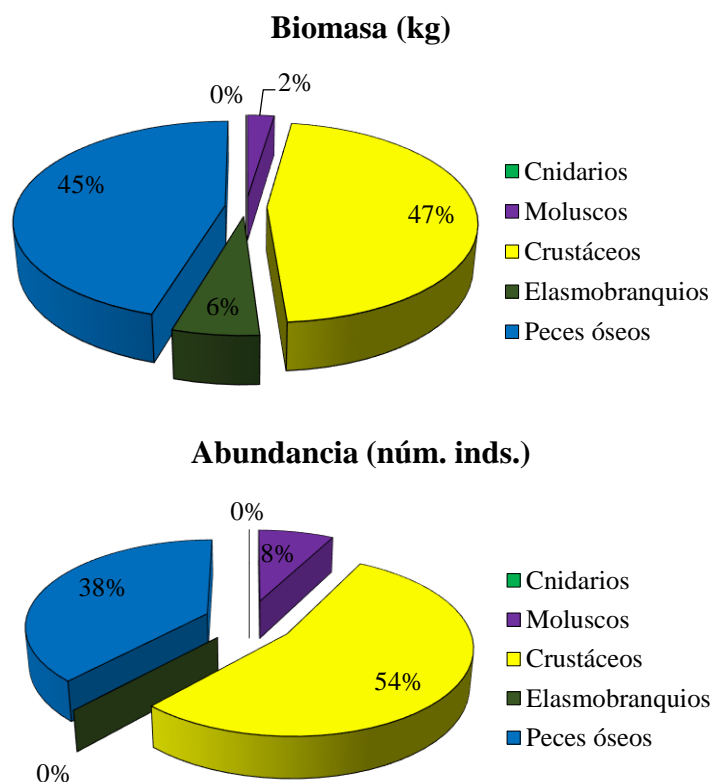


Figura 92. Proporción porcentual de biomasa (kg) por categorías de la captura total de los lances de fondo, en la ZEE de Nicaragua.

Cabe hacer mención que en la captura con red de arrastre de fondo número 32 se encontraron 5 ejemplares de tortugas (1 *Chelonia mydas agassizi* y 4 *Lepidochelis olivacea*). La tortuga *C. mydas* tenía una longitud de 73 cm y ancho 71.5 cm del caparacho; las tortugas *L. olivacea* tuvieron longitudes del caparacho de 60.0-64.5 cm y 64.5-67.0 cm de ancho. Para evitar mayor estrés en las tortugas, se decidió prescindir de los pesos de cada una de ellas (Figura 93). Todas las tortugas fueron liberadas en buenas condiciones vitales para su sobrevivencia.



Figura 93. Tortuga prieta *Chelonia mydas agassizi* y tortuga golfina *Lepidochelys olivacea*, capturadas con red de arrastre de fondo, en la ZEE de Nicaragua.

La biomasa por lance fue muy semejante tanto de día como de noche, en los cinco lances realizados con red de fondo se registró una captura alrededor del 20% en cada uno del total de la captura. Mientras que la abundancia por lance se vio marcadamente menor en el lance 32 con apenas el 4% de la captura total (Figura 94).

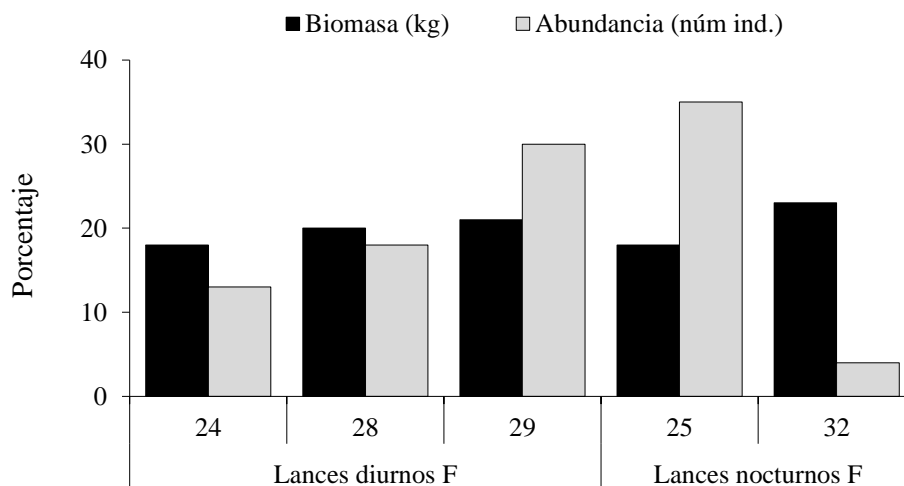


Figura 94. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por lance de fondo, en la ZEE de Nicaragua.

La abertura horizontal de la red de fondo fue estable durante los lances, manteniendo un promedio de 11.6 m. Se observa que la velocidad no presentó variaciones que indiquen una modificación en el parámetro de abertura horizontal (Figura 95).

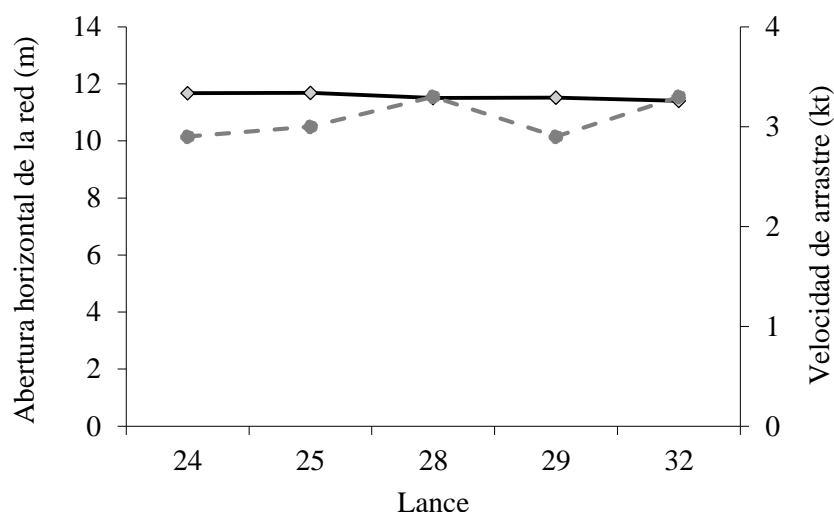


Figura 95. Gráfica que indica la abertura horizontal y velocidad durante los lances realizados con la red de fondo, en la ZEE de Nicaragua. Línea negra: abertura horizontal, línea gris: velocidad de arrastre.

9.3.3.5 Riqueza de especies

La riqueza específica obtenida durante los lances con red de arrastre de fondo estuvo integrada por 38 taxones, de los cuales 34 se pudieron identificar hasta especie, 3 a categoría de género, y un solo taxón a nivel superior a familia (Tabla XXVI). Se resalta que las especies fueron constantes en casi todos los arrastres de fondo y la mayoría de los individuos eran adultos, lo que facilitó su identificación.

Tabla XXVI. Riqueza de especies por grupo capturadas, con red de arrastre de fondo, en la ZEE de Nicaragua.

TAXÓN	BIOMASA (kg)	ABUNDANCIA (núm. ind.)
Cnidarios		
<i>Hydromedusa</i> sp.	0.014	5
Moluscos		
<i>Lolliguncula diomedea</i>	22.460	4,151
Crustáceos		
<i>Farfantepenaeus brevirostris</i>	0.170	12
<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	0.021	3
<i>Platymera gaudichaudii</i>	14.630	82
<i>Pleuroncodes planipes</i>	2.163	198



<i>Solenocera agassizii</i>	2.649	1,334
<i>Squilla biformis</i>	414.910	27,449
<i>Squilla panamensis</i>	0.010	3
Elasmobranquios		
<i>Mustelus lunulatus</i>	52.700	2
Peces óseos		
<i>Ariopsis seemanni</i>	0.760	1
<i>Bollmania ocellata</i>	8.570	1,362
<i>Bollmania sp.</i>	7.870	1,594
<i>Citharichthys platophrys</i>	12.130	1,056
<i>Cyclopsetta panamensis</i>	0.010	4
<i>Cyclopsetta querna</i>	0.310	6
<i>Cynoscion nannus</i>	15.770	1,421
<i>Epinephelus nipobles</i>	0.003	1
<i>Larimus pacificus</i>	18.930	626
Lenguado 1	0.008	2
<i>Lophiodes spilurus</i>	5.261	41
<i>Merluccius angustimanus</i>	55.560	1,530
<i>Monolene dubiosa</i>	0.259	57
<i>Ophichthus remiger</i>	0.140	5
<i>Ophichthus sp.</i>	0.790	7
<i>Ophidion imitator</i>	0.329	39
<i>Peprilus medius</i>	51.900	2,359
<i>Peprilus snyderi</i>	239.170	10,008
<i>Peristedion barbiger</i>	0.130	7
<i>Porichthys margaritatus</i>	0.310	39
<i>Prionotus albirostris</i>	0.260	37
<i>Scorpaena russula</i>	0.590	46
<i>Selene peruviana</i>	0.002	1
<i>Symphurus melasmatotheca</i>	0.459	36
<i>Synodus evermanni</i>	3.060	126
<i>Synodus scituliceps</i>	0.160	1
<i>Trichiurus nitens</i>	1.270	45
<i>Zalieutes elater</i>	0.011	3
Total	933.749	53,699

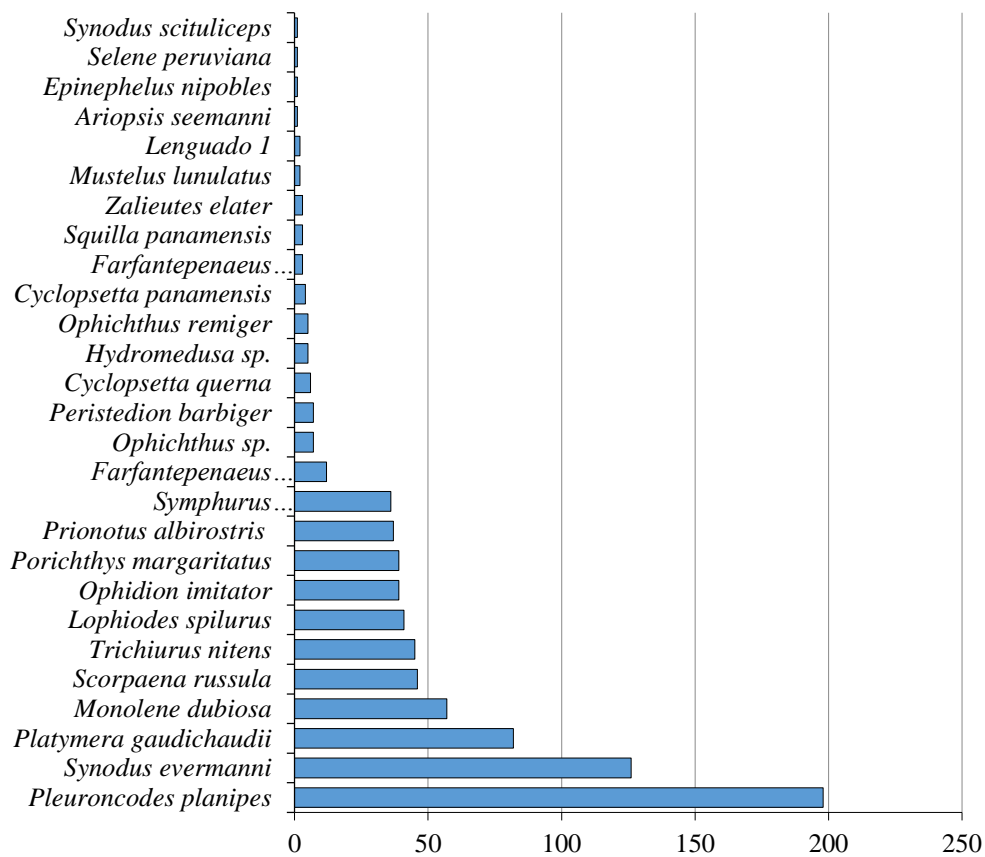
Las 38 especies capturadas tuvieron una abundancia de 53,699 individuos, 10 de ellas registraron abundancias superiores a 1,000 individuos, y de éstas el pampanito aleta corta *Peprilus snyderi* sumó 10,008 individuos y *Squilla biformis* 27,449 individuos (Figura 96a). Las especies con valores de abundancia entre 100 y 650 individuos fueron 3, mientras que las menores a 100 fueron 25. Los taxones con menos de 10 individuos



fueron 15, lo que muestra que se capturaron pocos taxones muy abundantes y muchos con poca abundancia (Figura 96b).

a)

* taxones con 1 a 198 individuos



b)

* taxones con 626 a 27,449 individuos

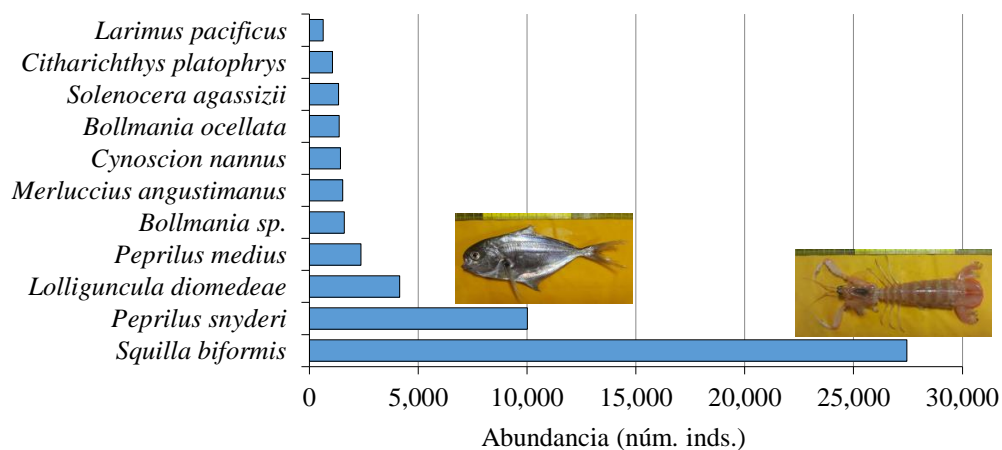


Figura 96. Abundancia por especie capturada en los cinco lances de arrastre de fondo, a) especies con 1 a 198 inds., b) especies con 626 a 27,449 inds.), en la ZEE de Nicaragua.



9.3.3.6 Pesca de calamar

La captura de calamar se llevó a cabo en ocho estaciones dirigidas a la pesca de calamar con maquinillas calamareras y línea de mano, en las que se obtuvo una biomasa total de 2.93 kg y 15 individuos, con una proporción de sexo de 0.97 hembras: 1 machos. Del total, solo un individuo se capturó con maquinilla calamarera, mientras que con línea de mano se obtuvieron 14 ejemplares con una biomasa de 2.88 kg, las operaciones de pesca se realizaron con un tiempo de pesca de 4.6 h, cubriendo un área barrida de 590 m² (Tabla XXVII; Anexo IV). Las capturas con línea de mano se realizaron con un esfuerzo de tres a seis líneas de manera simultánea durante el tiempo de operación de las maquinillas calamareras.

Tabla XXVII. Captura con maquinillas calamareras realizadas en la ZEE de Nicaragua.

Estación (núm.)	Fecha	Tiempo efectivo luz (min)	Tiempo efectivo de pesca (min)	Profundidad total (m)	Captura				Área barrida (km ²)
					Abundancia (n) / Biomasa (kg)				
					Mc		Lm		
A	B	A	B						
15	05/11/2018	20	30	1000	0	0	0	0	0.07
16	05/11/2018	15	30	2400	0	0	5	0.70	0.07
17	06/11/2018	11	30	4000	0	0	4	0.85	0.10
18	06/11/2018	5	30	500	0	0	0	0	0.06
19	06/11/2018	7	30	316	0	0	0	0	0.07
20	07/11/2018	7	31	2000	1	0.05	5	1.33	0.07
21	07/11/2018	12	30	1500	0	0	0	0	0.05
22	07/11/2018	10	35	191	0	0	0	0	0.09

Mc = Maquinilla Calamarera, Lm = Línea de Mano, A = abundancia, B = biomasa

9.3.3.7 Estructura de tallas de calamar

La estructura de tallas de los 14 ejemplares capturados con línea de mano muestra que los calamares se encontraron dentro de un intervalo de tallas de 17.5 a 23.6 cm, con una moda apenas perceptible de 18.1 a 21 mm, todos los ejemplares fueron hembras (Figura 97). El ejemplar capturado con maquinilla calamarera fue un macho de 12.2 mm y un peso de 0.05 kg.

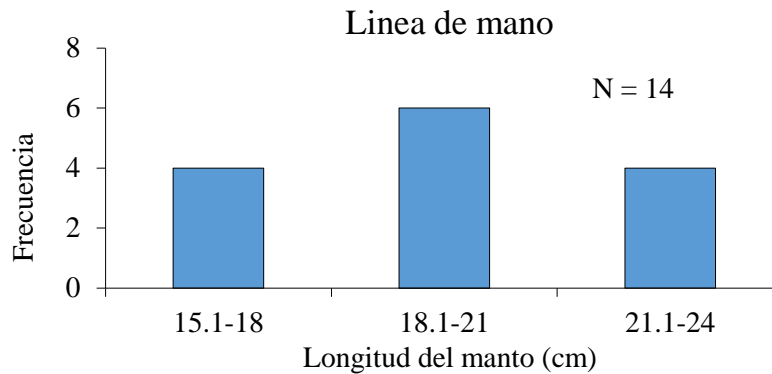


Figura 97. Estructura de tallas de calamar *Dosidicus gigas*, capturado con línea de mano, en la ZEE de Nicaragua.

9.3.3.8 Pesca con señuelo

Del esfuerzo aplicado durante la navegación en los transectos de la ZEE de Nicaragua, se capturaron 4 ejemplares de peces con señuelo, dos de la *Coryphaena hippurus* (Dorado), y dos *Katsuwonus pelamis* (Barrilete), ambos perteneciente del grupo de los pelágicos mayores (Tabla XXVIII; anexo IV).

Tabla XXVIII. Especies de peces capturados con señuelo, en la ZEE de Nicaragua.

Especie	Talla (cm)	Peso (kg)
<i>Coryphaena hippurus</i>	86.7	2.43
<i>Coryphaena hippurus</i>	90.8	3.13
<i>Katsuwonus pelamis</i>	49	1.24
<i>Katsuwonus pelamis</i>	47	1.16

9.4 EL SALVADOR

9.4.1 Oceanografía pesquera

La investigación oceanográfica en aguas del Océano Pacífico de El Salvador consistió en la realización de 10 lances de CTD a una profundidad promedio de 500 m, para la toma de parámetros fisicoquímicos en la columna de agua, pero con extensión hasta el litoral con menos de 100 m de profundidad. Simultáneamente también fueron efectuados en cada estación, 8 arrastres oblicuos con Red Bongo (Figura 98). El termosalinómetro permitió el registro de alta resolución de temperatura y salinidad superficiales. Por otra parte, a lo largo del derrotero y de manera intermitente entre estaciones oceanográficas, lances de pesca e intertransectos, se obtuvieron 36 muestras de huevos y larvas de peces con el sistema de circulación continua de agua de mar, CUFES. Como un recurso analítico adicional, fueron obtenidos los datos satelitales de la distribución superficial de clorofila- α y corrientes geostroficas válidos en la zona y periodo de muestreo en el área de estudio, específicamente para el mismo periodo de recorrido en este país.

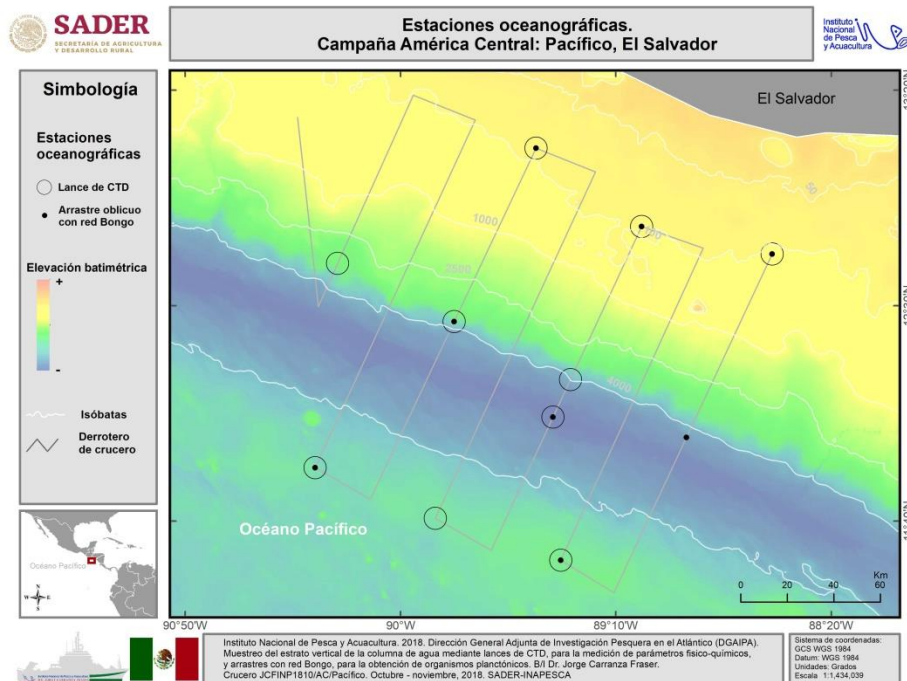


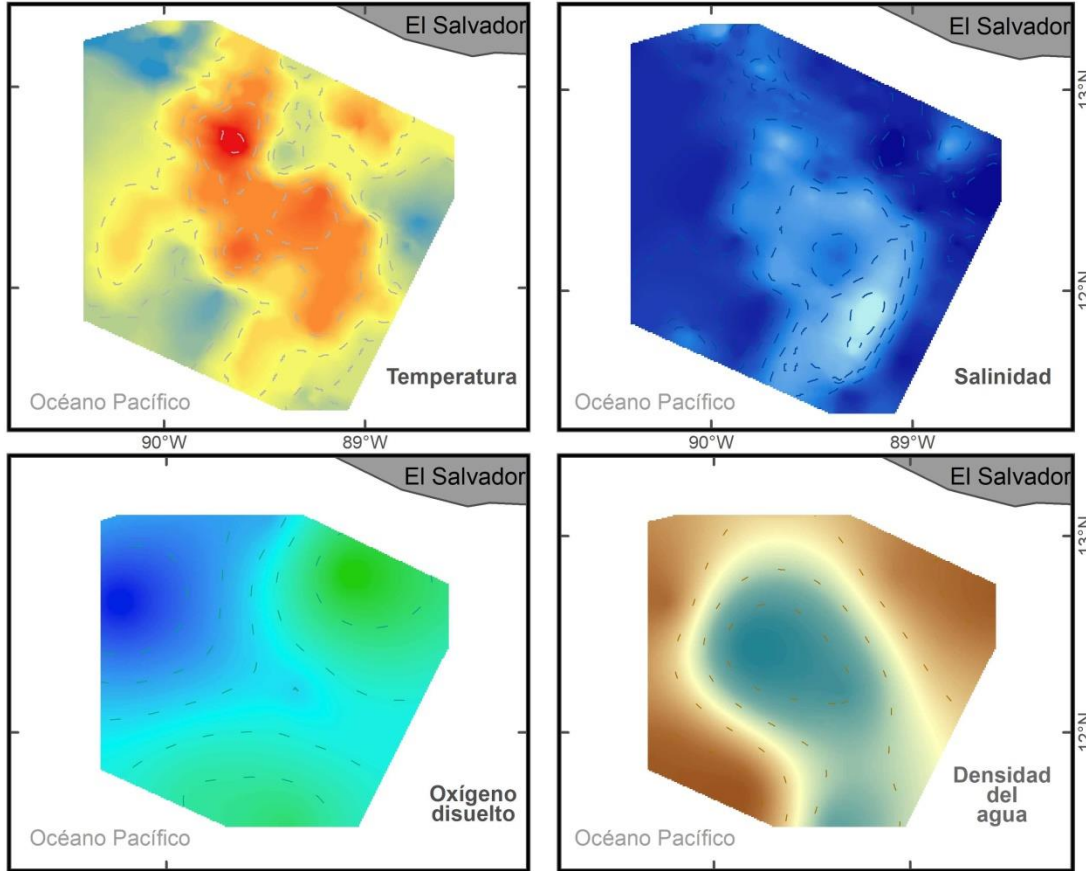
Figura 98. Zona de estudio y distribución de 10 estaciones oceanográficas realizadas (10 círculos-CTD, 8 puntos-Red Bongo) en el Océano Pacífico de El Salvador, del 10 al 16 de noviembre de 2018.



9.4.1.1 Variables en la superficie y columna de agua

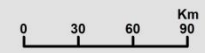
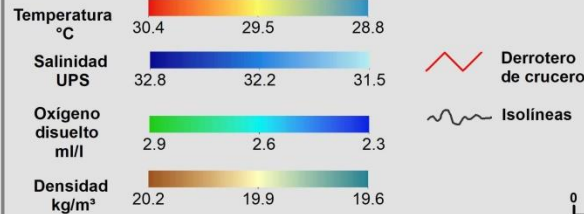
La distribución superficial de las variables fisicoquímicas mostro un gradiente predominante en temperatura, salinidad y densidad del mar, otro declive menor fue el de oxígeno. Una gran masa superficial de temperatura máxima ubicada frente a la costa de salvadoreña es afectada en forma irregular por otras tres masas de agua con más de dos grados de diferencia, dos latitudinales provenientes del Sur y Norte y otra longitudinal en la zona oceánica lejana. El intervalo de temperatura oscila entre 28.8 y 30.4 °C. Estos contrastes de temperatura parecen estar relacionados con la influencia terrestre reflejada en los contrastes de salinidad, los cuales mostraron un patrón muy similar al de temperatura, con una extensión salina entre 31.5 y 32.8 ups, de claro contenido bajo de sales disueltas característico de aguas provenientes del continente salvadoreño, a través del aporte terrígeno de ríos circundantes, principalmente el río Lempa. La distribución superficial de la densidad del mar, aunque un tanto diferente en su geometría de dispersión con menor rango de magnitud que la temperatura y la salinidad, la densidad muestra un patrón similar, aumentando su intensidad alrededor de la lengüeta distribuida en dirección Suroeste-Noreste, con densidades máximas al Sureste, Norte y Oeste, de 20.2 kg/m³, en contraste al nivel mínimo de la lengüeta con mínimo de 19.6 kg/m³. La distribución del oxígeno disuelto contrasta con las distribuciones de temperatura, salinidad y densidad del mar, en cuanto que presentó una amplia área de concentración máxima de 2.9 mg/L en la región Sur, la cual decrece hacia el Norte, con mínimo de 2.3 (Figura 99; Tabla XXIX). Aunque el gradiente de oxígeno mostró esta distribución, sus niveles no superaron magnitudes de condiciones subóxicas, típicas de toda la región centroamericana del Océano Pacífico.

**Variables fisicoquímicas superficiales del mar
Campaña América Central: Pacífico, El Salvador**



Sistema de coordenadas: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984 Unidades: Grados
Escala 1:2,858,337

Simbología



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. 2018. Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Atlántico (DGAIPA). Variables físico-químicas superficiales del mar observadas. Muestreo con bomba de flujo continuo termosalinómetro para temperatura y salinidad y, muestreo discreto mediante CTD para oxígeno disuelto y densidad del agua. B/I Dr. Jorge Carranza Fraser. Crucero JCFINP1810/AC/Pacífico. Octubre - noviembre, 2018. SADER-INAPESCA

Figura 99. Distribución superficial de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en la Zona Económica Exclusiva de El Salvador en el Océano Pacífico, del 10 al 16 de noviembre de 2018.



Tabla XXIX. Estadística descriptiva de las variables superficiales obtenidas durante la navegación en aguas del Océano Pacífico de El Salvador.

	Temperatura (°C)	Salinidad (UPS)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Densidad (Kg/m³)
Valor mínimo	28.7	31.45	2.33	19.59
Valor máximo	30.45	32.88	2.93	20.22
Valor medio	29.5	32.41	2.64	19.97
Moda	29.46	32.57	2.33	19.59
Desviación estándar	0.2593	0.2994	0.1567	0.2041
Coficiente de variación	0.0087	0.0092	0.0593	0.0102

La distribución de la clorofila- α muestra un gradiente inverso del litoral a la zona oceánica, disminuyendo su nivel. La concentración máxima ($\sim 4 \text{ mg/m}^3$) se presentó en el Golfo de Fonseca, y se extendió rumbo mar abierto en forma de una lengüeta dirección Noreste a Suroeste. En la zona oceánica y al Suroeste de la frontera con Guatemala se registraron valores mínimos cercanos a 0.1 mg/m^3 (Figura 100).

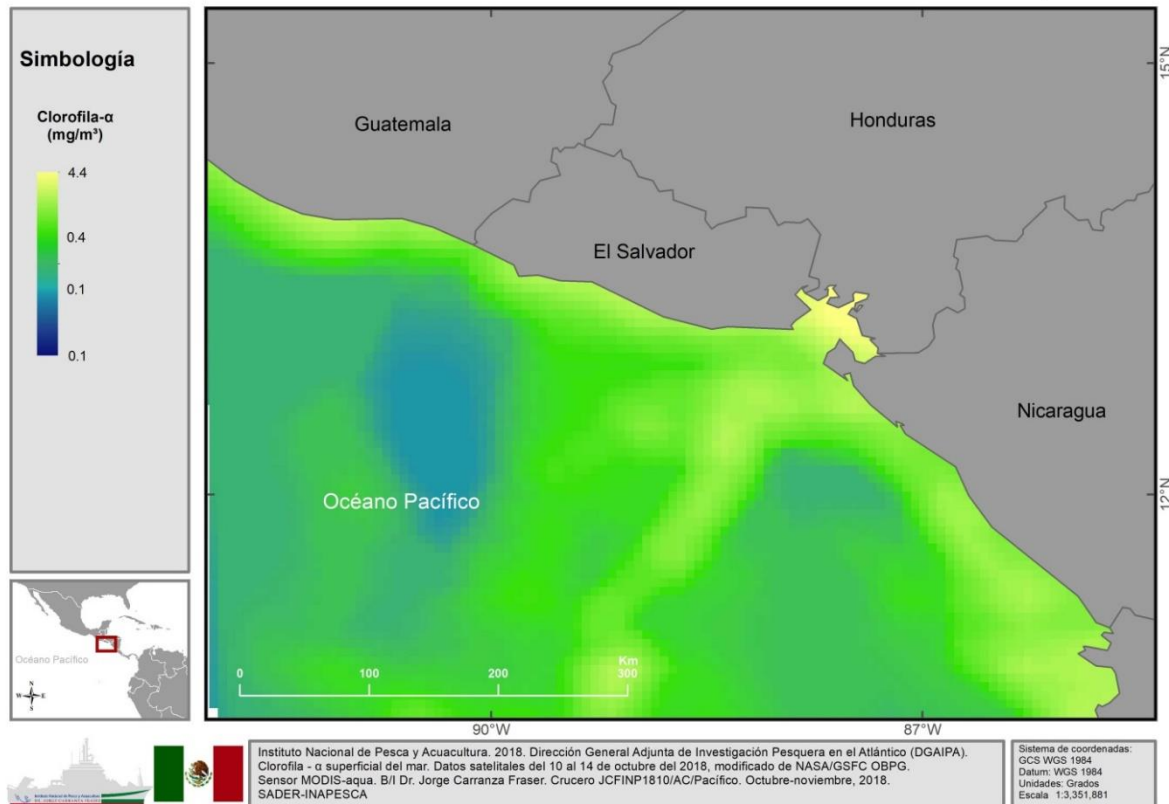


Figura 100. Distribución superficial de clorofila- α en el Océano Pacífico el 10 al 16 de noviembre de 2018, obtenida a partir de observaciones con el satélite MODIS-Aqua.

9.4.1.2 Distribución de huevos y larvas de peces

El estudio acerca de la biomasa de zooplancton en la ZEE de El Salvador fue limitado temporalmente, sin embargo, es de interés mencionar que la concentración relativa de biomasa se observó uniforme en la zona, encontrando elevado volumen en la mayoría de las colectas ($>0.2 \text{ mm}^3$; 27 muestras) y que estas concentraciones tuvieron incidencia en todos los periodos de muestreo (Figura 101). De esta manera, encontramos que el volumen de biomasa obtenido dentro del periodo nocturno va de los 0.6 a los 2.6 mm^3 mientras que para el horario diurno de los 0.3 a los 0.8 mm^3 (Figuras 101, 102 y 104, Tabla XXX). Probablemente esto sea a causa de que algunos miembros de las comunidades que habitan el neuston son transitorias, moviéndose hacia la superficie cada 24 horas para sobrevivir y reproducirse, aumentando la biomasa en la zona durante la noche y a que, durante el día ciertos organismos han ocupado el nicho pues, por consiguiente, la competencia por nutrientes será menor durante las horas luz.

Asimismo, es importante mencionar que la concentración zooplanctónica elevada en casi todas las colectas, sin tomar en cuenta el periodo de muestreo, sugieren una alta productividad en la ZEE de El Salvador, lo cual podría estar cercanamente relacionado con la cantidad de clorofila- α observada, indicando cantidad proporcional de fitoplancton y por consiguiente lo equivalente para los siguientes eslabones en la cadena trófica (Figuras 101, 102 y Tabla XXX).

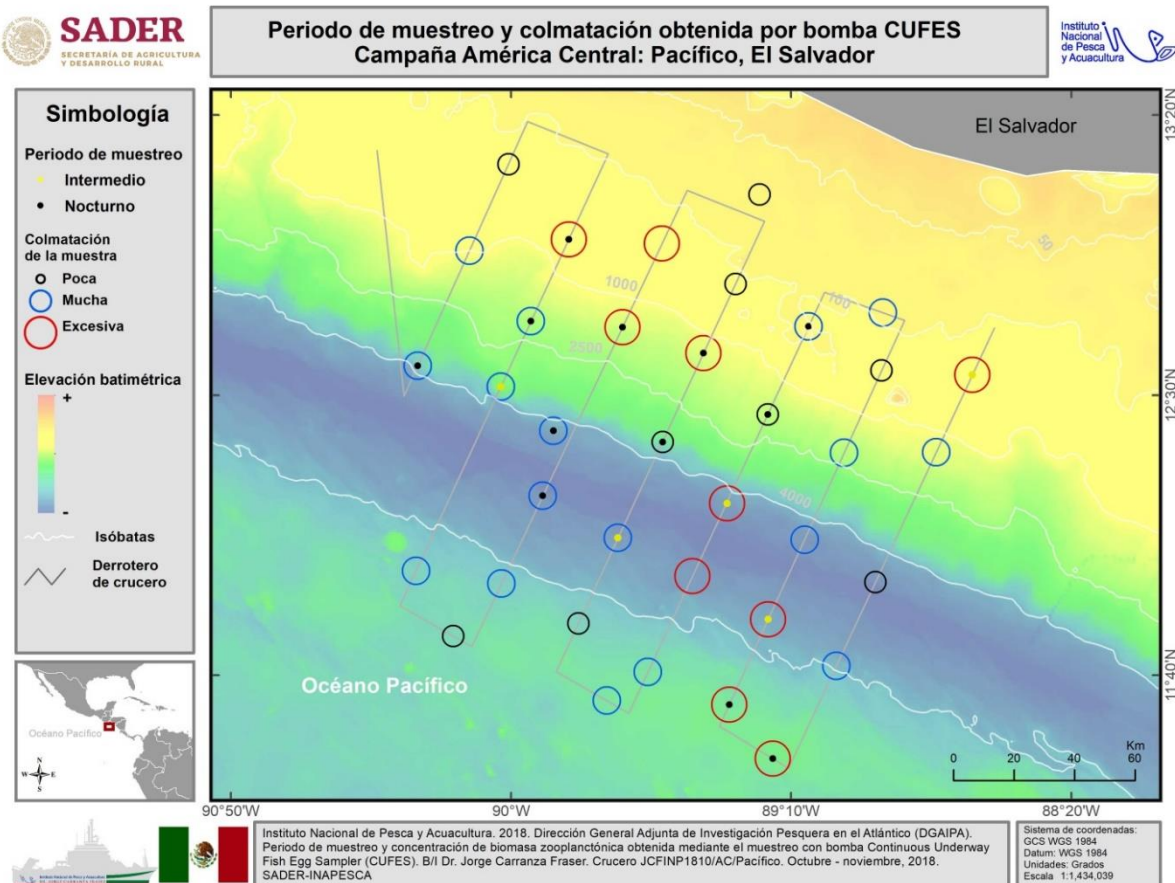


Figura 101. Indicadores de volumen de biomasa obtenida mediante 34 muestreos continuos de ictioplancton con el sistema CUFES en el Pacífico de El Salvador. Punto amarillo: Intermedio, punto negro: Nocturno, sin punto: Diurno.

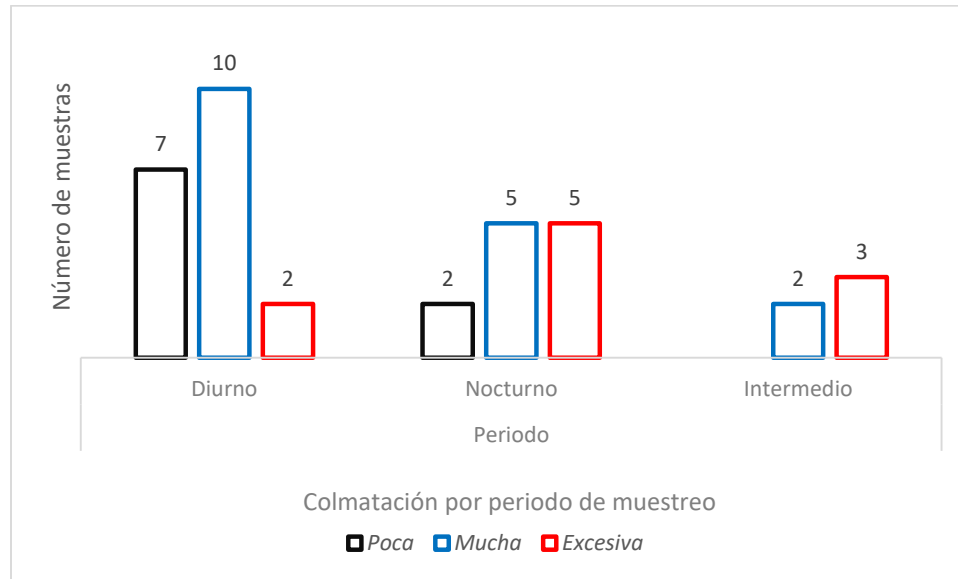


Figura 102. Frecuencia de la biomasa obtenida en 36 muestras categorizadas de acuerdo con la concentración de plancton marino y su incidencia durante el periodo de muestreo.

Tabla XXX. Frecuencia de volumen relativo de biomasa, por periodo de muestreo en aguas del Océano Pacífico de El Salvador, del 10 al 16 de noviembre de 2018.

Periodo de muestreo	Colmatación			Total
	<i>Poca</i>	<i>Mucha</i>	<i>Excesiva</i>	
Diurno	7	10	2	19
Nocturno	2	5	5	12
Intermedio	-	2	3	5
Total	9	17	10	36

Respecto al comportamiento espacial zooplanctónico, aparentemente, se observa una relación con la banda cálida y de menor salinidad, pues las mayores concentraciones volumétricas se observaron en dicha zona (Figuras 101 y 103). Esta banda supera los 30 °C y va por debajo de las 28 UPS, y es también en donde se encuentran los valores intermedios de oxígeno disuelto y clorofila- α . Por último, desplazándonos hacia el Suroeste de la zona, es posible observar una ligera disminución de biomasa



correspondiente al área más fría, menos salina y oxigenada que representa la parte central de un giro oceánico (Figuras 103, 110 y 110a).

En nuestro sitio de muestreo, donde la biomasa alcanzó la concentración más alta observada, fluye un giro que se transporta por encima de los 0.5 m/s y que podría estar movilizandando a los organismos en la zona (Figuras 103, 110 y 110a). Además, se sugiere que esta masa de agua transporte agua cálida, con menor salinidad y concentración de oxígeno disuelto que el agua circundante (Figuras 103, 110 y 110a).

Concentración de biomasa zooplanctónica superficial obtenida mediante bomba CUFES y variables fisicoquímicas del mar. Campaña América Central: Pacífico, El Salvador

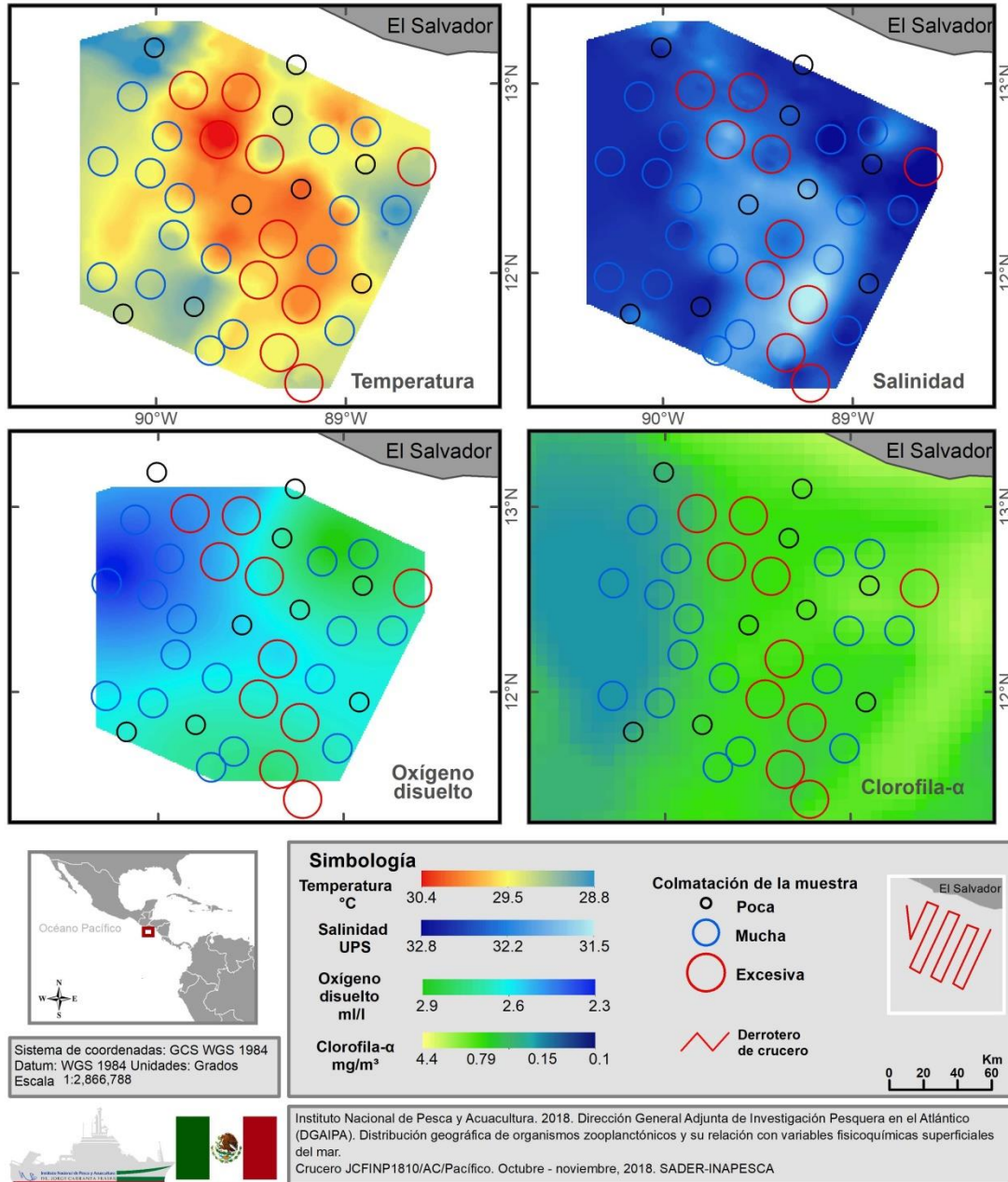


Figura 103. Distribución superficial de concentración de biomasa del plancton marino y su relación con variables fisicoquímicas superficiales del Océano Pacífico de El Salvador.

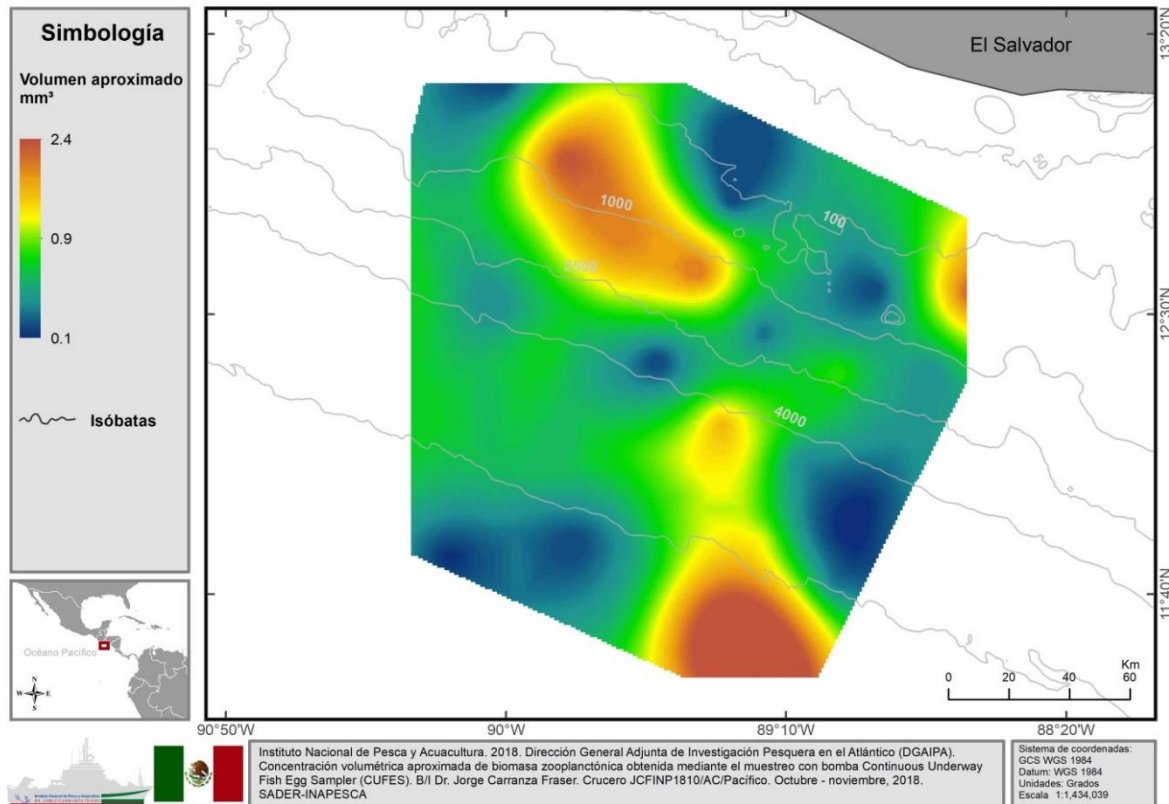


Figura 104. Distribución superficial del volumen en mm³ de biomasa zooplanctónica en el Océano Pacífico de El Salvador.

9.4.1.3 Diagrama TS

Utilizando la información generada en los lances de CTD, se realizó un Diagrama TS para identificar las masas de agua presentes en la región (Figura 105). En dicha imagen fue posible identificar dos masas de agua, típicas de la región como son agua del Noreste del Pacífico Tropical del Este (ENPT), Noreste del Pacífico Central (ENPC), por debajo de la capa superior dominada por una mezcla de agua dulce proveniente de los ríos que circundan el litoral occidental de El Salvador, los cuales influyen desde la superficie a 30 metros de profundidad, con relativamente máxima temperatura y mínimos de salinidad, densidad del agua y oxígeno disuelto. Se asume que pueda ser el río Lempa.

De la capa superior diluida, por debajo de 50-100 m y hasta los 200 m de profundidad se observó la masa de agua del ENPT. De 200-500 m se identificó la masa de agua del ENPC.

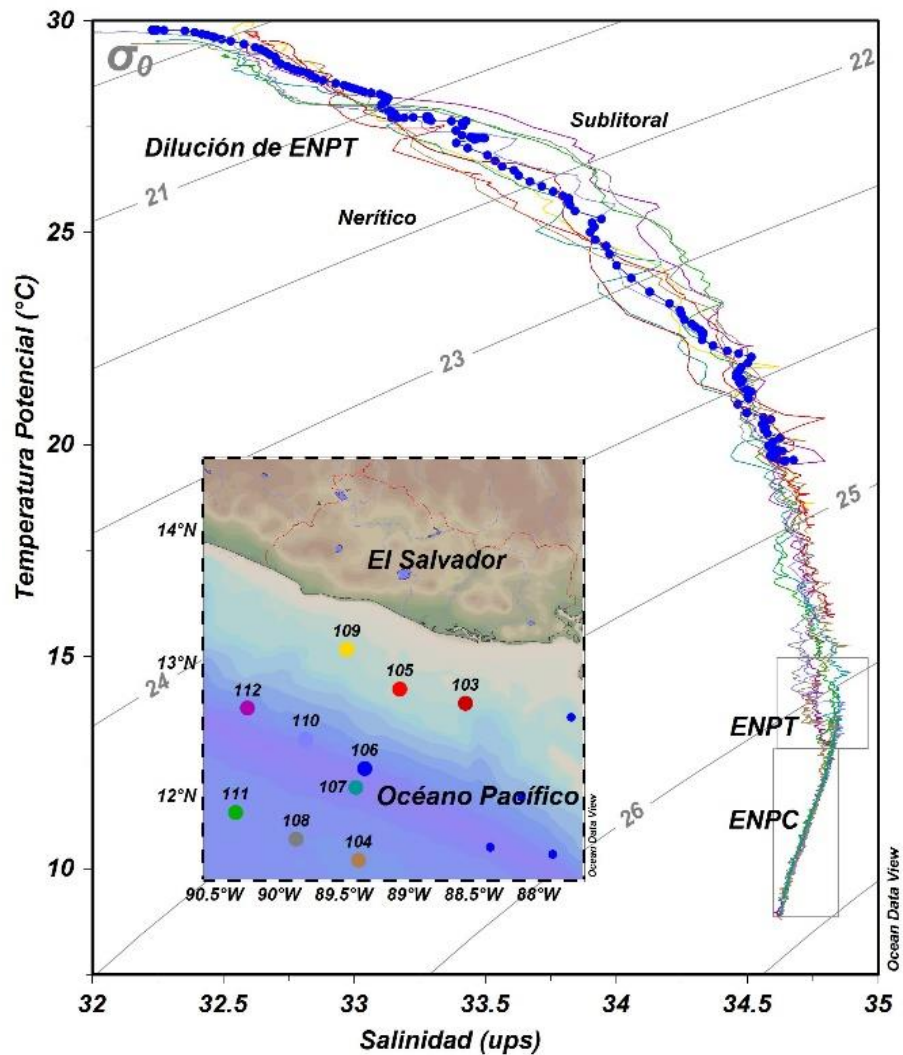


Figura 105. Diagrama TS generado con la información de las estaciones en la zona de El Salvador, Océano Pacífico Oriental.

9.4.1.4 Perfiles verticales

Las clinas o cambios bruscos de parámetros, estuvieron ubicadas en el rango 30 hasta 100 m de profundidad, en el cual la temperatura disminuye de 27 a 13 °C, muy similar a lo que se registró para Nicaragua. Es sobresaliente la baja salinidad superficial y anoxia por debajo de 100 m de profundidad y hasta la profundidad máxima estudiada de 500 m. El gradiente de la salinidad ocurre en los primeros 30 m de profundidad, aumentando la concentración de sales disueltas de 32 a 34.8 ups. El declive del oxígeno empieza a 30, disminuyendo de 3 mg/L a condiciones anóxicas a 100 m de profundidad. Además, entre 150-400 m de fondo, el oxígeno tiene un comportamiento errático,

fluctuando en un rango de 1 mg/L, entre 0.5 y 1.5 mg/L, principalmente en la capa entre 200-300m de profundidad. La densidad del agua de mar, mostró un comportamiento similar al de la salinidad con ascenso en magnitud de la superficie a 50 m de profundidad, para después aumentar paulatinamente conforme aumentaba el fondo hasta 500 m, donde los perfiles de todos los lances se homogenizaron desde 150 m a excepción del oxígeno (Figura 106).

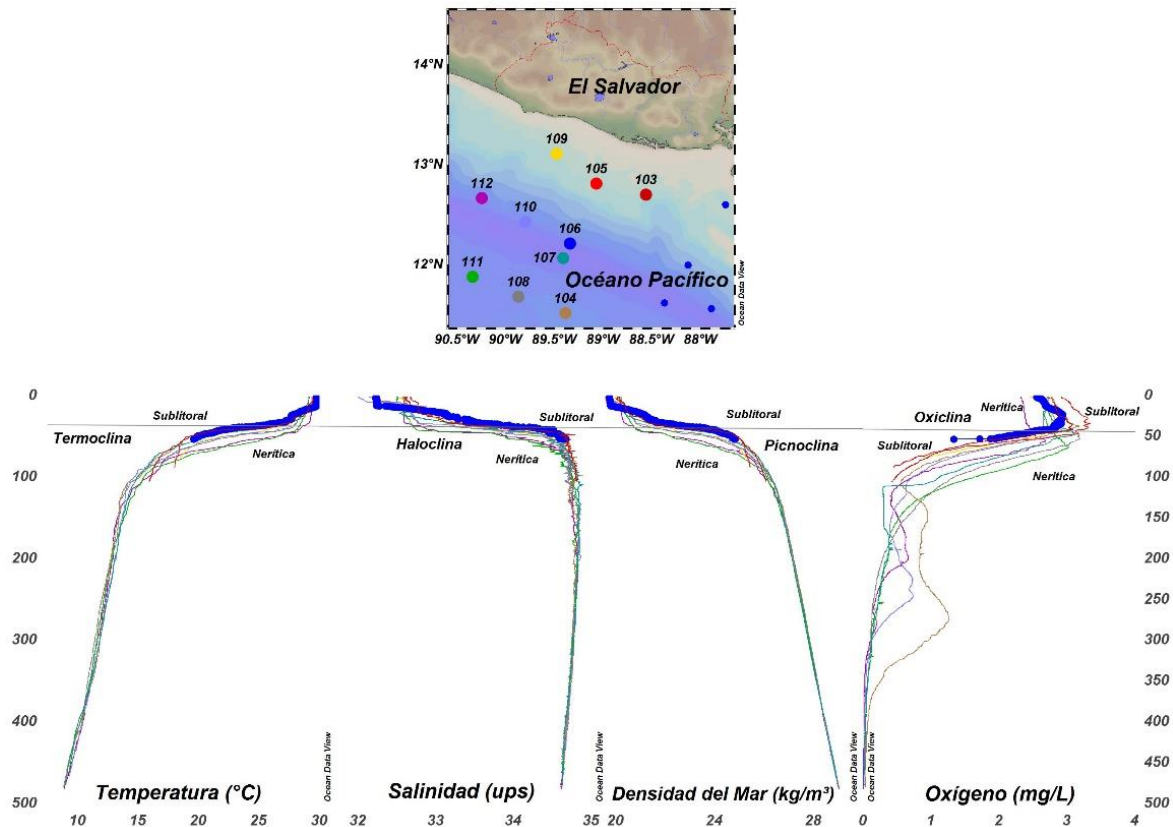


Figura 106. Perfiles verticales para temperatura (°C), salinidad (UPS), densidad (kg/m³) y oxígeno disuelto (mg/L) para las estaciones en aguas salvadoreñas del Océano Pacífico Este.

9.4.1.5 Secciones verticales

El comportamiento de los parámetros fisicoquímicos del agua de mar en la zona de estudio, mostró un océano costero estratificado con gradientes verticales desde la superficie hasta 100 m de profundidad. La sección vertical costera mostro una capa de 40 m de espesor con altas temperaturas y oxígeno, en contraste con baja salinidad y densidad del agua de mar (Figura 107). Por debajo de esta capa gruesa de agua salobre de probable proveniencia del río Lempa, ocurrieron dos capas delgadas en las que la

temperatura baja de 30 a 20°C, el oxígeno de 3 a 1.5 mg/L, mientras que la salinidad aumenta de 32.5 a 34.5 ups y la densidad de 20 a 25 kg/m³. Este comportamiento se extendió a la zona oceánica en donde se identifica una gruesa capa 350 m de espesor, estratificada por debajo de 150 m de profundidad, en donde la temperatura se establece en niveles entre 12.5 y 10°C, la salinidad entre 34.75 y 35 ups, la densidad del mar del fondo llega a 26 kg/m³ y el oxígeno disminuye hasta niveles anóxicos cercanos a 0.5 mg/L (Figura 108). Es notoria una pequeña lengüeta que incrementa levemente los niveles del oxígeno a 2mg/L en la región sur del área de estudio.

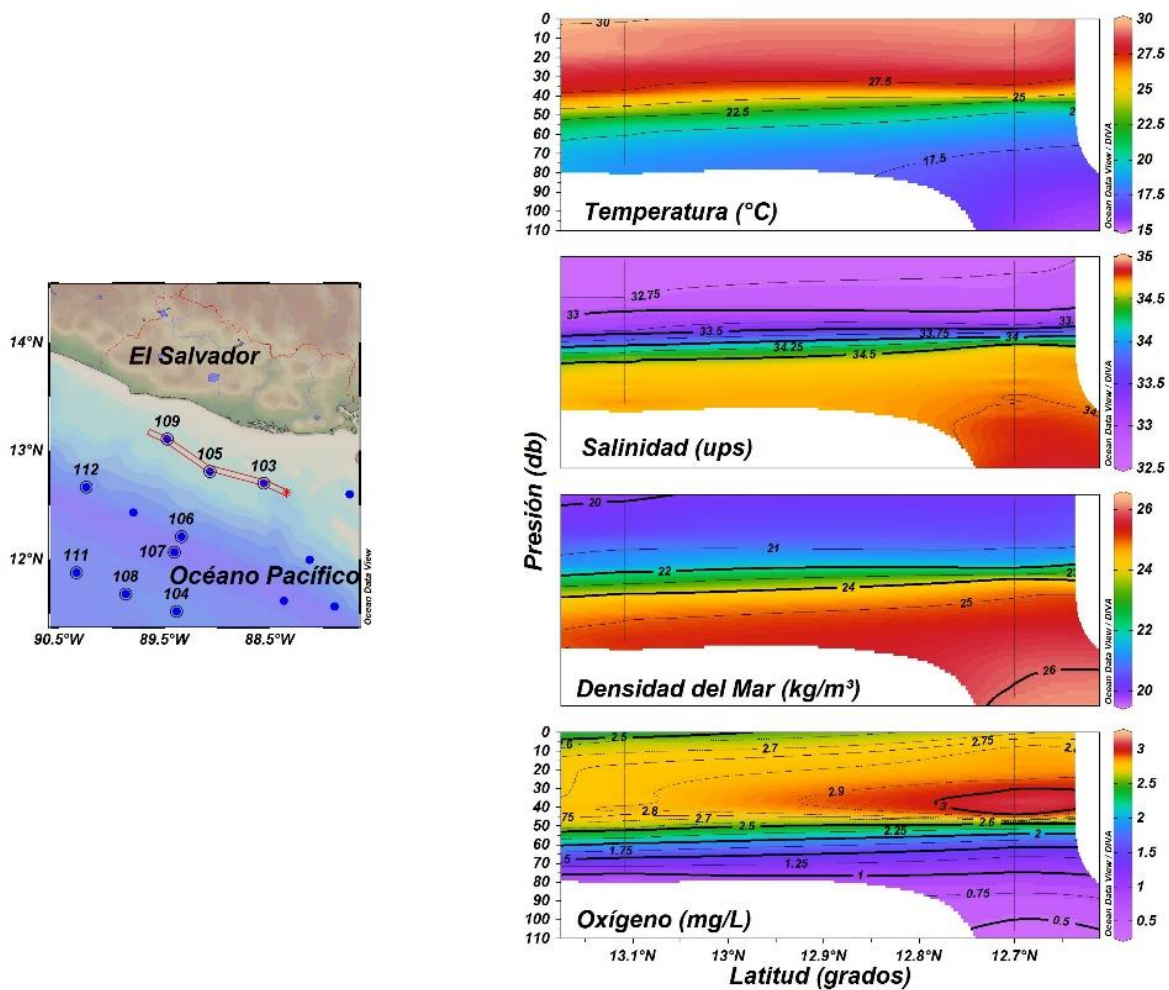


Figura 107. Secciones verticales para las estaciones del litoral de El Salvador. Las estaciones seleccionadas están unidas con la cinta roja.

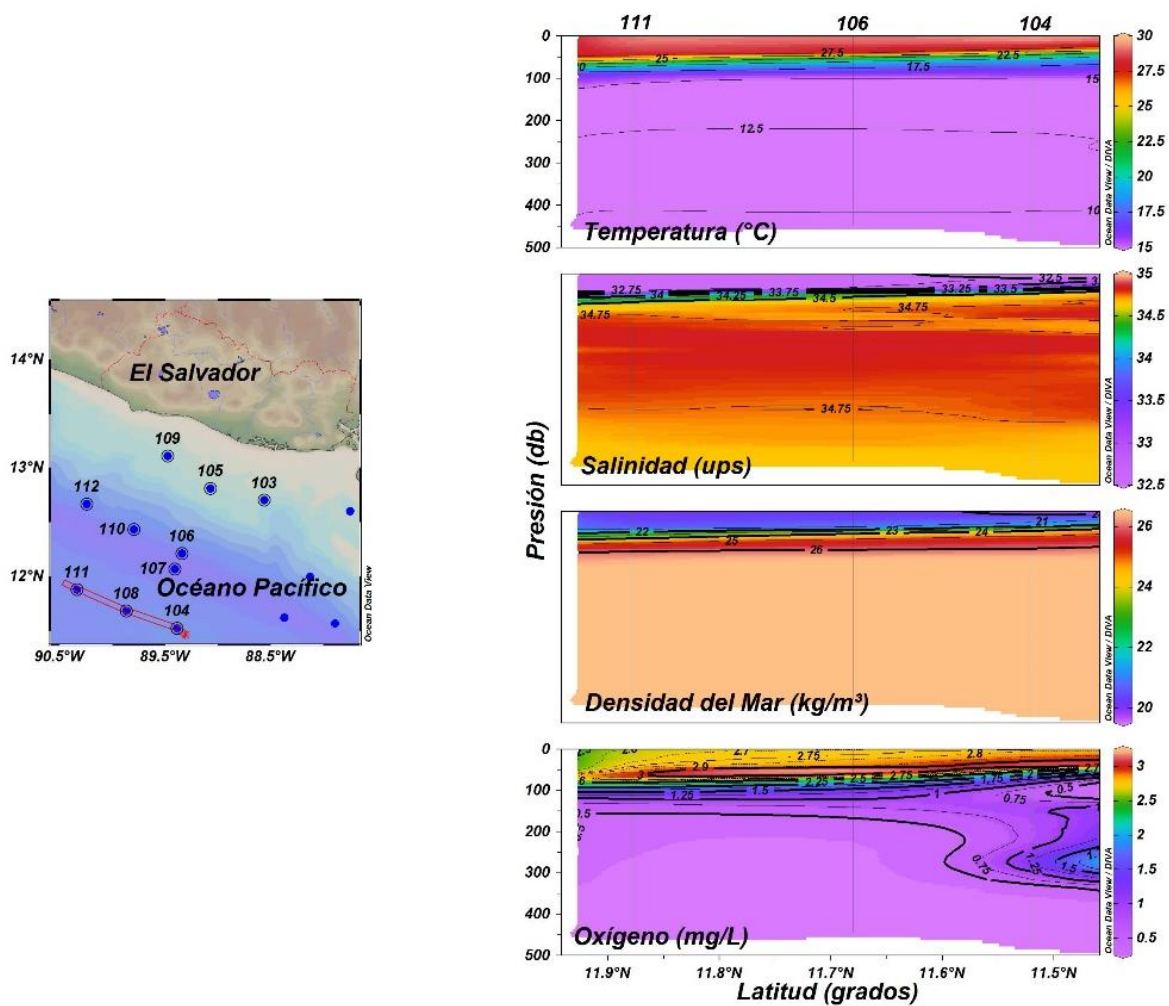


Figura 108. Secciones verticales para las estaciones la zona oceánica de Nicaragua. Las estaciones seleccionadas están unidas con la cinta roja.

9.4.1.6 Meteorología

Las variables meteorológicas están relacionadas a las variaciones del mar descritas en la sección correspondiente a la distribución superficial, suponiendo una interrelación océano-atmósfera. Fue observada una fluctuación entre máximos de presión barométrica intercedidos por mínimos relativos en forma de rodeos curvas irregulares, muy similares a los encontrados en la distribución de la humedad relativa, principalmente en la porción Sur y Central, a niveles iguales o superiores a 1013 mmHg y de 75 a 80% de humedad. Los contrastes con baja presión atmosférica y humedad relativa, se ubicaron intermitentemente con niveles iguales o más bajos de 1007 mmHg y humedades relativas entre 50 y 40%. La temperatura del aire mostró una geometría de distribución similar al de la humedad relativa, pero donde hubo mayor humedad



(90%), la temperatura presentó niveles mínimos de 26°C y en donde la humedad disminuyó a su mínimo nivel de 40% la temperatura a su máximo superior a 32°C (Figura 109). La geometría de distribución superficial de la temperatura del mar y salinidad fue muy similar, pero a máximos de temperatura del mar, correspondieron mínimos de salinidad. Este comportamiento es consistente con la distribución superficial obtenida con el temosalinómetro. En la distribución de estas dos variables hidrológicas, se observó la posible dispersión de agua dulce en aguas marinas. Se asume la fuente potencial de agua dulce, procedente de la porción central del continente salvadoreño por donde está ubicado el río Lempa y su dispersión en dirección Suroeste, ampliando su eje de esparcimiento a mayor distancia de la costa. Agua de 30°C y concentración de sales de 32ups, conforman esta masa superficial. En las fronteras Norte y Sur del 'lente de dispersión', se observaron dos capas que rodean este cuerpo de agua, con características más frías y saladas de temperatura entre 29 y 28.5°C y salinidades de 33 a 33.5ups. La representación gráfica de estos parámetros en conjunto, permitieron la observación de la influencia terrígena similar a la descrita para la porción Central de El Salvador por influencia probable del río Lempa, en frontera sur con Nicaragua relacionada al Golfo de Fonseca, consistente con lo descrito para ese país.

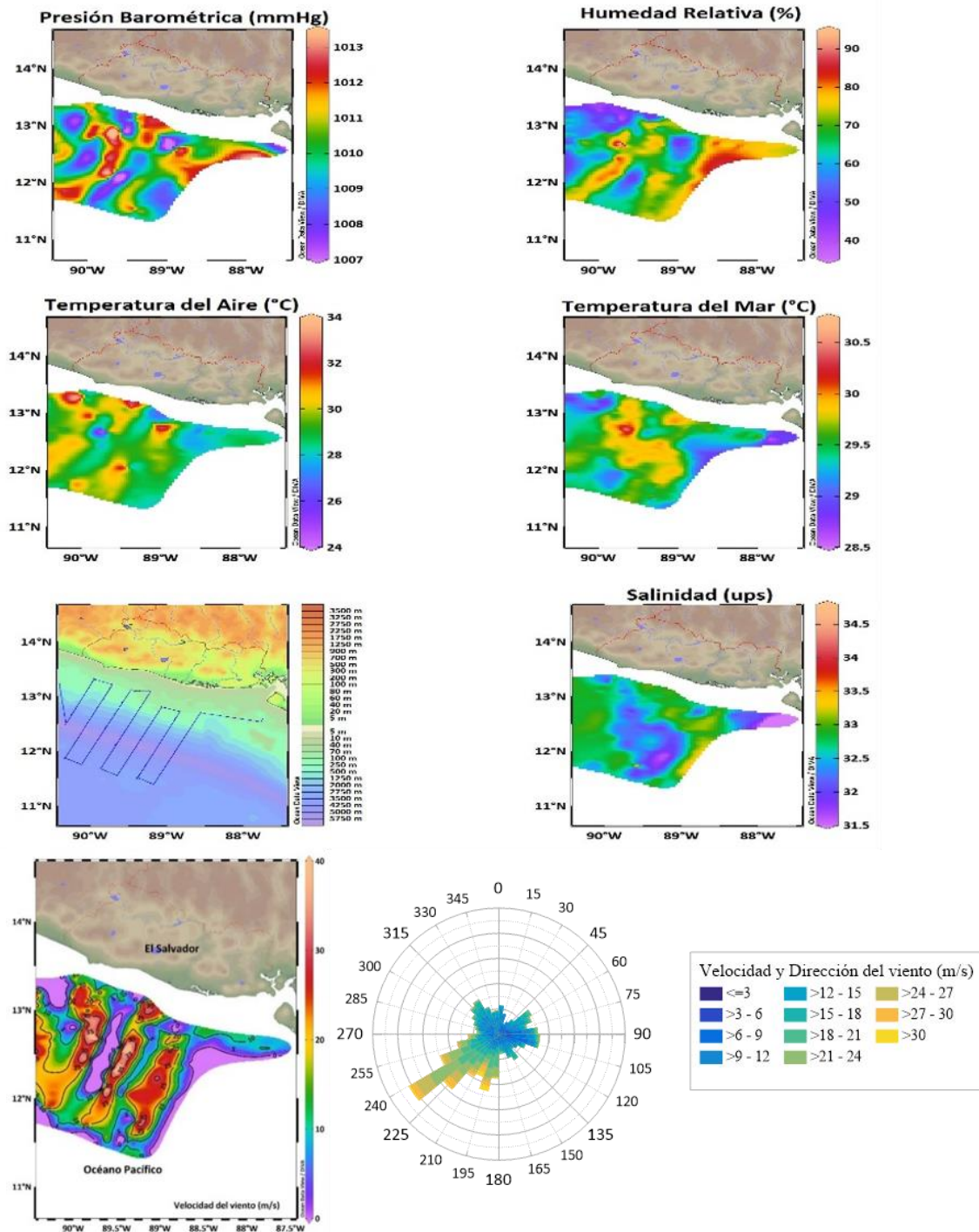


Figura 109. Información meteorológica registrada durante la navegación en aguas del Océano Pacífico de El Salvador.

9.4.1.7 Flujo geostrofico

La corriente geostrofica de la región oceánica de El Salvador mostró flujos ciclónicos máximos de 0.52 m/s en el brazo Noroeste de un giro anticiclónico potencial, en

contraste con otro débil giro ciclónico ubicado al Sureste frente a la costa Sur del país, de velocidades y dirección hacia el Golfo en la frontera con Nicaragua. Otro pequeño giro costero se ubicó al Norte y su radio de interacción abarcó hasta el Sur de Guatemala, con velocidades cercanas a 0.4 m/s. De esta forma, pudo observarse que la zona oceánica central de El Salvador estuvo influenciada por una corriente hacia el Norte, mientras que las áreas de las fronteras Sur y Norte, la corriente fluyó hacia el Sur (Figuras 110 y 110a).

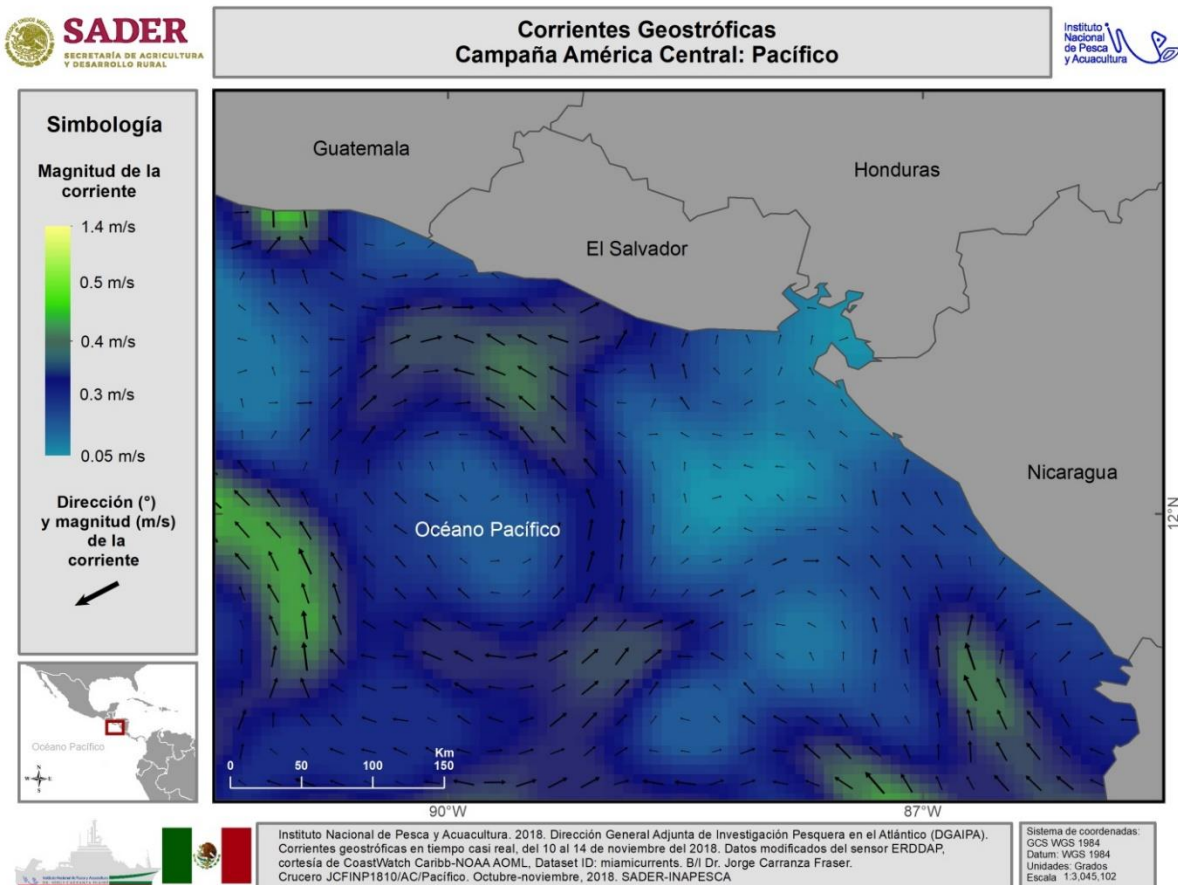


Figura 110. Flujo geostrófico en la región del Océano Pacífico de El Salvador en el periodo del 10 al 16 de noviembre 2018. Datos obtenidos de ERDDAP de la NOAA.

En el sitio de muestreo, donde la biomasa alcanzó la concentración volumétrica más alta observada, fluye un giro que se transporta por encima de los 0.5 m/s, el cual podría estar actuando ya sea, movilizandolos a los organismos en la zona, cambiando su trayectoria de dispersión o reteniéndolos, pues se sabe que los procesos oceanográficos, como giros y surgencias, se encuentran cercanamente ligados a los estadios primarios de los organismos planctónicos (ictioplancton), ya que generalmente estos últimos

derivan o se establecen a lo largo de la zona epi y mesopelágica del ambiente oceánico a merced de las corrientes (Witman y Roy, 2009; Brusca y Brusca, 2005).

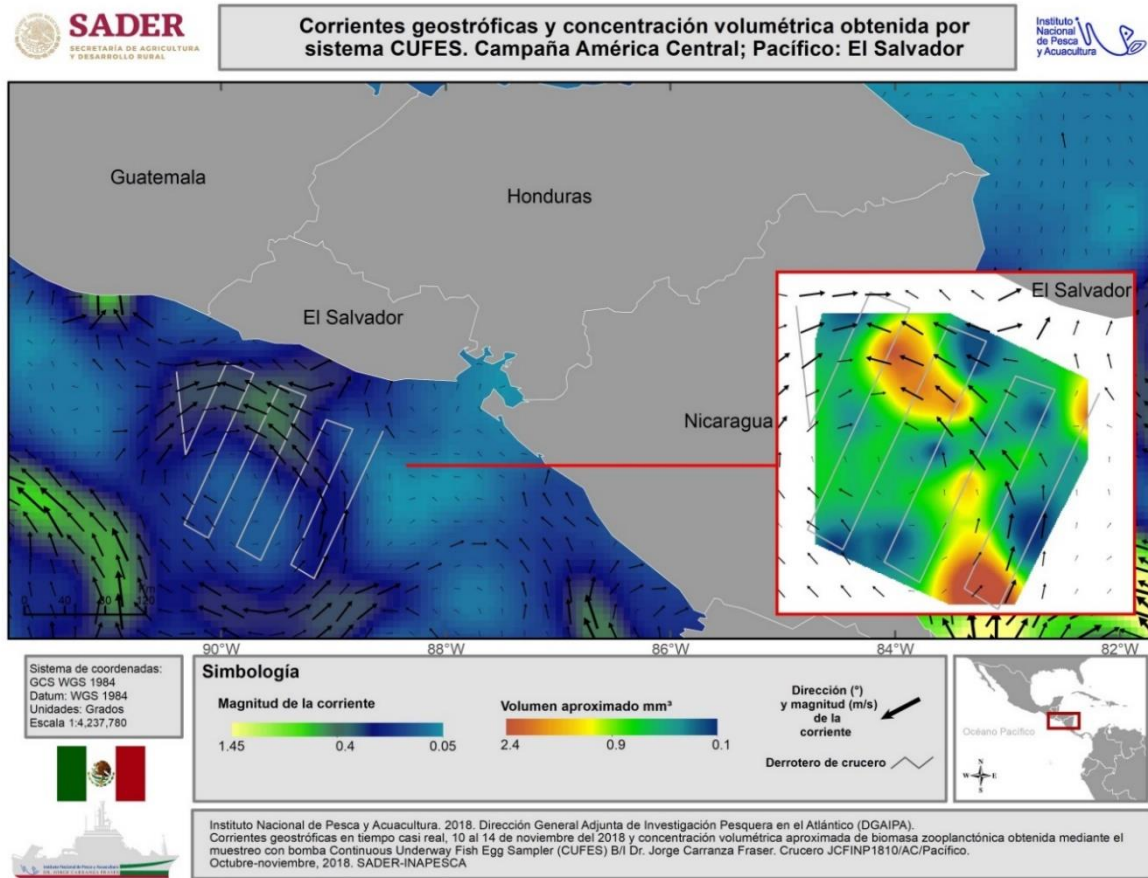


Figura 110a. Relación de la magnitud de corrientes geostroficas con la concentración volumétrica de biomasa obtenida por el sistema de muestreo CUFES del 10 al 16 de noviembre de 2018 en la ZEE de El Salvador.

9.4.2 Acústica pesquera

9.4.2.1 Eco integración (EI)

La EI con la información obtenida de la frecuencia de 38 kHz de la columna de agua, mostró que la mayor densidad biológica se encuentra en la zona costera (1587–2631 m²·mn⁻²), lo cual indica que se tiene una franja paralela a la costa bastante productiva. La porción más oceánica obtuvo su mayor densidad biológica en la parte Sureste, en donde se tuvieron valores de hasta 1587.74 m²·mn⁻²; Figura 111).

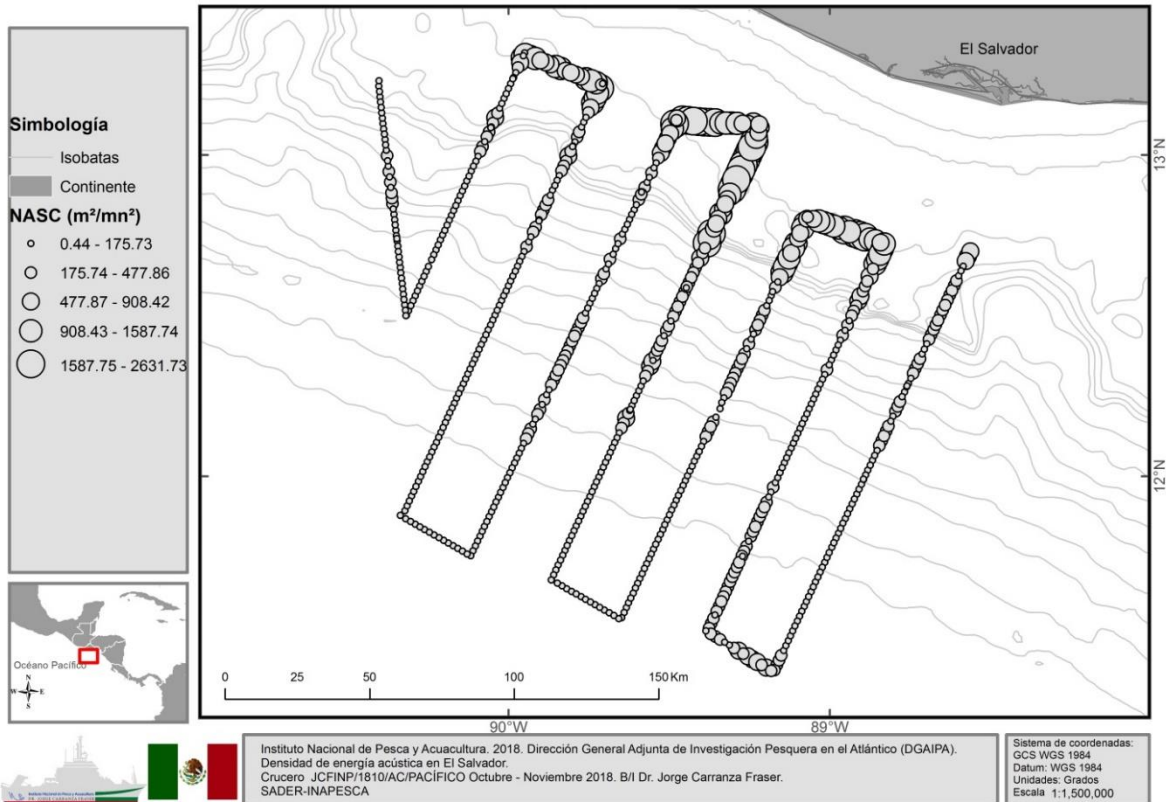


Figura 111. Gráfico de burbujas de los valores de S_A ($m^2 \cdot mn^{-2}$) que muestra la distribución de la energía registrada en la frecuencia de 38 kHz.

La integración de la información acústica obtenida de la frecuencia de 120 kHz, mostró, al igual que en la frecuencia de 38 kHz, una zona costera muy productiva ($89.86-601.3 m^2 \cdot mn^{-2}$). La parte oceánica reflejó una densidad biológica baja, no obstante, la zona más oceánica en el Sureste reflejó los valores máximos calculados ($89.86- 601.3 m^2 \cdot mn^{-2}$; Figura 112).

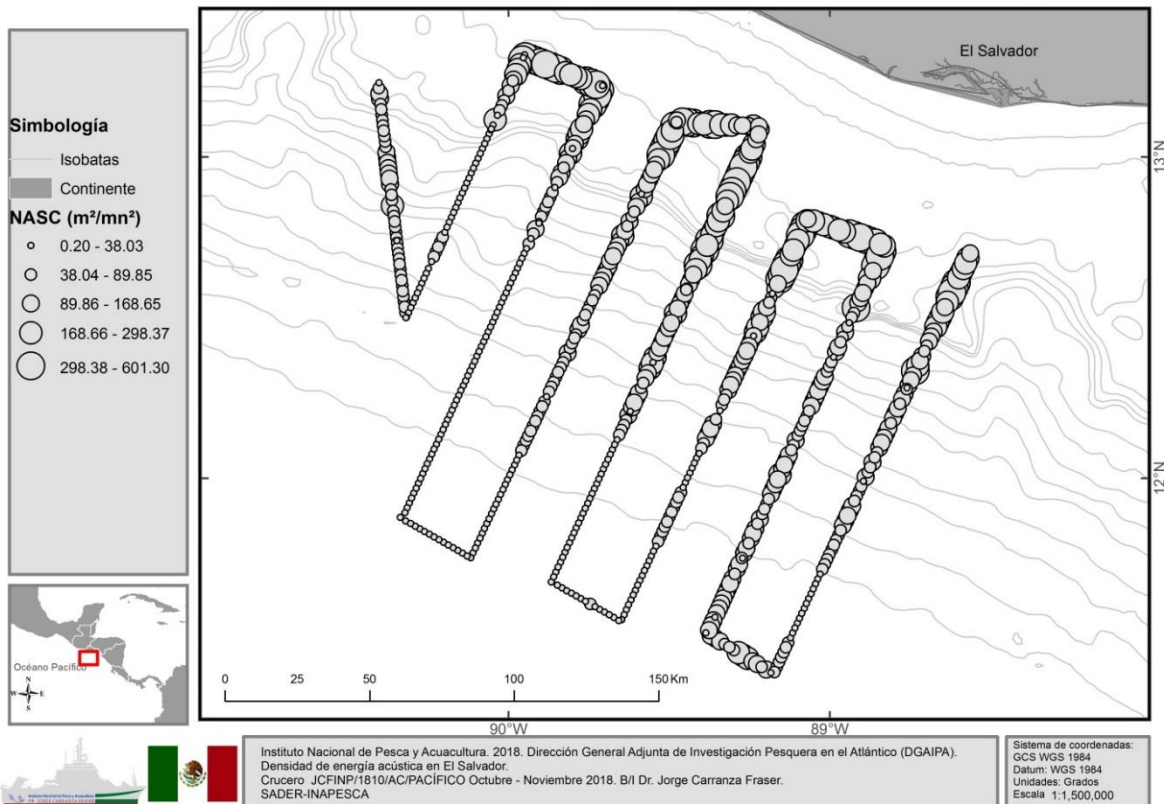


Figura 112. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($m^2 \cdot mn^{-2}$) que muestra la distribución de la energía registrada en la frecuencia de 120 kHz.

9.4.2.2 Densidad biológica por capas de profundidad

La densidad biológica obtenida en las diferentes profundidades mostró a la franja paralela a la costa como la más productiva en el estrato de 5–10 m ($222\text{--}3431 m^2 \cdot mn^{-2}$). Las capas de profundidades de 10–50 m, se mostraron como las de mayor producción, sobretudo en la franja costera en donde se obtuvo valores de hasta $6634 m^2 \cdot mn^{-2}$, no obstante, la zona Central y Sureste de la parte oceánica se mostraron bastante productivas, con valores máximos de $3431 m^2 \cdot mn^{-2}$. La capa de 50–100 m mostró la parte central de la franja costera como la más productiva, con valores máximos de $6634 m^2 \cdot mn^{-2}$ (Figura 113).

Densidad de energía acústica por capas de profundidad en El Salvador. Campaña América Central 2018.

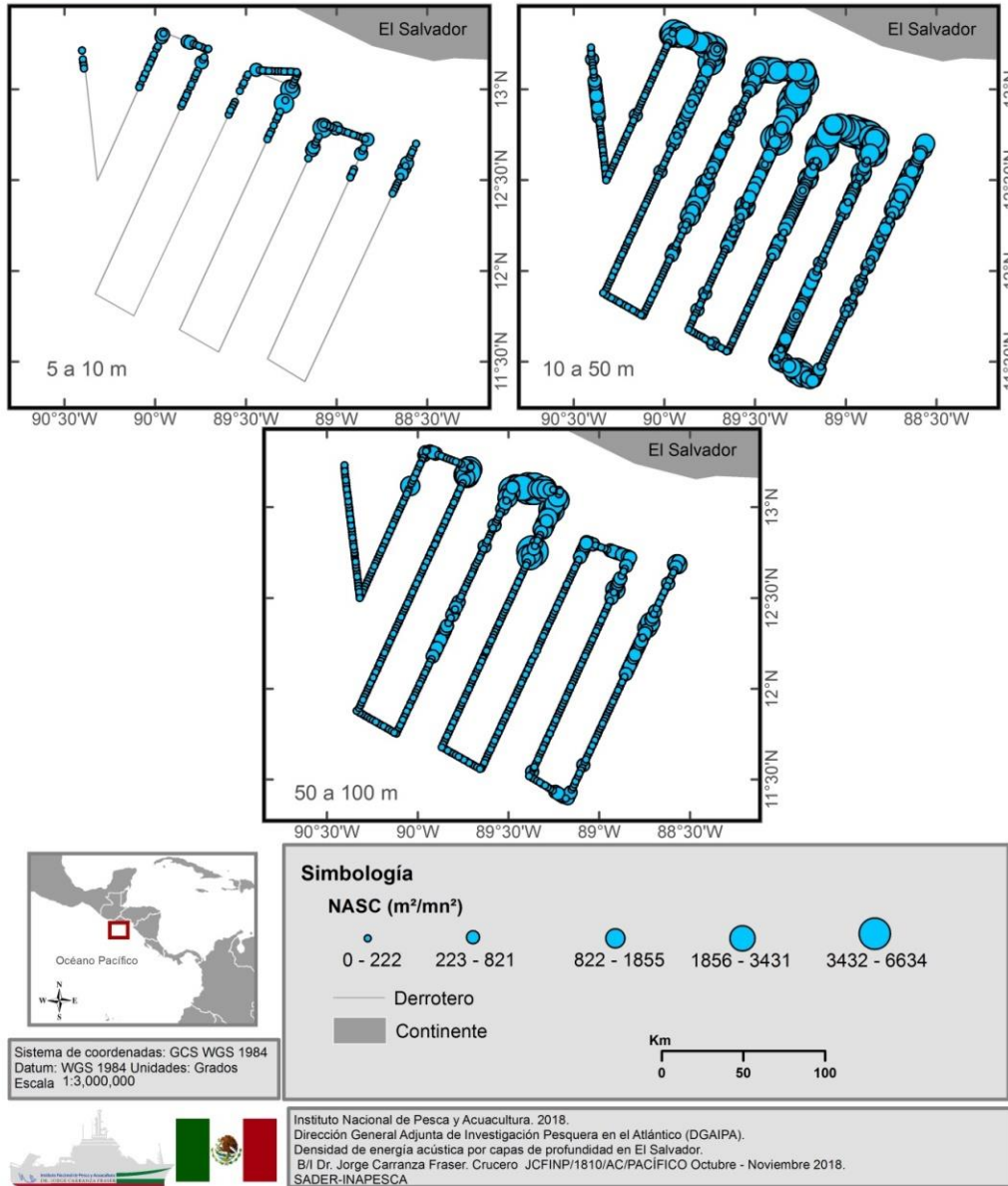


Figura 113. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($m^2 \cdot mn^{-2}$) que muestra la densidad de la energía acústica por capas de profundidad (5–10, 10–50 y 50–100 m).

Las capas de profundidad de 100–150, 150–200 y 200–250 m, revelaron que a mayor profundidad, menor densidad biológica, siendo los últimos dos estratos los de menor producción, sin embargo, ninguno de los estratos mostró densidad acústica constante a lo largo del derrotero (Figura 114).

Densidad de energía acústica por capas de profundidad en El Salvador. Campaña América Central 2018.

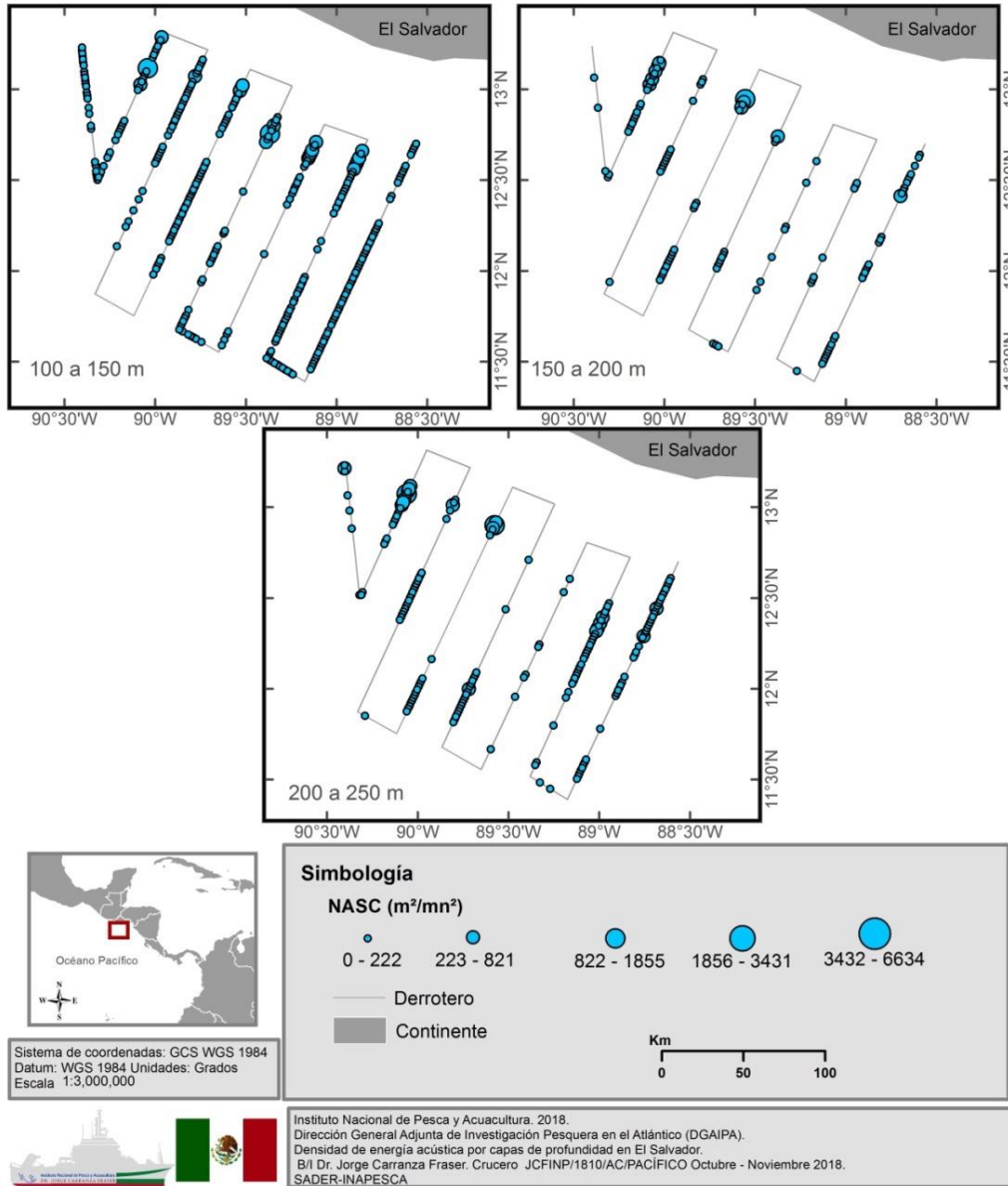


Figura 114. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($m^2 \cdot mn^{-2}$) que muestra la densidad de la energía acústica por capas de profundidad (100–150, 150–200 y 200–250 m).

9.4.2.3 Densidad biológica obtenida durante los lances de pesca

La integración acústica de los ecogramas digitales adquirida durante el tiempo efectivo de pesca en la frecuencia de 38 kHz, mostró que la franja paralela a la costa fue en donde se realizaron, en forma dispersa, la mayor cantidad de lances de pesca, siendo esto coincidente con el área de mayor producción; dentro de la cual los lances de pesca

diurnos y nocturnos mostraron una densidad biológica alta ($2621.5-9250.24 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$). En la parte oceánica se realizaron un lance de pesca de media agua diurno y otro nocturno, mismos que reflejaron valores de $1375.33-3992.16 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$ indicando una menor producción que en la franja paralela a la costa (Figura 115).

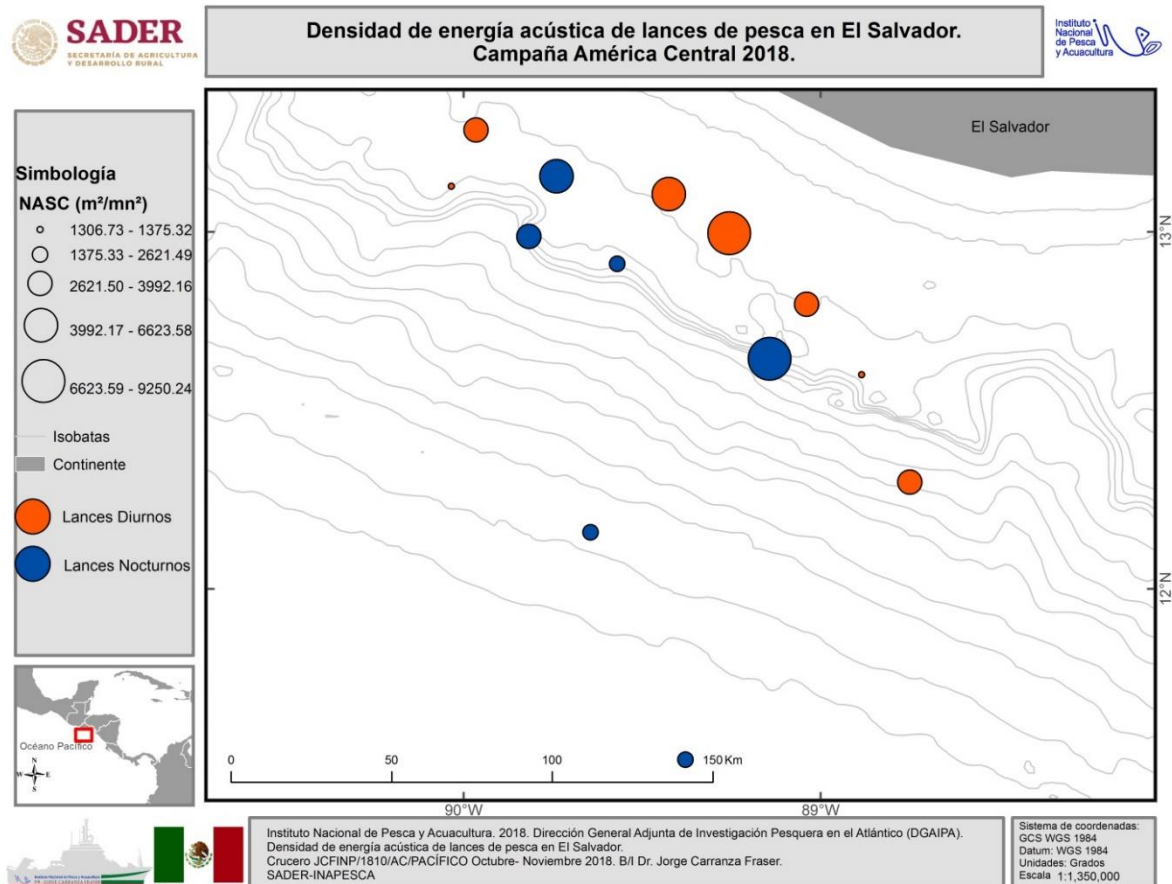


Figura 115. Gráfico de burbujas de los valores de $s_A \text{ (m}^2 \cdot \text{mn}^{-2})$ que muestra la Integración acústica generada durante el tiempo efectivo de pesca en la frecuencia de 38 kHz.

La integración acústica de los ecogramas digitales adquirida durante el tiempo efectivo de pesca en la frecuencia de 120 kHz, mostró que los lances de pesca nocturnos realizados de forma dispersa dentro de la franja paralela a la costa fueron los de mayor integración acústica ($151.5-1791.8 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$), sin embargo, los lances de pesca diurnos (realizados dentro de la misma zona) obtuvieron una densidad biológica muy similar ($151.5-1559.19 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$), esto sin contabilizar el último lance realizado en la parte Noroeste; el cual reflejó el valor más bajo encontrado ($151.49 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$). La parte oceánica mostró los mismos valores para ambos lances (diurno y nocturno), mismos que

reflejaron una menor producción que en la franja paralela a la costa ($151.5\text{--}825.37\text{ m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$; Figura 116).

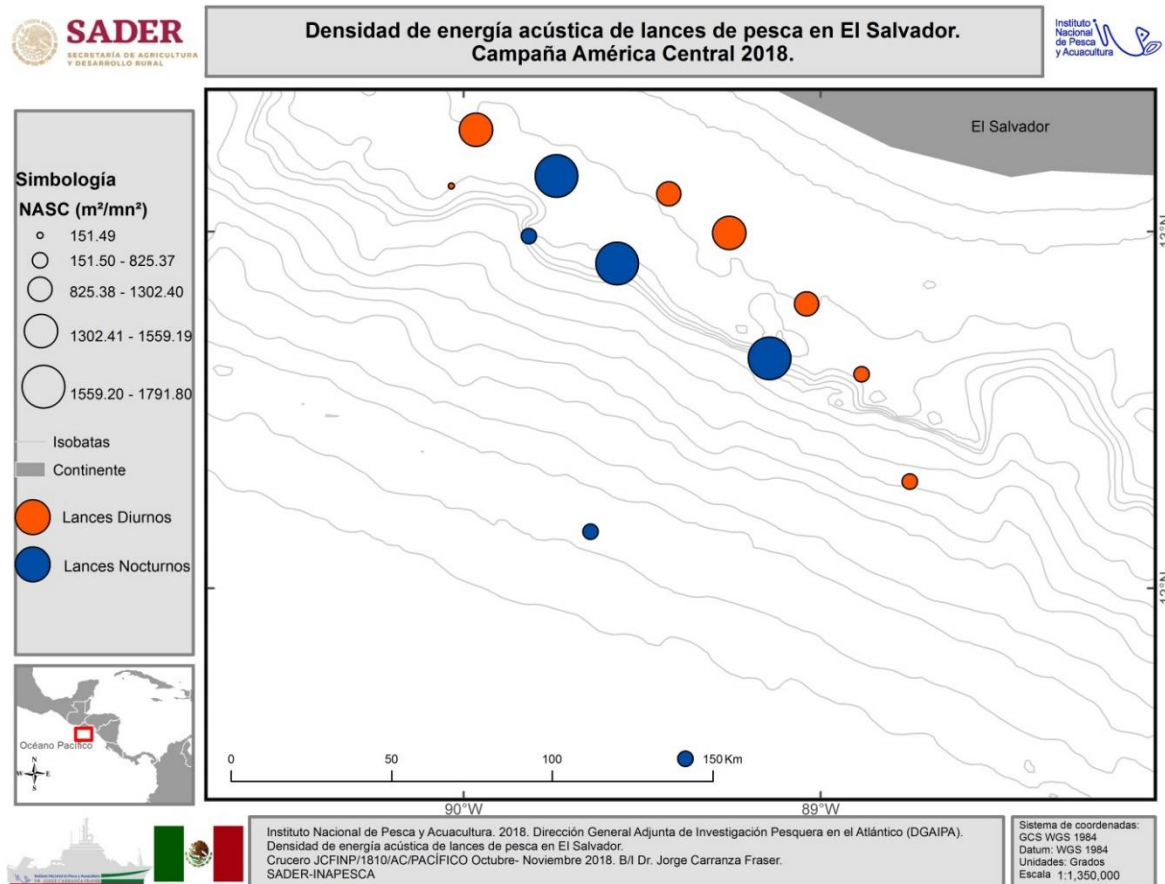


Figura 116. Gráfico de burbujas de los valores de s_A ($\text{m}^2\cdot\text{mn}^{-2}$) que muestra la integración acústica generada durante el tiempo efectivo de pesca en la frecuencia de 120 kHz.

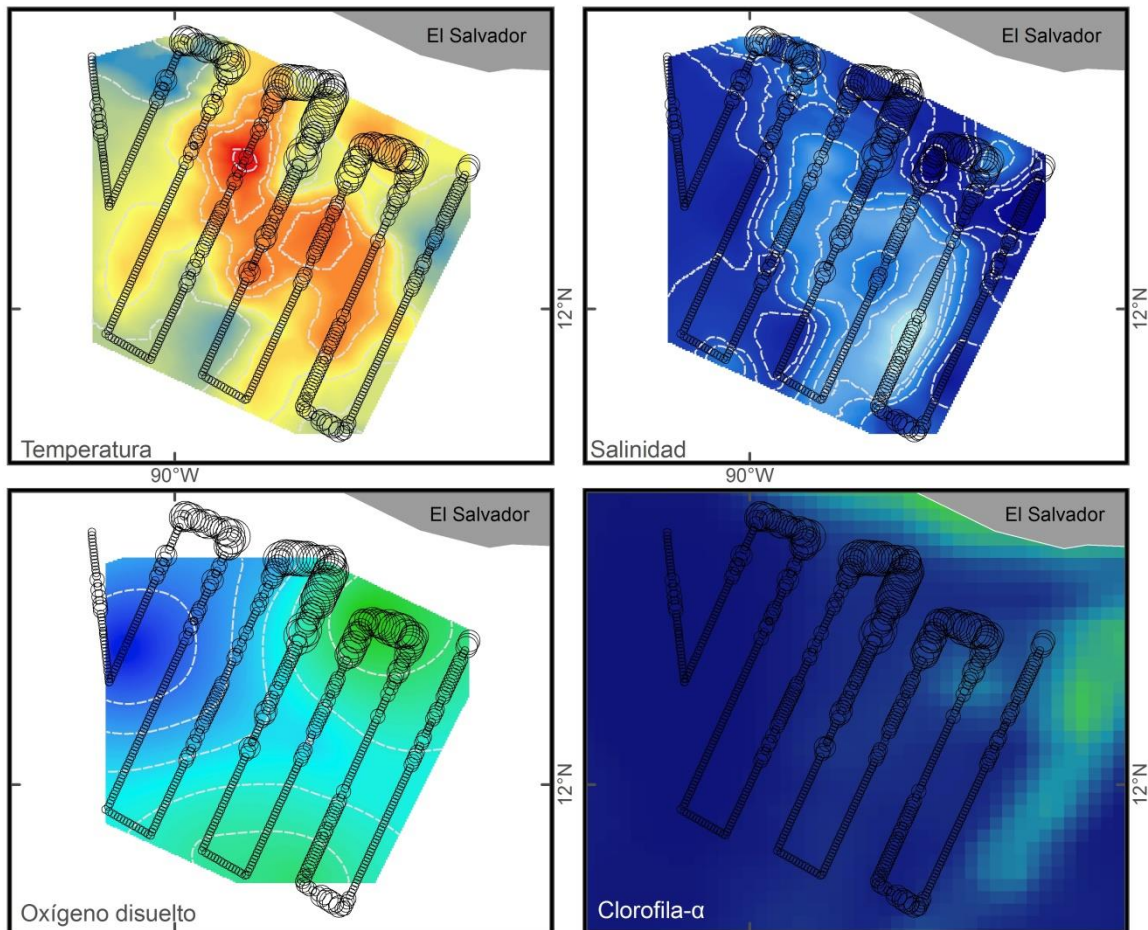
9.4.2.4 Densidad biológica y su interacción con las variables ambientales

Se analizaron las relaciones entre las condiciones ambientales en la ZEE de El Salvador, en donde se registraron las concentraciones más altas de clorofila- α en la porción Sureste y hacia la franja costera ($2.14\text{--}4.4\text{ mg}/\text{m}^3$), coincidiendo con la mayor densidad biológica calculada, con una temperatura de $\pm 29.5\text{ }^\circ\text{C}$, oxígeno disuelto de $2.39\text{--}2.86\text{ mg}/\text{L}$ y salinidad de 32.85 ups. Dentro de la porción oceánica, se observó la menor densidad biológica calculada, misma que estuvo asociada a una temperatura $>29.5\text{ }^\circ\text{C}$, concentraciones de clorofila- α de $0.1\text{ mg}/\text{m}^3$, salinidades de $\pm 31.5\text{ UPS}$ y oxígeno de $2.86\text{ mg}/\text{L}$.



Dada la interacción observada entre las variables ambientales, se puede determinar que la densidad biológica mantuvo una relación directa con la concentración de clorofila- α . Por otro lado el oxígeno mantuvo un gradiente latitudinal de mayor a menor concentración en dirección Sureste–Noroeste. La mayor temperatura y la menor salinidad encontradas se ubicaron en la porción central (Figura 117).

Densidad de energía acústica y variables físico - químicas del mar. Campaña América Central 2018.



Sistema de coordenadas: GCS WGS 1984
Datum: WGS 1984 Unidades: Grados
Escala 1:3,000,000

Simbología

Temperatura (°C)		30.38 29.5 28.8
Salinidad (UPS)		32.85 32.22 31.5
Oxígeno disuelto (ml/l)		2.86 2.62 2.39
Clorofila-α (mg/m³)		4.4 2.14 0.1

NASC (m²/mn²)

	0.44 - 175.73
	175.74 - 477.86
	477.87 - 908.42
	908.43 - 1587.74
	1587.75 - 2631.73
	Continente

Km
0 25 50 100



Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. 2018. Dirección General Adjunta de Investigación Pesquera en el Atlántico (DGAIPA). Densidad de energía acústica y variables físico - químicas del mar. Fuente: Composición mensual de clorofila-α, Aqua MODIS, 4km, 10 al 15 de noviembre 2018. NASA/GSFC OBPG. B/I Dr. Jorge Carranza Fraser. Crucero JCFINP/1810/AC/PACÍFICO Octubre - Noviembre 2018. SADER-INAPESCA

Figura 117. Densidad biológica generada a partir de la integración acústica y variables físico-químicas en el pacífico salvadoreño.



9.4.2.5 Relación de la densidad de la energía acústica (NASC) con la variabilidad ambiental a través de la implementación del Modelo Aditivo Generalizado

El modelo que mostró el mejor ajuste (AIC) para explicar la distribución biológica en la región fue el MAG que se implementó con la interacción de latitud y longitud, profundidad y clorofila; la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto no aportaron información significativa al modelo. La raíz cuadrada de la profundidad fue utilizada para minimizar el efecto de valores extremos. En dicho modelo también se exploraron ajustes con diferentes funciones de distribución, mostrando un mejor ajuste la función de distribución *Tweedie* (1984). La predicción del modelo fue generada con los coeficientes estimados (Tabla XXXI), generando una carta de distribución de la energía acústica calculada en la zona de estudio.

La ecuación del modelo final quedaría como:

$$NASC = 3.76 + f(lat, long) + f(\sqrt{prof}) + f(clorofila) + e$$

donde

f = funciones suavizadoras de las variables predictoras

e = error

Tabla XXXI. Coeficientes del Modelo Aditivo Generalizado implementado con algunos predictores en El Salvador.

Intercepto	Error	valor t	Pr(> t)	r ²	Devianza explicada (%)
3.76978	0.01986	189.8	<2e-16	0.0336	50.9

Mediante las funciones de interpolación se identificó la relación existente entre las variables predictoras y la variable de respuesta (NASC frecuencia de 38 kHz). La interacción entre latitud y longitud implementada en el modelo, permitió generar predicciones de la densidad de la energía acústica en la región. Con los parámetros ajustados se generó un mapa con la predicción del modelo, la cual implica la relación de las variables ambientales y biológicas con la distribución de las especies marinas en la zona de estudio correspondiente a El Salvador (Figura 118a). La profundidad presentó un comportamiento que parece favorecer la distribución de recursos en 15 metros y después de 20 metros (Figura 118b). La clorofila- α obtenida de imágenes satelitales

mostró un comportamiento que favorece la densidad biológica a medida que se incrementan las concentraciones de clorofila (0.2-1.2 μL ; Figura 118).

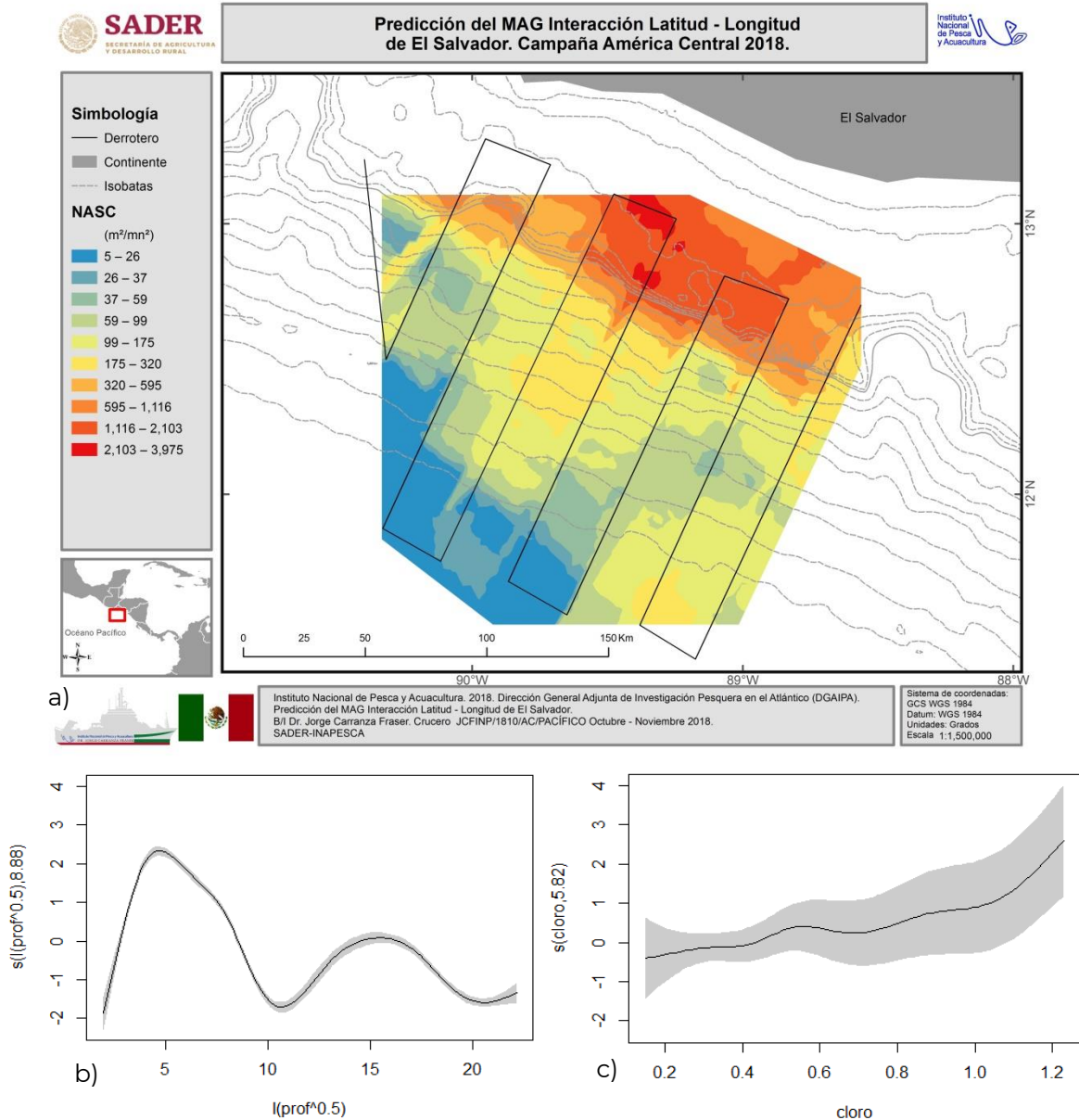


Figura 118. Modelo aditivo generalizado multivariado de los predictores con sus intervalos de confianza. a) Interacción latitud-longitud (predicción 38 kHz); b) profundidad; c) clorofila - α . Nota: el valor que se encuentra en la etiqueta del eje Y corresponde a los grados de libertad estimados.

9.4.3 Biología pesquera y tecnología de capturas

Se efectuaron 13 lances de pesca dentro de la ZEE de El Salvador, siempre con base en la detección acústica de cardúmenes bien definidos, así como, a las condiciones meteorológicas y corrientes marinas favorables. Del total de lances de pesca realizados, 5 fueron de media agua (uno diurnos y cuatro nocturnos), y 8 de fondo; seis diurnos y dos nocturnos (Figura 56). Todos los arrastres fueron realizados en rumbo inverso a la prospección del buque. Así mismo, con la finalidad de evaluar el recurso calamar, se trabajó en 11 estaciones de calamar (durante la noche) con las maquinillas calamareras con las que cuenta el buque, así como líneas de mano. Se les dio un tiempo de 10 min con lámparas encendidas antes de iniciar con la maniobra. De la misma manera, se trabajó en 5 ocasiones con señuelo para la captura de pelágicos mayores (Figura 119).

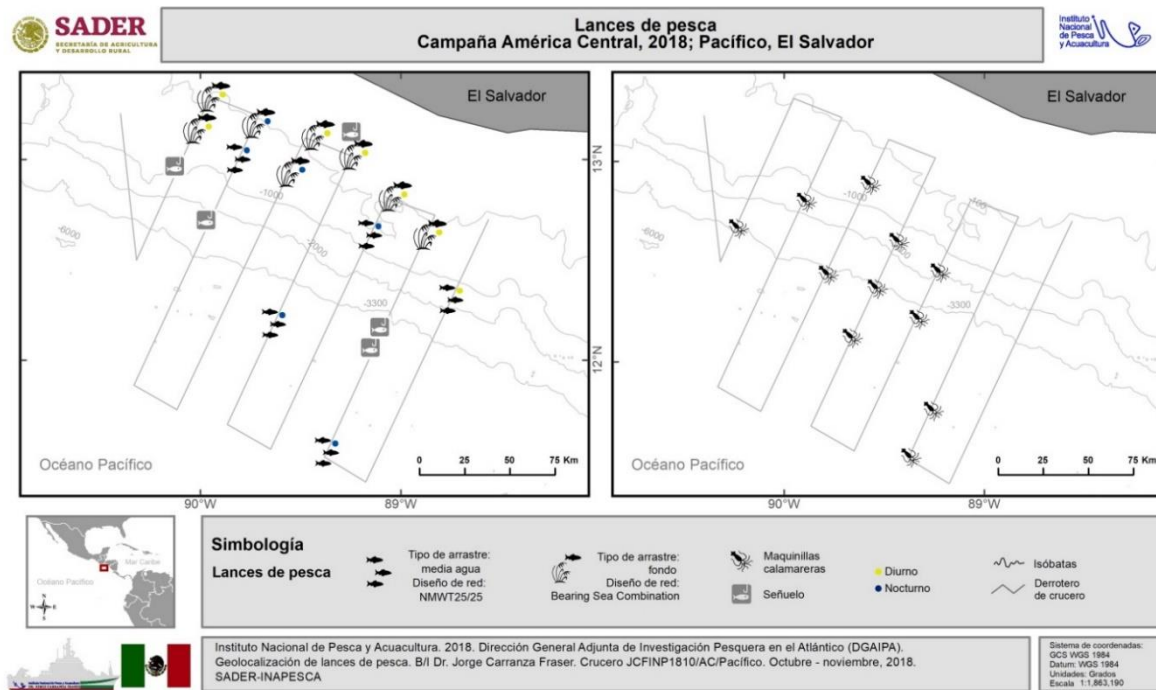


Figura 119. Derrotero y geolocalización de los lances de pesca con red de arrastre de media agua, arrastres de fondo y maquinillas calamareras en la ZEE de El Salvador.



9.4.3.1 Pesca con sistema de arrastre

Los lances de pesca de arrastre de media agua se realizaron a una profundidad de blanco de 32–74 m, mientras que el de fondo se realizó a una profundidad de blanco de 78–221 m. La biomasa total obtenida en el arrastre de fondo fue mucho mayor (938.53 kg) a la obtenida en los lances de pesca de media agua (16.11 kg). La velocidad promedio de arrastre en los lances de pesca de media agua fue de 3.58 nudos, mientras que para el de fondo fue de 2.95 nudos. Así mismo, el tiempo efectivo de pesca fue de 3.46 h (\bar{X} =45.12 min) para los arrastres de media agua y de 4.07 h para los de fondo (\bar{X} =30.52 min; Tabla XXXII). Durante las maniobras de pesca se recorrió una distancia de 26.73 nudos, abarcando un área barrida de 830 m².

Tabla XXXII. Capturas por lance de pesca con el sistema de arrastre por popa de fondo y media agua.

Fecha	Lance	Diseño de red	Horario de pesca	Tiempo efectivo de pesca (min)	Profundidad de pesca (m)	Velocidad de arrastre (nudos)	Captura total (kg)	Área barrida (km ²)
10/11/2018	33	NMWT 25/25	Diurno	45	48.86	4.5	0.19	0.09
10/11/2018	34	NMWT 25/25	Nocturno	45	73.70	3.2	3.40	0.12
11/11/2018	35	BSC 79/107	Diurno	27	125.16	3.1	116.02	0.03
11/11/2018	36	BSC 79/107	Diurno	30	94.90	3.0	95.93	0.03
11/11/2018	37	NMWT 25/25	Nocturno	45	32.16	3.2	3.45	0.12
12/11/2018	38	NMWT 25/25	Nocturno	46	45.93	3.8	8.61	0.12
13/11/2018	39	BSC 79/107	Diurno	30	80.96	3.0	44.30	0.03
13/11/2018	40	BSC 79/107	Diurno	30	78.08	3.0	28.90	0.04
13/11/2018	41	BSC 79/107	Nocturno	35	220.97	2.9	188.02	0.04
15/11/2018	42	NMWT 25/25	Nocturno	45	61.48	3.2	0.46	0.12
15/11/2018	43	BSC 79/107	Nocturno	31	118.12	2.9	31.79	0.03
15/11/2018	44	BSC 79/107	Diurno	34	116.05	2.9	79.40	0.04
15/11/2018	45	BSC 79/107	Diurno	30	193.00	2.8	354.17	0.03

*NMWT = Net Mesh Wing Trawl; BSC = Bering Sea Combination

9.4.3.2 Lances de arrastre de media agua

La abertura horizontal de la red de arrastre es un factor determinante en el proceso de captura, al mismo tiempo es un indicador de su buen desempeño y está estrechamente relacionada con la velocidad de arrastre. La abertura horizontal de la red mantuvo un promedio de 21.58 m, así mismo, el factor de velocidad mantuvo un promedio en 3.6 nudos durante los lances; lo que nos indica una variación mínima de velocidad (Figura 120).

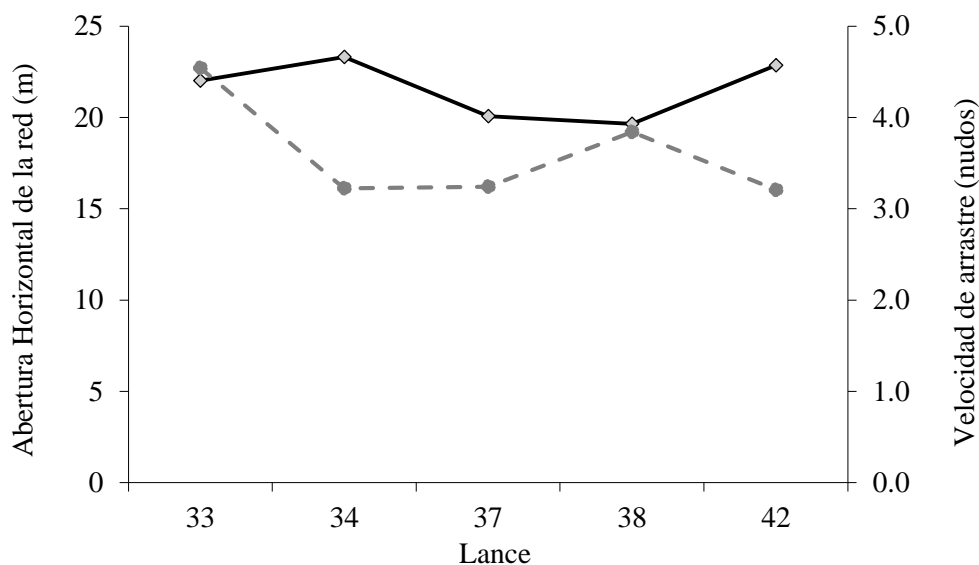


Figura 120. Abertura horizontal y velocidad durante los lances realizados con la red de media agua, en la ZEE de El Salvador. Línea negra: abertura horizontal, línea gris: velocidad de arrastre.

La captura obtenida en los arrastres de media agua en la ZEE de El Salvador (Anexo IV) estuvo compuesta por 16.114 kg, distribuida en seis grandes grupos taxonómicos y con una abundancia de 2,078 individuos, de los cuales los peces y los moluscos obtuvieron una biomasa similar (40% y 39%, respectivamente), seguidos por los ctenóforos y urocordados quienes registraron el 21% (10% y 11%, respectivamente), quedando menos de 1% para los cnidarios y crustáceos, por lo que el porcentaje no se visualiza en la gráfica. En estos lances de media agua, se observó un comportamiento de biomasa similar entre peces y moluscos y entre ctenóforos y urocordados. Los restos de madera y basura encontrados en las capturas sumaron un 3% del peso de la captura total.

En relación a la abundancia los peces tuvieron el mayor porcentaje en número de individuos (62%), seguidos por los moluscos (18%), ctenóforos (10%), urocordados (8%) y

crustáceos y cnidarios con el 2%. Cabe mencionar que la madera y la basura encontrada en el bolso de la red, se consideró solo como peso de la captura total, la cual no es incluida como parte de la biomasa y grupos taxonómicos (Tabla XXXIII; Figura 121).

Tabla XXXIII. Biomasa en peso (kg) y abundancia (núm. de individuos) por grupo de organismo y por lances de media agua en la ZEE de El Salvador.

	Cnidarios	Ctenóforos	Urocordados	Moluscos	Crustáceos	Peces óseos	Madera y basura	Total
Lance	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
33	—	—	0.1	—	—	0.092	—	0.192
34	0.005	1.54	0.09	1.018	0.081	0.664	—	3.398
37	—	—	0.302	0.121	0.001	3.031	—	3.455
38	—	—	1.095	5.09	—	1.987	0.44	8.612
42	—	—	0.092	0.02	0.002	0.343	—	0.457
Total	0.005	1.54	1.679	6.249	0.084	6.117	0.44	16.114

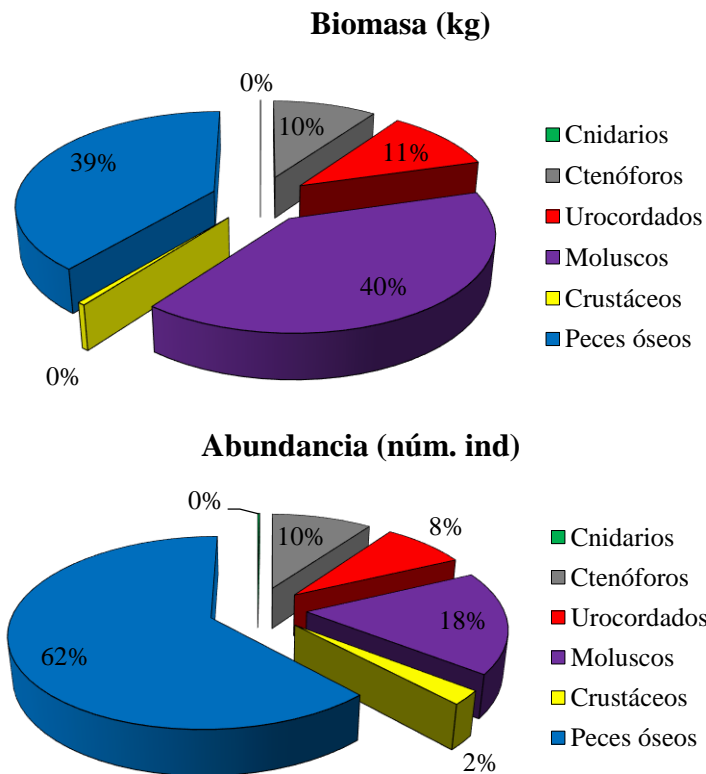


Figura 121. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por categorías de organismos en la captura total de los lances de media agua, en la ZEE de El Salvador.

La biomasa y abundancia obtenidas en el lance de media agua, fue marcadamente menor a las obtenidas durante el día esto es porque se realizó un solo lance en horas luz

y mientras que durante la noche se llevaron a cabo cuatro lances (Figura 122). Se observa que el 98% de la biomasa y 91% de la abundancia se capturo durante los lances de noche, mientras que los lances de día representaron menos del 10% de la biomasa y abundancia total. Estos valores altos de biomasa y abundancia muestran la presencia de especies que realizan migraciones verticales en la columna de agua durante las horas de oscuridad, probablemente como respuesta al comportamiento de alimentación, como es común con especies meso y batipelágicas.

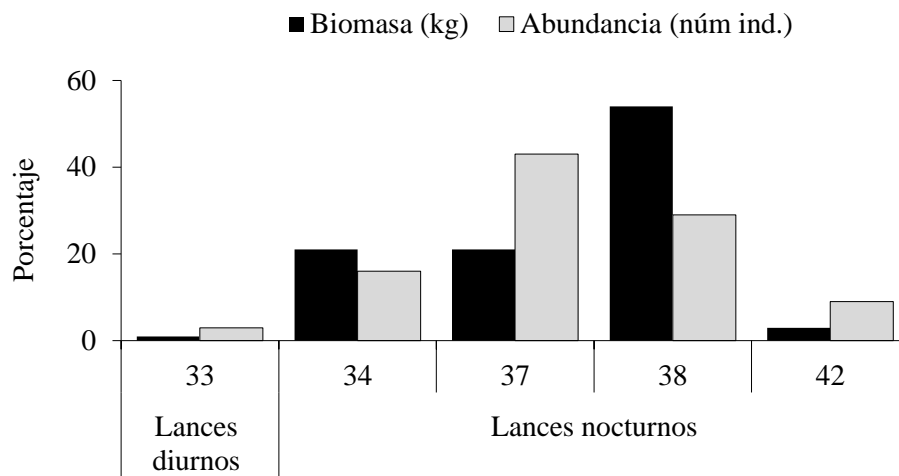


Figura 122. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por lance de media agua, durante horario nocturno y diurno, en la ZEE de El Salvador.

9.4.3.3 Riqueza de especies

La riqueza de especies capturada con la red de arrastre de media agua sumó un total de 49 taxones, de los cuales 32 correspondieron al grupo de los peces, 4 crustáceos, 7 moluscos, 3 urocordados, un ctenóforo y una medusa (Tabla XXXIV, Figura 123). De los 49 taxones capturados, 19 se identificaron a nivel especies, 9 a categoría de género, 9 a categoría de familia, 4 a categoría superior a familia y 4 en estadio larvario de crustáceos y peces. Algunos de los ejemplares que no fue posible identificarlos a nivel especie, se debió a que eran juveniles o larvas en los que no se encuentran bien definidas sus características específicas por lo que quedaron a nivel género o familia (Figura 124).



Tabla XXXIV. Riqueza de especies por grupo capturados, con red de arrastre de media agua, en la ZEE de El Salvador.

TAXON	BIOMASA (kg)	ABUNDANCIA (núm. Ind)
Cnidarios		
Hidromedusa	0.005	4
Ctenóforos		
Ctenóforos	1.540	201
Urocordados		
<i>Pyrosoma</i> sp.	0.008	25
Thaliacea	1.670	141
Thaliacea 1	0.001	2
Moluscos		
Alloposidae	0.580	5
<i>Argonauta</i> nouryi	0.001	1
Chiroteuthidae	0.115	43
<i>Dosidicus</i> <i>gigas</i>	4.970	173
Enoploteuthidae	0.233	103
Enoploteuthidae 2	0.230	1
<i>Lolliguncula</i> <i>diomedea</i>	0.120	39
Crustáceos		
Larva de langosta	0.001	1
<i>Pasiphaea</i> sp.	0.001	1
<i>Phronima</i> <i>sedentaria</i>	0.081	47
<i>Plesionika</i> <i>trispinus</i>	0.001	1
Peces óseos		
<i>Acanthurus</i> sp.	0.001	1
<i>Cantherines</i> <i>maculata</i>	0.003	3
<i>Sufflamen</i> <i>verres</i>	0.001	1
Bothidae (larva)	0.033	6
<i>Bregmaceros</i> <i>bathymaster</i>	0.034	17
<i>Cynoscion</i> <i>phoxocephalus</i>	0.020	1
<i>Diaphus</i> sp.	0.001	2
<i>Fistularia</i> <i>commersonii</i>	0.034	10
<i>Hygophum</i> sp.	1.330	831
Idiacanthidae	0.050	19
Larva bothidae	0.002	2
Larva de lenguado	0.002	7
Larva leptocéphala	0.304	119
<i>Lestiodops</i> <i>neles</i>	0.170	30
<i>Lophiodes</i> <i>spilurus</i>	0.003	2
Melanostomiidae	0.003	2



Mychtophidae 2	0.030	10
<i>Nemichthys scolopaceus</i>	0.001	2
Nuevo	0.002	1
Ojo prieto escamudo	0.020	1
<i>Peprilus snyderi</i>	1.740	60
Pez cola larga	0.020	5
Priacanthidae	0.003	2
<i>Psenes sio</i>	1.745	28
<i>Selene brevoortii</i>	0.001	1
<i>Selene peruviana</i>	0.121	44
<i>Stomias</i> sp.	0.060	5
Trachipteridae	0.193	7
<i>Trichiurus nitens</i>	0.040	5
<i>Triphoturus</i> sp.	0.133	53
<i>Uncisudis</i> sp.	0.001	1
<i>Vinciguerra</i> sp.	0.006	10
Reptiles		
<i>Lepidochelis olivacea</i>	0	1

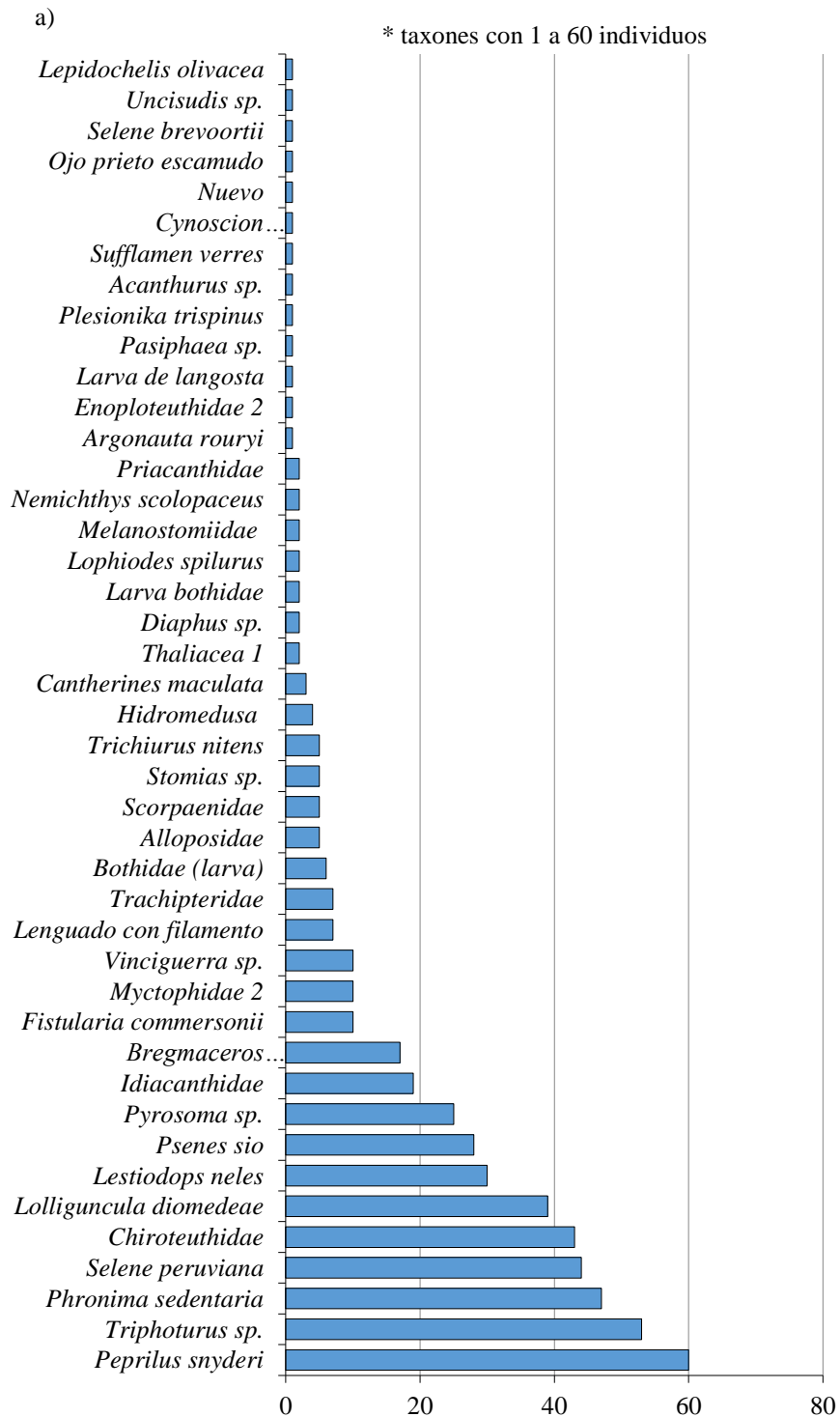


Figura 123. Abundancia por especie capturada en los lances de arrastre de media agua, a) especies con 1 a 704 inds., b) especies con 1,238 a 10,262 inds.), en la ZEE de El Salvador.

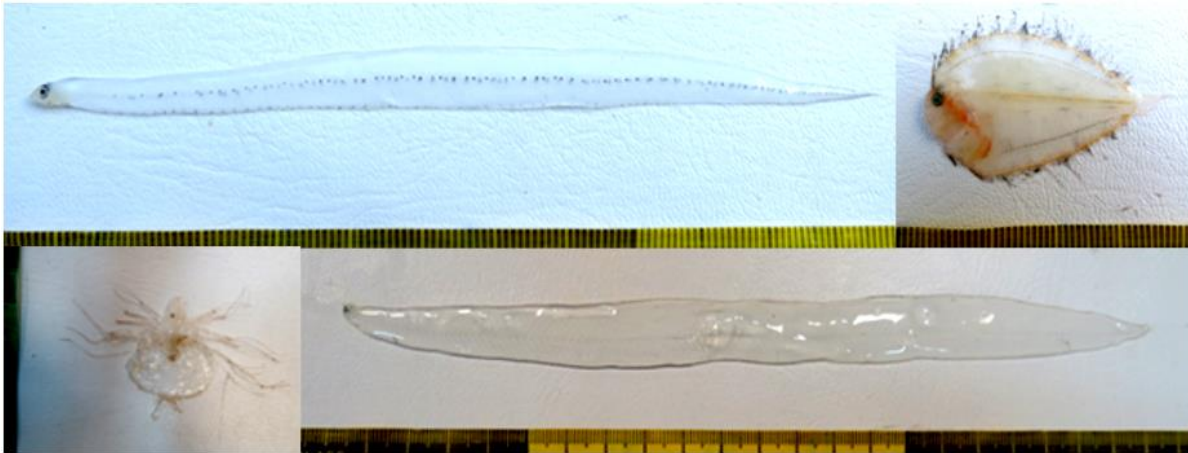


Figura 124. Ejemplares en estadio larvario (Larva leptocéfala), o juveniles de peces y crustáceos capturados con red de arrastre de media agua, en la ZEE de El Salvador.

9.4.3.4 Lances de arrastre de fondo

La abertura horizontal de la red se mantuvo estable durante los lances, manteniendo un promedio de 11.55 m. Se observa que la velocidad no presentó variaciones que indiquen una modificación en el parámetro de abertura horizontal (Figura 125).

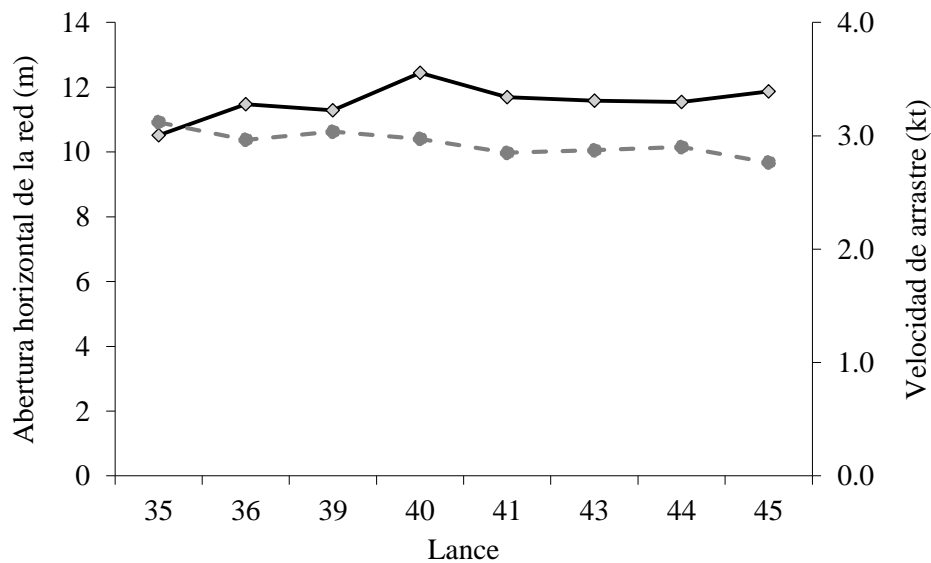


Figura 125. Abertura horizontal y velocidad durante los lances realizados con la red de fondo en la ZEE de El Salvador. Línea negra: abertura horizontal, línea gris: velocidad de arrastre.

La captura obtenida con red de arrastre de fondo (Anexo IV) realizada en la ZEE de El Salvador, estuvo integrada por seis grandes grupos taxonómicos (cnidarios,



urocordados, moluscos, crustáceos, elasmobranquios y peces óseos), con un peso total de 938.54 kg y una abundancia de 43,429 individuos (Tabla XXXV). Poco más del 10% de la captura total correspondió a restos de madera y basura. Dentro del casi 90% restante de la captura total de la biomasa de organismos, los peces ocuparon el primer lugar con el 71%, seguidos por los crustáceos con el 26%, quedando solo el 3% para los cnidarios, urocordados, moluscos y elasmobranquios, cabe mencionar que los cnidarios y urocordados, sumaron apenas una fracción del porcentaje menor a 1% y por lo que no se visualiza en la gráfica (Figura 126). Situación similar se observó respecto a la abundancia, donde los peces siguieron ocupando el primer lugar en número de organismos con el 63%, mientras que los crustáceos tuvieron el 26%, quedando solo el 3% para los cnidarios, urocordados, moluscos y elasmobranquios, mismo caso donde el porcentaje es menos a 1% para cnidarios, urocordados y elasmobranquios y no se visualiza en la gráfica (Tabla XXXV; Figura 126).

Tabla XXXV. Biomasa en peso (kg) por grupo de organismo y por lance de arrastre de fondo, en la ZEE de El Salvador.

	Cnidarios	Urocordados	Moluscos	Crustáceos	Elasmobranquios	Peces óseos	Madera y basura	Total
Lance	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)	Peso (kg)
35	—	—	—	0.74	—	115.28	—	116.02
36	—	—	0.005	17.507	10.77	16.13	51.52	95.932
39	—	—	2.16	0.62	2.15	29.815	9.56	44.305
40	—	0.19	2.12	0.35	—	11.631	14.61	28.901
41	—	—	—	145.878	—	24.143	18	188.021
43	—	0.001	—	17.11	—	8.678	6	31.789
44	—	—	1.16	4.39	—	59.831	14.02	79.401
45	0.57	0.838	0.524	29.659	0.28	322.299	—	354.17
Total	0.57	1.029	5.969	216.254	13.2	587.807	113.71	938.539

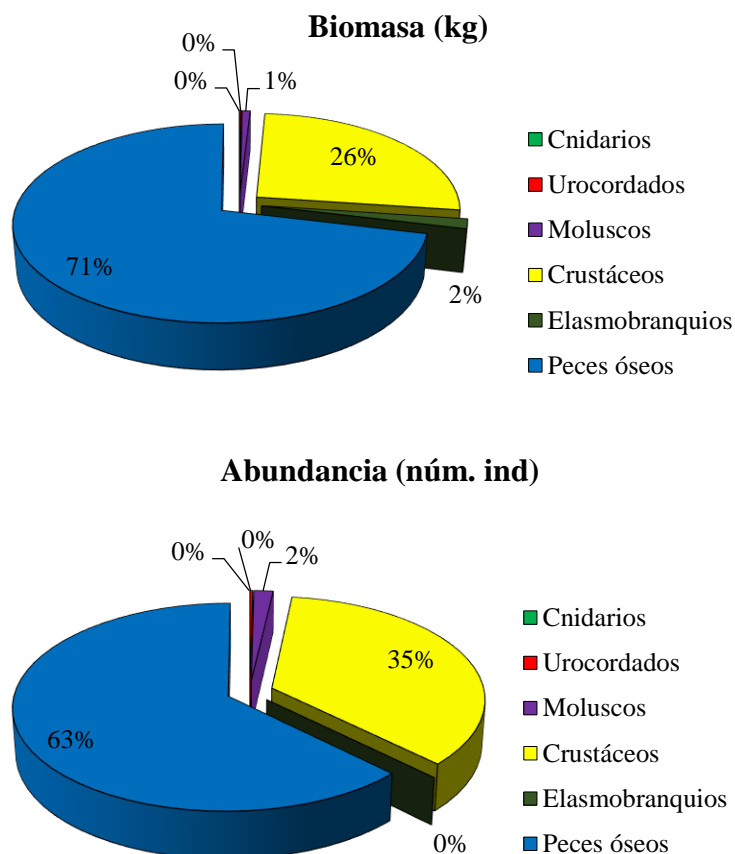


Figura 126. Proporción porcentual de biomasa (kg) por categorías de la captura total de los lances de fondo, en la ZEE de El Salvador.

La biomasa por lance de día se mantuvo menor a 15% en cinco de los seis arrastres, únicamente el lance 45 mostró una biomasa y abundancia alrededor del 30% de la captura total. En los dos arrastres realizados durante la noche el número 41 fue notablemente mayor en biomasa y abundancia con un promedio de 25% de la captura total, en contraste con el lance número 43 el cual tuvo el segundo valor más bajo de biomasa y abundancia (Figura 127).

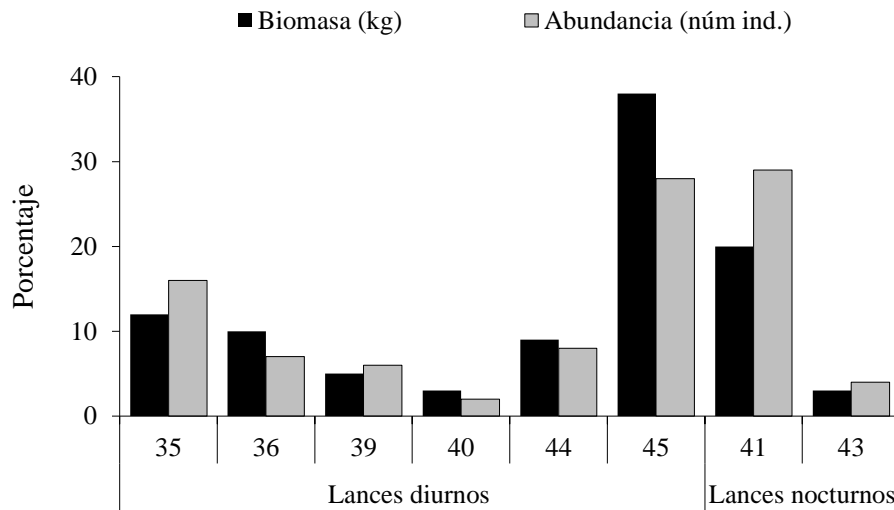


Figura 127. Proporción porcentual de biomasa (kg) y abundancia por lance de fondo, en la ZEE de El Salvador.

9.4.3.5 Riqueza de especies

La riqueza específica capturada durante los lances con red de arrastre de fondo estuvo integrada por 49 taxones, de los cuales 42 lograron ser identificados hasta la categoría de especie, 3 a categoría de género, 2 a categoría de familia y dos taxones a nivel superior a familia (Tabla XXXVI). Se resalta que las especies fueron frecuentes en casi todos los arrastres de fondo y la mayoría de los individuos eran adultos lo que facilitó su identificación. Los taxones que quedaron a nivel género o familia fue debido a que se encontraron en estadio larvario o juveniles.

Tabla XXXVI. Riqueza de especies por grupo capturadas, con red de arrastre de fondo, en la ZEE de El Salvador.

TAXÓN	BIOMASA (kg)	ABUNDANCIA (núm. inds.)
Equinodermos		
<i>Astropectinidae</i>	0.260	5
<i>Brissopsis elongata</i>	163.870	2,958
<i>Clypeaster euclastus</i>	0.030	1
<i>Echinaster sp. 1</i>	0.020	2
<i>Echinaster sp. 2</i>	0.040	4
<i>Holothuria princeps</i>	0.030	5
<i>Luidia senegalis</i>	0.010	1
Ophiasteridae	1.320	5
<i>Pseudarchaster sp.</i>	0.040	2
<i>Stylocidaris lineata</i>	0.060	1

**Moluscos**

<i>Loligo</i> sp.	0.140	2
-------------------	-------	---

Crustáceos

<i>Achelous gibbesii</i>	0.040	12
--------------------------	-------	----

<i>Calapa tuercaiana</i>	1.020	3
--------------------------	-------	---

<i>Callinectes sapidus</i>	0.200	9
----------------------------	-------	---

<i>Callinectes bocourti</i>	0.030	1
-----------------------------	-------	---

Grapsidae	0.001	1
-----------	-------	---

Inachidae	0.160	42
-----------	-------	----

<i>Mesopenaeus tropicalis</i>	0.050	12
-------------------------------	-------	----

<i>Penaeus notialis</i>	1.860	125
-------------------------	-------	-----

<i>Plesionika</i> sp.	0.030	13
-----------------------	-------	----

Portunidae	0.090	17
------------	-------	----

<i>Portunus</i> sp. 1	1.190	152
-----------------------	-------	-----

<i>Rimapenaeus similis</i>	0.015	7
----------------------------	-------	---

<i>Sicyonia typica</i>	0.010	1
------------------------	-------	---

<i>Squilla empusa</i>	0.001	1
-----------------------	-------	---

<i>Squilla chydrea</i>	0.010	4
------------------------	-------	---

Elasmobranquios

<i>Hypanus americana</i>	0.690	1
--------------------------	-------	---

Peces óseos

<i>Acanthostracion quadricornis</i>	0.180	1
-------------------------------------	-------	---

<i>Albula nemoptera</i>	0.370	2
-------------------------	-------	---

<i>Albula vulpes</i>	0.590	5
----------------------	-------	---

<i>Apogon aerolineatus</i>	0.050	12
----------------------------	-------	----

<i>Caranx hippos</i>	6.360	1
----------------------	-------	---

<i>Cynoscion</i> sp.	0.001	1
----------------------	-------	---

<i>Dactylopterus volitans</i>	0.001	1
-------------------------------	-------	---

<i>Diaphus</i> sp.	0.030	2
--------------------	-------	---

<i>Eucinostomus</i> sp.	2.500	75
-------------------------	-------	----

<i>Fistularia petimba</i>	0.120	1
---------------------------	-------	---

<i>Gymnothorax saxicola</i>	0.160	1
-----------------------------	-------	---

<i>Hemiramphus balao</i>	0.040	1
--------------------------	-------	---

<i>Hyphalophis devius</i>	0.180	1
---------------------------	-------	---

<i>Lagocephalus laevigatus</i>	1.800	4
--------------------------------	-------	---

<i>Lepophidium brevibarbe</i>	0.650	44
-------------------------------	-------	----

<i>Lutjanus synagris</i>	0.170	2
--------------------------	-------	---

<i>Neopinnula americana</i>	0.030	1
-----------------------------	-------	---

<i>Ogcocephalus corniger</i>	0.002	1
------------------------------	-------	---

<i>Polydactylus virginicus</i>	2.120	27
--------------------------------	-------	----

<i>Porichthys pauciradiatus</i>	0.020	5
---------------------------------	-------	---



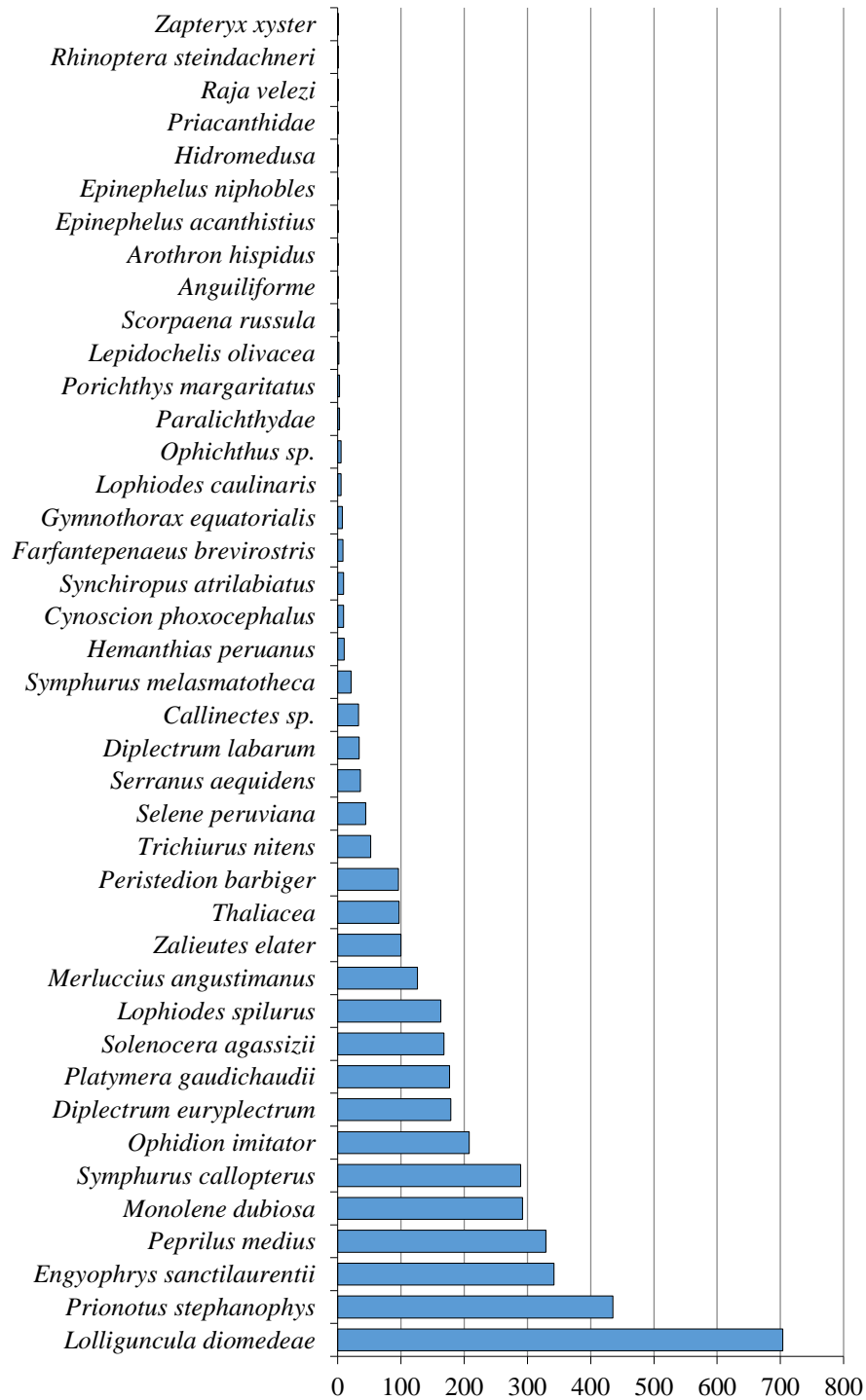
<i>Porichthys plectrodon</i>	0.070	26
<i>Pristipomoides aquilonaris</i>	1.116	48
<i>Rhomboplites aurorubens</i>	0.280	4
<i>Rhynchoconger flavus</i>	0.310	14
<i>Sardinella aurita</i>	0.045	3
<i>Saurida caribbaea</i>	0.150	2
<i>Saurida normani</i>	0.150	5
<i>Scorpaena inermis</i>	0.060	1
<i>Serranus maytagi</i>	0.992	64
<i>Syacium gunteri</i>	0.530	70
<i>Symphurus diomedanus</i>	0.040	4
<i>Synodus poeyi</i>	0.108	5
<i>Thalassophryne nattereri</i>	0.002	5
<i>Upeneus parvus</i>	3.870	147
TOTAL	194.314	3,973

La abundancia de las 38 especies capturadas fue de 43,425 individuos, en 8 de ellas se concentra el 91% de individuos, mismos que tuvieron 1,200 y 10,262 individuos, y de éstas el pampanito aleta corta *Peprilus snyderi* sumó 10,262 individuos y la langostilla *Pleuroncodes planiceps* (9,151 inds.) ambos acumularon casi el 50% de la captura total (Figura 128a). De las 49 especies capturadas, 41 se encontraron dentro las que tuvieron una abundancia de 1 a 704 especies y 20 de ellas tuvieron menos de 10 individuos, esto último muestra que se capturaron pocos taxones muy abundantes y muchos con poca abundancia (Figura 128b).



a)

* taxones con 1 a 704 individuos



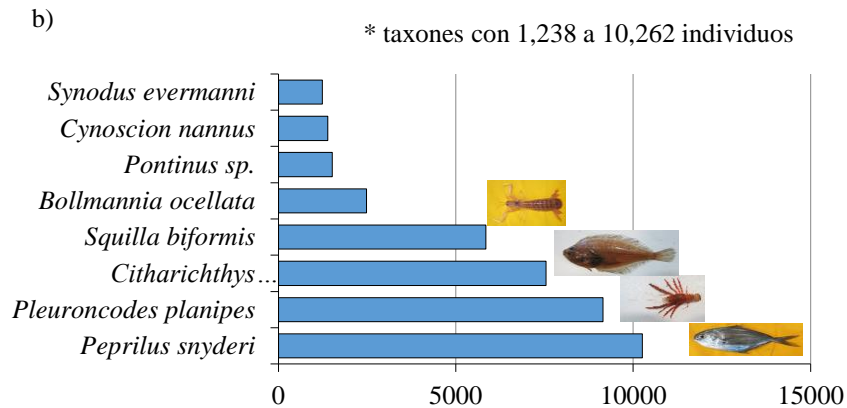


Figura 128. Abundancia por especie capturada en los cinco lances de arrastre de fondo, a) especies con 1 a 704 inds., b) especies con 1,238 a 10,262 inds.), en la ZEE de El Salvador.

9.4.3.6 Tortugas marinas

En los arrastres de media agua número 33 y de fondo números 36 y 43, se capturaron de forma incidental tres ejemplares de la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), un individuo en el lance de media agua, uno en el primer y uno en el segundo lance de fondo mencionados. El intervalo de longitud del carapacho fue de 60-66 cm y 64.5-67.0 cm de ancho. Para evitar mayor estrés en las tortugas, se decidió prescindir de los pesos de cada una de ellas (Figura 129). Todas las tortugas fueron liberadas en buenas condiciones vitales para su sobrevivencia.



Figura 129. Tortugas golfina *Lepidochelys olivacea*, capturadas con red de arrastre de media agua y de fondo, en la ZEE de El Salvador.

9.4.3.7 Pesca de calamar

La captura de calamar *Dosidicus gigas*, se llevó a cabo mediante 11 estaciones dirigidas a la pesca de calamar con maquinillas calamareras y línea de mano, en las que se obtuvo una biomasa total de 4.24 kg y 23 individuos, todos ellos fueron hembras. En las maquinillas calamareras se capturaron 10 individuos con una biomasa de 2.03 kg, en tanto que con línea de mano fueron 13 con una biomasa de 2.21 kg. Las operaciones de pesca se realizaron con un tiempo de pesca de 5.1 h, cubriendo un área barrida de 320 m² (Tabla XXXVII, Anexo IV). Las capturas con línea de mano se realizaron con un esfuerzo de tres a seis líneas de manera simultánea durante el tiempo de operación de las maquinillas calamareras.

Tabla XXXVII. Captura con maquinillas calamareras con poteras realizadas en la ZEE de El Salvador.

Estación (#)	Fecha	Tiempo efectivo luz (min)	Tiempo efectivo de pesca (min)	Profundidad total (m)	Captura				Área barrida (km ²)
					Abundancia (n) / Biomasa (kg)				
					Mc		Lm		
A	B	A	B						
23	11/11/2018	13	30	1900	0	0.00	0	0.00	0.02
24	11/11/2018	10	30	2140	1	0.17	2	0.32	0.03
25	12/11/2018	9	32	2000	4	0.83	1	0.19	0.03
26	12/11/2018	11	0	2000	0	0.00	0	0.00	0.01
27	12/11/2018	5	30	3000	1	0.14	0	0.00	0.04
28	13/11/2018	19	31	1728	0	0.00	6	1.04	0.05
29	13/11/2018	21	30	650	2	0.50	1	0.14	0.03
30	13/11/2018	10	28	295	0	0.00	0	0.00	0.02
31	14/11/2018	5	31	1900	2	0.39	3	0.52	0.04
32	14/11/2018	14	29	1000	0	0.00	0	0.00	0.03
33	15/11/2018	15	30	1750	0	0.00	0	0.00	0.04

Mc = Maquinilla Calamarera, Lm = Línea de Mano, A = abundancia, B = biomasa

9.4.3.8 Estructura de tallas de calamar

La estructura de tallas de los 10 ejemplares capturados con las maquinillas calamareras fue de 15.2 a 27.0 cm de longitud del manto (LM), con un peso de 2.03 kg. Los 12 calamares capturados con línea de mano se distribuyeron en un intervalo de 15.1 a 24.0 cm de LM, con un peso de 2.205 kg, con mayor número de calamares (8) en el intervalo de 18.1 a 21.0 cm de LM. Mientras que con la red de media agua se capturaron 173 calamares distribuidos en un intervalo de 3 a 21 cm de LM, con un peso de 4.97 kg, y con mayor número de calamares (98) en el intervalo de 3 a 6 cm de LM (Figura 130). En la figura se observa que mediante el uso de los tres artes de pesca se pudo obtener un amplio intervalo de tallas de los calamares, desde muy pequeños con la red de media agua, hasta los adultos con la línea de mano y maquinillas calamareras.

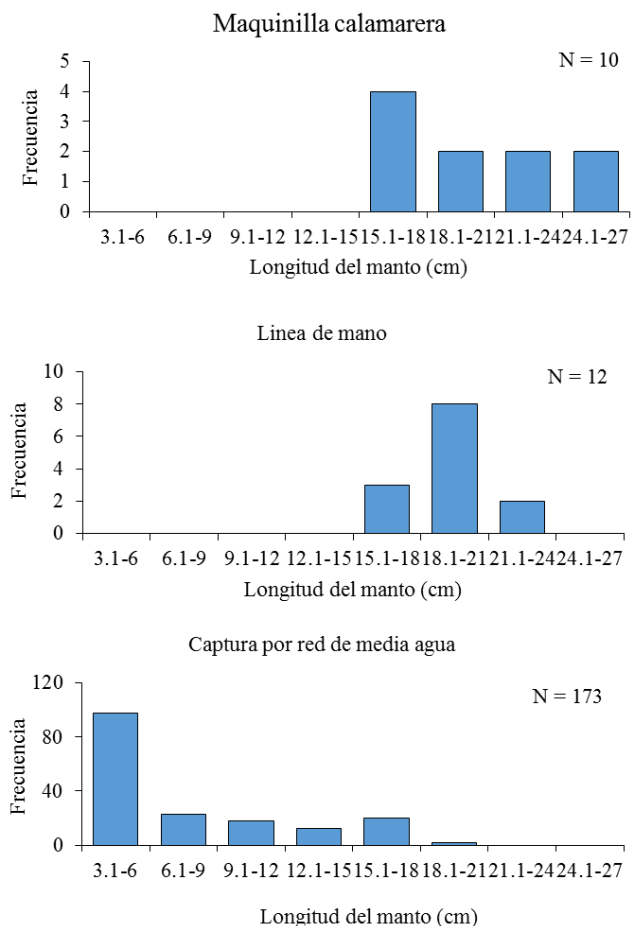


Figura 130. Estructura de tallas de calamar *Dosidicus gigas*, capturado con línea de mano, en la ZEE de El Salvador.



9.4.3.9 Pesca con señuelo

Del esfuerzo aplicado durante la navegación en los transectos de la ZEE de El Salvador, se capturaron 9 ejemplares de peces, de los cuales 7 fueron *Coryphaena hippurus* (Dorado), un *Katsuwonus pelamis* (Barrilete) y un *Euthynus linneatus* (Barrilete negro), los tres pertenecientes al grupo de los pelágicos mayores, que en conjunto sumaron 36.47 kg (Tabla XXXVIII, Anexo IV).

Tabla XXXVIII. Especies de peces capturados con señuelo, en la Zona Económica Exclusiva de El Salvador.

Especie	Transecto de captura	Talla (cm)	Peso (kg)
<i>Coryphaena hippurus</i>	42	105.1	4.81
<i>Coryphaena hippurus</i>	42	106.2	3.47
<i>Coryphaena hippurus</i>	42	109.3	5.32
<i>Coryphaena hippurus</i>	42	105	4.34
<i>Coryphaena hippurus</i>	42	91.5	3.43
<i>Coryphaena hippurus</i>	44-45	112	5.62
<i>Coryphaena hippurus</i>	46	118	5.98
<i>Katsuwonus pelamis</i>	46	56.2	2.24
<i>Euthynus linneatus</i>	47	49	1.26



9.5 MÉXICO

9.5.1 Oceanografía pesquera

Para la investigación oceanográfica en aguas del Océano Pacífico de México fueron realizados 15 lances de CTD a una profundidad promedio de 500 m, para la toma de parámetros fisicoquímicos en la columna de agua, pero con extensión hasta el litoral con menos de 100 m de profundidad. Fue realizada solamente una estación a 1,500 m de profundidad. Simultáneamente también fueron efectuados en cada estación, 13 arrastres oblicuos con Red Bongo (Figura 131). El termosalinómetro permitió el registro de alta resolución de temperatura y salinidad superficiales. Por otra parte, a lo largo del derrotero y de manera intermitente entre estaciones oceanográficas, lances de pesca e intertransectos, se obtuvieron 28 muestras de huevos y larvas de peces con el sistema CUFES. Los resultados obtenidos de este muestreo oceanográfico y pesquero entre 18 al 23 de noviembre de 2018, se describen a continuación. Como un recurso analítico adicional fueron obtenidos los datos satelitales de la distribución superficial de clorofila- α y corrientes geostroficas válidos en la zona de estudio y para el mismo periodo de recorrido en este país.

Fueron generados mapas de distribución superficial de temperatura, salinidad, densidad del mar, oxígeno disuelto y clorofila- α , con el objeto de relacionarlas con la distribución de las muestras biológicas de huevos y larvas de peces obtenidas con CUFES, así como con la biomasa acústica NASC (Figuras. sección 7.5.2) y la biomasa de fauna obtenida en los lances de pesca de fondo y media agua realizados en México (Figuras. sección 7.5.3).

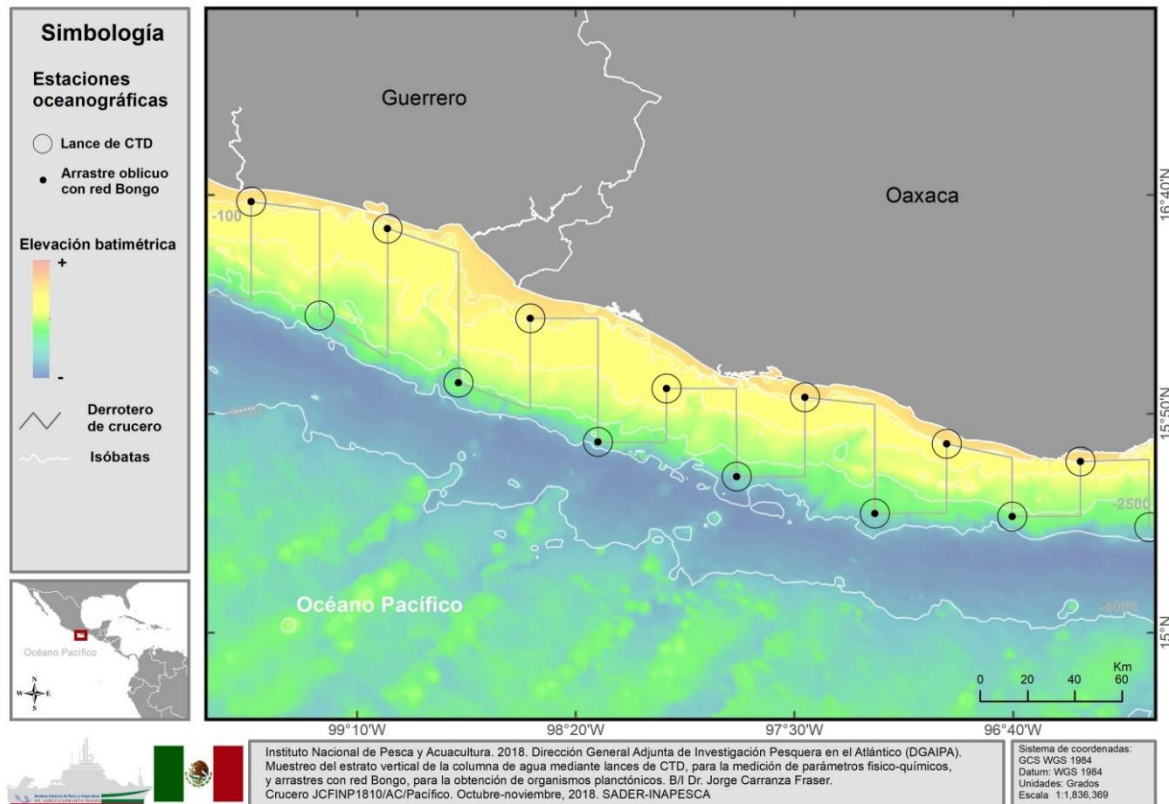


Figura 131. Zona de estudio y distribución de 15 estaciones oceanográficas realizadas en el Océano Pacífico de México, del 18 al 23 de noviembre de 2018.

9.5.1.1 Variables en la superficie y columna de agua

El muestreo en la zona de estudio fue realizada en 6 días, entre 15.25 y 16° N y 96.32 y 99.9° O. Esta superficie cubrió toda la plataforma continental desde la costa. Solo fueron cancelados 2 lances de Red Bongo para muestreo de zooplancton y únicamente la estación 126 fue de 1,500 m de profundidad (Figura 132).

La distribución superficial de la temperatura y salinidad fueron obtenidas con el termosalinómetro, el oxígeno y la densidad del agua con el CTD en cada una de las 15 E.O (Figura 132; Tabla XXXIX). La temperatura osciló entre 29 hasta 31 °C con una intermitencia Sur-Norte, entre manchones cálidos y frescos, con una amplia zona cálida en el Norte de Oaxaca (31 °C), terminando en Guerrero con 29 °C. El gradiente de salinidad ocurre de aguas salobres a marinas, de la costa Sur de Oaxaca al Sur de Guerrero, principalmente con salinidades bajas frente a la desembocadura de los ríos

circundantes y una mancha de mayor salinidad (>34ups), en la costa central de Oaxaca. La densidad del agua mostró un pequeño gradiente de 0.5 kg/m^{-3} , con mínimos en la porción central de la costa de Oaxaca y Sur de Guerrero y máximo en la frontera entre ambas entidades. El oxígeno ocurrió en niveles próximos a la subóxia, entre 2.8 y 2.2 mg/L, en toda la región, con máxima concentración frente a la costa central de Oaxaca y mínima hacia el Sur de Oaxaca e intermedio desde la parte central de Oaxaca hacia Guerrero.

La imagen de satélite MODIS-Aqua obtenida para el periodo de navegación en el área de estudio, osciló entre 0.24 a 2.5 mg/m^3 (Figura 133).

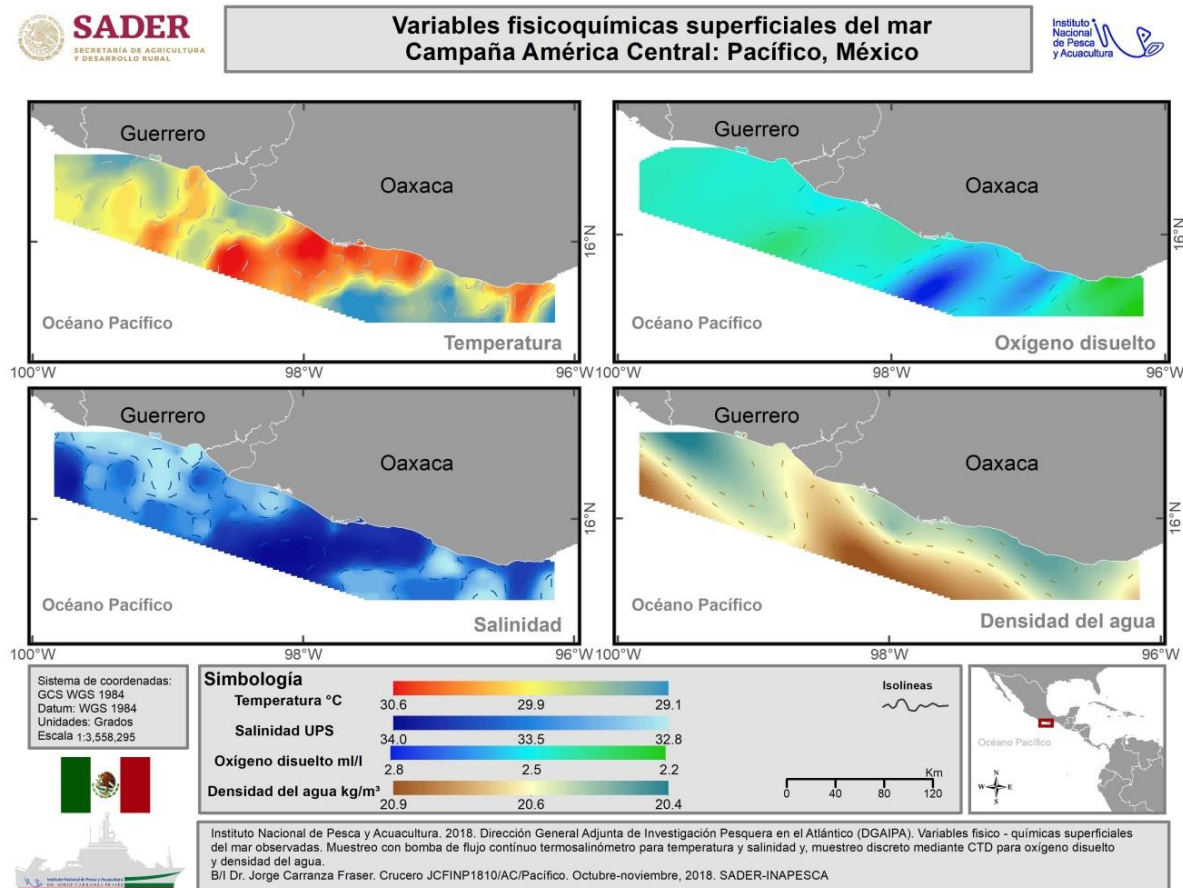


Figura 132. Distribución superficial de temperatura, salinidad, oxígeno y densidad en la costa de Oaxaca y Guerrero, del 18 al 23 de noviembre de 2018.

Tabla XXXIX. Estadística descriptiva de las variables superficiales obtenidas durante la navegación en aguas del Océano Pacífico de México.