

UCH-FC
B. Ambiental
G 993
C1

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS - ESCUELA DE PREGRADO



Análisis del patrón de depredación por perforación sobre la almeja *Mulinia edulis* King & Broderip, 1832 (Mollusca: Bivalvia: Mactridae) en playas de arena de la IV Región, Chile.

Seminario de Título entregado a la Universidad de Chile, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente

NOÉ GUZMÁN COLLAO

Director de Seminario de Título: Dr. Claudio Veloso

Co-Director de Seminario de Título: Prof.(a) Cecilia Osorio

Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile

Septiembre de 2015

Santiago - Chile

**ESCUELA DE PREGRADO – FACULTAD DE CIENCIAS – UNIVERSIDAD DE
CHILE**



INFORME DE APROBACIÓN SEMINARIO DE TÍTULO

Se informa a la Escuela de Pregrado de la Facultad de Ciencias, de la Universidad de Chile que el Seminario de Título, presentado por

NOÉ GUZMÁN COLLAO

Ha sido aprobado por la Comisión de Evaluación, en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Biólogo con mención en Medio Ambiente.

Dr. Claudio Veloso Iriarte
Director Seminario de Título

Firma manuscrita en tinta azul de Claudio Veloso Iriarte, sobre una línea horizontal.

Prof. (a) Cecilia Osorio Ruiz
Co-Directora Seminario de Título

Firma manuscrita en tinta azul de Cecilia Osorio Ruiz, sobre una línea horizontal. A la derecha del sello circular de la Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, con el texto "BIBLIOTECA CENTRAL" en el centro.

Comisión Revisora y Evaluadora

Dr. David Veliz Baeza
Presidente Comisión

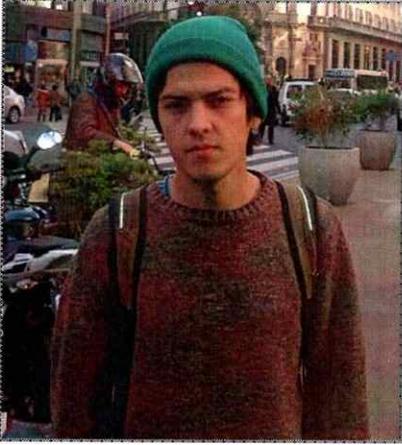
Firma manuscrita en tinta azul de David Veliz Baeza, sobre una línea horizontal.

Dra. Alejandra González Vásquez
Evaluador

Firma manuscrita en tinta azul de Alejandra González Vásquez, sobre una línea horizontal.

Santiago de Chile, Diciembre de 2015

BIOGRAFÍA



Noé Guzmán, nace un 7 de diciembre de 1990 en Santiago de Chile. Cursa su enseñanza media en el Instituto Nacional para luego ingresar a la carrera de Biología Ambiental.

En paralelo a su gusto por la naturaleza y la ecología, desde muy pequeño ha desarrollado habilidades plásticas ligadas a la creación de personajes de historietas, y su amor por el dibujo lo mantiene hasta el día de hoy. Luego de su licenciatura en el año 2014, continuó en la universidad para terminar con el proceso de titulación. Su trabajo lo desarrolla en el laboratorio de ecofisiología animal, lugar que lo acoge desde cuando cursaba su tercer año de carrera.

Dedicado a mi familia y a las personas que me acompañaron.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que me apoyaron durante este proceso especialmente:

A mi profesor guía, Claudio Veloso, que hizo posible el desarrollo del presente seminario y quien me ayudo en el proceso.

A la profesora Cecilia Osorio quien dedicó tiempo en revisar y corregir, el presente trabajo.

A mi familia en general, especialmente a mis padres, hermano, y tía Gabi, quienes estuvieron de forma incondicional y siempre me apoyaron.

A mi polola Jocelyn que me brindó su ayuda y compañía, cuando lo necesitaba.

A mis amigos.

INDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Depredación	1
1.2 Gremios	1
1.3 Depredación en <i>Mulinia edulis</i>	22
2. HIPÓTESIS-OBJETIVOS	55
3. METODOLOGÍA	6
3.1 Área de Estudio	6
3.2 Recolección de Datos	7
3.3 Medición largo y ancho.....	9
3.4 Histograma Distribución tamaño VI y VD	10
3.5 Comparación entre valva izquierda y derecha	11
3.6 Identificación del Orificio	11
3.7 Análisis Estadístico	13
3.7.1 Preferencia valva izquierda o derecha.....	13
3.7.2 Preferencia sector valva	13
4. RESULTADOS.....	15
4.1 Recolección de datos.....	15
4.2 Medición de largo y ancho.....	16
4.2.1 Histograma de distribución de tamaño VI y VD.....	16
4.3 Comparación entre Valva Izquierda y Derecha	22
4.4 Identificación del Orificio	25
4.5 Comparación entre zonas de estudio.....	28
5. DISCUSIÓN	31
5.1 Selección de valvas	31
5.2 Selección tamaño	32
5.3 Selección de orificio.....	33
6. CONCLUSIÓN	35
7. BIBLIOGRAFÍA	36
8. ANEXO.....	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos recolectados en los sitios de estudio.1;Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Se muestra la IV Región, indicando la playa de Peñuelas en La Serena, y Playa Grande en Tongoy. Imagen extraída de Google Maps.	7
Figura 2: Playa Peñuelas IV Región (29°54'18.7"S 71°16'28.4"W), con una longitud de 19km, en ella se indica el transecto de 3 km. Imagen extraída de Google Maps.	8
Figura 3: Playa Grande, Tongoy IV Región (30°17'55.7"S 71°32'52.3"W), con una longitud de 13,47 km. En ella se indican los tres principales puntos de muestreo: H. Salinas Chichas, H. Salinas Grande y H. Pachingo. Imagen extraída de Google Maps.	9
Figura 4: Muestra las mediciones realizadas tanto a la VI como VD.	10
Figura 5: Segmentación de la valva derecha e izquierda basado en el trabajo de Kelley, 1988.	12
Figura 6: Histograma de distribución de tamaños de valvas izquierda (VI) en La Serena 2007. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.	17
Figura 7: Histograma de distribución de tamaños de valvas izquierda (VI) en La Serena 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.	18
Figura 8: Histograma de distribución de tamaños de valvas izquierda (VI) en Tongoy 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.	19
Figura 9: Histograma de distribución de tamaños de valvas derecha (VD) en La Serena 2007. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.	20
Figura 10: Histograma de distribución de tamaños de valvas derecha (VD) en La Serena 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.	21
Figura 11: Histograma de distribución de tamaños de valvas derecha (VD) en Tongoy 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.	22
Figura 12: Comparación de mediciones entre la valva izquierda (VI) y derecha (VD), en La Serena 2007. A- Se comparan las medidas de Largo de VI y VD . B- Se comparan las medidas de Ancho de VI y VD.	23
Figura 13: Comparación de mediciones entre la valva izquierda (VI) y derecha (VD), en La Serena 2013. A- Se comparan las medidas de Largo de VI y VD . B- Se comparan las medidas de Ancho de VI y VD.	24
Figura 14: Comparación de mediciones entre la valva izquierda (VI) y derecha (VD), en Tongoy 2013. A- Se comparan las medidas de Largo de VI y VD . B- Se comparan las medidas de Ancho de VI y VD.	25
Figura 15: Comparación de sectores preferidos de perforación en valva izquierda (azul) y valva derecha (rojo), en la zona de La Serena 2007.	26
Figura 16: Comparación de sectores preferidos de perforación en valva izquierda (azul) y valva derecha (rojo), en la zona de La Serena 2013.	27
Figura 17: Comparación de sectores preferidos de perforación en valva izquierda (azul) y valva derecha (rojo), en la zona de Tongoy 2013.	28
Figura 18: Comparación de preferencia de sitio de perforación entre las distintas zonas de estudio; La Serena 2013, rojo; La Serena 2007, verde; Tongoy, morado. A.- Comparación de las tres zonas en la VI. B- Comparación de las tres zonas en la VD.	30

RESUMEN

El dinamismo que ocurre dentro de una población natural no puede ser predicho sin conocer las interacciones biológicas que se establecen dentro del sistema. En este sentido una de las relaciones mayormente analizadas son las de antagonismo ecológico, donde una especie toma ventaja sobre otra. Es así como el modelo más estudiado es el de depredador-presa, enfocado principalmente a ecosistemas terrestre. Es por ello que en este seminario se pretende estudiar dicha interacción en un ecosistema costero.

Observaciones en playas de La Serena (2007 y 2013) y Tongoy (2013) sugieren que la almeja *Mulinia edulis* (Mollusca, Bivalvia) posiblemente estaría siendo depredada, por un gasterópodo, al encontrarse un gran número de valvas perforadas y esparcidas a lo largo de la costa. Basado en lo anterior, en este trabajo se caracterizaron morfológicamente las valvas y la perforación con el objetivo de establecer patrones de preferencias morfológicas del o los posibles depredadores al momento de escoger la presa representada por éste molusco. Las mediciones de valvas, evidenció que no existía ninguna preferencia por alguna de las caras de la almeja al momento de ser depredada, en ninguna de las tres zonas estudiadas (La Serena 2007: $\chi^2=2,53$; $p>0.05$; La Serena 2013: $\chi^2=1,71$; $p>0.05$; Tongoy: $\chi^2=0,89$; $p>0.05$), Sin embargo, se observó diferencias de tamaño de valvas en las poblaciones estudiadas. Así, para las dos medidas de tamaño tomadas en La Serena, existió una preferencia por longitudes entre 30-40mm (largo) y 20-30mm (ancho), mientras que en Tongoy la preferencia de valvas fue de longitud de 60-70mm (largo) y 40-50mm (ancho). Por último se analizó la preferencia de sector de

perforación en la concha, donde se obtuvo que en las tres zonas de estudio, el sector más utilizado fue el 13 o 18, los cuales corresponden a la zona del umbo, sin embargo en las muestras de Tongoy, se mostraron además por los sectores 7,8,11,12,14. Los resultados obtenidos mostraron leves diferencias encontradas en el patrón de depredación en Tongoy y La Serena, lo que sugiere que podría ser producto de diferencias en las características de las playas o tratarse de un diferente tipo de depredador.

ABSTRACT

The dynamism occurring in a natural population depend on the biological interactions established in the system. In this sense, most relationships analyzed are antagonistic where some species takes advantage over others. While the model predator-prey focused mainly terrestrial ecosystems, this seminar study this interaction in a subtidal ecosystem.

The beaches of La Serena (2007 and 2013) and Tongoy (2013) evidenced predation on the clam, *Mulinia edulis* (Mollusca, Bivalvia) by a gastropod; a large number of shells pierced scattered were found along the coastal line. Considering the evidence, this study characterize the the zone of the valve choose to perforate by the predator. To this end, valves wee frid in order to determine this preference. Results showed that the gastropod has no preference for any of the valves (right or left) in any of the three localities studied (La Serena 2007: $\chi^2=2,53$; $p>0.05$; La Serena 2013: $\chi^2=1,71$; $p>0.05$; Tongoy: $\chi^2=0,89$; $p>0.05$). On the other hand the size preference by the predator was between 30-40mm (long) and 20-30mm (width) in La Serena and 60-70mm (length) and 40-50mm (width) in Tongoy. Finally the predator preferred to drilling the bivalve in the sector 13 or 18, corresponding to the area surrounding the umbo in La Serena. However Tongoy samples, were also shown for sectors 7,8,11,12,14. The analysis showed slight differences in the pattern of predation in when compared Tongoy with La Serena, suggesting that might be the result of differences in the characteristics of the beaches or be a different kind of predator.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Depredación

La depredación, es definida como aquella interacción biológica en la cual una especie es capaz de consumir de forma total o parcial la biomasa de un individuo de otra especie (Abrams, 2000), la que ha sido ampliamente estudiada en distintos grupos y ecosistemas. Diversos trabajos se han basado en el efecto que produce una especie por sobre otra, y como esta modifican la dinámica poblacional y la estructura comunitaria de la especie depredada (Soto, 1996).

Cabe destacar que en el acto de depredar la selección de la presa no necesariamente ocurre de forma azarosa, si no que implica la jerarquización de una serie de parámetros que adopta el depredador antes de realizar el forrajeo (Charnov & Orians, 1973), dentro de los que se encuentran la selección del hábitat, el método de caza y el tipo de presa (ej.: tamaño, sexo, edad, etc). Por otra parte, el éxito de esta interacción estará condicionado por ciertos parámetros, dentro de los que se incluyen: el tamaño corporal del depredador, la detectabilidad y accesibilidad a la presa (Palmer, 1988), así como la abundancia de presas (Wieters & Navarrete, 1998) y la distribución espacial de los depredadores (Rochette & Dill, 2000).

1.2 Gremios

En términos generales, una presa no posee un único depredador, si no que puede presentar un grupo de depredadores, los que constituyen un “gremio”, término elaborado

por Root (1967), para referirse a un conjunto de especies de diferentes taxa que explotan un mismo recurso.

En este contexto, los gasterópodos, Muricidae y Naticidae, que presentan estrategias de forrajeo similar utilizando su rádula, con la cual desgastan la superficie de la valva, ocasionando un pequeño orificio lo que les permite acceder a su alimento (Gordillo & Archuby, 2012), pueden ser definidos como un gremio si depredan sobre los mismos recursos.

Las estrategias de depredación de las especies de diferentes taxa, puede ser entendida a través de la teoría de forrajeo óptimo (Brown, 1988), la que propone que el beneficio energético otorgado por el alimento debe ser mayor al costo asociado a la obtención de este. Esto conlleva a que los depredadores sean selectivos, privilegiando la captura de presas que proporcionen una mayor relación beneficio/costo. Por ejemplo, Hughes, (1986) muestra que los gasterópodos, pertenecientes al intermareal rocoso, son altamente selectivos, escogiendo las diferentes presas a partir de su calidad energética, otorgada principalmente por el tamaño, componentes nutricionales y tiempo de manipulación (Palmer, 1988).

1.3 Depredación en *Mulinia edulis*

En ambientes intermareales típicos de la zona central de Chile una de las especies más comunes es la almeja, *Mulinia edulis*, bivalvo filtrador perteneciente a la infauna que se caracteriza por encontrarse en hábitats de sustrato blandos con altos porcentajes de fango, ubicados cerca de la boca de estuarios (González, 2003). Su rango de

distribución es amplia, entre el Callao (Perú) hasta el Estrecho de Magallanes en Chile y Tierra del Fuego (Osorio, 2002).

Particularmente en la playa de Peñuelas (29°54'18.7"S 71°16'28.4"W) y en la playa grande de Tongoy (30°17'55.7"S 71°32'52.3"W), ambas ubicadas en la IV Región del país, se han encontrado valvas de *Mulinia edulis* que presentan un orificio casi perfecto ocasionado por un/unos depredador(es), lo que sugeriría una conducta depredatoria particular de una especie y/o gremio. Trabajos de investigación, tanto de carácter paleontológicos (Zlotnik, 2001), como ecológicos (Peharda & Morton, 2006), han descrito el patrón de depredación en bivalvos apuntando a la clase Gastrópoda, especialmente a las familias Muricidae y Naticidae (Morton, 2005), como los depredadores responsables de las perforaciones en la concha. Considerando la región de estudio se sugiere que los posibles depredadores corresponden a la especie *Sinum Cymba*, gasterópodo de la familia Naticidae (Covarrubias & Romero, 2009) que suele encontrarse en la arena, mientras que, representando a la familia Muricidae, se propone a la especie *Xanthochorus cassidiformis*. Estas presentan un mecanismo de perforación es mediante la rádula, con la cual desgastan la superficie de la concha, previamente suavizada con una enzima que ellos mismos secretan (anhidrasa carbónica), ocasionando así un pequeño orificio cilíndrico o avellanado por el cual introducen su probóscide (Vermeij, 1993). Esta estrategia de depredación ha sido descrita en distintas partes del mundo, como Australia (Morton, 2005), Uruguay (Lorenzo & Verde, 2004), Japón (Chiba & Sato, 2012.), entre otros. En Chile, la información sobre patrones de depredación en bivalvos es escasa, describiéndose sólo para la interacción entre el

caracol *Chorus giganteus* como depredador del bivalvo *Semimytilus algosus*, para la localidad de Valdivia (Urrutia y Navarro, 2001).

En este contexto, el estudio de patrones de depredación sobre la almeja *Mulinia edulis* King & Broderip, 1832 (Mollusca: Bivalvia: Mactridae) basadas en la morfometría valvar y la perforación en playas de arena de la IV Región, Chile, aparece como un hecho relevante que incrementará no sólo el conocimiento básico de la interacción, si no que sentará bases biológicas para poder predecir si los depredadores responsables corresponden a gasterópodos de la familia Muricidae y Naticidae.

2. HIPÓTESIS-OBJETIVOS

Hipótesis: Si él o los depredadores corresponden a la(s) mismas especies, se espera que el patrón de perforación y la selección de tamaños corporales de las presas sean similares en las playas Peñuelas y Tongoy (IV Región, Chile).

Objetivo general: Determinar la existencia de un patrón de depredación sobre valvas de *M. edulis* en las playas Peñuelas y Tongoy (IV región, Chile).

Objetivo específico:

- Recolección e identificación de las conchas en dos localidades de la IV Región.
- Determinar la distribución de tamaños de las conchas perforadas en ambas localidades, para identificar tallas de valvas que están siendo el blanco de depredación.
- Determinar si existe o no selección del lugar de perforación por parte de él o los depredador(es) en ambas localidades.

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de Estudio

Para el desarrollo de este trabajo se muestreó en dos playas de arena, situadas en la IV Región de Coquimbo, (**Figura 1**). La primera de ellas, corresponde a playa Peñuelas ($29^{\circ}54'18.7''\text{S}$ $71^{\circ}16'28.4''\text{W}$), ubicada a 6 km al norte de Coquimbo, en la ciudad de La Serena. Con una longitud aproximada de 19 km, en cuya ribera desemboca el Río Elqui.

La segunda área de muestreo corresponde a Playa Grande ($30^{\circ}17'55.7''\text{S}$ $71^{\circ}32'52.3''\text{W}$), situada al sur de Tongoy. Esta playa se encuentra a una distancia aproximada de 50 km al sur de Coquimbo. La ribera tiene una longitud aproximada de 14 km, en la cual se encuentran, de norte a sur, tres quebrada: Los Almendros, Los Litres, y Pachingo, las que a su vez alimentan tres grandes humedales, Salinas Chica, Salinas Grandes y el humedal Pachingo, respectivamente. Cabe destacar que estas no fueron las únicas playas revisadas, (playa La Herradura en Coquimbo, playa de Guanaqueros, playa Socos en Tongoy), pero estas no fueron incluidas ya que no se encontró depredación sobre *Mulinia edulis*.



Figura 1: Se muestra la IV Región, indicando la playa de Peñuelas en La Serena, y Playa Grande en Tongoy. Imagen extraída de Google Maps.

3.2 Recolección de Datos

Para la toma de datos, se recolectaron valvas de la especie *Mulinia edulis*, las cuales fueron encontradas repartidas a lo largo de las playa. Para identificarlas se observó su capa externa, la cual es lisa y tiene finas líneas concéntricas de crecimiento, además de presentar un color café amarillento. Como factor de discriminación de las conchas encontradas, se utilizó la presencia del orificio característico ocasionado por el depredador.

La recolección de datos se llevó a cabo durante dos años diferentes, primero fue el año 2007 en la playa Peñuelas ubicada en La Serena, IV Región. Se realizó un

transecto de aproximadamente 3 km, donde se recolectó la mayor cantidad de valvas perforadas posibles (**Figura 2**), sin ningún criterio de selección por tamaño. La segunda recolección se efectuó el año 2013, en la misma playa Peñuelas, repitiendo el transecto del año 2007. En ese mismo año se efectuó además una recolección en la playa Grande de Tongoy, específicamente en los tres humedales presentes a lo largo de la ribera (humedal Salinas chica, Humedal Salinas Grande y Humedal Pachingo) (**Figura 3**). Cabe destacar que las zonas específicas para realizar el muestreo dentro de la playa, fueron seleccionadas ya que correspondían a los lugares con mayor concentración de la especie de interés a lo largo de la playa.

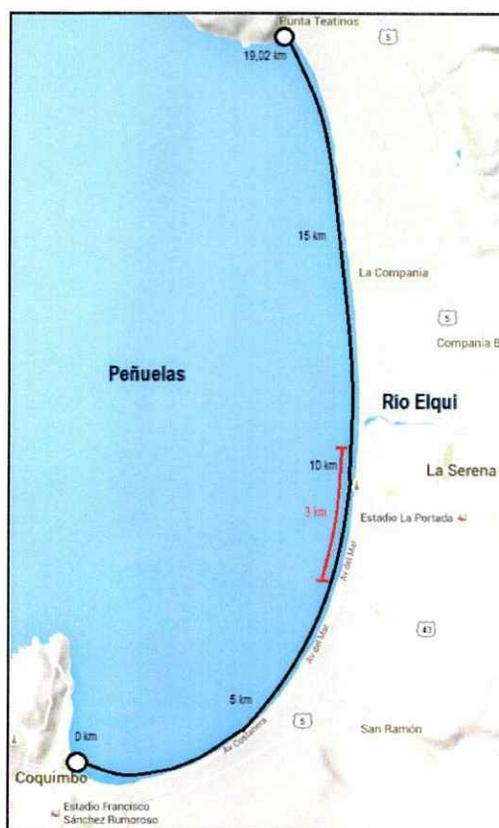


Figura 2: Playa Peñuelas IV Región ($29^{\circ}54'18.7''S$ $71^{\circ}16'28.4''W$), con una longitud de 19,02 km, en ella se indica el transecto de 3 km. Imagen extraída de Google Maps.

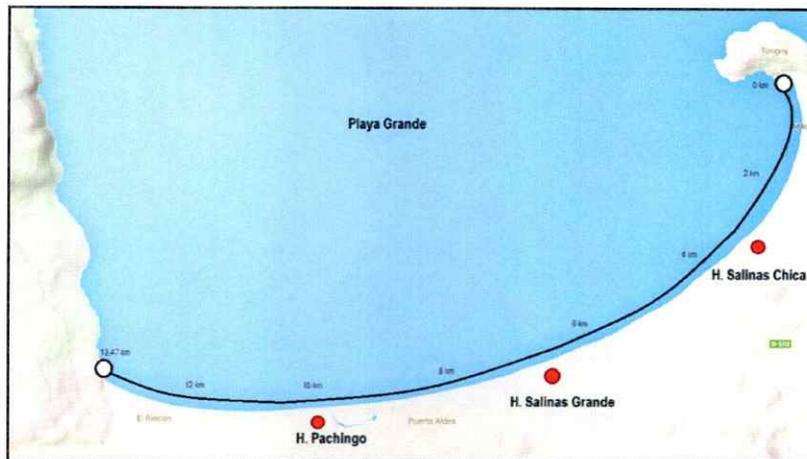


Figura 3: Playa Grande, Tongoy IV Región ($30^{\circ}17'55.7''S$ $71^{\circ}32'52.3''W$), con una longitud de 13,47 km. En ella se indican los tres puntos de muestreo: H. Salinas Chicha, H. Salinas Grande y H. Pachingo. Imagen extraída de Google Maps.

Por otra parte, se recolectaron conchas de otras especies para hacer un catastro de la diversidad presente en la zona, lo cual se puede observar en el **Anexo 1**.

Finalmente, con las valvas recolectadas y divididas según la zona donde fueron recogidas, se llevaron al laboratorio donde se procedió a agrupar las conchas en valva izquierda (VI) y valva derecha (VD), siguiendo a Chiba & Sato, (2012).

3.3 Medición largo y ancho

Una vez agrupadas las valvas en VI y VD, se realizaron mediciones del largo (L) y ancho (A), de cada una de ellas. Se consideró largo como la medida de mayor longitud de la concha, mientras que ancho corresponde a la medida perpendicular a esta (**Figura 4**).

Las mediciones de las valvas se realizaron utilizando un pie de metro digital Mitutoyo® $\pm 0,05$.

En cada una de las zonas estudiadas, las mediciones obtenidas fueron agrupadas en intervalos de 10 mm que van desde los 0 mm a los 80 mm, para su posterior análisis.

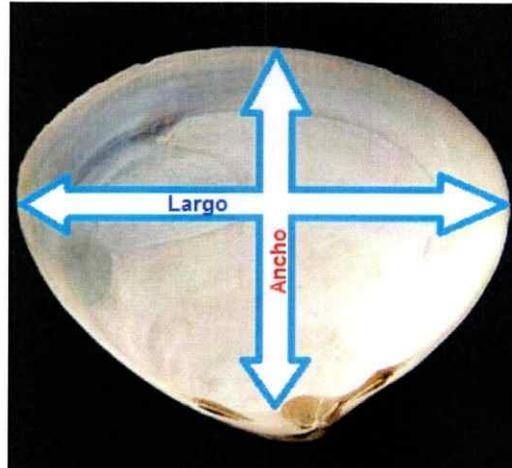


Figura 4: Muestra las mediciones realizadas tanto a la VI como VD.

3.4 Histograma Distribución tamaño VI y VD

Una vez que fueron contadas y medidas cada una de las conchas recolectadas en las diferentes zonas de estudio, se confeccionó un histograma de distribución de tamaños tanto para la valva izquierda como la derecha, donde se representa la cantidad de conchas presentes en cada intervalo de medición, tomando en consideración los datos de largo (L) y ancho (A).

El fin de la medición y comparación entre las diferentes longitudes de valvas, es determinar la preferencia del depredador por algún tamaño.

3.5 Comparación entre valva izquierda y derecha

Por otro lado se realizó una comparación entre la valva izquierda y derecha, incorporando ambos datos en un mismo histograma. De esta forma, se observó si existe diferencia en la selección de tamaño entre las diferentes caras del bivalvo *Mulinia edulis*. Esto se efectuó en cada una de las zonas, comparando el largo y ancho de forma separada.

3.6 Identificación del Orificio

Como se mencionó anteriormente, el depredador del bivalvo *Mulinia edulis*, ocasiona un pequeño y perfecto orificio que atraviesa la concha de la presa, logrando así acceder al alimento. Este orificio puede estar situado en diferentes sectores de la valva, incluso en algunas situaciones pueden existir más de un orificio por valva.

Es por eso que en este trabajo se identificó el sitio específico del orificio en cada una de las valvas y para cada una de las zonas de estudio, (La Serena 2007, La Serena 2013 y Tongoy), con el fin de indicar el sector preferido para perforar. Para ello se cuadrículó la concha en sectores siguiendo la metodología propuesta por Kelley (1988), con la diferencia de que en vez de definir 9 sitios, se definieron 20 (**Figura 5**), para tener un mayor grado de precisión.

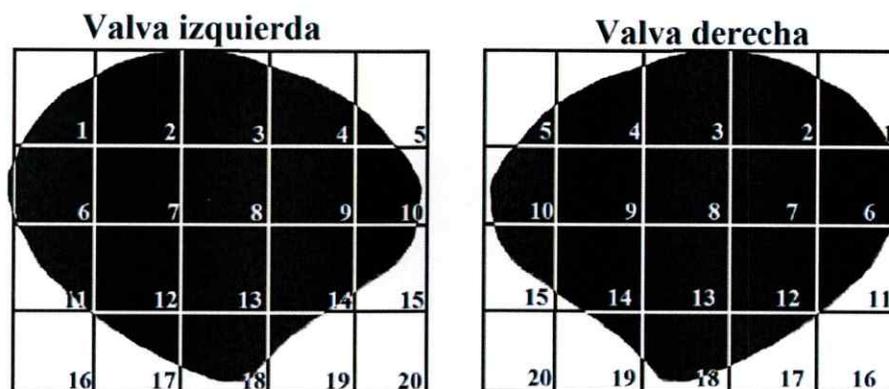


Figura 5: Segmentación de la valva derecha e izquierda basado en el trabajo de Kelley (1988).

Con los resultados obtenidos se realizaron distintos histogramas para cada una de las zonas, donde se agrupan los datos de la valva izquierda y derecha, con el fin de identificar si existe alguna diferencia en el sector seleccionado por el depredador para perforar.

Además, se realizó un histograma a cada valva (izquierda y derecha) para comparar los resultados de sector de perforación obtenidos en las distintas zonas de estudio, con el fin de observar similitudes o diferencias en las diferentes playas.

Para la realización de los histogramas, los valores fueron estandarizados en porcentajes, de modo que no exista disparidad en las columnas de la grafica, producto de la gran diferencia en la cantidad de valvas recolectadas por zona.

3.7 Análisis Estadístico

3.7.1 Preferencia valva izquierda o derecha

Para analizar la preferencia del depredador por alguna de las valvas, izquierda o derecha, se realizó una prueba de χ^2 , confeccionando una tabla de contingencia, basada en los datos tabulados en la **Tabla 1**. Este proceso se realizó para las tres zonas de estudio utilizando la siguiente ecuación:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - f_i')^2}{f_i'}$$



Ec. 1

χ^2 =valor de Chi-cuadrado, f_i =frecuencia observada, f_i' = frecuencia esperada.

Donde se propuso como hipótesis nula (H_0), que la depredación de la valva izquierda y derecha ocurre en igual medida. Mientras que como hipótesis alternativa (H_A) se determinó, que la depredación de la valva izquierda y derecha no ocurren en igual medida.

3.7.2 Preferencia sector valva

También se utilizó la prueba de χ^2 para determinar si existía preferencia por el sector de la valva, dependiendo de la zona de estudio donde fue encontrada. Para ello se utilizaron los valores porcentuales presentes en la **Tabla 4**. Además se determinó como H_0 , que la selección del sector de la valva para perforaciones es igual en cada una de las zonas. Mientras que como H_A que la selección del sector de la valva para la perforación

difiere dependiendo de la zona. Este análisis se realizó tanto para la valva izquierda como derecha.

4. RESULTADOS

4.1 Recolección de datos

En el transecto realizado en La Serena el año 2007, fueron recolectadas 892 valvas correspondientes a la especie *Mulinia edulis*, de las cuales el 58% corresponden a valvas izquierdas, mientras que el 42% son valvas derechas. Mediante la prueba de χ^2 , se encontró que no existe diferencia significativa ($\chi^2=2,53$; $p>0,05$, $gl=1$) entre la proporción de valva izquierda y valva derecha perforadas.

En el año 2013, en La Serena, se recolectó un total de 861 conchas, de las cuales el 57% corresponde a valva izquierda mientras que el 43% a valvas derechas. A través de la prueba de χ^2 se obtuvo que no existe diferencia significativa en la proporción de valvas perforadas ($\chi^2=1,71$; $p>0,05$; $gl=1$). Por otro lado en Tongoy, se recolectaron 144 valvas de las cuales el 45% corresponde a valva izquierda, mientras que el 55% a derechas, al realizar la prueba de χ^2 , se obtuvo nuevamente que no existe diferencia significativa entre VI y VD ($\chi^2=0,89$; $p>0,05$; $gl=1$). En la **Tabla 1** se muestran la cantidad exacta de valvas recolectadas, con sus respectivos porcentajes:

Tabla1: Datos recolectados en los sitios de estudio.

	La Serena 2007		La Serena 2013		Tongoy	
	n°	%	n°	%	n°	%
Valva Izquierda	517	57.96	491	57.03	67	45.27
Valva Derecha	375	42.04	370	42.97	81	54.73
Total	892	100.00	861	100.00	144	100

4.2 Medición de largo-ancho

Las conchas fueron divididas en valva izquierda (VI) y derecha (VD) y subdivididas según el lugar donde fueron recolectadas, para posteriormente medirlas y agruparlas según el rango de medición establecido en la metodología. Los resultados obtenidos se encuentran en el **Anexo 2**.

4.2.1 Histograma de distribución de tamaño VI y VD

4.2.1.1 *Valva Izquierda:*

Utilizando los datos del **Anexo 2** se realizó un histograma para cada uno de los sitios de estudio, donde se agrupan los datos de medición de ancho y largo. Esta figura permite identificar visualmente el tamaño de captura preferido, tanto para el ancho como el largo.

La Serena 2007: Observando la **Figura 6**, en función a la medida de largo, se puede apreciar que la mayoría de las valvas depredadas poseen un tamaño entre 30-40 mm. Por otro lado para la medida de ancho, la mayoría de los individuos poseen un tamaño que se encuentra en el intervalo de 20-30 mm.

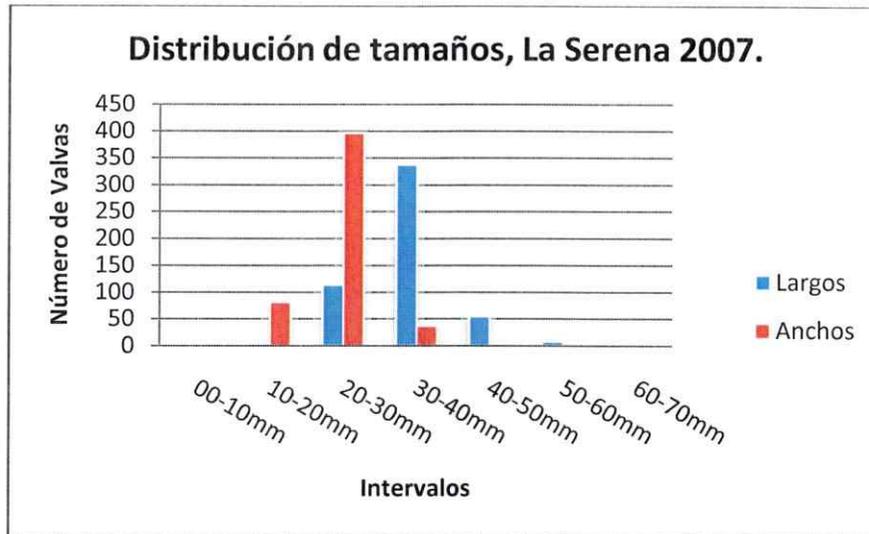


Figura 6: Histograma de distribución de tamaños de valvas izquierda (VI) en La Serena 2007. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.

La Serena 2013: En la **Figura 7**, se puede observar, según la medida de largo, que la mayoría de las valvas se encuentran en tamaños entre 30-40 mm. En relación al ancho, se aprecia que la mayoría de las valvas encontradas se encuentran en el rango de 20-30 mm. Al comparar estos resultados con los del año 2007 no se identifican grandes variaciones.

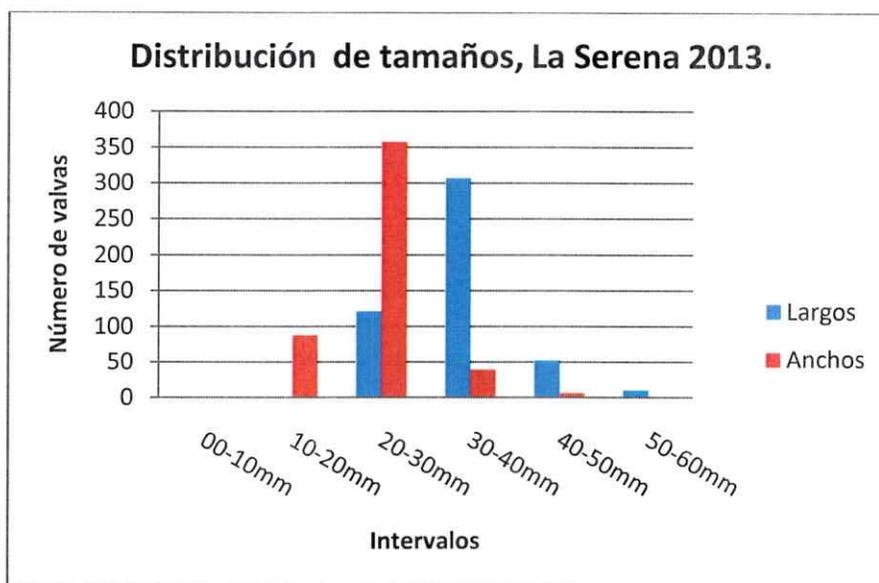


Figura 7: Histograma de distribución de tamaños de valvas izquierda (VI) en La Serena 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.

Tongoy 2013: A partir de la **Figura 8**, según la medida de largo, se puede observar que la mayoría de las valvas se encuentran en el rango de 60-70 mm. Por otro lado, en lo que respecta al ancho, el intervalo de 40 a 50 mm es el que concentra la mayor cantidad de valvas.

Cabe destacar que aunque existe una clara preferencia por ciertos tamaños, se puede apreciar que la distribución de las valvas en los diferentes intervalos se produce de forma más homogénea, lo que no ocurre con los datos recolectados en La Serena 2007 y 2013.

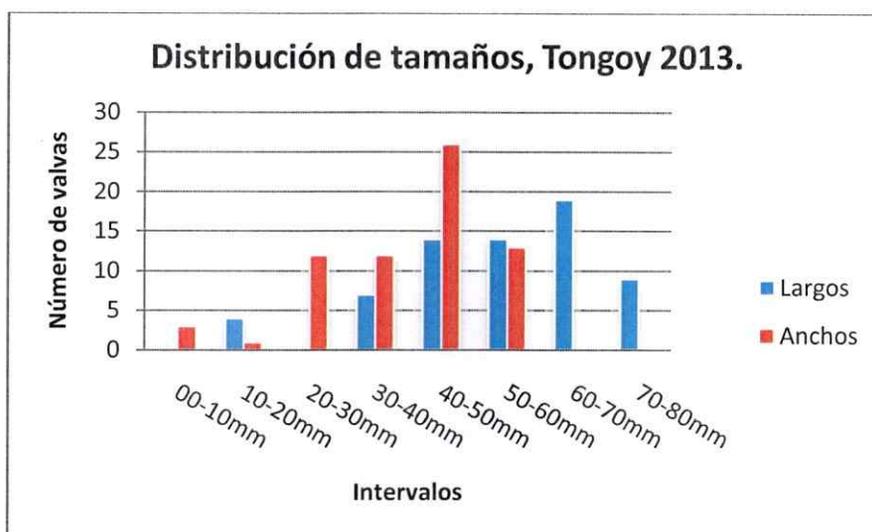


Figura 8: Histograma de distribución de tamaños de valvas izquierda (VI) en Tongoy 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.

4.2.1.2 Valva derecha (VD)

Utilizando los datos del **Anexo 2**, se realizó un histograma para cada uno de los sitios de estudios, considerando las medidas de largo y ancho.

La Serena 2007: Se puede observar en la **Figura 9**, según la medida de largo, que la mayoría de las valvas se concentran en el intervalo de 30-40 mm. Por otro lado se puede apreciar que el pick de valvas para la medida de ancho se encuentra en el intervalo de 20-30 mm, de forma similar a como ocurrió al medir la valva izquierda.

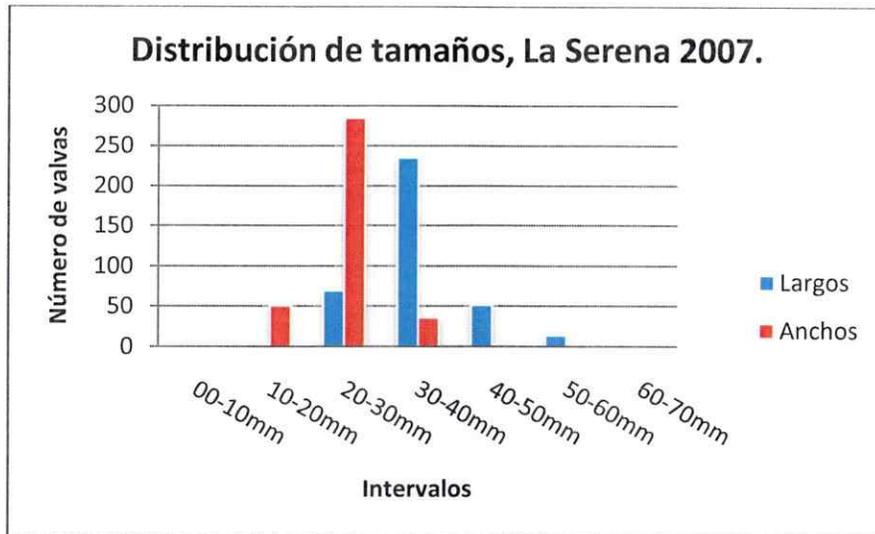


Figura 9: Histograma de distribución de tamaños de valvas derecha (VD) en La Serena 2007. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.

La Serena 2013: Al observar la **Figura 10**, se puede apreciar que según la medida de largo, la mayoría de las valvas se encuentran en el intervalo de los 30-40 mm. Mientras que, según la medida de ancho, esta se concentra en el intervalo de los 20-30 mm, de forma similar a como ocurrió al medir la valva izquierda.

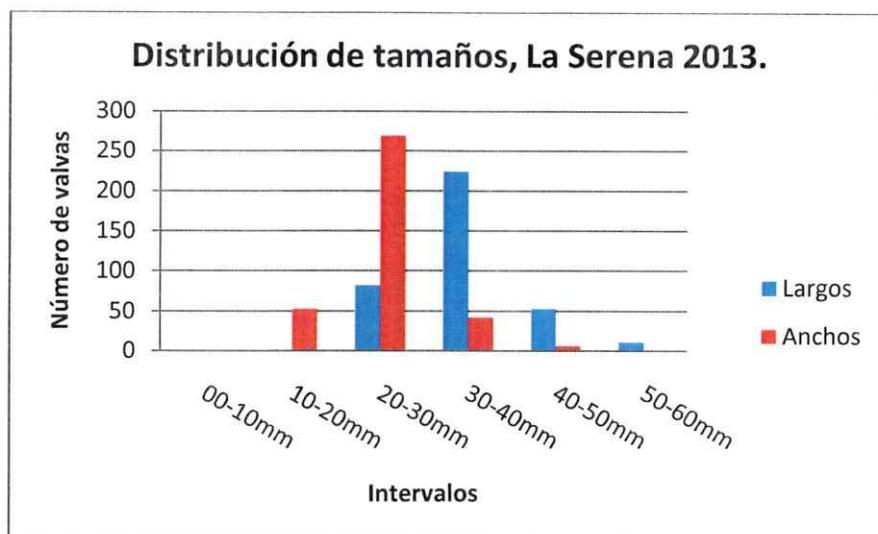


Figura 10: Histograma de distribución de tamaños de valvas derecha (VD) en La Serena 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.

Tongoy 2013: Al observar la **Figura 11**, según la medida de largo, se aprecia que la mayoría de las valvas se concentran en el intervalo 50-60 mm. Por otro lado, para la medida de ancho, el intervalo predominante es el de 40-50 mm.

Al igual que como ocurrió en la valva izquierda, se puede distinguir una clara preferencia por ciertos tamaños, pero la distribución a través de los distintos rangos ocurre de forma más homogénea en comparación a los datos obtenidos de La Serena 2007 y 2013.



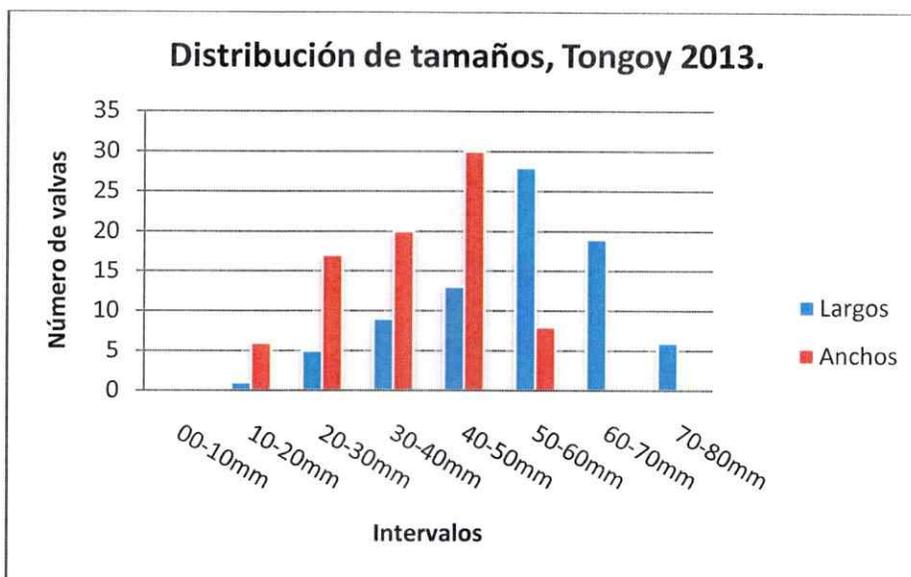


Figura 11: Histograma de distribución de tamaños de valvas derecha (VD) en Tongoy 2013. En azul se representa la medida de Largos y en rojo la medida de Anchos.

4.3 Comparación entre Valva Izquierda y Derecha

Utilizando los datos del **Anexo 2** se realizó un análisis comparativo entre las mediciones de largo y ancho, en ambas valvas y para cada uno de los sectores. Esto se ejecutó con el fin de observar similitud o diferencia entre ambas caras del bivalvo *Mulinia edulis*.

La Serena 2007: En la **Figura 12**, se muestra la comparación entre la valva izquierda y derecha. En **A** se comparan las medidas de largo, donde se aprecia que para ambas valvas, la mayoría se concentran en el rango de 30-40 mm. Por otro lado en **B** (medida del ancho), se puede apreciar que el pick de concentración, tanto para la valva izquierda como derecha, es en el intervalo de 20-30mm.

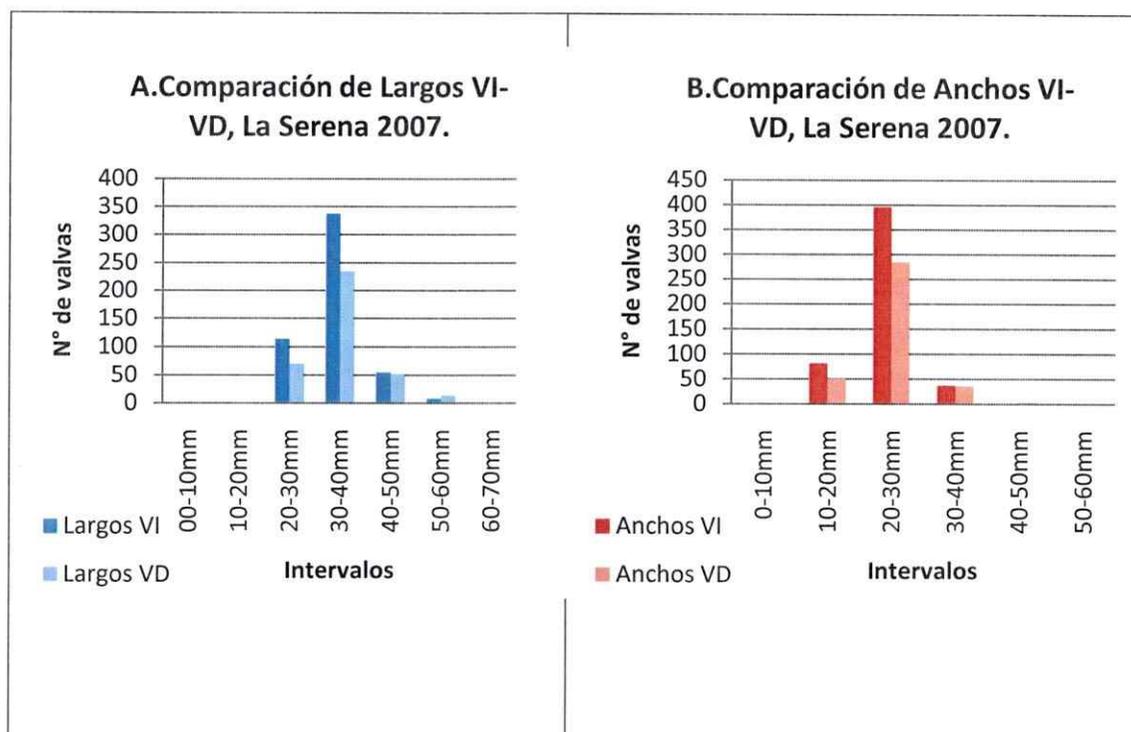


Figura 12: Comparación de mediciones entre la valva izquierda (VI) y derecha (VD), en La Serena 2007. A- Se comparan las medidas de Largo de VI y VD. B- Se comparan las medidas de Ancho de VI y VD.

La Serena 2013: En la **Figura 13**, se muestra la comparación de las dos medidas tomadas. En **A**, se comparan las longitudes de ambas valvas, y se observa que tanto las valvas izquierdas como las derechas se encuentran preferentemente en el rango 30-40 mm. En lo que respecta al gráfico **B**, cuya comparación es en función del ancho, el rango de medición que posee la mayor concentración de valvas es el de 20-30 mm.

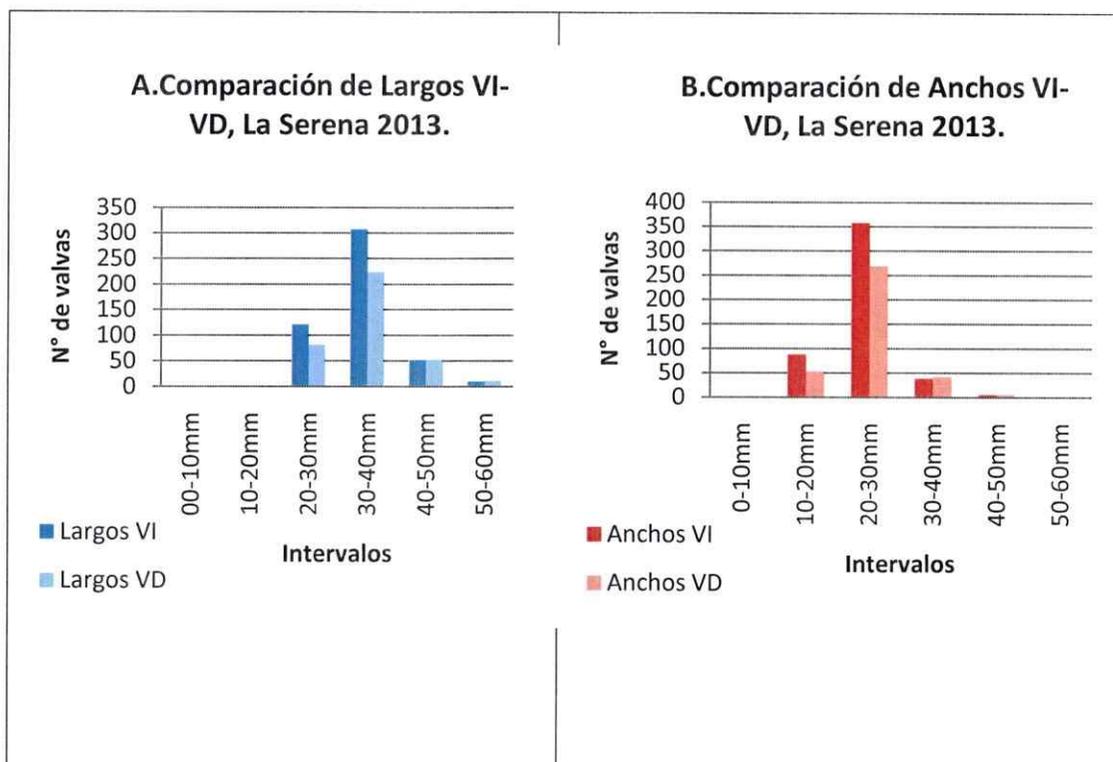


Figura 13: Comparación de mediciones entre la valva izquierda (VI) y derecha (VD), en La Serena 2013. A- Se comparan las medidas de Largo de VI y VD. B- Se comparan las medidas de Ancho de VI y VD

Tongoy 2013: Se puede apreciar en la **Figura 14**, que tanto para las medidas de la valva izquierda como derecha, existe una distribución más homogénea a través de los diferentes rangos, en comparación a los obtenidos en La Serena, pero aun así se distingue un pick de concentración. En **A**, se observa que la mayor contracción de valvas izquierdas se encuentra en el rango de los 60-70 mm , mientras que para la valva derecha es el rango de 50-60 mm el mayormente representado. Por otro lado, en **B** se muestra que tanto la valva izquierda como derecha, se concentran en el rango de 40-50 mm.

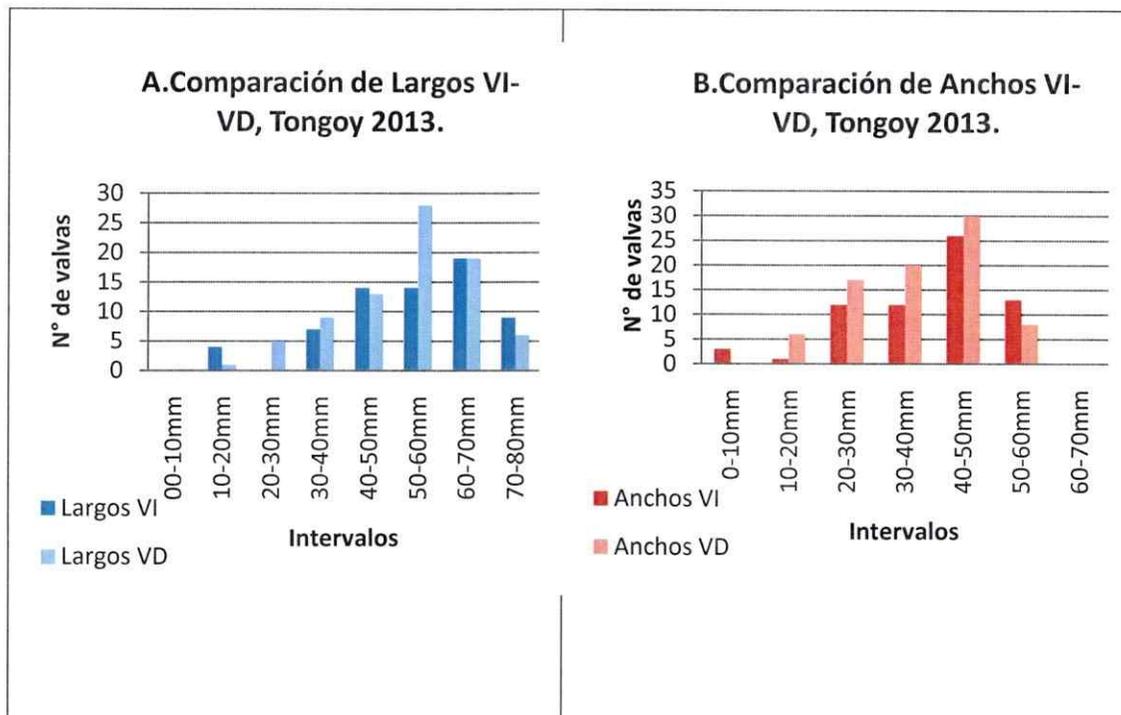


Figura 14: Comparación de mediciones entre la valva izquierda (VI) y derecha (VD), en Tongoy 2013. A- Se comparan las medidas de Largo de VI y VD. B- Se comparan las medidas de Ancho de VI y VD.

4.4 Identificación del Orificio

En la identificación de la zona preferida para realizar la perforación, la valva fue subdividida en 20 sectores. En el **Anexo 3** se muestran los resultados obtenidos en cada una de las zonas de estudio.

La Serena 2007: Ocupando los datos del **Anexo 3** se realizó un histograma, donde se comparan los datos de la VI y VD, esto queda representado en la **Figura 15**, donde se observa que tanto para la valva izquierda como derecha existe una clara preferencia por el sector 13, seguido por el sector 18.

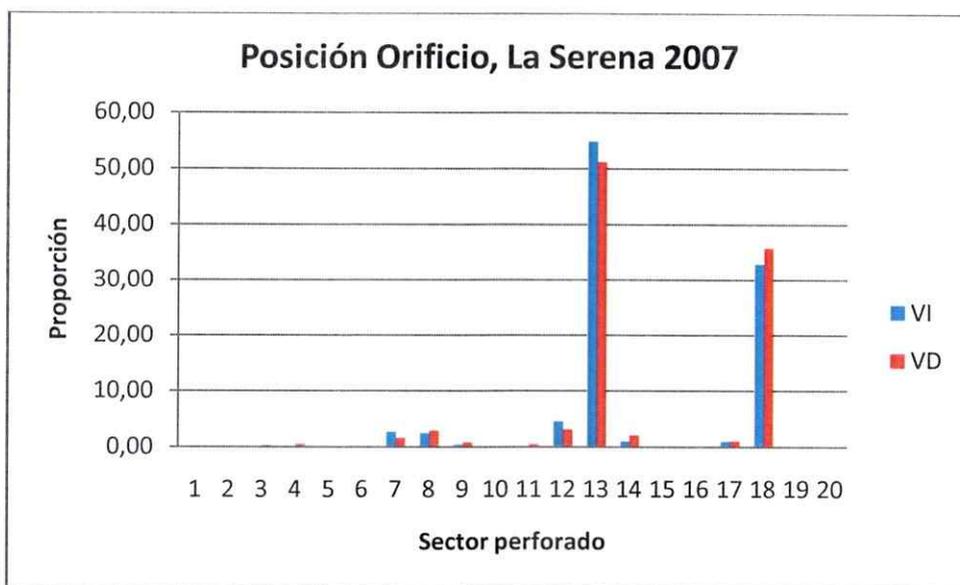


Figura 15: Comparación de sectores preferidos de perforación en valva izquierda (azul) y valva derecha (rojo), en la zona de La Serena 2007.

La Serena 2013: Al observar la **Figura 16**, se puede apreciar, que el sector que concentra el mayor número de perforaciones en la valva izquierda y derecha, corresponde al sector 18, seguido por el 13, el resto de los sectores no presentan un resultado relevante.

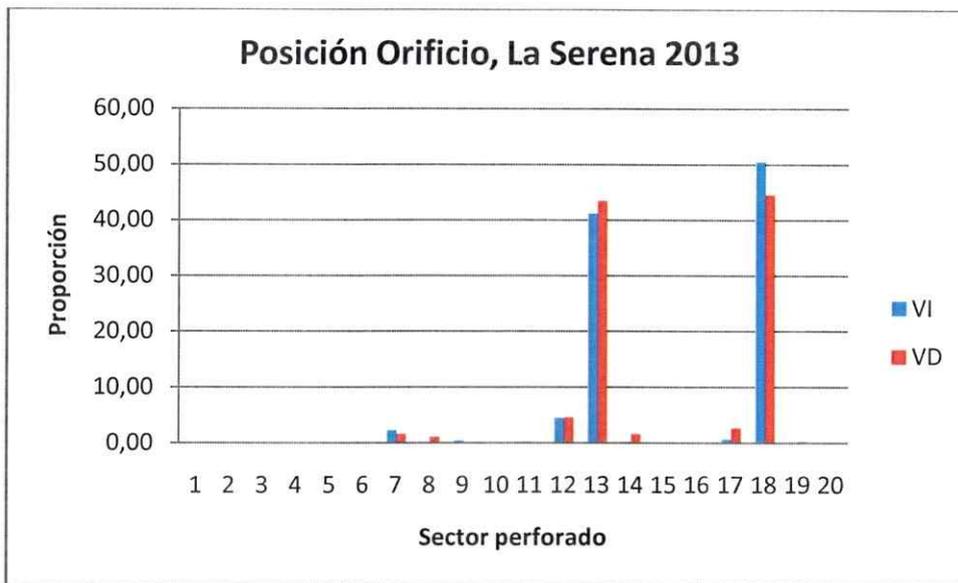


Figura 16: Comparación de sectores preferidos de perforación en valva izquierda (VI: azul) y valva derecha (VD: rojo), en la zona de La Serena 2013.

Tongoy: Se puede observar en la **Figura 17**, que los sectores que concentran la mayor cantidad de perforaciones en ambas valvas, corresponden al 13, seguido por el 12 y el 18. Si bien es claro que existen tres grandes pick en la gráfica, se puede apreciar que la distribución de valvas perforadas en los distintos sectores ocurre de forma más homogénea en comparación a los datos obtenidos de La Serena.

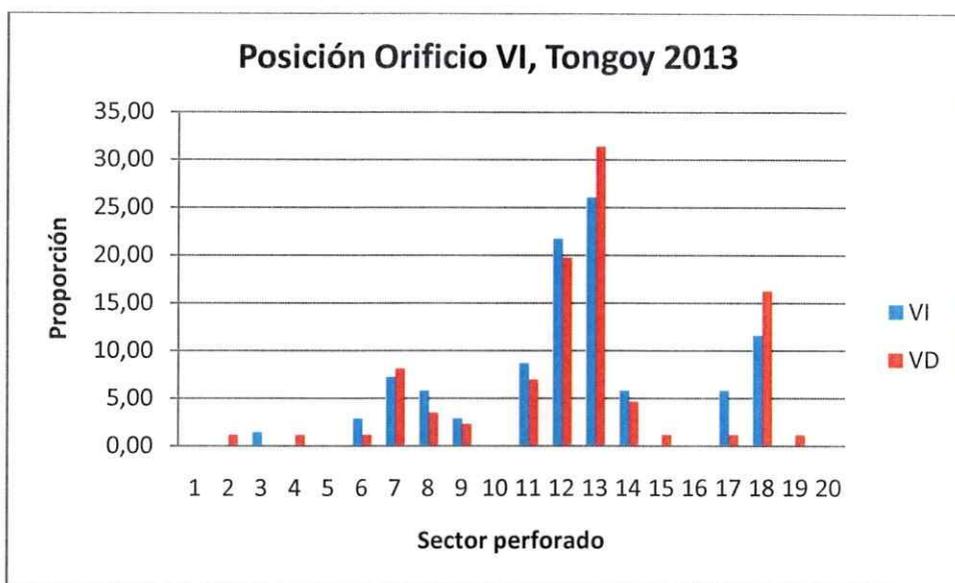


Figura 17: Comparación de sectores preferidos de perforación en valva izquierda (VI: azul) y valva derecha (VD: rojo), en la zona de Tongoy 2013.

4.5 Comparación entre zonas de estudio

En la **Figura 18**, se muestra la comparación entre las distintas zonas de estudio. En **A** se compara en función de la valva izquierda, y se observa que los datos de La Serena 2007-2013 no presentan grandes diferencias entre sí, mostrando los mismos picos en el sector 13 y 18. Por su parte en la muestra de Tongoy, aunque existe una mayor concentración de valvas perforadas en el sector 13, 12 y 18, estos valores no destacan notoriamente por sobre los otros sectores de perforación.

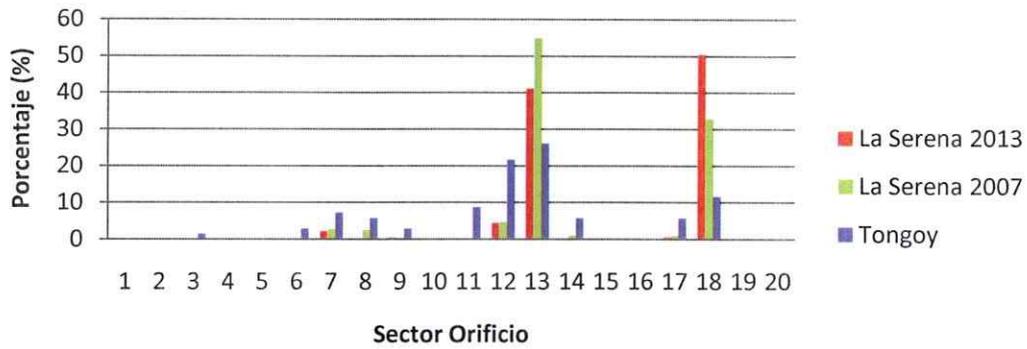
Para comprobar si existe diferencia entre las zonas de estudio, se realizó una prueba de χ^2 donde se encontró una diferencia significativa en la selección de orificio según la zona de estudio encontrada ($\chi^2=105,386$; $p<0.05$; $gl=20$), además utilizando la misma prueba estadística se compararon los datos recolectados en La Serena 2007 y

2013, lo que arrojó que no existe una diferencia significativa entre ambas ($\chi^2=9$; $p>0,05$; $gl=9$).

En **B** se pueden observar los resultados correspondientes a la valva derecha. Al igual que en el anterior gráfico analizado, no existe gran diferencia entre los sectores predilectos de perforación en la zona de La Serena 2007 y 2013, mostrando los mismos pick en el sector 13 y 18. En cambio en Tongoy la mayor concentración se encuentra en los sectores 13, seguido del 12 y 18. Sin embargo, la grafica obtenida para esta zona es más homogénea, en comparación a los datos de La Serena.

Para verificar los resultados obtenidos, se realizó una prueba de χ^2 , donde al igual que en la VI, existe una diferencia significativa en el sector de perforación de la valva dependiendo de la zona donde fue encontrada ($\chi^2=72,89$; $p<0,05$; $gl=28$). Por otro lado en las zonas de La Serena 2007-2013, se obtuvo que no existe diferencia significativa ($\chi^2=5,9$; $p>0,05$; $gl=11$).

A. Comparación Posición Orificio de la VI en las Tres Zonas.



B. Comparación Posición Orificio de la VD en las Tres Zonas.

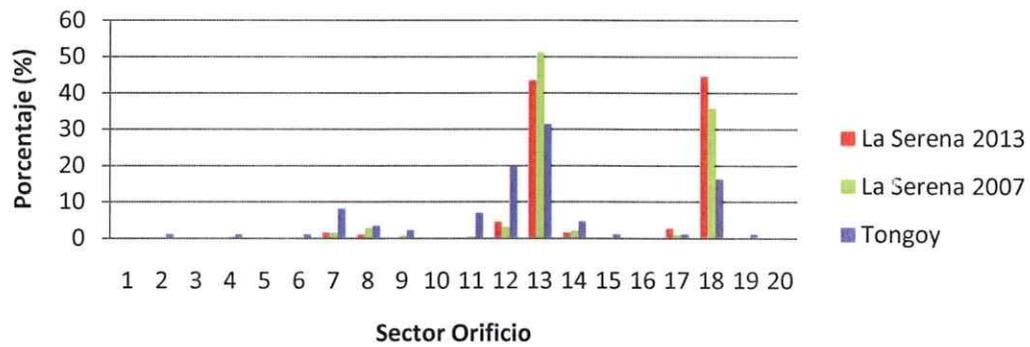


Figura 18: Comparación de preferencia de sitio de perforación entre las distintas zonas de estudio; La Serena 2013, rojo; La Serena 2007, verde; Tongoy, morado. A.- Comparación de las tres zonas en la VI. B.- Comparación de las tres zonas en la VD.

5. DISCUSIÓN

5.1 Selección de valvas

Al observar los resultados referentes la frecuencia de valvas con perforación, en Peñuelas (La Serena 2007 y 2013) y playa Grande de Tongoy, se observó que no existe preferencia por parte del depredador, a ninguna de las dos caras del bivalvo, lo cual fue validado estadísticamente mediante una prueba de χ^2 . Considerando que *Mulinia edulis* es un bivalvo endobentónico, que se entierra parcialmente en el suelo arenoso se puede sugerir que la cara de la valva que queda más expuesta al ataque del depredador ocurre de forma aleatoria, dejando en algunas ocasiones el lado izquierdo expuesto, mientras que en otras el derecho.

Por otra parte, es importante destacar que la playa grande de Tongoy y Peñuelas, en La Serena, no fueron las únicas playas revisadas, sino que también se recorrieron las playas de La Herradura (Coquimbo), Guanaqueros y Socos, en Tongoy. Sin embargo, aunque en dichos lugares sí se encontraron algunos pocos ejemplares de *Mulinia edulis*, estas no presentaban el orificio característico. Esto se podría deber a que según la literatura consultada (Reid y Osorio, 2000), *Mulinia edulis* suele concentrarse en lugares salobres, salinidad 5-10%, muchas veces cerca de estuarios. Considerando que en Peñuelas se ubica la desembocadura del Río Elqui, y que además la mayor cantidad de valvas perforadas se encuentran cercanas a esta zona, el patrón podría tener relación con esta particularidad de la bahía. Por otra parte, en la playa grande de Tongoy, la mayor cantidad de valvas perforadas se encontraron en las cercanías de los tres humedales

(Salinas Chica, Grande y Pachingo), si bien estas se encuentran aisladas del mar por un cordón arenoso, esta barrera desaparece en forma episódica producto de las grandes crecidas de origen pluvial, quedando los humedales conectados temporalmente al mar (CAACH¹, 2005).

Por último es interesante destacar que en La Serena el patrón de depredación se mantuvo durante seis años, sin haber algún cambio aparente en abundancia de muestras, considerando que la primera expedición se realizó el año 2007 y la más reciente el año 2013.

5.2 Selección tamaño

Al observar los resultados relacionados con la selección de tamaño, se pudo apreciar que los datos de La Serena no variaron en los dos años en los que se tomaron muestras, presentando la misma preferencia de largos y anchos. Por otro lado en Tongoy se observó que la preferencia del depredador es por valvas de longitudes mayores que las encontradas en La Serena, tanto en largo como ancho. No obstante, es de considerar que las valvas encontradas en la playa de Tongoy, eran en su mayoría de mayor tamaño que las de Peñuelas, En este sentido se sugiere que alguna condición especial de la playa podría provocar un mayor crecimiento en las especies presentes en dicha zona.

Independiente del año de muestreo, en La Serena la selección de tamaños no mostró diferencia al comparar los resultados de la valva izquierda con la derecha. Sin

¹ CAACH: Corporación Ambientes Acuáticos de Chile.

embargo, en Tongoy se observa una preferencia por tamaños mayores en VI (60-70mm), que en VD (50-60mm) (**Figura 8 y 11**).

En base a la literatura revisada, el tamaño del depredador está estrechamente relacionado con las dimensiones de su presa, es decir existirá un tamaño óptimo para el depredador dependiendo de sus límites de manipulación, lo que maximizará la tasa neta de ingesta energética (Chiba & Sato, 2012). En base a lo planteado, y a los resultados obtenidos, se sugiere que el tamaño de los depredadores en Tongoy sería mayor o estaría sesgado a mayores tamaños que en La Serena, o bien podría tratarse de otra especie de depredador, solo tomando en cuenta las longitudes de las valvas encontradas.

5.3 Selección de orificio

Con respecto a los resultados obtenidos en la selección de la posición del orificio, las tres zonas estudiadas muestran una preferencia por la posición 13 o 18. Si se mira la cuadrícula de la **Figura 5**, se observa que ambas posiciones están próximas una de otra, y corresponden a la zona del umbo, la que a su vez es la parte más antigua de la concha lo que podría sugerir que corresponde a la zona más débil. Sin embargo, otros estudios apuntan a que este patrón se encontraría relacionado con el tamaño óptimo de la presa, donde depredadores con tamaño afín tenderían a perforar por defecto en el sector 13 o 18, mientras que depredadores de tamaño mayor o menor realizarían perforaciones en otras posiciones (Chiba & Sato, 2012; Hart & Palmer, 1987; Palmer, 1990).

En relación a la valva, ésta está recubierta por una capa de calcita, lo cual le otorgaría resistencia a ciertos solventes (Delgado, 2006), pero no sería una protección

contra la depredación por gasterópodos, depredadores que podrían realizar el orificio en cualquier parte de la concha (Urrutia & Navarro, 2001).

Por otra parte al comparar los datos obtenidos en La Serena 2007 y 2013 para el lugar de perforación, se observó que no hay grandes diferencias entre ambas fechas, lo cual fue comprobado estadísticamente mediante una prueba de χ^2 . No así en Tongoy, donde la selección del orificio era más variable en comparación a La Serena, mostrando gran porcentaje de perforaciones en posiciones diferentes a la 13 o 18 (ver **Figura 17**).

6. CONCLUSIÓN

En este trabajo se presenta evidencia de una estrategia de depredación sobre el bivalvo, *Mulinia edulis*, tanto en la selección del tamaño de las presas, como en el sector de perforación por parte de depredadores Murícidos/Naticidos. Los resultados sugieren que la depredación que se lleva a cabo en ambas localidades puede estar asociada a diferentes depredadores. También es posible definir que las características de las dos playas consideradas difieren: en Peñuelas (La Serena), las conchas perforadas de *Mulinia edulis* fueron encontradas asociadas a la desembocadura del Río Elqui, mientras que en la Playa Grande de Tongoy existen tres humedales que están aislados del mar, salvo en condiciones de alta pluviosidad. Lo cual podría estar relacionado a cambios en las condiciones abióticas del ecosistema, produciendo así modificaciones en las poblaciones tanto de depredadores como de presas presentes en ambas zonas.

Este estudio corresponde a una etapa inicial de investigación, que seguirá con la identificación de él o los depredadores asociados a los patrones encontrados, así como a un análisis estructural más preciso de la concha de *Mulinia edulis*. Además, se esperan realizar prospecciones asociadas a identificar los patrones de depredación en otros sectores costeros de playa de arena a lo largo de Chile, tanto para *Mulinia edulis* como para otras especies de bivalvos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMS, P.A. 2000. The evolution of predator-prey interactions: Theory and evidence. *Annual Review of Ecology and Systematics* 31:79-105.
- BROWN, J. 1988. Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition. *Behav Ecol Sociobiol*, 22:37-47.
- CHARNOV, E & ORIAN, G. 1973. Optimal foraging: some theoretical explorations. Publicación especial. Editado por Charnov y Orians, U.S.A.
- CORPORACIÓN AMBIENTES ACUÁTICOS DE CHILE (2005). Los humedales no pueden esperar: Manual para el Uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo. Luna Quevedo, D. (ed.) 136pp, Santiago, Chile ISBN 956-8520-01-5
- COVARRUBIAS, A & ROMERO, A.2009. Anatomía del sistema reproductor femenino y masculino de *Sinum cymba* (Menke, 1828) (Gastropoda: Naticidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(3): 673-683.
- CHIBA, T & SATO, S. 2012. Size-Selective predation and drillhole-site selectivity in *Eusperia fortunei* (gastropoda: naticidae): Implications for ecological and palaeoecological studies. *Journal of Molluscan Studies*, Sendai 980-8578.
- DELGADO, F. 2006. *Caracterización Microestructural y Cristalográfica de la Concha Prismatofoliada de Pectinoidea, Anomioidea y Ostreoidea (Pteriomorphia: Bivalvia). Implicaciones Evolutivas.* (Tesis doctoral). Facultad de Ciencias, Universidad de Granada. España.



- GONZÁLEZ, L. 2003. Capacidad de alimentación y análisis endoscópico en bivalvos filtradores de la infauna y epifauna de la bahía de Yaldad, Chiloé, Chile. Tesis de grado Univ. Austral de Chile, Fac. Cien. 47 p. 8
- GORDILLO, S & ARCHUBY, F. 2012. Predation by drilling gastropods and asteroids upon mussels in rocky shallow shores of southernmost South America: Paleontological implications. *Acta Palaeontologica Polonica* 57 (3): 633–646.
- HART, M.W. & PALMER, A.R. 1987. Stereotypy, ontogeny, and heritability of drill site selection in thaidid gastropods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 107, 101–120.
- HUGHES, R. 1986. A functional biology of marine gastropods. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA. 245 pp.
- KELLEY, P.H. 1988. Predation by Miocene gastropods of the Chesapeake Group: stereotyped and predictable. *Palaios*, 3: 436–448.
- LORENZO, N & VERDE, M. 2004. Estructuras de bioerosión en moluscos marinos de la formación Villa Soriano (pleistoceno tardío-holoceno) de Uruguay. *Revista Brasileira de Paleontologia* 7(3):319-328.
- MORTON, B. 2005. Predator-prey interactions between *Lepsiella (Bedeva) paivae* (Gastropoda: Muricidae) and *Katelysia scalarina* (Bivalvia: Veneridae) in Princess Royal Harbour, Western Australia. *Journal of Molluscan Studies* 71: 371–378.
- OSORIO, C. 2002. Moluscos Marinos en Chile, especies de importancia Económica. Facultad de Ciencias Universidad de Chile. 211 páginas.
- PALMER, A. 1988. Feeding biology of *Ocenebra lurida* (Prosobranchia: Muricacea): diet, predator-prey size relations, and attack behavior. *The Veliger* 31: 192-203.

- PALMER, A.R. 1990. Predator size, prey size, and the scaling of vulnerability: hatching gastropods vs. barnacles. *Ecology* 71 Ž2., 759–775.
- PEHARDA, M & MORTON, B. 2006. Experimental prey species preferences of *Hexaplex trunculus* (Gastropoda: Muricidae) and predator–prey interactions with the Black mussel *Mytilus galloprovincialis* (Bivalvia: Mytilidae). *Marine Biology*. 148: 1011–1019.
- REID, D. G. & OSORIO, C. 2000. The shallow-water marine Mollusca of the Estero Elefantes and Laguna San Rafael, southern Chile. *Bulletin of the Natural History Museum. Zoology Series*, 66, 2, 109-146.
- ROCHETTE, R & DILL, L. 2000. Mortality, behavior and the effects of predators on the intertidal distribution of littorinid gastropods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 253: 165-191.
- ROOT, R. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecol. Monogr.*, 37: 17-350.
- SOTO, R. 1996. Estructura gremial de un ensamble de depredadores de la zona intermareal rocosa en Chile central. *Invest. Mar., Valparaíso*, 24: 97-105.
- VERMEIJ, G.J. 1987, *Evolution and Escalation: An Ecological History of Life*. 527pp. Princeton University Press, Princeton.
- WIESTERS, E & NAVARRETE, S. 1998. Spatial variability in prey preferences of the intertidal whelks *Nucella caniculata* and *Nucella emarginata*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 222: 133-148.

ZLOTNIK, M. 2001. Size-related changes in predatory behaviour of naticid gastropods from the Middle Miocene Korytnica Clays, Poland. - *Acta Palaeontologica Polonica* 46, 1, 87-97.

8. ANEXO

ANEXO 1: Especies de moluscos encontrados a lo largo de la Playa Grande de Tongoy y Peñuelas en La Serena, (elaborada a partir de : www.macrofauna.cl)

 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Bivalvia
	Orden:	Veneroidea
	Familia:	Psammobiidae
	Género:	<i>Tagelus</i>
	N. científico:	<i>Tagelus dombeii</i> (Sowerby, 1835)
	Encontrada en:	La Serena - Tongoy
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2010</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Orden:	Archaeogastropoda
	Familia:	Trochidae Rafinesque, 1815
	Género:	<i>Tegula</i> Lesson, 1832
	N. científico:	<i>Tegula atra</i> Lesson, 1830
	Encontrada en:	La Serena - Tongoy
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2011</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Bivalvia
	Orden:	Ostreoidea
	Familia:	Pectinidae Rafinesque, 1815
	Género:	<i>Argopecten</i>
	N. científico:	<i>Argopecten purpurata</i> (Lamarck, 1819)
	Encontrada en:	La Serena - Tongoy

 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Orden:	Neogastropoda
	Familia:	Muricidae Rafinesque, 1815
	Género:	<i>Xanthochorus</i>
	N. científico:	<i>Xanthochorus cassidiformis</i> (Blainville, 1832)
Encontrada en:	La Serena - Tongoy	
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Bivalvia
	Orden:	Veneroida
	Familia:	Veneridae
	Género:	<i>Protothaca</i> (Dall, 1902)
	N. científico:	<i>Protothaca thaca</i> (Molina, 1782)
Encontrada en:	Tongoy	
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Bivalvia
	Orden:	Veneroida
	Familia:	Veneridae
	Género:	<i>Retrotapes</i> (Cossmann, 1920)
	N. científico:	<i>Retrotapes lenticularis</i> (Sowerby, 1835)
Encontrada en:	Tongoy	
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Bivalvia
	Orden:	Veneroida
	Familia:	Veneridae Rafinesque, 1815
	Género:	<i>Venus</i> Linnaeus, 1758
	N. científico:	<i>Venus antiqua</i> King y Broderip, 1832
Encontrada en:	Tongoy	

 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Orden:	Neogastropoda
	Familia:	Olividae
	Género:	<i>Oliva</i> Bruguiere, 1789
	N. científico:	<i>Oliva peruviana</i> Lamarck, 1811
	Encontrada en:	Tongoy
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Orden:	Neogastropoda
	Familia:	Muricidae
	Género:	<i>Acanthina</i>
	N. científico:	<i>Acanthina monodon</i>
	Encontrada en:	Tongoy
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Bivalvia
	Orden:	Veneroida
	Familia:	Psammobiidae
	Género:	<i>Gari</i> (Shumacher, 1817)
	N. científico:	<i>Gari solida</i> (Gray, 1828)
	Encontrada en:	Tongoy
 <p>www.macrofauna.cl - Copyright IFOP, 2009</p>	Phylum:	Mollusca
	Clase:	Gastropoda
	Orden:	Caenogastropoda
	Familia:	Naticidae
	Género:	<i>Sinum</i>
	N. científico:	<i>Sinum cymba</i> (Menke, 1828)

ANEXO 2: Resultado de Mediciones a cada una de las valvas.

Valva Izquierda (VI)	La Serena 2007 (VI)		La Serena 2013 (VI)		Tongoy (VI)	
	Cantidad de valva por intervalo de:		Cantidad de valva por intervalo de:		Cantidad de valva por intervalo de:	
Intervalos	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
00-10mm	0	0	0	0	0	3
10-20mm	1	82	1	88	4	1
20-30mm	114	396	121	358	0	12
30-40mm	338	37	307	39	7	12
40-50mm	55	2	52	6	14	26
50-60mm	8	0	10	0	14	13
60-70mm	1	0	0	0	19	0
70-80mm	0	0	0	0	9	0
Valva Derecha (VD)	La Serena 2007 (VD)		La Serena 2013 (VD)		Tongoy (VD)	
	Cantidad de valva por intervalo de:		Cantidad de valva por intervalo de:		Cantidad de valva por intervalo de:	
Intervalos	Largo	Ancho	Largo	Ancho	Largo	Ancho
00-10mm	0	0	0	0	0	0
10-20mm	2	51	0	53	1	6
20-30mm	70	285	82	269	5	17
30-40mm	235	36	224	42	9	20
40-50mm	52	3	53	6	13	30
50-60mm	14	0	11	0	28	8
60-70mm	2	0	0	0	19	0
70-80mm	0	0	0	0	6	0

ANEXO 3: Resultado de identificación de orificio en cada una de las valvas.

Sector orificio	La Serena 2007				La Serena 2013				Tongoy 2013			
	VI	%VI	VD	%VD	VI	%VI	VD	%VD	VI	%VI	VD	%VD
1	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
2	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.16
3	0	0.00	1	0.27	0	0.00	0	0.00	1	1.45	0	0.00
4	0	0.00	2	0.53	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.16
5	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
6	0	0.00	0	0.00	1	0.20	0	0.00	2	2.90	1	1.16
7	14	2.69	6	1.59	11	2.23	6	1.62	5	7.25	7	8.14
8	13	2.50	11	2.92	0	0.00	4	1.08	4	5.80	3	3.49
9	2	0.38	3	0.80	2	0.41	0	0.00	2	2.90	2	2.33
10	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
11	1	0.19	2	0.53	1	0.20	0	0.00	6	8.70	6	6.98
12	24	4.61	12	3.18	22	4.46	17	4.59	15	21.74	17	19.77
13	286	54.89	193	51.19	203	41.18	161	43.51	18	26.09	27	31.40
14	5	0.96	8	2.12	1	0.20	6	1.62	4	5.80	4	4.65
15	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	1.16
16	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
17	5	0.96	4	1.06	3	0.61	10	2.70	4	5.80	1	1.16
18	171	32.82	135	35.81	249	50.51	165	44.59	8	11.59	14	16.28
19	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1	0.27	0	0.00	1	1.16
20	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00