

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR

Descripción del comportamiento gregario del jurel (*Trachurus murphyi*) y su relación con el ambiente considerando el ciclo nictemeral, en la zona centro-sur de Chile en el año 2002.

Proyecto para optar al título de Ingeniero Pesquero
por
Lorena Paz Álvarez Astorga

Valparaíso
2006

Comisión del Proyecto de Título:

Profesor Guía : Dra. María Angela Barbieri Bellolio

Profesor : Dr. Eleuterio Yáñez Rodríguez

Profesor : Dr. Gabriel Yany González

AUTORIZACIÓN DE USO

Al presentar este Proyecto como último requisito para la obtención del título de Ingeniero Pesquero, autorizo a la biblioteca de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, para que disponga libremente de ella. Autorizo además reproducciones parciales o totales de este Proyecto sólo con fines académicos.

Lorena Paz Álvarez Astorga

DEDICATORIA

A mis padres, Vicente y Judith por su apoyo y confianza incondicional.

A mis abuelos, Luis, Liliana, René y Rosa, por haber formado a mi gran familia.

Y a mis hermanos Luis Felipe y Paula, porque sé que siempre estarán conmigo.

AGRADECIMIENTOS

A la Dra. María Ángela Barbieri, Profesora Guía de este proyecto, por su colaboración académica, dedicación y consejos; al Dr. Eleuterio Yáñez por sus críticas y recomendaciones y por acogerme en su laboratorio; al profesor Gabriel Yany como miembro de la comisión de Tesis; al Dr. Arnaud Bertrand por su apoyo y entrega desinteresada y al Dr. Rodolfo Olivari por su apoyo incondicional en toda mi carrera.

Agradezco también a unos grandes amigos Francisco Leiva por su apoyo, enseñanzas y aliento en todo momento y a Alejandra Ordenes por sus enseñanzas y gran compañerismo. A los señores Álvaro Saavedra, Hernán Reyes y Víctor Catasti pertenecientes al Instituto de Fomento Pesquero, por su buena disposición y ayuda desinteresada

Por último quiero agradecer a mi familia por apoyarme constantemente; a mis amigas Natalia, Mariela, Daniela O., Daniela G., María Graciela por ser parte de mi vida, y a mis amigos, Alejandro, Juan, Gubbler, Jaime y Mauricio por acompañarme en mi etapa universitaria.

CONTENIDO

	Pág.
Portilla	
Comisión del Proyecto de Título	i
Informe sobre el Proyecto de Título	ii
Autorización de uso	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
CONTENIDO	vi
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
ANTECEDENTES	3
Especie	3
Zona de estudio	7
Empleo de la hidroacústica	8
El programa MOVIES+	9
MATERIALES Y MÉTODOS	12
Fuentes de información	12
Procesamiento de la información	13
Clasificación de los ecorregistros	15
Clasificación del periodo del día	16
Clasificación del dominio ecológico	16
Construcción de las bases de datos	17
Análisis estadístico	18

Análisis de varianza	18
Análisis multivariado	19
RESULTADOS	21
Caracterización de las agregaciones	21
Factores bióticos y abióticos de los eco-tipos con respecto a los periodos del día	26
DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES	42
REFERENCIAS	44
ANEXOS	49
ANEXO 1: Tablas ANDEVA de s_A de jurel	
ANEXO 2: Histograma de características morfométricas	
ANEXO 3: Tablas ANDEVA de factores bióticos y abióticos	
ANEXO 4: Matriz de correlaciones de variables originales	
ANEXO 5: . Interpolación vertical de variables abióticas y vectores de eco-tipos superpuestos	

RESUMEN

Se describe el comportamiento gregario del jurel (*Trachurus murphyi*) y su relación con el ambiente, considerando el ciclo nictemeral. Se utiliza datos de prospección hidroacústica realizada por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en la zona centro-sur de Chile en otoño del 2002, cuando el recurso está en el período de migración trófica. La información hidroacústica se separa especie objetivo e índice de biomasa de presas. La oceanográfica se interpola obteniéndose planos en la vertical. Utilizando estadística clásica (ANDEVA) y multivariada (ACP), se caracterizan las agregaciones y se describen las relaciones entre la distribución espacial del jurel y las variables ambientales, considerando los períodos del día.

Se determinaron cambios en la distribución vertical y comportamiento de las agregaciones de jurel, de acuerdo al ciclo nictemeral. Durante el día las agregaciones se encuentran más profundas (100 a 140 m), formando estructuras compactas. Durante la noche las agregaciones se encuentran en dos rangos de profundidad, en superficie entre los 0 a 10 m y en profundidad entre los 100 a 120 m, presentando estructuras menos densas, más alargadas y disociadas. De acuerdo con la posición horizontal, se tiene que agregaciones más costeras y al norte de la zona de estudio se encuentran a una menor profundidad y menos cohesionadas.

Respecto de las variables abióticas, temperatura y salinidad, se observa que las agregaciones se distribuyen a menor temperatura y mayor salinidad durante el día. Es durante este periodo que las agregaciones dispersas se encuentran a una menor temperatura y mayor salinidad que las agregaciones más compactas. De acuerdo a la posición horizontal, se observa que agregaciones más oceánicas y al sur de la zona de estudio se encuentran a menores temperaturas y mayores salinidades. El oxígeno también afecta la ocupación del espacio del jurel, observándose agregaciones más compactas a mayores concentraciones de oxígeno.

El índice de biomasa de presas en la UBM donde se distribuye el jurel, tiene cambios en el ciclo nictemeral. Durante el día las agregaciones están en zonas de mayor concentración de presas; en este periodo también se observó que a medida que aumenta la concentración de presas la densidad de jureles aumenta. Durante la noche no se observa relación entre jurel y presas.

Los datos acústicos (s_A jurel) muestran que mayores densidades de recurso se encuentran donde hay mayores niveles de oxígeno y clorofila.

INTRODUCCIÓN

El jurel (*Trachurus murphyi*) presenta una naturaleza altamente migratoria. Frente a Chile presenta dos patrones migratorios, uno de carácter trófico en el periodo verano-otoño donde se acerca a la costa y otro de carácter reproductivo a comienzos de primavera donde migra hacia aguas oceánicas (Serra, 1991; Sepúlveda *et al.*, 2003). Es durante el periodo de alimentación en que se obtienen los mayores desembarques del recurso, debido a la formación de agregaciones que los hace más vulnerable a la flota. En este periodo se realizan las evaluaciones hidroacústicas, con el fin de calcular la abundancia del recurso. Yáñez *et al.* (1990) observa en la escala decadal, migraciones hacia la costa debido a componentes ambientales (anomalías positivas del índice de turbulencia y tendencia a aumentar el nivel del mar).

El jurel, como la mayoría de las especies pelágicas, realiza migraciones nictemerales mostrando un comportamiento activo y de alimentación durante la noche, con agregaciones cerca de la superficie; durante el día estas agregaciones se profundizan formando estructuras pasivas y más estables (Barbieri *et al.*, 1998).

Investigaciones realizadas sobre el recurso jurel y el medio ambiente han mostrado hasta ahora resultados débiles; Yáñez *et al.* (1990) observa que la magnitud del viento de componente norte, el índice de turbulencia y el nivel del mar afectan la disponibilidad del recurso en la zona. Debido a que el estudio se realiza en un ecosistema de surgencia, las variaciones en las condiciones abióticas y bióticas son amplias por lo que es preciso tomar en cuenta la escala espacio-temporal a utilizar. De acuerdo a la escala temporal existen estudios realizados que exploran las fluctuaciones a largo plazo (Yáñez *et al.*, 1990), fluctuaciones anuales (Serra, 1991) y fluctuaciones diarias (Barbieri *et al.*, 1998). La escala espacial también ha sido revisada por diversos autores, Quiñones *et al.* (1997) y Córdova *et al.* (1998, 1999 y 2003) observan el plano horizontal de distribución de la especie a diferentes escalas y Bertrand *et al.* (2004), Hernández (2004) y Leiva (2004) observan el plano vertical, también a diferentes escalas.

El siguiente trabajo se realiza en una escala temporal diaria y espacial punto a punto, para buscar el área de influencia de las variables ambientales en la distribución y ocupación del espacio del jurel. El conocimiento obtenido en la relación ambiente-recurso se podrá utilizar para efectuar un mejor manejo y explotación de la especie.

En este contexto los objetivos de este trabajo son:

Objetivo general:

Describir el comportamiento gregario del jurel (*Trachurus murphyi*) y su relación con el ambiente considerando, el ciclo nictimeral, en la zona centro-sur de Chile en el otoño del año 2002.

Objetivos específicos:

- Caracterizar las agregaciones del jurel (*Trachurus murphyi*) en el área de estudio.
- Describir la relación entre la distribución espacial del jurel y las variables ambientales.

ANTECEDENTES

Especie

Taxonomía

Clase	:	Teleostomi
Orden	:	Perciforme
Familia	:	Carangidae
Género	:	<i>Trachurus</i>
Nombre científico	:	<i>Trachurus murphyi</i>
Nombre vernacular	:	Jurel

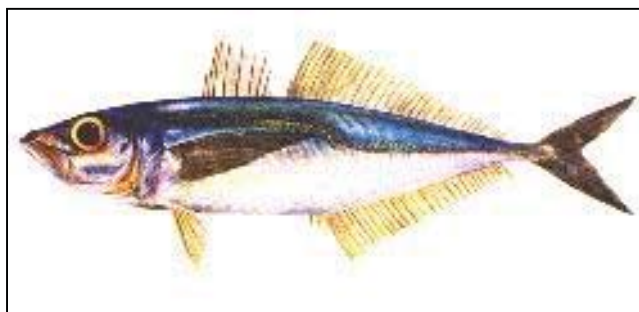


Figura 1. Jurel (*Trachurus murphyi*)

Distribución geográfica y batimétrica

El jurel (*Trachurus murphyi*) es una especie cuya distribución geográfica abarca principalmente el Océano Pacífico Suroriental (frente a la costa sudamericana) y, secundariamente, el Océano Pacífico Suroccidental (al sur de Nueva Zelandia). Batimétricamente se distribuye entre 10 y 180 m (Córdova *et al.*, 1999), llegando en ocasiones a 300 m de profundidad (Pastor, 1994). Según Córdova *et al.* (1998), el recurso presenta un marcado comportamiento nictimeral, distribuyéndose durante el día a mayor profundidad (50 – 130 m) que durante la noche (10 – 40 m).

En nuestro país el jurel se distribuye desde Arica (18°20' S) hasta el Estrecho de Magallanes (52°00' S). Este se caracteriza por presentar grandes desplazamientos, encontrándose desde el litoral hasta distancias superiores a las 200 millas; en la zona norte presenta un comportamiento pelágico, alcanzando batimétricamente los 120 m y desplazándose a la superficie como consecuencia de una migración nictemeral. En la zona centro-sur presenta un comportamiento mixto, pelágico y demersal, ubicándose hasta los 200 metros (Caballero, 1993).

Migraciones

El jurel presenta una naturaleza migratoria que lo caracteriza como una especie heterotrópica; es decir, con capacidad de desarrollarse en distintos biotopos, lo que asegura su supervivencia en condiciones ambientales limitantes (Konchina, 1981).

La disponibilidad costera de recurso durante la primera mitad de cada año se explicaría por una migración trófica hacia la costa en verano-otoño y una migración reproductiva fuera de la costa a comienzos de primavera (Serra, 1991; Sepúlveda *et al.*, 2003).

Estudios realizados fuera de la zona económica exclusiva (ZEE) señalan que los ejemplares maduros de 3 y más años crecen mientras migran, generalmente en dirección oeste. Se concluye que las migraciones se caracterizan por ser progresivas y en espiral, las que quedan condicionadas por las peculiaridades en la distribución de las agregaciones durante las temporadas anuales de engorda y desove (Grechina, 1998).

Recientemente se ha planteado una estructura y organización en la forma de un triángulo migratorio, conformado por tres hábitat. Uno de crianza de juveniles localizado al norte de los 30°S; uno de alimentación costera localizado frente a Chile centro-sur, donde reclutan continuamente juveniles menores de 25 cm de longitud; y un hábitat de desove en aguas oceánicas que conformaría la migración desde y hacia la zona de alimentación de adultos (Fig. 2).

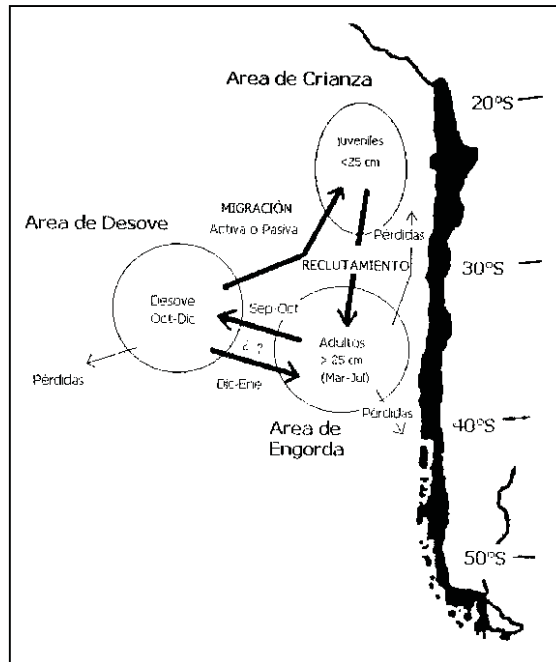


Figura 2. Esquema de la estructura poblacional del jurel en el sistema de surgencias de Chile y Perú (Arcos *et al.*, 2001).

Formación de cardúmenes

Es posible que el jurel presente un patrón de migración ontogénico. Los juveniles, ampliamente dispersos producto de la extensión geográfica del desove, se congregarían en ciertas zonas de la costa para alimentarse del zooplancton nerítico, abundante y concentrado. Con posterioridad se dispersaría en cardúmenes individuales, o grupos de cardúmenes que migrarían hacia la zona oceánica. Este patrón debe ir acompañado con cambios importantes en la composición de las dietas, los que son posibles por el aumento en tamaño de la boca, de las capacidades motoras de los peces y por un mayor rango de autonomía, debido a su mayor talla y la acumulación de reservas energéticas en sus tejidos. Esta es la estrategia típica de las especies oportunistas oceánicas, capaces de trasladarse en cardúmenes por grandes distancias, haciendo usos de manchones (parches) de alimento que se encuentran a su paso, incluso hasta su agotamiento local (Bernal, 1990).

El jurel es un pez pelágico que forma cardúmenes con un ritmo relativamente estable y que realiza migraciones verticales diarias. Durante el día se encuentra, por regla general, formando cardúmenes separados a profundidades de 20 m y 200-250 m. Al oscurecer, los peces se elevan a profundidades menores, coincidiendo su ascenso nocturno con el período de subida a la superficie de organismos de la capa de reflexión profunda (CRP) (Galaktionov, 1994).

El jurel en engorda tiene un comportamiento de vida preferentemente en cardúmenes, tanto durante el día como la noche. Sin embargo, la formación de los cardúmenes y la distribución de las concentraciones en profundidad tiene un carácter más complicado (Galaktionov, 1994).

Los peces pelágicos generalmente se encuentran dispersos en la noche y agregados en cardúmenes durante el día, disminuyendo el comportamiento agregacional en la oscuridad. (Freón, 1996). En el caso del jurel, el cardumen de peces durante el día sería una estructura pasiva, relacionada con un comportamiento de confort. Luego, en el ocaso se inicia la fase de dispersión que es el inicio de la fase de alimentación que ocurre durante el periodo nocturno. En este periodo el jurel realiza la exploración del hábitat y se produce la redistribución espacial de los peces (Barbieri *et al.*, 1998). El comportamiento alimenticio del jurel es un factor clave en la formación de agregaciones del jurel y en su vulnerabilidad a la flota cerquera (Bertrand *et al.*, 2004).

Alimentación

El jurel tiene una naturaleza heterótrofa se comporta como predador facultativo, en su desplazamiento puede preda sobre especies que presenten alta disponibilidad tanto en el ambiente nerítico, como en el sistema epipelágico de mar abierto (Miranda *et al.*, 1998).

El jurel presenta un espectro trófico amplio, aunque generalmente no se encuentran más de dos presas dominando la dieta, siendo los eufáusidos el principal ítem alimentario. El jurel es altamente selectivo en los sectores costeros, con una importante predación sobre eufáusidos, mientras que en océano abierto manifiesta un claro dominio de copépodos debido a la diferencial disponibilidad de especies en las distintas áreas de alimentación (Miranda *et al.*, 1998).

El estudio realizado por Barbieri *et al.* (1998) revela que el jurel se alimenta desde la tarde hasta la medianoche; luego vendría la fase de digestión el que podría considerarse un “periodo de descanso”.

Influencia del ambiente en la distribución y comportamiento del jurel

Quiñones (1994) presenta una síntesis de los parámetros que pueden influir en la distribución del jurel durante su vida en el mar. En el ámbito de macroescala espacial se han postulado como factores que influyen en la distribución del recurso:

- los movimientos estacionales del frente Subantártico;
- la interacción entre el sistema de corriente de Humboldt con la corriente Antártica circumpolar;
- el fortalecimiento o debilitamiento de la corriente costera del Perú;
- la intrusión de aguas oceánicas en la centro-sur de Chile; y
- la presencia del fenómeno de “El Niño”.

Por otra parte en el ámbito de la mesoescala, los siguientes factores han sido considerados importantes para la distribución del recurso y sus agregaciones:

- temperatura
- surgencias
- zonas altas concentración de plancton o alimento
- gradientes máximos del índice del color del agua
- flujo de corrientes locales
- frente oceanográficos mayores

En relación con el medio ambiente, se puede decir que el jurel es una especie que puede tolerar fuertes anomalías de condiciones oceanográficas, tales como los eventos “el Niño”. Este recurso tiene una gran preferencia por aguas oceánicas. En estudios realizados en Perú a través de prospecciones acústicas se observa que en años de calentamiento, se han encontrado biomasas altas, debido al acercamiento de esta agua a las costas del Perú; en años fríos la biomasa disminuye por encontrarse las aguas oceánicas alejadas de la costa (Ganoza, 1998).

Zona de estudio

La zona centro-sur de Chile se encuentra inmersa en el sistema de corrientes de Humboldt. Este sistema se origina al chocar la corriente de deriva del oeste con el continente sudamericano (Olivares, 2000), ubicándose aproximadamente desde los 43°S (Isla de Chiloé, Chile) hasta los 15°S (Paita, Perú). Presenta una alta heterogeneidad espacial y una compleja estructura de mesoescala (Bernal, 1990).

En la circulación del sistema de corrientes de Humboldt se distinguen cuatro flujos promedios principales: 2 corrientes que corren hacia el norte y otras dos hacia el sur (Fig. 3). Los flujos norte corresponden al sistema de corrientes de Humboldt, la que se divide en una rama oceánica y otra costera. Éstos flujos transportan agua de origen subantártico alcanzando una profundidad entre los 300 m la rama costera y 400 m la rama oceánica. Entre estas corrientes, se intercala una contracorriente en dirección sur, la contracorriente Perú-Chile que se encuentra en superficie de 100 a 300 km costa afuera, aunque existen antecedentes de que en el norte de Chile esta corriente se acerca a la costa con mayores salinidades y temperatura. La corriente polar subsuperficial, esta localizada entre el talud y la plataforma exterior, se encuentra centrada a unos 150 m de profundidad y unos 40 km de la costa (Bernal, 1990; Olivares, 2000)

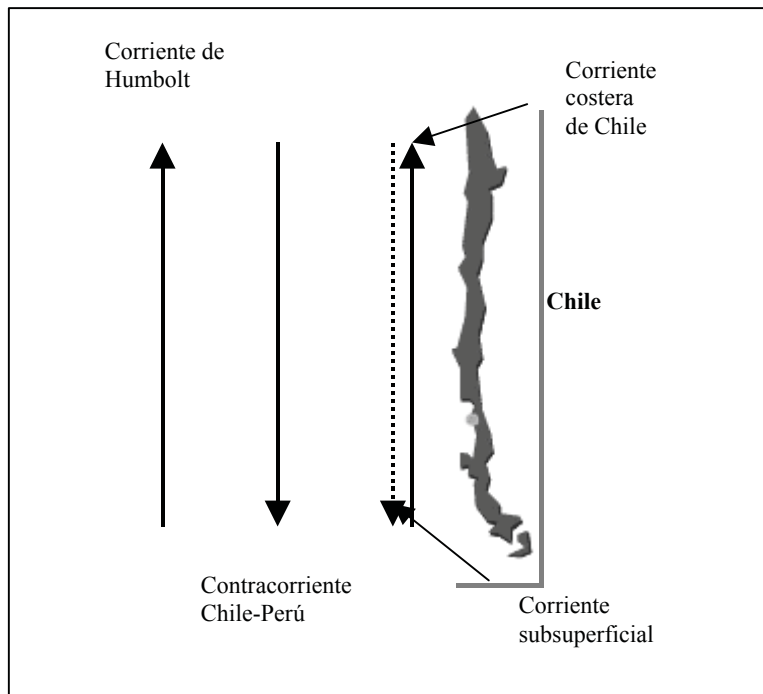


Figura 3. Esquema de las principales corrientes que fluyen frente a la costa del norte de Chile (modificado de Strub *et al.*, 1998)

La circulación en el sector centro-sur de Chile, al interior de la ZEE, presenta un patrón dominado por aguas de origen subantártico y en la subsuperficie por aguas de origen ecuatorial. En esta región y en los estratos superficiales de la columna de agua, es posible observar la formación de frentes y meandros de diferentes escalas espacial y temporal, con una alta productividad biológica que redundaría en la concentración de grandes cardúmenes de peces (Grechina *et al.*, 1998).

Para Bernal (1990) y Strub *et al.* (1998), en la zona norte y centro de Chile se presentan diferentes masas de agua sobre los 500 m:

- Aguas Subtropicales Subsuperficiales (ASST) de salinidad $> 34,9\%$, parecida a la masa de agua del Perú, y temperatura $> 18,5^{\circ}\text{C}$. Esta masa de agua ocupa la capa más superficial del sistema (12-35 m de profundidad) y se encuentra próxima a la costa.
- Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales (AESS) presenta salinidades de $34,4\%$ a $34,8\%$, sus temperaturas fluctúan entre $8,5^{\circ}\text{C}$ a $10,5^{\circ}\text{C}$. Se encuentra en regiones costeras a profundidades de 300-370 m. Esta masa de agua coincide con la capa mínima de oxígeno ($<0,25-0,5 \text{ ml O}_2\text{l}^{-1}$).
- Agua Subantártica (ASA) presenta salinidades de $34,1\%$ a $34,8\%$, siendo estas las menores salinidades del sistema. Sus temperaturas varían entre los $11,5^{\circ}\text{C}$ y $14,5^{\circ}\text{C}$. Esta masa de agua se mueve desde el frente polar fluyendo hacia el norte, sumergiéndose aproximadamente a los 27°S . Se encuentra a profundidades de 20 a 50 m cercano a la costa y muy profundo en aguas oceánicas. En el norte se localiza en el límite inferior de la termoclina estacional (80 m cerca de la costa y 150 m mar afuera).
- Agua Intermedia Antártica (AIA) presenta salinidades de $34,3\%$ a $34,5\%$, con temperaturas cercanas a $5,5^{\circ}\text{C}$. Esta masa de agua se hunde por debajo del ASA fluyendo hacia el norte, encontrándose entre los 500 y 600 m de profundidad.

Empleo de la hidroacústica

La hidroacústica es la única herramienta que permite la recolección directa de datos cuantitativos y cualitativos sobre varias comunidades (del plancton hasta los grandes predadores) de los ecosistemas. Además, la hidroacústica permite observar el hábitat pelágico en continuo en el plano vertical, permitiendo investigar relaciones ecológicas de una manera directa.

La información acústica corresponde al valor de densidad promedio, expresado en energía retrodispersada referida a una milla náutica cuadrada (s_A), y los valores de intensidad del blanco (TS) detectado dentro de los límites de integración del intervalo básico de muestreo (IBM), que es criterio para discretizar la información acústica (Córdova *et al.*, 2003).

Actualmente se realizan eointegraciones digitales mediante equipos más sofisticados, los cuales entregan la superficie reflejante sónica total; o sea, el área reflectante del sonido expandida a una milla náutica cuadrada (m^2 en cada mn^2), la cual se denomina s_A . Se entiende por superficie reflejante aquella superficie que es perpendicular a la cara del transductor, responsable de la respuesta sónica o eco (Paillaman, 1996).

La intensidad del eco es medida en relación a la magnitud de las variaciones del voltaje del transductor, las cuales son proporcionales a la densidad de peces (Forbes y Nakken, 1974). El voltaje proveniente de los ecos recepcionados puede ser integrados en forma analógica, graficando sus variaciones mediante la llamada línea de eointegración, la cual tiene como referencia una escala de longitud (mm) (Paillaman, 1996).

El programa MOVIES+

El programa MOVIES+ (Diner *et al.*, 2001) se utiliza para el tratamiento de datos adquiridos a través de ecosondas. A partir de las respuestas que producen los ecos detectados, cuantifica las densidades de peces y caracteriza los bancos. MOVIES + permite la reproducción en tiempo diferido de los datos adquiridos durante los cruceros de investigación.

El software puede integrar simultáneamente las energías de los ecos recibidos por grado de profundidad y por agregación.

Además se pueden corregir los ecos erróneos en un banco o cerca del fondo.

Eointegración por rango de profundidad

El programa MOVIES+ permite cuantificar la energía acústica recibida por rango de profundidad. En este tipo de eointegración, la profundidad es analizada en rangos, algunos referidos a la superficie del mar y otros a la profundidad. Las capas superficiales son paralelas al fondo y por lo tanto siguen la forma del fondo (Fig. 4).

Se pueden definir hasta 40 rangos de profundidad, siendo la capacidad de los umbrales de eointegración diferentes para cada uno de ellos.

Por cada rango y para el total de la columna analizada (transecta), el programa entrega:

- N_i : número de muestras integradas
- N_T : número total de muestras del rango
- s_A : coeficiente de energía retrodispersada referida a una milla náutica

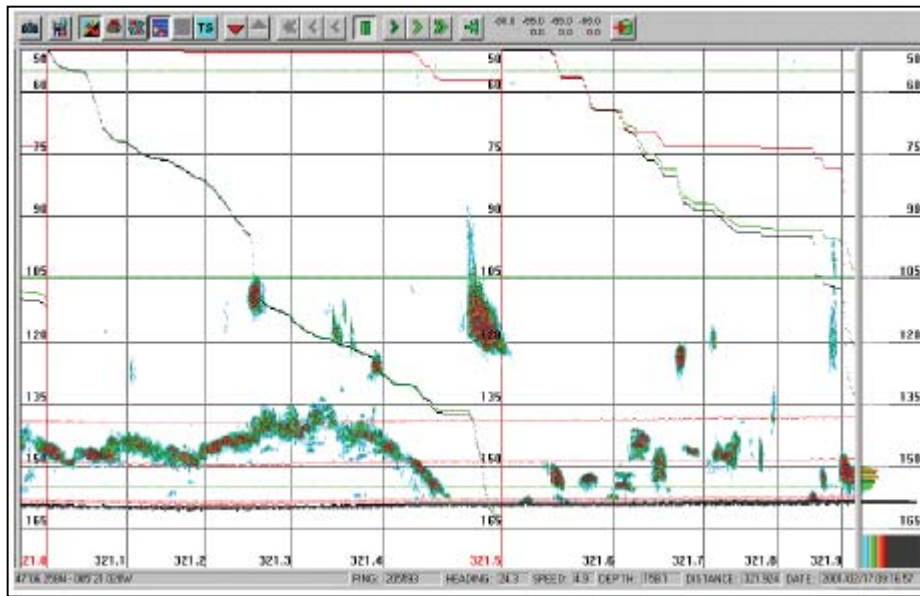


Figura 4. Ejemplo de ecointegración por rangos de profundidad.

Ecointegración por agregación

La agregación se utiliza para definir muestras que forman un parche en el ecograma; es decir, un sistema de muestras con una amplitud mayor que el umbral predeterminado, y obedeciendo cierta ley de continuidad.

Las especies de peces presentan un comportamiento más o menos específico que, en la mayoría de los casos, se traduce como ecos típicos. MOVIES+ reconoce y caracteriza los conjuntos de ecos que responden a ciertos criterios de continuidad espacial y de energía. Una vez los conjuntos son reconocidos (agregación de peces o capas de plancton), se les caracteriza con descriptores energéticos, morfológicos, batimétricos y geográficos (Fig. 5). Estos descriptores permiten que, posteriormente, se realice una clasificación automática de las especies, dando así un paso importante en el cálculo de la ecointegración de todas las especies que se hayan reconocido.

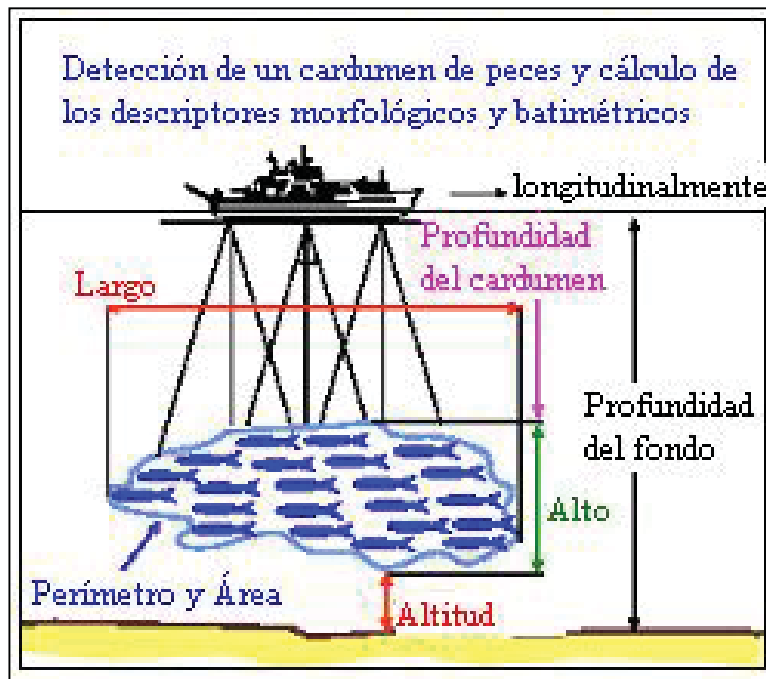


Figura 5. Descriptores batimétricos y morfométricos de las agregaciones obtenidos con MOVIES+.

Parámetros que se pueden obtener:

- Parámetros morfológicos: alto (H), largo (L), perímetro (P), área (A), y extensión de la agregación (Elon).
- Parámetros batimétricos: profundidad (Prof), profundidad mínima de la agregación (P_{mín}), alto mínimo de la agregación (A_{mín}), y alto relativo de la agregación (A_{rel}).
- Parámetros de energía: superficie reflectada relativa (δ_{ag}), S_v , número total de muestras (N_t), número de muestras sobre el umbral de integración (N_i), número de muestras sujetas a la corrección de “colas” (N_q), valor máximo de abundancia de la muestra en la agregación, valor promedio de la abundancia de la muestra en la agregación, y desviación estándar y coeficiente de variación de estos valores
- Otros parámetros: posición geográfica (lat, long) del principio y final de la agregación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de información

Información hidroacústica

La información utilizada proviene del proyecto FIP 2002-22 “Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE año 2002”, realizado por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) a bordo del B/I “Abate Molina”. La prospección hidroacústica se llevó a cabo entre el 26 de mayo y el 18 de junio del 2002, entre las latitudes 37° 00’ S y 40° 00’ S, y las 5 y 200 millas de la costa (Fig. 6). La información se colectó con el sistema de ecointegración EK 500, a una frecuencia de 38 kHz. El s_A es integrado en 0,5 millas náuticas (UBM, unidad básica de muestreo).

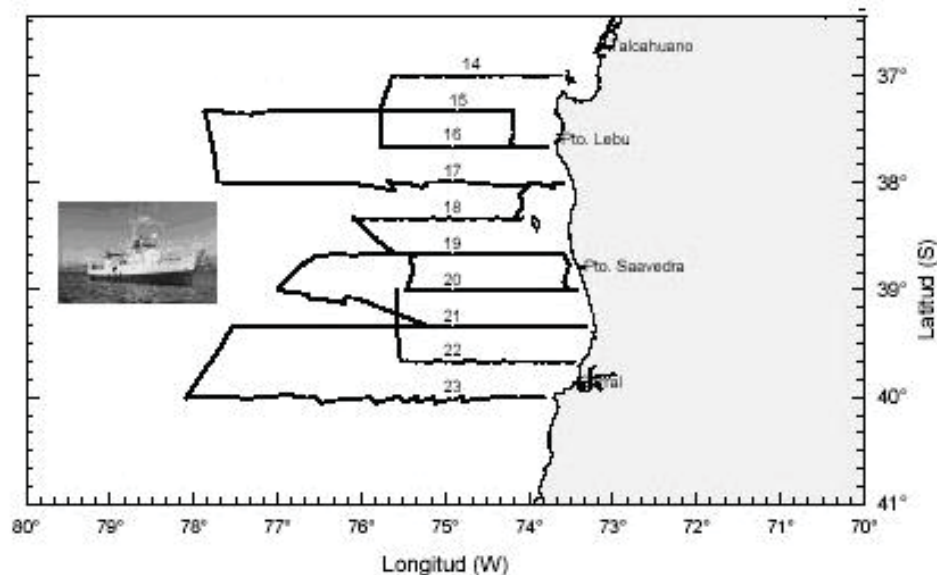


Figura 6. Ubicación de las transectas en la zona de estudio (Córdova *et al.*, 2003).

Información oceanográfica

La información oceanográfica se obtuvo con los equipos científicos CTD NEIL BROWN, modelo Mark III y un fluorómetro Sea Tech. Las muestras de oxígeno disuelto se calibraron con botellas Niskin.

La zona de estudio fue cubierta con una red de estaciones bioceanográficas situadas a 10, 25, 50, 75 y 100 mn en las transectas cortas; mientras que en las transectas largas éstas se localizaron a 10, 25, 50, 75, 100, 130, 160 y 200 mn de la costa. Las condiciones de mal

tiempo imperante durante el transcurso del crucero de prospección, principalmente en el sector sur, no permitieron la ejecución de algunas estaciones de oceanografía.

Las variables oceanográficas medidas son: temperatura (°C), salinidad (psu), densidad (expresada como sigma-t), oxígeno disuelto (ml/l) y clorofila-a (mg/m³).

Procesamiento de la información

Hidroacústica

Para la obtención de la información hidroacústica se deben considerar dos pasos. Primero, obtener un estimado de los peces, a través de la remoción de las contribuciones de plancton, burbujas de aire, ecos del fondo y ruido; segundo, dividir el total de valores de peces a especies o grupos de especies (Simmonds *et al.*, 1992). Para el procesamiento de los ecogramas se utilizó el programa MOVIES+.

Para la obtención de la energía de las presas se realizó una ecointegración por rango de profundidad con umbral -70 dB; ésta integra todo lo presente en el ecograma hasta los 500 m de profundidad. Los rangos se dividieron en dos secciones: rangos de 10 m hasta los 300 m de profundidad y rangos de 25 m de los 300 a 500 m de profundidad.

Bertrand *et al.* (2004), proponen la hipótesis que la energía acústica no asignada a jurel (objetivo) es un indicador de la abundancia de presas. Por lo que se tendrá para cada UBM (unidad básica de muestreo) y para cada capa de profundidad la energía acústica de jurel y de sus presas (Fig. 7).

Para extraer la energía de los ecotrazos de peces presente en los ecogramas, se extrae su valor de superficie reflectada relativa (δ_{ag}) por cada rango de profundidad y UBM utilizando las herramienta Zoom y Cortar de MOVIES+. Este valor fue convertido a s_A a través de la fórmula

$$s_A = \frac{23270 * \delta_{ag}}{0,5} \quad (\text{Marchalot } et al., 2002)$$

La identificación de los ecoregistros se realizó a través del contraste de los datos de las especies identificadas durante el crucero del proyecto “Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE año 2002” (FIP 2002-02). Esta información también permite eliminar la energía de peces que no están dentro del objetivo de estudio, ya que en los ecogramas hay s_A presente de especies que no son jurel (merluza, sardina y anchoveta).

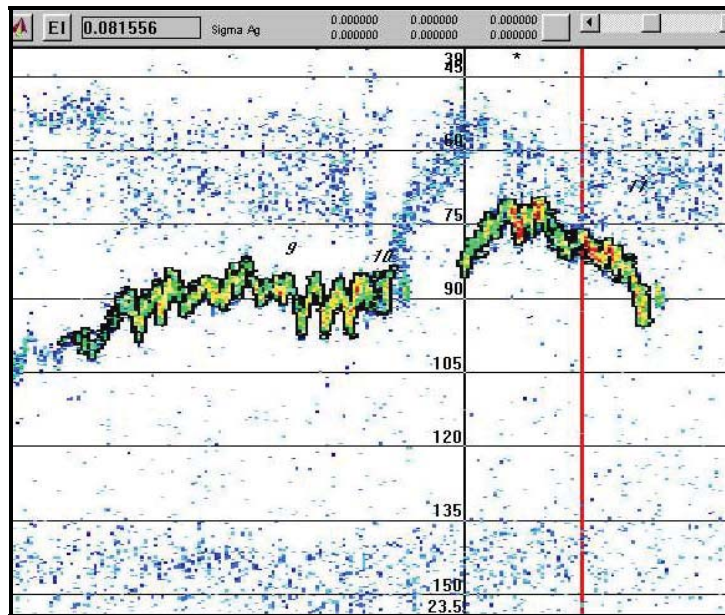


Figura 7. Ecointegración por rango de profundidad y agregaciones.

Para obtener la información morfométrica, energética y batimétrica de las agregaciones se utilizó la herramienta de integración de cardúmenes *echo-integration by shoal*. Durante la reproducción de los ecogramas se utilizaron umbrales para la identificación de las agregaciones. El umbral mínimo de integración de energía es de -62 dB. El conjunto de muestras acústicas que conforman la agregación deben poseer una continuidad vertical y horizontal. El algoritmo de análisis debe encontrar muestras contiguas a lo largo del mismo pulso (continuidad vertical) y muestras contiguas desde el pulso anterior (continuidad horizontal) (Castillo *et al.*, 2004). Estos umbrales ignoran los ecos individuales de peces, por lo que es necesario sacar estos ecos a través de la integración por rango de profundidad, al igual como se hizo con la energía de presas.

A pesar del uso de los umbrales, no se puede asumir que todos los coregistros que están en la base de datos corresponden a la definición de cardumen, con una base en el criterio de mutua atracción, polarización o decisión del pez. En lugar de esto, se puede considerar como una simple agregación o “cardumen acústico” (Freón *et al.*, 1996).

Cardinale *et al.* (2003) proponen la transformación $\log(s_A + 1)$ para que los valores cumplan con los supuestos necesarios para los análisis estadísticos paramétricos.

Oceanografía

Se utilizó la información oceanográfica obtenida *in situ* durante el crucero. Debido a que los datos fueron tomados en forma discreta durante la transecta, ésta debió ser completada mediante procesos de interpolación. El método de interpolación que se usó fue el

geoestadístico kriging lineal, que permite estimar el valor desconocido asociado a un punto, área o volumen, a partir de un conjunto de n datos disponibles.

Con los datos oceanográficos se realizaron secciones oceanográficas verticales para cada una de las variables (temperatura, salinidad, densidad y oxígeno disuelto) y en cada una de las transectas. Además se obtuvieron parámetros derivados de dichas variables; estos fueron: termoclina, picnoclina y mínimo valor de oxígeno. Con las características de estos parámetros (mínimo, máximo, profundidad, gradiente, etc) se construyeron cartas horizontales de la zona de estudio. Para la obtención de la termoclina y picnoclina se utilizaron los criterios 0,1°C/m y 0,01psu/m respectivamente.

Para la extracción de los valores asociados a la posición de las agregaciones de jurel se utilizó el software IDRISI 32 (Eastman, 1999). De las secciones verticales se obtuvieron los valores promedios de las variables por UBM y rango de profundidad. De las cartas horizontales se obtuvo el valor de las variables en la posición media de la UBM.

Clasificación de los ecoregistros

Para este caso se identificaron 4 categorías, utilizando la clasificación de Reid (2000) (Fig. 8).

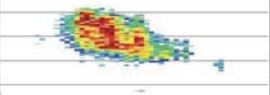
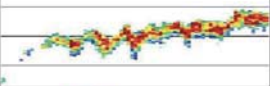
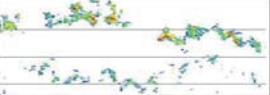
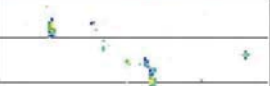
Tipo	Forma	Características
Cardúmen		Estructura aislada, bien definida espacialmente. Sub-tipos potenciales definidos por la relación alto/largo.
Estrato		Ecotrazos "continuos"
Mixto		Discontinuidad en la agrupación
Disperso		Ecotrazos pequeños, sin estructura espacial definida

Figura 8. Caracterización de eco-tipos de jurel.

La tipificación de las agregaciones se lleva a cabo visualmente. MOVIES+ recupera la información de las agregaciones compactas y con cierto grado de continuidad. En el caso de las agregaciones tipo estrato y mixto, en que se identifica más de una agregación formando estas estructuras, es necesario recalcular realizando operaciones aritméticas (suma, promedio) a los parámetros morfométricos y energéticos.

Para la ubicación de las agregaciones que se encuentran en dos o más UBM, se utiliza el criterio de mayor presencia de la agregación en una de las UBM, para así poder posicionar la agregación en esta UBM y adoptar estas características para los análisis.

Las agregaciones dispersas no son identificadas por el programa, por lo que no contarán con características morfométricas. La energía retrodispersada por ellas se obtuvo restando la energía total de peces menos la energía de las agregaciones identificadas en la misma UBM y rango de profundidad.

Clasificación del período del día

A pequeña escala los patrones de distribución y migración cambian más rápido en el plano vertical que en el horizontal. Esto debido a las diferencias de luz, que puede ser un factor de control, siendo la razón ecológica para la migración vertical (Longhurst, 1976). Para observar estos cambios de distribución es que se clasifican las UBM.

Las UBM se encuentran clasificadas de acuerdo a un período de tiempo. Este período de tiempo se encuentra relacionado a la latitud y estación del año. Bertrand *et al.* (2004) los clasifica de la siguiente manera:

Orto	07:00 a 09:00
Día	09:00 a 17:00
Ocaso	17:00 a 19:00
Noche	19:00 a 07:00

Clasificación del dominio ecológico

Las UBM se clasificaron en tres dominios ecológicos, de acuerdo a la topografía de cada transecta. Se utilizó la clasificación de Bertrand *et al.* (2004), considerando la profundidad a que se encuentra el fondo, esto es:

Plataforma	bajo los 180 m.
Talud	entre los 180 y 800 m.
Oceánico	sobre los 800 m.

Debido a que la integración se realiza sólo hasta los 500 m de profundidad, se utilizó una carta batimétrica para seleccionar el dominio ecológico al cual corresponde cada UBM. La carta batimétrica utilizada proviene de datos de altimetría de los satélites GEOSAT y ERS-1.

Se utilizó sólo la información proveniente del área oceánica, debido a que la información de la plataforma y el talud contiene más ruido y es más difícil la identificación de las especies. Cabe señalar que los datos del área oceánica corresponden al 91% del total.

Construcción de las bases de datos

Se utilizó la información de las agregaciones y de las variables asociadas a su posición. Esta información se clasificó en cuatro tipos: energética, morfométrica, espacial y ambiental.

El programa MOVIE+ al realizar la integración por agregación entrega sólo el parámetro energético referente al volumen (s_V), por lo que fue necesario calcular el parámetro energético referente al área (s_A), para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$s_V = 10 \log \left[\frac{\sigma_{ag}}{A} \right] \text{ dB}$$

donde:

A: área de la agregación en m^2

σ_{ag} : superficie reflejante relativa

$$s_A = 4 * \pi * 1852 * \frac{\sigma_{ag}}{DE} \text{ m}^2 * \text{mn}^{-2}.$$

donde:

DE: longitud de UBM en mn.

Esto es necesario para poder realizar comparaciones, ya que las investigaciones realizadas en Chile acerca del jurel utilizan el s_A como estimadores de abundancia.

Los parámetros morfológicos entregan información acerca de la forma y tamaño de la agregación. Los utilizados en este estudio fueron calculados por MOVIE+; éstos fueron largo máximo, ancho máximo, área, perímetro, dimensión fractal y elongación. Con respecto a estos últimos, se puede decir que la elongación es un descriptor que se utiliza para caracterizar la forma general de la agregación y la dimensión fractal caracteriza el contorno de ésta, donde un valor 1 representa un contorno suave y un valor 2 un contorno desigual o complejo, lo que se asocia al grado de cohesión de los peces (Scalabrin, 1993).

Los descriptores espaciales indican aspectos del tiempo y espacio. La información geográfica está referida a la posición de las agregaciones, tanto inicial como final. Los parámetros batimétricos tienen que ver con la posición que tienen las agregaciones en la columna de agua. Aquí se tiene la profundidad máxima, mínima y promedio de cada una de ellas.

Los parámetros ambientales se encuentran referidos a la información oceanográfica de la posición de la agregación: temperatura, salinidad, densidad, oxígeno disuelto, profundidad inicial y final de la termoclina, temperatura máxima y mínima de la termoclina, gradiente máximo y promedio de la termoclina y su profundidad, profundidad inicial y final de la picnoclina, densidad máxima y mínima de la picnoclina, gradiente máximo y promedio de la picnoclina y su profundidad, mínimo valor de oxígeno, profundidad de ésta, gradiente máximo del oxígeno y su profundidad.

Además, la base cuenta con información referida a la UBM, dominio ecológico y el período del día.

Análisis estadístico

La estadística descriptiva provee de un resumen numérico, que permite describir de forma concisa y exacta las propiedades de la distribución de frecuencias observadas. Las cantidades que componen tal resumen son llamadas estadísticos descriptivos, siendo los más importantes los estadísticos centrales (media, mediana, moda) y los estadísticos de dispersión (rango, desviación) (Sokal, 1979).

Los descriptores morfométricos y batimétricos de las agregaciones detectadas son analizados con estadística descriptiva. Esta descripción constató las medidas de resumen antes nombradas, además de gráficos descriptivos, tanto de barras como de líneas. Para tal efecto se utilizó el programa STATISTICA 6.0.

Análisis de varianza

Son analizados descriptores energéticos, espaciales y ambientales con análisis de varianza múltiples (ANDEVA), del tipo desbalanceado. Las variaciones se miden de acuerdo a los períodos del día (Período del día i , $i = 1 \rightarrow 4$) y los distintos ecotipos (Ecotipos j , $j = 1 \rightarrow 4$).

El ANDEVA permite ver la fuente de variación de los acontecimientos. Los test estadísticos se basan en comparar el valor muestral calculado con los datos medidos: F contra un valor crítico de tablas F_{α} . En el ANDEVA múltiple, o para este caso bifactorial, los datos individuales pueden agruparse en clases que representen las diferentes combinaciones posibles de dos tratamientos o factores. El modelo usado es de la forma (Sokal, 1979):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} es uno de los descriptores,

α_i es el efecto del i-esimo tratamiento del factor A,

β_j es el efecto del j-esimo tratamiento del factor B,

μ es una constante,

$(\alpha\beta)_{ij}$ es el efecto de la interacción entre el nivel i de A y el j de B y

ε es el residual.

El método de contraste utilizado para chequear las diferencias entre cada grupo fue el Newman y Keuls. Los datos fueron analizados con el programa STATISTICA 6.0.

Análisis multivariado

El análisis multivariado, definido en sentido amplio, se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo u objeto sometido a investigación (Hair, 1999).

El análisis multivariado se encuentra descrito por dos grandes técnicas: las técnicas de carácter predictivo y las técnicas de carácter reductivo (Vivanco, 1999). En este estudio se utilizó la técnica de carácter reductivo a través del uso de análisis factorial.

El análisis factorial es una técnica de descripción, se utiliza con el propósito de reducir dimensiones de un conjunto numeroso de variables, examinando e interpretando las correlaciones entre las variables con objeto de descubrir los posibles factores comunes a todas. Las nuevas variables obtenidas reciben el nombre de factores (Vivanco, 1999; Yáñez y Barbieri, 1983).

Análisis de componentes principales

Los objetivos más importantes de todo análisis de componentes principales (ACP) son (Pla, 1986; Vivanco, 1999):

- Generar nuevas variables que puedan expresar la información contenida en el conjunto original de datos. Al estudiar un conjunto de n individuos mediante p-variables es posible

encontrar nuevas variables denominadas $Y(k)$, $k=1, \dots, p$ que sean combinaciones lineales de las variables originales $X(j)$.

- Reducir la dimensionalidad del problema que se está estudiando, como paso previo para futuros análisis. La información de una matriz de grandes dimensiones puede ser interpretada conociendo el patrón de relaciones de variables que la componen.
- Eliminar, cuando sea posible, algunas de las variables originales si ellas aportan poca información. Esto es posible cuando las variables no están correlacionadas entre sí.

Las nuevas variables generadas se denominan componentes principales, y poseen las siguientes características (Pla, 1986):

- No están correlacionados, además, si puede suponerse multinormalidad en los datos originales, son independientes.
- Cada componente principal sintetiza la máxima variabilidad residual contenida en los datos.

Estas variables o factores resumen la información común que comparten las variables originales, pues cada nuevo componente contiene en diferentes proporciones a las variables de estudio.

La descripción de la distribución de las agregaciones de jurel en función de las variables ambientales y la caracterización de estas, se realiza mediante el método factorial análisis de componentes principales.

RESULTADOS

Caracterización de las agregaciones

Eco-tipo en los periodos del día

Se registraron 1162 ecotrazos, con el programa MOVIES+. Estos fueron clasificados según su forma en diferentes eco-tipos (cardumen, estrato, mixto y disperso) y separados según el período del día (orto, día, ocaso y noche). La frecuencia de los eco-tipos varía según los periodos del día (Fig. 9). Se observa que la mayor abundancia de ecotrazos es durante el día. Además en este período se obtuvo que el mayor número de ecotrazos es del tipo cardumen, en cambio en la noche es del tipo disperso.

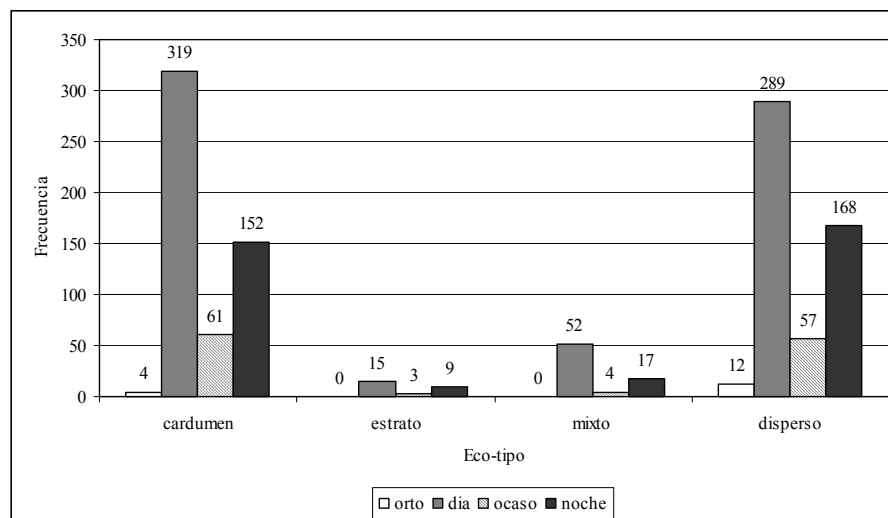


Figura 9. Proporción de eco-tipos en los diferentes periodos del día.

El ANDEVA realizado con los factores período del día (día y noche) y eco-tipo (cardumen, estrato, mixto y disperso), para la variable transformación de la energía retrodispersada de la agregación de jurel por unidad de área (s_A), mostró que existe una diferencia significativa en los periodos del día (ANDEVA: $F_{[1, 1021]} = 22,416$ $p = 0,000$). Los eco-tipos cardumen, estrato y mixto presentaron mayor s_A durante el día, el comportamiento inverso lo mostró el eco-tipo disperso, con mayor s_A durante la noche (Fig. 10). Para los distintos eco-tipos el s_A de jurel presentó una variación significativa (ANDEVA: $F_{[3, 1021]} = 247,642$, $p = 0,000$), donde se observó la tendencia: estrato > mixto > cardumen > disperso (Fig. 10).

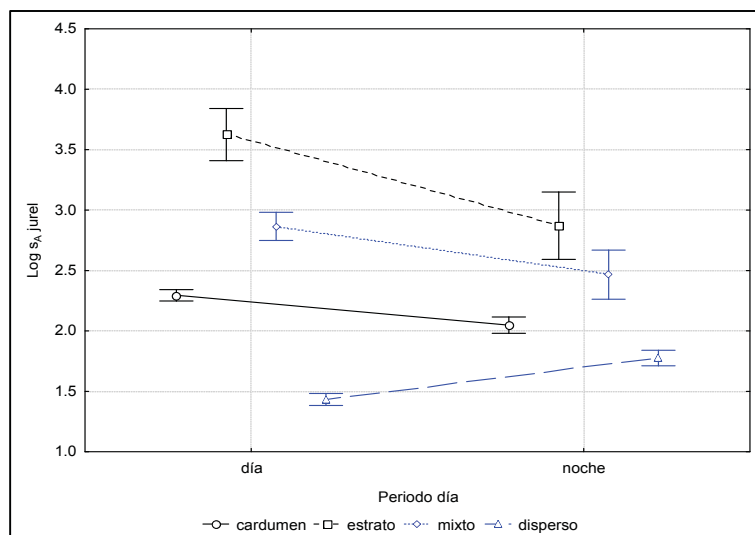


Figura 10. Promedio y desviación estándar de la transformación de energía retrodispersada de la agregación de jurel por unidad de área (s_A) de los diferentes eco-tipos, en el día y la noche.

Descripción morfométrica y batimétrica de las agregaciones

En la tabla 1 se presentan los resultados por períodos del día de las características morfométricas y batimétricas para las agregaciones detectadas. Debido al bajo número de agregaciones observadas en el período orto, los resultados obtenidos no son relevantes. En el caso de las características morfométricas se tiene información sólo de agregaciones tipo cardumen y estrato, ya que son éstas las que MOVIES+ reconoce, para los umbrales establecidos.

Tabla 1. Valores promedio y desviación estándar de los descriptores morfométricos y de posición de las agregaciones por periodos del día.

	orto			día			ocaso			noche		
	N	Prom	DS	N	Prom	DS	N	Prom	DS	N	Prom	DS
Prof prom	16	145,12	9,38	675	112,12	37,92	123	80,15	44,96	344	70,52	59,71
Longitud	4	23,97	10,43	334	85,03	150,06	63	67,46	78,66	160	97,85	159,41
Altura	4	5,58	0,75	333	10,73	6,16	63	8,57	5,47	160	10,92	5,63
Elongación	4	4,20	1,34	314	6,61	5,16	62	6,43	3,40	154	8,19	7,96
D. fractal	4	1,45	0,06	328	1,44	0,13	62	1,45	0,18	160	1,56	0,18
Area	4	73,59	23,98	333	414,87	843,89	63	285,86	428,74	160	477,45	861,34
Perimetro	4	91,68	28,51	328	329,33	510,73	62	387,33	720,48	160	680,16	1154,04

La descripción de la posición de la agregación en la columna de agua se hizo a través de la variable Prof. prom (profundidad promedio), donde se observó que de noche estas se ubican a una menor profundidad (70,52 m). Durante el orto el 100% de las agregaciones se distribuyeron entre los 119 y 160 m de profundidad. La distribución de frecuencia en el día mostró que el 38,7% de las agregaciones se encontraron entre los 100 y 140 m. En el ocaso se

observaron tres modas, la principal entre los 110 y 130 m (21,1%), la segunda entre los 40 y 50 m (18,7%) y la tercera más superficial entre los 0 y 10 m (10,6%). En la noche se observaron 2 modas, la principal es en superficie entre los 0 y 10 m (43,6%) y la segunda entre los 100 y 120 m (17,2%).

Para la descripción morfométrica se tienen 6 variables: longitud máxima, altura máxima, elongación, dimensión fractal, área y perímetro de la agregación. Para longitud máxima se observa en la distribución de frecuencia que durante el orto el 50% de las agregaciones presentaron una longitud máxima entre los 10 y 20 m, en el día el 56% entre 20 y 60 m, en el ocaso el 54% entre 10 y 40 m y en la noche el 54,4% entre 10 y 60 m. Además se observa que durante la noche se tuvo las agregaciones más grandes, ya que el 33,8% reportó una longitud máxima mayor a los 100 m.

Para la altura máxima se reportó durante el orto el 75% de las agregaciones con una altura entre los 4 y 6 m. Durante el día y la noche la distribución de frecuencia mostró una moda similar (79,9% y 64,4% respectivamente) entre los 4 y 14 m de altura. Para el ocaso la moda se presentó entre 2 y 10 m, con el 72,4% de las agregaciones dentro de ese rango.

La elongación (relación largo/alto de la agregación) mostró que durante la noche los valores promedio son mayores. Durante el orto el 100% de las agregaciones presentaron una elongación entre 2 y 6. La distribución de frecuencia mostró que durante el día el 62,1% de las agregaciones presentaron una elongación con valores de entre 2 y 7. Durante el ocaso se observó que el 58,1% presentó valores entre 3 y 7. En la noche se reportó que el 48,1% presentó valores entre 2 y 6. El mayor valor promedio durante la noche se debió, al igual que en el caso de largo máximo de la agregación, que en la distribución de frecuencia el 31,8% de las agregaciones mostró valores sobre 10 y en el día sólo en 18,5% sobrepasa este valor.

El descriptor dimensión fractal refleja el grado de cohesión, siendo valores cercanos a 1 representantes de agregaciones más compactas o proporcionales a formas más cuadradas, y valores cercanos a 2 a formas más irregulares y alargadas (Castillo *et al.*, 2003). Para el orto, día y ocaso se observó que la media se encuentra por debajo de 1,5 (valor medio de cohesión), presentando todos una moda entre 1,3 y 1,6, con una distribución de frecuencia de 100%, 76,5% y 69,4% respectivamente. Durante la noche la moda se encontró entre 1,50 y 1,8, que indica que las agregaciones son más disociadas o alargadas.

Para el área, al igual que los descriptores morfométricos largo máximo y elongación, el mayor valor promedio se presentó en la noche. Durante el orto el 100% de las agregaciones presentaron un área entre los 50 y 100 m². La distribución de frecuencia mostró que durante el día el 58,6% de las agregaciones reportaron un área con valores entre 50 y 250 m². Para ocaso y noche se presentó una moda similar entre los 10 y 200 m², con un 72,6% y 49,4% de las agregaciones respectivamente. Al igual que en el caso de los descriptores largo máximo y elongación, el mayor valor promedio durante la noche se debió a que el 33,8% de las agregaciones superan los 500 m² de área, en el caso del día sólo el 19,5% lo supera.

Un comportamiento similar presentó el descriptor perímetro, con un mayor valor promedio en la noche. Durante el orto el 100% de las agregaciones presentaron un perímetro entre 50 y 150 m. La distribución de frecuencia mostró una distribución similar entre el día y el ocaso, con una moda entre los 50 y 200 m, con un 52,1% y 61,3% de las agregaciones respectivamente. Durante la noche la moda se situó entre 1 y 200 m, con un 45% de las agregaciones dentro de ese rango. Al igual que en los casos anteriores (largo, elongación y área), el mayor valor promedio durante la noche se debió a que 41,3% de las agregaciones superan los 500 m de perímetro.

Análisis de componentes principales

Las variables energéticas, espaciales y morfométricas de las agregaciones: transformación de la energía retrodispersada de la agregación de jurel por unidad de área (LsAj), latitud (Lat), longitud (Lon), profundidad promedio (zprm), máxima longitud (maxl), máxima altura (maxh), elongación (elo), dimensión fractal (fra), área (area), perímetro (peri), se utilizaron para caracterizar las agregaciones a través de un análisis de componentes principales (ACP), realizado con el software SPSS versión 11.5.

Como primer paso se examinó la matriz de correlaciones (Tabla 2) entre las variables. Se observó la mayor correlación entre las variables morfométricas máximo largo, área, perímetro y elongación de la agregación.

Tabla 2. Matriz de correlación de las variables energéticas, de posición y morfométricas de las agregaciones.

	Lat	Lon	LsAj	zprm	maxl	maxh	elo	fra	area	peri
Lat	1									
Lon	0,68	1								
LsAj	-0,01	0,09	1							
zprm	-0,52	-0,36	-0,12	1						
maxl	-0,26	-0,23	0,42	0,12	1					
maxh	-0,36	-0,17	0,43	0,15	0,45	1				
elo	-0,16	-0,24	0,27	0,06	0,81	0,08	1			
fra	-0,32	-0,33	-0,13	0,12	0,38	0,39	0,42	1		
area	-0,30	-0,26	0,46	0,15	0,97	0,54	0,72	0,34	1	
peri	-0,33	-0,30	0,29	0,16	0,92	0,52	0,71	0,49	0,92	1

Con las variables antes mencionadas se generaron 10 componentes, donde los componentes 1, 2 y 3, fueron los utilizados, de acuerdo al criterio de Kaiser (valor propio mayor que el valor propio promedio de todos los ejes). Estos explican 45,49%, 19,24% y 11,39% de la variabilidad respectivamente (Tabla 3). El componente 1 se asoció a las variables morfométricas: máximo largo (con un grado de correlación de 0,93), área (0,93), perímetro (0,93), elongación (0,76), máxima altura (0,61) y dimensión fractal (0,56). El

componente 2 se asoció a las variables espaciales: latitud (0,7), longitud (0,67) y profundidad promedio (-0,65). En tanto que el componente 3 se asoció a la variable energética transformación de la energía retrodispersada de la agregación de jurel por unidad de área (0,58) (Tabla 4).

Tabla 3. Valores propios y grado de explicación de los ejes principales.

Componente	valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	4,55	45,49	45,49
2	1,92	19,24	64,73
3	1,14	11,39	76,12
4	0,88	8,85	84,96
5	0,65	6,47	91,43
6	0,40	4,03	95,45
7	0,26	2,62	98,07
8	0,11	1,14	99,22
9	0,06	0,58	99,79
10	0,02	0,21	100,00

Tabla 4. Correlación entre las variables y el eje factorial

	Componente		
	1	2	3
Lat	-0,51	0,70	-0,24
Lon	-0,45	0,67	0,05
LsAj	0,40	0,53	0,58
zprm	0,28	-0,65	0,19
maxl	0,93	0,28	-0,11
maxh	0,61	0,00	0,59
elo	0,76	0,23	-0,47
fra	0,56	-0,27	-0,35
area	0,93	0,25	0,02
peri	0,93	0,13	-0,12

Con respecto a los dos primeros componentes (Fig. 11), las variables morfométricas se encontraron correlacionadas positivamente con el componente 1 y componente 2, a excepción de la variable dimensión fractal con el componente 2 donde se observó correlacionada negativamente. La variable energética se encuentra correlacionada positivamente con ambos componentes y las variables espacial latitud y longitud se correlacionó negativamente con el componente 1 y positivamente con el componente 2. La variable profundidad promedio tuvo comportamiento inverso, correlacionándose positivamente con el componente 1 y negativamente con el componente 2.

Respecto a los datos acústicos, los mayores niveles del s_A (LsAj) del recurso jurel, se relacionaron con valores mayores de las variables morfométricas (máximo largo, máxima altura, elongación, área y perímetro). Además se presentó una correlación negativa entre la posición en la horizontal (latitud y longitud) y en la columna de agua (profundidad promedio) de las agregaciones, mostrando que las agregaciones costeras y al norte de la zona de estudio, se encuentran a una menor profundidad. La correlación positiva entre la profundidad promedio y la dimensión fractal explica que las agregaciones que se encuentran distribuidas en el sur y más oceánicas se encuentran menos cohesionadas (Fig. 11).

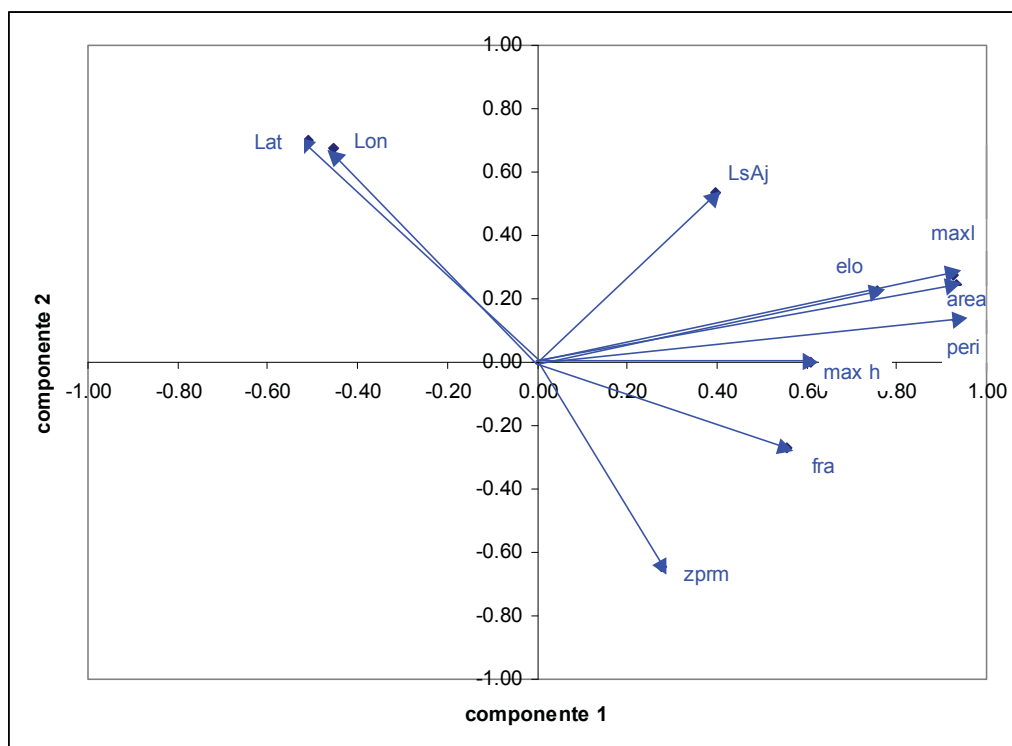


Figura 11: Ejes factoriales obtenidos del ACP.

Factores bióticos y abióticos de los eco-tipos con respecto a los periodos del día

Los eco-tipos estrato y mixto presentan un bajo número de observaciones, por lo que sus resultados no son concluyentes.

Profundidad promedio

El análisis de varianza (ANDEVA) realizado con los factores período del día (día y noche) y eco-tipo (cardumen, estrato, mixto y disperso), para la variable profundidad promedio de los ecotrazos mostró que no hay una variación significativa en los periodos del día (ANDEVA: $F_{[1, 1020]} = 0,520$, $p = 0,471$). Pero sí se observó para los eco-tipos cardumen y

disperso, una variación significativa durante los períodos día y noche (prueba Newman and Keuls), lo que indicó que hay una migración nictemeral de estas agregaciones, encontrándose a una mayor profundidad durante el día, migrando hacia la superficie de noche (Fig. 12). La profundidad promedio de los ecotrazos varía significativamente entre los distintos eco-tipos (ANDEVA: $F_{[3, 1020]} = 6,008$, $p = 0,000$), observándose que eco-tipo disperso se encuentran a una mayor profundidad que el eco-tipo cardumen (Fig. 12).

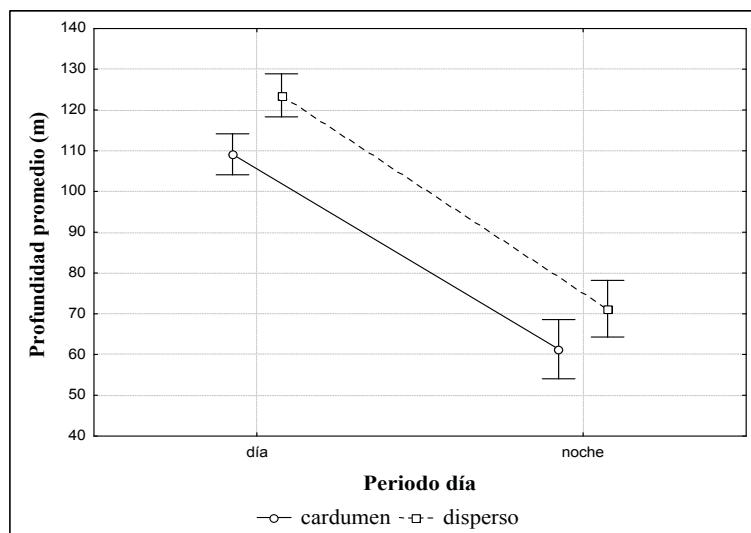


Figura 12. Promedio y desviación estándar de la profundidad promedio de los diferentes eco-tipos, en los períodos día y noche.

Temperatura

El ANDEVA realizado con los factores día y noche y eco-tipos (cardumen, estrato, mixto y disperso), para la variable temperatura donde los ecotrazos se distribuyeron, mostró que no hubo una variación significativa en los periodos del día (ANDEVA: $F_{[1, 913]} = 1,610$ $p = 0,205$), en el caso de los eco-tipos cardumen y disperso, existió diferencia significativa entre los períodos día y noche (prueba Newman and Keuls), debido a la migración en la columna de agua que se observó en el resultado anterior (Fig. 13). Para los distintos eco-tipos la temperatura donde se distribuyeron los ecotrazos no presentó una variación significativa (ANDEVA: $F_{[3, 913]} = 1,003$, $p = 0,391$). Para el día el eco-tipo cardumen se encuentra a una temperatura promedio superior, y en la noche es el eco-tipo disperso el que se encuentra a una temperatura promedio mayor (Fig 13).

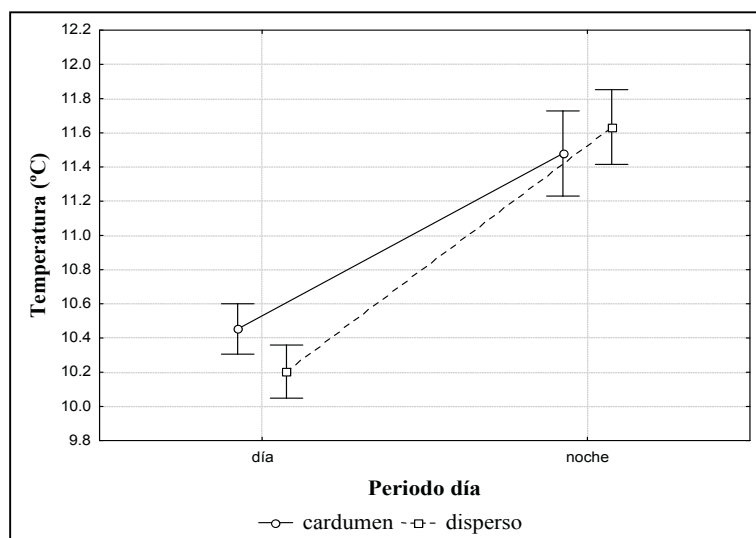


Figura 13. Promedio y desviación estándar de la temperatura donde se distribuyen los distintos eco-tipos, para los periodos día y noche.

Salinidad

El ANDEVA realizado con los factores día y noche y eco-tipo (cardumen, estrato, mixto y disperso), para la variable salinidad donde los ecotrazos se distribuyeron, mostró que no hubo una variación significativa en los periodos del día (ANDEVA: $F_{[1, 913]} = 2,370$ $p = 0,124$) en el caso de los eco-tipos cardumen y disperso, si existió diferencia significativa entre los periodos día y noche (prueba Newman and Keuls). Al igual que en la temperatura esto se debió a la migración en la columna de agua (Fig. 14). Para los distintos eco-tipos la salinidad donde se distribuyeron los ecotrazos presentó una variación significativa (ANDEVA: $F_{[3, 913]} = 3,857$, $p = 0,009$), durante el día se observó una diferencia significativa en los eco-tipos cardumen y disperso (prueba Newman and Keuls), donde se observó que el eco-tipo disperso se distribuyó en una salinidad superior que el eco-tipo cardumen (Fig. 14).

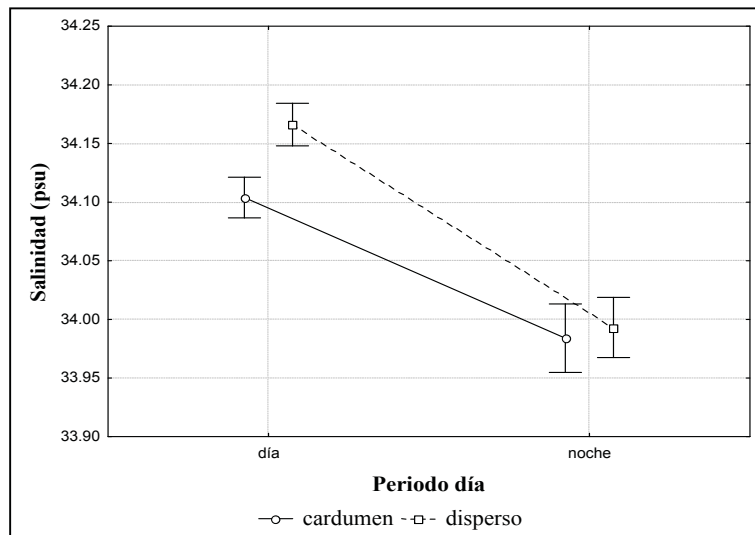


Figura 14. Promedio y desviación estándar de la salinidad donde se distribuyen los distintos eco-tipos, para los periodos día y noche.

Oxígeno disuelto

El ANDEVA realizado con los factores período del día y eco-tipo para la variable oxígeno disuelto donde los ecotrazos se distribuyeron mostró que no hubo variación significativa en los periodos del día (ANDEVA: $F_{[1, 514]} = 0,191$ $p= 0,662$) (Fig. 15). El nivel de oxígeno donde se distribuyen los ecotrazos es significativamente diferente entre los distintos eco-tipos (ANDEVA: $F_{[3, 514]} = 6,937$, $p= 0,000$), observándose que eco-tipo disperso se encontró distribuido en concentraciones menores de oxígeno disuelto que el eco-tipo cardumen (Fig. 15).

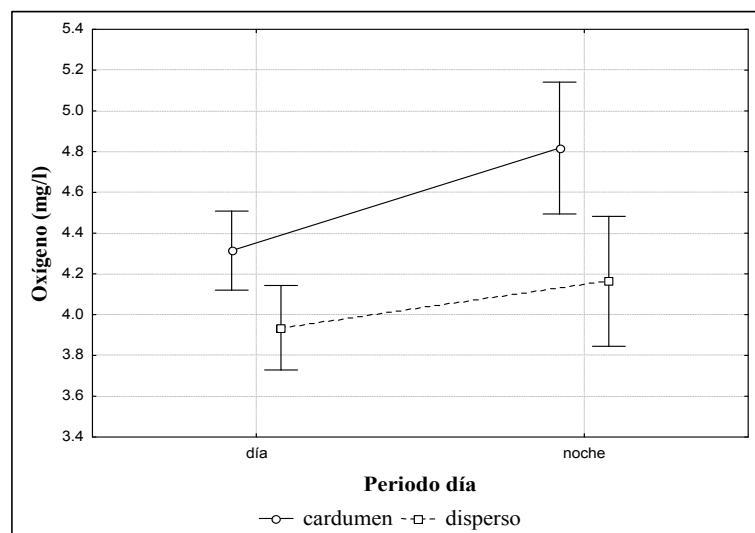


Figura 15. Promedio y desviación estándar del nivel oxígeno disuelto donde se distribuyen los distintos eco-tipos, para los periodos día y noche.

Índice de biomasa de presas

El ANDEVA realizado con los factores período del día y eco-tipo, para la variable índice de biomasa de presas total (s_A) de la UBM donde los ecotrazos se distribuyeron, mostró que hubo variación significativa en los periodos del día (ANDEVA: $F_{[1, 1021]} = 60,263$ $p=0,000$), se observó una mayor biomasa de presas durante el día que durante la noche (Fig. 16). Para los distintos eco-tipos el índice de biomasa de presas total de la UBM, no presentó una variación significativa (ANDEVA: $F_{[3, 1021]} = 1,811$, $p=0,143$) (Fig. 16).

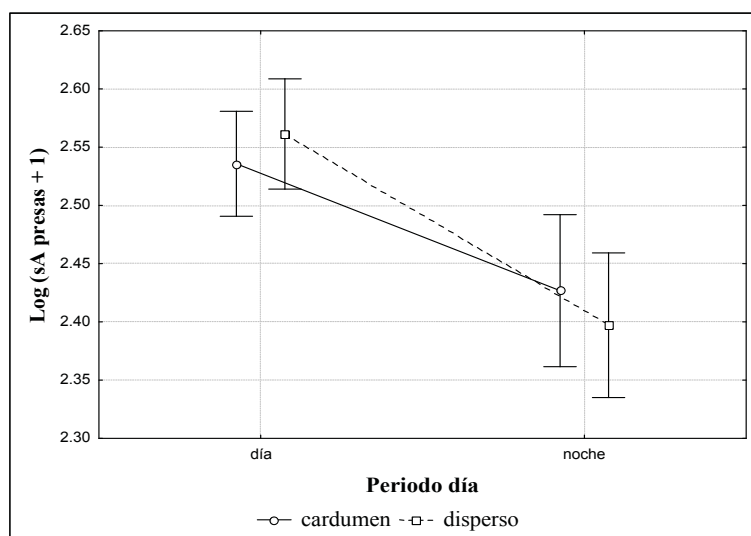


Figura 16. Promedio y desviación estándar del índice de biomasa de presas total (s_A) de la UBM donde se distribuyen los distintos eco-tipos, para los periodos día y noche.

Análisis de componentes principales

Las variables espaciales: latitud (Lat), longitud (Lon), distancia al mínimo valor de oxígeno (dmox), distancia a la termoclina (dter). Variables energéticas: transformación de la energía retrodispersada (LsAj), índice de biomasa de presas total (transformación s_A) de la UBM donde se distribuyó el ecotrazo (lapt), índice de biomasa de presas hasta los 200 metros de profundidad (lsp2). Variables oceanográficas: temperatura (tem), salinidad (Sal), densidad (dens), clorofila (cloa) y oxígeno (oxi) donde se encontraba distribuido el ecotrazo; y los parámetros derivados de estas variables: profundidad mínima de la termoclina (zin), profundidad máxima de la termoclina (zfi), profundidad promedio de la termoclina (pmt), menor temperatura de la termoclina (tin), mayor temperatura de la termoclina (tfi), gradiente promedio de la termoclina (grpt), máximo gradiente de la termoclina (mxgt), profundidad del máximo gradiente de la termoclina (zmgr), profundidad mínima de la picnoclina (zip), profundidad máxima de la picnoclina (zfp), menor densidad de la picnoclina (dini), mayor densidad de la picnoclina (dfin), gradiente promedio de la picnoclina (grpp), máximo gradiente de la picnoclina (mgrp), profundidad del máximo gradiente de la picnoclina (zmgp), mínimo valor de oxígeno (mox), profundidad del mínimo valor de oxígeno (zmox), máximo

gradiente de oxígeno (grmox), profundidad del máximo gradiente de oxígeno (zmgo), fueron examinadas a través de un análisis de componentes principales para los períodos día y noche, a través del software SPAD versión 4.5.

Con el ACP se generó un espacio factorial con las variables ambientales y espaciales, las cuales se denominaron variables activas (participan activamente en la generación de los ejes) y se utilizó como variable ilustrativa la transformación de la energía retrodispersada de jurel (s_A), la que no participa activamente del modelo, pero ayuda a la comprensión del problema, siendo interesante proyectarla en el espacio.

Para determinar si las variables se encuentran correlacionadas se calculó la matriz de correlaciones con las variables originales para ambos periodos del día (Anexo 4). Se observó una alta correlación entre las variables oceanográficas temperatura, salinidad y densidad, donde se distribuyen los ecotrazos. También se observó una alta correlación entre las variables derivadas de la termoclina y picnoclina.

A partir de esto se eliminaron variables que se encontraban fuertemente relacionadas entre sí. En el caso de las variables oceanográficas la variable eliminada fue la densidad, debido a que esta proviene de la ecuación de estado de temperatura y salinidad (UNESCO, 1983). Los parámetros derivados de la densidad fueron eliminados debido a la relación que existe entre la termoclina y la picnoclina. Los parámetros derivados de la temperatura, profundidad mínima y máxima de la termoclina, menor y mayor temperatura de la termoclina, máximo gradiente de la termoclina y profundidad del máximo gradiente de la termoclina fueron eliminados debido a su alta correlación. De los parámetros derivados del oxígeno se eliminaron máximo gradiente de oxígeno, profundidad del máximo gradiente de oxígeno, debido a su alta correlación con el valor de el mínimo valor de oxígeno en el caso del período nocturno. Las matrices de correlación resultantes para los periodo diurno y nocturno se muestran a continuación (Tabla 5 y 6) .

Tabla 5. Matriz de correlaciones de las variables espaciales, energéticas y oceanográficas, para el periodo día.

	Lat	Lon	lapt	lsp2	temp	Sali	cloa	oxi	pmt	grpt	mox	zmox	dmox	dter
Lat	1													
Lon	0,52	1												
lapt	0,27	0,68	1											
lsp2	-0,08	-0,22	0,15	1										
temp	0,38	0,47	0,44	0,01	1									
Sali	-0,24	-0,03	0,06	-0,14	-0,49	1								
cloa	0,22	0,26	0,13	0	0,71	-0,25	1							
oxi	0,31	0,08	-0,12	0,04	0,37	-0,68	0,34	1						
pmt	-0,47	-0,61	-0,75	-0,04	-0,36	0,02	-0,08	0,05	1					
grpt	0,79	0,35	0,15	0,1	0,06	-0,16	-0,04	0,21	-0,25	1				
mox	-0,38	-0,82	-0,78	0,22	-0,47	-0,14	-0,2	0,2	0,67	-0,08	1			
zmox	0,83	0,22	0,05	-0,05	0,13	-0,18	0,1	0,22	-0,22	0,65	-0,19	1		
dmox	0,74	0,46	0,42	0,17	0,65	-0,63	0,38	0,5	-0,54	0,52	-0,36	0,62	1	
dter	-0,2	-0,27	-0,31	-0,27	-0,72	0,77	-0,44	-0,58	0,24	-0,11	0,13	0,03	-0,71	1

Tabla 6. Matriz de correlaciones de las variables espaciales, energéticas y oceanográficas, para el periodo noche.

	Lat	Lon	lapt	lsp2	temp	Sali	cloa	oxi	pmt	grpt	mox	zmox	dmox	dter
Lat	1													
Lon	0,78	1												
lapt	0,61	0,7	1											
lsp2	0,64	0,65	0,89	1										
temp	0,86	0,66	0,44	0,56	1									
Sali	-0,64	-0,24	-0,11	-0,33	-0,85	1								
cloa	-0,06	-0,41	-0,33	-0,16	0,2	-0,4	1							
oxi	-0,1	-0,58	-0,47	-0,24	0,12	-0,61	0,64	1						
pmt	-0,89	-0,82	-0,71	-0,62	-0,61	0,3	0,33	0,4	1					
grpt	0,87	0,42	0,45	0,53	0,77	-0,76	0,14	0,25	-0,69	1				
mox	-0,71	-0,91	-0,74	-0,58	-0,5	0,01	0,41	0,72	0,84	-0,38	1			
zmox	0,82	0,59	0,38	0,38	0,76	-0,55	0,22	-0,03	-0,71	0,65	-0,62	1		
grmox	0,72	0,92	0,77	0,65	0,47	-0,05	-0,49	-0,67	-0,85	0,38	-0,9	0,5	1	
zmgo	-0,69	-0,94	-0,68	-0,61	-0,55	0,19	0,55	0,58	0,81	-0,4	0,82	-0,41	0,87	1
dmox	0,9	0,52	0,44	0,5	0,84	-0,76	0,21	0,18	-0,77	0,88	-0,48	0,87	1	1
dter	-0,79	-0,31	-0,3	-0,42	-0,8	0,85	-0,33	-0,42	0,59	-0,89	0,24	-0,73	-0,96	1

Periodo diurno

Con las variables presentes en la tabla 5 se generaron 14 componentes, donde los componentes 1, 2, 3 y 4, califican según el criterio de Kaiser, explicando el 82,31% de la variabilidad total, siendo el componente 1 el que explica el 38,4% del total (tabla 7). El componente 1 se asoció a las variables espaciales: latitud (con un grado de correlación de -0,77%), longitud (-0,72%), distancia al mínimo valor de oxígeno (-0,92%) y distancia a la termoclina (0,66%). A la variable energética: índice de biomasa de presas total (transformación s_A) de la UBM donde se distribuyó el ecotrazo (-0,61); a la variable oceanográfica temperatura (-0,76%), al parámetro derivado de la temperatura: profundidad media de la termoclina (0,66%). El componente 2 se asoció a las variables oceanográficas: salinidad (-0,73%) y oxígeno (0,7%) y al parámetro asociado al oxígeno: mínimo valor de

oxígeno (0,68%). El componente 3 se asoció al parámetro derivado de la temperatura: gradiente promedio de la termoclina (-0,71%) y al parámetro derivado del oxígeno: profundidad del mínimo valor de oxígeno (-0,74%). El componente 4 se asoció a la variable energética: índice de biomasa de presas hasta los 200 metros de la UBM donde se distribuyó el ecotrazo (-0,85) (Tabla 8)

Tabla 7. Valores propios y grado de explicación de los ejes principales

Componente	valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	5,38	38,4	38,4
2	2,77	19,8	58,19
3	2,12	15,14	73,33
4	1,26	8,97	82,31
5	0,79	5,66	87,97
6	0,48	3,42	91,4
7	0,37	2,64	94,04
8	0,29	2,1	96,14
9	0,18	1,28	97,42
10	0,14	1,03	98,44
11	0,11	0,75	99,2
12	0,06	0,41	99,61
13	0,04	0,3	99,9
14	0,01	0,1	100

Tabla 8. Correlación entre las variables activas e ilustrativas y el eje factorial.

	Componente			
	1	2	3	4
Lat	-0,77	-0,08	-0,57	0,1
Lon	-0,72	-0,49	0,11	0,16
lapt	-0,61	-0,55	0,34	-0,31
lsp2	-0,05	0,26	0,08	-0,85
temp	-0,76	0,18	0,44	0,2
Sali	0,5	-0,73	-0,08	0,05
cloa	-0,48	0,27	0,37	0,4
oxi	-0,44	0,7	-0,05	0,15
pmt	0,66	0,5	-0,1	0,26
grpt	-0,52	-0,02	-0,71	-0,17
mox	0,61	0,68	-0,26	-0,13
zmox	-0,53	0	-0,74	0,11
dmox	-0,92	0,23	-0,13	-0,13
dter	0,66	-0,52	-0,42	0,18
LsAj	-0,13	0,27	0,38	-0,18
zprm	0,79	-0,3	-0,4	0,24
MaxL	0,01	0,18	0,06	-0,09
MaxH	0,04	0,14	0,19	-0,14
Fra	-0,04	0,09	0,05	-0,03

Con respecto a los dos primeros componentes, las variables espaciales latitud, longitud y distancia al mínimo valor de oxígeno se encuentran correlacionadas negativamente con el componente 1 y la distancia a la termoclina en forma positiva al mismo componente. Además, esta se encuentra correlacionada negativamente al componente 2 al igual que la latitud y longitud. La distancia al mínimo valor de oxígeno se encuentra correlacionada positivamente al componente 2. Las variables de energía se muestran correlacionadas negativamente con el componente 1, el índice de presas total se reportó correlacionado negativamente con el componente 1 y el índice de presas a los 200 m presentó una correlación positiva con el mismo componente. Las variables oceanográficas se encuentran correlacionadas negativamente al componente 1 y positivamente al componente 2; ésto a excepción de la variable salinidad que se encuentra en el cuadrante opuesto. Las variables profundidad media de la termoclina y mínimo valor de oxígeno se correlacionan de forma positiva con ambos componentes. El gradiente promedio de la termoclina se correlaciona negativamente con ambos componentes y la profundidad del mínimo valor de oxígeno presentó una correlación negativa con el componente 1 y no tiene correlación con el componente 2. Las variables ilustrativas transformación de la energía retrodispersada (LsA_j) del recurso y dimensión fractal se correlacionan negativamente con el componente 1 y las variables máximo largo, ancho y profundidad promedio de la agregación se correlacionan positivamente. Con respecto al componente 2 todas las variables, excepto la profundidad promedio se correlacionan positivamente (Fig. 17).

Respecto a la distribución de los ecotrazos se observó que agregaciones más costeras y ubicadas al norte de la zona de estudio se encuentran a mayores temperaturas y menores salinidades. Estas agregaciones se encuentran a una mayor distancia del mínimo valor de oxígeno y a una mayor distancia de la termoclina. Con respecto a las variables oceanográficas se observa una profundización de la termoclina, aumento del gradiente promedio y incremento de los valores mínimos de oxígeno, a medida que avanzan hacia el sur y hacia el sector oeste de la zona de estudio. Los datos acústicos mostraron que los mayores niveles de s_A de jurel se relacionan con mayores niveles del índice de biomasa de presas hasta los 200 m, y a mayores niveles de oxígeno y clorofila (Fig. 17).

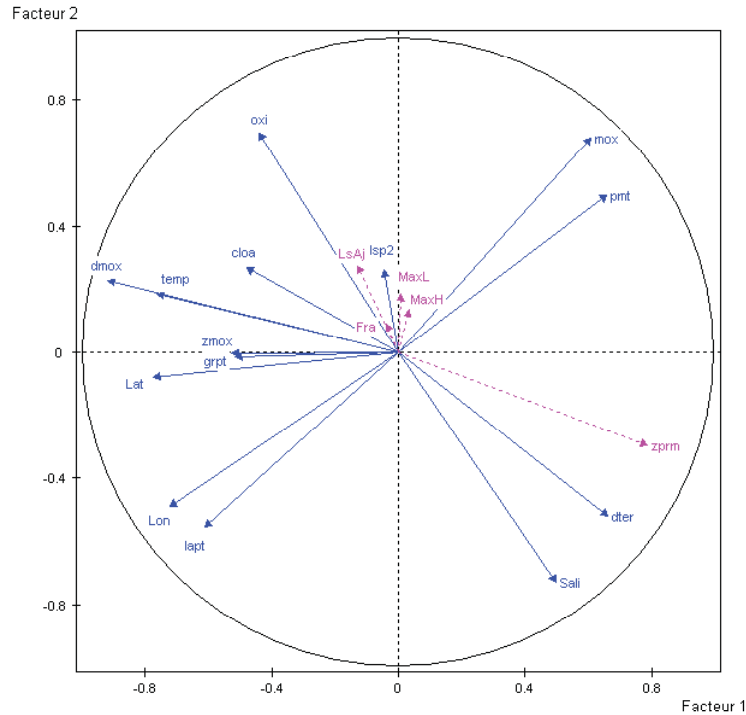


Figura 17. Ejes factoriales (1 y 2) obtenidos del ACP (en azul variables activas y en fucsia variables ilustrativas).

Periodo nocturno

Con las variables presentes en la tabla 6, se generaron 13 componentes, donde los componentes 1 y 2 fueron los utilizados siguiendo el criterio de Kaiser. Estos explican 57,19% y 25,77% de la variabilidad respectivamente (Tabla 9). El componente 1 se asoció a las variables espaciales latitud (con un grado de correlación de $-0,98$), longitud ($-0,78$), distancia al mínimo valor de oxígeno ($-0,92$) y distancia a la termoclina ($0,81$); a las variables energéticas índice de biomasa de presas total (transformación S_A) de la UBM donde se distribuyo el ecotrazo ($-0,69$), índice de biomasa de presas hasta los 200 metros de profundidad ($0,72$), a la variable oceanográfica temperatura ($-0,88$); a los parámetros derivados de la temperatura: profundidad media de la termoclina ($0,88$) y gradiente promedio de la termoclina ($-0,85$); y a los parámetros derivados del oxígeno mínimo valor de oxígeno ($0,72$) y profundidad del mínimo valor de oxígeno ($0,81$). El componente 2 se asoció a las variables oceanográficas: oxígeno ($0,95$), clorofila ($0,78$) y salinidad ($-0,67$) (Tabla 10).

Tabla 9. Valores propios y grado de explicación de los ejes principales

Componente	valor propio	% de la varianza	% acumulado
1	8,01	57,19	57,19
2	3,61	25,77	82,96
3	0,86	6,14	89,09
4	0,62	4,44	93,53
5	0,47	3,33	96,86
6	0,16	1,16	98,02
7	0,09	0,62	98,64
8	0,08	0,58	99,22
9	0,06	0,45	99,68
10	0,02	0,16	99,84
11	0,02	0,11	99,95
12	0,01	0,05	99,99
13	0,00	0,01	100

Tabla 10. Correlación entre las variables activas e ilustrativas y el eje factorial.

	Componente	
	1	2
Lat	-0,98	0
Lon	-0,78	-0,51
lapt	-0,69	-0,5
lsp2	-0,72	-0,27
temp	-0,88	0,26
Sali	0,65	-0,67
cloa	0,02	0,78
oxi	0,11	0,95
pmt	0,88	0,32
grpt	-0,85	0,33
mox	0,72	0,62
zmox	-0,84	0,15
dmox	-0,92	0,31
dter	0,81	-0,53
LsAj	0,1	0,16
zprm	0,89	-0,35
MaxL	0,22	0,05
MaxH	0,36	0,01
Fra	0,48	0,05

Con respecto a los dos primeros componentes, las variables espaciales se encontraron correlacionadas negativamente con el componente 1, a excepción de la variable distancia a la termoclina (Fig. 18). Con el componente 2 se encuentran correlacionadas negativamente la longitud y distancia a la termoclina y positivamente la distancia al mínimo valor de oxígeno,

mientras que la latitud no tiene correlación con este componente. Las variables de energía se presentan correlacionadas negativamente con ambos componentes. Las variables oceanográficas se encuentran correlacionadas positivamente con ambos componentes, a excepción de la temperatura en el componente 1 y salinidad en el componente 2. Las variables derivadas de la temperatura y oxígeno se reportan correlacionadas positivamente con el componente 2. Con respecto al componente 1 la profundidad media a la termoclina y el mínimo valor de oxígeno se encuentran correlacionados positivamente, mientras que el gradiente promedio de la termoclina y profundidad del mínimo valor de oxígeno presentaron una correlación negativa. Las variables ilustrativas transformación de la energía retrodispersada ($LsAj$) del recurso, máximo largo, máxima altura, dimensión fractal de la agregación se correlacionan positivamente con ambos componentes. La variable profundidad promedio de la agregación se correlaciona positivamente con el componente 1 y negativamente con el componente 2 (Fig. 18).

Respecto a la distribución de los ecotrazos se observó, al igual que en el periodo diurno, que las agregaciones más costeras y ubicadas al norte de la zona de estudio se encuentran a mayores temperaturas y menores salinidades, una mayor distancia del mínimo valor de oxígeno y a una mayor distancia de la termoclina. Las variables oceanográficas presentan un comportamiento similar al del periodo diurno. El índice de abundancia de presas total y hasta los 200 m es mayor en las zonas más costeras y al norte de la zona de estudio. El índice de presas totales aumenta a medida que aumenta el índice de presas hasta los 200 m. Los datos acústicos presentaron durante el día mayores niveles de s_A de jurel asociados a mayores niveles de oxígeno y clorofila, lo que también se observó en el periodo nocturno. La variable s_A de jurel presenta una correlación negativa con el índice de biomasa de presas total y hasta los 200 m, al igual que la dimensión fractal, lo que indica que agregaciones más cohesionadas o de formas más compactas están presentes cuando el índice de biomasa es mayor (Fig. 18).

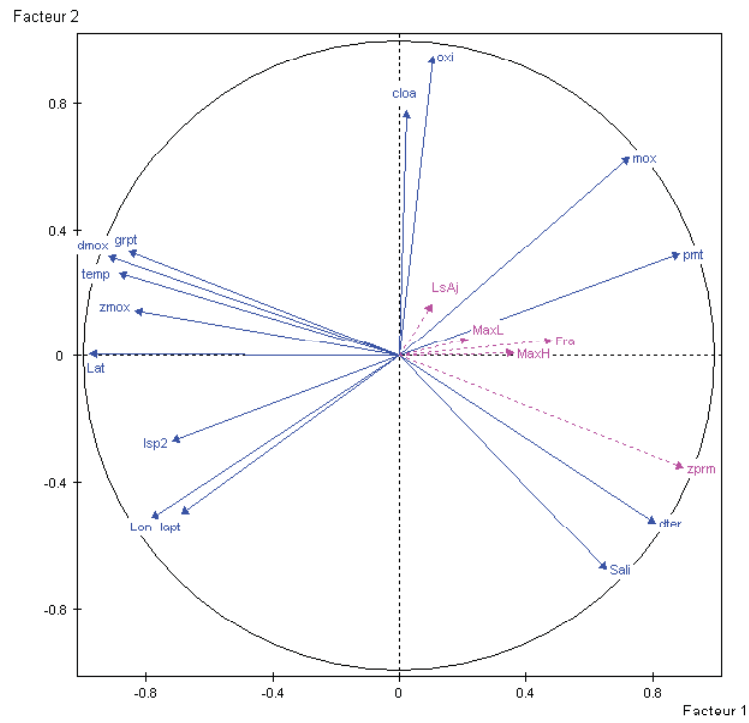


Figura 18. Ejes factoriales (1 y 2) obtenidos del ACP (en azul variables activas y en fucsia variables ilustrativas)

DISCUSIÓN

Cambios en la distribución vertical y en el comportamiento gregario de los peces son en respuesta de los ciclos diarios de luz (Didrikas, 2005). El jurel cambia de acuerdo a los periodos del día; es así que se observó en este estudio que el jurel se encuentra agregado en estructuras densas y en profundidad durante el día y en agregaciones más dispersas y en superficie de noche (Fig. 9). Este comportamiento es observado por Barbieri *et al.* (1998) para la misma especie, por Freón *et al.* (1996) para *Sardina pilchardus* y *Sardinella aurita*, Gauthier y Rose (2002) para *Sebastes spp.* y Cardinale *et al.* (2003) para *Clupea harengus* y *Sprattus sprattus*. Un comportamiento gregario opuesto observó Bertrand *et al.* (2004) para el jurel en los años 1997, 1998 y 1999. Permanecer en agregaciones más compactas durante el día parece ser una estrategia para mantenerse en las áreas de alimentación, y luego en la noche disgregarse para la búsqueda de alimento y redistribución de los peces (Barbieri *et al.*, 1998). Con respecto a la densidad de los ecotrazos, se observó que esta es mayor durante el día. Resultados similares fueron observados por Barbieri *et al.* (1998). Sin embargo Leiva (2004) observa la tendencia opuesta, donde la densidad del jurel aumenta en el periodo nocturno.

En este estudio el jurel se encontró a menores profundidades durante la noche, en su fase activa y de alimentación, ubicándose en dos rangos 0-10 m y 100-120 m; migrando este hacia el fondo durante el día ubicándose entre los 100 y 140 m, formando una estructura pasiva y de confort, debido a que las presas se encuentran fuera de su alcance (Barbieri *et al.*, 1998). Los patrones de migración nictemeral de los peces pelágicos representan el mayor fenómeno ecológico (Cardinale *et al.*, 2003). La distribución y movimiento de las presas son consideradas el factor más importante que determina la distribución vertical de los peces (Didrikas, 2005). Es probable que los organismos del zooplancton realicen estas migraciones diarias, debido a que son más dependientes de los fenómenos físicos que los peces o se puede deber a una estrategia de evitamiento a la depredación (Barange, 1994; Cardinale *et al.*, 2003). Hernández (2004) observó para 1997, 1998 y 1999 en la misma zona de estudio, migraciones nictemerales de las potenciales presas de jurel en el área oceánica. Las migraciones nictemerales realizadas por las potenciales presas de jurel presentan un rango bastante amplio, según lo descrito por Leiva (2004), donde se observó que de día las presas se encuentran a 300 o 500 m, subiendo a la superficie en el ocaso. Gauthier y Rose (2002) presentaron la hipótesis de que los peces que no están en la fase de alimentación migran a zonas de temperatura óptima donde tienen un mayor control metabólico.

Los resultados de este estudio revelan que existen diferencias en las características morfométricas de las agregaciones durante el ciclo nictemeral, ya que estas características están relacionadas con el ciclo del día (Petitgas y Levenez, 1996), observándose que es durante la noche en que se tiene las agregaciones más extensas y de mayor elongación. Resultados similares fueron encontrados por Castillo *et al.* (2003) en el caso de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* (en la zona norte de Chile). El nivel de biomasa se encuentra correlacionado positivamente con las características morfométricas, en contraposición a lo encontrado por Petitgas y Levenez (1996). Esto se podría deber a que en el análisis se utiliza sólo la información de las agregaciones compactas (cardumen y estrato). De acuerdo con el

grado de cohesión de las agregaciones se obtuvo que éstas se encuentran más disociadas o alargadas de noche. Esto ocurre porque en este periodo la agregación se encuentra en una fase de búsqueda, por lo que requiere cubrir una mayor área y también puede ser afectada por la luminosidad, ya que en la oscuridad el contacto visual entre peces es menor, lo que puede hacer perder la cohesión del grupo (Soria *et al.*, 2003). La variabilidad en la estructura de las agregaciones probablemente es el resultado de muchos factores y estímulos que operan a diferentes escalas (Gauthier y Rose, 2002). Es así que la distribución horizontal muestra que las agregaciones que se encuentran en áreas más costera y en el norte de la zona de estudio están a una menor profundidad y presentan una mayor cohesión. Estos resultados concuerdan con lo descrito por Córdova (2003), donde se observó la profundización de las agregaciones en el sector sur y oceánico, siendo esta observación recurrente en las prospecciones realizadas en 1997, 1999, 2000, 2001 y 2002. El cambio en el grado de cohesión de las agregaciones también fue observado por Lillo *et al.* (2004) para *Micromesistius australis* donde existen diferencias significativas entre latitudes. Barange (1994) observó para jurel un cambio en las características morfométricas dependiendo del dominio ecológico donde se presentan las agregaciones. El evitamiento a los depredadores también puede causar un cambio en la estructura de la agregación. En el caso del jurel es muy probable que su principal predador sea la flota pesquera (Quiñones *et al.*, 1997), provocando que las agregaciones se profundicen y compriman su tamaño al paso del barco (Soria *et al.*, 2003).

De acuerdo a los parámetros abióticos temperatura y salinidad, se observó diferencias en los eco-tipos cardumen y disperso de acuerdo al ciclo del día. Resultados similares fueron encontrados por Bertrand *et al.* (2006) en 1997, 1998 y 1999. Es así que durante el día las agregaciones se encontraron a menores temperaturas y mayores salinidades. Al encontrarse en aguas más frías y más salinas, durante este período, favorecería la boyantez del recurso, que permanece en estructuras pasivas y de confort (Barbieri *et al.*, 1998). Durante el día se observan diferencias en la distribución de los eco-tipos con respecto a las variables temperatura y salinidad (Fig.13 y 14), encontrándose el eco-tipo cardumen a una mayor temperatura y menor salinidad que el eco-tipo disperso. Durante la noche estas diferencias son menos evidentes; esto se puede deber a que las presas se encuentran disponibles y la distribución de las agregaciones ya no depende de las condiciones abióticas (Bertrand *et al.*, 2006). Además se detectaron variaciones en el plano horizontal, donde las agregaciones más costeras y ubicadas al norte de la zona de estudio se encontraron a mayores temperaturas y menores salinidades. Este comportamiento se puede deber a que los peces más jóvenes se mantienen en masas de agua más cálidas, y los peces de mayor edad se encuentran en masas de agua más frías y más al sur (Grechina. 1998).

El nivel de oxígeno disuelto no presenta diferencias entre los períodos del día, lo que se puede deber a que los umbrales de este parámetro son más estrechos, por lo que éste parámetro abiótico sería el que determinaría la distribución vertical y la organización espacial de los peces (Bertrand *et al.*, 2006). Respecto a los diferentes eco-tipos se tiene que existen diferencias en la distribución de acuerdo a la concentración de oxígeno disuelto. Las agregaciones tipo cardumen se presentan en umbrales superiores a los de la agregación dispersa, tanto de día como de noche. Esto se podría deber a que agregaciones más densas

requieren de una mayor condición inicial de oxígeno disuelto, ya que la respiración de los peces puede provocar el agotamiento local de este parámetro (Bertrand *et al.*, 2006). Los datos acústicos muestran que los mayores niveles de s_A de jurel se encontrarían asociados a mayores niveles de oxígeno y clorofila; esto también fue encontrado por Yáñez *com. pers.* para la misma especie. Estos parámetros también pueden influenciar los movimientos horizontales de las especies. Brill *et al.* (2002) observó para *Thunnus thynnus* una alta influencia de la claridad del agua y productividad primaria.

El parámetro biótico denominado índice de biomasa de presas, se observó que es durante el periodo diurno que los peces permanecen en zonas de mayor concentración de presas. Además se observó que para este período existe una correlación positiva entre el s_A de jurel y el índice de biomasa de presas. Leiva (2004) indica que ésto se debe al comportamiento predador de la especie, que prefiere zonas con mayor concentración de presas. Durante el período nocturno se observa una correlación negativa entre el s_A de jurel y el índice de biomasa de presas. Quiñones *et al.* (1997) plantean que una correlación puede ser negativa si se muestrea en un momento en que el predador ha prácticamente agotado las presas en un área determinada; además plantean una hipótesis alternativa, la baja densidad de presas se puede deber a las características bioceanográficas presentes en la zona. La interacción predador-presa se encuentra influenciada por la escala de observación usada, además está influenciada por la variabilidad del régimen oceanográfico físico (Rose y Leggett, 1990). Los resultados obtenidos en este estudio muestran la interacción predador-presa a pequeña escala (0,5 mn); la correlación negativa en el período nocturno fue observada también por Hernández (2004) en 1999. Este resultado difiere a lo encontrado por Hernández (2004) en los años 1997 y 1998 y por Rose y Leggett (1990) para bacalao y capelin. Bertrand *et al.* (2004) plantea que cuando densos parches de presas están presentes en zonas cercanas a la distribución de jurel, altas densidades de peces se encuentran cerca de estos parches; pero a pequeña escala la interacción entre estos no es apreciable.

CONCLUSIONES

Del análisis realizado en el periodo de migración trófica del recurso, sobre las características morfométricas, energéticas y espaciales de las agregaciones según el ciclo nictemeral, se concluye lo siguiente:

- El ciclo nictemeral afecta la distribución vertical y el comportamiento de las agregaciones para la zona y periodo de estudio. Durante el periodo diurno las agregaciones permanecen a una profundidad entre 100 y 140 m, formando principalmente agregaciones compactas. En el periodo nocturno las agregaciones permanecieron en dos rangos de profundidad, uno en superficie entre los 0 a 10 m y el otro más profundo entre los 100 a 120 m, presentando agregaciones menos densas, más alargadas y disociadas que en el periodo diurno. La altura de las agregaciones fue similar durante el período diurno y nocturno.
- Mayores niveles de s_A de jurel se relacionan a mayores valores de variables morfométricas (longitud máxima, máxima altura, elongación, área y perímetro).
- Las características espaciales y morfométricas de las agregaciones varían de acuerdo a la posición en el plano horizontal, donde agregaciones más costeras y al norte de la zona de estudio se encuentran a una menor profundidad y menos cohesionadas.

Del análisis de la relación entre la distribución espacial del jurel y las variables ambientales, según el ciclo nictemeral se concluye lo siguiente:

- Los parámetros abióticos temperatura y salinidad donde se distribuyen las agregaciones de jurel se ven influenciados por el ciclo nictemeral, encontrándose las agregaciones a una menor temperatura y mayor salinidad durante el día. Es durante este periodo donde se observa una distribución diferenciada de acuerdo a los distintos eco-tipos, las agregaciones dispersas se encuentran a una menor temperatura y mayor salinidad que las agregaciones más compactas (cardumen).
- El parámetro abiótico oxígeno donde se distribuyen las agregaciones de jurel no se ve afectado por el ciclo nictemeral. La estrategia de ocupación del espacio se ve afectada observándose que agregaciones más compactas se ubican a mayores concentraciones de oxígeno que agregaciones más dispersas.
- De acuerdo al parámetro biótico índice de biomasa de presas en la UBM donde se distribuye la agregación de jurel, se observó que durante el periodo diurno las agregaciones se encuentran en zonas con mayor concentración de presas. En el día se

observó que a medida que aumentó la concentración de presas, la densidad de jureles aumenta. En el período nocturno no se observó asociación entre el jurel y las presas.

- Los valores de los parámetros ambientales donde se distribuyó el jurel varían de acuerdo a la posición en el plano horizontal. Se observa que las agregaciones más oceánicas y al sur de la zona de estudio se encuentran a menores temperaturas y mayores salinidad.
- Los datos acústicos (s_A jurel) muestran que mayores densidades del recurso se encuentran donde hay mayores niveles de oxígeno y clorofila.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcos, D., Cubillos, L., y S. Núñez. 2001.** The jack mackerel fishery and El Niño 1997-98 effects off Chile. *Progress in Oceanography*, 49: 597-617.
- Barange, M. 1994.** Acoustic identification, classification and structure of biological patchiness on the edge of the agulhas bank and its relation to frontal features. *South African Journal of Marine Science*, 14: 333-347.
- Barbieri, M., Córdova, J., Lillo, S., Castillo, J., Böhm, G., Blanco J., Yáñez, E., Catasti, V., Robotham, H., Arancibia, H., Guzmán, O., y F. Gerlotto. 1998.** Evaluación hidroacústica del recurso jurel en la zona cetro-sur (fase crucero metodológico). Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso. 113 pp
- Bernal, P. 1990.** La oceanografía del sistema de corrientes de Chile-Perú en relación a las pesquerías pelágicas: Una revisión. En: Barbieri, M. A. (Ed). *Perspectivas de la actividad pesquera en Chile*. Escuela de Ciencias del Mar. 35-48.
- Bertrand, A., Barbieri, M., Córdova, J., Hernández, C., Gómez, F. y F. Leiva. 2004.** Diel vertical behaviour, predator-prey relationships and occupation of space by jack mackerel (*Trachurus murphyi*) off Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 1105-1112.
- Bertrand, A., Barbieri, M., Gerlotto, F., Leiva, F. y J Córdova. 2006.** Determinism and plasticity of fish schooling behaviour: the example of the South Pacific jack mackerel (*Trachurus murphyi*). *Marine Ecology Progress Series*, 311: 145-156.
- Brill, R., Lutcavage, M., Metzger, G., Bushnell, P., Arendt, M., Lucy, J., Watson, C., y D. Foley. 2002.** Horizontal and vertical movements of juvenile bluefin tuna (*Thunnus thynnus*), in relation to oceanographic conditions of the western North Atlantic, determined with ultrasonic telemetry. *Fishery Bulletin*, 100: 155-167.
- Caballero, L. 1993.** Análisis de operación y rentabilidad de las embarcaciones cerqueras industriales de la zona norte de Chile (Arica –Antofagasta) en el período 1980-87. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, 131 pp.
- Cardinale, M., Casini, M., Arrhenius, F. y N. Hakansson. 2003.** Diel spatial distribution and feeding activity of herring (*Clupea harengus*) and sprat (*Spratus spratus*) in the Baltic Sea. *Aquatic Living Resources*, 16: 283-292.

- Castillo, J., Saavedra, A., Gálvez, P., Espejo, M., y M. Barbieri. 2003.** Evaluación hidroacústica del reclutamiento de anchoveta y sardina común entre la V y X Regiones, año 2002. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso. 203 pp.
- Córdova, J., Barbieri, M. A., y S. Lillo. 1998.** Evaluación hidroacústica de jurel. En evaluación hidroacústica de jurel la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 161 pp.
- Córdova, J., Barbieri, M. A., y S. Lillo. 1999.** Evaluación hidroacústica de jurel. En evaluación hidroacústica de jurel la ZEE de Chile. Instituto de Fomento Pesquero, Santiago, Chile. 200 pp.
- Córdova, J., Barbieri, M. A. y M. Espejo. 2003.** Evaluación hidroacústica de jurel en la ZEE año 2002. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso. 198 pp.
- Didrikas, T. 2005.** Distribution and activity of pelagic fish-acoustic studies in The Baltic Sea. Tesis Doctoral en Marine and Brackish water ecology. Stockholm University, Stockholm, Sweden, 26 pp.
- Diner, N., Marchalot, C. y L. Berger. 2001.** Echo-integration by shoal using MOVIES+ software. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris. 32pp.
- Eastman, J. R. 1999.** IDRISI 32 Tutorial Clark University, Worcester, MA, USA. 298 pp.
- Forbes, S. T. y O. Nakken. 1974.** Manual de métodos para el estudio y la evaluación de los recursos pesqueros. Parte 2. Utilización de instrumentos acústicos para la localización de peces y la estimación de su abundancia. Manual de Ciencias Pesqueras (5), FAO, Roma. 144 pp.
- Freón, P., Gerlotto, F., y M. Soria. 1996.** Diel variability of school structure with special reference to transition periods. ICES Journal of Marine Science, 53: 459-464.
- Galaktionov, G. 1994.** Formación de cardúmenes y migraciones verticales diarias del jurel peruano. En: D. Arcos y A. S. Grechina (Eds.). Biología y pesca comercial del jurel en el Pacífico Sur. Instituto de Investigación Pesquera. Editora Aníbal Pinto. 213 pp.
- Ganoza, F. 1998.** Abundancia y comportamiento del jurel (*Trachurus picturatus murphyi*) a través de prospecciones acústicas de 1983 a 1994. Inf. Inst. Mar Perú, 136: 23-47.

- Gauthier, S. y G. Rose. 2002.** Acoustic observation of diel vertical migration and shoaling behaviour in Atlantic redfishes. *Journal of Fish Biology*, 61: 1135-1153.
- Grechina, A. 1998.** Historia de investigaciones y aspectos básicos de la ecología del Jurel *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en alta mar del Pacífico Sur. En: D. Arcos (Ed). *Biología y Ecología del Jurel en Aguas Chilenas*. Instituto de Investigación Pesquera. Editora Aníbal Pinto. 216 pp.
- Grechina, A., Nuñez, S. y D. Arcos. 1998.** Biología reproductiva del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el Pacífico Sur. En: D. Arcos (Ed). *Biología y Ecología del Jurel en Aguas Chilenas*. Instituto de Investigación Pesquera. Editora Aníbal Pinto. 216 pp.
- Grechina, A., Nuñez, S. y D. Arcos. 1998.** El desove del recurso jurel, *Trachurus symmetricus murphyi* (Nichols) en el Océano Pacífico Sur. En: D. Arcos (Ed). *Biología y Ecología del Jurel en Aguas Chilenas*. Instituto de Investigación Pesquera. Editora Aníbal Pinto. 216 pp.
- Hancock, J., Hart, P., y T. Antezana. 1995.** Searching behaviour and catch of horse mackerel (*Trachurus murphyi*) by industrial purse-seiners off south-central Chile. *ICES J. Mar. Sci.*, 52: 991-1014.
- Hernández, C. 2004.** Relaciones entre la distribución espacial del jurel (*Trachurus murphyi*) y las condiciones tróficas del hábitat pelágico. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, PUCV, Valparaíso, 59 pp.
- Konchina, V. 1981.** The peruvian jack mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*, a facultative predator in the coastal upwelling ecosystem. *Journal of Ichthyology*: 46-59.
- Leiva, F. 2004.** Estudio de las interacciones entre el jurel (*Trachurus murphyi*) y sus potenciales presas en términos de estrategia de ocupación del espacio en la zona centro sur de Chile entre 1997 y 1999. Tesis, Escuela de Ciencias del Mar, PUCV, Valparaíso, 59 pp.
- Lillo, S., Céspedes, R., Díaz, E. y V. Ojeda. 2004.** Evaluación hidracústica del stock parental de merluza de tres aletas en su unidad de pesquería, año 2003. Instituto de Fomento Pesquero. Valparaíso, 87 pp.
- Longhurst, A. 1976.** Vertical migration. *The ecology of the seas*. D. H. Cushing and J. J. Walsh, Blackwell, London, 117-137.

- Marchalot, C., Diner, N., y L. Berger. 2002.** Echo-integration by depth layers using MOVIES+ software. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, Paris. 26 pp.
- Miranda, L., Hernández, A., Sepulveda, A., y M. Landaeta. 1998.** Alimentación del Jurel de la selectividad en la zona centro-sur de Chile. En: D. Arcos (Ed). Biología y ecología del Jurel en aguas chilenas. Instituto de Investigación Pesquera. Editora Aníbal Pinto. 216 pp.
- Olivares, R. 2000.** Mecanismos de interacción físico-biológica en una zona de surgencia costera: retención de larvas y cierre de ciclo de vida de *Euphasia mucronata*. Tesis Universidad de Chile, Santiago. 50 pp.
- Paillaman, P. A. 1996.** Determinación de la relación entre la fuerza del blanco y la talla del jurel (*Trachurus murphyi*), en la zona centro-sur de Chile. Tesis, Esc. Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso. 115 pp.
- Petitgas, P. y J. Levenez. 1996.** Spatial organization of pelagic fish: echogram structure, spatio-temporal condition, and biomass in Senegalese waters. ICES Journal of Marine Science, 53: 147-153.
- Pla, L. 1986.** Análisis multivariado: método de componentes principales. Secretaría general de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. 95 pp.
- Quiñones, R., Serra, R., Núñez, S., Arancibia, H., Córdova, J. y F. Bustos. 1997.** Relación espacial entre jurel (*Trachurus symmetricus Murphyi*) y sus presas en la zona centro sur de Chile. Gestión de sistemas oceanográficos del Pacífico Oriental. Comisión oceanográfica intergubernamental de la UNESCO. IOC/INF-1046: 178-202.
- Reid, D. 2000.** Report on echo trace classification. ICES Cooperative Report, 238. 107 pp.
- Rose, G. y W Leggett. 1990.** The importance of scale to predator-prey spatial correlation: an example of Atlantic Fishes. Ecology, 71: 33-43.
- Scalabrin, C., y J. Massé. 1993.** Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Living Resour, 6: 269-283.
- Sepúlveda, A., Cubillos, L. y D. Arcos. 2003.** Pesquerías Pelágicas Chilenas: Una Síntesis sobre la Incertidumbre Biológica. En: E. Yañez (Ed). Actividad Pesquera y Acuícola en Chile. 91-104.

- Serra, R. 1991.** Important life history aspects of the Chilean mackerel, *Trachurus symmetricus murphyi*. Invest. Pesq. (Chile), 36: 67-83.
- Simmonds, E., Williamson, N., Gerlotto, F., y A. Anglen. 1992.** Acoustic survey and análisis procedure: a comprehensive review of current practice. ICES Cooperative Report, 187. 127 pp.
- Sokal, R. y Rohlf J. 1979.** Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Ediciones Blume. 832 pp.
- Soria, M., Bahri, T. y F. Gerlotto. 2003.** Effect of external factors (environment and survey vessel) on fish school characteristics observed by echosounder and multibeam sonar in the Mediterranean Sea. Aquatic Living Resources, 16: 145-157.
- Strub, P., Mesías, J., Montecino, V., Rutllant, J. y S. Salinas. 1998.** Coastal Ocean off Western South América. Coastal segment. John Wiley & Sons, Inc (Eds). The Sea. 11: 273-312.
- Vivanco, M. 1999.** Análisis estadístico multivariable. Editorial Universitaria, Chile. 233 pp.
- Yáñez, E., Barbieri, M. A., y A. Montecinos. 1990.** Relaciones entre las variaciones del medio ambiente y las fluctuaciones de los principales recursos pelágicos explotados en la zona de Talcahuano. En: M. A. Barbieri (Ed). Perspectiva de la actividad pesquera en Chile. 49-62.
- Yáñez, E. y M. A. Barbieri. 1983.** Aplicación de Métodos de Inercia: Estudio de la Repartición de la Fauna Bento-Demersal en la Región de Valparaíso. Análisi de la Estructura Espacial del Langostino Colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la Zona Central de Chile. En P. Arana (Ed). Recursos Marinos del Pacífico. 295-319.

ANEXOS

ANEXO 1

Tablas ANDEVA de s_A de jurel

Tabla I. Análisis de varianza de la transformación de energía retrodispersada de la agregación de jurel por unidad de área según periodos del día.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Periodo del día	4,075	1	4,075	22,416	0,000
Eco-tipo	135,058	3	45,019	247,642	0,000
P. del día * Eco-tipo	23,964	3	7,988	43,941	0,000
Error	184,155	1013	0,182		

Tabla II. Estadística descriptiva de la transformación de energía retrodispersada de la agregación de jurel por unidad de área según periodos del día.

	Número de datos		Promedio		Desviación estandar	
	día	noche	día	noche	día	noche
cardumen	319	152	2,295	2,048	0,478	0,325
estrato	15	9	3,626	2,871	0,492	0,557
mixto	52	17	2,865	2,466	0,438	0,381
disperso	289	168	1,433	1,775	0,437	0,367

Tabla III. Resultados método de contraste, Newman & Keuls para la variable transformación de energía retrodispersada de la agregación de jurel por unidad de área según periodos del día.

Periodo del día	Eco-tipo	día	día	día	día	noche	noche	noche	noche
		cardumen	estrato	mixto	disperso	cardumen	estrato	mixto	disperso
día	cardumen								
día	estrato	0,000							
día	mixto	0,000	0,000						
día	disperso	0,000	0,000	0,000					
noche	cardumen	0,027	0,000	0,000	0,000				
noche	estrato	0,000	0,000	0,961	0,000	0,000			
noche	mixto	0,126	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001		
noche	disperso	0,000	0,000	0,000	0,002	0,015	0,000	0,000	

ANEXO 2

Histogramas de características morfométricas

Tabla I. Histograma de profundidad promedio (m) de las agregaciones por periodos del día.

Clase	orto		día		ocaso		noche	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	13	10,4	70	20,3
20	0	0	2	0,3	2	1,6	80	23,2
30	0	0	3	0,4	3	2,4	1	0,3
40	0	0	5	0,7	6	4,8	1	0,3
50	0	0	14	2,1	23	18,4	4	1,2
60	0	0	49	7,3	5	4	26	7,5
70	0	0	50	7,4	1	0,8	6	1,7
80	0	0	38	5,6	5	4	0	0
90	0	0	43	6,4	7	5,6	0	0
100	0	0	51	7,6	9	7,2	5	1,4
110	0	0	60	8,9	8	6,4	31	9,0
120	1	6,3	69	10,2	13	10,4	29	8,4
130	0	0	82	12,1	13	10,4	25	7,2
140	2	12,5	50	7,4	9	7,2	13	3,8
150	11	68,8	48	7,1	5	4	15	4,3
160	2	12,5	40	5,9	3	2,4	24	7,0
170	0	0	34	5,0	0	0	5	1,4
180	0	0	23	3,4	0	0	7	2,0
190	0	0	8	1,2	0	0	2	0,6
200	0	0	5	0,7	0	0	1	0,3
y mayor...	0	0	1	0,1	0	0	0	0

Tabla V. Histograma de área (m²) de las agregaciones por periodos del día.

Clase	orto		día		ocaso		noche	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	6	1,8	12	19,4	27	16,9
100	4	100	54	16,5	19	30,6	17	10,6
150	0	0	59	18	6	9,7	22	13,8
200	0	0	42	12,8	8	12,9	13	8,1
250	0	0	37	11,3	2	3,2	5	3,1
300	0	0	23	7	2	3,2	3	1,9
350	0	0	19	5,8	2	3,2	4	2,5
400	0	0	11	3,4	2	3,2	6	3,8
450	0	0	13	4	0	0	9	5,6
500	0	0	8	2,4	0	0	8	5
600	0	0	9	2,7	0	0	10	6,3
700	0	0	8	2,4	2	3,2	9	5,6
800	0	0	9	2,7	0	0	6	3,8
900	0	0	6	1,8	2	3,2	3	1,9
1000	0	0	3	0,9	0	0	3	1,9
1500	0	0	11	3,4	2	3,2	6	3,8
2000	0	0	4	1,2	3	4,8	4	2,5
2500	0	0	3	0,9	0	0	2	1,3
3000	0	0	1	0,3	0	0	0	0
3500	0	0	0	0	0	0	1	0,6
4000	0	0	0	0	0	0	0	0
4500	0	0	1	0,3	0	0	0	0
5000	0	0	0	0	0	0	0	0
5500	0	0	0	0	0	0	0	0
6000	0	0	0	0	0	0	0	0
y mayor...	0	0	1	0,3	0	0	2	1,3

Tabla VI. Histograma de perímetro (m) de las agregaciones por periodos del día.

Clase	orto		día		ocaso		noche	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	4	1,2	5	8,1	18	11,3
100	2	50	65	19,8	26	41,9	20	12,5
150	2	50	55	16,8	6	9,7	19	11,9
200	0	0	51	15,5	6	9,7	15	9,4
250	0	0	32	9,8	5	8,1	8	5
300	0	0	25	7,6	3	4,8	2	1,3
350	0	0	17	5,2	0	0	8	5
400	0	0	15	4,6	1	1,6	4	2,5
500	0	0	13	4	1	1,6	7	4,4
600	0	0	11	3,4	0	0	3	1,9
700	0	0	8	2,4	0	0	3	1,9
800	0	0	7	2,1	1	1,6	5	3,1
900	0	0	4	1,2	0	0	6	3,8
1000	0	0	2	0,6	0	0	8	5
1500	0	0	12	3,7	2	3,2	19	11,9
2000	0	0	3	0,9	3	4,8	3	1,9
2500	0	0	1	0,3	0	0	5	3,1
3000	0	0	0	0	2	3,2	3	1,9
4000	0	0	1	0,3	1	1,6	1	0,6
5000	0	0	0	0	0	0	1	0,6
y mayor...	0	0	2	0,6	0	0	2	1,3

Tabla VII. Histograma de dimensión fractal de las agregaciones por periodos del día.

Clase	orto		día		ocaso		noche	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
1	0	0	0	0	0	0	0	0
1,1	0	0	1	0,3	0	0	2	1,3
1,2	0	0	14	4,3	2	3,2	2	1,3
1,3	0	0	30	9,1	8	12,9	12	7,5
1,4	1	25	70	21,3	21	33,9	18	11,3
1,5	2	50	92	28	9	14,5	20	12,5
1,6	1	25	89	27,1	13	21	33	20,6
1,7	0	0	30	9,1	1	1,6	27	16,9
1,8	0	0	2	0,6	4	6,5	37	23,1
1,9	0	0	0	0	4	6,5	9	5,6
2	0	0	0	0	0	0	0	0
y mayor...	0	0	0	0,0	0	0	0	0

ANEXO 3

Tablas ANDEVA de factores abióticos y bióticos

Tabla I. Análisis de varianza de profundidad promedio de jurel según periodos del día.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Periodo del día	1022	1	1022	0,520	0,471
Eco-tipo	35414	3	11805	6,008	0,000
P. del día * Eco-tipo	152972	3	50991	25,951	0,000
Error	1988480	1012	1965		

Tabla II. Estadística descriptiva de profundidad promedio de jurel según periodos del día.

	Número de datos		Promedio (m)		Desviación estandar	
	día	noche	día	noche	día	noche
cardumen	319	152	109,129	61,318	38,656	58,829
estrato	15	9	79,633	114,572	25,745	19,982
mixto	52	17	75,940	124,415	24,995	33,261
disperso	289	167	123,616	71,249	33,731	60,170

Tabla III. Resultados método de contraste, Newman & Keuls para la variable profundidad promedio de jurel según periodos del día.

Periodo del día	Eco-tipo	día	día	día	día	noche	noche	noche	noche
		cardumen	estrato	mixto	disperso	cardumen	estrato	mixto	disperso
día	cardumen								
día	estrato	0,011							
día	mixto	0,012	0,751						
día	disperso	0,426	0,001	0,000					
noche	cardumen	0,000	0,392	0,419	0,000				
noche	estrato	0,640	0,007	0,005	0,437	0,000			
noche	mixto	0,553	0,001	0,000	0,945	0,000	0,674		
noche	disperso	0,006	0,751	0,686	0,000	0,393	0,002	0,000	

Tabla IV. Análisis de varianza de temperatura donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Periodo del día	2,64	1	2,639	1,610	0,205
Eco-tipo	4,93	3	1,644	1,003	0,391
P. del día * Eco-tipo	75,38	3	25,127	15,326	0,000
Error	1483,72	905	1,639		

Tabla V. Estadística descriptiva de temperatura donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	Número de datos		Promedio (°C)		Desviación estandar	
	día	noche	día	noche	día	noche
cardumen	305	107	10,453	11,479	1,158	1,789
estrato	13	9	11,210	10,482	0,883	0,609
mixto	47	17	11,058	10,206	0,857	1,105
disperso	276	139	10,203	11,634	0,835	1,864

Tabla VI. Resultados método de contraste, Newman & Keuls para la variable temperatura donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

Periodo del día	Eco-tipo	día	día	día	día	noche	noche	noche	noche
		cardumen	estrato	mixto	disperso	cardumen	estrato	mixto	disperso
día	cardumen								
día	estrato	0,126							
día	mixto	0,187	0,660						
día	disperso	0,751	0,042	0,097					
noche	cardumen	0,025	0,436	0,442	0,004				
noche	estrato	0,931	0,089	0,096	0,851	0,021			
noche	mixto	0,475	0,030	0,066	0,995	0,003	0,702		
noche	disperso	0,008	0,437	0,341	0,001	0,654	0,008	0,001	

Tabla VII. Análisis de varianza de salinidad donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Periodo del día	0,054	1	0,054	2,370	0,124
Eco-tipo	0,261	3	0,087	3,857	0,009
P. del día * Eco-tipo	1,019	3	0,340	15,035	0,000
Error	20,444	905	0,023		

Tabla VIII. Estadística descriptiva de salinidad donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	Número de datos		Promedio (psu)		Desviación estandar	
	día	noche	día	noche	día	noche
cardumen	305	107	34,104	33,984	0,134	0,163
estrato	13	9	33,979	34,055	0,040	0,120
mixto	47	17	34,018	34,111	0,099	0,159
disperso	276	139	34,166	33,993	0,154	0,184

Tabla IX. Resultados método de contraste, Newman & Keuls para la variable salinidad donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

Periodo del día		día	día	día	día	noche	noche	noche	noche
Eco-tipo		cardumen	estrato	mixto	disperso	cardumen	estrato	mixto	disperso
día	cardumen								
día	estrato	0,025							
día	mixto	0,087	0,768						
día	disperso	0,276	0,000	0,003					
noche	cardumen	0,026	0,902	0,675	0,000				
noche	estrato	0,225	0,335	0,369	0,031	0,301			
noche	mixto	0,871	0,020	0,104	0,171	0,022	0,354		
noche	disperso	0,032	0,935	0,535	0,000	0,822	0,282	0,031	

Tabla X. Análisis de varianza de oxígeno donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Periodo del día	0,333	1	0,333	0,191	0,662
Eco-tipo	36,184	3	12,061	6,937	0,000
P. del día * Eco-tipo	12,194	3	4,065	2,338	0,073
Error	879,739	506	1,739		

Tabla XI. Estadística descriptiva de oxígeno donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	Número de datos		Promedio (mg/m ³)		Desviación estandar	
	día	noche	día	noche	día	noche
cardumen	181	65	4,314	4,817	1,199	1,422
estrato	5	9	5,321	5,014	0,139	1,305
mixto	13	15	5,012	4,181	0,696	1,574
disperso	159	67	3,936	4,163	1,312	1,583

Tabla XII. Resultados método de contraste, Newman & Keuls para la variable oxígeno donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

Periodo del día	Eco-tipo	día cardumen	día estrato	día mixto	día disperso	noche cardumen	noche estrato	noche mixto	noche disperso
día	cardumen								
día	estrato	0,192							
día	mixto	0,290	0,784						
día	disperso	0,848	0,058	0,188					
noche	cardumen	0,279	0,700	0,676	0,319				
noche	estrato	0,433	0,509	0,996	0,234	0,906			
noche	mixto	0,775	0,138	0,279	0,858	0,357	0,378		
noche	disperso	0,944	0,162	0,359	0,624	0,495	0,446	0,970	

Tabla XIII. Análisis de varianza del índice de biomasa de presas total de la UBM donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	SS	Degr. of	MS	F	p
Periodo del día	9,777	1	9,777	60,263	0,000
Eco-tipo	0,881	3	0,294	1,811	0,143
P. del día * Eco-tipo	6,415	3	2,138	13,181	0,000
Error	164,341	1013	0,162		

Tabla XIV. Estadística descriptiva del índice de biomasa de presas total de la UBM donde se distribuyó el jurel según periodos del día.

	Número de datos		Promedio (s_A)		Desviación estandar	
	día	noche	día	noche	día	noche
cardumen	317	152	113,365	170,550	49,721	74,355
estrato	15	9	139,524	110,513	31,157	28,091
mixto	52	17	139,305	95,127	23,311	43,932
disperso	287	168	106,712	161,808	48,154	78,189

Tabla XV. Resultados método de contraste, Newman & Keuls para la variable índice de biomasa de presas total de la UBM donde se distribuyó el jurel según períodos del día.

Periodo del día	Eco-tipo	día cardumen	día estrato	día mixto	día disperso	noche cardumen	noche estrato	noche mixto	noche disperso
día	cardumen								
día	estrato	0,122							
día	mixto	0,000	0,009						
día	disperso	0,809	0,086	0,000					
noche	cardumen	0,302	0,015	0,000	0,410				
noche	estrato	0,008	0,000	0,000	0,005	0,102			
noche	mixto	0,011	0,000	0,000	0,008	0,099	0,822		
noche	disperso	0,388	0,009	0,000	0,404	0,778	0,112	0,076	

ANEXO 4

Matriz de correlaciones con variables originales

Tabla I. Matriz de correlaciones de las variables espaciales, energéticas y oceanográficas originales, para el período día.

	Lat	Lon	lapt	lsp2	LSAj	temp	Sali	dens	cloa	oxi	zin	zfi	pmt	tin	tfi	grpt	mxgt	zmgr	zip	zfp	dini	dfin	grpp	mgrp	zmgp	mxo	zmo	grmo	zmgo	dmox	dter	
Lat	1																															
Lon	0.52	1																														
lapt	0.27	0.68	1																													
lsp2	-0.08	-0.22	0.15	1																												
LSAj	-0.18	0.03	0.14	0.27	1																											
temp	0.38	0.47	0.44	0.01	0.28	1																										
Sali	-0.24	-0.03	0.06	-0.14	-0.31	-0.49	1																									
dens	-0.37	-0.34	-0.27	-0.06	-0.34	-0.92	0.78	1																								
cloa	0.22	0.26	0.13	0	0.14	0.71	-0.25	-0.62	1																							
oxi	0.31	0.08	-0.12	0.04	0.22	0.37	-0.68	-0.55	0.34	1																						
zin	-0.51	-0.64	-0.75	-0.03	0.06	-0.39	0.04	0.28	-0.1	0.02	1																					
zfi	-0.44	-0.57	-0.74	-0.06	0.08	-0.33	0.01	0.22	-0.06	0.08	0.99	1																				
pmt	-0.47	-0.61	-0.75	-0.04	0.07	-0.36	0.02	0.25	-0.08	0.05	1	1	1																			
tin	0.96	0.55	0.31	-0.17	-0.18	0.46	-0.24	-0.43	0.29	0.3	-0.54	-0.46	-0.51	1																		
tfi	0.82	0.37	0.05	-0.25	-0.24	0.31	-0.2	-0.31	0.3	0.21	-0.22	-0.19	-0.21	0.83	1																	
grpt	0.79	0.35	0.15	0.1	-0.17	0.06	-0.16	-0.11	-0.04	0.21	-0.26	-0.23	-0.25	0.65	0.55	1																
mxgt	0.84	0.54	0.18	-0.15	-0.14	0.19	-0.17	-0.2	0.03	0.29	-0.32	-0.24	-0.28	0.78	0.61	0.87	1															
zmgr	-0.53	-0.62	-0.7	-0.02	0.08	-0.37	0.06	0.27	-0.09	0	0.99	0.99	0.99	-0.56	-0.26	-0.29	-0.35	1														
zip	0.05	0.05	-0.01	-0.08	-0.04	0.17	-0.04	-0.14	0.26	0.06	0	0.01	0.01	0.07	0.08	-0.02	0.01	0	1													
zfp	-0.44	-0.37	-0.57	-0.08	0.14	-0.24	0.05	0.18	-0.03	0.03	0.86	0.88	0.87	-0.45	-0.18	-0.27	-0.23	0.86	0.02	1												
dini	-0.94	-0.57	-0.32	0.2	0.21	-0.35	0.19	0.33	-0.18	-0.23	0.58	0.51	0.55	-0.97	-0.8	-0.71	-0.85	0.59	-0.04	0.5	1											
dfin	-0.21	-0.12	-0.34	0.05	-0.03	-0.25	0.07	0.2	-0.07	-0.09	0.16	0.12	0.14	-0.29	-0.15	-0.11	-0.13	0.09	-0.01	0.19	0.26	1										
grpp	0.69	0.19	0.18	0.28	-0.15	0.05	-0.15	-0.1	0	0.16	-0.31	-0.29	-0.3	0.56	0.38	0.85	0.61	-0.32	-0.01	-0.41	-0.59	-0.18	1									
mgrp	0.84	0.52	0.31	0.04	-0.11	0.2	-0.12	-0.19	0.05	0.19	-0.39	-0.31	-0.35	0.75	0.5	0.84	0.85	-0.39	-0.01	-0.32	-0.79	-0.17	0.79	1								
zmgp	-0.56	-0.61	-0.72	-0.03	0.05	-0.4	0.06	0.3	-0.08	-0.03	0.99	0.97	0.98	-0.58	-0.24	-0.31	-0.38	0.99	0.01	0.85	0.6	0.15	-0.33	-0.43	1							
mxo	-0.38	-0.82	-0.78	0.22	-0.02	-0.47	-0.14	0.26	-0.2	0.2	0.68	0.65	0.67	-0.45	-0.35	-0.08	-0.27	0.65	-0.03	0.42	0.45	0.23	0.05	-0.27	0.66	1						
zmo	0.83	0.22	0.05	-0.05	-0.22	0.13	-0.18	-0.17	0.1	0.22	-0.23	-0.2	-0.22	0.76	0.83	0.65	0.67	-0.27	0.02	-0.25	-0.77	-0.14	0.58	0.67	-0.26	-0.19	1					
grmo	0.11	0.77	0.8	-0.01	0.12	0.44	0.02	-0.29	0.19	-0.04	-0.76	-0.74	-0.75	0.17	-0.1	-0.09	0.02	-0.72	0.02	-0.53	-0.16	-0.11	-0.05	0.09	-0.71	-0.74	-0.18	1				
zmgo	0.32	-0.06	0.12	-0.08	-0.25	0.04	0.02	-0.02	0.02	-0.16	-0.34	-0.4	-0.37	0.37	0.41	0.26	0.09	-0.36	0.01	-0.46	-0.41	-0.24	0.31	0.12	-0.32	-0.1	0.19	-0.09	1			
dmox	0.74	0.46	0.42	0.17	0.15	0.65	-0.63	-0.73	0.38	0.5	-0.56	-0.51	-0.54	0.69	0.53	0.52	0.53	-0.57	0.06	-0.48	-0.65	-0.2	0.53	0.59	-0.59	-0.36	0.62	0.31	0.12	1		
dter	-0.2	-0.27	-0.31	-0.27	-0.44	-0.72	0.77	0.85	-0.44	-0.58	0.26	0.22	0.24	-0.18	0.01	-0.11	-0.1	0.25	-0.07	0.17	0.09	0.13	-0.17	-0.16	0.28	0.13	0.03	-0.35	0.13	-0.71	1	

Tabla II. Matriz de correlaciones de las variables espaciales, energéticas y oceanográficas originales, para el período noche.

	Lat	Lon	lapt	lsp2	LSAj	temp	Sali	dens	cloa	oxi	zin	zfi	pmt	tin	tfi	grpt	mxgt	zmgr	zip	zfp	dini	dfin	grpp	mgrp	zmgp	mxo	zmo	grmo	zmgo	dmox	dter			
Lat	1																																	
Lon	0.78	1																																
lapt	0.61	0.7	1																															
lsp2	0.64	0.65	0.89	1																														
LSAj	-0.15	-0.22	-0.08	-0.02	1																													
temp	0.86	0.66	0.44	0.56	-0.04	1																												
Sali	-0.64	-0.24	-0.11	-0.33	-0.05	-0.85	1																											
dens	-0.82	-0.56	-0.36	-0.52	0.02	-0.99	0.92	1																										
cloa	-0.06	-0.41	-0.33	-0.16	0.09	0.2	-0.4	-0.25	1																									
oxi	-0.1	-0.58	-0.47	-0.24	0.18	0.12	-0.61	-0.26	0.64	1																								
zin	-0.89	-0.83	-0.7	-0.61	0.16	-0.61	0.31	0.55	0.33	0.41	1																							
zfi	-0.88	-0.79	-0.72	-0.62	0.15	-0.59	0.3	0.53	0.33	0.39	0.99	1																						
pmt	-0.89	-0.82	-0.71	-0.62	0.16	-0.61	0.3	0.54	0.33	0.4	1	1	1																					
tin	0.98	0.69	0.55	0.56	-0.13	0.83	-0.65	-0.8	0	-0.03	-0.88	-0.88	-0.88	1																				
tfi	0.89	0.52	0.48	0.55	-0.06	0.86	-0.75	-0.85	0.19	0.15	-0.63	-0.65	-0.65	0.87	1																			
grpt	0.97	0.42	0.45	0.53	-0.03	0.77	-0.76	-0.79	0.14	0.25	-0.67	-0.71	-0.69	0.98	0.94	1																		
mxgt	0.97	0.73	0.47	0.57	-0.12	0.88	-0.74	-0.86	0.02	0.04	-0.82	-0.8	-0.81	0.95	0.85	0.84	1																	
zmgr	-0.9	-0.83	-0.69	-0.61	0.16	-0.63	0.34	0.57	0.31	0.38	1	0.99	1	-0.99	-0.66	-0.7	-0.83	1																
zip	-0.89	-0.86	-0.72	-0.63	0.17	-0.62	0.31	0.56	0.36	0.42	1	0.99	1	-0.87	-0.64	-0.67	-0.82	1	1															
zfp	-0.84	-0.82	-0.72	-0.63	0.16	-0.55	0.25	0.48	0.38	0.44	0.99	0.99	0.99	-0.82	-0.57	-0.63	-0.77	0.99	0.99	1														
dini	-0.97	-0.85	-0.61	-0.65	0.16	-0.9	0.66	0.86	0.13	0.15	0.84	0.82	0.84	-0.92	-0.84	-0.8	-0.95	0.85	0.86	0.79	1													
dfin	-0.68	-0.2	-0.21	-0.37	-0.02	-0.68	0.73	0.71	-0.44	-0.43	0.39	0.42	0.4	-0.69	-0.86	-0.81	-0.73	0.42	0.38	0.35	0.57	1												
grpp	0.89	0.62	0.66	0.7	-0.06	0.71	-0.59	-0.7	-0.13	-0.02	-0.83	-0.86	-0.85	0.87	0.8	0.89	0.85	-0.85	-0.84	-0.83	-0.83	-0.67	1											
mgrp	0.97	0.8	0.52	0.57	-0.15	0.84	-0.64	-0.81	-0.08	-0.09	-0.88	-0.85	-0.87	0.95	0.79	0.77	0.98	-0.89	-0.88	-0.84	-0.95	-0.63	0.84	1										
zmgp	-0.9	-0.87	-0.7	-0.63	0.17																													

Anexo 5

Imágenes interpoladas en la vertical de variables abióticas, y vectores de los eco-tipos superpuestos

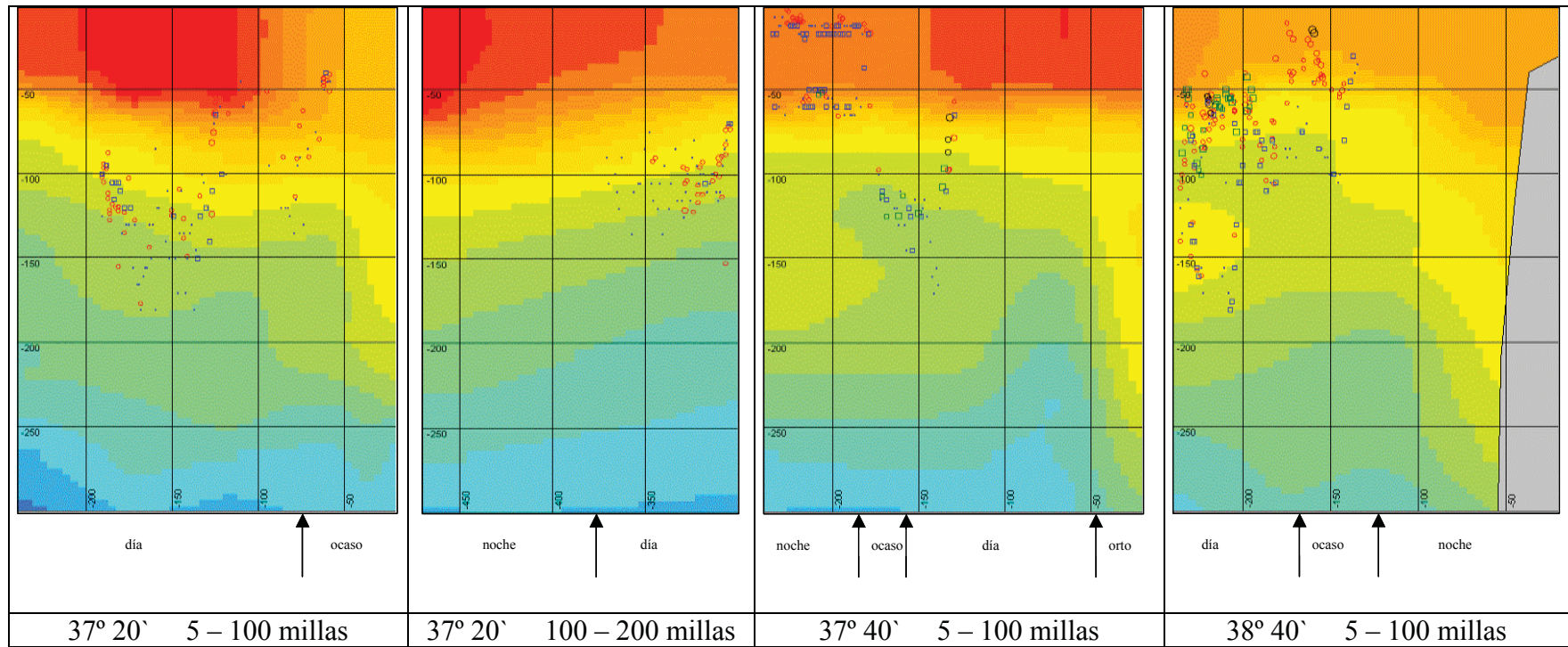
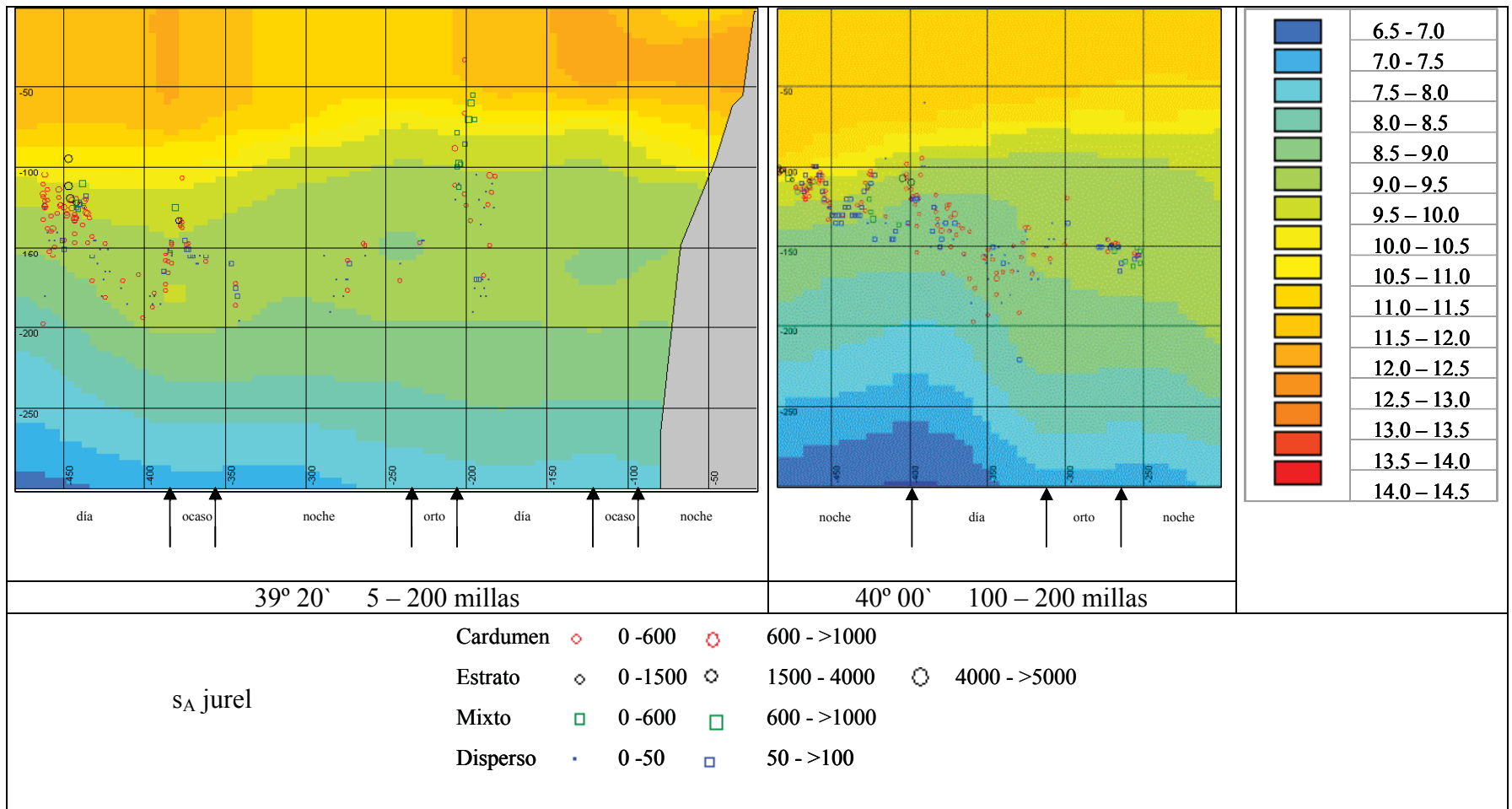


Figura I. Imágenes interpoladas en la vertical de la temperatura, y vectores de los eco-tipos superpuestos.



Continuación figura I.

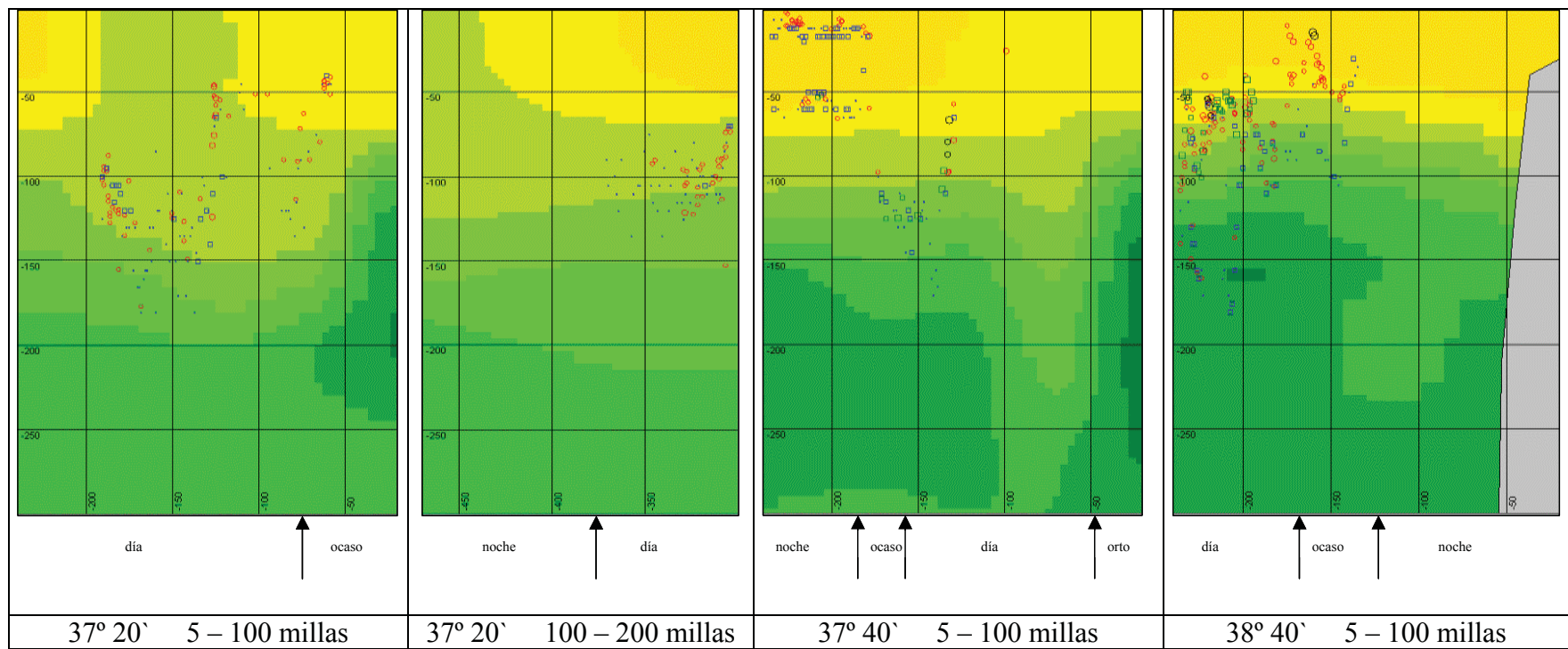
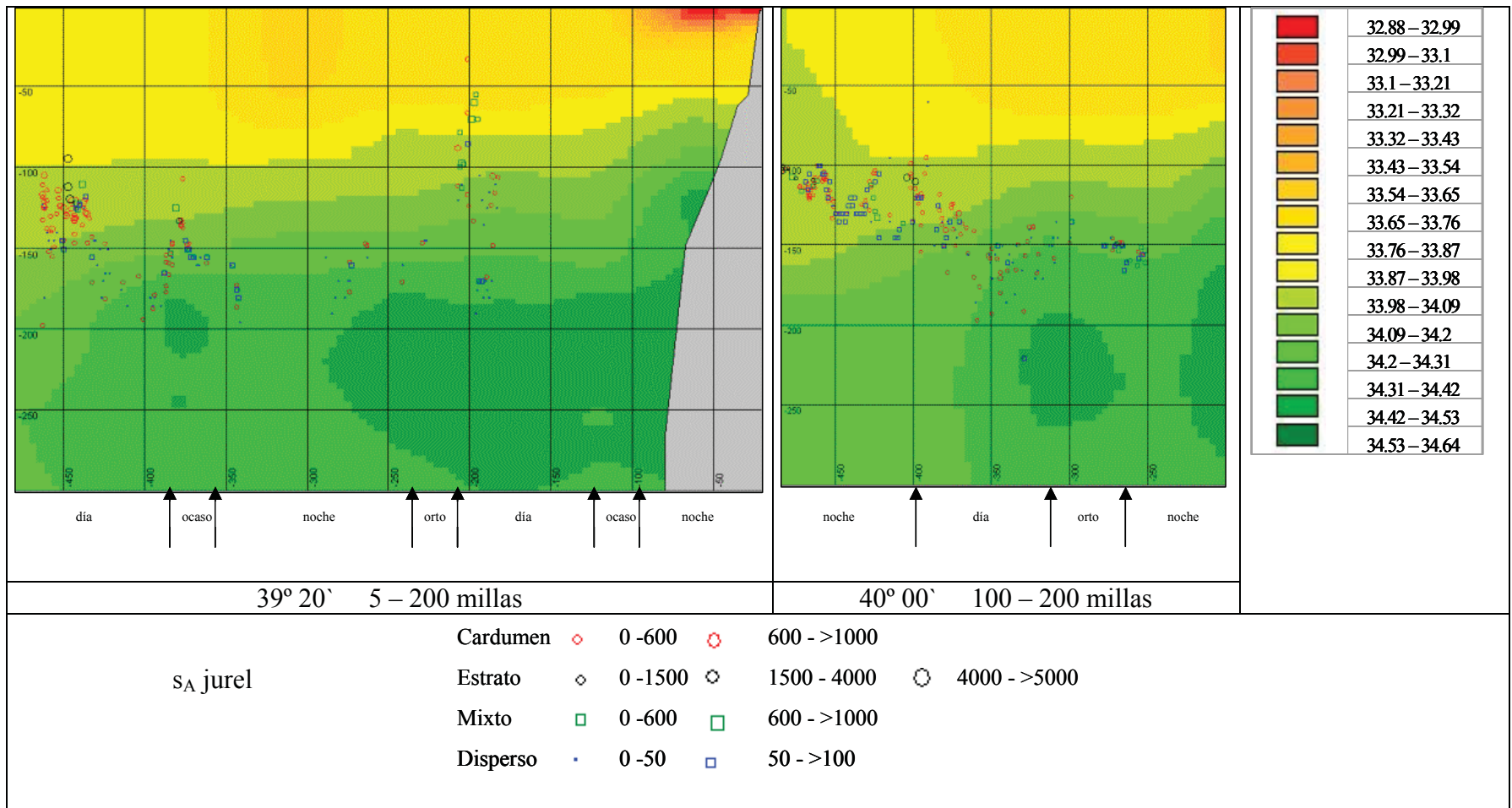


Figura II. Imágenes interpoladas en la vertical de la salinidad, y vectores de los eco-tipos superpuestos.



Continuación figura II.

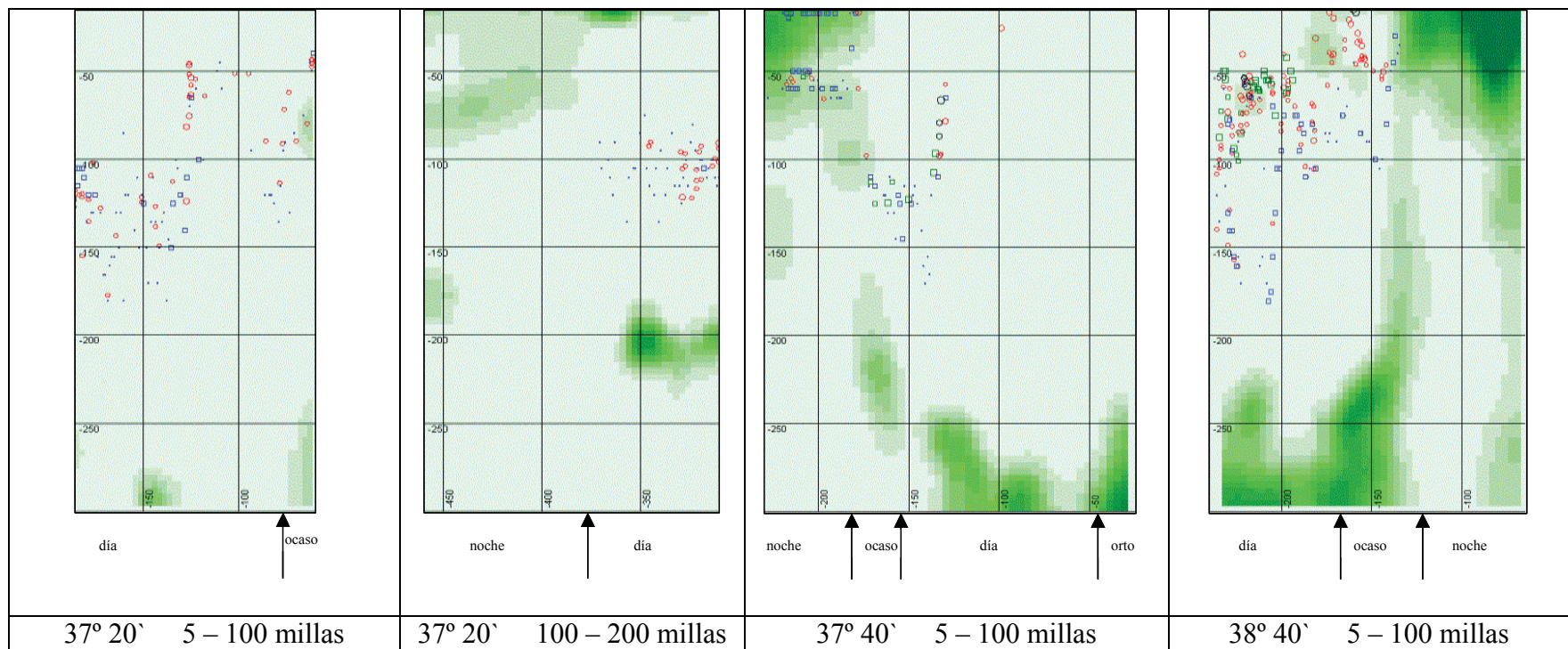
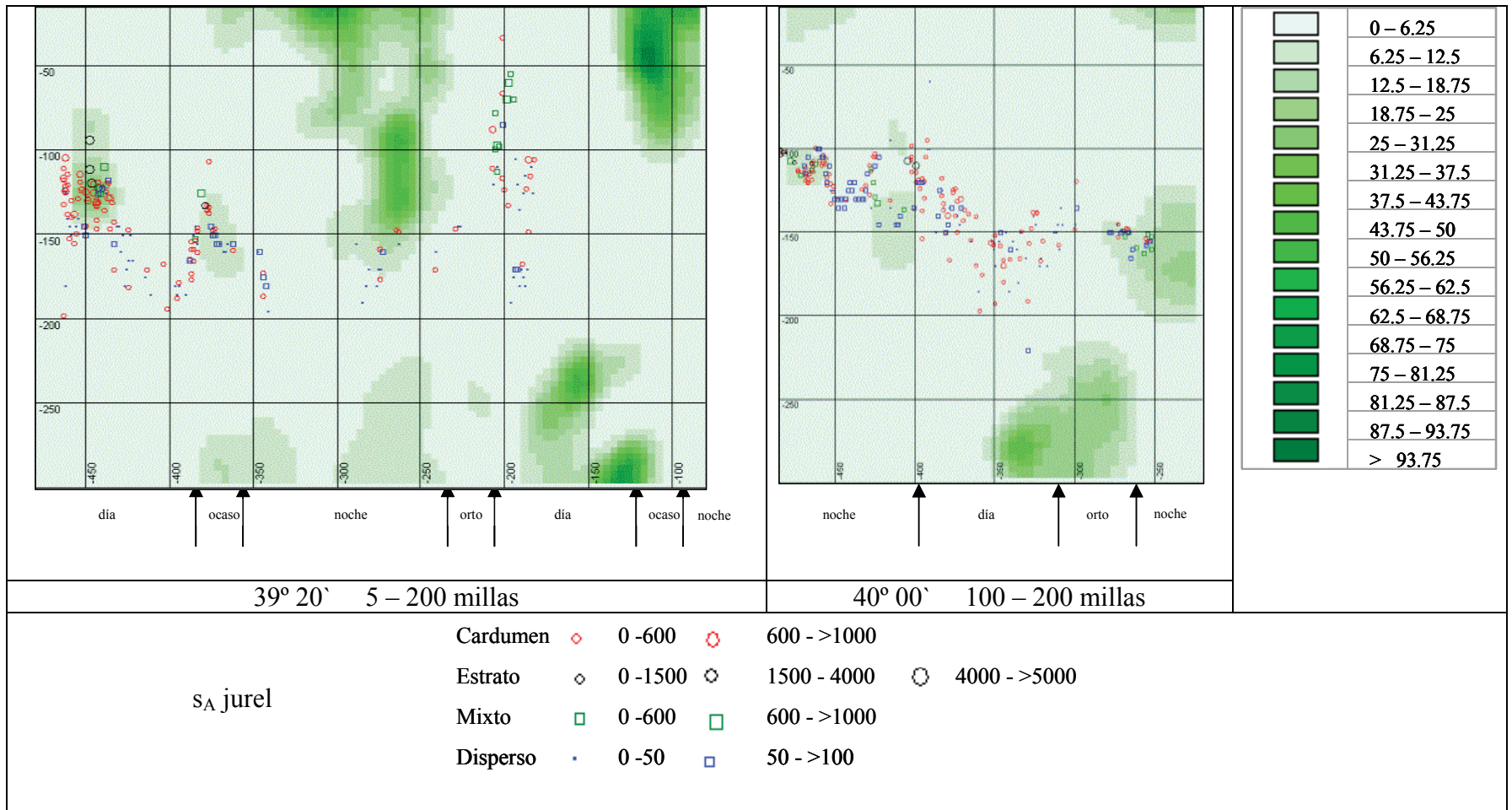


Figura IV. Imágenes interpoladas en la vertical del índice de abundancia de presas, y vectores de los eco-tipos superpuestos.



Continuación figura IV.

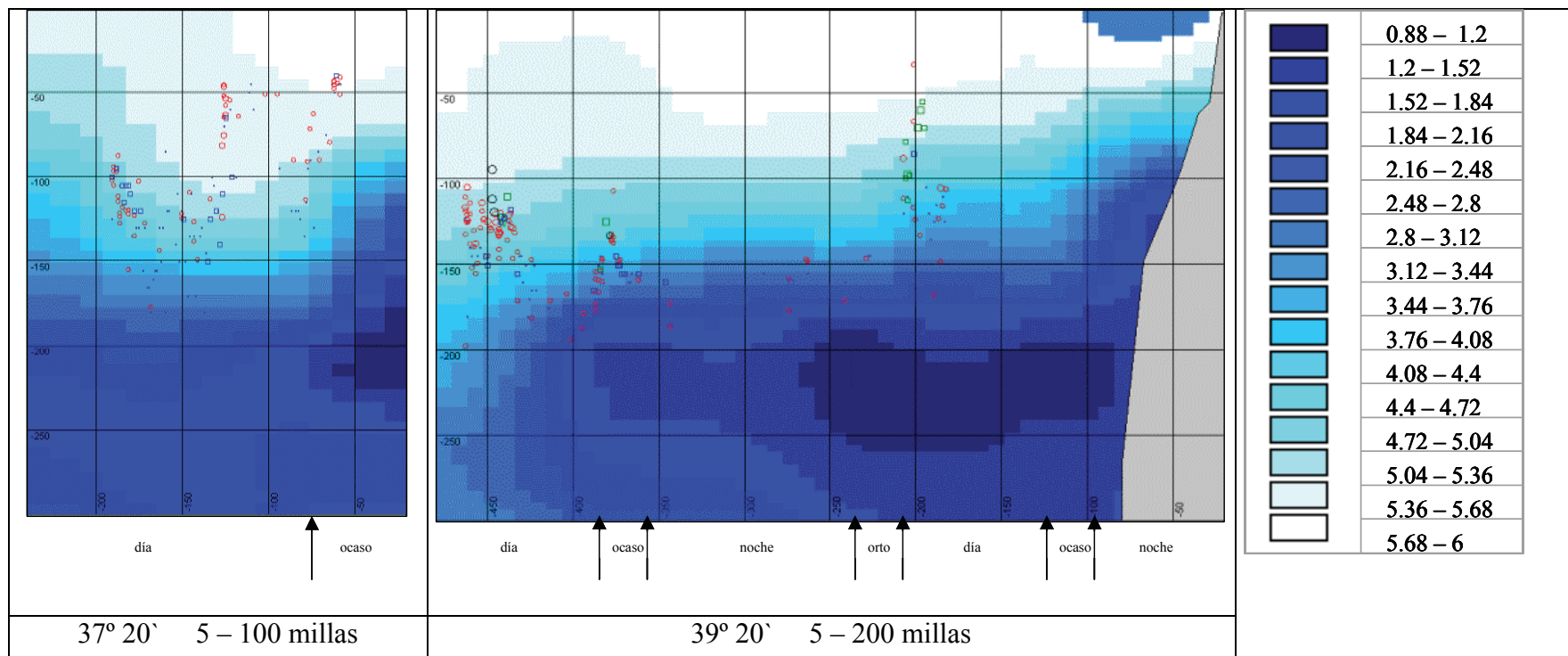
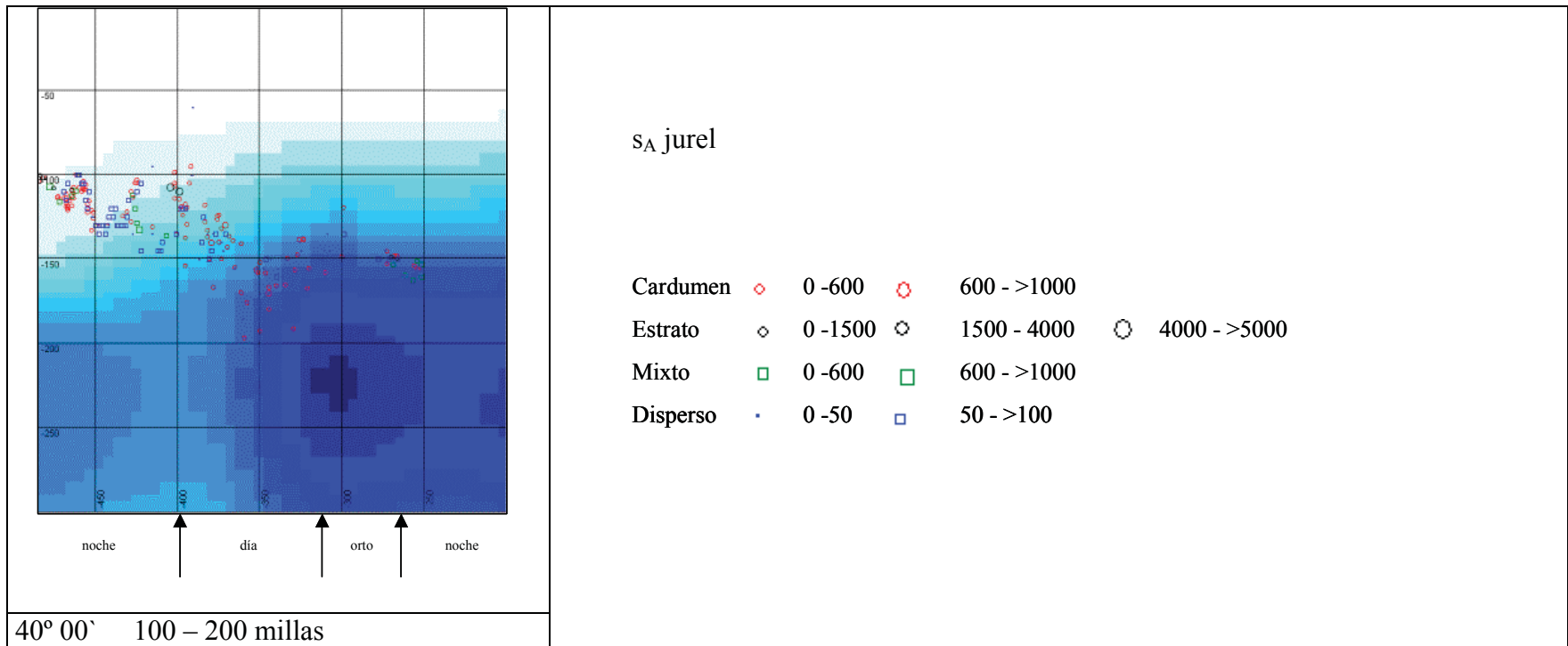


Figura III. Imágenes interpoladas en la vertical de oxígeno disuelto, y vectores de los eco-tipos superpuestos.



Continuación figura III.