

Universidad de Chile  
Facultad de Ciencias Sociales  
Departamento de Antropología  
FONDECYT 1151203

**“Estacionalidad de Captura de *Trachurus murphyi* durante el Arcaico III (7500 - 5500 cal AP) en el Sitio Zapatero, Costa de Taltal, Chile.”**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE ARQUEÓLOGA**

Alumna: Claudia Talep Inostroza  
Prof. Guía: Fernanda Falabella Gellona

**Enero 2020**

## AGRADECIMIENTOS

*La realización de esta memoria no estuvo exenta de pequeñas vicisitudes que retrasaron su ejecución y obviamente su finalización. Hoy al finalizar este proceso agradezco a esas extrañas situaciones que puso el Universo en mi camino y que me hicieron aprender y por sobre todo reencontrarme conmigo y abrazarme.*

*Te agradezco mi Laurita porque gracias a tí aprendí que todas las extrañas situaciones tienen sus razones y porqués y sin esta pequeña familia mi existencia sería por sobre todo MUY aburrida. Lau y Tyto, gracias por ser mi refugio y la fuerza que me acompaña cuando el mundo se pone gris... Los amo.*

*Hubo una infinidad de personas que permitieron la realización de esta memoria, mil perdones si es que se me escapa alguien pero tenga por seguro que está presente en alguna parte de este escrito.*

*En primer lugar agradezco la posibilidad de la ejecución de esta memoria en el FONDECYT 1151203, a Diego Salazar su responsable y a todo el equipo, que me llenó de aprendizajes, aventuras y muy buenos amigos.*

*Gracias totales a la Dra. en Arqueología Jimena Torres que me mostró este mundo misterioso de la esclerocronología, de los peces y los cazadores recolectores. Agradezco infinitamente todo los conocimientos que me entregaste Jimena y todas tus ideas brillantes compartidas conmigo.*

*También agradezco al Dr. en Agricultura Guido Plaza quién abrió las puertas del laboratorio de Esclerocronología de la Escuela de Ciencias del Mar de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Gracias Guido por la buena acogida de esta investigación, guiarnos y ayudarnos en los diversos análisis.*

*A la arqueóloga y también Profesora guía de esta memoria, Fernanda Falabella, quien tuvo una paciencia invaluable conmigo. Gracias profesora por sus correcciones, comentarios y acogerme con mi pequeña.*

*Debo agradecer también a quienes me ayudaron a embellecer, amononar y editar ésta memoria; Nada habría sido lo mismo sin las pulentas imágenes y fotoshopeados que Fiestóforo pudo realizar*

*en todos mis “cachos” que envié hasta último minuto. También agradecida por siempre de mi amigo Rolando que me revisó las pifias de mi siempre e inigualable redacción, perdón por la dispersión constante en mi vida y muchas gracias.*

*Finalmente debo agradecer a mi familia, que nunca presionó, que sólo me apoyó y que sólo me quiere ver feliz. Les agradezco haberme dado las infinitas posibilidades que hoy me llevan a poder ser una profesional, gracias por levantarme cuándo pude haber caído. Willo y Cecy. Hermanitxs: Yiyo, Nacho, Bárbara, Kareem y sus respectivas familias. A mi Weli y al Tata, que está en algún universo paralelo acompañándonos. A Marlene que fue mi hogar y mi familia durante varios años universitarios, así como también a Yasmine, César y Pinky que me rescataron y acogieron en su hogar durante el proceso de esta memoria.*

*A todxs ¡Muchas Gracias!*

## RESUMEN

La gran abundancia del jurel en los sitios de la costa de Taltal adscritos al periodo Arcaico III (Salazar et al., 2015; Rebolledo et al., 2014; Olguin et al., 2015) genera la inquietud sobre las formas de aprovechamiento de este por parte de los pescadores arcaicos. Así, esta memoria tiene como objetivo identificar la estacionalidad de captura del *Trachurus murphyi* durante el Arcaico III en el sitio Zapatero para entender las estrategias de captura de esta especie en el sitio.

Esta memoria se enmarcó principalmente en los métodos y técnicas de la esclerocronología. Este método tiene como finalidad estimar la edad, el crecimiento y los ciclos estacionales de los animales vertebrados a través de las marcas de crecimiento cíclicas. El análisis se centró en el análisis esclerocronológico de primeras vértebras de jureles actuales y arqueológicos. Los resultados obtenidos muestran que los peces arqueológicos habrían sido capturados durante épocas estivales manteniendo una tasa de crecimiento mucho mayor que los individuos actuales.

Es así, que nuestros datos junto a los otros datos de estacionalidad disponibles para el sitio hacen pensar que el espacio que hoy conocemos como Zapatero fue habitado de forma intensa y reiterada probablemente durante estas estaciones más cálidas de gran auge de recursos, generando el denso depósito que hoy podemos apreciar en el sitio.

**Palabras clave:** Arcaico III - estacionalidad- esclerocronología - *Trachurus murphyi*

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	6
I.	ANTECEDENTES.....	7
	Área de estudio: Costa Arreica.....	7
	Arcaico III en la Costa de Taltal.....	8
	Sitio arqueológico Zapatero.....	10
III.	MARCO CONCEPTUAL.....	14
	Recursos ictiológicos y estacionalidad .....	15
	Esclerocronología .....	16
	<i>Trachurus murphyi</i> (jurel) .....	17
IV.	MARCO METODOLÓGICO .....	19
	Muestra.....	19
	Metodología .....	20
	Colección de Referencia .....	21
	Determinación de estacionalidad .....	22
V.	RESULTADOS .....	24
	Colección de Referencia Actual .....	24
	Análisis esclerocronológico de vértebras arqueológicas.....	29
VI.	DISCUSIÓN.....	34
	Influencias del fenómeno de El Niño (ENSO) .....	35
	Secuencia ocupacional Arcaico III.....	36
	Evidencias de estacionalidad .....	38
	De la estacionalidad de los recursos a la ocupación del sitio .....	42
VII.	CONCLUSIONES .....	44
VIII.	BIBLIOGRAFÍA .....	46
IX.	ANEXOS.....	54

## I. INTRODUCCIÓN

El período Arcaico III (7500-5500 cal AP) se ha establecido como uno de los grandes momentos dentro de la secuencia arcaica propuesta para la Costa Arreica del Norte de Chile (Salazar et al., 2015), pues revela un drástico cambio de lo que se ve en periodos más tempranos, siendo ocupaciones más densas con una alta presencia de artefactos y ecofactos, los cuales se han registrado en grandes sitios como Morro Colorado y Zapatero (Castelleti, 2007; Llagostera, 1979; Olguín, 2011; Andrade et al., 2014; Rebolledo et al., 2016).

Este periodo se ha manifestado en base a una fuerte vinculación de las comunidades con la explotación de los recursos marinos. En este sentido, las investigaciones han determinado que habría sido un periodo de alta intensidad ocupacional caracterizado por asentamientos semi-permanentes y una economía sustentada en la pesca y caza de especies costeras y marinas (Núñez, 1984; Llagostera, 2005; Castelleti, 2007; Salazar et al., 2015).

De acuerdo con los datos obtenidos de los sitios estudiados hasta el momento, la pesca de especies pelágicas tuvo un gran auge en este periodo, y dentro de éstas el *Trachurus murphyi* (jurel) fue la especie íctica de mayor importancia desde comienzos del Holoceno (Salazar et al., 2015; Rebolledo et al., 2016; Olguín et al., 2015).

Rebolledo y colaboradores (2016) hablan de una especialización en el aprovechamiento de esta especie durante el Arcaico III, pero aún no se tiene claro si la gran abundancia de esta especie en el depósito se deba a episodios de acumulación durante todo el año o a eventos más intensivos en una época específica (estacionales). Es así como arqueológicamente las interrogantes hoy se abren hacia el entendimiento de las estrategias utilizadas en la captura y el aprovechamiento de esta especie y así también profundizar en cuanto al conocimiento que se tiene hasta hoy de las comunidades de la costa de Taltal.

En esta Memoria de Título se pretende conocer la estacionalidad de captura del jurel para entender y discutir las estrategias de obtención empleadas entorno a esta especie durante el Arcaico III en el sitio Zapatero, en el marco del proyecto FONDECYT 1151203 *“Trayectoria histórica, cambios ambientales y eventos catastróficos durante el Período Arcaico en la costa de Taltal, norte de Chile”*, a cargo del arqueólogo Diego Salazar.

## I. ANTECEDENTES

### Área de estudio: Costa Arreica



**Sitio Arqueológico  
Zapatero  
II Región, Chile.**

**Figura 1.** Área de estudio: Costa de Taltal, II región de Antofagasta.

La Costa Arreica se ubica dentro del Norte Grande o Norte Árido, distribuyéndose desde Pisagua hasta Chañaral (~24-27°S). Se caracteriza por la ausencia de afluentes que desemboquen en el mar. Para la región de Antofagasta, la presencia del Desierto de Atacama convierte a esta zona en una de las más áridas del país (Niemeyer, 1989).

Este espacio, si bien presenta un ecosistema terrestre dominado por un desierto hiperárido con una baja producción de biomasa y limitada disponibilidad de fuentes de aguas dulces, mantiene uno de los ecosistemas marinos más productivos en el mundo como resultado de la Corriente de Humboldt y surgencias marinas que en conjunto crean un ambiente rico de gran abundancia y diversidad de especies marinas (Llagostera, 1992; Thiel et al., 2007; FIP, 2005).

Debido a la estabilidad, la riqueza y la previsibilidad de los recursos marinos, hay una historia cultural continua de 13.000 años en el área, manifestada en la amplia distribución de sitios arqueológicos registrados cercanos a los espacios mencionados anteriormente. Lo anterior muestra una adaptación eficiente que persiste durante varios milenios, lo que se traduce en una ocupación intensiva y extensa a lo largo del tiempo por las comunidades de esta costa (Llagostera, 2005; Castelleti, 2007; Salazar, et al. 2015).

### **Arcaico III en la Costa de Taltal**

Hoy, gracias a los diversos aportes realizados desde la arqueología, se ha podido documentar la adaptación costero-marítima de las poblaciones arcaicas como una larga historia ocupacional en el área de Taltal, la cual recorre desde el Holoceno Temprano (ca. 12000 cal AP) hasta tiempos históricos (Núñez, 1984; Llagostera, 1989, 2005; Castelleti, 2007; Salazar et al., 2015).

El periodo Arcaico III (7500-5500 cal AP) corresponde a uno de los momentos más relevantes para la secuencia arcaica definida por Salazar y colaboradores (2015) para la Costa Arreica y sería aproximadamente contemporáneo con el Arcaico Medio definido previamente por José Castelleti (2007). Éste corresponde a un periodo de drásticas transformaciones con respecto a periodos anteriores. Una de las principales razones para explicar esto son los cambios tecnológicos que habrían adoptado estas poblaciones con respecto a las anteriores y por otro lado las nuevas modalidades de ocupación del espacio, caracterizadas por densos basurales con una alta frecuencia de materiales culturales. Estos cambios en cuanto a tecnología y uso del espacio han sido asociados por otros investigadores a un panorama más general en el que la estabilización del nivel del mar y la productividad de los ecosistemas costeros durante el Holoceno parece converger con la aparición de sociedades complejas (Sandweiss et al., 2009).

Para hablar de estos cambios tecnológicos y de asentamiento, este periodo exhibe amplia información, la cual se ha registrado en sitios como Morro Colorado (Andrade y Salazar, 2011), Punta Morada (Castelleti, 2007), Las Conchas (Bahamondes y Silva, 1969; Llagostera, 1979), Punta Grande (Durán, 1981), Los Bronces 1 (Contreras et al., 2007), Alero Migue (Castelleti, 2007), Morros de Migue, Cachinales (Andrade et al., 2014), Agua Dulce (Olguín, 2011) y Zapatero

(Andrade et al., 2014; Rebolledo, 2014; Rebolledo et al., 2016), y también de acuerdo a las características que presentan estos contextos, en el que las ocupaciones se vuelven más densas con grandes depósitos de conchales y restos de fauna marina. Así también, el registro artefactual demuestra un aumento en las técnicas de pesca, aparecen anzuelos de concha, de espina de cactus, anzuelos compuestos y arponcillos (Salazar et al., 2015) lo que da cuenta de la gran importancia de la pesca en este periodo cultural.

En cuanto al patrón de asentamiento durante este periodo, los análisis geoarqueológicos de los diversos sitios del Arcaico III demuestran una mayor estabilidad en las ocupaciones residenciales, por lo que se ha propuesto (Salazar et al., 2015) para el Arcaico III no solo un cambio en los sistemas de movilidad respecto al periodo anterior, sino un aumento demográfico a nivel regional debido al aumento de sitios y el aumento del tamaño de estos. En este sentido, la ocupación del territorio durante el Arcaico III sería mucho más intensa y extensa que en los periodos previos. Por otro lado, en una escala de análisis más acotada también se ha detectado la existencia de una variabilidad inter-sitio, encontrándose sitios residenciales de mayor dimensión y otros sitios residenciales más pequeños; lo que se ha intentado explicar debido a una permanencia diferenciada en cada sitio y/o la frecuencia de la movilidad en estos mismos (Salazar et al., 2015).

En materia de subsistencia, las poblaciones del Arcaico III habrían mantenido una dieta alta en el consumo de moluscos, siendo más del 90% del MNI registrado (Salazar et al., 2017). Dentro de la fauna vertebrada el jurel (*Trachurus murphyi*) se presenta en proporciones mayores al periodo anterior constituyendo más del 80% (en MNI y NISP) de la fauna íctica en los sitios del periodo. Salazar y colaboradores (2015; 2017) han interpretado estos datos arqueológicos como resultado de una estrategia económica de intensificación en el aprovechamiento del jurel. Así, la pesca del jurel habría sido favorecida durante el Holoceno Medio porque era un recurso abundante, predecible y fácil de capturar (Rebolledo, 2014; Rebolledo et al., 2016). Otra posibilidad, es que la captura de esta especie se haya concentrado en episodios esporádicos y estacionales de alta intensidad, como lo pudo observar Augusto Capdeville en la década de 1920 donde en eventos estivales de captura la comunidad local lograba extraer enormes cantidades de jureles en muy poco tiempo debido al acercamiento de enormes cardúmenes de jureles a la costa persiguiendo anchovetas (Capdeville, 1921).

Por otro lado, a contar del 7000 AP se observa la presencia recurrente de peces de aguas profundas (congrío) y también especies oceánicas tales como la albacora (*Xiphias gladius*) el atún (*Thunnus albacares*) y el marlín (*Tetrapturus audax*) si bien en una baja proporción (1 o 2% MNI) las que están presentes en todas las capas de estos sitios. La ausencia de estas especies en periodos previos junto a sus características etológicas lleva a interpretar su presencia como una evidencia indirecta de prácticas de navegación en altamar (Olguín et al., 2014, Beárez et al., 2016; Rebolledo et al., 2016).

Tecnológicamente la captura y el procesamiento de los recursos disponibles incluyó una gran variedad y diversidad de artefactos. Siendo estas puntas de proyectil fusiformes, puntas pedunculadas de arpón, limas para la confección de anzuelos. El material conquiológico es abundante incluyendo anzuelos circulares, anzuelos compuestos, cuentas y pesas fabricadas en

*Choromytilus chorus* (choro zapato) junto con arponcillos de hueso y otras categorías artefactuales en este material (Salazar et. al, 2015).

Los datos anteriores quedan reflejados en los análisis efectuados en la ocupación Arcaico III del sitio Zapatero (Rebolledo, 2014; Salazar et al., 2015; Rebolledo et al., 2016; Beárez et al., 2016) dónde el énfasis que se observa en la captura de especies ícticas se manifiesta en una alta densidad del material a lo largo de la secuencia en comparación al resto de la arqueofauna, como también en la diversidad de peces de distintos sectores del mar que dan cuenta de las diversas estrategias de captura y a su vez de las tecnologías asociadas a ello.

### Sitio arqueológico Zapatero

El sitio de Zapatero (24°55'42" S - 70° 30'58" W), situado a 60 km al norte de Taltal (**Figura 1**), es un conchal de al menos 6000 m<sup>2</sup> que mantiene un depósito Holoceno Medio de alrededor de 2 m de profundidad. El sitio ha sido fechado entre 7500 y 3500 cal AP. Los eventos de depositación son bastante densos y están compuestos por grandes basurales que contienen abundantes conchas de moluscos, huesos y espinas de pescado, huesos de mamíferos marinos y terrestres, desechos de talla y artefactos en hueso, piedra y concha (Rebolledo et al., 2016).

En cuanto a lo que corresponde sólo al período Arcaico III, el sitio Zapatero comprende una amplia secuencia que se refleja en las fechas obtenidas (con dataciones anteriores al 7000 cal. AP hasta fechas posteriores al 6000 cal. AP), así como en el instrumental artefactual recuperado en las distintas excavaciones realizadas en el lugar (**Tabla 1**). Para este momento, se observa mayor densidad de materiales, mayor potencia de las capas, mayor complejidad estratigráfica y una abundante presencia de distintos taxa ícticos (Salazar et al., 2015) en comparación con el resto de la secuencia. A su vez, los cambios estratigráficos hablarían de diferencias en la modalidad de ocupación de los grupos, especialmente en la expansión horizontal del sitio en momentos más tardíos (Rebolledo, 2014)

La Unidad 1 del sitio Zapatero ha sido la fuente de las principales evidencias para el Arcaico III. Se ubica en el centro del conchal actual, posee una dimensión de 2x2 metros, y fue excavada por capas geoarqueológicas y niveles artificiales (cada 5 cm).

Periodo	Contexto Estratigráfico	Años AP	Años cal. AP	Material
Arcaico III	Unidad 1, Capa 10	6490 ± 40	7274 - 7426	Carbón
Arcaico III	Unidad 1, Capa 4	5230 ± 25	5901- 5996	Carbón
Arcaico III	Unidad 1, Capa 7	5810 ± 30	6477 - 6661	Carbón
Arcaico III	Unidad 1, Capa 12	6180 ± 25	6943 - 7159	Carbón
Arcaico III	Unidad 1, Capa 11	6040 ± 25	693 - 6746	Carbón
Arcaico III	Unidad 1, Capa 4	5390 ± 32	6215 - 6000	Carbón
Arcaico III	Unidad 1, Capa 4	5330 ± 30	6185 - 5985	Carbón

**Tabla 1.** Fechados radiocarbónicos del periodo Arcaico III en la Unidad 1 del sitio Zapatero (Fondecyt 1151203, 2017)



**Figura 2.** Unidad 1 Sitio Zapatero. Fuente Béarez et al., 2017.

La interpretación estratigráfica de la Unidad 1 se efectuó a partir de la identificación en terreno (complementado con la información geomorfológica entregada por especialistas) de capas naturales y de niveles artificiales de 5 cm. En total, se contabilizaron 20 niveles artificiales y 22 capas geoarqueológicas (Guendon, 2014 en Rebolledo, 2014), los que fueron diferenciados posteriormente en 5 conjuntos estratigráficos (Rebolledo, 2014), y que podemos apreciar en la **Figura 3** y la **Tabla 2**.

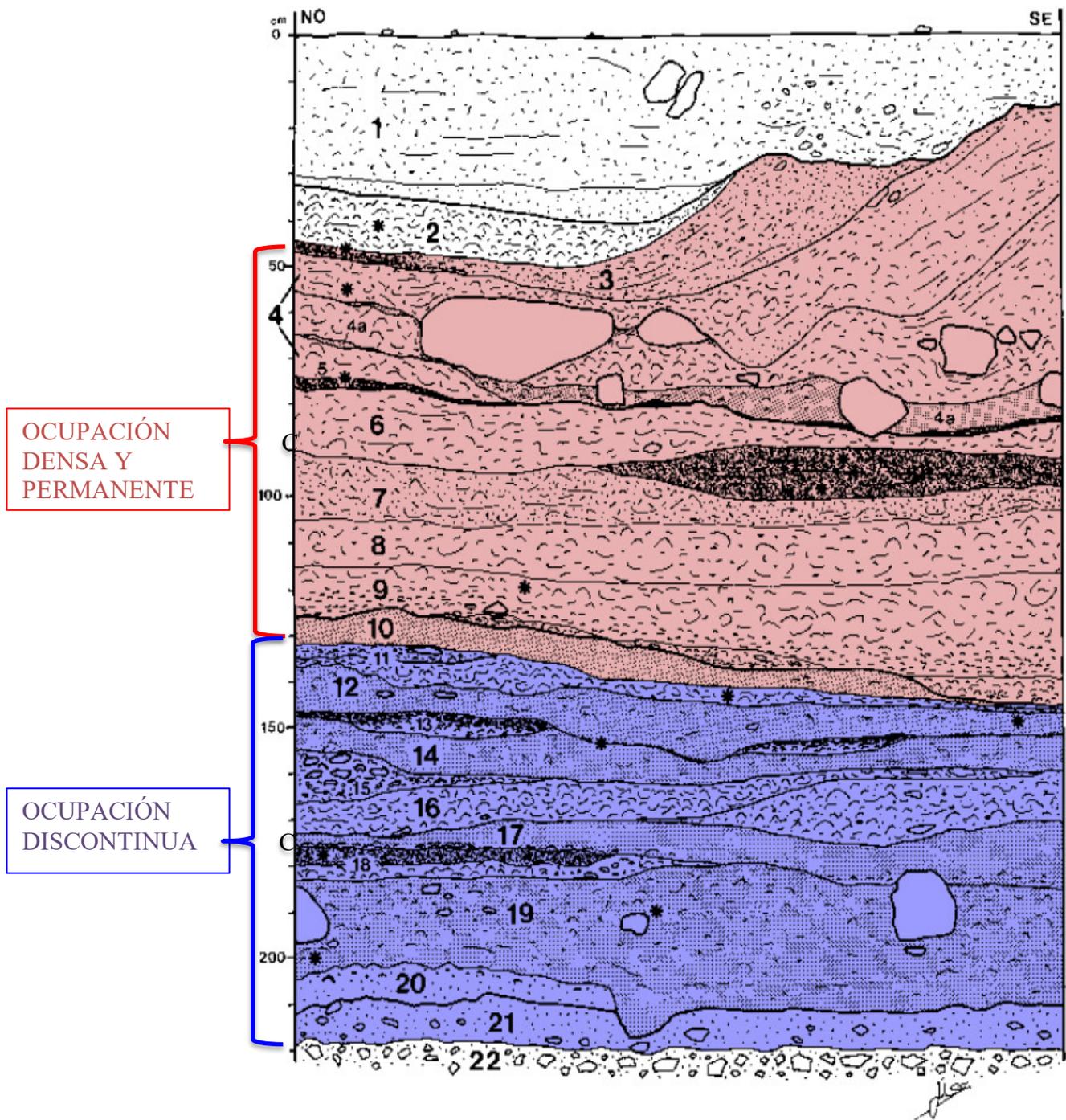


Figura 3. Dibujo de perfil geomorfológico Unidad 1 (Guendon, 2014 en Rebolledo, 2014).

De acuerdo con las dos caracterizaciones del perfil se identificó (Rebolledo, 2014) la existencia de una potente ocupación del período Arcaico III hasta la capa 3 que integra a distintas unidades estratigráficas definidas por ocupaciones discontinuas en un principio, pasando a unas más permanentes.

Conjunto estratigráfico	Capas adscritas	Descripción
5°	1	Ocupaciones post- arcaicas
4°	2	Ocupaciones post-arcaicas
3°	9 a 3	Ocupación más densa y permanente. (Arcaico III)
2°	21 a 10	Ocupación discontinua (Arcaico III)
1°	22	Conjunto estéril

**Tabla 2.** Conjuntos de ocupaciones arqueológicas definidas estratigráficamente.

Se ha observado dentro del registro ictiológico del sitio para el Arcaico III la presencia de especialización en cuanto a la captura del jurel (*T. murphyi*) siendo identificado en más de un 80% (MNI%) del total de especímenes analizados (Rebolledo, 2014; Beárez et al., 2016), cuestión que, como mencionamos anteriormente, es recurrente en los sitios del periodo.

Ahora bien, aún no hay claridad si esta intensificación en el aprovechamiento del jurel en el Arcaico III sea a través de una pesca permanente durante todo el año y/o por medio de episodios ocasionales de recolección masiva de este recurso. Por ello es a través de indicadores de estacionalidad los que, correlacionados con la estratigrafía de los sitios, nos pueden ayudar a identificar la verdadera naturaleza de la obtención de esta especie.

Es así como proponemos un análisis enfocado en los restos de *Trachurus murphyi* (jurel), que nos permita identificar la estacionalidad de captura de la especie (Monks, 1981; Colley, 1990; Svoboda, 2013). Se propone analizar, mediante un estudio esclerocronológico, las vértebras de jurel correspondientes a la ocupación del Arcaico III del sitio Zapatero. La elección de este sitio está dada por la amplia extensión estratigráfica que daría cuenta de una larga historia ocupacional (Rebolledo, 2014; Andrade et al., 2014; Salazar et al., 2015), así como también por la buena conservación e integridad del contexto (Rebolledo, 2014), cuestión que queda ejemplificada en la

Unidad 1 de excavación, de la cual proviene la muestra que utilizaremos en esta memoria, pues por su amplitud y extensión detalla idóneamente la secuencia arcaica que queremos analizar.

## II. OBJETIVOS

Objetivo General: Identificar la estacionalidad de captura del *Trachurus murphyi* durante el Arcaico III en el sitio Zapatero para entender las estrategias de captura de esta especie en el sitio señalado.

Objetivos Específicos:

1. Determinar el patrón y ritmo de crecimiento estacional de *Trachurus murphyi* (jurel) actual de la zona en estudio.
2. Identificar el patrón y ritmo de crecimiento estacional de las vértebras arqueológicas de jurel en los distintos eventos ocupacionales del Arcaico III en el sitio Zapatero mediante la comparación con la colección actual efectuada previamente.
3. Determinar la estacionalidad de captura del *Trachurus murphyi* a lo largo de los eventos ocupacionales del periodo en estudio en el sitio Zapatero y compararlos entre sí.
4. Relacionar los resultados obtenidos en el análisis estacional con otros indicadores de estacionalidad o de uso del sitio Zapatero derivadas del análisis de otras materialidades.

## III. MARCO CONCEPTUAL

Desde que se inició el estudio de la prehistoria se ha reconocido que algunos grupos humanos subsistieron mediante dependencia marcada de los recursos litorales (Lubbock, 1865). Esta vinculación de los seres humanos con los ambientes costeros y por ende dependencia a los recursos litorales, se han tratado desde la teoría ecológica como “adaptaciones”, entendiendo esta vinculación del ser humano con ambientes costeros como una relación de dependencia con los recursos de este medio ambiente particular (Yesner, 1980; Pearlman, 1980; Orquera y Piana, 2009; Lyman, 1991).

A diferencia de otras costas, la franja litoral del Desierto de Atacama proporciona uno de los ecosistemas marinos de más alta productividad en el mundo (Santoro et al., 2005). Gracias a las frías aguas de la corriente de Humboldt, se genera un ambiente muy nutritivo, atractivo para una abundante y diversa cantidad de especies marinas, principalmente peces neríticos-bentónicos, neríticos-pelágicos y oceánicos (Santibáñez et al., 2005; Yesner, 1980). En este sentido, la predictibilidad de los recursos marinos (Waselkov, 1987) en estos ambientes jugó un papel

importante en la zona y llevó a que la ocupación humana en esta costa se diera en gran parte gracias a una subsistencia basada en estos recursos.

La gestión de recursos desplegada por los seres humanos se relaciona directamente con el conocimiento que estas sociedades mantienen de su ecosistema, como por ejemplo la comprensión de los ciclos naturales de los recursos que consumen. Como se ha apreciado en diversas fuentes etnográficas, la estación del año de mayor o menor abundancia de recursos es uno de los grandes problemas que deben enfrentar las sociedades cazadoras recolectoras con una diversidad de estrategias de subsistencia (Binford, 1980). En el caso de las sociedades costeras el comportamiento de las especies oceánicas es un factor influyente en la disponibilidad de recursos. Así, el comportamiento migratorio de los peces capturados puede sugerir en arqueología la estación de captura de este. Por ejemplo, si la especie es frecuente en el área durante los meses estivales, y en el registro del sitio se muestra la presencia de esta especie, arqueológicamente se podría inferir que su caza o pesca fue llevada a cabo durante este periodo (Colley, 1990; van Neer, 1999). Así también se puede llegar a indagar en si estos eventos de captura corresponden a eventos reiterativos de una misma estación o son eventos en diferentes momentos del año.

El registro arqueológico puede mostrarnos conjuntos que exhiban predominio notorio de cierto taxón, pero el que se vea una intensificación en su aprovechamiento particular no puede ser la única razón para hablar de una especialización, como es el caso de lo planteado para el jurel en el Arcaico III de la costa de Taltal (Salazar et al., 2015; Rebolledo et al., 2016; Beárez et al., 2016). En este sentido, lo anterior puede ser atribuible a otras razones, por ejemplo, estacionales, funcionalidad del asentamiento, motivos tafonómicos o a que en ese ambiente local se tratara de la única presa con buen rendimiento para sus captores; es necesario indagar en la verdadera naturaleza de estos datos para así entender diferentes estrategias de subsistencia ocupadas en el territorio habitado, entendido como un espacio estratégico de gestión de recursos.

### **Recursos ictiológicos y estacionalidad**

Fue el investigador Monks (1981) quien reconoció para la investigación arqueológica los estudios de estacionalidad, definiendo el término como la coincidencia temporal de una actividad cultural o económica con eventos naturales. En este sentido en las investigaciones sobre estacionalidad se ha podido conocer cómo el comportamiento de las presas potenciales es determinante para conocer los comportamientos de los grupos humanos del pasado. Así, determinar la estación y edad de muerte de una especie hace posible la reconstrucción del sistema de hábitats y de la subsistencia de las comunidades humanas predadoras de ésta.

El estudio de las adaptaciones humanas en ambientes litorales y el análisis de los conjuntos arqueológicos han mostrado ser una fuente de información arqueológica y paleoambiental bastante integral de los modos de vida de esas comunidades. (Wheeler y Jones, 1989). Uno de los factores más importantes que posibilitan la determinación de estacionalidad en los recursos ictiológicos es que, a diferencia de los mamíferos, estos crecen en tamaño durante toda su vida (Casteel, 1976: 404). Esta tasa de crecimiento está directamente relacionada con las variaciones

en la temperatura de su entorno. Por lo tanto, el aumento de temperatura promueve, directa o indirectamente, un aumento del crecimiento. Si la temperatura exterior del pez, es decir, la temperatura del agua varía con la regularidad de temporada, también lo hace la de los peces. El efecto de esta variación sobre el pez se refleja en su tasa de crecimiento que varía positivamente con la temperatura externa dentro de los límites indicados. Por lo tanto, en los meses más cálidos, el pez y sus organismos crecen rápidamente, mientras que en meses de temperaturas más frías el pez crece menos rápido.

La etología de estos organismos ectotérmicos permite que estas especies sean grandes fuentes de información de estacionalidad, datación absoluta, estimación de lugares de aprovechamiento y de cambio medioambiental. En efecto, el ciclo anual de variación de la temperatura se ve reflejada en marcas de crecimiento en diferentes elementos anatómicos del animal (Monks, 1981), lo cual ha sido empleado para entender las estrategias de aprovechamiento en estos recursos alimenticios y la temporada de la ocupación de los sitios.

### **Esclerocronología**

Esclerocronología es el estudio de las variaciones físicas y químicas de la acreción de tejidos duros de organismos vivos y el contexto temporal en que se formó. El término fue acuñado a mediados del siglo XX y viene de las tres palabras griegas *sklerós*, en español, "duro", *chronos* – tiempo y *logos* – ciencia, que juntos se refieren al estudio de las partes duras de organismos vivos para reconstruir su historia de vida y su relación con procesos ecológicos, antrópicos y ambientales en el tiempo (Buddemeier et al., 1974).

El estudio esclerocronológico de las especies ícticas está fundamentado en el crecimiento alométrico (relación talla/edad) (Vargas et al., 1993), donde influyen significativamente las condiciones locales en las que habitan los peces; esto porque dicho crecimiento es altamente variable según la disponibilidad de comida, el grado de competencia entre poblaciones, el ambiente físico y los efectos de parásitos y enfermedades. Asimismo, existen variables propias de la etología de cada especie, tales como las migraciones estacionales, las distintas zonas que los peces ocupan en el mar dependiendo de su edad, la composición del tamaño de cada población particular, entre otros (Colley, 1987).

La temporada en la que un pez fue capturado puede ser determinada mediante el examen del patrón de anillos de crecimiento anuales, que son particularmente evidentes en escamas y otolitos, pero aparecerá en otros elementos esqueléticos tales como el opérculo, cleitro, vértebras y espinas de la aleta. Ahora bien, mientras que los otolitos y escamas son potencialmente útiles para los estudios de estacionalidad, rara vez se encuentran en suficiente cantidad o debidamente conservados en los sitios arqueológicos, por ello el análisis en los otros elementos del registro se hace necesario, como en este caso las vértebras (Castanet et al., 1992; Colley, 1990; Svodoba, 2013; Torres, 2016).

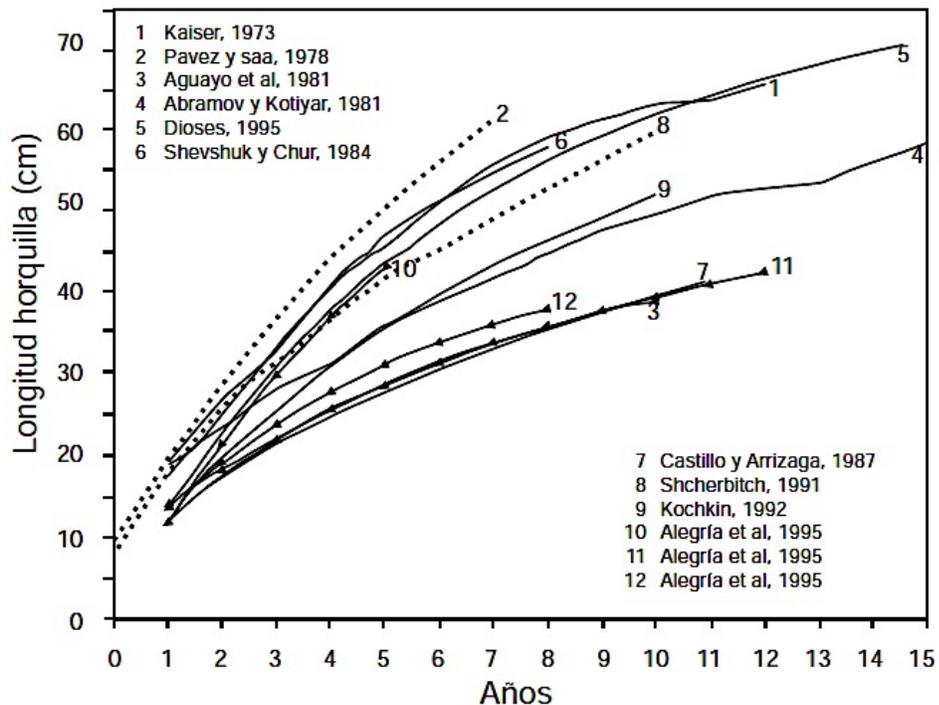
La aplicación de técnicas de lectura de anillos debe estar fundamentada en la determinación de patrones estacionales de crecimiento microestructural de la especie en cuestión. Para analizar un taxón íctico presente en el registro zooarqueológico, será imprescindible determinar y diferenciar el patrón de crecimiento de periodicidad estacional, y además conocer los factores exógenos y endógenos que lo condicionan.

### ***Trachurus murphyi* (jurel)**

El pez pelágico *Trachurus murphyi* o comúnmente conocido jurel, es abundante en las costas del Pacífico sur. De naturaleza altamente migratoria, presenta una amplia distribución geográfica en el Pacífico sur, desde las Islas Galápagos hasta la región austral de Chile, tanto en aguas oceánicas como costeras (Serra, 1991). Se caracteriza, debido a su naturaleza migratoria, por acceder a ambientes neríticos y oceánicos epipelágicos para alimentarse, lo que ha sido confirmado por Medina y Arancibia (1992) para el norte de Chile. Serra (1991) describe, para la subpoblación chilena de *T. murphyi*, la existencia de una migración estacional hacia el océano abierto para su reproducción y desde allí al área costera para alimentarse, lo que configura un patrón que determina la disponibilidad estacional del recurso en las pesquerías costeras y oceánicas.

En Chile, las capturas de esta especie se realizan en la zona costera o cercana a la costa, tanto en la zona norte como en la zona centro-sur. En estas actúan preferentemente los pescadores artesanales aprovechando los acercamientos a la costa o “arribazones”.

Para entender mejor su comportamiento nos hemos enfocado en los estudios de edad y crecimiento, que se han venido desarrollando desde de los años 70 en el Pacífico Suroriental (Chile – Perú), mediante principalmente el análisis de anillos de crecimiento de otolitos. Como podemos apreciar en la **Figura 4** se han configurado diversos patrones de crecimiento a lo largo de los años de acuerdo a diferentes zonas, análisis y tipos de estudio.



**Figura 4.** Curvas de crecimiento del jurel *T. murphyi* de distintas zonas del Pacífico Sudoriental según diversos autores (Dioses, 2013 adaptado de IFOP 1995)

1. Kaiser (1973) en Antofagasta-Coquimbo-Valparaíso; 2. Pavez & Saa (1978) en Valparaíso; 3. Aguayo et al (1981) en Arica-Iquique 4. Abramov & Kotylar (1981) en Perú 5. Dioses (1995) en Perú 6. Shevshuk & Chur (1984) 8° a 50°S 7. Castillo & Arrizaga (1987) en Talcahuano 8. Shcherbithch (1991) 9. Kochkin (1992) en 33° a 39°S; 10. Alegría et al. (1995) en Zona Norte de Chile; 11. Alegría et al. (1995) en Zona Norte de Chile; 12. Alegría et al. (1995) en Zona Norte de Chile.

Las que se corresponden con nuestra área de estudio son la 10, 11 y 12 de Zona Norte de Chile (Alegría et al. 1995 en Dioses 2013). Estas son diferentes entre sí. Respecto a esto Van Neer y coautores (2004) observaron que el ritmo del crecimiento del anillo marginal de una misma especie es variable en relación a la región, el año considerado y el grupo de edad. En este caso son lecturas de diferentes años, pero las 3 coinciden en que la tendencia de los individuos entre 4 y 6 años es alcanzar longitudes entre 30 y 40 cm.

Por otro lado, los estudios sobre la madurez sexual de esta especie en nuestra área de estudio han confirmado que la actividad reproductiva de la especie tiende a concentrarse entre septiembre y enero. Leal y colaboradores (2013) afirman que la longitud media para madurez sexual durante la estación reproductiva del año 2011 se estimó en 22,7 cm de longitud de horquilla (LH), y que esto es equivalente a 2,44 años. En este sentido se estima que individuos mayores a 3 años, alcanzando una longitud mayor a 22 cm, estarían dentro del rango de especímenes adultos en edad reproductiva.

Comprender las características particulares de esta especie con antelación nos permiten guiar y entender la información obtenida y así poder entender también en una pequeña escala su comportamiento en la prehistoria.

#### IV. MARCO METODOLÓGICO

##### Muestra

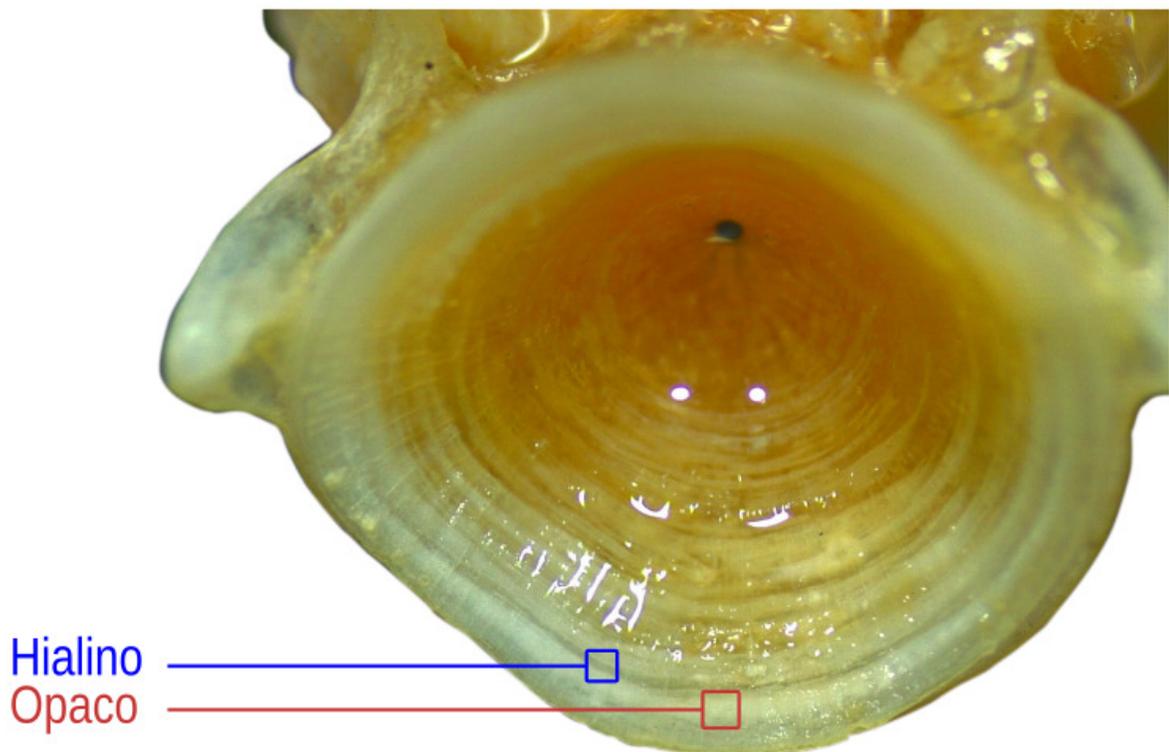
El material ictioarqueológico que se analizó proviene de la excavación realizada entre los años 2011 y 2012 de la Unidad 1 ubicada en el sector central del sitio Zapatero (UTM: 7242133 N / 346927 E, Altitud: 33 msnm). Esta unidad corresponde a una cuadrícula de 2x2 m, y tiene una profundidad de 220 cm (880 m<sup>3</sup>). La excavación fue subdividida en 4 sub-unidades: A1, A2, B1 y B2. La muestra fue recuperada a través del harneo en mallas de 3 mm. Este material fue sometido a un análisis ictioarqueológico (análisis taxonómico, tafonómico y osteométrico) previamente para la Memoria de Título de la arqueóloga Sandra Rebolledo (2014). Para el trabajo de esta memoria se utilizaron solo las primeras vértebras del *Trachurus murphyi* identificadas en la ocupación del Arcaico III (Tabla 3).

Capa	Primera vértebra (N)
3	12
4	29
5	5
5A	7
6	18
6A	72
7	1
8	10
9	4
10	65
11	24
12	4
<b>Total general</b>	<b>251</b>

**Tabla 3.** Frecuencia (N) de primeras vértebras en la ocupación Arcaico III de la Unidad 1 de Zapatero.

## Metodología

Para Identificar el patrón de crecimiento estacional del *Trachurus murphyi* durante el Arcaico III en el sitio Zapatero y por ende comprender su estacionalidad de captura, esta Memoria se enmarcó principalmente en los métodos y técnicas de la esclerocronología. Este método tiene como finalidad estimar la edad, el crecimiento y los ciclos estacionales de los animales vertebrados a través de las marcas de crecimiento cíclicas.



**Figura 5.** Anillos de crecimiento Opaco y Hialino en primera vértebra jurel actual.

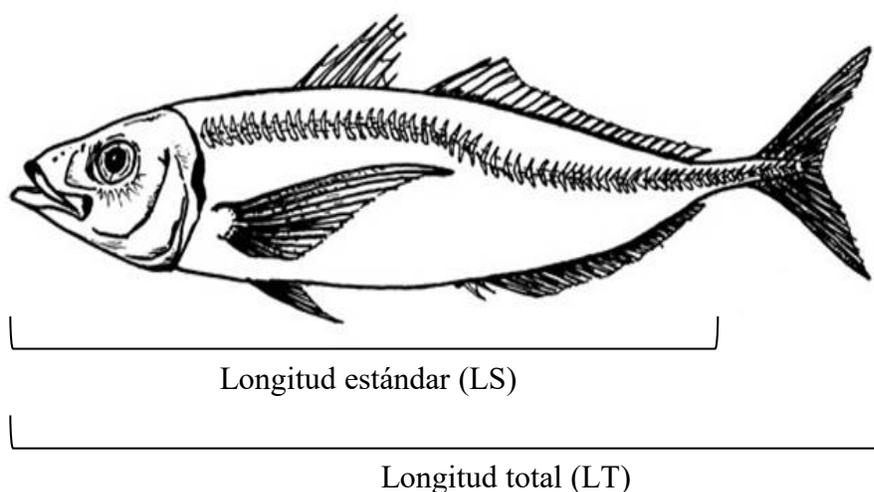
Las marcas de crecimiento cíclicas o anillos de crecimiento estacionales están formados por una zona hialina y otra opaca, que constituyen en conjunto un anillo anual (ánulo). El conjunto de estos ánulos registra la historia de crecimiento del pez desde el nacimiento hasta la fecha de muerte.

## Colección de Referencia

Para determinar el patrón de crecimiento estacional en primer lugar, se elaboró una colección de referencia durante dos años de la especie ictiológica seleccionada *Trachurus murphyi*, para así determinar el patrón de crecimiento (relación talla/edad) y ritmo de crecimiento estacional para poder compararlo con los datos arqueológicos.

La colección de referencia actual se elaboró con especímenes colectados desde noviembre de 2015 hasta diciembre del 2017. El año 2015 la zona de estudio estuvo sometida a un fuerte impacto del fenómeno de El Niño a diferencia del año 2016 y 2017 que el fenómeno estuvo más bien neutro (NOAA, 2018), estas diferencias pueden haber influido en la productividad oceánica y por ende en el mismo comportamiento de la especie (Gerlotto et al., 2012).

Se colectaron entre 3 a 5 individuos por cada mes, de diferentes tallas. En todos los casos los individuos fueron fotografiados, pesados (peso total), medida su longitud estándar (LS) y la longitud total (LT) (**Figura 6**). Posteriormente fueron cocinados y desesqueletizados. Cada individuo fue almacenado con la información registrada por separado. Todo el trabajo mencionado fue desarrollado en conjunto a la Doctora en Arqueología Jimena Torres en el marco del Proyecto Fondecyt 1151203.



**Figura 6.** Medidas de Longitud total y estándar.

El análisis esclerocronológico se realizó sobre vértebras actuales y vértebras arqueológicas, ya que se obtuvieron buenos resultados en trabajos anteriores (Van Neer et al., 1999, Torres, 2016), además que son abundantes en los sitios arqueológicos, presentan buena conservación y legibilidad de sus marcas de crecimiento. Se utilizaron la primera y segunda vertebra actuales de cada individuo colectado mensualmente, para comparar en cuál de los dos elementos óseos se realizaba mejor la lectura de anillos. En las arqueológicas se utilizó la primera vértebra.

Tanto las piezas de las colecciones de referencia como las muestras arqueológicas de la especie *T. murphyi* se analizaron en el Laboratorio de Esclerocronología, de la Facultad de Ciencias del Mar y Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso a cargo del investigador Guido Plaza.

### **Determinación de estacionalidad**

Para el estudio de vértebras actuales y arqueológicas, se trabajó directamente sobre el elemento óseo, en este sentido no fue necesaria su modificación, al contrario del caso de los otolitos en el cual se realiza un proceso de modificación de la estructura ósea para la lectura de anillos (IFOP, 2016). La técnica de observación, la adquisición de imágenes, la estimación de edad y el crecimiento se realizó con los mismos procedimientos en toda la muestra (Mahé et al., 2009 en Torres, 2016).

La lectura y conteo de bandas de crecimiento, así como la toma de medidas morfométricas de cada vértebra, se llevó a cabo mediante el uso de una lupa binocular (LEIKA® EZ 4D ) con luz transmitida y cámara incorporada, junto con un analizador de imágenes Image Pro-Express® Software, versión 4.5, 2002 (Media Cybernetics).

Para la estimación de la edad de los individuos se determinó las distancias entre los núcleos, los anillos de crecimiento y el borde de las vértebras a través del analizador de imágenes.

#### *Determinación del ritmo estacional de crecimiento:*

Para la determinación de la estacionalidad del crecimiento se requirió en primera instancia de un proceso de validación de la periodicidad de formación de los ámulos (anillos de crecimiento); para ello se empleó un análisis del índice de incremento marginal (ICM).

El análisis de incremento marginal (IM) es una técnica que cuantifica la distancia del último anillo formado en relación con el borde de la vértebra, siendo una herramienta útil para los individuos con más de un año de edad, jóvenes (y preadultos) (Campana, 2001; Panfili et. al, 2002). Tiene como su supuesto básico que la distancia entre los anillos se reduce gradualmente a lo largo del desarrollo. El valor del incremento marginal varía entre cero y uno, y los valores más pequeños indican la formación del anillo.

Donde:

Ro = radio de la vértebra;

Rn = radio del anillo más cercano al borde;

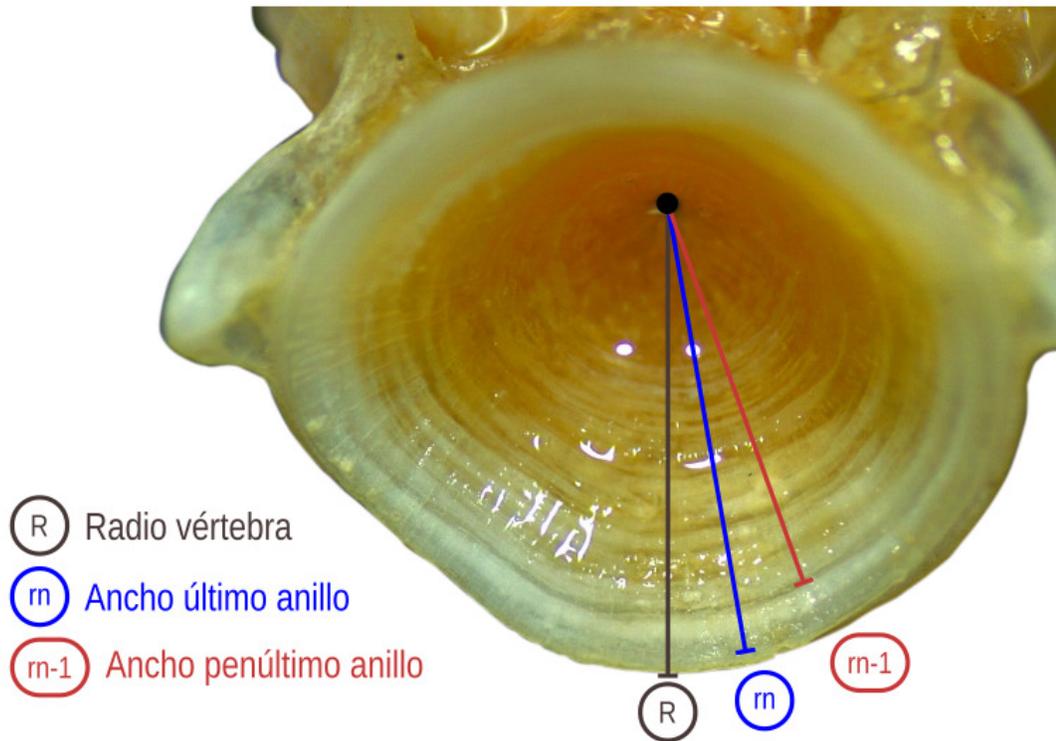
Rn-1 = radio del penúltimo anillo más cercano al borde.

El ICM (Panfili et al., 2002) se expresa como:

$$\text{ICM} = (R-r_n)/(r_n - r_{n-1})$$

Una vez determinado el **Incremento Marginal** de cada vértebra a través de este procedimiento, fue posible determinar la procedencia estacional de cada individuo de la muestra, así generamos un patrón de crecimiento estacional de los individuos de la colección de referencia actual, y luego determinamos la procedencia de los individuos arqueológicos.

Para hacer una buena lectura del IM se realizaron 2 a 3 mediciones diferentes para compararlas y verificar que la lectura se realizara de la misma forma en todas, así mismo realizamos la lectura 2 observadores para también comparar y así cotejar que la medición se realizara objetivamente.



**Figura 7.** R es el radio de la vértebra; rn es el ancho del último anillo y rn -1 es el ancho del penúltimo anillo de crecimiento.

Finalmente teniendo los resultados de la procedencia estacional de los individuos arqueológicos se podrá complementar con los datos obtenidos hasta la fecha para el contexto arqueológico de nuestro interés, vinculando así nuestros datos con las demás evidencias del sitio y unidad excavados entendiendo integralmente la estacionalidad de captura del jurel en el sitio y periodos determinados.

## V. RESULTADOS

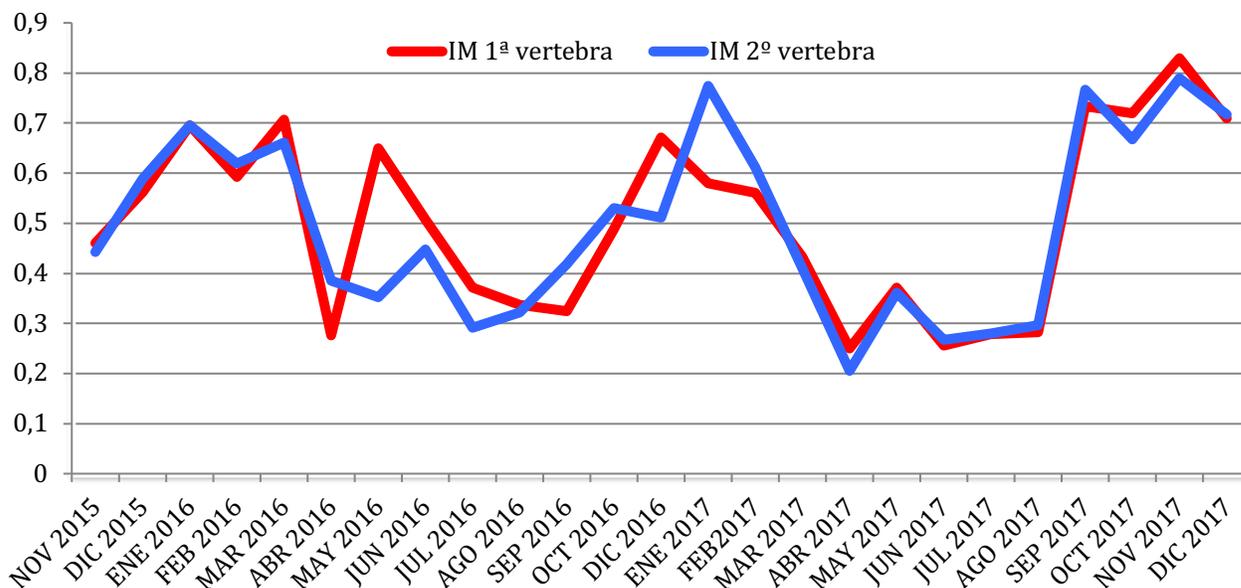
A continuación presentaremos los resultados del análisis de crecimiento estacional del jurel. Por un lado los resultados del análisis de las colecciones de referencia actual de jurel y por otro los resultados de los análisis del material ictioarqueológico del Arcaico III de la Unidad 1 de Zapatero.

### Colección de Referencia Actual

En primer lugar, la confección de la colección de referencia desde los años 2015 al 2017 dio como resultado un conjunto de 84 individuos, los que fueron fotografiados, pesados y medidos y luego analizados en el analizador de imágenes Image Pro (**Anexo 1**).

Se analizaron primeras y segundas vértebras de los 84 individuos colectados. Algunas vértebras de ciertos individuos no permitieron el conteo de anillos pues las condiciones de conservación no permitían la lectura, en este sentido se pudieron analizar un total de 80 primeras vértebras y 82 segundas vértebras (Anexo 1). La mayoría de los meses contó con 3 o 4 vértebras para el análisis.

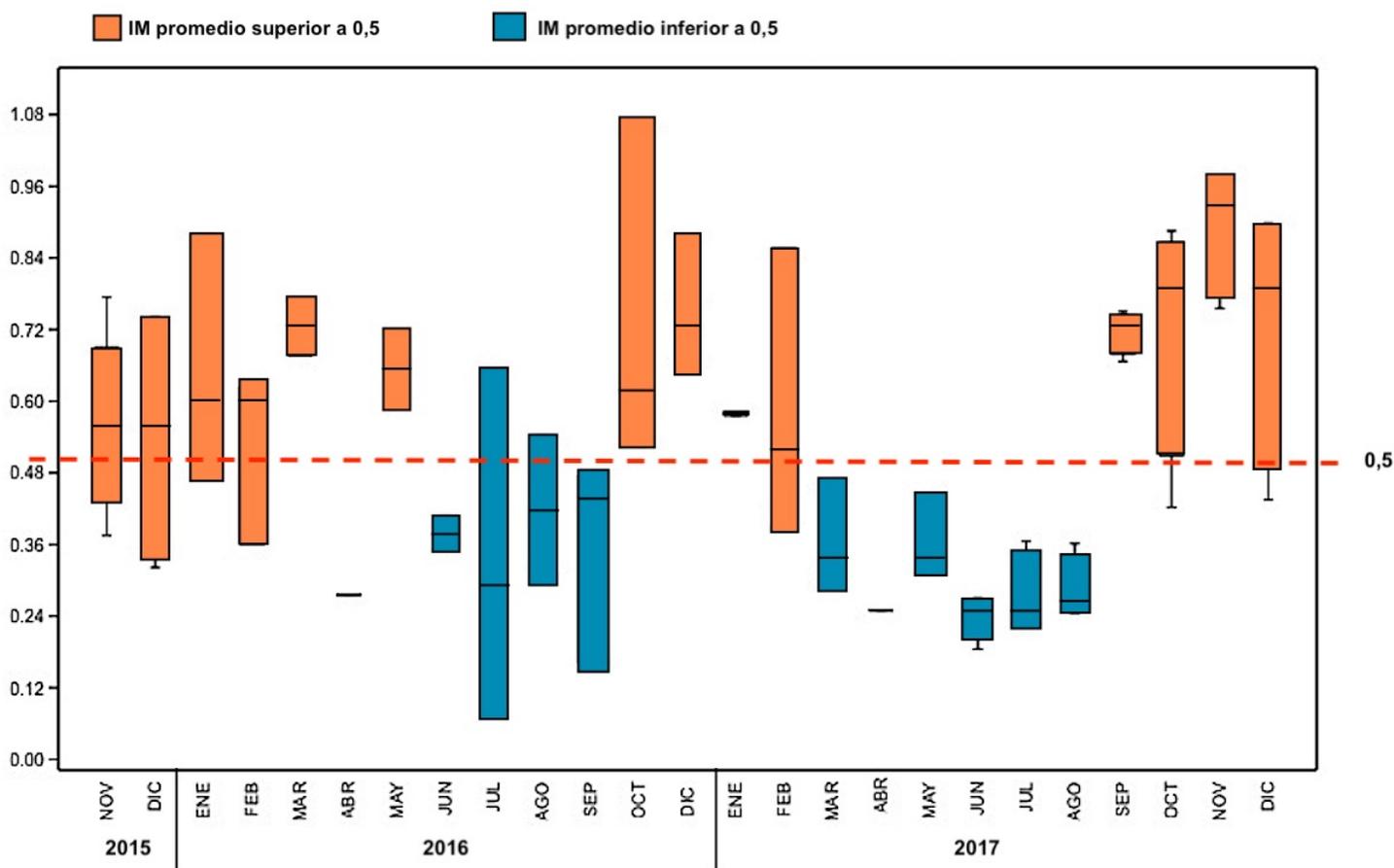
El análisis esclerocronológico arrojó una coincidencia en las mediciones realizadas para segundas y primeras vértebras, en este sentido se ve un patrón similar al comparar ambas mediciones a lo largo de los 2 años; solo el mes de mayo del 2016 difiere (**Figura 8**).



**Figura 8.** Comparación IM 1ª y 2ª vértebra *Trachurus murphyi* mensualmente (años 2015 – 2017).

En cuanto a la medición del Incremento Marginal (IM), los resultados muestran un patrón de crecimiento que valida la existencia de diferencias importantes entre estaciones del año. A partir de estos resultados definimos el valor del IM 0,5 como la media aritmética de todas las mediciones de IM a lo largo de los 2 años y así también la media entre los valores 0 y 1 entre los que se distribuyen los IM 2015- 2017.

En primer lugar, identificamos un bajo IM (inferior a 0,5) desde fines del otoño del 2016 hasta comienzos de la primavera del mismo año (junio a septiembre), luego hay un aumento sustancial del índice (IM superior a 0,5) en los meses estivales desde octubre 2016 a febrero 2017.

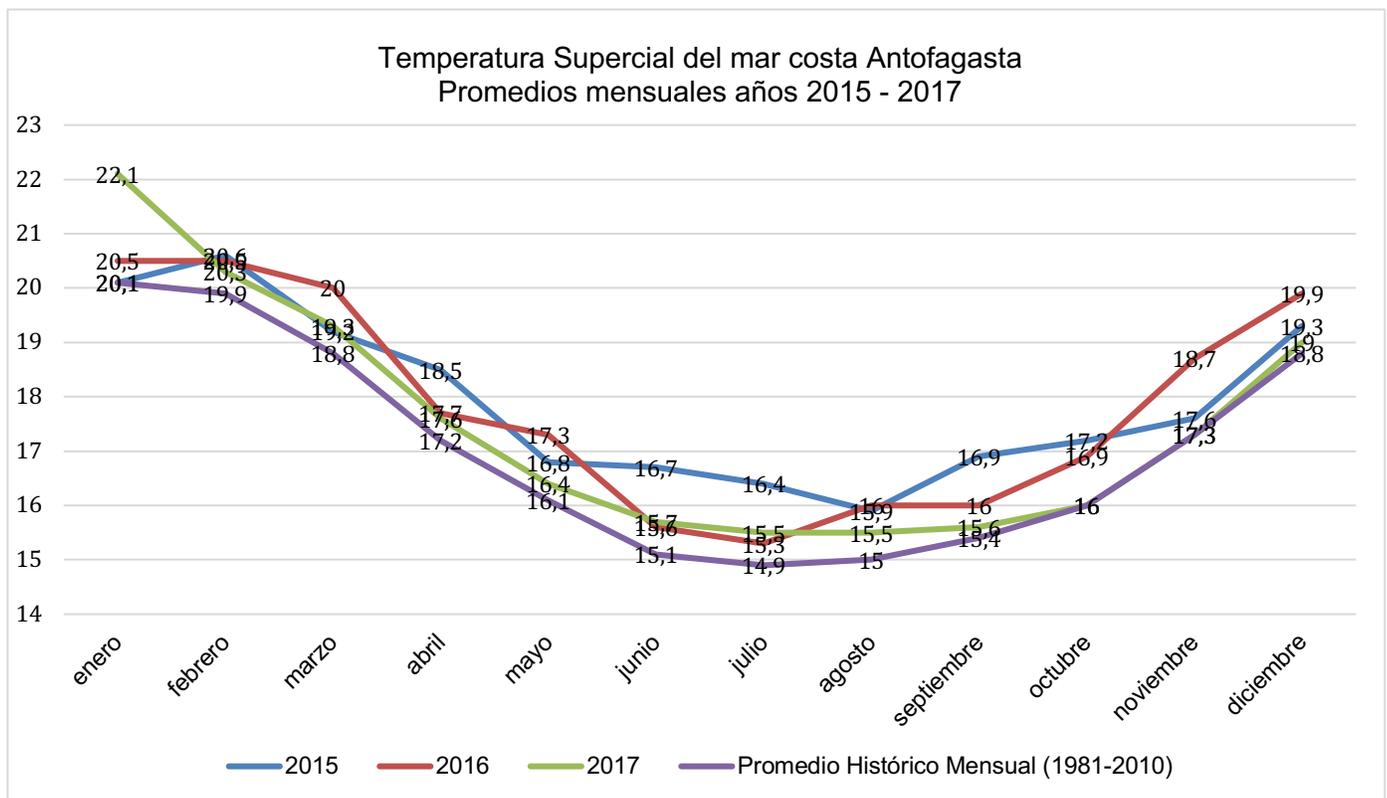


**Figura 9.** Índice de Incremento Marginal de jureles en la costa de Taltal de noviembre 2015 a Diciembre 2017.

Notamos diferencias entre el año 2016 y 2017. El año 2016 presenta mediciones de IM de un rango mucho más amplio, presentando desviaciones estándar mayores, a diferencia de los IM 2017 en los que se puede ver menores desviaciones y reflejan grupos más homogéneos (**Anexo 3**). Así, al comparar los dos años vemos comportamientos bastante particulares. Durante el 2017 para el mes de septiembre se presenta un IM de alto crecimiento (promedio  $0,71 \pm 0,01$ ) a

diferencia de lo que ocurre el 2016 durante el mismo mes, que refleja un decrecimiento en el IM (promedio  $0,35 \pm 0,09$ ). También, durante el mes de mayo pasa algo particular, durante el 2016 se ve un alto crecimiento (IM promedio  $0,64 \pm 0,05$ ) y durante el 2017 un bajo crecimiento ( $0,36 \pm 0,03$ ). Lo anterior puede ser un reflejo de la Corriente de El Niño, que estuvo presente desde febrero del 2015 a mayo del 2016 y que nos instó finalmente a prolongar la colección hasta el 2017.

En este sentido, si nos fijamos solo en el año 2017 y vemos el comportamiento anual del jurel con un fenómeno de El Niño neutro (NOAA, 2018) podemos ver claramente diferenciados dos momentos, uno de crecimiento alto que incluye de septiembre a febrero y otro de crecimiento bajo entre los meses marzo y agosto (Figura 9).



**Figura 10.** Temperatura superficial del mar para la costa de Antofagasta. Años 2015, 2016, 2017 y promedio histórico 1981-2010. Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (2018).

Revisando los datos de temperaturas superficiales del mar para la costa de Antofagasta proporcionados por el SHOA (2018), se ven diferenciados los momentos cálidos y más fríos de la temporada anual, con una curva de variación que culmina en los meses de enero y febrero con las temperaturas más altas alcanzadas en la superficie del mar y de junio a agosto las más bajas. Así, los datos validan la existencia de periodos de más alto crecimiento y de menor crecimiento

del jurel en base a la temporada anual de temperaturas. No obstante, se aprecia una diferencia. La TSM varía paulatinamente, en cambio el IM del jurel muestra cambios bruscos entre mayo-junio 2016, septiembre-octubre 2016 y agosto-septiembre 2017.

En los datos de TSM también notamos las diferencias producidas entre los años 2015 y 2017, siendo las temperaturas de los meses más fríos del año 2015 en promedio más altas que las de los otros años y considerablemente mayores que las del promedio histórico para la costa de Antofagasta.

Por otra parte, para identificar si hay diferencias significativas entre los meses cálidos de toda la colección actual aplicamos un análisis de varianzas (ANOVA) cuyos resultados señalan que sí existen diferencias estadísticamente significativas entre los meses cálidos con Fenómeno de El Niño del 2015-2016 y sin Fenómeno de El Niño durante el 2017 (Figura 11) y también entre los meses cálidos en los que no estuvo presente el Fenómeno de El Niño (Figura 12).

Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	7,22177	7	1,03167	18,21	5,421E-16
Within groups:	6,34603	112	0,056661	Permutation p (n=99999)	
Total: 13,5677	119	1E-05			

**Figura 11.** Test ANOVA IM meses cálidos del 2015 al 2017.

Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups:	3,88879	7	0,555541	6,96	5,796E-06
Within groups:	4,47017	56	0,0798245	Permutation p (n=99999)	
Total: 8,35896	63	3E-05			

**Figura 12.** Test ANOVA IM meses cálidos 2017

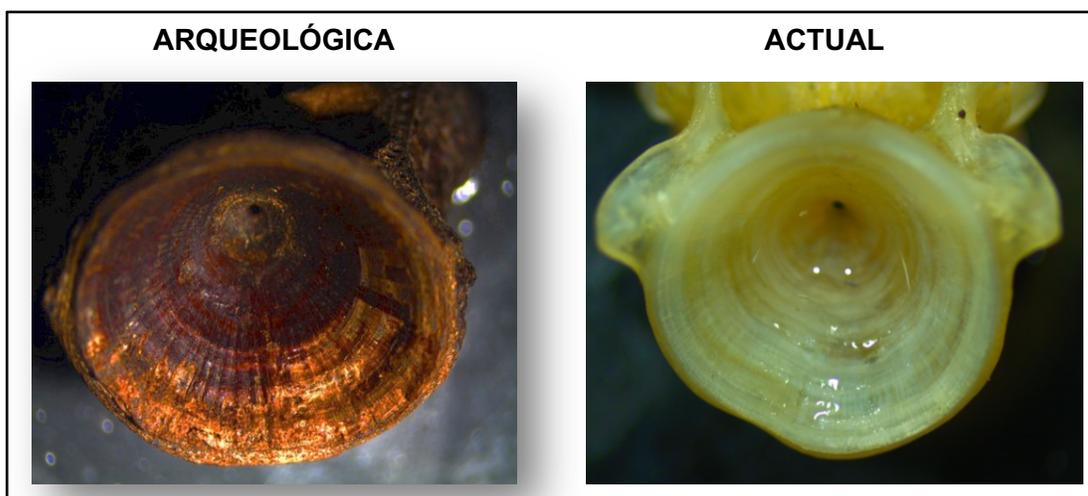
En este sentido, al revisar los datos podemos ver que no todos los individuos correspondientes a los meses estivales arrojaron un crecimiento alto, algunos individuos presentaban un bajo crecimiento aun cuando fueron colectados en meses estivales, lo anterior puede deberse sin embargo a comportamientos individuales, estrés ambiental o alimentación (Leal et al. 2013; Dioses, 2013). Para identificar esto usualmente podría realizarse un estudio más acucioso de anillos diarios (Van neer et al., 1993). De cualquier forma, el rango de IM no tiene una desviación alta y la tendencia es recurrente a un IM superior a 0,5 (que fue nuestra media aritmética) y por

ende a un alto crecimiento. Lo mismo puede suceder para la estación más fría, existen individuos con un crecimiento superior al promedio para el mes correspondiente, pero la tendencia siempre es a un IM inferior a 0,5.

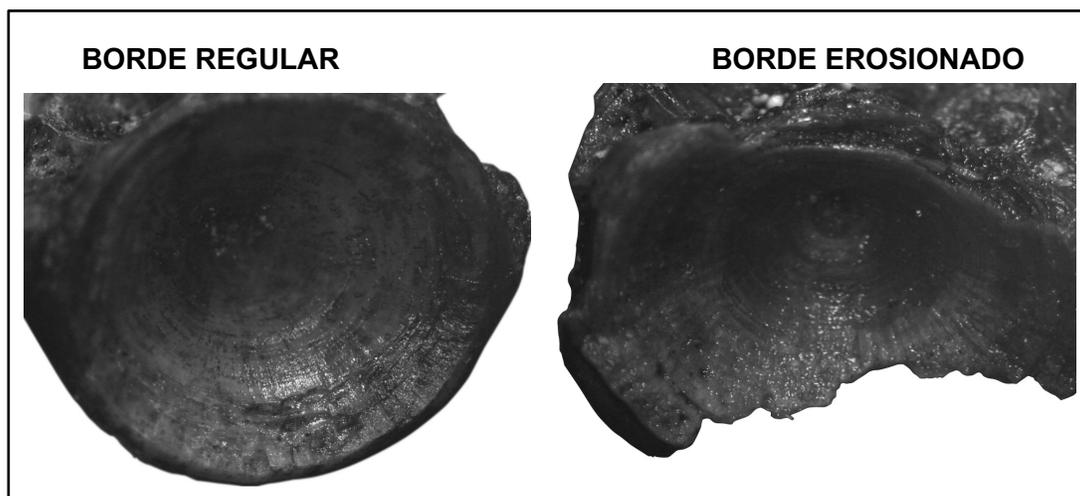
En base a lo anterior, podemos describir que el patrón de crecimiento determinado por nuestro análisis para los años 2015-2017 presenta una tendencia de un crecimiento ( $IM > 0,5$ ) notorio de los especímenes en épocas cálidas, desde septiembre a febrero/marzo y un decrecimiento ( $IM < 0,5$ ) para los especímenes colectados en épocas más frías (desde marzo/abril hasta agosto).

### Análisis esclerocronológico de vértebras arqueológicas

Del total de la muestra (n=251) de vértebras arqueológicas, se analizó el 50% (n= 124) debido a que no todas presentaban una completitud e integridad en el borde utilizado para la medición, así la conservación e integridad de algunas vértebras nos llevó a disminuir la muestra obtenida en una primera instancia (**Figura 13 y 14**).



**Figura 13.** Comparación de vértebra arqueológica y vértebra actual de jurel.



**Figura 14.** Vertebras Arqueológicas: Borde regular (izquierda) Borde erosionado (derecha)

Las 124 vértebras analizadas corresponden a la secuencia Arcaico III denominada por Salazar y colaboradores (2015) y se distribuyen entre las capas 3 y 12 (**Tabla 4**). Las

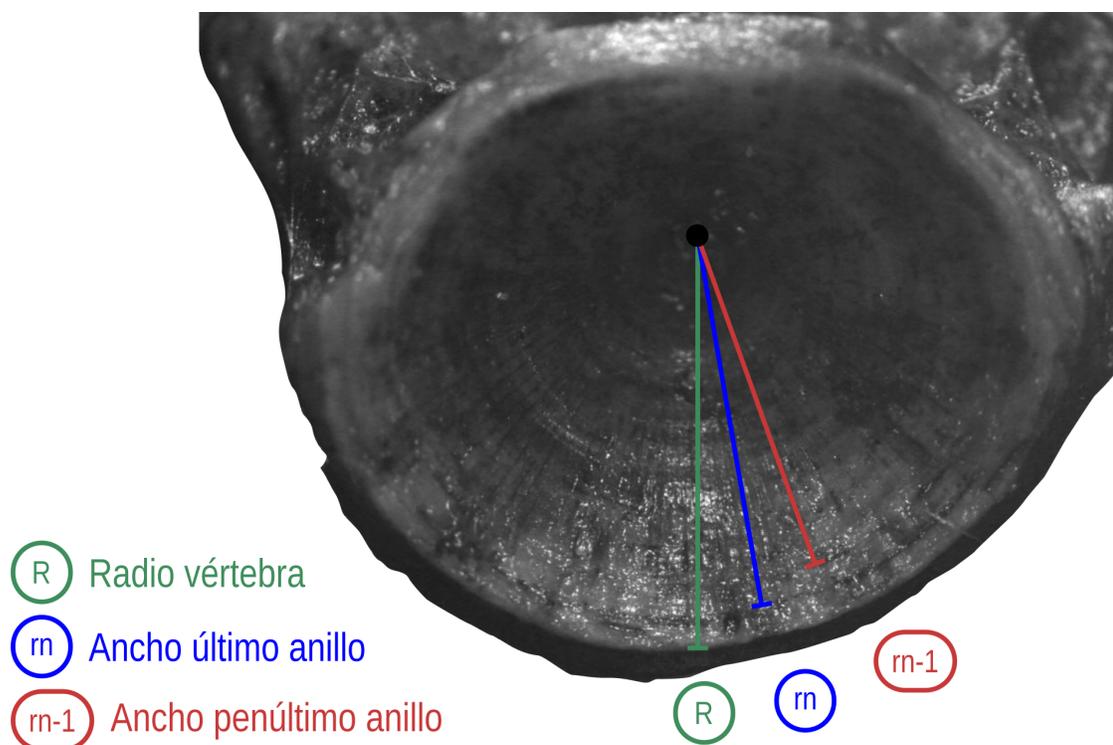
capas con mayor frecuencia de individuos analizados y recuperados son las capas 4, 6A y 10.

Capa	N recuperado	N analizado	ICM promedio 1ª vertebra	Desviación Estándar	Rango ICM Mín – Máx
3	12	9	0,73	0,2	0,47-1,14
4	29	19	0,83	0,2	0,36-1,27
5	5	4	0,95	0,2	0,65-1,21
5A	7	5	1,07	0,18	0,82-1,25
6	18	5	1,07	0,3	0,39-1,16
6A	69	36	0,82	0,3	0,43-1,88
8	10	5	0,86	0,2	0,46-1,22
9	4	1	0,7	0	0,7
10	65	29	0,9	0,2	0,53 – 1,38
11	24	3	0,95	0,09	0,84 -1,00
12	4	5	0,91	0,3	0,58-1,26
N total	251	124	0,85	-	0,4 -1,88

**Tabla 4.** Promedio, rango y desviación estándar de ICM por Capa de los individuos arqueológicos, Unidad 1 Zapatero.

La medición del IM en las vértebras arqueológicas tuvo un grado mayor de dificultad que la medición en vértebras actuales. Por un lado y como mencionamos con anterioridad el estado de conservación y de completitud del borde nos obligó a descartar las que no eran posibles de medir; por otro, también la textura y porosidad de estos restos óseos más desgastados fue visualmente un desafío a la lectura de los anillos. Así fue necesario hacer dos mediciones junto con dos lectores (como también lo hicimos con las vértebras actuales)

así descartamos algunos errores y verificamos con las dos lecturas la correspondencia de nuestras mediciones.

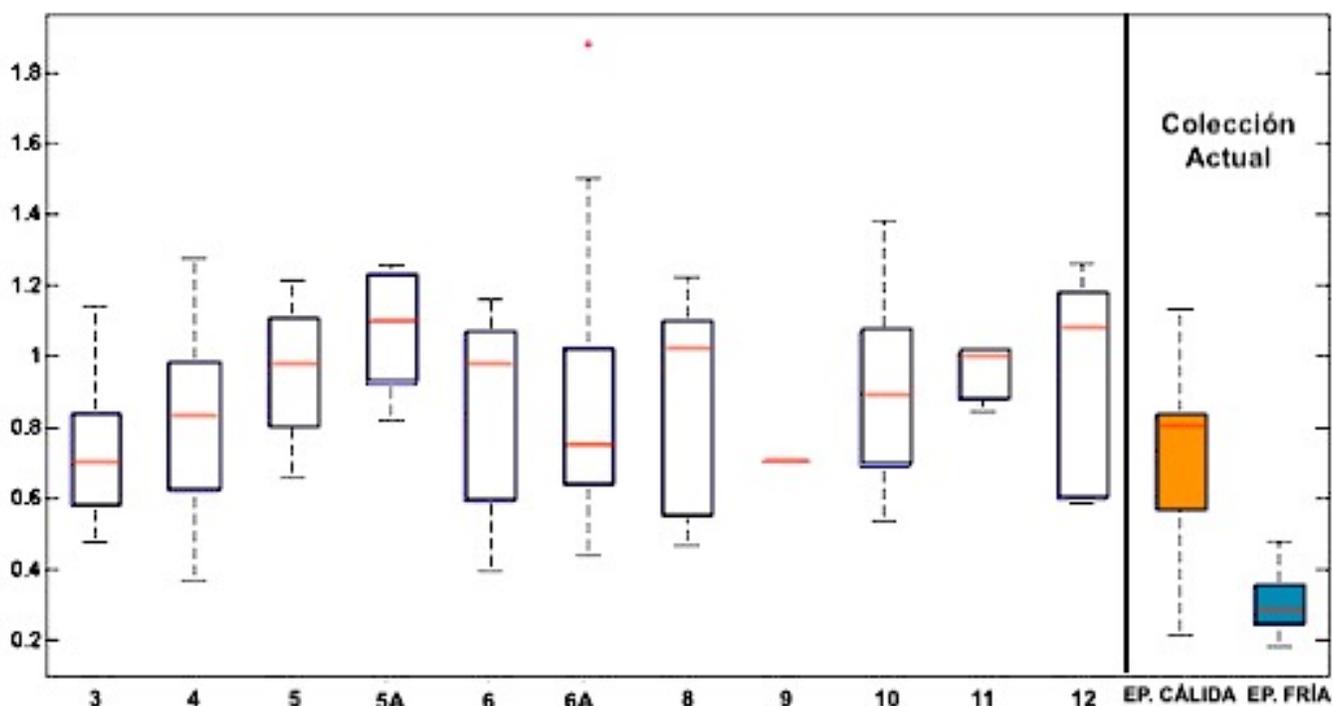


**Figura 15.** Medición del IM en vértebra arqueológica procedente de Capa 6A.

El estudio del Incremento Marginal (IM) a lo largo de la secuencia ocupacional Arcaico III de la Unidad 1 del sitio Zapatero, si bien no se pudo efectuar en la totalidad de la muestra recuperada del sitio, sí mantuvo un N bastante alto, el cual nos permite tener confiabilidad en los resultados obtenidos. En este sentido, el resultado del análisis arrojó que el 86% de las vértebras arqueológicas tiene un IM superior a 0,5 y el promedio de IM en cada capa también es superior a 0,5 (Figura 16) (Para un detalle de la medición de cada vértebra, ver Anexo 5).

Las capas con mayor frecuencia de individuos (Capas 4, 6Ay 10) tienen una desviación estándar superior a las otras, llegándose a encontrar individuos con el más alto IM (1,88) y también con IM inferior a 0,5 (0,43). El promedio de IM por capa supera el 0,7 en todas las capas obteniendo así un IM bastante superior en comparación con los individuos de mayor crecimiento de la colección actual (**Tabla 4**).

Al comparar estos datos con nuestra colección de referencia actual los datos indican que la mayoría de los individuos corresponderían a especímenes que al momento de su captura estaban en una época de alto crecimiento.



**Figura 16.** Índice de Incremento Marginal por capas de vértebras procedentes de la secuencia ocupacional Arcaico III de la Unidad 1, Zapatero y de la colección actual.

Así, al comparar los datos con nuestro patrón de crecimiento actual podemos identificar que los jureles de toda la secuencia Arcaico III de esta unidad de excavación habrían sido colectados en una época cálida, posiblemente entre los meses de septiembre a marzo.

Los IM presentan una distribución normal (**Tabla 5**) para casi todas las capas exceptuando la capa 6A que es la capa con mayor cantidad de individuos analizados. Por otro lado, la capa 9 por su baja representación (N=1) impide identificar una tendencia en su distribución.

Capa	N	Test Sha - Wilk	Sig.
3	9	0,9389	0,57
4	19	0,9571	0,5169
5	4	0,9647	0,9373
5A	5	0,9373	0,6468
6	5	0,9736	0,898
6A	36	0,9055	0,0003
8	8	0,8875	0,2219
9	1	-	-
10	29	0,9528	0,2157
11	3	0,789	0,088
12	5	0,8861	0,3377

**Tabla 5.** Test Shapiro- Wilk en base a IM de vertebras procedentes de capas Arcaico 3 de Unidad 1, Zapatero.

Por otro lado, el análisis de las varianzas (ANOVA) de los IM de las diferentes capas nos permite identificar que existen diferencias muy significativas entre las medias de los IM. En este sentido, como identificamos en la **Tabla 4** y la **Figura 16**, se puede ver una gran amplitud de los rangos en los que se distribuyen los IM en cada capa, existiendo IM muy altos y muy bajos en una sola capa. Sin embargo, como hemos mencionado, la tendencia en todas las capas es a IM superior a 0,5 (**Figura 16**).

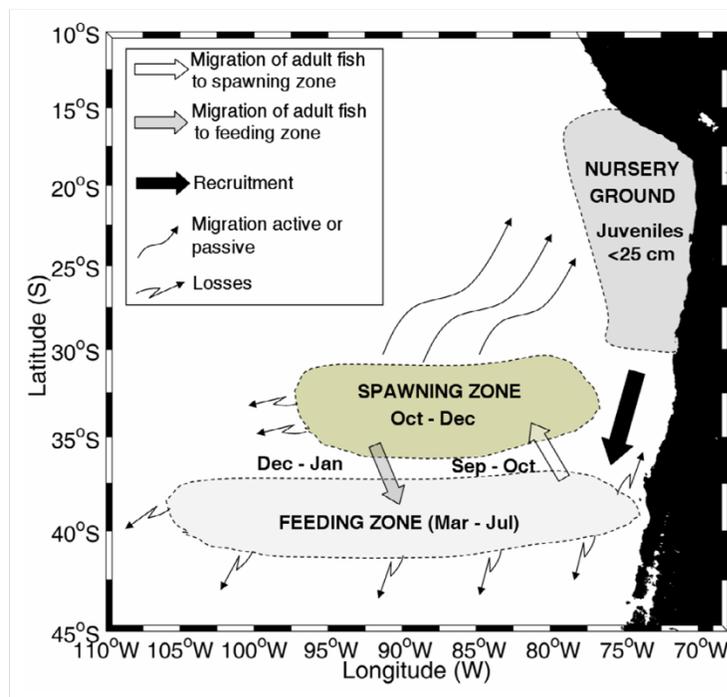
Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
<b>Between groups:</b>	27,895	10	2,7895	24,57	1,75E-36
<b>Within groups:</b>	47,4573	418	0,113534		<b>Permutation p (n=99999)</b>
<b>Total:</b>	75,3523	428	1E-05		

**Figura 17.** Test ANOVA para IM en ocupación Arcaico III de Unidad 1 Zapatero.

## VI. DISCUSIÓN

Los análisis en esclerocronología para especies ícticas arqueológicas han sido en su mayoría efectuados en otolitos y es la pieza más recurrentemente usada en biología. Ahora bien, el uso de los otolitos en arqueofauna muchas veces ha sido limitado debido a que no son muy abundantes en el registro y su tamaño muchas veces hace que sean de fácil pérdida en los procesos de excavación. En el marco de esta escasez de otolitos, se ha identificado que las vértebras suelen ser abundantes, tienen buena preservación (Torres 2016; Van Neer et al., 1999) y al mismo tiempo son fáciles de identificar (Butler & Schroeder, 1998). En el caso de nuestra subunidad de análisis se identificaron 251 primeras vértebras y no se identificaron otolitos de *Trachurus murphyi* (Rebolledo, 2014). Es así, como a través de este estudio pudimos corroborar los buenos resultados obtenidos en el análisis de este elemento óseo al ser abundante y presentar buena conservación, lo que permitió generar una muestra significativa para el estudio de su crecimiento.

El estudio basado en la colecta de referencia de vértebras apunta a que los jureles de épocas más cálidas presentarían un alto crecimiento y los jureles de épocas más frías una detención de crecimiento o un crecimiento más lento. Lo anterior se atribuye al comportamiento altamente migratorio de esta especie, que como apreciamos en la literatura especializada (CORFO, 1979; Dioses, 2013; Arcos et al., 2001; Vásquez, 2012) es en épocas cálidas (primavera- verano del hemisferio sur) cuando los adultos fértiles desovan manteniéndose en la franja costera durante el verano en grandes cardúmenes.



**Figura 17.** Modelo espacial de las poblaciones de Jureles en el Océano Pacífico Suroriental (modificado de Arcos et al., 2001 en Vásquez, 2012).

En este sentido, podemos apreciar en la **Figura 17** que el sector sur de la costa peruana y la zona norte de la costa chilena se ha identificado como un espacio vital de crianza (*Nursery Ground*) al que los jureles adultos se trasladan posterior al desove a comienzos de primavera para su alimentación y crecimiento durante épocas estivales por lo que convergerían en este espacio adultos y también juveniles (mayores a 25 cm) con altas tasas de crecimiento.

La costa de Taltal es parte de este espacio de crianza y desarrollo del jurel, por lo que su ubicuidad y abundancia durante el verano en esta zona es esperable tanto en la actualidad como en el registro arqueológico.

### **Influencias de El Fenómeno de El Niño (ENSO)**

Otro aspecto relevante a discutir, son las alteraciones significativas en el comportamiento del clima sobre la costa sudamericana que produce el Fenómeno de El Niño, siendo la costa del desierto de Atacama frecuentemente alterada en cuanto a su productividad (Sandweiss et al., 2001). Un indicador clave de este fenómeno es la temperatura superficial del mar que puede aumentar entre 1 y 4°C, alterando las condiciones ambientales que influyen constantemente a las diversas poblaciones de especies marinas que habitan la costa (Santibáñez et al., 2005).

Parte de la colecta de referencia actual fue generada durante los periodos 2015 y 2016, años que mantuvieron variaciones de eventos ENSO. En efecto, este periodo fue dominado por un gran evento de El Niño entre la primavera del 2015 y el otoño del 2016, siendo el evento que se ubica entre el primer y tercer lugar del registro histórico (>100 años), siendo popularmente conocido como El Niño Godzilla (Bell et al., 2017) el cual produjo un aumento considerable en la Temperatura Superficial del Mar (TSM) que se tradujo en fuertes precipitaciones y aluviones. En este sentido, los eventos ENSO y otros cambios climáticos en esta zona pueden dar origen a variaciones o cambios en el crecimiento y estructura de las tallas del jurel (Dioses, 2013).

Los estudios basados en edad y crecimiento del jurel en la zona de la costa sur del Perú y norte de Chile (Dioses, 2013; Gerlotto & Dioses, 2013; Vásquez, 2012) muestran que los eventos ENSO generan cambios en el comportamiento de agregación de los peces, donde se ha visto que los cardúmenes son más pequeños y menos numerosos durante un ENSO. Junto a esto, se ha identificado que cuando ocurren fenómenos El Niño fuertes, las capturas son altas, más oceánicas y varían poco entre día y noche. Los cardúmenes se concentran debajo de una marcada y profunda termoclina. Las capturas se realizan a profundidades entre ~100-200 m. Por otro lado, en ausencia de un evento El Niño o en presencia de eventos suaves o moderados, los cardúmenes se encuentran entre 0 y 300 m de profundidad, por lo tanto la pesca es muy costera, a mayor profundidad en el día y más superficial durante la noche.

Los jureles colectados durante la influencia del evento ENSO del año 2015 y 2016 (NOAA, 2018) difieren de los del 2017. Hemos identificado un grupo más heterogéneo con

diferencias notables en el crecimiento durante un mismo mes, esto pareciera deberse a las fluctuaciones de la temperatura superficial del mar durante este evento (SHOA, 2018) y que como manifiestan las investigaciones sobre la especie (Dioses, 2013; Gerlotto y Dioses, 2013) pueden haber ocasionado variaciones en el crecimiento y distribución de la población durante esos meses.

Las influencias de los eventos ENSO también pueden haber afectado la productividad de los ecosistemas marinos del pasado y por ende el comportamiento de los jureles prehistóricos, la información paleoclimática disponible para nuestra zona de estudio sugieren por un lado una mayor ocurrencia de episodios asociados a El Niño a partir de los 5.500 ca AP, que habrían favorecido una mayor recarga de sistemas hidrológicos subterráneos que sustentan las aguadas costeras (Vargas et al. 2006; Herrera y Custodio, 2014)

Por otro lado, los datos obtenidos a nivel local y regional en cuanto a la temperatura superficial del mar coinciden en registrar fluctuaciones en las temperaturas a través del tiempo (Carré et al. 2012; Kim et al. 2002; Ortlieb et al. 2011; Vargas et al. 2006), siendo en el Holoceno Temprano (12.000-10.000 cal AP) la temperatura del mar alrededor de 3°C más fría que el presente, fluctuando luego hacia temperaturas más cálidas, similares a las actuales, durante el Holoceno Medio (desde alrededor del 9.000 cal AP).

Los datos obtenidos específicamente en la costa de Taltal - Paposos corroboran este contexto paleoceanográfico, con valores de temperatura del mar reconstruidos a partir de registros de oxígeno 18 ( $\delta^{18}O$ ) de conchas de *Fissurella maxima* (lapa) provenientes de depósitos arqueológico del Holoceno Temprano y Medio (Fondecyt 1151203, 2017) manifiestan que las temperaturas del Holoceno Medio son similares a las actuales, a diferencia de las temperaturas del Holoceno Temprano que manifiestan aproximadamente 3°C menos que en el presente (años 2015 - 2016) (Flores et. al, 2018)

Los datos esclerocronológicos obtenidos por otro lado plantean que los especímenes de jurel capturados durante el Arcaico III habrían estado en una época de alto crecimiento y en este sentido habrían sido influenciados considerablemente por un clima más cálido, en el cual esta especie presenta el crecimiento más alto de su desarrollo (Arcos et al., 2001; Leal et al., 2013; Vásquez, 2012).

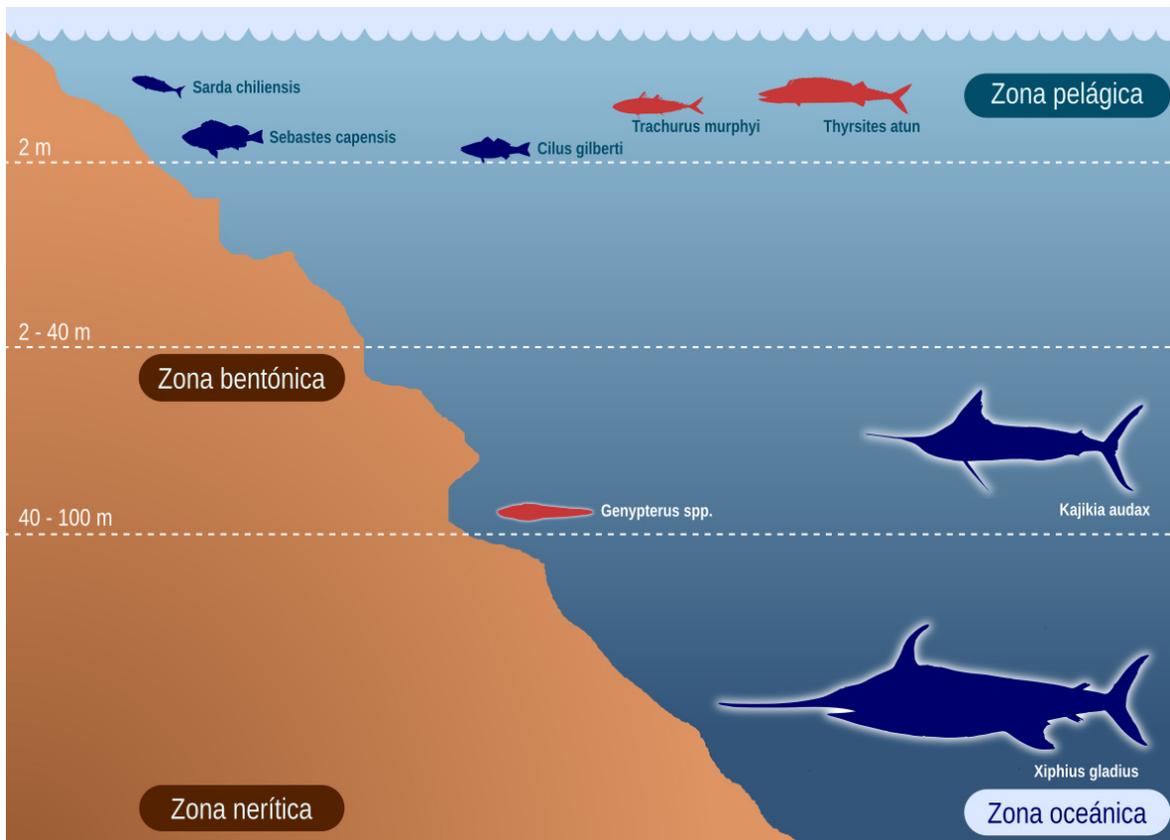
### **Secuencia ocupacional Arcaico III**

El análisis ictioarqueológico de la secuencia Arcaico III de la Unidad 1 del sitio Zapatero (Rebolledo, 2014) da cuenta de una gran explotación del Jurel a lo largo de la ocupación. Siendo este espécimen el que lidera la frecuencia en el registro con un 80% del total de individuos (MNI) para esta secuencia.

Las especies que acompañan al jurel en abundancia a lo largo de la secuencia son *Thyrsites atun* (sierra) en un 1,8%, el *Cilus gilberti* (corvina) en 1,4%, el *Sebastes capensis* (vieja)

0,8%, el *Genypterus* sp. (congrío) 0,7% y *Sarda chiliensis* (Bonito) en 0,5%. Estas especies comparten ambientes de ocupación cercanos al jurel, siendo todas de la zona Nerítica - Pelágica, y dentro de estas, la corvina, la vieja y el congrío ocupan un espacio más cercano al litoral (Bentónico) ocupando ambientes más arenosos y en el caso del congrío más rocosos (ver **Figura 18**). Junto a estas especies, desde la capa 8 en adelante podemos notar la aparición de las especies epipelágicas como el marlín y la albacora asociadas recurrentemente al uso de técnicas de arponeo (Rebolledo, 2014).

La relación de la captura del jurel junto a estas otras especies se ha asociado a surgencias marinas en épocas estivales donde el cambio de temperatura habría generado las condiciones necesarias para "una mayor concentración de cardúmenes de peces que se aproximan a la costa. "Llegan las "manchas", cardúmenes de peces como la anchoveta (*Engraulis ringens*) y los pejerreyes de mar (*Odontesthes regia*), corvinas (*Cilus gilberti*), jureles (*Trachurus murphyi*), dorados (*Coryphaena hippurus*), cojinova del norte (*Seriola lalandi*), bonitos (*Sarda chilensis*) y caballas (*Scomber japonicus peruanus*), junto a la presencia de delfines, tiburones, albacoras, atunes, tortugas, orcas y ballenas que se aproximan a la costa detrás de los cardúmenes de peces." (Contreras, 2010, p. 60).



**Figura 18.** Distribución de especies de mayor abundancia de la secuencia Arcaico III de sub unidad A2, Zapatero. (modificado de Rebolledo, 2014)

Las capas más densas y diversas de la ocupación Arcaico III en cuanto a especies ícticas son las 4, 6, 6A y 10. En estas capas el jurel, como en toda la secuencia, es predominante y en nuestro análisis esclerocronológico presenta un conjunto de MNI con un rango de medidas más amplio que en las otras capas, en este sentido convergen individuos de bajo crecimiento y de alto crecimiento, sin embargo, siendo estos últimos los predominantes.

En las otras capas de la secuencia (3, 5, 5A, 8, 9, 11 y 12), los conjuntos ictiológicos son menos diversos y menos abundantes que las capas anteriormente señaladas, así también, los conjuntos de medición de IM en jurel son más homogéneos presentándose en su totalidad individuos con un alto crecimiento.

Lo anterior también aplica para las longitudes determinadas por Rebolledo (2014) en el estudio osteométrico del opérculo (Vargas et al., 1993) de jurel. El análisis arrojó que la longitud estándar de los casos analizados de la ocupación Arcaico III los individuos medirían entre 38 y 48 centímetros, y el cálculo etario correspondería a individuos de entre 3 a 4 años, notándose una diferencia en las tallas en las capas más densas como la 10, la 6A y en menor medida la 4 presentan un rango de tallas más amplio que las demás lo que también concuerda con lo que sucede para el IM en las mismas. Específicamente para la Capa 6A Rebolledo da cuenta de la explotación de individuos adultos, por un lado, pero también de peces juveniles.

En este sentido, es interesante destacar que para la secuencia ocupacional Arcaico III, tenemos para las capas más densas de la ocupación mayor abundancia y diversidad de taxa, siendo el jurel la especie más predominante, la que presentaría a su vez un rango de tallas más amplio en cuanto a tamaño y a crecimiento basado en IM de vértebras.

Esta diferenciación en la ocupación en las capas más densas y más diversas ha sido manifestada (Rebolledo, 2014) como causada por una probable masificación de la explotación de esta especie mediante la diversificación de espacios y épocas de captura, así como el mejoramiento en las artes de pesca que permitió la confección de redes de distintos grosores y tamaños. En base a nuestro estudio esta diversidad puede deberse a que, si bien predominan los individuos de alto crecimiento durante épocas estivales, siempre hay algunos individuos (en menor cantidad) que por razones biológicas individuales mantienen menor crecimiento que otros en una misma época (como vimos fue el caso de algunos individuos de la colecta de referencia). De cualquier forma, la tendencia de los individuos analizados en estas capas más densas tiende a mantener un alto crecimiento.

### **Evidencias de estacionalidad**

Las investigaciones arqueológicas referidas a la relación entre hombre y medio ambiente tienen larga data en la arqueología (Dincauze, 2000). Particularmente, aquellas poblaciones de modo de vida cazador recolector han sido integradas a modelos de interpretación con un estrecho vínculo a la variable ambiental (Kelly, 1995), probablemente porque sus decisiones económicas se sustentan en una dependencia más extractiva, que productiva,

sobre la estructura de los recursos. En este marco de estrecha relación hombre – medio ambiente, es que el conocimiento del comportamiento de las presas potenciales es determinante para conocer también los comportamientos adoptados por los grupos humanos del pasado.

Los indicadores de estacionalidad cobran relevancia al ser una fuente empírica de la cual nos podemos basar para entender las formas de aprovechamiento, las pautas de movilidad y las conductas establecidas por el hombre en esta relación constante con el medio. En este sentido, los indicadores de estacionalidad nos permiten comprender un sistema de asentamiento de estos cazadores recolectores pescadores costeros.

Para llegar a la comprensión de los sistemas de subsistencia de estos cazadores recolectores marinos y así contribuir a la reconstrucción de sus hábitats y formas de subsistencia es necesaria la complementariedad de los datos, así, la determinación de la estación y edad de muerte de las especies consumidas y presentes en el registro arqueológico son el resultado de variables (además de la edad de muerte) que interactúan entre ellas: la dinámica de las poblaciones de presas, los métodos de caza, las decisiones de transporte, los agentes tafonómicos, etc., que no pueden ser previstos (Cachorro, 2002). Es así que la extrapolación de estos datos nos aporta la posibilidad de considerar sus patrones ocupacionales, y por ende, la visión de los espacios estratégicos de gestión del territorio y recursos (Bettinger, 2001).

Existen varias técnicas analíticas para determinar la estacionalidad a partir del estudio del registro arqueofaunístico que tienen sustento en la información ecológica y biológica de las especies (época de nacimiento, desarrollo del crecimiento, distribución geográfica, crecimiento microestructural, entre otros). Algunas de estas son: la presencia de especies de estacionalidad marcada; la secuencia de fusión de los elementos óseos (Kent 1892, en Mengoni Goñalons, 1999), la secuencia de erupción, sustitución y crecimiento de la serie dentaria de maxilares y mandíbulas (Wheeler *et al.*, 1976), el conteo de anillos en los dientes de mamíferos para estimar la edad del individuo (Schiavini *et al.*, 1992); y el análisis de la estructura de crecimiento de valvas de algunos moluscos (Carré, 2007). Todas estas evidencias han de ser corroboradas con datos actuales de la especie que permitan identificar un patrón en el comportamiento de la especie, el cual manifieste el comportamiento real de la especie y que permita compararlo con restos pasados y así corroborarlo (Milner, 2005).

Nuestro estudio de esclerocronología en vértebras finalmente da luces acerca de la estacionalidad de captura del jurel durante el Arcaico III en Zapatero. Siendo esta especie de una conducta migratoria en la que en episodios cálidos o estivales presenta el mayor desarrollo biológico coincidente con periodos de desove y crecimiento (como pudimos corroborar en base al patrón actual de comportamiento), así también los jureles capturados en el pasado denotan un alto crecimiento al momento de ser capturados, es decir posiblemente fueron capturados durante épocas cálidas.

Lo anterior se apoya con las descripciones efectuadas por Augusto Capdeville (1921:4) durante sus visitas a inicios del siglo XX a la caleta de Taltal:

*El 23 de diciembre de 1917, segundo día del cuarto creciente de la luna me encontraba, a la caída de la tarde, en el Muelle Fiscal de pasajeros de Taltal. De improviso, veo un grupo de personas que en muy corto rato saca encima del Muelle, con garabatos y anzuelos, a más de trescientos fuertes como de 60 centímetros a un metro de largo. Todo era una sola maniobra: tirar la lienza al agua y sacar; algo así como la pesca milagrosa de la Biblia. Era una masa inmensa, espesa, de fuertes, que avanzaba de norte a sur; se desplegaba devorando a la pequeña anchoa, que por millones se aglomeraba cerca de la playa, en toda la bahía, formando grandes manchones oscuros de más de cien metros cuadrados cada uno.*

*Al ver pescar ese día en tan poco tiempo tan gran cantidad de fuertes, en un solo punto, me expliqué fácilmente la razón de la existencia del inmenso número de huesos de fuera petrificados que hallé en el conchal del Morro Colorado.*

*Me dije, lo que contemplo ahora, ha debido suceder igualmente en Taltal, miles de años atrás.*

*Ahora, como antes, a la caída de la tarde, en el crepúsculo, en la época del cuarto creciente de la luna, todos los años, en los meses de verano, se repite el mismo acontecimiento. Aparecen los fuertes en sábanas inmensas, que llegan a formar una especie de gran nata, y que, para avanzar más rápidamente, tienen que saltar los unos encima de los otros, fuera del agua, produciendo un prolongado y fuerte ruido particular, persiguiendo y devorando a la pequeña anchoa, que en su loca huída, llega hasta a arrojarse en la playa por grandes cantidades, que son inmediatamente recogidas por el hombre.*

En cuanto a datos más actuales, la etnografía realizada por Felipe Rubio (2012) en el sector de Caleta Buena en Tocopilla, también da cuenta del aprovechamiento del jurel. La etnografía nos señala algunas formas de advertir la llegada de cardúmenes hacia zonas aledañas al litoral, como son las “pajaradas”.

*Don José, pescador de la caleta, relata que los peces que son de roca viven allí todo el tiempo, no son migratorios. Por otra parte, el jurel, la sardina, el bonito y otros que son migratorios y pelágicos circulan por todo tipo de fondos marinos ya sean rocosos o arenosos, de esta manera, cuando los cardúmenes de estos últimos pasan por enfrente de las caletas, los pescadores salen a cazarlos. Los pescadores actuales al ver a las aves marinas (las pajaradas en el mar), tirándose piqueros o sobrevolando algún lugar en especial, ellos saben que por allí está*

*pasando un cardumen, puesto que el cardumen es vida y atrae un sin número de otra fauna que se alimentan de ellos, como los pájaros ya mencionados, y otros peces más grandes como albacoras, delfines y otros.*

Junto con nuestros datos, en el registro existen otras evidencias arqueofaunísticas que nos permiten evidenciar las estrategias de aprovechamiento estacional en el sitio. Uno de estos elementos es el hallazgo de huesos pequeños y no fusionados de lobos marinos (Sandoval com. pers.I, 2019) correspondientes a crías del mismo, que se encuentran en las capas 3 y 5. Las crías de lobo marino comúnmente se registran en los meses primavera-verano, fecha en la cual el aumento de la productividad y las favorables condiciones meteorológicas potencian un ambiente propicio para la sobrevivencia y el desarrollo de la descendencia de estos mamíferos (Pavés et al., 2005).

Por otra parte, también se registran huesos pequeños y no fusionados de guanaco (Sandoval com. pers.) probablemente pertenecientes a individuos juveniles que están presentes en las capas. Esta especie, al igual que la anterior, presenta una marcada estacionalidad reproductiva, la hembra pare una cría al año, los nacimientos se producen en verano (principalmente de diciembre a febrero) y la gestación dura unos 11 meses (González et al. 2000).

La presencia de especies oceánicas como la albacora a lo largo de la secuencia hace también pensar en aprovechamiento estacional. Esta especie usualmente migra de mar abierto a aguas continentales durante el verano cuando la temperatura del agua en la costa aumenta, así como lo hacen otras especies pelágicas como la sardinas o el jurel. Las técnicas de arponaje se habrían desplegado durante este periodo para alcanzar estas especies que se acercaban a la costa. Sus características aletas dorsal y caudal habrían sido fácilmente vistas desde la orilla, y su acercamiento a esta se habría facilitado también debido a que la plataforma continental frente a la costa de Atacama es particularmente estrecha y el lecho marino tiene una pendiente pronunciada, una característica importante para que los grandes peces pelágicos se aventuren cerca de la costa (Rebolledo et al., 2016).

Los recursos malacológicos por otro lado, aunque están presentes en gran cantidad, corresponden a especies de hábitats arenosos, son mucho más accesibles y abundantes todo el año en el sitio. Su menor rendimiento cárnico y su menor contenido medio de nutrientes hace pensar que fue un complemento de los demás recursos y no la fuente principal de alimentos (Rebolledo et al., 2016).

Las evidencias que hemos mencionado dan cuenta de un aprovechamiento estival de la mayoría de los recursos disponibles en la inmediatez del sitio. Ahora bien, puede existir otro tipo de evidencia que nos hable del aprovechamiento de recursos durante estaciones frías. Un estudio en esclerocronología en valvas de moluscos podría revelar su uso durante diferentes épocas del año como también el hallazgo de alguna especie de ave migratoria,

sin embargo hasta el momento no hay análisis que nos hablen respecto al uso que probablemente hubo de otros recursos en el sitio durante distintas épocas del año.

### **De la estacionalidad de los recursos a la ocupación del sitio**

Desde los inicios del Holoceno Medio (ca 8.000 años AP), los grupos humanos de la zona Paposo-Taltal comenzaron a utilizar la costa de forma más intensiva generando numerosos depósitos de conchal de gran tamaño y densidad, que a su vez marcan el aumento del consumo de los recursos disponibles como mariscos, aves marinas, mamíferos terrestres, mamíferos marinos y peces (Castelleti, 2007; Olguín, 2011; Olguín et al., 2014, 2015; Rebolledo et al., 2016; Salazar et al., 2014).

Hacia los 8.500 años AP, hay un incremento sustancial en la extracción del jurel (*Trachurus murphyi*) sumado a la presencia de especies pelágicas, algunas de estas oceánicas, que indican prácticas elaboradas de pesca y navegación (Olguín et al., 2014; Béarez et al., 2016). Este proceso de consolidación del modo de vida pescador fue acompañado del desarrollo de nuevas tecnologías (lítica, ósea y conquiológica), a la vez que de sistemas de organización para la obtención y procesamiento de recursos costeros, marinos y terrestres (Salazar et al. 2015; Flores et al. 2018).

En este sentido, para el Arcaico III en la costa de Taltal se ha planteado (Andrade y Salazar, 2011 y Salazar et al., 2015) el uso de este espacio por grupos reducidos que se habrían instalado preferentemente en sitios con buena disponibilidad de agua, recursos litorales y/o accesos al interior, con una movilidad residencial moderada entre campamentos. Estos sitios son diversos, siendo unos de ocupaciones densas e intensas como lo es el sitio Zapatero o Morro Colorado y otros más pequeños y menos densos como Punta Morada. Esto puede responder a que posiblemente las ocupaciones sucesivas y reiteradas en algunos lugares más que en otros generó la diversidad de tamaños y complejidad estratigráfica entre los conchales del Holoceno Medio, y no tanto diferencias funcionales entre los sitios. En este sentido, Salazar y colaboradores (2015) plantean que probablemente algunos sitios recibieron mayor cantidad de visitas a lo largo del periodo y/o visitas más prolongadas, seguramente dadas las condiciones más favorables que presentaron para el asentamiento de estas poblaciones.

En este sentido, se ha interpretado Zapatero como un sitio de intensa ocupación, identificado como un campamento residencial con un carácter ocupacional mucho más estable y de larga duración, posiblemente incluso de naturaleza semipermanente, siendo visitado con mayor frecuencia dentro de los circuitos de movilidad anual (Salazar et al. 2015), esto en base a la gran cantidad de restos faunísticos, fogones, basurales y desechos que generan un conchal bastante denso.

Finalmente, la ocupación de Zapatero durante el Arcaico III hace cuestionarnos, al presentar esta densa e intensa ocupación costera, enfocada en la pesca principalmente de jurel: *¿Se trataría de una actividad económica permanente para las poblaciones litorales? o ¿Estarían utilizando estrategias de pesca estacional intensiva, sólo cuando aumenta su*

*disponibilidad en determinados momentos del año?* Los datos apoyan más bien ésta última opción.

El resultado de nuestro análisis esclerocronológico muestra que las estrategias de captura empleadas en el jurel para el Arcaico III en Zapatero avalan un aprovechamiento estacional de esta especie. Los jureles habrían sido capturados en momentos de alto crecimiento lo que, de acuerdo a los estudios sobre su comportamiento, se registraría en los momentos más cálidos del año (primavera- verano del hemisferio sur). Los datos etnohistóricos y etnográficos (Capdeville, 1921; Rubio, 2012) apoyan también esta hipótesis dando cuenta de las arribazones de grandes cardúmenes de esta especie a la costa, también durante el verano, las cuales fueron aprovechadas en todo su potencial por los pescadores.

En base a lo anterior, consideramos que la gestión de recursos desplegada por los cazadores recolectores y pescadores durante el Arcaico III se relaciona directamente con el conocimiento que estos mantuvieron sobre su ecosistema, teniendo un entendimiento profuso de los ciclos naturales de los recursos que consumían. Como se ha apreciado en diversas fuentes etnográficas, la estación del año de mayor o menor abundancia de recursos es uno de los grandes problemas que deben enfrentar las sociedades cazadoras recolectoras desplegando una diversidad de estrategias de subsistencia (Binford, 1980, Jochim, 1976)

Tal vez durante un periodo de 1000 años el sitio Zapatero ofreció las características idóneas para su ocupación durante los periodos de más auge en cuanto a disponibilidad de recursos; su ubicación cercana a los diferentes recursos que durante las épocas cálidas habrían estado en su apogeo, como han planteado Salazar y colaboradores (2015). Los habitantes de Zapatero habrían utilizado estratégicamente el sitio durante las épocas de mayor disponibilidad de recursos. Las evidencias que hemos obtenido en este análisis apoyan la hipótesis en la que este asentamiento pudo haber tenido momentos de ocupación mucho más intensa posiblemente residencial durante épocas más cálidas, no obstante para hablar de una semipermanencia es necesario identificar qué sucede también durante las estaciones más frías.

Por otra parte, la hipótesis del almacenaje (Bailey et al., 1988) es también una de las opciones más idóneas para entender la gran abundancia del jurel en el registro, entendiendo que este pudo ser almacenado para su consumo durante todo el año. En este sentido los datos etnohistóricos y etnográficos (Bittman, 1986) dan cuenta de cómo los peces eran ahumados y salados para su conservación. Sin embargo, de haber efectuado esta práctica no dejó ninguna evidencia discernible en el registro arqueológico.

Las evidencias que hoy podemos aportar al entendimiento de las estrategias de captura del jurel durante el Arcaico III son solo un dato que complementado a otros dan luces para entender la ocupación del sitio Zapatero. Para hilar aún más fino en tanto a esta ocupación y evaluar la permanencia e intensidad de esta es necesario incorporar otras líneas de evidencias, como puede ser la fragmentación ósea y la fragmentación y tafonomía en los

restos malacológicos, así como también la aplicación de estas mismas técnicas de esclerocronología en moluscos que también son abundantes en el sitio.

Por otro lado, sería interesante saber qué está pasando con esta especie en los otros sitios contemporáneos a Zapatero, para así generar un entendimiento general de la ocupación Arcaico III, entendiendo la ocupación de esta zona como un todo articulado en las que las poblaciones aprovechaban los recursos y utilizaban los espacios en una relación constante.

## VII. CONCLUSIONES

La pesca y recolección de especies marinas por parte de las poblaciones prehispánicas que habitaron la costa de Taltal vivió un apogeo durante el Arcaico III, periodo en que la especie más abundante en el registro arqueológico fue el jurel, con más de un 80% del MNI total de las muestras analizadas en todos los depósitos. Es así como se abre la pregunta hacia el porqué de la gran abundancia de esta especie en el sitio Zapatero y en casi todos los sitios arqueológicos adscritos a este periodo. La naturaleza y comportamiento de esta especie, fundamentalmente migratoria, es un primer factor a considerar. Los cardúmenes migran en su fase reproductiva a aguas oceánicas y luego se acercan al área costera para su alimentación y crecimiento durante épocas más cálidas, que convergen con la arribazón a la costa de las especies a las que depreda como son las anchovetas, sardinas, etc.

El trabajo realizado aporta nuevos datos para enfrentar esta pregunta. El análisis esclerocronológico de vértebras actuales de jurel permitió verificar que esta especie tiene un patrón de crecimiento estacional que alcanza su mayor índice de crecimiento en meses estivales y un decrecimiento o detención durante meses más fríos o invernales. Con este antecedente se analizaron los restos arqueológicos. La comparación de las muestras actuales con las arqueológicas dio cuenta que los especímenes arcaicos fueron capturados durante épocas estivales, pues mantenían un alto crecimiento al momento de ser capturados, así también los especímenes arqueológicos presentan un ICM promedio mucho mayor que el de los actuales, lo que posiblemente propone una tasa de crecimiento mucho mayor que la actual en estas especies ícticas.

Los datos que hemos obtenido sobre la captura de los jureles junto a las demás evidencias de estacionalidad cálida presentes en el sitio nos hacen plantear que los grupos arcaicos ocuparon estrategias estacionales para el aprovechamiento del jurel así como también de otros recursos disponibles, utilizando de esta forma el espacio que hoy conocemos como Zapatero de forma intensa y reiterada probablemente durante estas estaciones más cálidas de gran auge de estos recursos, generando el denso depósito que hoy podemos apreciar en el sitio. Ahora bien, para entender de mejor forma el sistema de asentamiento del sitio es necesario indagar en nuevos datos que puedan hablarnos sobre estacionalidad en otros

momentos del año, por ejemplo en los momentos de estaciones más frías en las que se pudo haber aprovechado otro tipo de recursos.

Finalmente consideramos que el conocimiento que tenían estos hombres y mujeres cazadores, pescadores y recolectores del espacio y su ambiente, y en este sentido de los recursos que este proveía, generó las condiciones idóneas para el aprovechamiento oportunista de los recursos marinos, de mayor predictibilidad, los cuales fueron utilizados de forma más intensa durante los momentos de mayor abundancia, lo cual hacía mucho más rápida y fácil su captura.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Andrade, P. y Salazar D. (2011). *Revisitando Morro Colorado: comparaciones y propuestas preliminares en torno a un conchal arcaico en las costas de Taltal*. Taltalia (4), 63-83.

Andrade, P., Salazar D., Urrea J. y Castro V. (2014). *Modos de vida de los cazadores-recolectores de la costa arcaica del Norte Grande de Chile: una aproximación bioarqueológica a las poblaciones prehistóricas de Taltal*. Chungará 46 (3), 467-491.

Andrus, F., Sandweiss D. & Reitz E. (2008). Climate Change and Archaeology: The Holocene History of El Niño on the Coast of Peru. In Case Studies in Environmental Archaeology, edited by E. Reitz, M. Scarry and S. Scudder, pp: 143-157. New York, Springer.

Arcos, D., L. Cubillos, & S. Núñez. 2001. The jack mackerel fishery and El Niño 1997-98 effects off Chile. Progress in Oceanography 49, pp. 597-617.

Bailey, G., Parkington, J., Audouze, F., Renfrew, C., Schlander, N., Sherratt, A. & Ashmore, W. (1988). The archaeology of prehistoric coastlines. Cambridge University Press.

Bahamondes, D. & Silva, J.(1969). *Investigaciones arqueológicas en Taltal*. Rehue, 2, pp. 7-25.

Béarez, P., Fuentes-Mucherl, F., Rebolledo, S., Salazar, D., & Olgún, L. (2016). *Billfish foraging along the northern coast of Chile during the Middle Holocene (7400–5900 cal BP)*. Journal of Anthropological Archaeology 41, pp. 185-195.

Bell, G., L'Heureux, M. & Halpert M. (2017). ENSO and the tropical Pacific [in "State of 410 the Climate in 2016"]. Bull. Amer. Meteor. Soc., 98, pp. S93–S98

Bettinger, R. L. (2001). "Holocene Hunter-Gatherers." In Archaeology at the Millennium, edited by G. M. Feinman and T. D. Price. New York: Springer., pp. 137–195.

Binford, L. R. (1980). *Willow smoke and dogs' tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation*. American Antiquity (45), pp.4-20.

Bittmann, B., (1986). Recursos Naturales renovables de la costa del norte de Chile: Modos de obtención y usos. En: Masuda, S. (Ed.), Etnografía e Historia del Mundo Andino. Continuidad y cambio. Universidad de Tokio, pp. 269-334.

von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws. II). Human Biology 10 (2), pp. 181-213.

Buddemeier, W., Maragos, J. y Knutson, D. (1974). *Los estudios radiográficos de exoesqueletos de coral reef: tarifas y patrones de crecimiento de los corales*. Revista de Biología Marina Experimental y ecología 14, pp. 179-199.

Butler, V. L., & Schroeder, R. A. (1998). *Do digestive processes leave diagnostic traces on fish bones?* Journal of Archaeological Science, 25(10), pp. 957-971.

Cachorro, A. M. (2002). Apuntes sobre estacionalidad y subsistencia de los grupos humanos del Cantábrico Occidental en torno al 13000 BP. Trabajos de prehistoria, 59(2), pp. 27-41.

Campana, S. 2001. Accuracy, precision and quality control in age determination, including review of the use and abuse of age validation methods. J. Fish. Biol., 59, pp. 197- 242.

Carré, M. (2007). El mes de recolección de la Macha (*Mesodesma donacium*) determinado por sus líneas de crecimiento: aplicaciones arqueológicas. Boletín del instituto Francés de Estudios Andinos 36, pp. 299-304.

Capdeville, A. 1921. Notas acerca de la arqueología de Taltal I. Boletín de la Academia Nacional de Historia II (3-4), pp. 1-22.

Carré, M., Azzoug, M., Bentaleb, I., Chase, B. M., Fontugne, M., Jackson, D. y Schauer, A. J. (2012). Mid-Holocene mean climate in the south eastern Pacific and its influence on South America. Quaternary International, 253, pp. 55-66.

Castelleti J. (2007). *Patrón de Asentamiento y uso de recursos a través de la secuencia ocupacional prehispánica en la costa de Taltal*. Memoria para optar al grado de Magíster en Antropología con mención en Arqueología. Universidad Católica del Norte – Universidad de Tarapacá. Arica.

Castanet, J., Meunier F. & Francillon- Vieillot, H. (1992). *Squelettochronologie à partir des os et des dents chez les vertébrés* In: J.L. Baglinière, J. Castanet, F. Conand & F.J. Meunier (Editors). Tissus durs et âge individuel des vertébrés. Colloques et Séminaires ORSTOM/INRA, Paris, France, pp. 257-280.

Casteel, W. (1976). *Fish Remains in Archaeology and Paleo-environmental Studies*. Academic Press, Londres.

Colley, S. M. (1987). Fishing for facts. Can we reconstruct fishing methods from archaeological evidence? Australian Archaeology, (24), pp. 16-26.

Colley, S. (1990). *The analysis and interpretation of archaeological fish remains*. Archaeological Method and Theory, Vol. (2), pp. 207-253.

Contreras, R. (2010). Recolección y pesca: pasado y presente en la costa de Taltal. Taltalia 3, pp. 57-86.

Contreras, R, Cruz J., Llagostera A., Garcés H., Núñez P., Rodríguez O., Gárate H. y Becerra G. (2007). Los Bronces-1: un asentamiento de 5.500 años en la costa de Taltal. Fondo de Desarrollo Regional, Museo Augusto Capdeville Rojas, Taltal.

CORFO. (1979). Estado actual de las principales pesquerías nacionales: Bases para un desarrollo pesquero. IFOP, Santiago.

De Vries, T.J., Ortlieb L., Díaz A., Wells L., Hillaire-Marcel C., Wells C., Noller L.E., Sandweiss D.H., Richardson III J.B., Reitz E.J., Rollins H.B. & Maasch. K.A. (1997). *Determining the early history of El Niño*. Science 276, pp. 965 – 967.

Dioses, T. (2013). *Edad y crecimiento del jurel Trachurus murphyi en el Perú*. Revista peruana de Biología, 20(1), pp. 045-052.

Dincauze, D. (2000). *Environmental archaeology*. Principles and practice. Cambridge. University Press, Cambridge.

Duran, A. (1981). Investigación Arqueológica en Punta Grande. Memoria para optar al Título de Arqueólogo. Universidad del Norte, Antofagasta, Chile.

FIP Fondo de Investigación Pesquera. (2005). *Caracterización ecológica y pesquera del área de reserva artesanal entre la I y II Regiones*. Instituto de Fomento Pesquero.

Flores, C., Gayo, E. M., Salazar, D., & Broitman, B. R. (2018).  $\delta^{18}O$  of *Fissurella maxima* as a proxy for reconstructing Early Holocene sea surface temperatures in the coastal Atacama desert (25° S). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 499, pp. 22-34.

Fondecyt 1151203 (2017). Guía de campo: Seminario trayectoria histórica de los cazadores recolectores de la zona de taltal y paposo. Noviembre- Diciembre 2017.

Gayo, E., C. Latorre, C. Santoro, A. Maldonado y De Pol-Holz R. (2012) Hydroclimate Variability in the Low-Elevation Atacama Desert Over the Last 2500 yr. *Climate of the Past* 8, pp.287-306.

Gerlotto, F., & Dioses T. (2013). Bibliographical synopsis on the main traits of life of *Trachurus murphyi* in the South Pacific Ocean 1st Meeting of the Scientific Committee. pp. 21-27.

Gerlotto, F., Gutiérrez, M., & Bertrand, A. (2012). *Insight on population structure of the Chilean jack mackerel (Trachurus murphyi)*. *Aquatic Living Resources*, 25 (4), pp. 341-355.

González, B., Zapata, B., Bonacic, C., y Bas, F. (2000). Técnicas para el manejo del guanaco en cautiverio. Manejo sustentable de la vicuña. Servicio Agrícola y Ganadero, Pontificia Universidad Católica de Chile, Fundación para la Innovación Agraria, Santiago, Chile, pp. 143-163.

Grosjean, M., Cartajena I., Geyh M. & Núñez L. (2003). From proxy data to paleoclimate interpretation: the mid-Holocene paradox of the Atacama Desert. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194 (1–3), pp. 247–258.

Grosjean, M., Santoro, C., Thompson, L., Núñez, L. & Standen, V. (2007). Mid-Holocene climate and culture change in the South Central Andes. In: Anderson, D.G., Maasch, K.A., Sandweiss, D.H. (Eds.), *Climate Change and Cultural Dynamics: a Global Perspective on Mid-Holocene Transition*. Academic Press, pp. 51-115.

Herrera, C. & E. Custodio 2014. Origin of waters from small springs located at the northern coast of Chile, in the vicinity of Antofagasta. *Andean Geology* 41(2): 314-341.

IFOP (2016). Informe Final: Protocolo de lectura de otolitos de jurel. Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura. Valparaíso, Chile. FIPA N° 2014-32 .

Jochim, M. A. (1976). Hunter-gatherer subsistence and settlement: a predictive model (No. 330.901 JOC. CIMMYT.).

Kim, J.-H., Schneider, R.R., Hebbeln, D., Muller, P.J., Wefer, G., (2002). Last deglacial sea-surface temperature evolution in the Southeast Pacific compared to climate changes on the South American Continent. *Quaternary Science Reviews* 21, pp. 2085-2097.

Kelly, R. (1995). *The Foraging Spectrum: Diversity in Hunter-Gatherer Lifeways*. Smithsonian Institution Press, Washington y Londres.

Lubbock, J., (1865). *Pre-historic Times, as Illustrated by Ancient Remains and the Manners and Customs of Modern Savages*. London: Williams and Norgate.

Leal, E. (2013). *Ciclo reproductivo, longitud y edad de madurez de jurel Trachurus murphyi, en la costa de Chile*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, Vol. (48), pp. 601-611.

Llagostera, A. (1979). *Ocupación humana en la costa norte de Chile asociada a peces local extintos y a litos geométricos: 9.680 p 160 a.p.* En: *Actas del VII Congreso de Arqueología Chilena*, Altos de Vilches, Chile, pp. 93-113.

Llagostera, A. (1989). Caza y pesca marítima (9.000-1.000 a.C.). En *Prehistoria de Chile. Desde sus Orígenes Hasta los Albores de la Conquista*, editado por J. Hidalgo, V. Schiappacasse, H. Niemeyer, C. Aldunate e I. Solimano, Editorial Andrés Bello, pp. 57-79.

Llagostera, A. (1992). Early occupations and the emergence of fishermen on the Pacific coast of South America. *Andean Past* 3, pp. 87-109.

Llagostera, A. (2005). *Culturas costeras precolombinas en el norte chileno: secuencia y subsistencia de las poblaciones arcaicas*. En *Biodiversidad Marina: valoración, usos, perspectivas ¿Hacia dónde va Chile?*, E. Figueroa (Ed.). Editorial Universitaria, pp 107-148

Lyman, R. L. (1991). *Prehistory of the Oregon coast: the effects of excavation strategies and assemblage size on archaeological inquiry*. Academic Press, pp. 391.

Latorre, C., J.L. Betancourt, J.A. Rech, J. Quade, C. Holmgren, C. Placzek, A.J.C. Maldonado, M. Vuille y K.A. Rylander (2005). Late Quaternary history of the Atacama Desert. En M. Smith y P. Hesse, eds, "23° S. The Archaeology and Environmental History of the Southern Deserts. National Museum of Australia Press, Canberra.", pp. 73- 90.

Medina, M. & Arancibia H. (1992). Interacciones tróficas entre el jurel (*Trachurus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus*) en el ecosistema pelágico de la zona norte de Chile. *Revista de Investigaciones Tecnológicas, Serie Ciencias del Mar* (2), pp. 67-78.

Mengoni Goñalons, G. L. (1999). *Cazadores de guanacos en la estepa patagónica*. Sociedad Argentina de Antropología, Buenos Aires

Milner, Nicky. (2005). Can seasonality studies be used to identify sedentism in the past? (Un) settling the Neolithic. pp. 32-37.

Monks, G. (1981). *Seasonality studies. Advances in Archaeological Method and Theory*, pp. 177-240.

Niemeyer, H. (1989). *El escenario geográfico*. In: Hidalgo, J., Schiappacasse, V., Niemeyer, H., Aldunate, C., Solimano, I. (Eds.), *Prehistoria, Desde sus orígenes Hasta los Albores de la Conquista*. Editorial Andrés Bello, Santiago, pp. 1-12.

NOAA Center for Weather and Climate Prediction (2018). *Climate Prediction Center: Historical El Niño / La Niña episodes (1950-present)*. Maryland, USA. Recuperado de: [http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)

Núñez, L. (1984). *Secuencia de asentamientos prehistóricos del área de Taltal*. *Revista Futuro*, Vol. (8), pp. 28-76.

Olguín, L. (2011). *Historia de un conchal: Procesos de formación y secuencia ocupacional del sitio arqueológico Agua Dulce, costa arreica del Desierto de Atacama, Comuna de Taltal, Región de Antofagasta*. Tesis de grado para optar al Título de Arqueóloga. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Olguín, L., Salazar D. & Jackson D. (2014). *Tempranas evidencias de navegación y caza de especies oceánicas en la costa pacífica de Sudamérica (Taltal, ~7.000 años cal. a.p.)*. Chungara 46, Vol. (2), pp. 177-192.

Olguín L., Castro V., Castro P., Peña-Villalobos I., Ruz J. y Santander B. (2015) *Exploitation of faunal resources by marine hunter-gatherer groups during the Middle Holocene at the Copaca 1 site, Atacama Desert coast*. Quaternary International (373), pp. 4-16.

Orquera, L. y Piana E. (2009). *Sea nomads of the Beagle Channel in southernmost South America: Over six thousand years of Coastal adaptation and stability*. Journal of Island & Coastal Archaeology, Vol. (4), pp. 61-81.

Panfili J., de Pontual H., Troadec H., Wright P.J. (2002) *Manual of fish sclerochronology*. Ifremer-IRD coedition, Brest, France.

Pavés, h. J., Schlatter, r. P., y Espinoza, c. I. (2005). *Patrones reproductivos del lobo marino común, Otaria flavescens (Shaw 1800), en el centro-sur de Chile*. Revista chilena de historia natural, 78(4), pp. 673-686.

Perlman, S. (1980). *An optimum diet model, coastal variability, and hunter-gatherer behavior*. En: *Advances in Archaeological Method and Theory*. M. Schiffer (Ed.). Academic Press, San Diego, Vol. (3), pp. 257-310.

Rebolledo, S. (2014). *Arcaico Medio en la Costa Arreica: estrategias de pesca y caza costero-marítima en el sitio Zapatero*. Memoria para optar al título de Arqueóloga. Universidad de Chile.

Rebolledo, S, Bearéz, P., Salazar, D. y Fuentes, F. (2016). *Maritime fishing during the Middle Holocene in the hyperarid coast of the Atacama Desert*. Quaternary International, (30), pp. 1-9.

Rubio, F. (2012). *Hermanos del Mar. Estudio del Sitio Arcaico Copaca 1. Una Aproximación Etnoarqueológica*. Tesis para optar a título profesional de arqueólogo. Universidad Internacional SEK, Santiago.

Salazar, D., P. Andrade, V. Figueroa, H. Salinas, C. Flores, L. Olguín, S. Parra y J. Urrea. (2015). *Cronología Y Organización Económica De Las Poblaciones Arcaicas De La Costa De Taltal*. Estudios Atacameños, San Pedro de Atacama, Vol. (50), pp. 7-46.

Salazar, D., X. Power, P. Andrade, C. Flores, S. Rebolledo, J. Torres, G. Vargas, I. Monroy, C. Borie y L. Olguín. (2017). Trayectoria Histórica y Complejidad social entre los cazadores-recolectores-pescadores del Holoceno Medio de Taltal, costa norte de Chile. (en prensa)

Santoro, C., Standen, V., Arriaza, B. & Dillehay, T. (2005). *People of the coastal Atacama Desert: living between Sand Dunes and Waves of the Pacific Ocean*. En: Veth, P., Smith, M., Hiscock, P. (Eds.), *Desert Peoples. Archaeological Perspectives*. Blackwell, Malden, pp. 243-260.

Sandweiss, D., Shady S, R. & Moseley, Michael & Keefer, David & Ortloff, Charles. (2009). Environmental change and economic development in coastal Peru between 5,800 and 3,600 years ago. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 106. 1359-63.

Sandweiss, D., Maasch, K., Burger, R., Richardson, J., Rollins, H. y Clement, A. (2001). *Variation in Holocene El Niño frequencies: climate records and cultural consequences in ancient Peru*. *Geology* 7, pp. 603-606.

Sandweiss, D.H., Richardson, J.B., Reitz, E.J., Rollins, H.B., Maasch, K.A., (1996). Geoarchaeological evidence from Peru for a 5000 years BP onset of El Niño. *Science* 273, pp. 1531–1533.

Santibáñez, F., Roa P. y Santibáñez P. (2005). El medio físico. Las variaciones climáticas El Niño, La Niña y los cambios climáticos. En *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y Desafíos*, editado por CONAMA, pp. 21-42. Editorial Ocho Libros, Santiago.

Schiavini, A. C., L. M. Batallés y M. Lima 1992. Growth Structures of Maxillary Canines of the Southern Fur Seal (*Arctocephalus australis*). *Marine Mammal Science* 8, pp. 89-93.

Serra, R. (1991). *Important life history aspects of the Chilean jack mackerel, *Trachurus murphyi murphyi**. *Investigaciones Pesqueras Chile*, Vol. (36), pp. 67-83.

SHOA Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (2018). Temperatura Superficial del Mar. Promedios Mensuales años 2015, 2016 y 2017. Recuperado de: <http://www.shoa.cl/php/tsm.php?idioma=es&anno=2015&loc=2#ancla>

Svoboda, A. (2013). *Método para determinar la estacionalidad de ocupación de sitios arqueológicos de ambientes fluvio-lacustres de Patagonia a partir de la observación de otolitos de percas*. *La Zaranda de Ideas, Revista de Jóvenes Investigadores en Arqueología* 9, Vol. (2). En prensa.

Svoboda, A. y Moreno E. (2012). Frecuencia diferencial de partes esqueléticas de *Percichthys* sp. (perca): una aproximación experimental a los conjuntos ictioarqueológicos

de ambientes fluviolacustres de Patagonia Central. En Libro de resúmenes del II Encuentro Latinoamericano de Zooarqueología, Santiago de Chile.ensa.

Torres, J. (2016). *La pêche chez les chasseurs-cueilleurs marins de la région du détroit de Magellan et des mers adjacentes, de l'Holocène moyen aux temps ethnographiques : rôle, technologie et stratégies saisonnières*. Tesis para optar al grado de Doctora en Arqueología. Université 1-Panthéon Sorbonne.

Thiel, M., Macaya, E., Acuña, E., Arntz, W., Bastias, H., Brokordt, K., Camus, P., Castilla, J.C., (...) y Vega, A. (2007). *The Humboldt current system of northern and Central Chile oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback*. *Oceanography and Marine Biology* (45), pp. 195-344.

Yesner, D. (1980). *Maritime hunter-gatherers: ecology and prehistory*. *Current Anthropology* 21(6), pp. 727-735.

Van Neer, W., S. Augustynen y T. Linkowski (1993). Daily Growth Increments on Fish Otoliths as Seasonality Indicators on Archaeological Sites: The Tilapia from Late Palaeolithic Makhadma in Egypt. *International Journal of Osteoarchaeology* 3, pp. 241–248.

Van Neer, W., A. Ervynck, L.J. Bolle y R.S. Millner (2004). Seasonality only Works in Certain Parts of the Year: The Reconstruction of Fishing Seasons through Otolith Analysis. *International Journal of Osteoarchaeology* 14, pp. 457-474.

Van Neer, W., L. Lõugas y A. D Rijnsdorp (1999). Reconstructing Age Distribution, Season of Capture and Growth Rate of Fish from Archaeological sites based on Otoliths and Vertebrae. *International Journal of Osteoarchaeology* 9, pp. 116-130.

Vargas, L., Falabella, F. y Meléndez, R. (1993). *Bases para el manejo de datos ictioarqueológicos del "jurel" (Trachurus murphyi Ayres, 1855) (Pisces: Perciformes: Carangidae)*. Actas del XII Congreso Nacional de Arqueología Chilena

Vargas, G., Rutllant, J., Ortlieb, L., 2006. ENSO tropical–extratropical climate teleconnections and mechanisms for Holocene debris flows along the hyperarid coast of western South America (17°–24°S). *Earth and Planetary Science Letters* 249, pp. 467–483.

Vásquez, S. 2012. Modelación de la historia de vida temprana del jurel (*Trachurus murphyi*) en el Pacífico suroriental: influencia de factores biofísicos en la conectividad de zonas de desove-crianza. Tesis de Magister en Pesquerías. Universidad de Concepción, Concepción, pp. 144

Waselkov, G. (1987). *Shellfish gathering and shell midden archaeology*. En: *Advances in Archaeological Method and Theory*. M. Schiffer (Ed.). Academic Press, New York. Vol. (10), pp. 257-310

Wheeler, J. Pires-Ferreira E. & Kaulicke P. (1976). Preceramic animal utilization in the Central Peruvian Andes. *Science* 194, pp. 483-490.

Wheeler, A. & Jones A. (1989). *Fishes*. Cambridge University Press, Cambridge.

## **IX. ANEXOS**

Anexo 1. Anexos Fotográficos  
Adjuntos en CD

<b>Mes- Año</b>	<b>N individuos</b>	<b>N primeras vertebras</b>	<b>N segundas vertebras</b>
Noviembre 2015	8	8	7
Diciembre 2015	4	4	4
Enero 2016	3	3	3
Febrero 2016	3	3	3
Marzo 2016	3	2	3
Abril 2016	2	1	2
Mayo 2016	2	2	1
Junio 2016	3	3	3
Julio 2016	3	3	3
Agosto 2016	3	3	3
Septiembre 2016	3	3	3
Octubre 2016	3	3	3
Diciembre 2016	2	2	2
Enero 2017	3	2	3
Febrero 2017	3	3	3
Marzo 2017	3	3	3
Abril 2017	1	1	1
Mayo 2017	4	3	4
Junio 2017	4	4	4
Julio 2017	4	4	4
Agosto 2017	4	4	4
Septiembre2017	4	4	4
Octubre 2017	4	4	4
Noviembre 2017	4	4	4
Diciembre 2017	4	4	4
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>80</b>	<b>82</b>

**Anexo 2.** Número de individuos y primeras - segundas vértebras de la colecta actual analizadas esclerocronológicamente por mes y año de captura.

Mes-año	N	LT promedio	Desviación estandar	Rango Mín- Max
Noviembre 2015	8	32,9 cm.	0,37	30,3 - 40,39
Diciembre 2015	4	30,2 cm.	0,8	29,21 - 31,8
Enero 2016	3	30,8 cm.	0,21	30,27 - 31,69
Febrero 2016	3	32,8 cm.	0,13	29,81 - 38,29
Marzo 2016	3	34,5 cm.	0,19	29,58 - 39,1
Abril 2016	2	31,1 cm.	0,04	30,96 - 31,15
Mayo 2016	2	30 cm.	0,25	29,69 - 30,54
Junio 2016	3	36 cm.	0,17	30,91 - 41,45
Julio 2016	3	33,1 cm.	0,22	29,73 - 44,52
Agosto 2016	3	33,9 cm.	0,17	31,10 - 42,75
Septiembre 2016	3	40,3 cm.	0,26	32,89 - 48,02
Octubre 2016	3	38 cm.	0,26	32,48 - 46,25
Diciembre 2016	2	41,3 cm.	0,17	38,56 - 46,27
Enero 2017	3	36,1 cm.	0,13	32,50- 40,20
Febrero 2017	3	33,7 cm.	0,16	29,75 - 40,77
Marzo 2017	3	36,9 cm.	0,47	32,39 - 44,6
Abril 2017	1	37,5 cm.	0,63	31,19 - 43,93
Mayo 2017	4	32,7 cm.	0,88	29,73 - 34,96
Junio 2017	4	32 cm.	0,63	29,29 - 33,83
Julio 2017	4	32,7 cm.	0,71	29,46 - 33,87
Agosto 2017	4	31,4 cm.	0,72	29,64- 34,31
Septiembre2017	4	34,4 cm.	0,61	32,23 - 36,81
Octubre 2017	4	34,5 cm.	0,67	30,58 - 35,73
Noviembre 2017	4	35,2 cm.	0,15	30,39 - 44,52
Diciembre 2017	4	33,5 cm.	0,42	32,23 - 35,08

**Anexo 3.** Promedio, rango y desviación estándar de la longitud de los individuos capturados desde noviembre 2015 hasta diciembre 2017.

Mes-año	N	IM promedio 1ª vertebra	Desviación estándar	Rango Mín- Max
Noviembre 2015	8	0,55	0,14	0,37-0,77
Diciembre 2015	4	0,54	0,22	0,32- 0,74
Enero 2016	3	0,65	0,2	0,47- 0,88
Febrero 2016	3	0,53	0,14	0,36-0,62
Marzo 2016	2	0,70	0,08	0,67-0,76
Abril 2016	1	0,27	0	0,27
Mayo 2016	2	0,64	0,05	0,59-0,70
Junio 2016	3	0,37	0,01	0,35-0,40
Julio 2016	3	0,35	0,16	0,33-0,65
Agosto 2016	3	0,42	0,06	0,31-0,43
Septiembre 2016	3	0,35	0,09	0,16-0,47
Octubre 2016	3	0,62	0,23	0,24-1,06
Diciembre 2016	2	0,67	0,076	0,65-0,87
Enero 2017	2	0,57	0,003	0,57-0,58
Febrero 2017	3	0,57	0,25	0,39-0,85
Marzo 2017	3	0,35	0,09	0,28-0,46
Abril 2017	1	0,25	0	0,25
Mayo 2017	3	0,36	0,03	0,31-0,44
Junio 2017	4	0,24	0,01	0,18-0,27
Julio 2017	4	0,27	0,06	0,22-0,36
Agosto 2017	4	0,27	0,025	0,24-0,36
Septiembre2017	4	0,71	0,017	0,67-0,75
Octubre 2017	4	0,72	0,1	0,42-0,88
Noviembre 2017	4	0,88	0,05	0,75-0,97
Diciembre 2017	4	0,72	0,1	0,43-0,88

**Anexo 4.** Promedio, rango (IM Mín- IM Máx) y desviación estándar de **IM de primera vértebra** por mes de los individuos de colección de referencia actual.

Mes-año	N	IM promedio 2º vertebra	Desviación estándar	Rango Mín- Max
Noviembre 2015	7	0,44	0,08	0,34-0,89
Diciembre 2015	4	0,67	0,16	0,23-0,93
Enero 2016	3	0,69	0,09	0,5-0,82
Febrero 2016	3	0,61	0,09	0,6-0,76
Marzo 2016	3	0,66	0,04	0,5-0,86
Abril 2016	2	0,38	0,1	0,24-0,52
Mayo 2016	1	0,35	0	0,35
Junio 2016	3	0,45	0,07	0,29-0,48
Julio 2016	3	0,34	0,15	0,14-0,64
Agosto 2016	3	0,21	0,04	0,16-0,24
Septiembre 2016	3	0,40	0,18	0,18-0,62
Octubre 2016	3	0,33	0,14	0,12-0,44
Diciembre 2016	2	0,47	0,04	0,17-0,5
Enero 2017	3	0,90	0,08	0,57-1,13
Febrero 2017	3	0,59	0,07	0,48-0,83
Marzo 2017	3	0,43	0,09	0,21-0,77
Abril 2017	1	0,20	0	0,20
Mayo 2017	4	0,36	0,07	0,31-0,47
Junio 2017	4	0,27	0,06	0,18-0,35
Julio 2017	4	0,28	0,05	0,24-0,36
Agosto 2017	4	0,30	0,05	0,24-0,36
Septiembre 2017	4	0,8	0,04	0,66-0,94
Octubre 2017	4	0,71	0,04	0,67-0,76
Noviembre 2017	4	0,74	0,01	0,56-0,91
Diciembre 2017	4	0,76	0,01	0,55-0,98

**Anexo 5.** Promedio, Rango (ICM Mín- ICM Máx) y Desviación estándar de **IM de segunda vértebra** por mes y año.

3	4	5	5A	6	6A	8	9	10	11	12
0,56428571	0,62411348	1	1,09756098	0,39613527	0,6779661	1,15384615	0,7	0,73728814	1	1,26153846
0,47474747	1,19047619	1,21311475	1,25806452	1,03448276	0,44303797	0,6097561		0,55357143	0,84210526	1,15384615
1,14285714	0,56790123	0,95522388	0,95294118	1,16	0,58974359	0,4676259		0,80392157	1,00869565	0,58267717
0,89690722	1	0,65853659	1,22077922	0,83962264	0,66666667	0,49350649		1,07692308		0,6031746
0,61061947	0,56692913		0,82	0,65354331	0,61290323	0,93023256		1,32307692		0,9375
0,58433735	0,62				1,11267606	1,22368421		0,93023256		
0,69291339	1,27536232				1,5	1		0,89655172		
0,81521739	0,59235669				0,75	1,04225352		1,02409639		
0,8	0,68807339				1,07291667			1,01098901		
	1,26785714				0,76724138			0,83838384		
	1,04545455				0,96385542			1,27777778		
	0,92682927				1,88			1,06741573		
	0,36875				0,9245283			0,96774194		
	0,82474227				1,15584416			1,38181818		
	0,86585366				0,65979381			0,84782609		
	0,81818182				0,6147541			1,125		
	0,87671233				0,7079646			0,64423077		
	0,90769231				1,02898551			0,6618705		
	0,66304348				1,01136364			0,69354839		
					0,50847458			0,6097561		
					0,45604396			0,70175439		
					0,43971631			1,03157895		
					0,50931677			0,90410959		
					0,7			0,62135922		
					0,47530864			1,25		
					0,8150289			0,68292683		
					0,75213675			0,71910112		
					1,34883721			1,2244898		
					0,69230769			0,53571429		
					0,63636364					
					0,85483871					
					0,63758389					
					0,76623377					
					0,65217391					
					1,08219178					
					1,23529412					
					0,79439252					
					1,10714286					
					1,01587302					

**Anexo 6.** Medidas IM vértebras arqueológicas por Capa, Unidad 1 sitio Zapatero.

<b>NOVIEMBRE 2015</b>	0,4375	0,43243243	0,57777778	0,375	0,77419355	0,57575758	0,54166667	0,72727273
<b>DICIEMBRE 2015</b>	0,74074074	0,38095238	0,72881356	0,32142857				
<b>ENERO 2016</b>	0,88	0,47540984	0,60526316					
<b>FEBRERO 2016</b>	0,60714286	0,625	0,36					
<b>MARZO 2016</b>	0,67647059	0,76470588						
<b>ABRIL 2016</b>	0,27586207							
<b>MAYO 2016</b>	0,59090909	0,70833333						
<b>JUNIO 2016</b>	0,35616438	0,40625	0,37931034					
<b>JULIO 2016</b>	0,65	0,33333333	0,08					
<b>AGOSTO 2016</b>	0,31111111	0,54166667	0,43243243					
<b>SEPTIEMBRE 2016</b>	0,16071429	0,47619048	0,42857143					
<b>OCTUBRE 2016</b>	0,24	1,06060606	0,578125					
<b>DICIEMBRE 2016</b>	0,65853659	0,875						
<b>ENERO 2017</b>	0,57575758	0,58333333						
<b>FEBRERO 2017</b>	0,39473684	0,85714286	0,43604651					
<b>MARZO 2017</b>	0,325	0,28571429	0,46153846					
<b>ABRIL 2017</b>	0,25							
<b>MAYO 2017</b>	0,34782609	0,31481481	0,44186047					
<b>JUNIO 2017</b>	0,18461538	0,25	0,27083333	0,25396825				
<b>JULIO 2017</b>	0,24	0,24137931	0,2295082	0,36538462				
<b>AGOSTO 2017</b>	0,26315789	0,24444444	0,36170213	0,28571429				
<b>SEPTIEMBRE 2017</b>	0,71428571	0,72916667	0,66666667	0,75				
<b>OCTUBRE 2017</b>	0,81081081	0,76923077	0,42222222	0,8852459				
<b>NOVIEMBRE 2017</b>	0,97222222	0,83333333	0,75555556	0,97619048				
<b>DICIEMBRE 2017</b>	0,68518519	0,43478261	0,89772727	0,88135593				

**Anexo 7.** Medidas IM vértebras Colección de referencia actual por Mes-Año.