



INFORME FINAL
PROYECTO FIP 2006-27

“Bases biológicas para la administración de los bancos de machas de la I y II Regiones”

Universidad Católica del Norte
Facultad de Ciencias del Mar
Grupo de Ecología y Manejo de Recursos

ENERO 2009





Jefe de Proyecto

Dr. Wolfgang Stotz

Coordinador de proyecto

MSc. Jaime Aburto

Equipo de trabajo UCN

Sandra Baro
MSc. Luis Caillaux
Claudio Cerda
Jhon Gajardo
Paula Guajardo
MSc Domingo Lancellotti
Jorge Morales
MSc. Marisol Romero
MSc. Marcelo Valdebenito

Dr. Andrés Sepúlveda (Udec)
Christian Torregrosa (Udec)

Colaboradores

Carlos Muñoz
Carolina Rojas

Equipo de trabajo Promar Pacífico

Adolfo Vargas
Marcelo Rivadeneira
Cristian Hudson
José Tapia
Victor Baros
Manuel Ortiz
Cristian Gálvez

RESUMEN EJECUTIVO

Mediante el recorrido de las diferentes playas de arena encontradas a lo largo de la zona de estudio, se identificaron aquellas playas en la cuales había evidencia concreta de la presencia de machas.

La revisión de las playas se realizó a través de varias aproximaciones complementarias: (1) Conversaciones con los pescadores y lugareños, averiguando si han visto machas en alguna de las playas de su entorno; (2) recorrido de cada playa por el intermareal y submareal somero (hasta aprox. 1 m de profundidad) en momentos de marea baja, buscando directamente machas con la técnica usual de los orilleros o taloneros; (3) Búsqueda en las playas en las franjas de varazón, para determinar la presencia de conchas recientes, como un indicador de la eventual presencia de machas en la playa. Se consideró como conchas recientes a aquellas que aun conservaran su periostraco, y (4) Recorrido del entorno de la playa, buscando antiguos conchales, revisándolos por conchas que pudieran indicar la existencia de machas en la playa en el pasado.

En las donde se encontró evidencia de la presencia reciente de machas, estas fueron caracterizadas desde el punto de vista morfodinámico y biológico a través de muestras de infauna mediante core de 0,025 m².

Arica, sector chinchorro, fue la playa que presentó la mayor riqueza y diversidad de especies. El grupo más representado fueron los Crustaceos, con 11 taxa. En el otro extremo, El Águila y Pabellón de Pica fueron las playas con la menor diversidad y menor riqueza de especies, con 1 y 3 especies respectivamente representadas en los muestreos.

Las playas muestreadas fueron comparadas en términos de la composición de especies, en términos morfodinámicos y mediante indicadores ecológicos, para determinar si existía algún patrón común entre las playas en las cuales se observó machas y en las que no se observó macha. Los resultados señalan que no existe un patrón que permita explicar la presencia o ausencia de machas en términos de los indicadores en los cuales se basó la comparación.

En las playas donde se encontró la presencia de machas vivas, se realizó un monitoreo mensual para detectar la presencia de individuos juveniles de *Mesodesma donacium* y la presencia de larvas

El monitoreo de juveniles fue realizado en las playas de Arica (sector Chinchorro), Ike ike (al sur de Iquique) y Hornitos

El muestreo se realizó mensualmente con cores de 0.001 m², en tres estratos repartidos entre la zona de lavado hasta aproximadamente los 50 cm de profundidad (0, 10 y 50 cm), durante la marea baja. En cada una de las estaciones se tomaron 10 muestras con el core antes mencionado, filtrando a 2 mm de apertura de malla. En cada playa se realizaron 3 transectos, distribuidos cada 100 m. La muestra que queda retenida después del cernido es fijada en formalina (10%) y trasladada a los laboratorios para su posterior separación y análisis. Las larvas fueron monitoreadas a través de red plancton y la instalación de colectores.

En relación a los juveniles, en Chinchorro y Hornitos y en el sector monitoreado en Chinchorro, Arica se ha observado una variación temporal de la abundancia de machas. Se observó un rápido incremento de la densidad de juveniles a principios del verano para luego caer bruscamente en los meses de febrero-marzo. En Ike ike los muestreos de juveniles de machas no arrojaron resultados positivos. Las muestras tomadas en ke ike han estado caracterizadas por presentar una alta abundancia de *Emerita analoga*, además se ha observado la presencia de Poliquetos (neftidos, spionidos, dispios y lumbrineridos), aunque en muy baja abundancia.

Los muestreos desarrollados han mostrado que los reclutamientos observados son bastante débiles como para sustentar una población que en el mediano-corto plazo sustente una pesquería interesante. Por otro lado la evidencia muestra que si bien se registra reclutamiento (aunque muy débil en los casos descritos), los individuos asentados no se mantienen en el tiempo.

En relación al experimento de repoblamiento, correspondiente a parte del cuarto objetivo específico, fue realizado con éxito. Se trasladaron 2,5 toneladas de machas en los tiempos previstos y con muy baja mortalidad. No se observó individuos muertos, salvo algunos que llegaron con sus valvas quebradas producto de la manipulación en las maniobras de carga y descarga de los botes y el camión. Los individuos fueron colectados desde la población donante del banco de Coquimbo, específicamente desde el área de manejo Peñuelas A. Los monitoreos realizados a los individuos repoblados en los días posteriores al experimento dieron resultados positivos, por cuanto se verificó la presencia de una alta densidad de machas en el sector repoblado y una muy baja presencia de individuos muertos.

Se presentan los resultados correspondientes al modelo de circulación costera. El modelo numérico ROMS_AGRIF fue configurado para simular la circulación en la zona norte de Chile, con un forzamiento mensual constante representante de las condiciones climatológicas. Los patrones de circulación obtenidos fueron usados para estudiar la dispersión de partículas lagrangianas liberadas en 6 puntos específicos con el fin de estudiar su interconectividad. Los resultados obtenidos presentan una baja interconectividad entre los puntos seleccionados. En promedio las partículas liberadas en la superficie se mueven hacia el Norte, recorriendo un máximo de 1-1.5° de latitud en 30 días. En la mayoría de los casos las partículas son exportadas de la plataforma continental antes de alcanzar este desplazamiento. Algunas partículas liberadas en profundidad se mueven hacia el Sur, en particular en Arica, antes de subir y continuar al Norte. El modelo no presenta mecanismos de retención en las zonas estudiadas.

Nuestra visión acerca de lo que actualmente ocurre en el norte grande es que las condiciones para la recuperación de la macha están dadas. Existen pequeñas poblaciones de adultos en algunas playas, mientras que playa las machas existe una gran población de machas hacia el norte, en Tacna. En este contexto, debería darse el efecto sinérgico entre las condiciones oceanográficas favorables al momento de existir un pool de larvas cercanas a su momento de asentamiento.

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
3 METODOLOGÍA	4
3.1 Identificación y caracterización de los bancos de macha que existieron en el pasado y que existen actualmente en la I y II Regiones.	4
3.1.1 Identificación de bancos	4
3.1.2 Caracterización de los bancos actuales	5
3.1.2.1 Estructura del banco	6
3.1.2.2 Caracterización de la playa	7
3.1.3 Comparación entre características de las playas	9
3.1.3.1 Determinación de la Riqueza de especies (S)	10
3.1.3.2 Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949)	10
3.1.4 Caracterización de los bancos pasados mediante registro fósil	11
3.1.4.1 Solicitud de autorización	11
3.1.4.2 Selección preliminar de sitios	11
3.1.4.3 Prospección borde costero	13
3.1.4.4 Análisis espacio-temporal de la distribución, abundancia regional, y estructura de talla de bancos de macha a lo largo del norte grande y centro de Chile a través de registros fósiles	14
3.2 Descripción de la estructura y el funcionamiento de los principales bancos de macha que se identifiquen y existen actualmente en la I y II Regiones.	26
3.3 Monitoreo de los desoves, actividad larval y reclutamiento de los principales bancos de machas que se identifiquen y que existen actualmente en la I y II Regiones	27
3.3.1 Determinación del ciclo reproductivo	27
3.3.1.1 Estimación cualitativa del Ciclo Reproductivo	27
3.3.1.2 Estimación cuantitativa del Ciclo Reproductivo	39
3.3.1.3 Estimación de fecundidad potencial	42
3.3.2 Presencia de larvas	44
3.3.3 Estimación de reclutamiento de manera directa	46
3.3.3.1 Evaluaciones directa con core	46
3.3.3.2 Monitoreo mediante colectores	46
3.4 Experimento de repoblamiento	47
3.4.1 Traslado de machas.	47
3.4.2 Monitoreo de los individuos repoblados	47
3.4.3 Análisis histológico de la muestra de los individuos repoblados	48
3.5 Modelación Numérica del Transporte Larval en la zona de estudio	49
3.6 Talleres participativos con los pescadores asociados a playas con actual presencia de machas	51
4 RESULTADOS	53
4.1 Identificación y caracterización de los bancos de macha que existieron en el pasado y que existen actualmente en la I y II Regiones.	53
4.1.1 Caracterización de los bancos pasados mediante registro fósil	53
4.1.1.1 Prospección y muestreo de sitios	53

4.1.1.2 Análisis espacio-temporal de la distribución, abundancia regional, y estructura de talla de bancos de macha a lo largo del norte grande y centro de Chile a través de registros fósiles.	61
4.1.2 Identificación y caracterización de los bancos actuales	68
4.1.2.1 Tacna	69
4.1.2.2 Arica	69
4.1.2.3 Vitor	75
4.1.2.4 Camarones	75
4.1.2.5 Pisagua	75
4.1.2.6 Playa Brava	78
4.1.2.7 Playa El Águila (Pabellón de Pica)	81
4.1.2.8 San Marcos	83
4.1.2.9 Ike ike	84
4.1.2.10 Chipana	85
4.1.2.11 Hornitos	88
4.1.2.12 Mejillones	92
4.1.2.13 Taltal	94
4.2 Comparación entre las playas caracterizadas	96
4.2.1 Composición faunística de la playa	96
4.2.2 Índices ecológicos	98
4.2.3 Características físicas de las playas	99
4.3 Monitoreo de los desoves, actividad larval y reclutamiento de los principales bancos de machas que se identifiquen y que existen actualmente en la I y II Regiones.	101
4.3.1 Estimación de reclutamiento de manera directa	101
4.3.1.1 Evaluaciones directa con core	101
4.3.1.2 Monitoreo de la presencia de larvas de <i>M. donacium</i>	104
4.3.2 Ciclo reproductivo, desoves y talla de primera madurez sexual.	112
4.3.2.1 Estimación cualitativa del Ciclo Reproductivo de Iquique, Chile	112
4.3.2.2 Estimación cuantitativa del Ciclo Reproductivo de Iquique	116
4.3.2.3 Estimación Cualitativa del Ciclo Reproductivo de Tacna, Perú	124
4.3.2.4 Estimación cuantitativa del Ciclo Reproductivo de Tacna, Perú	127
4.4 Monitoreo del experimento de repoblamiento	136
4.4.1 Análisis histológico de la muestra de los individuos repoblados	138
4.5 Modelación Numérica del Transporte Larval en la zona de estudio	141
4.5.1 Validación	142
4.6 Estimación de crecimiento para <i>Mesodesma donacium</i>	147
4.7 Talleres con organizaciones de pescadores artesanales	150
4.7.1 Hornitos	150
4.7.1.1 Acceso al recurso	150
4.7.1.2 ¿Cómo se hace para asegurar a los participantes?	150
4.7.1.3 Regulación de la extracción	151
4.7.1.4 Acciones inmediatas	152
4.7.2 San Marcos	152
4.7.2.1 Acceso al recurso	152
4.7.2.2 ¿Cómo se hace para asegurar a los participantes?	153
4.7.2.3 Regulación de la extracción	154
4.7.2.4 Acciones inmediatas	154
4.7.3 Chipana	155
4.7.3.1 Acceso al recurso	155
4.7.3.2 Regulación de la extracción	155
4.7.3.3 ¿Cómo se hace para asegurar a los participantes?	155
4.7.3.4 Acciones inmediatas	156

4.8 Lineamientos generales para el establecimiento de un Plan de ordenamiento para una futura pesquería de machas en las regiones XV, I y II.	157
4.8.1 - Antecedentes	157
4.8.2 Objetivos del plan:	160
4.8.3 Acciones del plan	160
4.8.3.1 Condiciones previas	160
4.8.3.2 Generar una institucionalidad	161
4.8.3.3 Regular el acceso a los potenciales bancos	161
4.8.3.4 Regular el esfuerzo	162
4.8.3.5 Regular las artes de pesca	162
5 DISCUSIÓN	164
6 CONCLUSIONES	173
7 LITERATURA	176
8 ANEXOS	182

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla I.- Playas revisadas y tipo de actividad realizada durante las inspecciones de terreno</i>	5
<i>Tabla II.- Distribución espacio-temporal de la macha en 233 sitios a lo largo de la costa Pacífica de Sudamérica (8-45°S), abarcando los últimos ca. 4.5 millones de años. NA: no aplica; ND: No disponible; *: Edad inferida a partir de racemización de aminoácidos (ver Tabla 2). Para ensamblajes recientes se asume una edad referencial máxima de 100 años. Para ensamblajes fósiles se asume una edad media del respectivo estadio interglacial al que han sido asignados. Para depósitos Pliocénicos-Mioceno tardío se empleó la edad mínima asignada a cada sitio.</i>	15
<i>Tabla III. Resumen del análisis de fechamiento por racemización de aminoácidos, medido a través de las razones Alo/Isoleucina medidos en 12 muestras de conchas de macha de distintos sitios en la costa norte de Chile y sur de Perú (INSTAAR Laboratory, Colorado, Boulder). Se indica además la interpretación de edad (MIS: Marine Isotopic Stage, [estadio isotópico marino])</i>	23
<i>Tabla IV. Criterios para definir las categorías de preservación de las conchas de macha.</i>	25
<i>Tabla V.- Posición de los puntos de liberación de larvas.</i>	50
<i>Tabla VI. Resumen del análisis de ocupación de sitios, para toda la región de estudio. Los modelos consideran probabilidades de ocupación constantes (ψ) y variables ($\psi(T)$), colonización constante (γ) y variable ($\gamma(T)$), extinción constante (ϵ) y variable ($\epsilon(T)$), y detección constante ($p()$). En algunos modelos se incluyó el efecto de la latitud, lineal (LAT) y cuadrático (LAT²), vía probabilidades de ocupación y/o colonización. Los mejores modelos ($dAIC [\delta] < 2$ y $AIC p[\text{peso}] > 0.25$) se indican en negrillas Par (parámetros), Ver (verosimilitud).</i>	63
<i>Tabla VII. Resumen del análisis de ocupación de sitios, considerando sólo la región del Norte Grande de Chile. Los modelos consideran probabilidades de ocupación constantes (ψ) y variables ($\psi(T)$), colonización constante (γ) y variable ($\gamma(T)$), extinción constante (ϵ) y variable ($\epsilon(T)$), y detección constante ($p()$). En algunos modelos se incluyó el efecto de la latitud, lineal (LAT) y cuadrático (LAT²), vía probabilidades de ocupación y/o colonización. Los mejores modelos ($dAIC [\delta] < 2$ y $AIC p[\text{peso}] > 0.25$) se indican en negrillas.</i>	64
<i>Tabla VIII.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en playa Las Machas, Arica (W_s=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	71
<i>Tabla IX .- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Arica</i>	73
<i>Tabla X.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en Pisagua (W_s=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	76
<i>Tabla XI.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Pisagua.</i>	78

<i>Tabla XII.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en Playa Brava (Iquique).</i>	81
<i>Tabla XIII.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en playa El Águila (Pabellón de Pica), Iquique (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	82
<i>Tabla XIV.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa El Águila, Iquique.</i>	83
<i>Tabla XV.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Ike ike (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	84
<i>Tabla XVI.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa Ike ike.</i>	85
<i>Tabla XVII.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en playa Las Machas, Arica (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	86
<i>Tabla XVIII .- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Chipana.</i>	87
<i>Tabla XIX.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Hornitos (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	89
<i>Tabla XX.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Hornitos.</i>	91
<i>Tabla XXI.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Mejillones (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	93
<i>Tabla XXI.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Mejillones (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)</i>	95
<i>Tabla XXII .- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa Cachinalillos.</i>	96
<i>Tabla XXIII .- Valores de los índices ecológicos estimados para la comparación entre las distintas playas.</i>	98
<i>Tabla XXIV .- Valores de los índices ecológicos estimados para la comparación entre las distintas playas.</i>	101
<i>Tabla XXV. Número de larvas por muestra provenientes de Arica, I Región en el período 3 de mayo 2007 mayo a 19 de marzo de 2007. Se indica la proporción de la muestra revisada como % Mta. observada.</i>	105
<i>Tabla XXVI. Número de larvas por muestra provenientes de Iquique, I Región en el período 6 de junio de 2007 a 14 mayo de 2008. Se indica la proporción de la muestra revisada Se indica la proporción de la muestra revisada como % Mta. observada.</i>	107
<i>Tabla XXVII. Número de larvas por muestra provenientes de Hornito, II Región en el período 27 de mayo 2007 a 28 de agosto de 2007. Se indica la proporción de la muestra revisada. Se indica la proporción de la muestra revisada como % Mta. observada.</i>	109

<i>TablaXXVIII. Longitud máxima antero posterior y Peso de Partes Blandas de reproductores colectados en Ike-Ike, Iquique en el período junio 2007 a mayo 2008.</i>	<i>112</i>
<i>Tabla XXIX. Proporción de sexos de M. donacium recolectadas de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabla XXX. Proporción en número de estados de madurez gonadal de machos y hembras de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	<i>116</i>
<i>Figura 65. Distribución mensual de tamaño de ovocitos de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.....</i>	<i>118</i>
<i>Tabla XXXI. Índice de Madurez Gonadal en machos y hembras de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	<i>123</i>
<i>Tabla XXXII. Longitud máxima antero posterior y Peso de Partes Blandas de reproductores colectados en Ike-Ike, Iquique en el período junio 2007 a mayo 2008.</i>	<i>124</i>
<i>Tabla XXXIII. Proporción de sexos de Mesodesma donacium recolectadas en Tacna, Perú en el período julio de 2007 a enero de 2008.</i>	<i>125</i>
<i>Tabla XXXIII. Proporción en número de estados de madurez gonadal de hembras y machos de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla XXXIV. Índice de Madurez Gonadal en machos y hembras de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	<i>134</i>
<i>Tabla XXXV. Fecundidad Potencial para ejemplares de Mesodesma donacium de Iquique, Chile y Tacna, Perú.</i>	<i>136</i>
<i>Tabla XXXVI.- Longitud máxima antero posterior (LM) y proporción de sexo de ejemplares de macha trasladados desde Peñuelas y San Pedro, IV Región a Arica, I Región el 24 de octubre de 2007.</i>	<i>139</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.- Imagen satelital de referencia empleada para la identificación de potenciales zonas de fósiles.</i>	12
<i>Figura 2. Corte histológico de gónada de hembra de Mesodesma donacium en estado Madurante Temprana (Mte T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (cs: células somáticas; og: ovogonias; ov: ovocitos).</i>	28
<i>Figura 3. Corte histológico de gónada de hembra de Mesodesma donacium en estado Madurante Avanzada (Mte Av). (A) aumento 10x (B) aumento 40x.. (om: ovocito maduro; op: ovocito previtelogénico; opp: ovocito previtelogénico piriforme).</i>	29
<i>Figura 4. Corte histológico de gónada de hembra de Mesodesma donacium en estado de Madurez Máxima (MM). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (om: ovocitos maduros).</i>	30
<i>Figura 5. Corte histológico de gónada de hembra de Mesodesma donacium en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; ol: ovocito maduro en proceso de lisis).</i>	31
<i>Figura 6. Corte histológico de gónada de hembra de Mesodesma donacium en estado de Evacuación Total (Ev T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ol: ovocito en proceso de lisis).</i>	32
<i>Figura 7. Corte histológico de gónada de hembra de Mesodesma donacium en estado de Regresión (Reg). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas).</i>	33
<i>Figura 8. Corte histológico de gónada de Mesodesma donacium en estado Madurante Temprano (Mte T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ec: espermatocitos; eg: espermatogonias; em: espermátidas; espermatozoides).</i>	34
<i>Figura 9. Corte histológico de gónada de macho de Mesodesma donacium en estado Madurante Avanzado (Mte Av). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ep: espermatozoides).</i>	35
<i>Figura 10. Corte histológico de gónada de macho de Mesodesma donacium en estado de Madurez Máxima (MM). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ec: espermatocito; ep: espermatozoides).</i>	36
<i>Figura 11. Corte histológico de gónada de macho de Mesodesma donacium en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; er: espermatozoides remanentes).</i>	37
<i>Figura 12. Corte histológico de gónada de macho de Mesodesma donacium en estado Evacuación Total (Ev T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (av: acinos vacíos; er: espermatozoides remanentes).</i>	38
<i>Figura 13. Corte histológico de gónada de macho de Mesodesma donacium en estado Regresión (Reg). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas; er: espermatozoides remanentes).</i>	39
<i>Figura 14. Detalle de la estructura del provínculo de una larva umbonada de Mesodesma donacium. (Barra: 10 µm).</i>	45

<i>Figura 15.- Esquema general de los ámbitos desarrollados en los talleres</i>	<i>51</i>
<i>Figura 16. Sitio prospectado y muestreado con presencia de registros fósiles de macha. Pozo de Lisas.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 17. Vista general capas de fósiles del sector Pozo de Lisas, Perú.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 18. Capas intermedias y superiores observadas en la zona correspondiente a Pozo de Lisas, Perú.</i>	<i>55</i>
<i>Figura 19. Sitio muestreado con presencia de registros fósiles de macha. La curva.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 20. Muestras utilizadas para el análisis de estructura de tallas provenientes del sitio denominado la Curva; Perú.</i>	<i>56</i>
<i>Figura 21. Sitio prospectado con presencia de registros fósiles de macha. Arica.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 22. Sitios prospectados en Arica. A) Zona de acantilados cercano a la desembocadura del Río Lluta, B) Sitio identificado en la carta geológica N° 84 de la Subdirección Nacional de Geología y C) Conchas en pobre estado de preservación.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 23. Sitio prospectado con presencia de registros fósiles de macha. Playa El Aguila, I región.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 24. Zona prospectada en el sector El Aguila A) Zona de acantilados B) Restos fósiles recurso macha.</i>	<i>59</i>
<i>Figura 25. Sitio prospectado con presencia de registros fósiles de macha. Mejillones, II región.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 26. Material fósil visible de las áreas prospectadas en el sector Mejillones A) Sitio 1 B) Sitio 2.</i>	<i>60</i>
<i>Figura 27. Distribución espacio-temporal de la macha a lo largo de la costa Pacífica de Sudamérica, para 3 zonas geográficas (Perú, Chile-Norte Grande, Chile-Centro sur), durante los últimos 2 millones (panel superior). En el panel inferior se muestra en más detalle la zona del Norte Grande Chile (ca. 18-24°S) (ver Tabla 1). Note que los ejes horizontales se presentan en escala logarítmica.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 28. Cambios espacio-temporales en la ocupación de sitios (i.e. proporción de sitios ocupados) de la macha, desde el Pleistoceno tardío (ca. 120 mil años A.P.) hasta la actualidad, en las 3 zonas geográficas señaladas en la Fig 1. Las barras muestran los intervalos de confianza binomiales del 95 %.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 29. Distribución de frecuencias de talla de la macha en ensamblajes actuales, y en ensamblajes fósiles Holocénicos (ca. 5 mil años) y Pleistocénicos tardíos (ca. 120 mil años A.P.).</i>	<i>65</i>
<i>Figura 30. Talla promedio de la macha en sitios modernos, Holocénicos (ca. 5 mil años), y Pleistocénico tardíos (ca. 120 mil años A.P.). Las barras indican 1 desviación estándar. . 66</i>	
<i>Figura 31. Análisis tafonómico de conchas fósiles de machas en 3 sitios Cuaternarios. A) Porcentaje de conchas cada categoría de preservación (“Buena”, “Regular, y “Pobre”, ver Tabla 3). Las barras corresponden a intervalos de confianza binomiales del 95 %. B) Talla promedio de machas fósiles de acuerdo a su categoría tafonómica (excluyendo la categoría “Buena”). Las barras indican 1 desviación estándar.</i>	<i>67</i>

<i>Figura 32.- Distribución de los transectos de muestreo a lo largo de la playa Las Machas, en Arica</i>	<i>70</i>
<i>Figura 33.- Perfiles de playa realizado en los transectos de muestreo a lo largo de la playa Las Machas, Arica.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 34.- Abundancia de Mesodesma donacium y Emerita analoga a lo largo de la zona muestreada.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 35.- Análisis de conglomerados de la composición de infauna de los transectos muestreados en playa Las Machas, Arica.</i>	<i>75</i>
<i>Figura 36.- Distribución de los sitios de muestreo en el sector de Pisagua.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 37.- Perfiles de playa realizados en el sector de Pisagua (A) Pisagua río, (B) Pisagua medio y (C) Pisagua norte.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 38.- Distribución de los transectos de muestreo a lo largo de la Playa Brava, Iquique.</i>	<i>79</i>
<i>Figura 39.- Perfiles de playa realizado en los transectos de muestreo a lo largo de la Playa Brava, Iquique.</i>	<i>80</i>
<i>Figura 40.- Ubicación del sitio de muestreo en le sector de playa El Águila.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 41.- Perfil de playa realizados en Playa El Águila, Iquique.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 42.- Perfil de la playa Ike ike.</i>	<i>84</i>
<i>Figura 43.- Ubicación del sitio de muestreo en el sector de Chipana.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 44.- Perfil de playa realizado en Chipana</i>	<i>87</i>
<i>Figura 45.- Distribución de los transectos de muestreo en el sector monitoreado en la playa Hornitos.</i>	<i>88</i>
<i>Figura 46.- Perfil de la playa Hornitos.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 47.- Histogramas de frecuencia de tallas de las machas colectadas en las campañas de terreno de Marzo 2007.</i>	<i>90</i>
<i>Figura 48.- Abundancia de Mesodesma donacium y Emerita analoga a lo largo de la zona muestreada.</i>	<i>91</i>
<i>Figura 49.- Análisis de conglomerados de la composición de infauna de los transectos muestreados en playa Hornitos.</i>	<i>92</i>
<i>Figura 50.- Perfil de la playa Mejillones.</i>	<i>93</i>
<i>Figura 51.- Playas revisadas en las cercanías de Taltal.</i>	<i>94</i>
<i>Figura 52.- Perfil de playa obtenido de la playa Cachinalillos.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 53.- Análisis de conglomerados de la composición de infauna de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan plas playas en las cuales se encontraron individuos de Mesodesma donacium</i>	<i>97</i>

<i>Figura 54.- Análisis de ordenación basado en la composición de infauna de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de Mesodesma donacium .</i>	97
<i>Figura 55.- Análisis de conglomerados basado en los índices ecológicos de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de Mesodesma donacium .</i>	98
<i>Figura 56.- Análisis de ordenación basado en los índices ecológicos estimados para cada una de las playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de Mesodesma donacium .</i>	99
<i>Figura 57.- Análisis de conglomerados basado en los índices ecológicos de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de Mesodesma donacium .</i>	100
<i>Figura 58.- Análisis de ordenación basado en las características morfodinámicas de cada una de las playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de Mesodesma donacium .</i>	100
<i>Figura 59.- Variación temporal de la abundancia (Ind/m²) de Mesodesma donacium, Donax sp., y Emerita analoga en el sector de Chinchorro, Arica .</i>	102
<i>Figura 60.- Variación temporal de la biomasa (gr/m²) de Mesodesma donacium, Donax sp., y Emerita analoga en el sector de Chinchorro, Arica .</i>	102
<i>Figura 61.- Variación temporal de la abundancia de E. analoga (Ind/m²) sector de Ike ike, Iquique.</i>	103
<i>Figura 62.- Variación temporal de la abundancia de M. donacium y E. analoga (Ind/m²) en el sector de Hornitos.</i>	104
<i>Figura 63. Ciclo de madurez gonadal de hembras de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	114
<i>Figura 64. Ciclo de madurez gonadal de machos de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	115
<i>Figura 66. Variación mensual del Coeficiente Gamético femenino promedio de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	119
<i>Figura 67. Variación mensual del diámetro de los acinos masculinos de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	120
<i>Figura 68. Variación mensual del diámetro de los acinos masculinos de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	121
<i>Figura 69. Variación mensual del diámetro de la masa de espermatozoides de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	122
<i>Figura 70. Variación mensual del grosor columna espermatogénica de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	122
<i>Figura 71. Índice de condición de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.</i>	124

<i>Figura 72. Ciclo de madurez gonadal de hembras de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	126
<i>Figura 73. Ciclo de madurez gonadal de machos de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	126
<i>Figura 74. Distribución mensual de tamaño de ovocitos de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	128
<i>Figura 75. Variación mensual del Coeficiente Gamético femenino promedio de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	129
<i>Figura 76. Variación mensual del Coeficiente Gamético masculino promedio de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	130
<i>Figura 77. Variación mensual del diámetro de los acinos femeninos de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	131
<i>Figura 78. Variación mensual del diámetro de los acinos masculinos de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	132
<i>Figura 79. Variación mensual del diámetro de la masa de espermatozoides dentro de los acinos de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	133
<i>Figura 80. Variación mensual del grosor de la columna espermatogénica de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	133
<i>Figura 81. Índice de Condición de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.</i>	135
<i>Figura 82.- Distribución de frecuencia de individuos por unidad muestral en los monitoreos realizados el 27 y 28 de octubre (A y B, respectivamente).</i>	138
<i>Figura 83.- Proporción de los estados de madurez gonadal de hembras de machas trasladadas desde San Pedro y Peñuelas a la I Región, el 24 de octubre de</i>	140
<i>Figura 84.- Proporción de los estados de madurez gonadal de machos de machas trasladadas desde San Pedro y Peñuelas a la I Región, el 24 de octubre de 2007.</i>	140
<i>Figura 60.- Trayectorias de dispersión larval después de 15 días. Noviembre año 5. Larvas liberadas en superficie.</i>	143
<i>Figura 61.- Trayectorias de dispersión larval después de 15 días. Noviembre año 5. Larvas liberadas en superficie.</i>	144
<i>Figura 62.- Trayectoria vertical de larvas liberadas a distintas profundidades. 1 mes de simulación.</i>	145
<i>Figura 63.- Dispersión de larvas liberadas a distintas profundidades. Un mes de simulación.</i>	146
<i>Figura 64. Ajuste de una curva de crecimiento a las estructuras de talla obtenidas de muestreos realizados en parte con core y en parte por taloneo en la Playa Chinchorro de Arica.</i>	147
<i>Figura 65. Ajuste de curvas de crecimiento con los parámetros estimados para Arica, a las estructuras de talla de Hornitos.</i>	148

<i>Figura 66. Ajuste de curvas de crecimiento con los parámetros estimados para Arica, a las estructuras de talla de Ike Ike.</i>	<i>149</i>
<i>Figura 67. Estructuras de talla de las machas muestreadas en Tacna. El muestreo consistió en una búsqueda de machas por taloneo.</i>	<i>149</i>
<i>Figura 68.- Mapa mental del Gerente de Procesos desarrollado en el taller en caleta Hornitos.</i>	<i>150</i>
<i>Figura 69.- Mapa mental del Gerente de Procesos desarrollado en el taller en caleta San Marcos.</i>	<i>153</i>
<i>Figura 70.- Mapa mental del Gerente de Procesos desarrollado en el taller en caleta Chipana</i>	<i>156</i>

INDICE DE ANEXOS

Anexo I.....	183
Anexo II.- Apoyo de material visual ocupado en las presentaciones realizadas en el marco de los talleres con pescadores artesanales.....	185
Anexo III.- Listado de asistencia a los talleres de pescadores artesanales.....	186
Anexo IV.- Material fotográfico relativo a las actividades del proyecto y copia de los posters presentados en el marco del Congreso de Ciencias del Mar.....	187

1 ANTECEDENTES

Con el fenómeno del Niño del 97-98 desaparecieron los principales bancos de la macha *Mesodesma donacium* desde Bahía Tongoy al norte. Para la I y II Regiones ello significó perder su principal banco, el banco de machas de Playa Las Machas de Arica, que en el año 1997 tuvo su mayor desembarque histórico con 3590 t. A inicios del año 1998 se murieron las machas de ese banco en el lapso de pocos días, colapsando la pesquería que se realizaba ahí. En ese momento también desapareció por completo otro banco de gran importancia en el país, como es el de Bahía Coquimbo. Sin embargo, mientras el banco de Coquimbo se volvió a recuperar el año 2001, el de Arica no lo ha hecho hasta la fecha.

En el proyecto FIP 2001-24 ejecutado por el Grupo de Ecología y Manejo de Recursos se realizó una experiencia piloto de repoblamiento del banco de Arica. Se trasladaron 2500 Kg. de machas desde Coquimbo a Arica, liberándolas en la playa Las Machas en Enero del año 2003, en momentos en que estaban maduras y a punto de desovar. El monitoreo de reclutas que siguió a la experiencia de repoblamiento no reveló reclutamiento durante el año 2003 en la misma playa. No obstante, al año siguiente se reportaron machas, ya de un año de edad, en las playas de Tacna, que representa la continuación hacia el norte de la misma Playa Las Machas. En enero 2003 además se liberaron larvas a punto de metamorfosear en el sector sur de playa Las Machas. Un año mas tarde se encontraron machas de aproximadamente un año de edad en ese sector, pero luego volvieron a desaparecer.

En el proyecto FIP 2001-24 también se hizo un recorrido de las principales playas entre Antofagasta y Arica, en busca de machas. En ese recorrido se detectó un pequeño banco de machas en Playa Hornitos, al norte de Mejillones y la presencia de machas en la playa Chipana, cerca de Iquique. Considerando esta escasez de machas en la I y II Regiones, es que nace la pregunta respecto a la fuente que pudiera proveer de larvas el banco de Arica. En forma intermitente han aparecido machas en esa playa, también en su continuación frente a Tacna, pero así como aparecen, también vuelven a desaparecer, sin formarse de nuevo el banco como tal. ¿Es por falta de reclutamiento o es porque las

condiciones ambientales en la playa ya no son las adecuadas para la macha? Hasta el momento no hay aun respuesta para estas preguntas.

Las pesquerías de la macha a lo largo de la costa de Chile presentan en general una historia de fuertes fluctuaciones, con bancos que se descubren, se comienzan a explotar, se explotan intensivamente y luego colapsan. Estos colapsos se pueden deber a pesca o, como en el caso mencionado arriba para Arica y Coquimbo, a causa de fenómenos naturales, como es el caso del Fenómeno del Niño. Las estadísticas de captura de machas, al agruparlas por región, y más aún para el país como un todo, en parte enmascaran, o al menos atenúan, las fluctuaciones, reemplazando la disminución de la captura, por pérdida de algún banco, por el aumento de captura, producto de la incorporación de un nuevo banco. Las fluctuaciones de las pesquerías de la macha, en el pasado, generaban el desplazamiento de los macheros, los cuales, al colapsar un banco, migraban hacia otro. Así sucedió también con el banco de Arica, al cual llegaron muchos macheros del centro del país. Sin embargo, la legislación busca interrumpir esas migraciones, tratando de que los pescadores se establezcan en una región. Ello implica para los macheros de la I y II Regiones que, para volver a pescar el recurso macha, deben esperar que este se recupere en sus respectivas regiones. Como no ha ocurrido una recuperación natural del principal banco, después de tanto tiempo, es necesario estudiar las posibilidades que pudiera haber para ayudar a esa recuperación. Ello implica en lo básico evaluar si hay o no propágulos de la especie en el ambiente en la zona norte, y si así fuera, si aquellos llegan a las playas o no, y si ello ocurriera, porque no se establecen ahí para formar bancos importantes que puedan volver a sustentar una pesquería.

En este marco de la problemática del recurso macha en la I y II Regiones, se inserta el objetivo general del presente proyecto, que busca establecer las bases biológicas para comprender la distribución y dinámica del recurso macha en la I y II Regiones, con el fin de evaluar las posibilidades que existen para recuperar esa pesquería, que era de gran relevancia económica y social en el pasado, para luego diseñar un modelo de administración global para ambas regiones que asegure su futura sustentabilidad.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Establecer las bases biológicas para comprender la distribución y dinámica del recurso macha en la I y II Regiones, evaluando las posibilidades que existen para recuperar esa pesquería, diseñando luego un modelo de administración global que asegure su futura sustentabilidad.

2.2 Objetivos específicos

- Objetivo específico 1: Identificar y caracterizar los bancos de macha que existieron en el pasado y que existen actualmente en la I y II Regiones.
- Objetivo específico 2: Describir la estructura y el funcionamiento de los principales bancos de macha que se identifiquen y existen actualmente en la I y II Regiones.
- Objetivo específico 3: Realizar un monitoreo de los desoves, actividad larval y reclutamiento de los principales bancos de machas que se identifiquen y que existen actualmente en la I y II Regiones.
- Objetivo específico 4: Proponer y desarrollar medidas de manejo para cada uno de los principales bancos de macha que se identifiquen en la I y II Regiones y/o para recuperar bancos que existan en el pasado.
- Objetivo específico 5: Proponer un plan de manejo global para el conjunto de bancos de macha en la I y II Regiones.

3 METODOLOGÍA

3.1 Identificación y caracterización de los bancos de macha que existieron en el pasado y que existen actualmente en la I y II Regiones.

La identificación y caracterización de los bancos de machas, actuales y pasados, se está abordando desde tres dimensiones distintas.

La primera de ellas ha sido la identificación de los actuales bancos de machas en la I y II regiones. La segunda es la caracterización de los bancos actuales, describiendo su estructura y el tipo de playa en las cuales se encuentran las machas. La tercera de ellas es la caracterización de los registros fósiles de antiguos bancos encontrados en la I y II regiones.

3.1.1 Identificación de bancos

Para la identificación de los bancos se realizaron campañas de terreno entre marzo y noviembre del 2007 a la fecha se han realizado dos campañas de terreno, en marzo y mayo del 2007.

En la campaña del mes de marzo se revisaron la mayoría de las playas, desde Cifuncho por el Sur hasta Tacna, Perú por el norte. Las playas visitadas se describen en la Tabla I

La revisión se realizó a través de varias aproximaciones complementarias: (1) Conversaciones con los pescadores y lugareños, averiguando si han visto machas en alguna de las playas de su entorno; (2) recorrido de cada playa por el intermareal y submareal somero (hasta aprox. 1 m de profundidad) en momentos de marea baja, buscando directamente machas con la técnica usual de los orilleros o taloneros; (3) Búsqueda en las playas en las franjas de varazón, para determinar la presencia de conchas recientes, como un indicador de la eventual presencia de machas en la playa. Se consideró como conchas recientes a aquellas que aun conservaran su periostraco, y (4) Recorrido del entorno de la playa, buscando antiguos conchales, revisándolos por conchas que pudieran indicar la existencia de machas en la playa en el pasado.

Tabla I.- Playas revisadas y tipo de actividad realizada durante las inspecciones de terreno

Fecha	Playa	Presencia		
		Conchas	Juveniles	Adultos
26/03/07	Mejillones	Sólo conchas antiguas	NO	NO
27/03/07	Hornitos	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	SI, En el rincón sur de la playa	SI
28/03/07	San Marcos	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	NO	NO
28/03/07	Ike Ike	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	NO	SI
29/03/07	Tacna	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	SI	SI
30/03/07	Arica	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	SI, en el sector sur de la playa	NO
31/03/07	Vítor	NO	NO	NO
01/04/07	Pisagua río	SI, conchas fósiles y conchas antiguas en la playa. No se observan conchas recientes	NO	NO
01/04/07	Pisagua norte	SI, conchas antiguas en la playa. No se observan conchas recientes	NO	NO
01/04/07	Pisagua medio	SI, conchas antiguas en la playa. No se observan conchas recientes	NO	NO
04/04/07	Taltal Cachinales	NO	NO	NO
04/04/07	Taltal Cachinalillo	NO	NO	NO
04/04/07	Taltal Matancillas	NO	NO	NO
01/06/07	Camarones	NO	NO	NO
24/10/07	Chipana	NO	NO	SI (1)
24/10/07	El Águila	SI, conchas antiguas en la playa. No se observan conchas recientes	NO	NO
07/11/07	Norte del Águila	SI, conchas antiguas en la playa. No se observan conchas recientes	NO	NO
08/11/07	Playa Brava	NO	NO	NO

3.1.2 Caracterización de los bancos actuales

Si bien en este punto la propuesta era caracterizar los bancos actuales, en la mayoría de las playas muestreadas, a pesar de no saber de la existencia de bancos o no, se realizó un muestreo tendiente a caracterizar la estructura de un posible banco y se realizaron los muestreos que posibilitaran la caracterización de la playa.

3.1.2.1 Estructura del banco

En aquellas playas en las cuales se encontró evidencias de la presencia de machas (actual o pasada) se realizó la caracterización de esta, en términos físicos y biológicos. Los muestreos para caracterizar los bancos se abordaron desde dos aproximaciones metodológicas.

La primera de ellas consistió en buscar machas mediante taloneo, de manera de determinar los sectores de la playa en los cuales eventualmente se podrían encontrar machas. Las machas recolectadas mediante esta técnica fueron guardadas para su posterior análisis (peso y tallas).

En la totalidad de las playas muestreadas no se observaron bancos de machas. No obstante, en algunas de ellas se observó la presencia de machas, ya sea juveniles y/o adultos, sin embargo, estas fueron encontradas en muy baja densidad como para definirla como un banco, ya que se trataba de la presencia de individuos aislados.

Debido a lo anterior, se realizaron cambios a la metodología previamente definida, de manera de adaptarla a las condiciones de cada playa. La unidad muestral también fue cambiada, de manera de evitar la pérdida de juveniles que resultaba de la metodología antigua.

La unidad muestral utilizada fue un core de 0,025 m². El core fue diseñado de manera de generar un vacío que permitiera obtener la muestra completa de arena. El core en su extremo superior tiene un tapón, el cual se pone una vez enterrado el core en la arena, de esta manera genera un vacío que permite sacar en forma vertical toda la muestra.

En relación al diseño muestral, el número de transectos fue variable, dependiendo de los antecedentes previos que se manejaban de los lugares donde se estaba muestreando (sectores donde alguna vez hubo banco importante).

De esta manera, en los casos de Honitos y Arica, a pesar de la baja abundancia de individuos, con el muestreo se intentó abarcar toda la distribución que presentaba el banco originalmente. En ambas playas se realizaron 8 transectos.

En el resto de los lugares visitados, se realizaron entre 1 a 3 transectos, ubicados en el centro de la playa, de manera de realizar la caracterización de esta, o bien se realizaron cores distribuidos azarosamente en la playa.

En aquellos casos donde se realizaron transectos, las estaciones de muestreo fueron regularmente distribuidas a 0, 10, 50 y 100 cm. de profundidad. En cada estación se tomaron 5 muestras con core de 0.025 m². El contenido del Core fue tamizado en un tamiz de 2 mm de abertura de malla (bolsa colectora). Las muestra que quedaba retenida (arena y organismos) se fijaron en formalina al 10%, con el fin de caracterizar en forma general la comunidad. Las machas recogidas en cada muestra fueron separadas, contadas, pesadas y medidas, con el fin de caracterizar la estructura de talla de las machas de las respectivas playas.

3.1.2.2 Caracterización de la playa

3.1.2.2.1 Determinación de la pendiente de la playa

Se midió la pendiente de la playa mediante el método de Emery (Emery, 1961), el que consiste en el uso de dos estacas, una de 1 m de longitud y la otra de 1,50 m y graduadas en cm. La primera medición se realizó en el límite superior del horizonte supralitoral, para lo cual el observador sostuvo la estaca de 1 m en forma vertical, mirando sobre ésta y haciéndola coincidir con el horizonte y registrando la altura en la estaca graduada, ubicada a una distancia de 3 m del observador a un nivel más bajo de la playa. Este procedimiento se repitió hasta el límite inferior del mesolitoral. La determinación de las pendientes se realizó durante el período de bajamar.

3.1.2.2.2 Determinación del estado morfológico de la playa (Brown & McLachlan, 1990).

Para determinar el tipo de playa es necesario conocer la altura de la ola al momento de la rompiente, el período de las olas y la velocidad de caída de la arena (Ley de Stokes), conociendo previamente el tamaño medio del grano.

3.1.2.2.2.1 Altura de la ola

Para medir la altura de la ola al momento de la rompiente se usaron dos metodologías.

- 1.- Lugares de olas pequeñas altura y próximas a la costa, se midió en forma directa usando una regla graduada en cm. Este método se utilizó sólo en el caso de Hornitos
- 2.- Lugares en donde las olas fueron más grandes y/o alejadas de la costa, se midió indirectamente mediante el uso de las dos estacas utilizadas en la determinación de la pendiente de la playa, y de acuerdo al método de Jaramillo (in Ortiz, 1998). Para esto la medición se realizó en la parte inferior del mesolitoral. La estaca graduada (1,80 m) se dispuso verticalmente y se hizo coincidir el horizonte con la altura de la ola, registrando la altura en la estaca.

En el caso de olas de alturas mayores, la medición se realizó ubicando la estaca graduada de 1,50 m en el límite superior del mesolitoral. Luego la estaca de 1 m, dispuesta verticalmente, se desplazó hacia niveles superiores de la playa (horizonte supralitoral), hasta el momento de hacer coincidir su altura con la ola en la rompiente y la línea del horizonte, registrando la diferencia entre ambas estacas.

3.1.2.2.2.2 Periodo de ola

El periodo de las olas se determinó tomando el tiempo en que olas sucesivas pasaban por un mismo punto fijo, elegido arbitrariamente. El tiempo utilizado para las mediciones fue de 1 minuto

3.1.2.2.3 Velocidad de caída de la arena

Para determinar la velocidad de caída de la arena se determinó primero el tamaño medio del grano de arena y posteriormente la velocidad de caída, utilizando la conversión descrita por Brown & McLanchlan (1990). Para tal efecto se tomaron muestras de arena en cada playa, del límite inferior de la zona mesolitoral.

Para obtener el estado morfodinámico de la playa, se reemplazan los valores medios de altura de las olas (H), período de tiempo medio entre olas (T) y la velocidad de caída de la arena (W_s), en el índice de Dean (Brown & McLanchlan, 1990).

$$\text{Índice de Dean} = \frac{H}{W_s * T}$$

Si este índice toma valores entre 0,1 y 1,0, entonces se define un estado morfodinámico de playa tipo reflectivo, si el valor se encuentra entre 1,1 y 6,0 es un estado de playa tipo intermedio, y superior a 6,1 corresponde a una playa tipo disipativo.

3.1.3 Comparación entre características de las playas

Las distintas playas muestreadas fueron comparadas a nivel de composición de especies, indicadores ecológicos y de parámetros físicos de manera de explorar si existían relaciones entre la presencia de machas y algunas de las características muestreadas. Las comparaciones se realizaron mediante análisis de clasificación jerárquico y análisis de ordenación (NMDS).

Para los análisis realizados con la composición faunística de las especies (tanto para el análisis de clasificación jerárquico como para el de ordenación), estas fueron transformadas con raíz cuarta. La estrategia de clasificación usada fue Bray Curtis y UPGMA (*unweighted pair-group method using arithmetic average*).

Los indicadores ecológicos considerados en las comparaciones de las playas fueron Diversidad, Riqueza, Uniformidad, Dominancia y Abundancia total de especies. Los datos fueron estandarizados y la estrategia de clasificación utilizada fue Distancias Euclidianas, por cuanto los índices que se estaban comparando se encontraban en distintas escalas de medición.

Los factores considerados para las comparaciones de las características físicas fueron el índice de Dean, tamaño medio del grano, pendiente de la playa, pendiente y altura de ola. Los datos fueron estandarizados y se utilizó como medida para el agrupamiento la Distancia Euclidiana por las mismas razones antes expuestas.

3.1.3.1 Determinación de la Riqueza de especies (S)

La riqueza de especies fue determinada para cada una de las playas muestreadas y se estimó mediante la siguiente fórmula:

$$S = \sum x_i$$

Donde x_i corresponde al número de especies distintas encontradas en cada cuadrata del transecto correspondiente.

3.1.3.2 Índice de diversidad de Shannon-Wiener (Shannon y Weaver, 1949)

El índice de diversidad fue estimado para cada una de las playas muestreadas y se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\hat{H}' = - \sum_{i=1}^S \left[\left(\frac{n_i}{n} \right) \ln \left(\frac{n_i}{n} \right) \right]$$

Donde n_i corresponde a la abundancia de la i -ésima de S especies y n corresponde al número total de individuos del muestreo (este índice entrega la medida del grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo, elegido al azar, desde una colección de S especies y n individuos; este indicador varía entre 0 y ∞)

3.1.4 Caracterización de los bancos pasados mediante registro fósil

3.1.4.1 Solicitud de autorización

El reglamento de la Ley N° 17.288 sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, define en su artículo N°1 que “Las prospecciones y/o excavaciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, en terrenos públicos o privados, como asimismo las normas que regulan la autorización del Consejo de Monumentos Nacionales para realizarlas y el destino de los objetos o especies encontradas, se registrará por las normas contenidas en la Ley N° 17.288 y en este reglamento”, entendiéndose como prospección “El estudio de la superficie de una localidad con el fin de descubrir uno o más sitios arqueológicos, antropológicos o paleontológicos que pueden incluir pozos de sondeo y/o recolecciones de material de superficie (Artículo 2 letra a) Reglamento 484 del 28 de marzo de 1990).

En ella se establecen, los antecedentes y requisitos que deben cumplirse para obtener la autorización para el desarrollo de la actividad, así también los plazos disponibles. Dicha solicitud fue enviada con fecha 23 de abril del 2007, obteniendo respuesta positiva el día 27 de junio del 2007.

3.1.4.2 Selección preliminar de sitios

Como forma de disponer de antecedentes preliminares, que permitan direccionar la labor de prospección de registros fósiles de macha al interior de la I Región, se georeferenció un sitio ubicado en el sector de Playa El Águila en el cual se evidenció una extensa zona con presencia de registros fósiles de macha.

Mediante la georeferenciación realizada, esta zona fue reconocida sobre imagen satelital Landsat 7 ETM+ (NASA Landsat Program, 2003, Landsat ETM+ scene p002r074_7t20020114, SLC- Off, USGS) (Fig. 1).

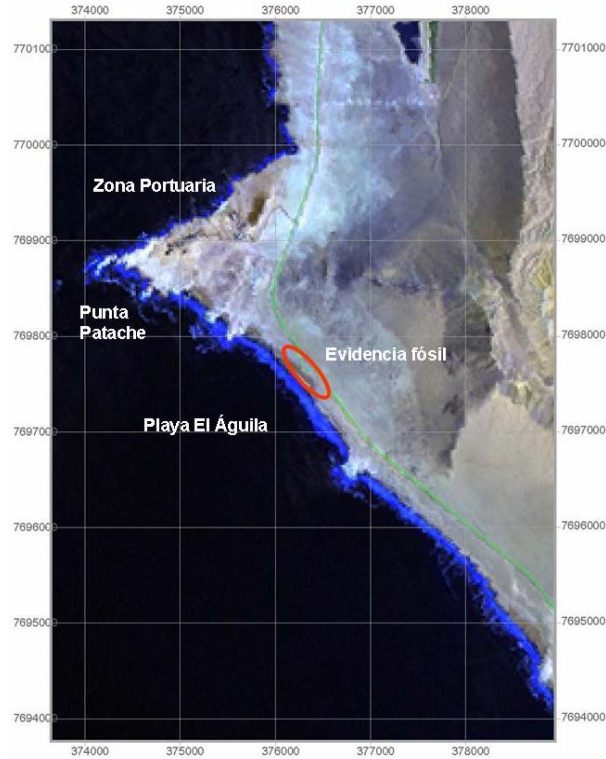


Figura 1.- Imagen satelital de referencia empleada para la identificación de potenciales zonas de fósiles.

Posteriormente se usaron las bandas 7-5-2 RGB, con el objeto de establecer un perfil espectral característico del sitio previamente reconocido, el cual fue usado como firma patrón para ser extendidos al resto de la región que fue sometida a análisis en las imágenes p002r073_7t20000329, p002r075_7t20020114 y p003r072_7t20000320.

Con los valores calculados se realizó una clasificación Spectral Angle Mapper (SAM), por la particularidad que tiene este procesamiento de medir el grado de similitud del espectro conocido con las zonas desconocidas en n-dimensiones.

A través de este método, se asume que el dato obtenido del sector control ha sido reducido a una reflectancia aparente y usa solamente una dirección del espectro y no su longitud. En vista de ello, esta clasificación no es sensible a los efectos de iluminación. El mismo tratamiento antes mencionado se efectuó a los datos de las imágenes Landsat de los sectores Iquique, Mejillones, Arica y sur de Tacna e Ilo, en las cuales se focalizaron las prospecciones.

3.1.4.3 Prospección borde costero

Dado que se estuvo tramitando la autorización para realizar los muestreos propuestos durante los primeros meses de ejecución del proyecto, se decidió avanzar en las prospecciones iniciales en el borde costero, sobre los sitios preliminarmente seleccionados de acuerdo a antecedentes previos disponibles y posteriormente una vez obtenida la autorización correspondiente, se realizaron los muestreos definitivos:

Cada vez que se reconoció un sitio potencial de trabajos, se caracterizó la zona considerando:

- a) El tipo de matriz sedimentaria, ya sea en extremo consolidada (dura) o sustrato suelto (blanda).
- b) El estado de conservación de los fósiles; Muy pobre estado de preservación (conchas muy molidas, es difícil identificar especies), fósiles en un buen estado de preservación (mayoría de las conchas enteras).
- c) La presencia o ausencia de fósiles de machas
- d) Características generales del sitio; quebrada natural, o una zanja hecha por el hombre, o es material que aparece a flor de suelo.
- e) Extensión del depósito (a lo largo).
- f) Descripción vertical del depósito (Nº de capas de material visibles), ancho de cada capa (cm), composición del sedimento (arena gruesa, fina, conchilla, presencia de bolones o rocas filosas).

Toda la actividad fue documentada a través de registros fotográficos y en bitácoras de trabajo.

3.1.4.4 Análisis espacio-temporal de la distribución, abundancia regional, y estructura de talla de bancos de macha a lo largo del norte grande y centro de Chile a través de registros fósiles

3.1.4.4.1 Obtención de datos

Se obtuvo información acerca de la distribución espacio-temporal de las poblaciones de la macha a través del tiempo evolutivo a lo largo de la costa temperada de Sudamérica, enfatizando en la zona de estudio comprendida entre los 18-24°S (Norte Grande de Chile), y abarcando los últimos ca. 4.5 millones de años (Tabla II). La información fue obtenida a partir de: a) una revisión de la literatura y, b) nuevos muestreos paleontológicos. La revisión de literatura incluyó información de presencia-ausencia de macha en ensambles paleontológicos (abarcando desde el Plioceno hasta el Holoceno, i.e. desde 4.5 millones de años hasta 5 mil años antes del presente), conchales arqueológicos (abarcando los últimos 12 mil años) y ensambles actuales (abarcando los últimos ca. 50 años). En adición, y en orden a suplir la carencia de estudios paleontológicos en la zona de Sur del Perú-Iquique, se realizaron muestreos prospectivos en 17 localidades, y 31 estratos (Tabla II). En algunos sitios no fue posible obtener muestras debido a lo compacto de la matriz sedimentaria, y solo se realizaron inspecciones visuales (~15-30 minutos) prospectando la presencia de macha. En total se obtuvo información de 233 sitios georreferenciados, en los cuales se registró la presencia-ausencia de macha.

*Tabla II.- Distribución espacio-temporal de la macha en 233 sitios a lo largo de la costa Pacífica de Sudamérica (8-45°S), abarcando los últimos ca. 4.5 millones de años. NA: no aplica; ND: No disponible; *: Edad inferida a partir de racemización de aminoácidos (ver Tabla 2). Para ensamblajes recientes se asume una edad referencial máxima de 100 años. Para ensamblajes fósiles se asume una edad media del respectivo estadio interglacial al que han sido asignados. Para depósitos Pliocénicos-Mioceno tardío se empleó la edad mínima asignada a cada sitio.*

Ensamble	Región	Sitio	Latitud (°S)	Fecha de colecta	Edad (miles de años A.P.)	Epoca	Presencia de macha	Fuente
Reciente	Peru	Ancon	11.7	1977	0.1	Reciente	0	5
Reciente	Peru	Lurin	12.3	1977	0.1	Reciente	1	5
Reciente	Peru	Asia	12.8	1972	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Peru	Asia	12.8	1977	0.1	Reciente	1	5
Reciente	Peru	ca. Cerro Azul (110 km S de Lima)	13.0	ND	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Peru	Chala	15.9	ND	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Peru	Mollendo	17.0	ND	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Peru	Tacna	17.4	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Peru	Tacna	17.4	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Arica	18.4	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Arica	18.4	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Vitor	18.4	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Vitor	18.4	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Pisagua Viejo	19.5	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Pisagua Viejo	19.5	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Pisagua Norte	19.5	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Pisagua Norte	19.5	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Pisagua Norte medio	19.5	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Pisagua Norte medio	19.5	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Av Baquedado Iquique	20.2	1964	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Chile-Norte Grande	Playa El aguila	21.0	2001	0.1	Reciente	0	2
Reciente	Chile-Norte Grande	San Marcos	21.1	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	San Marcos	21.1	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Ike Ike	21.1	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Ike Ike	21.1	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Caleta Gualaguata	22.8	ND	0.1	Reciente	1	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Caleta Yayes	22.9	ND	0.1	Reciente	1	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	2007	0.1	Reciente	1	1

Reciente	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	2007	0.1	Reciente	1	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Hornitos	23.0	2001	0.1	Reciente	0	2
Reciente	Chile-Norte Grande	Mejillones	23.1	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Mejillones	23.1	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Norte Grande	Mejillones	23.1	ND	0.1	Reciente	1	4
Reciente	Chile-Norte Grande	El Rincón	23.1	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Caleta Herradura de Mejillones	23.1	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Caleta Bandurrias y Lagarto	23.3	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	El Yeso	23.4	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	La Rinconada Antofa	23.5	1975	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Chile-Norte Grande	La Rinconada Antofa	23.5	ND	0.1	Reciente	1	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Las Pozas La Portada	23.5	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Punta Tetas	23.5	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Juan Lopez	23.5	ND	0.1	Reciente	1	4
Reciente	Chile-Norte Grande	El Galeón	23.6	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Isla Santa Maria	23.6	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Poza Las Almejas	23.7	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Playa Llacolen	23.7	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	El Huascar	23.7	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	Coloso	23.8	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Norte Grande	El Lenguado	23.8	ND	0.1	Reciente	0	4
Reciente	Chile-Centro Sur	Taltal matancillas	25.1	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Centro Sur	Taltal matancillas	25.1	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Centro Sur	Taltal cachinalillo	25.1	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Centro Sur	Taltal cachinalillo	25.1	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Centro Sur	Taltal cachinales	25.2	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Centro Sur	Taltal cachinales	25.2	2007	0.1	Reciente	0	1
Reciente	Chile-Centro Sur	Apolillado	29.0	2001	0.1	Reciente	1	2
Reciente	Chile-Centro Sur	Los Molles	32.4	1975	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Chile-Centro Sur	Reñaca Valparaíso	33.0	1966	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Chile-Centro Sur	Montemar	33.1	1975	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Chile-Centro Sur	Mehuín Valdivia	39.8	1975	0.1	Reciente	1	3
Reciente	Chile-Centro Sur	Guabun (W de Ancud)	41.8	1975	0.1	Reciente	1	3
Reciente Conchal arqueológico	Peru	Valle de Moche	8.0	NA	0.5	Holoceno	1	9
Reciente Conchal arqueológico	Peru	Chan Chan	8.2	NA	0.7	Holoceno	0	7

Conchal arqueológico	Peru	Cerro la Virgen	8.2	NA	0.7	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	Choroval	8.2	NA	0.7	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Peru	Galindo	8.2	NA	1.1	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Papudo Puyai 1	32.5	NA	1.3	Holoceno	1	18
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Papudo Los Coiles 136	32.5	NA	1.5	Holoceno	1	19
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Quereo	31.5	NA	1.7	Holoceno	1	14
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Papudo Longotoma	32.5	NA	1.7	Holoceno	1	19
Conchal arqueológico	Peru	Cerro Arena	8.2	NA	1.725	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	Moche Huacas	8.2	NA	1.725	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Los Vilos LV014	31.5	NA	2.1	Holoceno	1	14
Conchal arqueológico	Peru	Las Haldas-horizonte temprano	9.5	NA	2.475	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	Pampa Rosario	9.5	NA	2.475	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	San Diego	9.5	NA	2.475	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Los Vilos LV046a	31.5	NA	2.7	Holoceno	1	14
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Playa Negra PN-9	37.0	NA	2.7	Holoceno	0	15
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Los Vilos LV204	31.5	NA	3.2	Holoceno	0	13
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Los Vilos LV034	31.5	NA	3.3	Holoceno	1	14
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Los Vilos LV046b	31.5	NA	3.4	Holoceno	1	14
Conchal arqueológico	Peru	Gramalote	8.2	NA	3.45	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	Caballo Muerto	8.2	NA	3.45	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	Salinas de Chao Sitio C	8.8	NA	3.45	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	Las Haldas-Periodo inicial	9.5	NA	3.45	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Peru	Pampa las Llamas	9.5	NA	3.45	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Cerro las Conchas sitio 07 Ch014	35.6	NA	3.5	Holoceno	1	21
Conchal arqueológico	Peru	Gramalote	8.1	NA	3.6	Holoceno	0	22
Conchal arqueológico	Chile-Norte Grande	Morro I	18.5	NA	4	Holoceno	0	11
Conchal arqueológico	Peru	Padre Aban	8.2	NA	4.95	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Peru	Alto Salaverry	8.2	NA	4.95	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Peru	Los Morteros	8.8	NA	4.95	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Peru	Salinas de Chao	8.8	NA	4.95	Holoceno	0	7
Conchal arqueológico	Peru	Tortugas	9.5	NA	4.95	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Peru	Huaynuna	9.5	NA	4.95	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Peru	Las Haldas-Preceramico	9.5	NA	4.95	Holoceno	1	7
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Fundo Agua Amarilla (LV099-B)	31.8	NA	5	Holoceno	1	8
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Curauilla-1	33.0	NA	5	Holoceno	0	16

Conchal arqueológico	Peru	Paloma	12.5	NA	6	Holoceno	1	10
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Los Vilos LV077	31.5	NA	6.7	Holoceno	1	14
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Huentalauquen Quebrada Jaguay QJ-1 to 45A	31.6	NA	8.5	Holoceno	1	12
Conchal arqueológico	Peru		16.5	NA	10	Holoceno	1	6
Conchal arqueológico	Chile- Centro Sur	Punta Ñague LV098 Quebrada Jaguay QJ- 280	31.9	NA	10	Holoceno	1	20
Conchal arqueológico	Peru		16.5	NA	12	Holoceno	1	6
Conchal arqueológico	Peru	Quebrada Tacahuay	17.8	NA	12.5	Holoceno	0	17
Fósil	Peru	Rio Santa	8.8	NA	5	Holoceno	1	27
Fósil	Chile-Norte Grande	Bajo Molle	20.2	NA	5	Holoceno	1	32
Fósil	Chile-Norte Grande	Playa Blanca	20.3	NA	5	Holoceno	0	32
Fósil	Chile-Norte Grande	Michilla	22.8	NA	*5	Holoceno	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	NA	5	Holoceno	1	28
Fósil	Chile-Norte Grande	Antofagasta	23.5	NA	5	Holoceno	1	23
Fósil	Chile- Centro Sur	Neil	27.1	NA	5	Holoceno	0	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.5	NA	5	Holoceno	0	25
Fósil	Chile- Centro Sur	Playa Grande	30.3	NA	5	Holoceno	1	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Puerto Aldea	30.3	NA	5	Holoceno	1	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Puerto Aldea	30.3	NA	5	Holoceno	0	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Cachagua Rocas de Santo Domingo	32.6	NA	5	Holoceno	1	32
Fósil	Chile- Centro Sur		33.7	NA	5	Holoceno Ultimo	1	32
Fósil	Peru	San Juan	15.3	NA	120	Interglacial Ultimo	1	26
Fósil	Peru	Lomas	15.5	NA	120	Interglacial Ultimo	1	26
Fósil	Peru	Pozo de Lisas	17.4	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Pozo de Lisas	17.4	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Pozo de Lisas	17.4	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Pozo de Lisas	17.4	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Pozo de Lisas	17.4	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Meca	17.6	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Meca	17.6	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Meca	17.6	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	Pampa Palo	17.8	NA	120	Interglacial Ultimo	1	26
Fósil	Peru	Boca del Río	18.1	NA	120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru	La Curva	18.1	NA	*120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Peru Chile-Norte	La Curva	18.1	NA	*120	Interglacial Ultimo	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Chacalluta	18.2	NA	*120	Interglacial	1	1

Fósil	Chile-Norte Grande	Playa Las Machas	18.4	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Pisagua	19.5	NA	120	Ultimo Interglacial	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Pisagua	19.5	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Ñajo	20.6	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Patillos	20.8	NA	120	Ultimo Interglacial	1	32
Fósil	Chile-Norte Grande	Patillos	20.8	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	El Aguila	20.8	NA	120	Ultimo Interglacial	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	El Aguila	20.8	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	El Aguila	20.8	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Sur Aguila	20.9	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Chanavaya	20.9	NA	120	Ultimo Interglacial	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Chanavaya	20.9	NA	120	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Rio Seco	21.0	NA	120	Ultimo Interglacial	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Boca Del Diablo	21.1	NA	120*	Ultimo Interglacial	1	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	NA	120	Ultimo Interglacial	1	28
Fósil	Chile-Norte Grande	Norte Chacaya 2	22.9	NA	120	Ultimo Interglacial	1	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Norte Chacaya 1	23.0	NA	120	Ultimo Interglacial	1	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Chacaya	23.0	NA	120	Ultimo Interglacial	1	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Sur Chacaya	23.0	NA	120	Ultimo Interglacial	1	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Mejillones	23.1	NA	120	Ultimo Interglacial	1	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Este de Mejillones	23.1	NA	120	Ultimo Interglacial	1	30
Fósil	Chile-Norte Grande	El rincón	23.1	NA	120	Ultimo Interglacial	0	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Antofagasta	23.5	NA	120	Ultimo Interglacial	1	23
Fósil	Chile-Norte Grande	Norte de Antofagasta	23.6	NA	120	Ultimo Interglacial	0	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Sur de Antofagasa	23.7	NA	120	Ultimo Interglacial	1	30
Fósil	Chile-Norte Grande	Coloso	23.8	NA	120	Ultimo Interglacial	0	30
Fósil	Chile-Centro Sur	Caldera	27.5	NA	120	Ultimo Interglacial	1	25
Fósil	Chile-Centro Sur	Coquimbo	30.0	NA	120	Ultimo Interglacial	0	29
Fósil	Chile-Centro Sur	Coquimbo	30.0	NA	120	Ultimo Interglacial	1	29
Fósil	Chile-Norte Grande	Las Pizarras	20.4	NA	220	Pleistoceno medio-tardío	0	32
Fósil	Chile-Norte Grande	Quintero	20.6	NA	220	Pleistoceno medio-tardío	0	32
Fósil	Chile-Norte Grande	El Aguila	20.8	NA	220	Pleistoceno medio-tardío	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Chipana Alto	21.2	NA	220	Pleistoceno medio-tardío	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	NA	220	Pleistoceno medio-tardío	1	28
Fósil	Chile-Norte Grande	Antofagasta	23.5	NA	220	Pleistoceno medio-tardío	1	23

Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.5	NA	220	Pleistoceno medio-tardío	1	25
Fósil	Peru	Ilo	17.7	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	0	26
Fósil	Peru	Pampa Palo	17.8	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	1	26
Fósil	Chile-Norte Grande	Caleta Vitor	18.5	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	El Aguila	20.8	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	0	1
Fósil	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	1	28
Fósil	Chile-Norte Grande	Antofagasta	23.5	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	1	23
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.5	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	1	25
Fósil	Chile- Centro Sur	Coquimbo	29.8	NA	330	Pleistoceno medio-tardío	0	29
Fósil	Chile-Norte Grande	Pampa Mejillones	23.1	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	0	24
Fósil	Chile-Norte Grande	Pampa Aeropuerto	23.4	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	0	24
Fósil	Chile-Norte Grande	Antofagasta	23.5	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	1	23
Fósil	Chile-Norte Grande	Antofagasta	23.5	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	1	23
Fósil	Chile- Centro Sur	Cerro Copiapó	27.2	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	0	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.5	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	0	24
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.5	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	1	25
Fósil	Chile- Centro Sur	La Serena	29.8	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	0	24
Fósil	Chile- Centro Sur	La Serena	29.8	NA	400	Pleistoceno medio-tardío	1	31
Fósil	Chile-Norte Grande	Norte de Michilla	22.6	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Sur de Michilla	22.7	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Punta Grande	22.7	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Punta Yayes	22.8	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Mejillones	23.1	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Caliche	23.5	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Coviefi	23.6	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Campus	23.6	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Jardines del Sur	23.7	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Llacolen	23.7	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Coloso	23.8	NA	1000	Pleistoceno medio-tardío	0	35
Fósil	Chile-Norte Grande	Chanavaya	20.9	NA	ND	Cuaternario	0	32
Fósil	Chile-Norte Grande	Hornitos	22.9	NA	ND	Cuaternario	1	34
Fósil	Chile-Norte Grande	Mejillones	23.1	NA	ND	Cuaternario	1	34
Fósil	Chile- Centro Sur	Caleta Mora	27.0	NA	ND	Cuaternario	1	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Playa Ramada	27.0	NA	ND	Cuaternario	1	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.1	NA	ND	Cuaternario	1	32

Fósil	Chile- Centro Sur	Bahia Inglesa	27.1	NA	ND	Cuaternario	1	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.5	NA	ND	Cuaternario	0	25
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.5	NA	ND	Cuaternario	0	25
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera-Rio Copiapo	27.6	NA	ND	Cuaternario	1	34
Fósil	Chile- Centro Sur	Chañaral de aceitunas Carrizalillo	29.5	NA	ND	Cuaternario	1	34
Fósil	Chile- Centro Sur	Quebrada Honda	29.6	NA	ND	Cuaternario	1	34
Fósil	Chile- Centro Sur	Punta Teatinos	29.8	NA	ND	Cuaternario	1	32
Fósil	Chile- Centro Sur	Serena Coquimbo	30.0	NA	ND	Cuaternario	1	34
Fósil	Chile- Centro Sur	Tongoy	30.3	NA	ND	Cuaternario	1	34
Fósil	Chile- Centro Sur	Tongoy	30.3	NA	ND	Cuaternario	1	32
Fósil	Peru	Pisco	14.33	NA	2705	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Peru	Saccaco	15.51	NA	1810	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Peru	Atiquipa	15.8	NA	1810	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile-Norte Grande	Hornito	22.92	NA	1810	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile-Norte Grande	Mejillones	23.07	NA	1810	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.58	NA	4465	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Caldera	27.58	NA	4465	Plioceno- Mioceno tardío	1	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Chañaral de aceitunas- Carrizalillo	29.5	NA	2705	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Quebrada_Honda	29.62	NA	2705	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Serena	29.8	NA	2705	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	La_Serena-Cqbo	29.82	NA	2705	Plioceno- Mioceno tardío	1	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Tongoy	30.3	NA	2705	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Horcon	32	NA	2705	Plioceno- Mioceno tardío	1	36
Fósil	Chile- Centro Sur	El_Tabo	33.5	NA	2000	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	La_Cueva	33.93	NA	1810	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Tubul	37.17	NA	1810	Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Chiloe	42.17	NA	2000	Plioceno- Mioceno	0	36

Fósil	Chile- Centro Sur	Guafo	43.62	NA	1810	tardío Plioceno- Mioceno tardío	0	36
Fósil	Chile- Centro Sur	Guamblin	44.78	NA	1810	Plioceno- Mioceno tardío	0	36

La edad de los sitios correspondió en su grueso a la asignación realizada por las fuentes originales. En el caso de los ensambles paleontológicos las edades han sido estimadas mediante métodos radiométricos, de baja resolución temporal. Para el caso particular de los sitios Cuaternarios, los sitios solo pueden ser asignados a períodos interglaciales particulares. Para los nuevos sitios paleontológicos muestrados, las edades fueron asignadas a partir de la altura sobre el nivel del mar de las respectivas terrazas, el cual es un buen correlato de la edad de los ensambles (Rivadeneira & Carmona 2008). Estas inferencias fueron complementadas con fechamientos por racemización de aminoácidos en 4 sitios (INSTAAR Laboratory, Boulder University, Colorado, USA, ver Tabla III). En el caso de los conchales arqueológicos, las edades han sido obtenidas por fechamiento radiocarbono. En unos pocos casos fue necesario convertir las edades radiocarbono a años calendario, usando el software Calib 5.0.2 (<http://calib.qub.ac.uk/calib/>). Dado que en los ensambles paleontológicos y conchales arqueológicos la información esta “promediada” (i.e. el registro no constituye un muestreo puntual, si no que integra procesos tafonómicos de acumulación a escala de decenas a miles de años) fue necesario “reducir” artificialmente la resolución temporal de los sitios actuales. De esta forma se asumió que la edad de todos los sitios actuales fue la misma (i.e. 50 años). Esta aproximación tiene la desventaja de obliterar los procesos ecológicos de escala inter-anual como “El Niño”. Sin embargo, permite focalizarse en forzantes de mucha mayor escala temporal.

Tabla III. Resumen del análisis de fechamiento por racemización de aminoácidos, medido a través de las razones Alo/Isoleucina medidos en 12 muestras de conchas de macha de distintos sitios en la costa norte de Chile y sur de Perú (INSTAAR Laboratory, Colorado, Boulder). Se indica además la interpretación de edad (MIS: Marine Isotopic Stage, [estadío isotópico marino])

Localidad	Muestra	A/I corrida 1	A/I corrida 2	Interpretación de edad
Boca del Diablo (Chile)	A	0.914	0.897	Pleistoceno tardío
	B	0.433	0.435	Pleistoceno tardío
	C	0.308	0.292	Pleistoceno tardío
Chacalluta (Chile)	A	0.857	0.889	Pleistoceno tardío
	B	0.437	0.413	Pleistoceno tardío
	C	0.577	0.6	Pleistoceno tardío
La Curva (Perú)	A	0.629	0.605	Pleistoceno tardío
	B	0.608	0.585	Pleistoceno tardío
	C	0.818	0.718	Pleistoceno tardío
Michilla (Chile)	A	0.109	0.14	Holoceno
	B	0.194	0.184	Holoceno
	C	0.183	0.205	Holoceno

En paralelo, se obtuvo información de la estructura de tallas de la macha en diversos sitios desde el sur del Perú hasta el centro de Chile, empleando individuos colectados desde ensambles paleontológicos y actuales. Los ejemplares obtenidos desde ensambles fósiles fueron medidos (longitud máxima) con una precisión de 0.01 mm, asumiendo que cada valva correspondió a un individuo separado. Se obtuvieron medidas de un total de 1.343 individuos fósiles, en 2 sitios Holocénicos y 8 sitios Pleistocénicos. Para los ensambles actuales se la información de estructura de talla se obtuvo a partir de muestreos realizados en Playa las Machas y Hornos, en la región de estudio, totalizando mas de 12000 individuos.

3.1.4.4.2 Análisis de datos

La información obtenida fue utilizada para analizar cambios a escala de tiempo evolutivo en los diversos aspectos de la estructura poblacional de la macha, incluyendo: a) distribución espacio-temporal, b) abundancia relativa, y c) estructura de talla.

Cambios espacio-temporales en la distribución de la macha fueron analizados mediante un modelo lineal generalizado (GLM), usando una respuesta binaria (1/0,

presencia/ausencia de macha, respectivamente), y edad y latitud como variables continuas explicatorias. En el modelo asumió una estructura binomial de errores, y se incluyeron efectos aditivos y multiplicativos, usando el criterio de información de Akaike (AIC) escoger el mejor modelo. Los análisis fueron llevados cabo mediante el software R.

La abundancia relativa de la macha fue estimada en términos de la proporción de ocupación de sitios (i.e. la razón entre el número de sitios con presencia de la especie y el número total de sitios estudiados). Esta medida es avalada por la una fuerte y positiva correlación existente entre el numero de individuos totales y la proporción de sitios en especies de bivalvos ($\ln \text{ numero de individuos} = 1.71 * \ln \text{ ocupación de sitios} + 0.24$; $r^2 = 0.61$, $n = 22$ especies, $P < 0.001$). Se empleó un modelo de ocupación de sitios para evaluar la existencia de cambios en la probabilidades de ocupación de sitios entre diferentes intervalos de tiempo (Pleistoceno tardío, Holoceno, reciente), incorporando el efecto de extinciones y colonizaciones locales. Los modelos consideraron probabilidades constantes y variables a través del tiempo. Los mejores modelos fueron seleccionados de acuerdo a los valores de AIC (delta AIC < 2 , y peso AIC > 0.25). Los análisis se realizaron usando el software PRESENCE 2.0.

Se analizaron cambios temporales en la estructura de talla de la macha empleando ANOVA de una vía, comparando ensambles actuales, Holocénicos, y Pleistocénicos, con sitios anidados dentro de intervalo de tiempo. A pesar de que inicialmente se había propuesto estimar la intensidad relativa del reclutamiento (medida como la proporción de individuos bajo la talla de primera madurez sexual), este análisis no fue posible de llevar a cabo, debido a los notorios cambios a escala de tiempo evolutiva en la talla de la macha. En orden a remover posibles sesgos de preservación en las estimaciones de talla, se realizó un análisis tafonómico de las muestras fósiles proveniente de 3 sitios (1 Holocénico, 2 Pleistocénicos). Las conchas fueron clasificadas en 3 categorías, de acuerdo a su estado de preservación (“Buena”, “Regular”, “Pobre”; ver Tabla IV). Se empleó un ANOVA de dos vías, usando sitios y categorías de preservación como factores. Si la talla esta sesgada por el nivel de preservación fósil, se espera que el factor preservación arroje valores de probabilidad significativos, ya sea de manera aditiva o multiplicativa. Los análisis fueron llevados a cabo usando el software R.

Tabla IV. Criterios para definir las categorías de preservación de las conchas de macha.

Categoría	Borde de la concha	Anillos de crecimiento	Seno paleal
Buena	Entero	Visibles	Visibles
Regular	Leves roturas	Poco visibles	Poco visibles
Pobre	Roturas evidentes	No visibles	No visibles

3.2 Descripción de la estructura y el funcionamiento de los principales bancos de macha que se identifiquen y existen actualmente en la I y II Regiones.

Debido a la ausencia de bancos de machas en la I y II región, se seleccionaron para el monitoreo permanente aquellos sectores en los cuales se observaron individuos de machas, ya sea juveniles o adultos. Los sectores seleccionados corresponden a la playa Las machas (Arica, 18° 27' 53,5" S - 70° 18' 23,9" W), Ike ike (Iquique, 21° 08' 57,9 " S - 70° 06' 52,2" W) y Hornitos (22° 55' 4,5" S- 70° 17' 29,6"W Antofagasta, Mejillones,)

En estos sectores se está realizó un muestreo periódico (durante 12 meses) que permitiera caracterizar su dinámica.

En cada sitio se estableció la búsqueda mediante taloneo, de manera de intentar recoger la mayor cantidad de individuos posibles. Se realizaron un número variable de cores, de manera de registrar la fracción juvenil de la población. En el caso de Hornitos se realizaron 50 cores distribuidos al azar en la zona de muestreo. En Arica se realizaron 40 cores, 25 en el sector del muelle Chinchorro y 15 aproximadamente 500 m al norte del muelle.

Además, en las playas seleccionadas se realizó un muestreo con cores de 0.001 m², realizado en tres estratos repartidos entre la zona de lavado hasta aproximadamente los 50 cm de profundidad (0, 10 y 50 cm), durante la marea baja. En cada una de las estaciones se tomaron 10 muestras a con el core antes mencionado, filtrando a 2 mm de apertura de malla. En cada playa se realizaron 3 transectos, distribuidos cada 100 m. Las muestras fueron fijadas en formalina (10%) y analizadas en los laboratorios de la Universidad Católica del Norte.

3.3 Monitoreo de los desoves, actividad larval y reclutamiento de los principales bancos de machas que se identifiquen y que existen actualmente en la I y II Regiones

3.3.1 Determinación del ciclo reproductivo

Para determinar el ciclo reproductivo de las poblaciones de *M. donacium* provenientes de Ike-Ike, Iquique, I Región de Chile y de Tacna, Perú se colectaron desde una muestra mayor, una submuestra con un mínimo de 40 ejemplares con talla sobre 60 mm de longitud máxima. Los ejemplares fueron desarenados por 24 horas. Luego de ese tiempo los individuos se fijaron íntegros en Davidson's y pasado 24 horas se traspasaron a etanol 70° hasta su posterior utilización. En laboratorio se registraron medidas morfométricas de longitud y peso. Para estudiar el desarrollo gonadal, se tomaron dos secciones transversales del mesosoma, región en que se ubica el complejo gónada-hepatopáncreas. Los trozos fueron deshidratados e incluidos en parafina y se cortaron en secciones de 5 µm de grosor. Las muestras montadas se tiñeron con la tinción básica, Hematoxilina-Eosina. Las preparaciones fueron examinadas y fotografiadas en un microscopio Lieder MC-133.

3.3.1.1 Estimación cualitativa del Ciclo Reproductivo

De cada preparación histológica, se determinó sexo y estado de madurez. Para asignar cada ejemplar a un estado de madurez, se confeccionó una escala de madurez gonadal basada en las caracterizaciones realizadas por Peredo et al. (1987) y Jeréz et al., (1999). La escala de madurez se estableció como sigue:

3.3.1.1.1 Escala de Madurez sexual de hembras de *Mesodesma donacium*

3.3.1.1.1.1 Madurante Temprana (Mte T)

Acinos de tamaño y forma homogéneos con poco espacio entre ellos. Predominan ovogonias y ovocitos. Las ovogonias están estrechamente adheridas a la pared acinar, miden ca. 5 µm, poseen un borde de citoplasma muy delgado, el núcleo ocupa la mayor

área de la célula y la cromatina forma grumos cerca de la periferia. Las ovogonias se caracterizan por ser semiesféricas, miden ca. 10 μm , su citoplasma carece de gránulos de vitelo y se tiñe homogéneamente con la hematoxilina. El núcleo es central y uninucleolado. El interior de los acinos está parcialmente ocupado por células somáticas que forman una red intraacinar (Figs. 2 A y B).

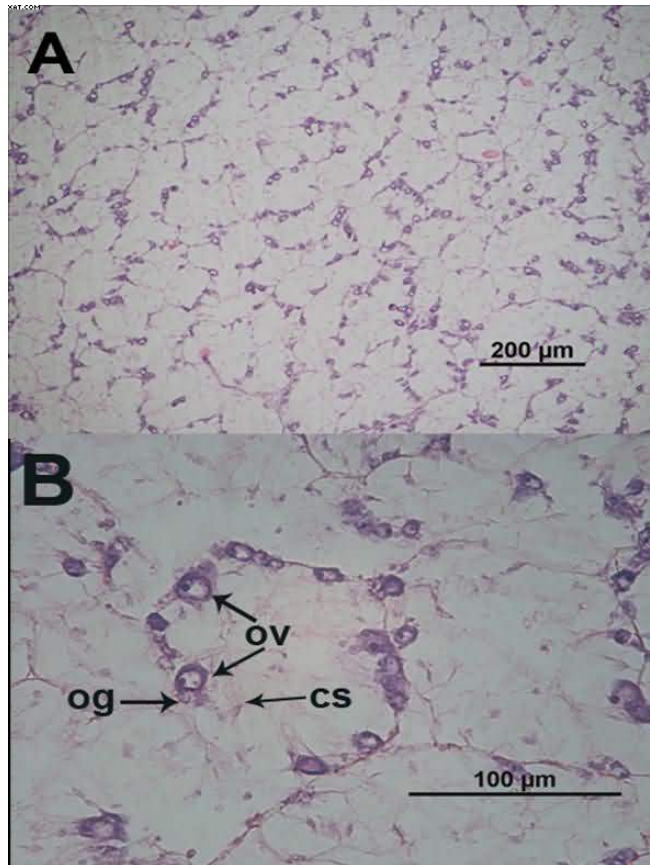


Figura 2. Corte histológico de gónada de hembra de *Mesodesma donacium* en estado Madurante Temprana (Mte T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (cs: células somáticas; og: ovogonias; ov: ovocitos).

3.3.1.1.2 Madurante Avanzada (Mte Av)

Las paredes de los acinos mantienen adheridos ovogonias y ovocitos previtelogénicos en diversos grados de maduración. Los ovocitos previtelogénicos se mantienen unidos a la pared del folículo mediante un pedúnculo que determina su apariencia piriforme con el núcleo en la región más ensanchada. La cavidad del acino se

encuentra parcialmente ocupada por ovocitos previtelogénicos y vitelogénicos (Figs. 3 A y B).

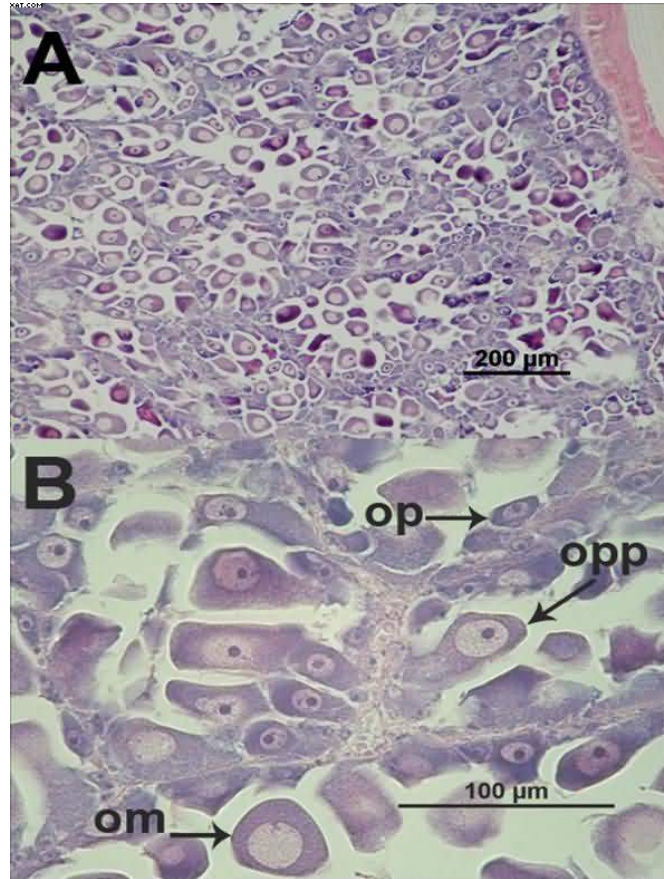


Figura 3. Corte histológico de gónada de hembra de *Mesodesma donacium* en estado Madurante Avanzada (Mte Av). (A) aumento 10x (B) aumento 40x.. (om: ovocito maduro; op: ovocito previtelogénico; opp: ovocito previtelogénico piriforme).

3.3.1.1.3 Madurez Máxima (MM)

No hay espacio interacinar. Los acinos son grandes comparado con otros estados, miden 98 a 200 μm de diámetro, y no se aprecia espacio interacinar. El interior de ellos se encuentra repleto de ovocitos vitelogénicos, de forma poliédrica o esférica, en su mayoría desprendidos de la pared de los folículos y que miden $46,4 \pm 8,3 \mu\text{m}$ de diámetro. El citoplasma esta repleto de gránulos de vitelo afines a la hematoxilina, el núcleo es redondo,

céntrico y uninucleolado. Algunas ovogonias escasas permanecen adheridas a la pared acinar. Ovocitos previtelogénicos son ausentes (Figs. 4 A y B).

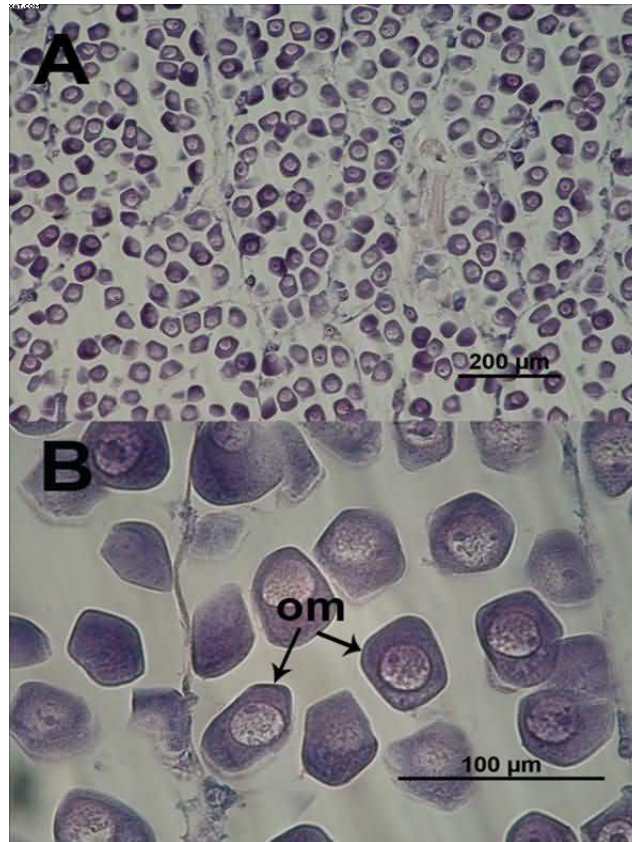


Figura 4. Corte histológico de gónada de hembra de *Mesodesma donacium* en estado de Madurez Máxima (MM). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (om: ovocitos maduros).

3.3.1.1.4 Evacuación Parcial (Ev P)

Los acinos adquieren forma irregular aumentando el espacio interacinar en grado variable. Aproximadamente la mitad de los acinos se encuentran repletos de ovocitos maduros mientras los acinos restantes están vacíos o parcialmente vacíos. Algunos ovocitos se encuentran en proceso de lisis (Figs. 5 A y B).

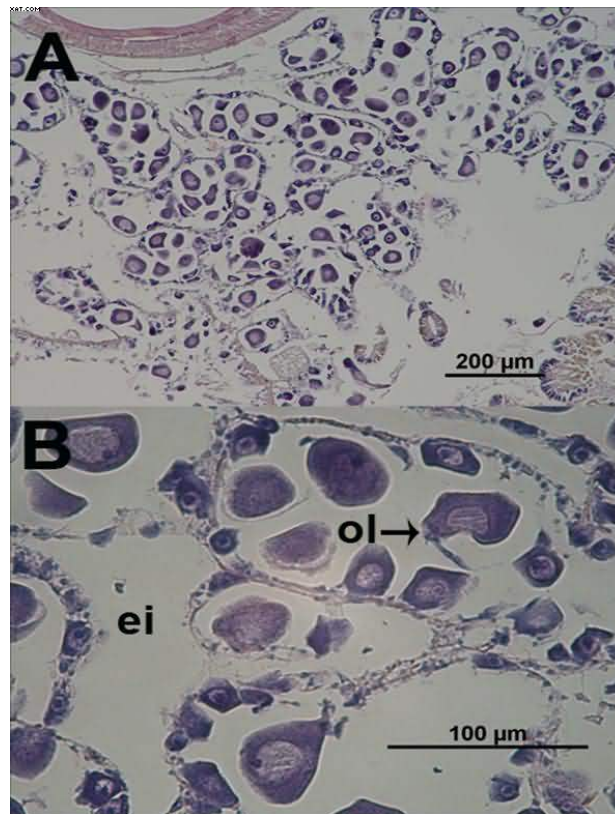


Figura 5. Corte histológico de gónada de hembra de *Mesodesma donacium* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; ol: ovocito maduro en proceso de lisis).

3.3.1.1.1.5 Evacuación Total (Ev T)

La mayoría de los acinos se encuentran totalmente vacíos. En pocos de ellos permanecen algunos ovocitos maduros totalmente esféricos y la mayoría se encuentra en proceso de lisis celular. El espacio intracinar se encuentra ocupado por células somáticas y algunos fagocitos (Figs. 6 A y B).

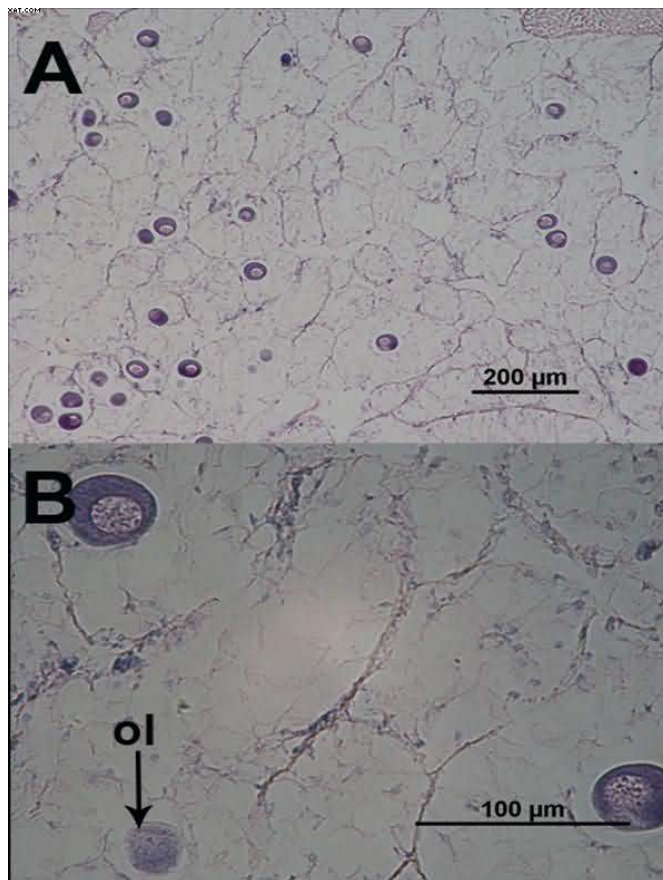


Figura 6. Corte histológico de gónada de hembra de *Mesodesma donacium* en estado de Evacuación Total (Ev T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ol: ovocito en proceso de lisis).

3.3.1.1.6 Regresión (Reg)

Acinos de tamaño reducido con bordes irregulares y mucho espacio intraacinar. Células gaméticas maduras ausentes o en proceso final de lisis. Abundantes células somáticas ameboides en el lumen del acino en proceso de fagocitosis (Figs. 7 A y B).

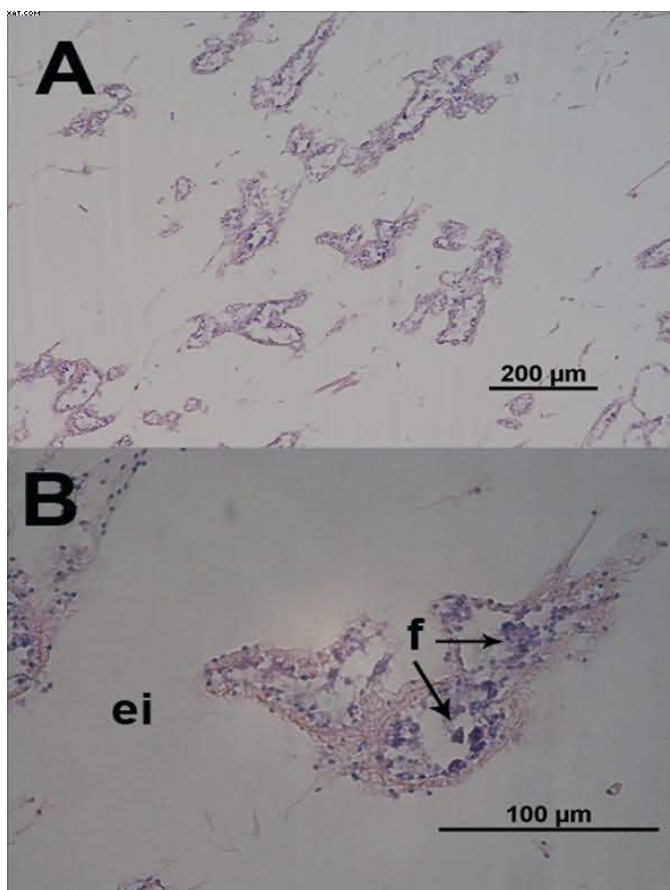


Figura 7. Corte histológico de gónada de hembra de *Mesodesma donacium* en estado de Regresión (Reg). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas).

3.3.1.1.2 Escala de Madurez sexual de machos de *Mesodesma donacium*

3.3.1.1.2.1 Madurante Temprano (Mte T)

Los acinos se encuentran organizados con poco espacio interacinar y tejido conectivo entre ellos. Las espermatogonias y espermatocitos proliferan formando parches asociados a ciertas regiones de la pared del acino. Hay escaso desarrollo de espermátidas. El centro del acino está vacío de gametos y ocupados por células somáticas (Figs. 8A y B).

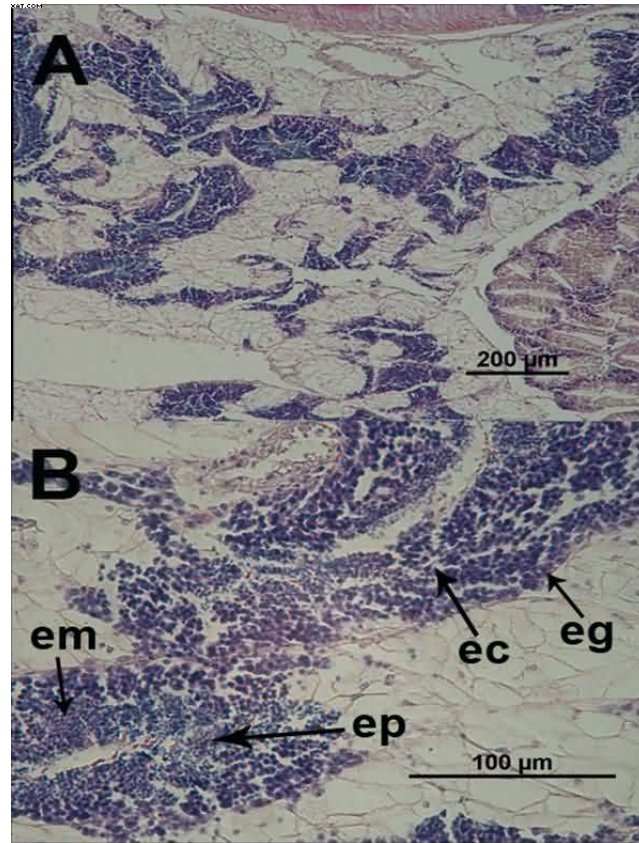


Figura 8. Corte histológico de gónada de *Mesodesma donacium* en estado Madurante Temprano (Mte T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ec: espermatocitos; eg: espermatogonias; em: espermatíidas; ep: espermatozoides).

3.3.1.1.2.2 Madurante Avanzado (Mte Av)

Los acinos han crecido adquiriendo un aspecto lobulado y la mayoría de ellos contiene todos los estados de la gametogénesis. Las goniases encuentran asociadas a la pared acinar, seguida de los espermatocitos. Las espermatíidas y espermatozoides se ubican en una región más céntrica del acino. Los espermatozoides se encuentran agrupados en gavillas con las colas dirigidas hacia el lumen. Aún persiste espacio libre de gametos en el centro de la mayoría de los acinos (Figs. 9 A y B).

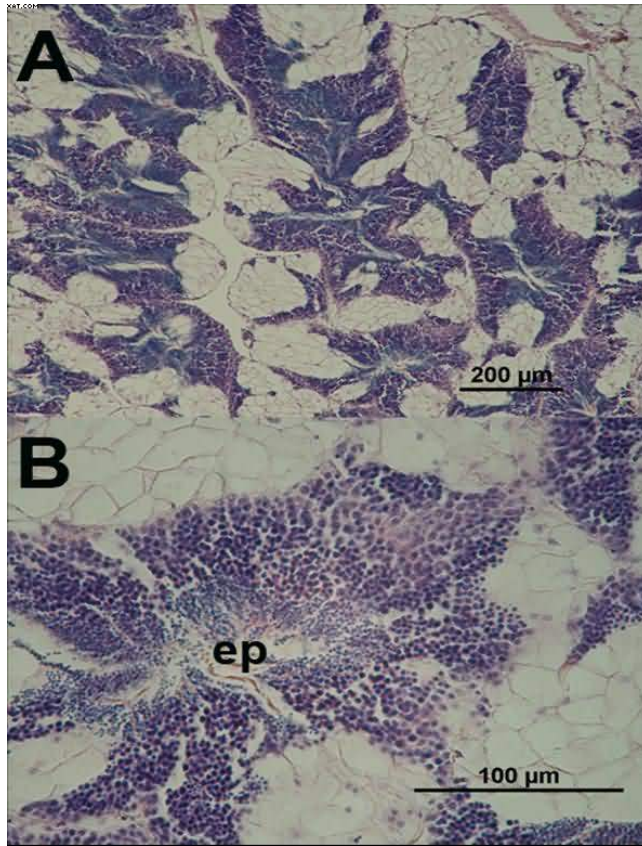


Figura 9. Corte histológico de gónada de macho de *Mesodesma donacium* en estado Madurante Avanzado (Mte Av). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ep: espermatozoides).

3.3.1.1.2.3 Madurez Máxima (MM)

No hay espacio interacinar o es muy reducido. El diámetro de los acinos es mayor que en el estado precedente. Las espermatogonias y espermatocitos están muy reducidos en número. Casi toda el área del acino está repleta de espermatozoides dispuestos en forma radial con las colas dirigidas hacia el lumen o desorganizados en el centro del lumen en una disposición centrífuga. Los espermatozoides maduros se tiñen morado en la región de la cabeza y rojo en las colas con H-E (Figs. 10 A y B).

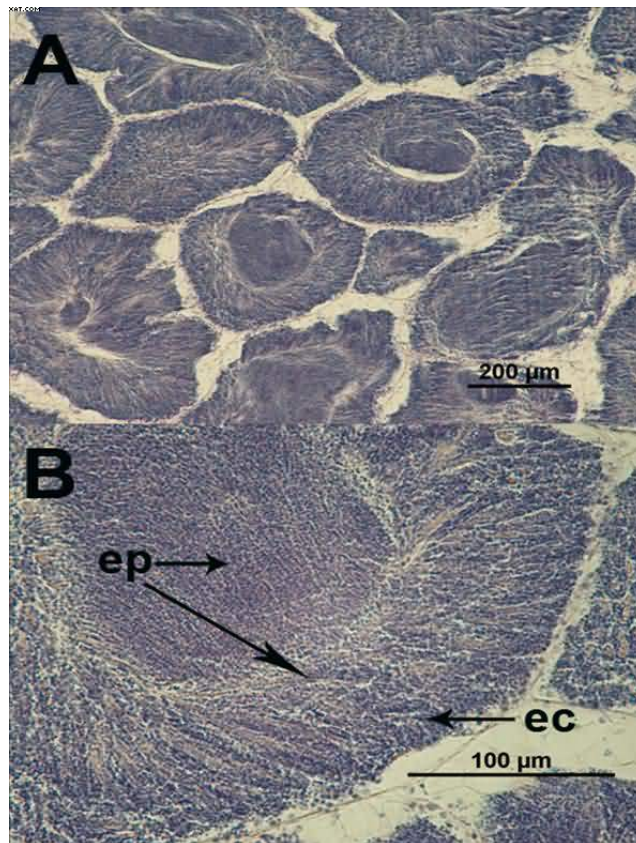


Figura 10. Corte histológico de gónada de macho de *Mesodesma donacium* en estado de Madurez Máxima (MM). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ec: espermatocono; ep: espermatozooides).

3.3.1.1.2.4 Evacuación Parcial (Ev P)

Acinos desorganizados de perímetro irregular. Tejido intraacinar en cantidades variables. En una misma sección coocurren acinos que contienen gametos maduros, acinos vacíos y otros a medio vaciar en estado de regresión. (Figs. 11 A y B).

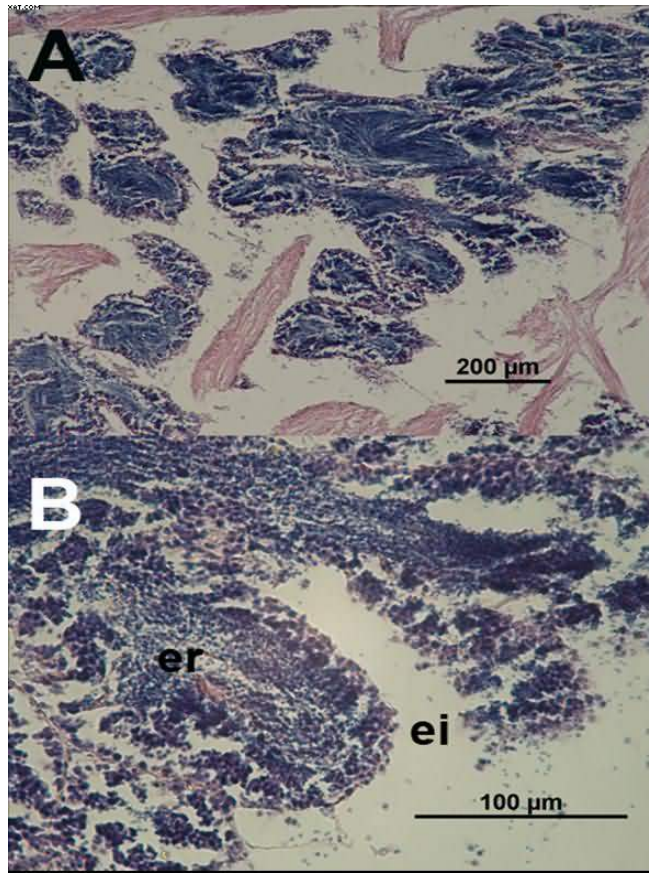


Figura 11. Corte histológico de gónada de macho de *Mesodesma donacium* en estado de Evacuación Parcial (Ev P). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; er: espermatozoides remanentes).

3.3.1.1.2.5 Evacuación Total (Ev T)

La mayoría de los acinos se encuentra totalmente vacíos. En otros, permanecen algunos espermatozoides. Abundantes células somáticas ameboides en el lumen del acino en proceso de fagocitosis (Figs. 12 A y B).

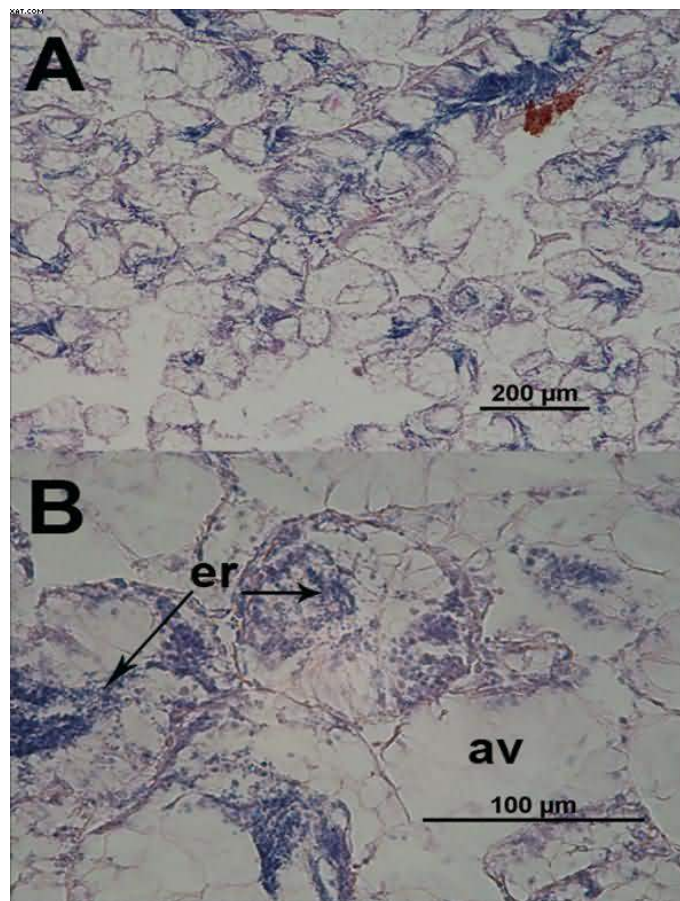


Figura 12. Corte histológico de gónada de macho de *Mesodesma donacium* en estado Evacuación Total (Ev T). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (av: acinos vacíos; er: espermatozoides remanentes).

3.3.1.1.2.6 Regresión (Reg)

Acinos de tamaño reducido con bordes irregulares y mucho espacio intraacinar. Células gaméticas maduras ausentes o en proceso final de lisis. Abundantes células somáticas ameboides en el lumen del acino en proceso de fagocitosis (Figs. 13 A y B)

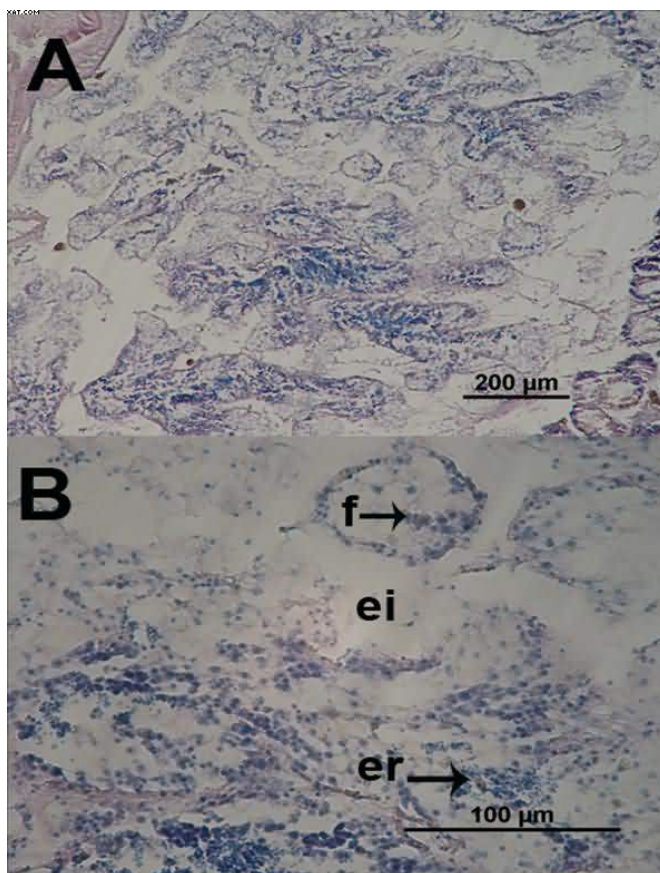


Figura 13. Corte histológico de gónada de macho de *Mesodesma donacium* en estado Regresión (Reg). (A) aumento 10x (B) aumento 40x. (ei: espacio interacinar; f: células fagocíticas; er: espermatozoides remanentes).

3.3.1.2 Estimación cuantitativa del Ciclo Reproductivo

Con el fin de complementar el análisis cualitativo del ciclo reproductivo de macho, se agregó además, métodos cuantitativos para estimar las fluctuaciones del ciclo gonadal. Estos consideran: Estimación de la población de ovocitos, Coeficiente Gamético femenino y masculino y tamaño de estructuras gonadales tales como diámetro acinar en machos y hembras, diámetro de la masa de espermatozoides maduros y grosor de la columna espermatogénica.

Las mediciones de ovocitos y demás estructuras de la gónada se realizaron fotografiando al azar 25 a 30 secciones de las preparaciones histológicas en la región de la gónada. Estas imágenes fueron analizadas utilizando el programa de análisis de imágenes Image Pro Plus, previa calibración con una reglilla micrométrica utilizada como muestra.

Por último, se agregó la estimación de dos indicadores: Índice de Madurez Gonadal e Índice de Condición.

3.3.1.2.1 Estimación de la población de ovocitos

Se empleó la metodología descrita por Pearse (1969), para lo cual se midió el diámetro de todos los ovocitos presentes, en acinos gonadales circulares, en uno o más transectos de la preparación histológica. Se midió un número igual o aproximado a 150 ovocitos en al menos diez preparaciones histológicas por mes. Los valores obtenidos se agruparon en intervalos de clase de 5 μm y se expresaron en porcentaje.

3.3.1.2.2 Estimación del Coeficiente Gamético Femenino

El Coeficiente Gamético (CG) para hembras se estimó contabilizando todos los ovocitos maduros contenidos en el lumen de tres acinos escogidos al azar del tejido gonadal de al menos diez hembras:

$$\text{CG} = \frac{\text{número de ovocitos}}{\text{diámetro de la sección del acino}} \times 1000$$

3.3.1.2.3 Estimación del Coeficiente Gamético Masculino

El Coeficiente Gamético (CG) para macho se determinó midiendo los diámetros máximos y mínimos de la sección del acino y de la masa de espermatozoides que se encuentran en el lumen de este en diez acinos en al menos diez muestras histológicas de machos.

3.3.1.2.4 Tamaño de estructuras de la Gónada

3.3.1.2.5 Diámetro de Acinos

El diámetro máximo de los acinos de machos y hembras medidos para estimación de Coeficiente Gamético se promedió por mes y por sexo.

3.3.1.2.6 Estimación de la variación del área ocupada por la columna Espermatogénica y por espermatozoides

Para determinar la variación mensual relativa de columna espermatogénica y de la masa de espermatozoides, se midió el grosor de la columna espermatogénica y el diámetro de la masa de espermatozoides en el lumen de 10 acinos de los 10 primeros machos de cada muestreo.

3.3.1.2.7 Índice de Madurez Gonadal (IMG)

Los seis estados definidos en la Escala de Madurez planteada en este trabajo a partir del análisis histológico de las muestras fueron empleados para el cálculo del Índice de Madurez Gonadal (IMG) Para esto se asignó un valor numérico a cada estado siendo Reg: 1, Ev T: 2; Mte T: 3, Mte Av: 4, P Ev: 5 y MM: 6. El cálculo del IMG se realizó de la siguiente manera:

$$\text{IMG} = \frac{\sum(nxF)}{N} \quad (\text{Yoshida, 1952})$$

donde:

IMG = índice de madurez gonadal

F = Estado de desarrollo gametogénico

n = Número de animales en estado F

N = Número de animales en la muestra

No se utilizó índice gonadosomático debido a que la observación de cortes histológicos transversales en la región del complejo gónada hepatopáncreas reveló que la gónada y el hepatopáncreas se encuentran mezclados en diferentes niveles. Además, el hepatopáncreas es una estructura de forma irregular en su eje mayor y su ubicación varía según el grado de contracción del animal, por lo cual no serviría como un indicador.

3.3.1.2.8 Índice de Condición

Se estimó un Índice de Condición (IC) mensual basado en el peso total y de las partes blandas de acuerdo a la siguiente expresión:

$$IC = \frac{\text{Peso húmedo partes blandas} \times 100}{\text{Peso húmedo total del ejemplar}}$$

3.3.1.3 Estimación de fecundidad potencial

La fecundidad potencial de *M. donacium* de ejemplares adultos se calculó utilizando la Técnica microscópica esterométrica de Weibel. Debido a que se determinó una distribución dispersa de la gónada, la estimación de su volumen se realizó de manera indirecta basándose en la metodología de Brousseau (1978) que utiliza la estimación del área a partir de la imagen proyectada de las preparaciones histológicas en un proyector de perfiles. El método se modificó como sigue. Se seleccionaron ejemplares hembras en aparente estado de madurez máxima. Se determinó volumen del mesosoma como volumen desplazado en una probeta graduada y se fijó la porción completa en Davidson's. Ya fijado, se seccionaron tres partes equidistantes entre sí y se procesaron para histología según la técnica usual. Los cortes fueron fotografiados bajo lupa con una cámara digital Leica, modelo C5050Z. Mediante el programa Image Pro-Plus de cada imagen se estimó el área total de la sección transversal del corte y el área correspondiente a tejido gonadal disperso en diferentes partes de la sección. Debido a que la relación de los volúmenes de los

componentes es la misma que la relación de los volúmenes de esos componentes en la totalidad del cuerpo (Schaefer, 1970 en Christiansen et al., 1973) se estimó el volumen de la gónada como su proporción en cada corte.

La estimación de la fecundidad se realizó mediante la técnica cuantitativa microscópica esterométrica, utilizando la fórmula de Weibel y Gómez (1962)

$$N_v = K (N_a)^{3/2} / \beta (V_v)^{1/2}$$

donde:

N_v : número de ovocitos contenidos en el volumen unitario

K : coeficiente relacionado con la distribución de tamaños de los ovocitos ($K=1$)

β : coeficiente relacionado con la forma de los ovocitos

N_a : densidad areal en la superficie unitaria

V_v : densidad volumétrica en el volumen unitario

Para determinar el coeficiente relacionado con la forma de los ovocitos se utilizó un gráfico para formas ovocitarias elipsoides de Weibel (1969) interpolando β en la ordenada con el valor de λ obtenido a partir de la medición de 100 ovocitos maduros (20 mediciones de cinco ejemplares). El valor de λ correspondió b/a donde a y b corresponden al eje mayor y menor de los ovocitos.

Para estimar N_a se contó los ovocitos dentro del área del retículo de Karl Zeiss I:25 de 0.25 mm^2 . Para el cálculo de V_v se consideraron las células coincidentes con los puntos del retículo. Se contabilizaron al azar cuatro campos de cada sección transversal.

El volumen unitario (V_u) se estimó como el área del retículo por el espesor del corte histológico. La fecundidad potencial (FP) se estimó extrapolando el N_v del V_u al volumen de la gónada como la siguiente relación.

$$FP = VG \times Nv / Vu$$

donde:

VG : volumen gónada

Vu : volumen unitario

Nv : número de ovocitos contenidos en el volumen unitario

3.3.2 Presencia de larvas

Para determinar la presencia de larvas, se estableció un monitoreo mensual mediante una red de plancton con una luz de 60 μ . Esta red se arrastró de manera vertical cada 5 metros de profundidad entre los 10 y los 25 metros. Además se realizó un muestreo más alejado de la costa (más de 1000 mts.) donde también se arrastró la red desde los 25 mt. de profundidad. Las muestras obtenidas se fijaron en formalina al 5% para luego ser identificados en laboratorio. Este muestreo se desarrolló en Las machas (Arica), Ike ike (Iquique) y Hornitos (Antofagasta, Mejillones).

Las muestras fueron analizadas en los laboratorios de la Universidad Católica del Norte, de manera de verificar la presencia de larvas de machas.

Para realizar la revisión de las muestras de plancton, estas fueron retenidas en un tamiz de malla Nyltal de 44 μ m, lavadas con agua potable y traspasadas a alcohol de 80°. Las larvas y postlarvas fijadas a colector, fueron extraídas cepillando en forma suave la malla Netlón dentro de una bandeja. El contenido de la bandeja fue recuperado, lavado y traspasado a alcohol de 80° como el caso anterior. Las muestras consideradas más abundantes fueron subdivididas con ayuda de un submuestreador Folsom. Las muestras fueron revisadas bajo lupa con aumento de 10x a 40x.

Con el fin de obtener información adicional a la ocurrencia de larvas de *M. donacium*, el resto de las larvas de bivalvos también fueron extraídas desde las muestras y clasificadas como: mitílidos y otros.

Para determinar la identidad específica de *M. donacium* y agrupar las otras especies se utilizaron caracteres tales como mancha ocular, simetría anteroposterior, proporción de

longitud y altura máxima y longitud de la charnela. Las características taxonómicas larvales específicas de *Mesodesma donacium* fueron establecidas a partir de la caracterización realizada por Fuentes (1988) y de la observación directa de larvas obtenidas a partir de tres cultivos realizados durante el desarrollo del presente proyecto en los meses de febrero, agosto y diciembre de 2007. Además, la determinación específica de las larvas asignadas a "macha" fue confirmada mediante la observación de los dientes del provínculo con microscopía electrónica de barrido (Fig. 14). Para esto, las larvas asignables a macha fueron lavadas cuatro a seis veces con agua destilada. Posteriormente, se disolvió la materia orgánica de las partes blandas exponiéndolas a hipoclorito de sodio diluido al 3 % durante una hora, aproximadamente. Luego de obtenidas las valvas abiertas estas fueron lavadas repetidamente con agua destilada y secadas en una estufa por 2 horas a 40°C. Las valvas secas fueron montadas en portaobjetos de bronce, cubiertas con oro en una Fine Coat Ion Sputter y finalmente observadas y fotografiadas en un microscopio JEOL T-300

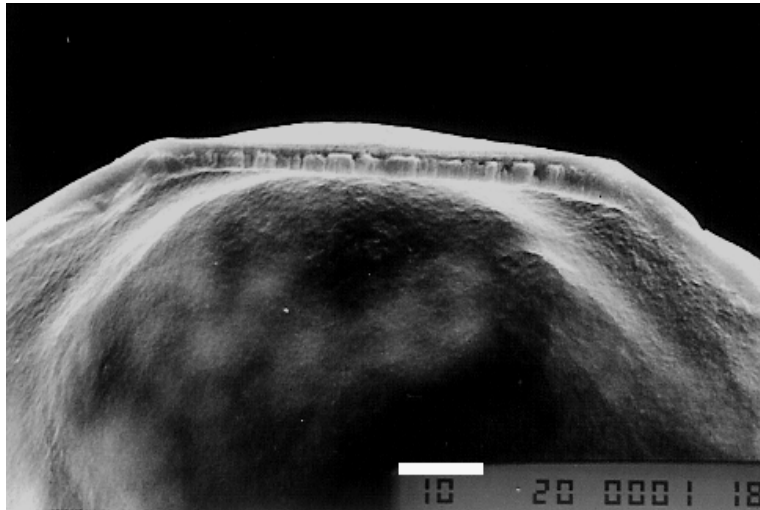


Figura 14. Detalle de la estructura del provínculo de una larva umbonada de *Mesodesma donacium*. (Barra: 10 μ m)

3.3.3 Estimación de reclutamiento de manera directa

La estimación directa del reclutamiento se abordó desde dos aproximaciones metodológicas, evaluación directa mediante core y el monitoreo mediante la instalación de colectores.

3.3.3.1 Evaluaciones directa con core

El muestreo se realizó con cores de 0.001 m^2 , en tres estratos repartidos entre la zona de lavado hasta aproximadamente los 50 cm de profundidad (0, 10 y 50 cm), durante la marea baja. En cada una de las estaciones se tomaron 10 muestras a con el core antes mencionado, filtrando a 2 mm de apertura de malla. En cada playa se realizaron 3 transectos, distribuidos cada 100 m. Las muestras retenidas después del cernido fueron fijadas en formalina (10%) y trasladadas a los laboratorios de la Universidad Católica del Norte para su posterior separación y análisis.

3.3.3.2 Monitoreo mediante colectores

Los colectores se instalaron mensualmente frente a la playa, en Arica, Ike ike y Hornitos, a una profundidad de 10-15 m, a 1 m por sobre el fondo. En cada sitio de muestreo se dispusieron 5 colectores paralelos a la línea de costa, los que permanecían en el agua durante una semana para luego ser levantados. Una vez retirados, los colectores fueron depositados en bolsas plásticas y fijados en formalina al 4% para su transporte a los laboratorios de la Universidad para su posterior análisis.

3.4 Experimento de repoblamiento

3.4.1 Traslado de machas.

Los individuos fueron extraídos desde el banco de machas del área de manejo Peñuelas A, en bahía Coquimbo el día 24 de Octubre a las 18:00 hrs.

Las machas fueron depositadas en bandejas plásticas que contenían aproximadamente 20 kg del recurso cada una.

Las machas salieron desde Coquimbo en un camión especialmente acondicionado para el traslado de mariscos, con hielo alrededor de las bandejas en las cuales estaban contenidas y en el piso, bajo los pallets en las cuales fueron transportadas. El traslado desde Coquimbo a Arica estuvo dentro del margen de tiempo planificado, demorando un total de 24 horas.

En Arica las machas fueron descargadas manualmente. Debido al mal estado del mar y a que el experimento fue realizado en horas de la noche, las machas fueron depositadas al mar desde el muelle de playa Chinchorro, a una distancia aproximada de entre 80 a 100 metros de la línea de costa, a una profundidad aproximada de 1 a 2 metros.

3.4.2 Monitoreo de los individuos repoblados

El monitoreo de las machas del experimento de repoblamiento fue realizado en los tres días posteriores al traslado de las machas, al sexto y al noveno día. Se realizaron inspecciones visuales por la orilla hasta una distancia aproximada de 500 metros hacia el norte y 300 por el sur. En el recorrido se registro la presencia de machas varadas.

Además se realizó inspección en la zona submareal mediante taloneo para buscar y verificar la presencia de machas (26 de octubre). Los días 27 y 28 de octubre, además de la inspección cualitativa antes descritas, se realizaron también 20 cores de 0,025 m² para cuantificar la cantidad de machas presentes en el sector.

Se realizaron inspecciones cualitativas a los 6 y 9 días posteriores al traslado (31 de octubre y 4 de noviembre), de manera de verificar la presencia de machas en el lugar del experimento

Las muestras obtenidas fueron fijadas para el posterior análisis histológico en laboratorio

3.4.3 Análisis histológico de la muestra de los individuos repoblados

Para evaluar la ocurrencia de eventuales desoves de los ejemplares trasladados de *M. donacium* desde la IV a la I Región se realizó un análisis histológico de las gónadas de los reproductores utilizados en el traslado. Primero, se tomó una muestra al azar, inicial de 40 ejemplares de cada una de las localidades de origen: San Pedro y Peñuelas. Al momento de arribar al destino y previo al ingreso de los reproductores al agua, se muestreó un número similar. En este muestreo se mantuvo la separación por origen y el número de ejemplares muestreados. Posteriormente, se realizaron muestreos colectando los ejemplares ya transplantados y mezclados al 1, 2, 3 y 10 días después de realizado el transplante. La muestra de cada ejemplar se tomó de manera inmediata sin desarenado previo y consistió en dos secciones transversales de la región gónada-hepatopáncreas procesadas mediante la técnica histológica corriente.

Para confeccionar la preparación histológica las muestras fueron fijadas en Davidson's por 24 horas y traspasadas a alcohol de 70°. Posteriormente, se incluyeron en parafina y se cortaron en secciones de 5 a 7 μ m de grosor. Las muestras montadas se tiñeron con la tinción básica, Hematoxilina-Eosina y fueron examinadas en un microscopio Lieder MC-133.

Para asignar las muestras a un estado de madurez, se confeccionó una escala basada en el trabajo sobre ciclo reproductivo de *M. donacium* publicado por Peredo et al. (1987) y las observaciones realizadas sobre las muestras obtenidas en este trabajo. En este estudio se reconocieron dos estados de madurez gonadal Madurez Máxima y Evacuado Intermedio o Parcial. Un total de 6 ejemplares correspondientes a los muestreos el 24 de octubre y 4 de noviembre no fueron asignados a estado debido a artefactos de la muestras, aunque el sexo fue reconocible.

3.5 Modelación Numérica del Transporte Larval en la zona de estudio

Para este estudio se usó el modelo numérico 3D de circulación oceánica conocido como ROMS (Shchepetkin y McWilliams, 2004), en particular la versión ROMS_AGRIF que permite anidar mallas de mayor resolución en los dominios de estudio. Se escogió esta herramienta dada las múltiples aplicaciones en la que ha sido validada, así como por la existencia de un grupo amplio y activo de usuarios y programadores. Como una primera aproximación se definió un dominio comprendido entre los $16-23^{\circ}$ S y los $70-76^{\circ}$ W, usando promedios mensuales para los principales forzantes en particular el esfuerzo del viento. La resolución espacial del modelo es de 9 km, el paso de tiempo de 600 segundos y el número de capas verticales fue de 32, distribuidas principalmente en la capa de mezcla superficial. Las condiciones de temperatura y salinidad iniciales fueron derivadas de la base de datos COADS05 (Da Silva et al, 1994), mientras que el esfuerzo del viento se promedió de las mediciones del sensor QuickScat.

El modelo fue iterado por un periodo de 10 años en el cual al término de cada año se volvía a aplicar el mismo forzamiento representativo de cada mes, siendo la única diferencia entre cada año la condición inicial a primero de Enero. Dado que se partió de una condición inicial climatológica, se estudió la evolución de la energía cinética promedio del modelo para definir cuando el modelo había alcanzado un estado “estacionario”; una oscilación anual alrededor de un valor promedio sin tendencia. En base a esto se eliminaron del análisis los primeros tres años calculados que se consideran como el “spin-up” del modelo.

Los patrones de circulación obtenidos fueron posteriormente ingresados al programa ROFF (ROMS Off-line, Carr et al, en prensa) el cual permite calcular la trayectoria de partículas lagrangianas pasivos, los cuales pueden ser liberados en distintos momentos, así como a distintas profundidades. En este caso se usaron seis localidades como punto inicial de la liberación de las partículas (Tabla V). Se estudió únicamente la trayectoria de las partículas en los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero (NDEF) y se limitó el cálculo de la trayectoria a un máximo de 30 días después de la liberación en el dominio.

Tabla V.- Posición de los puntos de liberación de larvas.

Localidad	Latitud	Longitud
Itata	22°55'46,55"S	70°18'13,62"W
Hornitos	22°55'4.50"S	70°17'29.60"W
Chipana	21°19'06,0"S	70°04'09.0"W
Ike ike	21° 8'57.90"S	70° 6'52.20"W
Arica	18°28'0"S	70°20'0"W
Tacna	18° 18'16,03"S	70°26'1859"W

3.6 Talleres participativos con los pescadores asociados a playas con actual presencia de machas

Los talleres se realizaron con las agrupaciones de pescadores de las caletas Hornitos, Chipana, San Marcos y Arica.

La metodología del taller incluyó una presentación inicial, en la cual se mostraron los principales resultados del proyecto (Anexo II)

Posterior a la presentación, se utilizó una técnica modificada del Gerente de Procesos (www.sas2.net) y lluvia de ideas, las cuales estuvieron basadas en una pregunta central y en un set de preguntas básicas que se derivan de esa pregunta central (Fig. 15).



Figura 15.- Esquema general de los ámbitos desarrollados en los talleres

El Gerente de Procesos es un método visual que ayuda a llevar a cabo una planificación gradual. El Gerente de Procesos integra las investigaciones en curso en las actividades del proyecto y utiliza un enfoque de escalas flexibles para ayudar a planificar y manejar las múltiples actividades y objetivos del proyecto. La Gerencia de Procesos, se adapta muy bien a situaciones que incluyen cadenas de *acción- reacción* y que son impredecibles.

La lluvia de ideas fue referida a las distintas soluciones, propuestas y/o ideas que fueron entregando los participantes a cada una de las preguntas propuestas

La pregunta central dice relación a cuales serían las acciones que ellos emprenderían en el caso de que apareciera macha en la costa y en distintos escenarios, es decir, en términos espaciales (cerca de la caleta, en playas alejadas o en toda la región) y en términos de distintos niveles de abundancia. Las preguntas en torno a las cuales se fueron desarrollando los talleres fueron las siguientes:

- Acceso al recurso (¿Quiénes pueden explotar?)
- ¿Cómo se hace para asegurar a los participantes?
- ¿Cómo explotaría? (¿Cómo se regula la extracción?)
- Acciones inmediatas

En el caso de Arica no fue posible realizar la exposición ni el taller, en su lugar se realizó una discusión con el Presidente de la organización y con dos representantes del antiguo grupo de macheros.

4 RESULTADOS

4.1 Identificación y caracterización de los bancos de macha que existieron en el pasado y que existen actualmente en la I y II Regiones.

4.1.1 Caracterización de los bancos pasados mediante registro fósil

4.1.1.1 Prospección y muestreo de sitios

A partir de enero del 2007, se recorrieron diferentes sitios entre la I y II región, tendientes a reconocer terrazas con depósitos fósiles, intensificando las labores de muestreo a partir de Julio una vez obtenidos el permiso respectivo, finalizando los últimos muestreos en noviembre de ese año en la zona comprendida entre Hornitos y Mejillones. A pesar de no estar comprometido en la propuesta inicial y a la luz de los primeros resultados obtenidos, se estimó pertinente ampliar el área de muestreo mas allá de los límites geográficos del país, extendiéndose hasta la ciudad de Ilo (17° 38' S/ 71° 20' W), Perú. Durante la estadía en dicho país, se obtuvo autorización para la realización de muestreos en zonas reconocidas por presencia de registros fósiles (paleontológicos), manteniendo todo el material obtenido en el mismo país.

A continuación, se describen algunos de los sitios característicos prospectados y muestreados durante el desarrollo del proyecto.

4.1.1.1.1 Pozo de lisas

Zona ubicada aproximadamente a 6 kilómetros al sur de la ciudad de Ilo (Figura 16). El sitio corresponde a una pequeña playa de arena, el cual presenta a lo largo de toda su extensión un pequeño acantilado (app 50 metros de altura), en el cual es posible ver en toda su extensión, diferentes capas con material fósil (Figura 17). Es posible identificar a lo menos 5 grandes capas, cuya amplitud varía entre 30 a 230 cm, con zonas intermedias que las separan, compuestas principalmente de arena fina y fango. La composición de especies varía a medida que se recorre el acantilado hacia las capas superiores, compuesto casi exclusivamente por machas en las capas más inferiores, incrementándose la proporción de almejas en las capas intermedias, hasta casi desaparecer en algunas capas superiores

(Figura 18), siendo reemplazado la macha por ejemplares de ostión del norte y navajuelas. El material, se observa en buen estado de preservación.

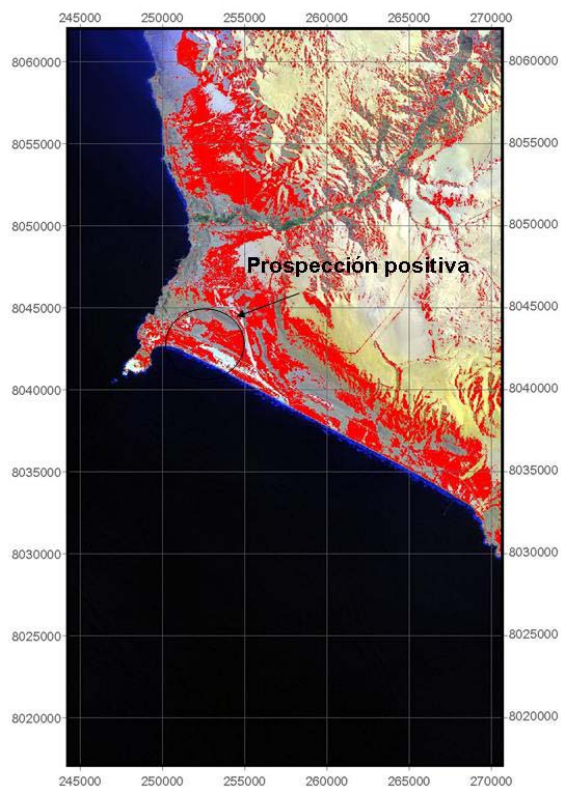


Figura 16. Sitio prospectado y muestreado con presencia de registros fósiles de macha. Pozo de Lisas.

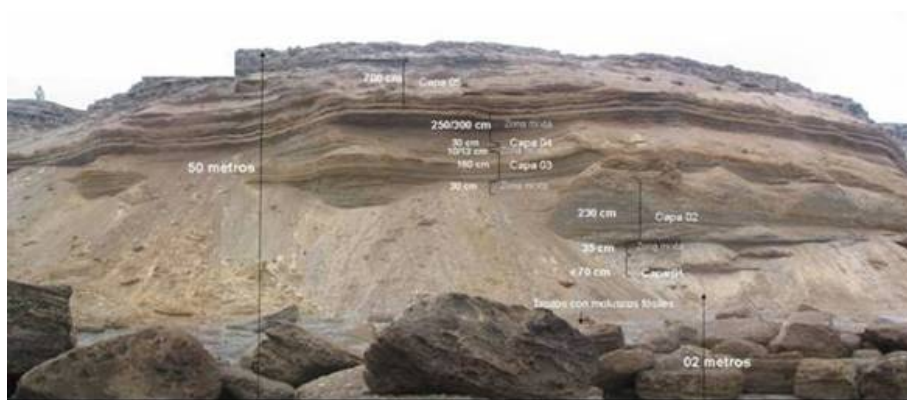


Figura 17. Vista general capas de fósiles del sector Pozo de Lisas, Perú.



Figura 18. Capas intermedias y superiores observadas en la zona correspondiente a Pozo de Lisas, Perú.

4.1.1.1.2 La Curva

Zona costera ubicada a aproximadamente 40 kilómetros al sureste de la ciudad de Tacna. La zona de muestreo, se ubica a aproximadamente a 1 kilómetro de la actual línea de costa (Fig. 19), y se extiende a lo largo de la carretera, en pequeñas zanjas con material a flor de terreno. La altura media de la zona no supera los 12 metros sobre el nivel del mar, extendiéndose aproximadamente unos 300 metros hacia el oeste. El material se encontró en buen estado de preservación, siendo empleado para la obtención de estructura de tallas (Figura 20).

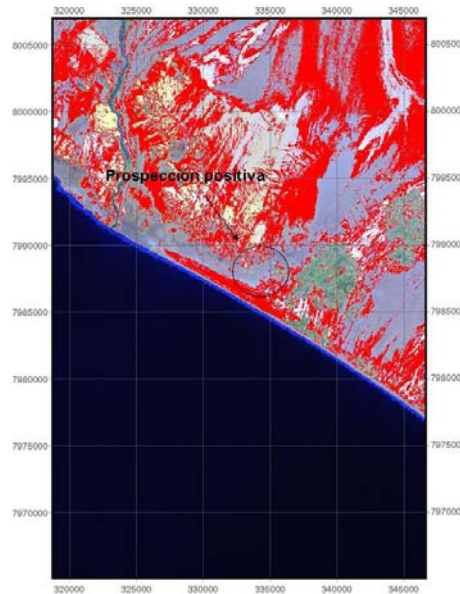


Figura 19. Sitio muestreado con presencia de registros fósiles de macha. La curva.

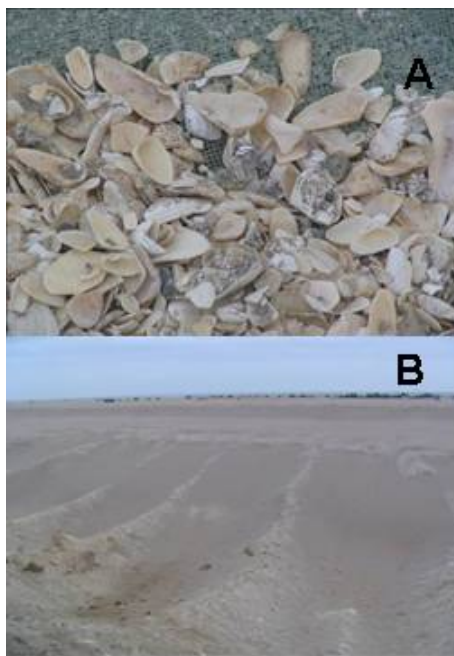


Figura 20. Muestras utilizadas para el análisis de estructura de tallas provenientes del sitio denominado la Curva; Perú.

4.1.1.1.3 Arica

Se revisaron dos zonas. La primera ubicada a unos 7 kilómetros al norte del centro de la ciudad de Arica y a unos 3 kilómetros al norte del río Lluta, mientras que el segundo sitio correspondió a un punto identificado como zona de fósiles en la carta geológica N° 84 de la Serie Geológica Básica disponible de la Subdirección Nacional de Geología, ubicado en las inmediaciones del Aeropuerto Chacalluta, Arica (Fig. 21). La primera zona corresponde a un acantilado costero ubicado a unos 1.000 metros de la línea costera de playa (Fig. 22 A), cuya capa inferior registra una altura de 8 metros sobre el nivel del mar. Es posible observar en toda su extensión diferentes capas con sedimento principalmente arcilloso y en algunas de estas capas se observan grava y rocas pequeñas, similares a las observadas en la desembocadura del río. Este acantilado se extiende por más de 3.5 kilómetros en forma paralela a la línea de costa disminuyendo gradualmente su altura hacia el norte. El material fósil, no es visible a simple vista siendo escaso y muy disgregado en las capas inferiores del acantilado.

El segundo sitio, presenta una altura similar a la primera zona (~8 metros sobre el nivel del mar) ubicándose de igual forma a unos 1.000 metros de la línea de costa. Acá el acantilado presenta una menor altura (2 metros), observando material a flor de suelo (Fig. 22 B), aunque en pobre estado de conservación (Fig. 22 C).

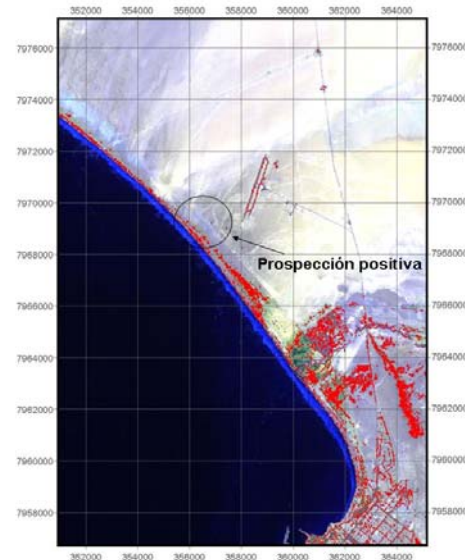


Figura 21. Sitio prospectado con presencia de registros fósiles de macha. Arica.

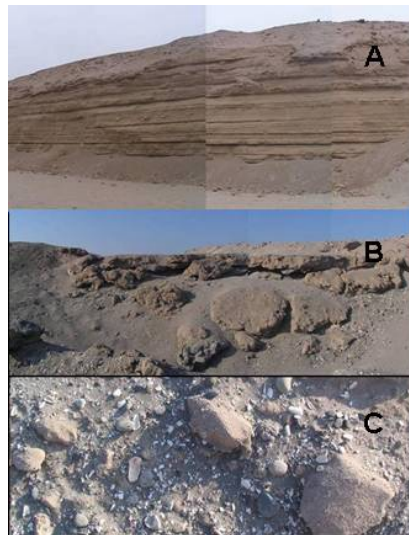


Figura 22. Sitios prospectados en Arica. A) Zona de acantilados cercano a la desembocadura del Río Lluta, B) Sitio identificado en la carta geológica N° 84 de la Subdirección Nacional de Geología y C) Conchas en pobre estado de preservación.

4.1.1.1.4 Playa el Aguila

La zona prospectada, corresponde a un acantilado costero de unos 4 metros de altura, ubicado a unos 65 kilómetros al sur de la ciudad de Iquique (Fig. 23). El ancho de banda de observación de fósiles, se extiende aproximadamente unos 150 metros, no superando más allá de los 25 metros sobre el nivel del mar. La playa presenta una extensión aproximada de 2 kilómetros, y es posible observar restos de machas fósiles ya desde los 3 metros sobre el nivel del mar a unos 150 metros de la línea de costa, donde el sustrato corresponde principalmente a arena fina. En el sitio de acantilado, es posible observar a lo menos 4 capas (Fig. 24 A), con material sedimentario mucho mas compacto, conchuelas y abundante cantidad de sal que dificulta cualquier manipulación del material presente (Fig. 24 B).

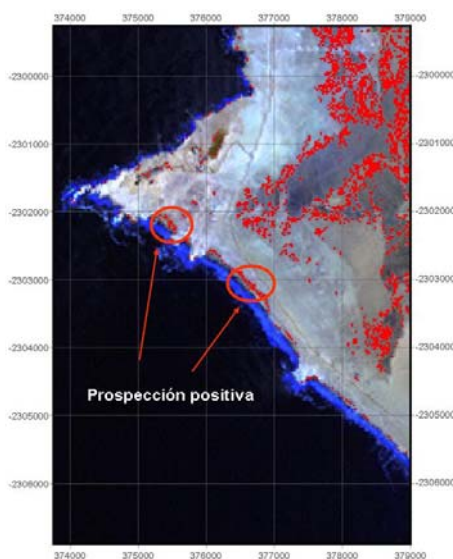


Figura 23. Sitio prospectado con presencia de registros fósiles de macha. Playa El Aguila, I región.



Figura 24. Zona prospectada en el sector El Aguila A) Zona de acantilados B) Restos fósiles recurso macha.

4.1.1.1.5 Mejillones

En esta zona, se analizaron dos sitios, ubicados sobre una quebrada costera y zanjas pequeñas, perpendiculares a la línea de costa (Fig. 25), el primer sitio se observó material, ya a partir de los 80 metros desde la línea de costa, mientras el segundo sitio se observó material a partir de 1.500 metros alejado de la línea de costa. Ambos sitios analizados presentaban abundante material fósil, pero no fue posible identificar la presencia de machas, abundado ejemplares de *Argopecten purpuratus*, *Concholepas concholepas*, *Thais chocolata* y *Tagelus tombeii* entre otras especies de fondo duro y blando. El primer sitio (Fig. 26 A), es el que presenta material mas abundante, observándose una sola gran capa extremadamente compacta (~ 50 cm) con presencia de especies de fondo duro y blando.

El segundo sitio corresponde más bien a pequeñas zanjas perpendiculares a la línea de costa, donde es posible observar material fósil a flor de suelo, compuesto principalmente por especies de fondo blando (Fig. 26 B).

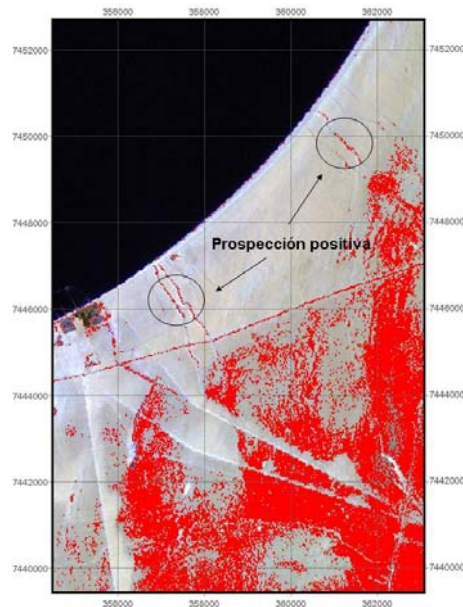


Figura 25. Sitio prospectado con presencia de registros fósiles de macha. Mejillones, II región.

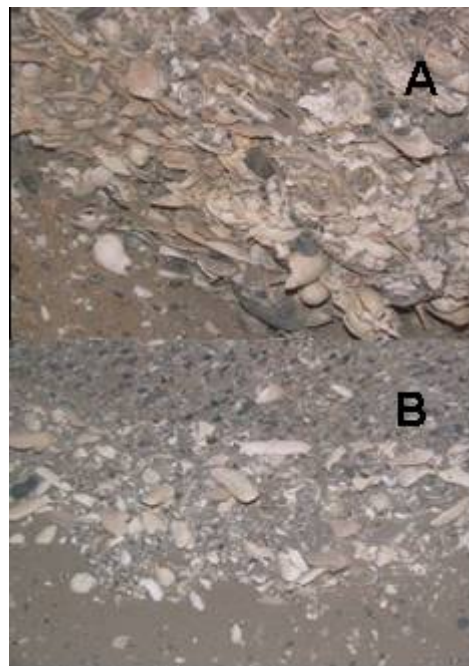


Figura 26. Material fósil visible de las áreas prospectadas en el sector Mejillones A) Sitio 1 B) Sitio 2.

4.1.1.2 Análisis espacio-temporal de la distribución, abundancia regional, y estructura de talla de bancos de macha a lo largo del norte grande y centro de Chile a través de registros fósiles.

La ocurrencia de macha muestra un claro incremento a través del tiempo evolutivo durante los últimos 4.5 millones de años. El mejor GLM incluyó sólo el efecto de la edad de los ensamblajes, descartando efectos aditivos o multiplicativos de la latitud, tanto al usar todo el set de datos (coeficiente = -0.0009, $P < 0.0001$, AIC = 286), como al restringir el análisis a la zona del Norte Grande (coeficiente = -0.0025, $P = 0.0063$, AIC = 135.3).

Se evidenciaron al menos 2 fases en la distribución espacial de la macha a través del tiempo evolutivo (Fig. 27). En una primera fase, durante el Plioceno (hace 2-5 millones de años A.P.), la macha estuvo geográficamente restringida, ubicándose sólo entre los 27-32°S. La especie no está presente en depósitos del Pleistoceno temprano (ca. 1 millón de años A.P.), aunque estos depósitos están geográficamente restringidos al área de Antofagasta. Es entre este período y los 400 mil años A.P. en que se produce la expansión geográfica de la macha. Es así que en una segunda fase, hacia el Pleistoceno medio (< 400 mil años A.P.) la especie aparece registrada desde el sur del Perú hasta el centro de Chile (el área conocida con depósitos Pleistocénicos fosilíferos).

Durante el Pleistoceno tardío (ca. 120 mil años A.P.) la especie incrementa su ocurrencia espacial, siendo registrada en la gran mayoría de los sitios del norte de Chile. Hacia el Holoceno (<10 mil años A.P.) la especie es registrada desde el norte del Perú (8°S) al centro sur de Chile (36°S), pero esta expansión en la distribución sería sólo reflejo de la inclusión de conchales indígenas en zonas con ausencia de depósitos Pleistocénicos. De hecho, la ocurrencia de la macha parece no haber incrementado durante los últimos 400 mil años en la región (modelos GLM no significativos para los efectos de edad y latitud).

La presencia de macha durante el Holoceno parece ser más bien continua en el centro de Chile (32°S), con una ocupación continua de casi 7 mil años. Un patrón similar se aprecia en el norte del Perú (8°S) aunque en este caso existen breves períodos de aparente desaparición de la macha. Existe mucho menos información para el Holoceno en la zona del Norte Grande de Chile, aunque ella confirma la presencia de macha en varios sitios. En ensamblajes actuales, se detectó presencia de macha desde el centro de Perú hasta el sur de Chile.

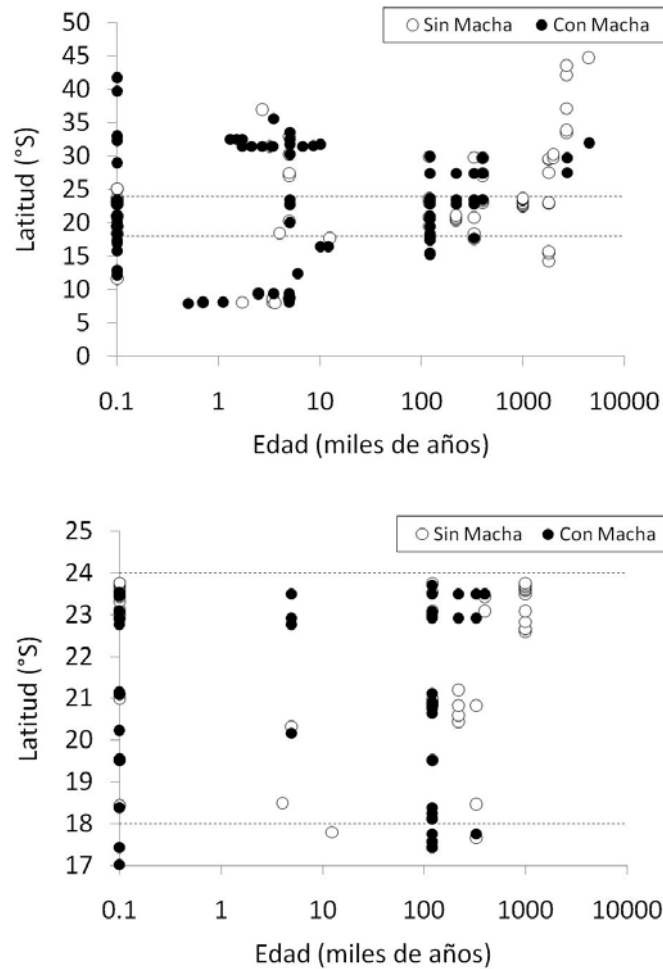


Figura 27. Distribución espacio-temporal de la macha a lo largo de la costa Pacífica de Sudamérica, para 3 zonas geográficas (Perú, Chile-Norte Grande, Chile-Centro sur), durante los últimos 2 millones (panel superior). En el panel inferior se muestra en más detalle la zona del Norte Grande Chile (ca. 18-24°S) (ver Tabla 1). Note que los ejes horizontales se presentan en escala logarítmica.

La abundancia relativa de la macha, medida como proporción de ocupación de sitios, no exhibió mayores cambios durante los últimos ca. 120 mil años (Fig. 28). La proporción de ocupación de sitios fue en promedio de un 55 %. Aunque los valores medios mostraron leves tendencias temporales dentro de cada región geográfica y a través del tiempo, los intervalos de confianza (95%) se sobrelaparon mayormente. Los modelos de ocupación de sitios confirmaron esta conclusión (Tabla VI).

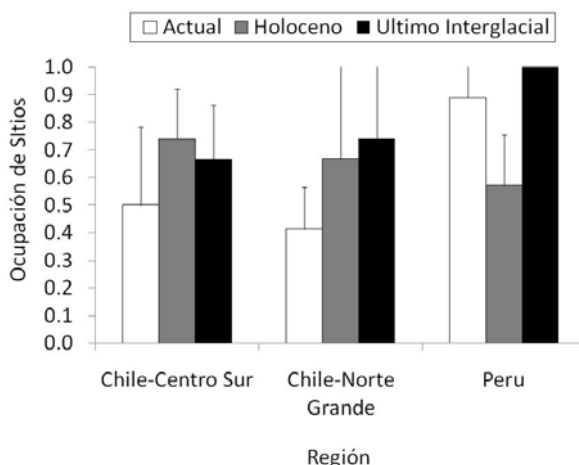


Figura 28. Cambios espacio-temporales en la ocupación de sitios (i.e. proporción de sitios ocupados) de la macha, desde el Pleistoceno tardío (ca. 120 mil años A.P.) hasta la actualidad, en las 3 zonas geográficas señaladas en la Fig 1. Las barras muestran los intervalos de confianza binomiales del 95 %.

Tabla VI. Resumen del análisis de ocupación de sitios, para toda la región de estudio. Los modelos consideran probabilidades de ocupación constantes (ψ) y variables ($\psi(T)$), colonización constante (γ) y variable ($\gamma(T)$), extinción constante (ϵ) y variable ($\epsilon(T)$), y detección constante ($p()$). En algunos modelos se incluyó el efecto de la latitud, lineal (LAT) y cuadrático (LAT2), via probabilidades de ocupación y/o colonización. Los mejores modelos ($dAIC [\delta] < 2$ y $AIC p[\text{peso}] > 0.25$) se indican en negrillas Par (parámetros), Ver (verosimilitud).

Modelo	AIC	dAIC	AIC p	Ver	Par	(-2*LogLike)
$\psi, \gamma(T), \epsilon(), p()$	164.37	0	0.3539	1	5	154.37
$\psi, \gamma(), \epsilon(), p()$	164.94	0.57	0.2662	0.752	4	156.94
$\psi, \gamma(), \epsilon(T), p()$	166.48	2.11	0.1232	0.3482	5	156.48
$\psi, \gamma(T), \epsilon(T), p()$	166.72	2.35	0.1093	0.3088	6	154.72
$\psi(), \gamma(), \epsilon=1-\gamma, p()$	168.4	4.03	0.0472	0.1333	3	162.4
$\psi, \gamma(T * LAT * LAT2), \epsilon(T * LAT * LAT2), p()$	169.62	5.25	0.0256	0.0724	10	149.62
$\psi(T), \gamma(T), p()$	169.92	5.55	0.0221	0.0623	5	159.92
$\psi(T), \gamma(), p()$	169.92	5.55	0.0221	0.0623	5	159.92
$\psi(), \gamma(), p()$	170.1	5.73	0.0202	0.057	3	164.1
$\psi(), \gamma(T), p()$	171.8	7.43	0.0086	0.0244	4	163.8
$\psi(T * LAT), \gamma(), p()$	176.09	11.72	0.001	0.0029	6	164.09
$\psi(T * LAT * LAT2), \gamma(), p()$	177.2	12.83	0.0006	0.0016	7	163.2
$\psi(T), \epsilon(), p()$	193.09	28.72	0	0	5	183.09
$\psi(T), \epsilon(T), p()$	194.18	29.81	0	0	6	182.18
$\psi(), \epsilon(), p()$	282.47	118.1	0	0	3	276.47
$\psi(), \epsilon(T), p()$	282.47	118.1	0	0	3	276.47

De los 16 modelos analizados, los 2 modelos más plausibles incluyeron probabilidades de ocupación y extinción local invariantes en el tiempo. Sin embargo, una probabilidad de colonización también aparece como plausible. Las conclusiones se mantienen al restringir los análisis a la región del Norte Grande (Tabla VII), donde el mejor modelo incluye probabilidades de ocupación, colonización, y extinción invariantes en el tiempo.

Tabla VII. Resumen del análisis de ocupación de sitios, considerando sólo la región del Norte Grande de Chile. Los modelos consideran probabilidades de ocupación constantes (ψ) y variables ($\psi(T)$), colonización constante (γ) y variable ($\gamma(T)$), extinción constante (ϵ) y variable ($\epsilon(T)$), y detección constante (p). En algunos modelos se incluyó el efecto de la latitud, lineal (LAT) y cuadrático (LAT²), via probabilidades de ocupación y/o colonización. Los mejores modelos ($dAIC [\delta] < 2$ y $AIC p[\text{peso}] > 0.25$) se indican en negrillas.

Modelo	AIC	dAIC	AIC p	Verosimilitud	Parámetros	(-2*LogLike)
$\psi, \gamma(), \epsilon(), p()$	72.26	0	0.3044	1	4	64.26
$\psi, \gamma(T), \epsilon(), p()$	74.14	1.88	0.1189	0.3906	5	64.14
$\psi(T), \epsilon(), p()$	74.14	1.88	0.1189	0.3906	5	64.14
$\psi(), \gamma(), \epsilon=1-\gamma, p()$	74.24	1.98	0.1131	0.3716	3	68.24
$\psi, \gamma(), \epsilon(T), p()$	74.26	2	0.112	0.3679	5	64.26
$\psi(), \gamma(), p()$	75.29	3.03	0.0669	0.2198	3	69.29
$\psi(), \epsilon(), p()$	75.29	3.03	0.0669	0.2198	3	69.29
$\psi, \gamma(T), \epsilon(T), p()$	76.14	3.88	0.0437	0.1437	6	64.14
$\psi(), \gamma(T), p()$	77.29	5.03	0.0246	0.0809	4	69.29
$\psi(), \epsilon(T), p()$	77.29	5.03	0.0246	0.0809	4	69.29
$\psi(T), \epsilon(T), p()$	81.53	9.27	0.003	0.0097	6	69.53
$\psi(T), \gamma(T), p()$	81.97	9.71	0.0024	0.0078	6	69.97
$\psi(T), \gamma(), p()$	85.33	13.07	0.0004	0.0015	5	75.33

La talla media de la macha mostró notables cambios desde el Pleistoceno hasta el reciente (ANOVA, $F_{2,13869} = 4481.117$, $P < 0.001$). Durante el Pleistoceno la talla media fue de solo 32 mm, casi un 60 % menor al valor medio de 78 mm observado durante el Holoceno. Desde el Holoceno al reciente, la tendencia se revirtió en parte, y así en ejemplares modernos la talla media fue de 61 mm (Fig. 29). Las mismas tendencias se atestiguaron al analizar los valores máximos de talla (tallas máxima Pleistoceno = 88 mm,

Holoceno 110.8 mm, reciente = 88 mm). Las variaciones en la talla fueron, además, altamente significativas entre sitios anidados dentro ventanas de tiempo (ANOVA, $F_{9,13869} = 29.736$, $P < 0.001$, Fig. 30). Así por ejemplo, la talla media entre sitios Pleistocénicos varió entre 29-50 mm, mismo rango de variación observado durante el Holoceno (talla media = 50-85 mm) y en ensamblajes actuales (talla media = 55-61 mm).

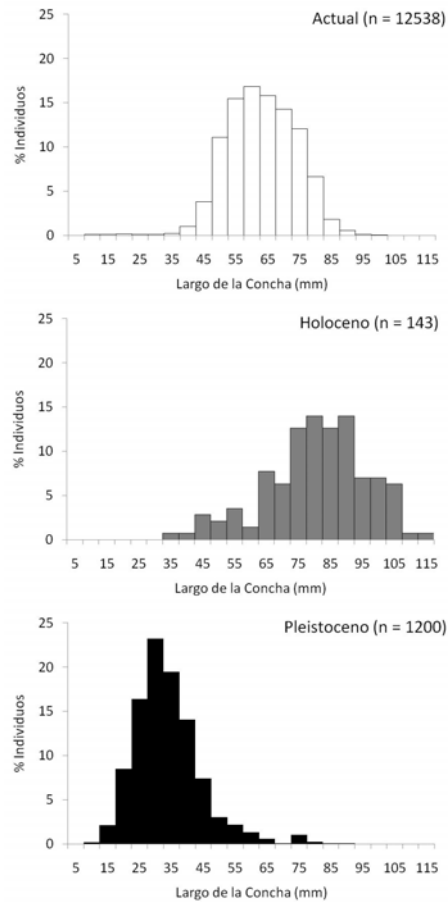


Figura 29. Distribución de frecuencias de talla de la macha en ensamblajes actuales, y en ensamblajes fósiles Holocénicos (ca. 5 mil años) y Pleistocénicos tardíos (ca. 120 mil años A.P.).

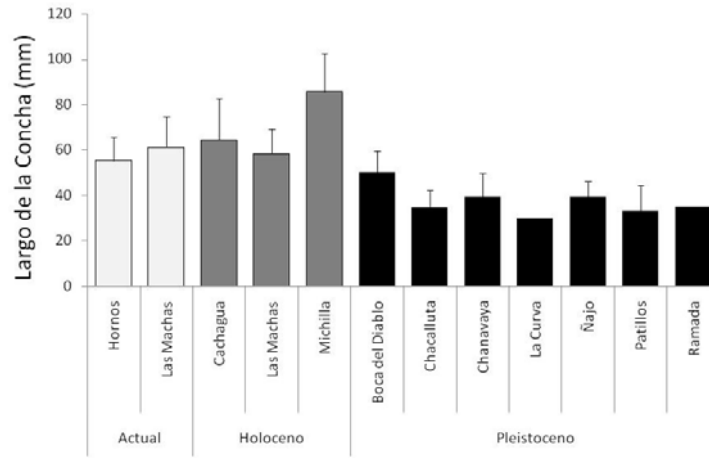


Figura 30. Talla promedio de la macha en sitios modernos, Holocénicos (ca. 5 mil años), y Pleistocénico tardíos (ca. 120 mil años A.P.). Las barras indican 1 desviación estándar.

El análisis tafonomico reveló que los cambios evolutivos en la talla media de la macha no emergerían como resultando de sesgos tafonómicos. Casi la totalidad de las conchas (99.4 %) fueron clasificadas en condición “Pobre” o “Regular”. Más de un 50 % de las conchas estuvieron en condición “Pobre” en los sitios Michilla (de edad Holoceno) y Chacalluta (de edad Pleistoceno tardío). En el sitio La Curva, la tendencia se revirtió, y un 90 % de las conchas tuvo una clasificación de “Regular” (Fig. 31). No obstante lo anterior, la talla media de conchas con diferente estado de preservación no exhibió diferencias significativas en 2 de los 3 sitios analizados (Chacalluta, ANOVA, $F_{1,284} = 0.815$, $P = 0.36$; Michilla, ANOVA, $F_{1,92} = 0.381$ $P = 0.539$). En el caso del sitio La Curva, el sitio mas intensamente muestreado ($n = 1445$), las diferencias fueron significativas ANOVA, $F_{1,1443} = 11.076$, $P < 0.001$). Sin embargo, en este caso la talla media de las conchas clasificadas en estado de preservación “Pobre” (talla = 31.9) fue apenas 3.1 mm mayor a la de aquellas clasificadas en estado “Regular” (promedio = 28.3 mm). Esta diferencia constituye apenas un 6.7 % de la diferencia promedio de 45 mm observada entre las conchas Pleistocénicas y Holocénicas.

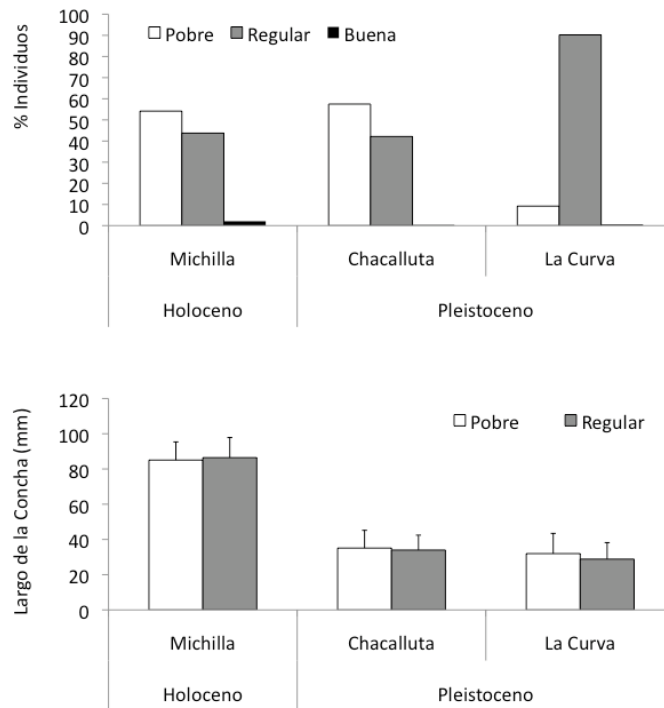


Figura 31. Análisis tafonómico de conchas fósiles de machas en 3 sitios Cuaternarios. A) Porcentaje de conchas cada categoría de preservación (“Buena”, “Regular, y “Pobre”, ver Tabla 3). Las barras corresponden a intervalos de confianza binomiales del 95 %. B) Talla promedio de machas fósiles de acuerdo a su categoría tafonómica (excluyendo la categoría “Buena”). Las barras indican 1 desviación estándar.

4.1.2 Identificación y caracterización de los bancos actuales

A continuación se realiza una revisión general de lo observado playa por playa en las distintas campañas de terreno realizadas. Se debe señalar que las machas observadas en las playas antes mencionadas corresponden sólo a la presencia de individuos adultos aislados en Ike ike y Hornitos y no configuran un banco explotable. Además en Hornitos y Arica, también se observó la presencia de juveniles.

En sentido norte-sur, las playas revisadas corresponden a:

- Tacna
- Arica
- Vitor
- Camarones
- Pisagua (tres playas)
- San Marcos
- Ike ike
- Taltal (tres playas)
- Hornitos
- Mejillones
- Mar brava
- El Águila norte
- Chipana
- Pabellón de Pica

Las playas monitoreadas fueron caracterizadas en términos morfodinámicos y de la macroinfauna presente. En aquellas playas en las cuales se observó la presencia de machas o conchas de machas recientes se tomaron muestras de infauna para caracterizarlas biológicamente.

A continuación se da cuenta de la información procesada hasta el momento en cada playa y en sentido latitudinal norte-sur

4.1.2.1 Tacna

En Tacna se observó una población relativamente densa de machas, registrándose la presencia de machas adultas, no así de juveniles. En reuniones sostenidas con el personal de Imarpe, Ilo en el mes de diciembre, nos señalaron que en monitoreos permanentes que llevan del banco de Tacna, han evidenciado una recuperación del recurso. La mayor concentración de machas se ha encontrado en el sector sur de la playa de Tacna, donde el recurso se encuentra formando un banco, sin embargo, no han evidenciado la presencia de individuos juveniles.

4.1.2.2 Arica

En Arica la playa se muestreó y caracterizó a lo largo de 8 transectos, distribuidos como lo muestra la Figura 32. Se observó la presencia de juveniles, directamente en terreno, en el sector de Chorrillos (T1). La playa fue revisada hasta el sector denominado "El Camellón", lugar hasta el cual el Ejército de Chile nos autorizó a muestrear (T8). No se observó la presencia de machas juveniles o adultas en el resto de la playa. Sin embargo, se observó la presencia de conchas recientes y antiguas a lo largo de todo el sector muestreado.



Figura 32.- Distribución de los transectos de muestreo a lo largo de la playa Las Machas, en Arica

La Tabla VIII muestra los resultados de los parámetros medidos para caracterizar la playa de Arica en cada uno de los transectos. De acuerdo a los valores registrados, la playa es de tipo intermedio. Solo en el transecto 4 la playa presentó características de playa disipativa, esto debido a su baja pendiente. Por otro lado, en el transecto 1 la playa si bien es de tipo intermedio, está muy cercana a tener valores del Índice de Dean que caracterizan a playas de tipo reflectivas ($ID=1,0$). Los valores promedio de altura de olas más altos se observaron entre los transectos T4 a T7, con un máximo de 1,70 cm en el T6

Tabla VIII.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en playa Las Machas, Arica (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)

Localidad	Ws (cm/s)	T (s)	H (cm)	Indice de Dean	Tipo playa
Arica T1	3,25	12	46,6	1,20	intermedio
Arica T2	2,37	12	89,2	3,14	intermedio
Arica T3	2,54	8,6	111,6	5,10	intermedio
Arica T4	2,54	10	156,2	6,15	disipativa
Arica T6	4,14	12	170,1	3,43	intermedio
Arica T7	3,96	15	147,3	2,48	intermedio
Arica T8	3,07	12	128,8	3,50	intermedio

En la Fig. 33 se pueden apreciar los distintos perfiles de playas que fueron realizados a lo largo de la zona de muestreo, en ella se puede observar que en el transecto 4 la playa presentó la menor pendiente entre todos los sectores muestreados.

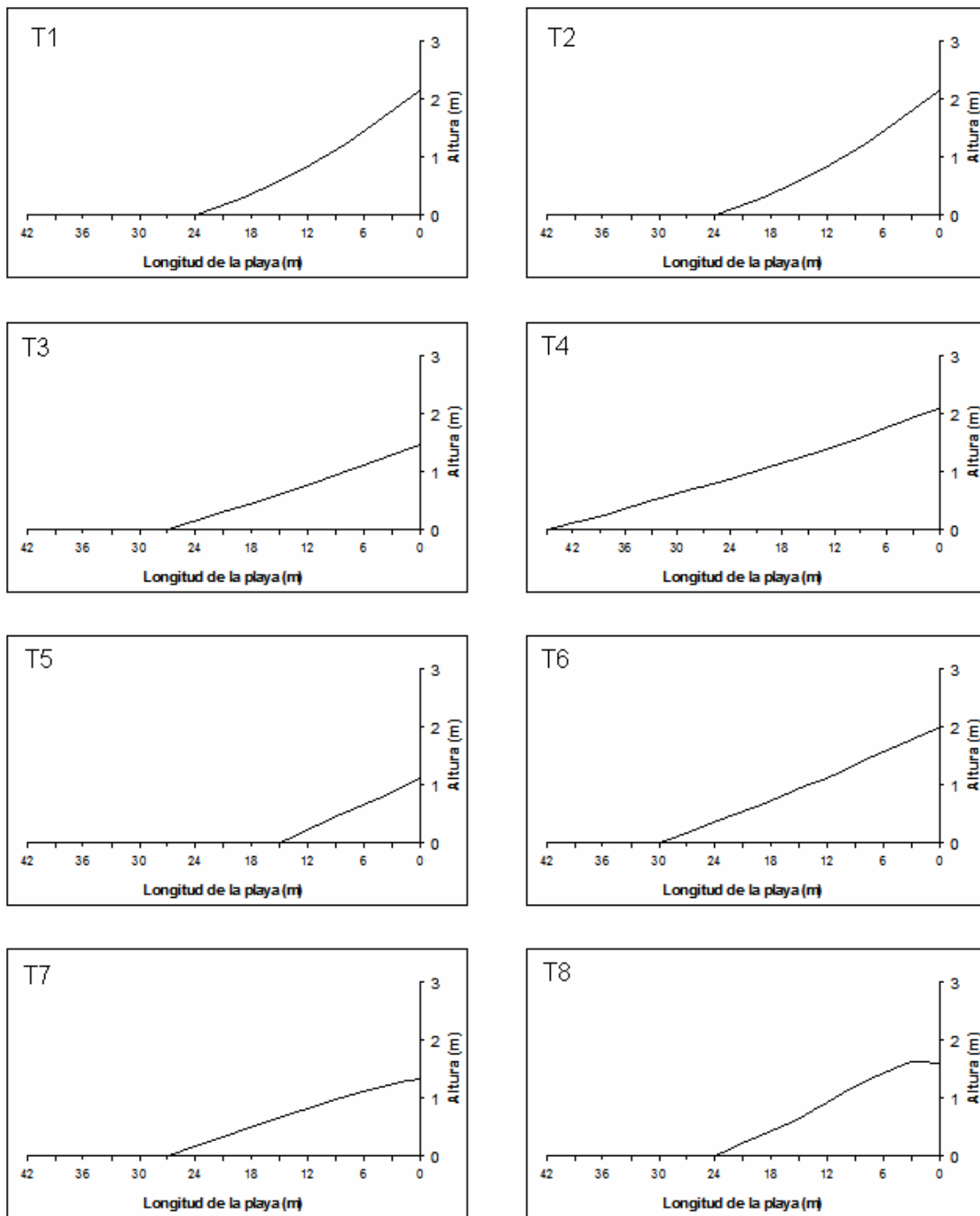


Figura 33.- Perfiles de playa realizado en los transectos de muestreo a lo largo de la playa Las Machas, Arica

Caracterización biológica de la playa

El sector muestreado estuvo representado por cinco grupos taxonómicos (Nemertea, Polychaeta, Mollusca, Crustacea y Echinodermata). El grupo más representado fueron los Crustaceos, con 11 taxa. El organismo de mayor abundancia correspondió a *Emerita analoga*, observada a lo largo de toda la zona de estudio, con excepción del Transecto 1 (Tabla IX). *E. analoga* también presentó la mayor dominancia del sector estudiado. Las mayores densidad corresponden al sector ubicado entre los transectos 5 al 7, que presentan también los valores más altos de altura de ola.

Tabla IX.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Arica

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Total		Dominancia (%)
									MEDIA	DS	
NEMERTEA											
Hoplonemertino	2	8	0	4	0	0	12	8	4,3 ± 4,59		0,66
Heteronemertino	2	26	24	4	16	6	16	10	13,0 ± 9,01		2,03
POLYCHAETA											
Dispio sp.(spionidae)	40	24	14	0	10	2	0	2	11,5 ± 14,25		1,79
Glyceridae	2	26	20	0	36	16	50	60	26,3 ± 21,45		4,09
Nephtyidae	6	8	4	2	2	4	6	12	5,5 3,34		0,86
Paraonidae	60	0	0	0	0	0	0	0	7,5 21,21		1,17
Capitellidae	2	2	0	0	0	0	0	0	0,5 0,93		0,08
MOLLUSCA											
Donax sp.	2	4	4	0	2	0	0	0	1,5 ± 1,77		0,23
Mesodesma donacium	12	12	0	0	0	0	0	0	3,0 ± 5,55		0,47
CRUSTACEA											
Amphipoda	0	0	0	0	0	2	0	0	0,3 ± 0,71		0,04
Callianassa garthi	0	6	2	0	2	0	2	0	1,5 ± 2,07		0,23
Caridea	0	6	0	0	0	0	0	0	0,8 ± 2,12		0,12
Emerita analoga	0	42	304	616	524	1490	1028	148	519,0 ± 519,91		80,87
Excirolana braziliensis	0	0	0	0	0	6	0	4	1,3 ± 2,38		0,19
Lepidopa chilensis	0	0	4	6	0	4	0	8	2,8 ± 3,20		0,43
Myscidaceo	0	2	0	2	0	0	0	10	1,8 ± 3,45		0,27
Pinnixa chiloensis	0	0	2	10	8	4	4	0	3,5 ± 3,82		0,55
Pinnixa Valdiviensis	0	0	2	2	0	2	0	0	0,8 ± 1,04		0,12
Pinnixa sp.	0	2	6	10	0	4	2	8	4,0 ± 3,70		0,62
Pagurus sp.	12	0	8	0	0	0	0	2	2,8 ± 4,65		0,43
ECHINODERMATA											
Holoturia	2	0	0	0	0	0	0	0	0,3 ± 0,71		0,04
Ophiuridae	42	190	6	0	0	0	0	4	30,3 ± 66,11		4,71

Los moluscos estuvieron representados por dos taxa, los bivalbos *M. donacium* y *Donax* sp. La macha sólo fue observada en los dos primeros transectos de la zona de estudio.

A lo largo de la zona muestreada, se observó una relación inversa entre la densidad de *Emerita analoga* y la densidad de *Mesodesma donacium* (Fig. 34) Existe un aumento de la densidad del crustaceo en aquellos transectos en los cuales no se encuentra la macha. Sin embargo, el progresivo aumento en la abundancia de *E. analoga* llega hasta el T6, a partir del cual se aprecia una fuerte disminución de la densidad.

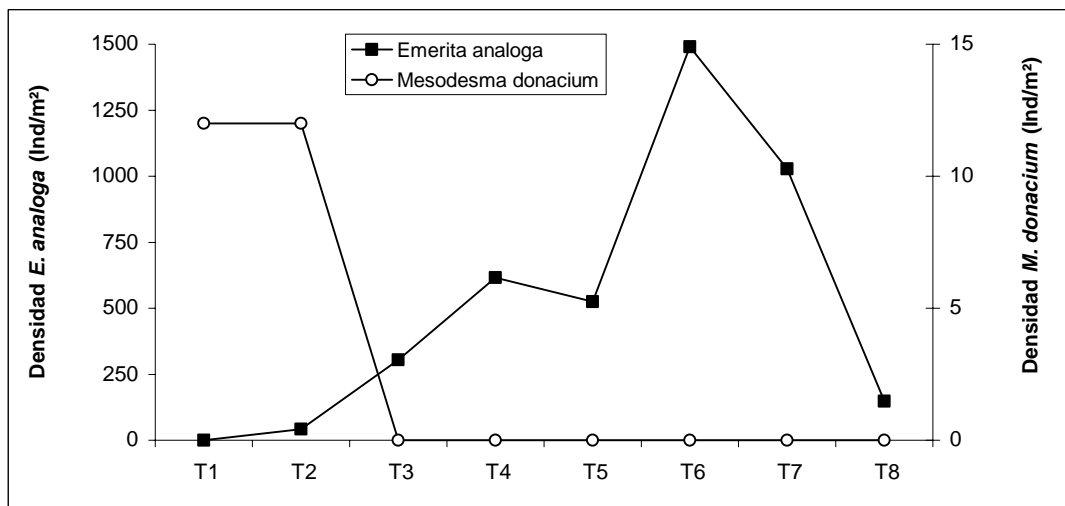


Figura 34.- Abundancia de *Mesodesma donacium* y *Emerita analoga* a lo largo de la zona muestreada.

El análisis de conglomerados (Fig. 35) muestra que los transectos T7 y T5 son los que presentan la mayor similitud en términos de la composición de especies (Índice de similitud de 77%), seguido de los T6 y T3, con un 71,3% de similitud. Los dos conglomerados antes mencionados se unen al T4 con un 63,7% de similitud. Las mayores diferencias fueron observadas en relación a los T2 a T8 con respecto al T1, esto es esperable por cuanto el Transecto T1 está ubicado en el sector más protegido de la playa, se encontró dominado por poliquetos y presentó una baja diversidad de crustaceos, representados exclusivamente por un taxón (*Pagurus* sp.)

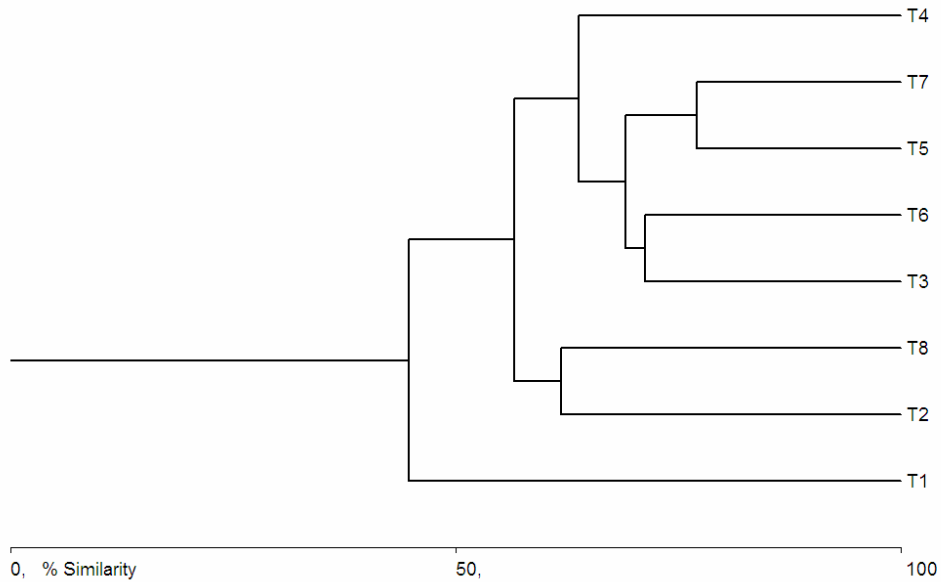


Figura 35.- Análisis de conglomerados de la composición de infauna de los transectos muestreados en playa Las Machas, Arica.

4.1.2.3 Vitor

Vitor corresponde a una pequeña playa, de fuerte pendiente y bastante expuesta. No se observó la presencia de machas ni de conchas en el entorno de la playa. Tampoco se da cuenta de registros fósiles. Debido a la ausencia de registros de machas no se realizó muestreo de caracterización de comunidades

4.1.2.4 Camarones

En camarones se realizó un recorrido a lo largo de la playa a distintas alturas de intermareal en busca de registros de machas. No se observó la presencia de conchas ni recientes ni antiguas a lo largo del recorrido. Debido a la ausencia de evidencias de machas, en Camarones no se realizó muestreo de caracterización de comunidades.

4.1.2.5 Pisagua

En el sector de Pisagua se prospectaron tres playas distintas, las cuales fueron denominadas como Pisagua rio, Pisagua medio y Pisagua norte (Fig. 36). La búsqueda

mediante taloneo dio resultados negativos en las tres playas, sin embargo, en las tres playas se observó la presencia de antiguos conchales de machas. No se observaron conchas de machas recientes (con periostraco).



Figura 36.- Distribución de los sitios de muestreo en el sector de Pisagua

Las tres playas muestreadas en este sector son de tipo intermedia, con índices de Dean que fluctuaron entre 1,37 en Pisagua río a 2,08 en Pisagua norte (Tabla X). Los valores de altura de ola mayores fueron observados en Pisagua medio, donde se registró una altura promedio de 105,3 cm

Tabla X.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en Pisagua (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)

Localidad	Ws (cm/s)	T (s)	H (cm)	Indice de Dean	Tipo playa
Pisagua norte	3,60	12	89,8	2,08	intermedio
Pisagua medio	3,96	15	105,3	1,77	intermedio
Pisagua río	3,25	15	66,7	1,37	intermedio

Los perfiles de las playas muestreadas se pueden observar en la Fig. 37. En ellas se puede apreciar que la mayor pendiente se observó en Pisagua norte, mientras que la playa con menor pendiente fue Pisagua medio.

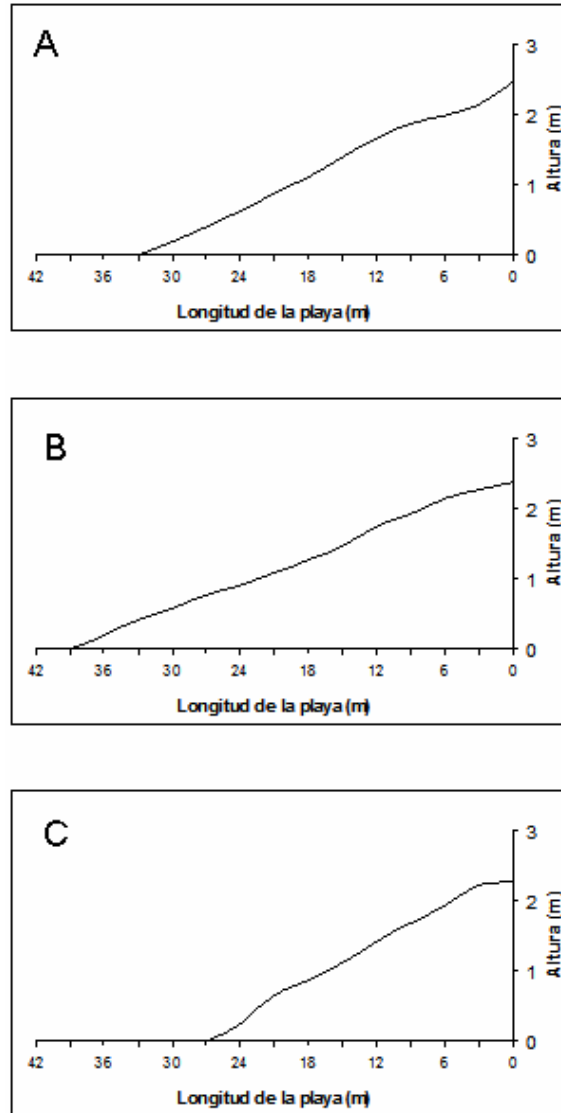


Figura 37.- Perfiles de playa realizados en el sector de Pisagua (A) Pisagua río, (B) Pisagua medio y (C) Pisagua norte.

Caracterización biológica de la playa

En las muestras de arena tomadas desde las playas prospectadas no se observó la presencia de *Mesodesma donacium* (Tabla XI). De hecho, en Pisagua sólo se encontraron representados dos grupos taxonómicos, Polychaeta y Crustacea. El grupo que presentó la mayor diversidad de taxa fueron los crustaceos, con seis taxa. *E. analoga* fue la especie dominante, con una densidad promedio de $1272 \pm 2523,1$ ind/m² de la playa, con un 95,5% de dominancia.

Tabla XI.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Pisagua.

	MEDIA	SD	DOMINANCIA (%)
POLYCHAETA			
Spionidae	2 ±	4,0	0,2
Lumbrineridae	2 ±	4,0	0,2
Glyceridae	6 ±	7,7	0,5
Nephtyidae	16 ±	17,3	1,2
			0,0
CRUSTACEA			
Amphipoda	2 ±	4,0	0,2
Blepharipoda spinimana	8 ±	9,5	0,6
<i>Emerita analoga</i>	1272 ±	2523,1	95,5
<i>Lepidopa chilensis</i>	6 ±	6,5	0,5
<i>Pinnixa transversalis</i>	4 ±	8,0	0,3
<i>Pinnixa</i> sp.	14 ±	17,7	1,1

4.1.2.6 Playa Brava

En playa Brava se realizó un recorrido en busca de evidencias de la presencia de machas. El resultado de esa búsqueda fue negativo. Se escogieron dos sitios para realizar el perfil de playa y caracterizarla desde el punto de vista morfodinámico (Fig. 38). En esos mismos sitios se tomaron muestras de infauna para la caracterización biológica del sector.



Figura 38.- Distribución de los transectos de muestreo a lo largo de la Playa Brava, Iquique.

Los dos sectores muestreados en Playa Brava presentan características similares en términos del perfil de playa, altura de ola periodo. En la Fig. 39 es posible apreciar los perfiles de playa de los sectores muestreados.

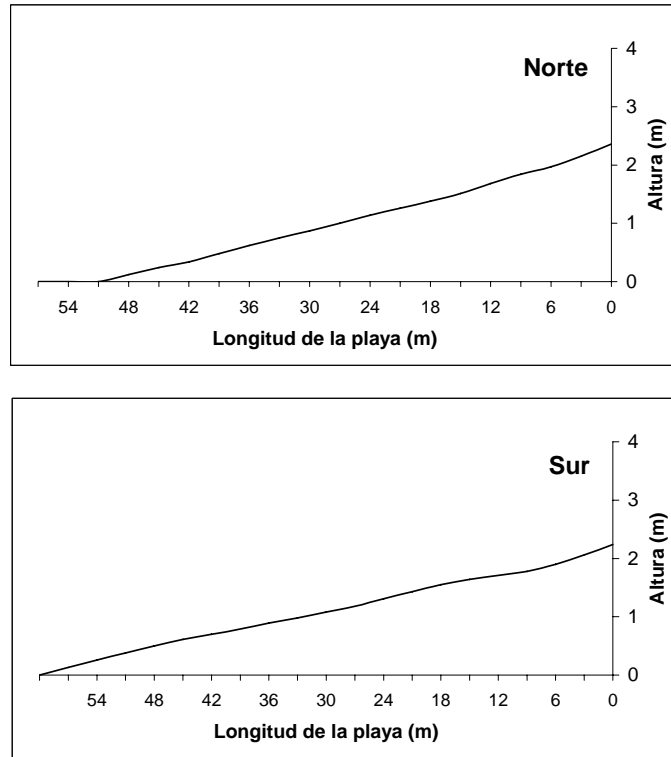


Figura 39.- Perfiles de playa realizado en los transectos de muestreo a lo largo de la Playa Brava, Iquique.

Caracterización biológica de la playa

En las muestras de infauna tomadas desde Playa Brava no se observó la presencia de *Mesodesma donacium* (Tabla XII). Sólo se encontraron dos grupos taxonómicos Polychaeta y Crustacea. El grupo que presentó la mayor diversidad de taxa fueron los poliquetos, con cinco taxa. *E. analoga* fue la especie dominante, con una densidad promedio de $5408 \pm 599,63$ ind/m² de la playa, con un 99,75% de dominancia.

Tabla XII.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en Playa Brava (Iquique).

	T1	T2	Total MEDIA	DS	Dominancia (%)
POLYCHAETA					
<i>Dispio</i> sp.	2,7	0,0	1,33 ±	1,89	0,02
Glyceridae	0,0	13,3	6,67 ±	9,43	0,12
Spionidae	0,0	2,7	1,33 ±	1,89	0,02
<i>Hemipodus</i> sp.	2,7	5,3	4,00 ±	1,89	0,07
CRUSTACEA					
<i>Emerita analoga</i>	5832,0	4984,0	5408,00 ±	599,63	99,73
<i>Bellia picta</i>	2,7	0,0	1,33 ±	1,89	0,02

4.1.2.7 Playa El Águila (Pabellón de Pica)

En playa El Águila se encontraron numerosas conchas antiguas de machas, no encontrándose evidencias de conchas frescas. Se buscó la presencia de machas mediante taloneo en la zona del submareal somero. En cuarenta minutos de búsqueda (realizada por tres personas) no se encontraron machas. La zona donde se efectuó el muestreo destinado a la caracterización física y biológica de la playa se muestra en la Fig. 40.

La playa presentó una altura media de olas de 92,1 cm, con un periodo 1 ola cada 12 seg. De acuerdo con los análisis realizados, El Águila es una playa de tipo intermedio, sin embargo, las características físicas y biológicas del sector muestreado presentaban condiciones de playa de tipo reflectiva. Esto queda lo que queda reflejado en un parámetro de Dean cercano al límite inferior de las playas intermedias (Parámetro de Dean=2,36) (Tabla XIII)



Figura 40.- Ubicación del sitio de muestreo en le sector de playa El Águila.

Tabla XIII.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en playa El Águila (Pabellón de Pica), Iquique (W_s =velocidad de decantación, T =periodo de olas, H =altura promedio de la ola)

Localidad	W_s (cm/s)	T (s)	H (cm)	Indice de Dean	Tipo playa
El Águila (Pabellón de Pica)	3,26	12	92,1	2,36	intermedio

El perfil de playa realizado en playa El Águila se puede apreciar en la Fig. 41

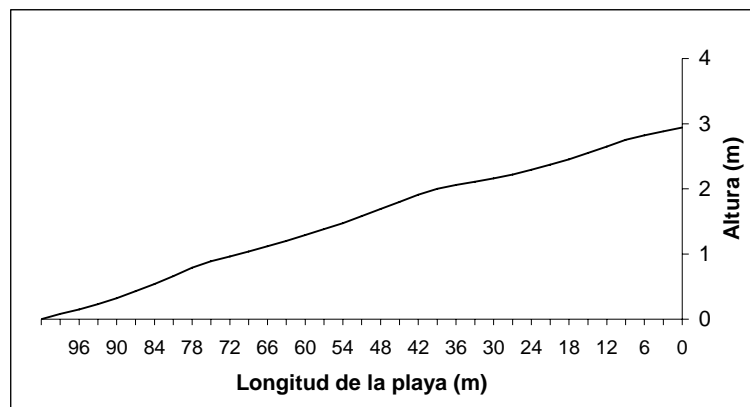


Figura 41.- Perfil de playa realizados en Playa El Águila, Iquique

Caracterización biológica de la Playa El Águila.

Playa El Águila presentó una muy baja riqueza de especie, representadas por dos grupos taxonómicos (Polychaeta y Crustacea). La fauna observada corresponde a poliquetos Spionidos, anfípodos y a *E. analoga*, especie que presenta una muy alta dominancia (99, 9%) (Tabla XIV)

Tabla XIV.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa El Águila, Iquique.

	MEDIA	SD	DOMINANCIA (%)
POLYCHAETA			
Spionidae	12,7 ±	15,53	0,1
CRUSTACEA			
Amphipoda	2,7 ±	4,62	0,0
<i>Emerita analoga</i>	14301,3 ±	11628,35	99,9

4.1.2.8 San Marcos

Algunos pescadores señalaron la presencia de machas en la playa, las cuales, de acuerdo a sus versiones, corresponderían a una pequeña población formada a partir de unas cajas de machas que hace años se habrían traído desde Coquimbo. También se señaló que en esa playa se realizan extracciones esporádicas de machas por parte de un pescador, las cuales sólo estarían destinadas a su consumo.

La búsqueda de machas mediante taloneo en San Marcos dio resultados negativos aunque se observó la presencia de conchas recientes (con periostraco) y antiguas.

Debido a la cercanía entre las dos playas, las caracterizaciones se realizaron en Ike ike, playa que fue la playa elegida para el monitoreo permanente.

4.1.2.9 Ike ike

Ike ike es una pequeña playa ubicada inmediatamente al sur de playa San Marcos. En esta playa se observó la presencia de conchas recientes y antiguas, por lo que se realizó también la búsqueda mediante taloneo. En esa búsqueda se encontraron machas adultas, se recolectaron 20 machas en aproximadamente 30 minutos de búsqueda.

Ike ike presentó características de playa intermedia, con Índice de Dean de 2,19 (Tabla XV). En Ike ike se registraron valores promedio de altura de ola de 70 cm. El perfil de la playa Ike ike se puede apreciar en la Fig. 42.

Tabla XV.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Ike ike (W_s =velocidad de decantación, T =periodo de olas, H =altura promedio de la ola)

Localidad	W_s (cm/s)	T (s)	H (cm)	Índice de Dean	Tipo playa
Ike ike	3,60	10	78,9	2,19	intermedio

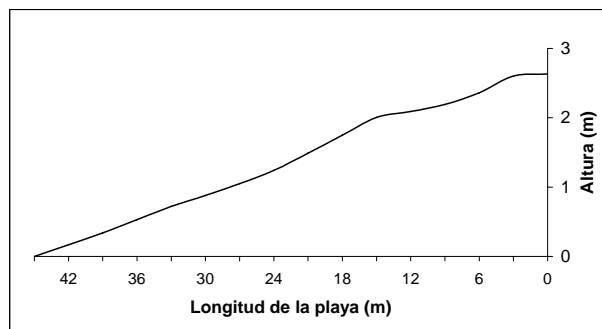


Figura 42.- Perfil de la playa Ike ike.

En Ike ike mensualmente se tomaron muestras de machas destinadas al análisis de ciclo reproductivo, las cuales han servido también para caracterizar la estructura de la población. Las machas colectadas en Ike-ike representan la fracción adulta de la población, los muestreos destinados a recoger la fracción juvenil nunca arrojaron resultados positivos.

Caracterización biológica de Ike ike.

En las muestras de infauna tomadas desde Ike ike no se observó la presencia de *Mesodesma donacium* (Tabla XVI). Sólo se encontraron dos grupos taxonómicos Polychaeta y Crustacea, ambos grupos presentaron dos taxas. La especie dominante *E.*

analoga, con una densidad promedio de 200,66±403,48 ind/m², con un 98,73% de dominancia.

Tabla XVI.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa Ike ike

	T1	T2	T3	Total		Dominancia
				MEDIA	DS	(%)
POLYCHAETA						
<i>Nephtydae</i> sp.	3,87	3,61	0	2,49 ±	5,83	1,23
<i>Orbiniidae</i> sp.	0,25	0	0	0,08 ±	0,29	0,04
CRUSTACEA						
<i>Emerita analoga</i>	220,0	292,0	95,2	200,66 ±	403,48	98,73
<i>Phoxocephalidae</i> sp.	0,0	0,0	0,0	0,01	0,02	0,00

4.1.2.10 Chipana

En el recorrido efectuado a lo largo de la playa no se encontró evidencias de conchas recientes ni antiguas de machas. Sin embargo, en la inspección del submareal somero (taloneo durante aproximadamente 40 minutos, por tres personas), se encontró una macha.

En Chipana se tomaron muestras para la caracterización física y biológica de la playa. La ubicación aproximada del sitio de muestreo puede ser observada en la Fig. 43



Figura 43.- Ubicación del sitio de muestreo en el sector de Chipana

Chipana mostró características de playa de tipo reflectiva, no obstante el valor del parámetro de Dean está en el límite superior, cercano a valores de playa de tipo intermedio (Tabla XVII). El perfil de playa determinado para Chipana se puede observar en la Fig. 44

Tabla XVII.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de los sectores monitoreados en playa Las Machas, Arica (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)

Localidad	Ws (cm/s)	T (s)	H (cm)	Indice de Dean	Tipo playa
Chipana	2,37	12	26,8	0,94	Reflectivo

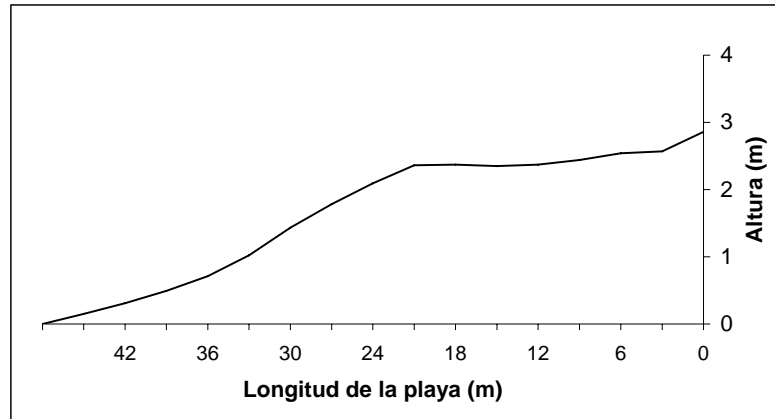


Figura 44.- Perfil de playa realizado en Chipana

Caracterización biológica de playa Chipana

En Chipana se observaron tres grupos taxonómicos, representados por Nemertea (1 taxa), Polychaeta (2 taxa) y Crustacea (6 taxa) (Tabla XVIII). No se encontraron machas dentro del muestreo destinado a caracterizar la playa. A diferencia de lo observado en otras playas, no se encuentran organismos que dominen altamente la comunidad. La más alta dominancia está dada por Poliquetos de la familia Nephtyidae (23,81%), seguido por los crustaceos Anfípodos (19,05%) y Paguros (14,29%).

Tabla XVIII .- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Chipana

	MEDIA	DS	DOMINANCIA
NEMERTEA			(%)
Hoplonemertino	5,33 ±	9,24	9,5
POLYCHAETA			
Glyceridae	2,67 ±	4,62	4,8
Nephtyidae	13,33 ±	12,22	23,8
CRUSTACEA			
Amphipoda	10,67 ±	12,22	19,0
Blepharipoda spinimana	2,67 ±	4,62	4,8
Emerita analoga	5,33 ±	9,24	9,5
Lepidopa chilensis	5,33 ±	4,62	9,5
Pinnixa transversalis	2,67 ±	4,62	4,8
Pagurus sp.	8,00 ±	13,86	14,3

4.1.2.11 Hornitos

En Hornitos los pescadores señalaron la caída progresiva del banco. La extracción con fines comerciales que ahí existía ya no se realiza. La búsqueda de machas (taloneo y cores) se concentró en el sector sur de la playa, ya que es en esta parte donde antiguamente se encontraba el banco de machas. En la búsqueda mediante taloneo sólo se recolectaron un par de machas adultas. Esta búsqueda se repitió en mayo y agosto del 2008, arrojando también resultados negativos

Los muestreos destinados a la caracterización de la playa Hornitos se concentraron en el sector sur, donde antiguamente se encontraba el banco (Fig. 45)



Figura 45.- Distribución de los transectos de muestreo en el sector monitoreado en la playa Hornitos.

En Hornitos la playa presentó características de playa intermedia. El valor de Índice de Dean registrado correspondió a 2,06. La altura de ola promedio registrada en Hornitos

correspondió a 62,4 cm (Tabla XIX). El perfil de la playa Hornitos puede ser observado en la Fig 46.

Tabla XIX.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Hornitos
(W_s =velocidad de decantación, T =periodo de olas, H =altura promedio de la ola)

Localidad	W_s (cm/s)	T (s)	H (cm)	Índice de Dean	Tipo playa
Hornitos	2,02	15	62,4	2,06	intermedio

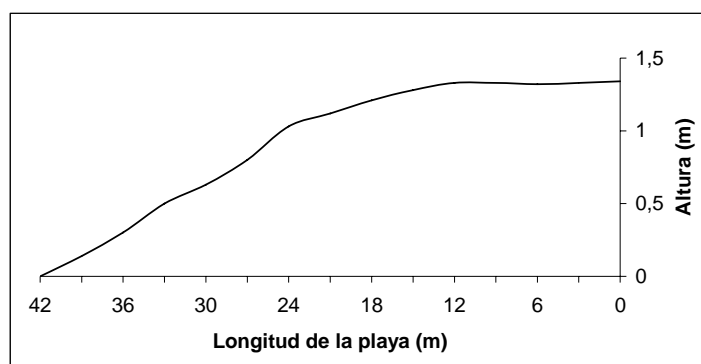


Figura 46.- Perfil de la playa Hornitos.

Caracterización biológica de la playa

Los resultados obtenidos en el muestreo realizado con cores (marzo, 2007) muestran la presencia de machas a lo largo de todo el sector evaluado (Tabla XX). Las mayores densidades se encontraron en los transectos 2 y 3, sin embargo, los individuos registrados corresponden a ejemplares juveniles. Los adultos encontrados con el core se registraron en los transectos T1, T4 y T7. El promedio calculado para el sector evaluado corresponde a $41 \pm 31,55$ ind/m².

En los muestreos realizados en marzo 2007, la población de machas estuvo representada casi exclusivamente por individuos juveniles. De las 158 machas registradas en el muestreo, 153 corresponden a individuos menores a 20 mm.

La talla media de la fracción juvenil de la población muestreada corresponde a $8,3 \pm 2,89$ mm. La moda es de 7,91 mm. La longitud de macha más pequeña es de 3,38 mm, con una longitud máxima de 18,35 mm (Fig 47). Las machas adultas encontradas (N=5) presentaron longitudes entre 62 mm y 70 mm.

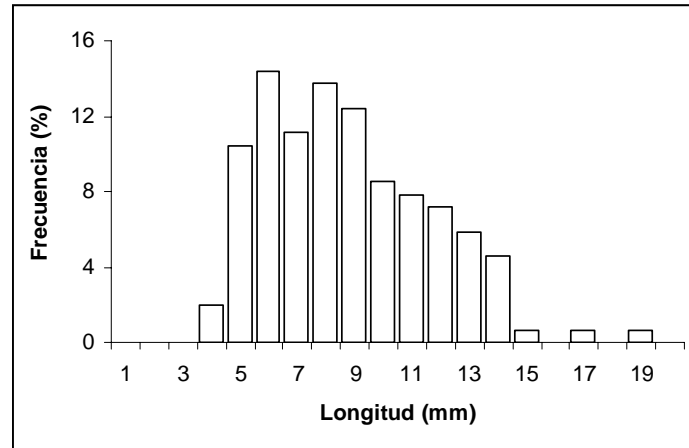


Figura 47.- Histogramas de frecuencia de tallas de las machas colectadas en las campañas de terreno de Marzo 2007.

La playa de Hornitos se encontró caracterizada por la presencia de cuatro grupos taxonómicos (Tabla XX) (Nemertea, Polychaeta, Mollusca, Crustacea), de los cuales el grupo de los crustáceos es el más representado, con la presencia de 6 taxa, mientras los otros grupos estuvieron representados por dos taxa, respectivamente. El organismo dominante en el ambiente fue *E. analoga*, con un índice de dominancia del 95,8%, con un índice mucho menor le sigue *M. donacium*, con una dominancia del 2,3%

Tabla XX.- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa de Hornitos.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	MEDIA	DS	DOMINANCIA (%)
NEMERTEA											
Hoplonemertino	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5 ±	4,24	0,08
Heteronemertino	0,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5 ±	0,93	0,03
POLYCHAETA											
Nephtyidae	8,0	4,0	12,0	12,0	32,0	14,0	28,0	22,0	16,5 ±	9,84	0,93
Lumbrineridae	2,0	2,0	8,0	2,0	4,0	2,0	2,0	2,0	3,0 ±	2,14	0,17
MOLLUSCA											
Eurhomalea rufa	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,3 ±	0,71	0,01
Mesodesma donacium	22,0	88,0	92,0	42,0	28,0	10,0	26,0	20,0	41,0 ±	31,55	2,31
CRUSTACEA											
Amphipoda	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,3 ±	0,71	0,01
Blepharipoda spinimana	2,0	0,0	2,0	0,0	0,0	4,0	6,0	2,0	2,0 ±	2,14	0,11
Caridea	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0 ±	2,83	0,06
Emerita analoga	252,0	1954,0	3368,0	2212,0	1434,3	1204,0	2098,0	1086,0	1701,0 ±	930,25	95,84
Lepidopa chilensis	2,0	8,0	12,0	2,0	14,0	10,0	4,0	6,0	7,3 ±	4,53	0,41
Pagurus sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,5 ±	1,41	0,03

A lo largo de la zona muestreada se observó una relación directamente proporcional en los patrones de abundancia de *E. analoga* y *M. donacium*, aunque en magnitudes de abundancia más altos para la pulga (Fig. 48). Entre los transectos 1 a 3 se observó un aumento progresivo en la densidad de ambos organismos. En el T3 se encontró la más alta abundancia de *E. analoga* y *M. donacium*, sin embargo, la densidad de la pulga fue casi 40 veces más alta que la de la macha. A partir del T3 se observa una continua disminución de la densidad de ambos organismos, con un leve incremento en los T7 y T8.

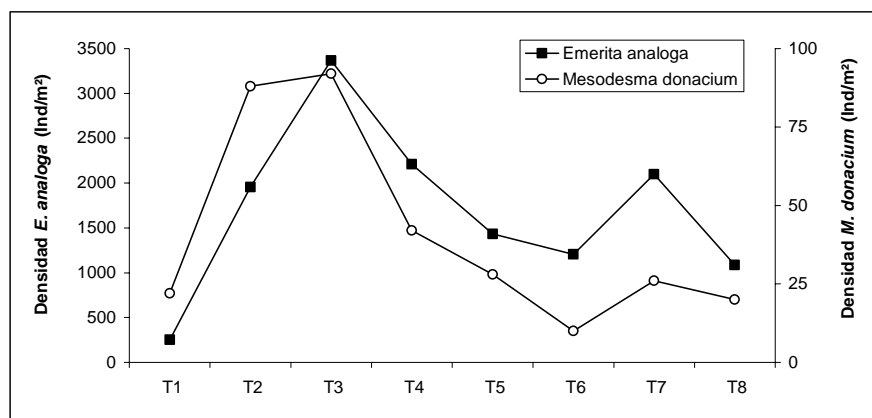


Figura 48.- Abundancia de *Mesodesma donacium* y *Emerita analoga* a lo largo de la zona muestreada.

El análisis de conglomerados muestra que existe una alta similitud en la composición de especies en los distintos transectos analizadazos (Fig. 49). Con índice de similitud cercano al 85% se observaron dos grupos, uno compuesto por los transectos T2, T4 y T5 (88,3%). Entre los T6, T7 y T8 (85,3%). Las mayores diferencias fueron observadas en el T3, que se une a los grupos anteriores con una similitud de un 76,7%

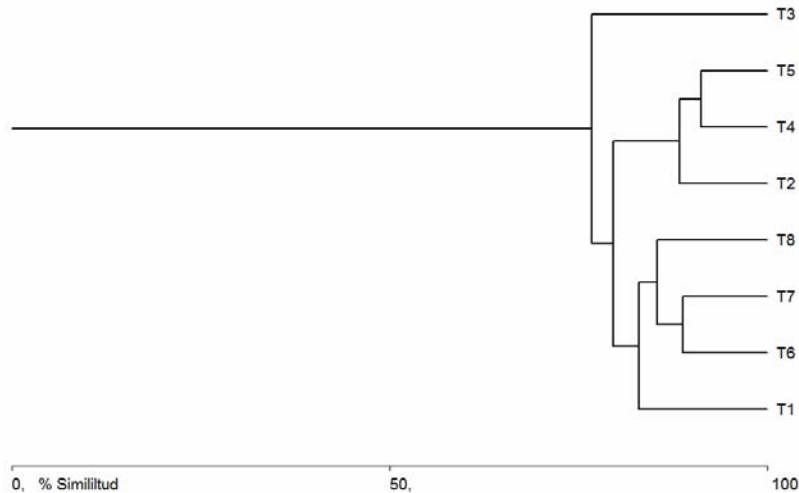


Figura 49.- Análisis de conglomerados de la composición de infauna de los transectos muestreados en playa Hornitos.

4.1.2.12 Mejillones

La búsqueda realizada en la primera campaña se concentró en el sector ubicado entre el megapuerto y la termoeléctrica. La playa presentaba una fuerte pendiente, el sustrato en el submareal era básicamente piedras (tipo huevillo), que no constituye hábitat para la macha. En el recorrido realizado no se observaron conchas recientes, pero si conchas antiguas. A lo largo de la zona muestreada se realizaron 30 cores distribuidos al azar, en esta búsqueda tampoco se encontraron machas.

En el sector denominado quebrada Pejerreyes se detectaron machas en monitoreos ambientales realizados por el equipo de trabajo del Dr Julio Vásquez, de la Universidad Católica del Norte, sin embargo, la situación no es muy distinta a la observada en otros sectores, ya que las machas se encuentran en muy baja abundancia. En la campaña

realizada por el grupo del Dr. Vásquez en enero del 2008, en 16 muestras (de 0,25 m²) sólo se encontraron 5 ejemplares.

Al igual que en el resto de las playas analizadas, el sector muestreado en Mejillones presenta características de playa intermedia, con un Índice de Dean de 2,26. La altura de ola promedio calculada correspondió a 55 cm. (Tabla XXI). El perfil de playa del sector monitoreado en Mejillones se observa en la Fig. 50.

Tabla XXI.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Mejillones (Ws=velocidad de decantación, T=periodo de olas, H=altura promedio de la ola)

Localidad	Ws (cm/s)	T (s)	H (cm)	Indice de Dean	Tipo playa
Mejillones	2,02	12	55,0	2,26	intermedio

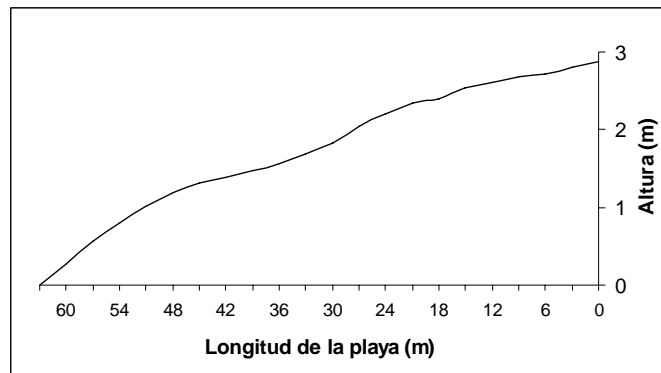


Figura 50.- Perfil de la playa Mejillones.

4.1.2.13 Taltal

En el sector de Taltal se muestrearon tres playas existentes entre Taltal y Paposo, llamadas Cachinales, Cachinalillo y Matancillas (Fig 51).



Figura 51.- Playas revisadas en las cercanías de Taltal.

En las tres playas mencionadas la búsqueda de conchas resultó negativa. En Cachinales, se observó gran varazón de moluscos de fondo duro. La playa presentó grandes porciones de rocas semi embancadas. Estas playas sólo tienen arena en el intermareal, y en general el submareal son rocas o sustratos duros que no constituyen hábitat para la macha.

En Cachinalillo la situación de la playa es la misma que la de Cachinales. Sólo en el medio de la playa, se extendía una lengua de arena también hasta la zona submareal. En el lugar existía una fuerte corriente hacia la playa. A los lados de esa lengua de arena el submareal estaba formado por piedras, con fuertes corrientes hacia fuera.

En Matancillas la situación es muy similar a la observada en Cachinales, también se observó la presencia de varazones de moluscos de fondos duros.

Debido a la similitud que presentaban las tres playas observadas, la caracterización morfodinámica se realizó en la playa Cachinalillos. De acuerdo con el índice de Dean (ID=5,79), la playa es de tipo intermedio (Tabla XXI), sin embargo, presenta valores muy cercanos a una playa de características disipativa (ID superior a 6,1). La altura media de ola de la playa cachinalillo alcanza a 235,8 cm, con un periodo de ola de 15 s. El perfil de playa realizado en Cachinalillo muestra que se trata de una playa con pendiente suave en la zona más alta (cercana al *drift line*) para aumentar hacia la parte más baja de la playa (Fig. 52).

Tabla XXI.- Parámetros utilizados para la caracterización morfodinámica de Mejillones (W_s =velocidad de decantación, T =periodo de olas, H =altura promedio de la ola)

Localidad	W_s (cm/s)	T (s)	H (cm)	Índice de Dean	Tipo playa
Cachinalillo	2,72	15	235,8	5,79	intermedio

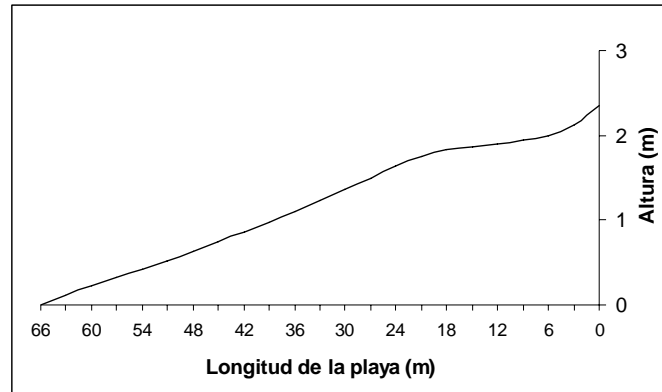


Figura 52.- Perfil de playa obtenido de la playa Cachinalillos.

Caracterización biológica de la playa

En Chipana se observaron tres grupos taxonómicos, representados por Nemertea (2 taxa), Polychaeta (3 taxa) y Crustacea (3 taxa) (Tabla XXII). No se encontraron machas dentro del muestreo destinado a caracterizar la playa. Tal como se ha observado en otras playas, la comunidad de infauna se encuentra dominada por *E. analoga* (62,3% de dominancia) con una densidad estimada en $95 \pm 88,13$ Ind/m².

Tabla XXII .- Abundancia promedio y desviación estandar (Ind/m²) de la macroinfauna en la playa Cachinalillos.

	MEDIA	DS	Dominancia (%)
NEMERTEA			
Hoplonemertino	2,50 ±	5,00	1,6
Heteronemertino	5,00 ±	5,77	3,3
POLYCHAETA			
Dispio sp.(spionidae)	7,50 ±	9,57	4,9
Lumbrineridae	2,50 ±	5,00	1,6
Nephtyidae	27,50 ±	15,00	18,0
CRUSTACEA			
Caridea	7,50 ±	5,00	4,9
Emerita analoga	95,00 ±	88,13	62,3
Excirrolana sp	5,00 ±	5,77	3,3

4.2 Comparación entre las playas caracterizadas

4.2.1 Composición faunística de la playa

Mediante el análisis de clasificación jerárquico se puede observar que existe una gran diferencia entre la composición de especies de las distintas playas muestreadas. Las playas que mostraron la mayor similitud fueron El Águila y Pabellón de Pica, con cerca de un 75% de similitud (Fig. 53). A este grupo se une la Playa Brava, con poco menos del 65% de similitud. Este grupo se caracteriza por presentar un bajo número de especies en relación a las otras playas monitoreadas (Tabla XXIII). De acuerdo al análisis, el agrupamiento de estas playas estaría condicionado por la alta abundancia de *Emerita analoga* presente en cada una de ellas.

Las playas en las cuales se encuentra la macha no presentan características similares en términos de la composición de especies encontradas en los muestreos. Los grupos de playas con machas más cercanos se unen a un nivel de similitud cercano al 40%.

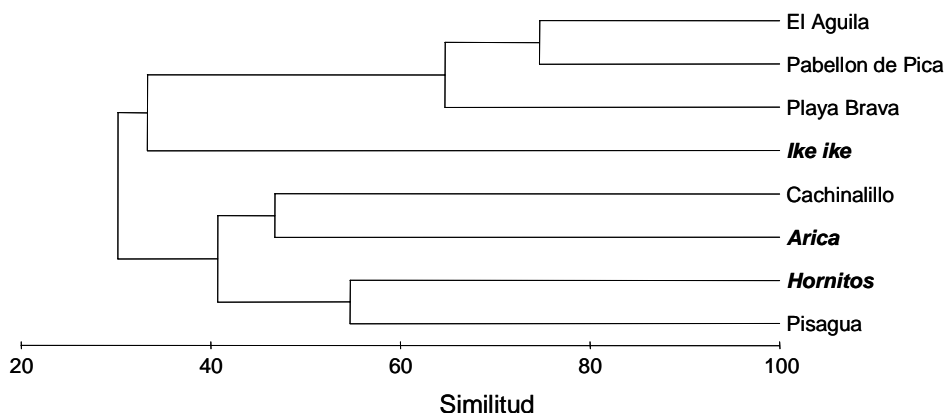


Figura 53.- Análisis de conglomerados de la composición de infauna de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de *Mesodesma donacium*.

El análisis de ordenamiento presentó características similares a las descritas anteriormente. La Fig. 54 muestra que no existe relación entre la composición de especies observadas en las distintas playas y es concordante con lo observado en el análisis de clasificación jerárquica. Las playas que aparecen más cercanas son Playa Brava y Pabellón de Pica. Junto a estas se encuentran El Águila y Pisagua. No se observa ninguna relación espacial entre las playas que presentaron machas, Arica, Hornitos e Ike ike.

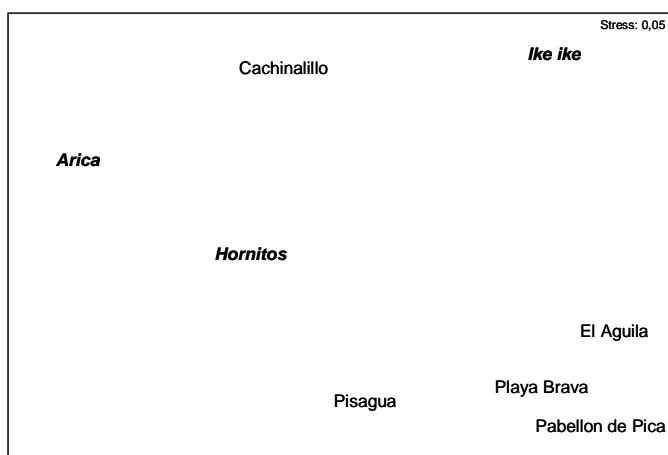


Figura 54.- Análisis de ordenación basado en la composición de infauna de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de *Mesodesma donacium*.

4.2.2 Índices ecológicos

Al analizar las playas en términos de los índices ecológicos, es posible observar que las playas que presentan la mayor similitud son Hornitos-Pisagua y El Águila-pabellón de Pica-Playa Brava (Fig. 55). El agrupamiento observado entre Hornitos y Pisagua está determinado por la alta similitud existente en los índices ecológicos estimados (Tabla XXIII), presentando en todos los índices estimados valores intermedios en relación a los observados en las otras playas monitoreadas.

Playa Brava, Pabellón de Pica y El Águila presentan bajos índices de diversidad, riqueza y uniformidad, sin embargo, presentan los más altos índices de dominancia y abundancia total. Esto está determinado por la alta abundancia de *E. analoga* en esas playas y por la escasa presencia de otras especies.

El conglomerado formado por Arica y Cachinalillo se caracteriza por presentar índices de uniformidad, dominancia y diversidad muy similares, pero presentan grandes diferencias en la riqueza de especies (Tabla XXIII)

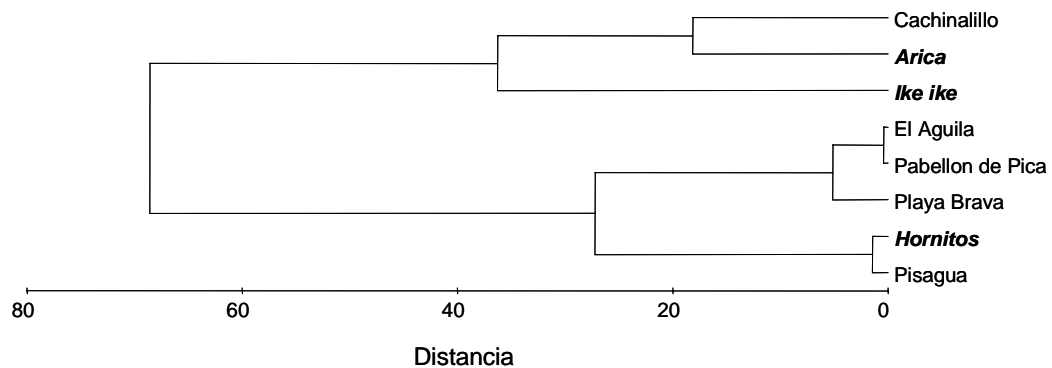


Figura 55.- Análisis de conglomerados basado en los índices ecológicos de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de *Mesodesma donacium*.

Tabla XXIII.- Valores de los índices ecológicos estimados para la comparación entre las distintas playas.

	Arica	Pisagua	Playa Brava	Pabellon de Pica	El Águila	<i>Ike ike</i>	Hornitos	Cachinalillo
Diversidad	2,26	0,38	0,07	0,02	0,00	0,62	0,58	1,58
Riqueza	22	9	6	3	1	4	12	8
Uniformidad	0,73	0,17	0,04	0,02	0,00	0,45	0,24	0,76
Dominancia	0,27	0,83	0,96	0,98	1,00	0,55	0,76	0,24
N° Total individuos	7,62	34,15	136,47	358,62	169,06	6,24	47,70	4,94

El análisis de ordenamiento es bastante coherente con lo observado en el análisis de conglomerados. Pabellón de Pica y El Águila forman un grupo cercano a Pisagua y Hornito (Fig. 56). En un plano horizontal el gradiente estaría determinado por los índices de diversidad, uniformidad y dominancia. La diversidad y uniformidad presenta un aumento de izquierda a derecha en el gráfico, mientras que la dominancia disminuye. Por otro lado, en el plano vertical la distribución de las playas en el análisis de ordenación estaría determinada por la interacción entre los índices de riqueza y abundancia total, encontrándose más arriba en el plano aquellas playas en las cuales se observó una mayor riqueza y una menor abundancia total de especies.



Figura 56.- Análisis de ordenación basado en los índices ecológicos estimados para cada una de las playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de *Mesodesma donacium*.

4.2.3 Características físicas de las playas

El análisis de clasificación jerárquica (Fig 57) muestra que en términos físicos las playas presentan una mayor similitud que en los análisis realizados con la composición de especies y los índices ecológicos. Pabellón de Pica, Pisagua y Arica mostraron una alta similitud. A este grupo, se unen las playas Ike ike y Cachinalillo. Finalmente a este

conglomerado se une el par formado por Playa Brava y Hornitos. La playa que se observa con una mayor disimilitud es Playa Brava.

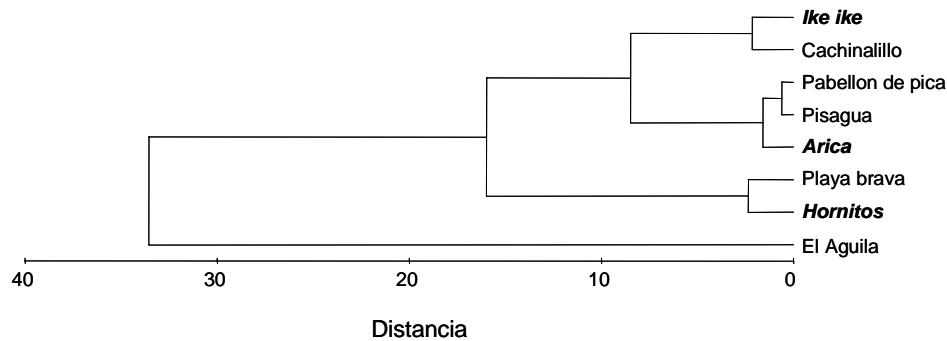


Figura 57.- Análisis de conglomerados basado en los índices ecológicos de las distintas playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de *Mesodesma donacium*.

La misma situación antes descrita puede ser observada en la Fig 58, donde se muestran los resultados del análisis de ordenamiento (Nmds). Se puede observar que la mayoría de las playas se van distribuyendo en un gradiente situado hacia el extremo superior derecho de la gráfica, mientras que Playa El Águila se encuentra muy distante del grupo formado por el resto de las playas. Esta distribución estaría explicada por el efecto sinérgico entre un alto valor del índice de Dean, alto valor de la pendiente y una gran altura de ola promedio (Tabla XXIV).

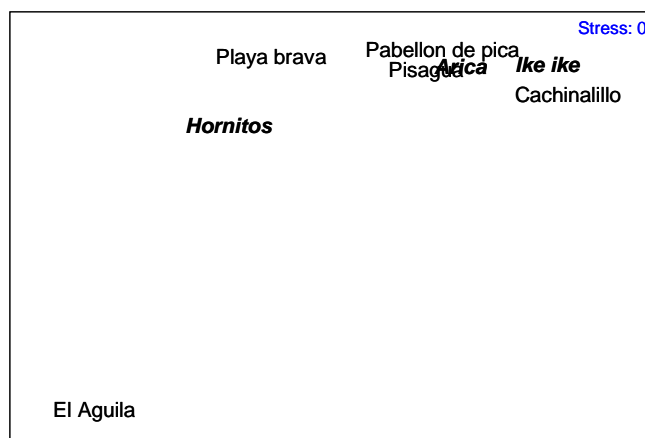


Figura 58.- Análisis de ordenación basado en las características morfodinámicas de cada una de las playas caracterizadas. En negritas y cursiva se destacan las playas en las cuales se encontraron individuos de *Mesodesma donacium*.

Tabla XXIV.- Valores de los índices ecológicos estimados para la comparación entre las distintas playas.

	Arica	Pisagua	Playa Brava	Pabellon de Pica	El Aguila	Ike ike	Hornitos	Cachinalillo
Índice Dean	2,17	2,08	2,55	2,36	3,09	2,19	2,06	5,79
Tamaño grano	223	273	236	246	246	274	179	221
Pendiente	1,3	2	5,1	11,4	9,6	2,4	4,1	5,9
Altura ola	67,90	89,8	46	92	112,5	78,9	62,4	235,8

4.3 Monitoreo de los desoves, actividad larval y reclutamiento de los principales bancos de machas que se identifiquen y que existen actualmente en la I y II Regiones.

4.3.1 Estimación de reclutamiento de manera directa

La estimación directa del reclutamiento se abordó desde dos aproximaciones metodológicas, evaluación directa mediante core y el monitoreo mediante la instalación de colectores.

4.3.1.1 Evaluaciones directa con core

Se realizó durante un año un monitoreo en las playas de Arica, Ike ike y Hornitos con el fin de detectar la presencia de juveniles de machas.

4.3.1.1.1 Monitoreo en Arica

En el sector monitoreado en Chinchorro, Arica se observó una variación temporal de la presencia de machas. Entre los meses de marzo a septiembre se observó una disminución de la densidad de machas en el sector estudiado. En noviembre se observó un leve aumento de la abundancia, no obstante la densidad siempre se mantuvo baja (Fig 59).

Durante los primeros meses de monitoreos se observó una relación inversa entre la abundancia de machas y Donax. Entre los meses de marzo y julio se observó un aumento progresivo de la densidad de Donax, mientras que en machas se observó una disminución constante en el tiempo. *E. analoga* mostró un fuerte aumento en abundancia en el mes de

noviembre, sin embargo, al mes siguiente practicante no se encontraron individuos en el muestreo.

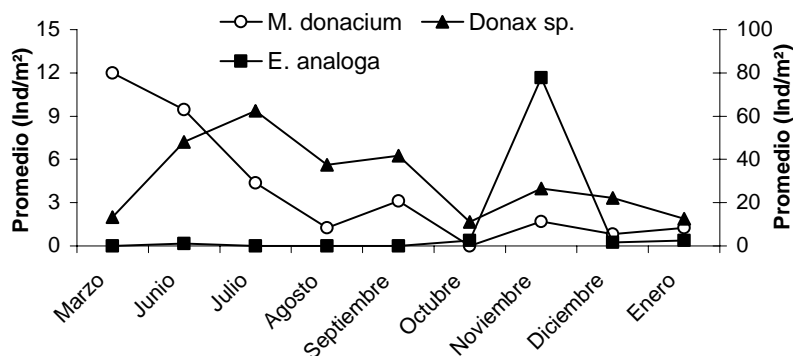


Figura 59.- Variación temporal de la abundancia (Ind/m²) de *Mesodesma donacium*, *Donax sp.*, y *Emerita analoga* en el sector de Chinchorro, Arica

En relación a la variabilidad de la biomasa de machas a lo largo del tiempo, se ha observado una tendencia al aumento entre los meses de marzo a agosto (Fig. 60), esto condicionado básicamente por un aumento progresivo de las tallas de las machas encontradas en las muestras.

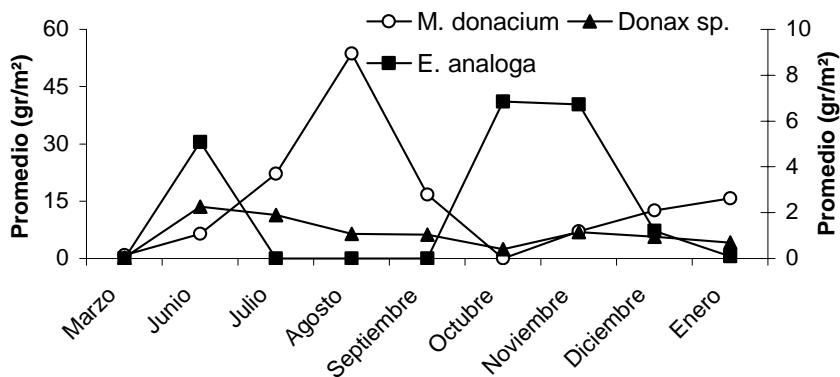


Figura 60.- Variación temporal de la biomasa (gr/m²) de *Mesodesma donacium*, *Donax sp.*, y *Emerita analoga* en el sector de Chinchorro, Arica

4.3.1.1.2 Monitoreo en Ike ike

En los monitoreos mensuales realizados en Ike ike tendiente a verificar la presencia de un eventual reclutamiento no se han verificado la presencia de juveniles de machas. Las muestras analizadas han estado caracterizadas por presentar una alta abundancia de *Emerita analoga*, además se ha observado la presencia de Poliquetos (neftidos, spionidos, dispios y lumbrineridos), aunque en muy baja abundancia.

E. analoga presentó un patrón temporal de la abundancia relativamente estable en el tiempo (Fig. 61) sin embargo, en el mes de febrero se registró un brusco incremento de la abundancia, para luego caer en marzo a niveles ligeramente más altos a los registrados en los meses anteriores.

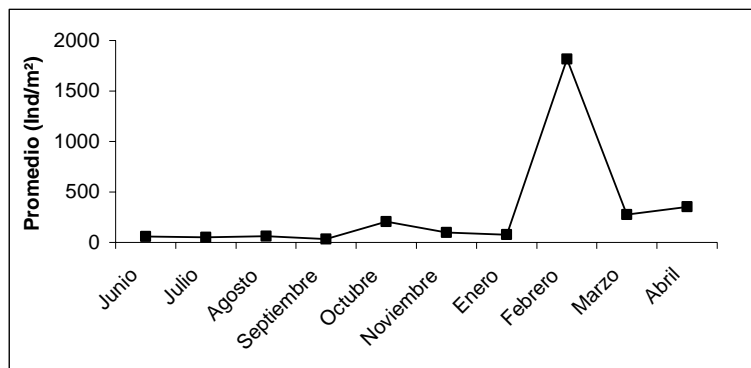


Figura 61.- Variación temporal de la abundancia de *E. analoga* (Ind/m²) sector de Ike ike, Iquique.

4.3.1.1.3 Monitoreo en Hornitos

En Hornitos se han encontrado juveniles de machas a lo largo del tiempo. Sin embargo, desde junio se ha observado una fuerte disminución en la abundancia del recurso, no encontrándose individuos en los meses de agosto y septiembre (Fig. 62). Se observó un incremento en la abundancia de juveniles a partir del mes de enero, sin embargo, la abundancia de juveniles decae bruscamente en el mes de abril. Búsqueda mediante taleo en los meses siguientes arrojaron resultados negativos. En relación con *E. analoga*, se observa un patrón similar a lo observado con

M. donacium. La abundancia de *Emerita* decae a partir del mes de junio, experimentando un incremento en el mes de diciembre, un mes antes de lo observado en la macha. Si bien existe un patrón similar en la variabilidad temporal, los órdenes de magnitud de abundancia de *E. analoga* es superior a la de la macha.

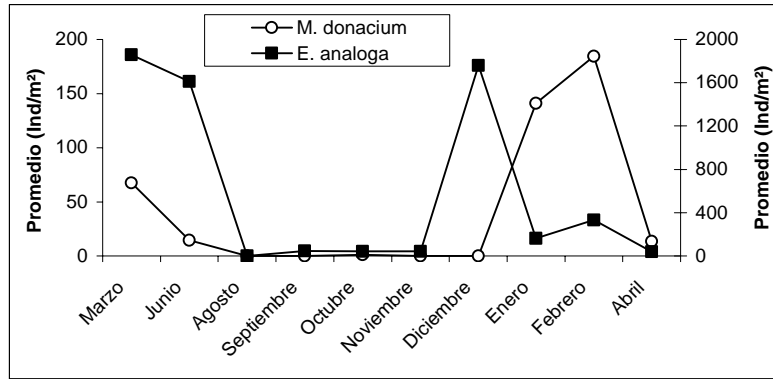


Figura 62.- Variación temporal de la abundancia de *M. donacium* y *E. analoga* (Ind/m²) en el sector de Hornitos.

4.3.1.2 Monitoreo de la presencia de larvas de *M. donacium*

El monitoreo mediante colectores se realizó mensualmente durante un año en las localidades de Arica, Ike ike y Hornitos.

La mayoría de las larvas y post larvas colectadas corresponden a mitílidos y al grupo denominado Otros que incluye al menos 6 especies. Los primeros se distinguen por valvas inequilaterales con el borde anterior notoriamente alargado, la mayoría con mancha ocular y coloración café clara a café oscura más marcada cerca del umbo. Estos tipos larvales, abarcan todos los estados de desarrollo y corresponderían principalmente a *Semimytilus algosus* y *Brachidontes granulata*. Las larvas de macha fueron poco frecuentes en el tiempo y en número. En Arica se colectaron larvas de macha en los muestreos del 11 de octubre de 2007 a 5 y 15 m de profundidad y en el 13 de noviembre de 07 de 5 a 20 m de profundidad en número de 8 a 20 por muestra. En cada ocasión estaban junto a un número importante de otras larvas, aproximadamente 2000 larvas de diferentes especies. Cabe destacar que estos dos meses, octubre y noviembre correspondieron a los meses de mayor abundancia de larvas y postlarvas de bivalvos en esa localidad (Tabla XXV). En Iquique no se colectó ninguna larva adjudicable a macha aún cuando la abundancia de larva de bivalvos en esta localidad fue superior a la registrada en Arica (Tabla XXVI). En

Hornito en el muestreo de noviembre de 2007 se colectó larvas de macha a 10 y 20 m de profundidad en número de 15 y 20 larvas por muestra acompañada de una cantidad levemente superior de otras especies. Los meses de noviembre y diciembre fueron los de mayor abundancia larval en Hornito (Tabla XXVII). En ninguna de las localidades estudiadas se colectaron larvas o post-larvas de macha asociadas a las mallas de Netlon, en ninguno de los meses muestreados. En cambio, asociado a Netlon si se colectó un gran número de post-larvas de mitílidos. Junto a ellos también se colectó individuos que no evidenciaban crecimiento de disoconcha correspondientes a probablemente larvas o postlarvas tempranas de mitílidos u otras especies. No se hizo separación respecto a estado.

Tabla XXV. Número de larvas por muestra provenientes de Arica, I Región en el período 3 de mayo 2007 mayo a 19 de marzo de 2007. Se indica la proporción de la muestra revisada como % Mta. observada.

Fecha	Muestra	Macha	Mitílidos	Otros	Total	% Mta. observada
03 Mayo 07.	11 m	0	0	1	1	100
03 Mayo 07.	15 m	0	0	0	0	100
03 Mayo 07.	20 m	0	0	10	10	100
03 Mayo 07.	22 m	0	1	1	2	100
03 Mayo 07.	23 m (2500 m de la costa)	0	0	3	3	100
27 Mayo 07.	5 m	0	0	3	3	100
27 Mayo 07.	10 m	0	0	13	13	100
27 Mayo 07.	15 m	0	1	9	10	100
27 Mayo 07.	20 m (18m)	0	0	8	8	100
27 Mayo 07.	1000 m costa	0	0	7	7	100
Junio 07.	Netlon 1	0	2	4	6	100
Junio 07.	Netlon 2	0	180	1	181	100
Junio 07.	Netlon 3	0	4	5	9	100
Junio 07.	Netlon 4	0	0	11	11	100
Junio 07.	Netlon 5	0	171	30	201	100
5 Julio 07.	5 m	0	0	0	0	100
5 Julio 07.	10 m	0	0	0	0	100
5 Julio 07.	15 m	0	0	0	0	100
5 Julio 07.	17 m	0	0	6	6	100
5 Julio 07.	20 m	0	0	9	9	100
Julio 2007.	Netlon 1	0	7	5	12	100
Julio 2007.	Netlon 2	0	1	2	3	100
Julio 2007.	Netlon 3	0	1	1	2	100
Julio 2007.	Netlon 4	0	5	0	5	100
5 Agosto 07.	5 m	0	0	0	0	100

5 Agosto 07.	10 m	0	0	1	1	100
5 Agosto 07.	15 m	0	0	0	0	100
5 Agosto 07.	17 m	0	0	0	0	100
5 Agosto 07.	20 m	0	0	1	1	100
12 Agosto 07.	Netlon 1	0	0	0	0	100
12 Agosto 07.	Netlon 2	0	0	0	0	100
12 Agosto 07.	Netlon 3	0	0	0	0	100
12 Agosto 07.	Netlon 4	0	4	0	4	100
5 Septiembre 07.	5 m	0	0	0	0	100
5 Septiembre 07.	10 m	0	0	0	0	100
5 Septiembre 07.	15 m	0	0	0	0	100
5 Septiembre 07.	17 m	0	0	0	0	100
5 Septiembre 07.	20 m	0	0	0	0	100
12 Septiembre 07.	Netlon 1	0	4	32	36	25
12 Septiembre 07.	Netlon 2	0	35	33	68	25
12 Septiembre 07.	Netlon 3	0	24	47	71	25
11 Octubre 07.	5 m	10	0	2000	2010	100
11 Octubre 07.	15 m	20	0	2000	2020	100
11 Octubre 07.	18 m	0	0	17	17	100
11 Octubre 07.	20 m	0	0	92	92	100
11 Octubre 07.	Netlon 1	0	1	65	66	100
11 Octubre 07.	Netlon 2	0	0	60	60	100
11 Octubre 07.	Netlon 3	0	1	40	41	100
11 Octubre 07.	Netlon 4	0	0	40	40	100
13 Noviembre 07.	5 m	20	0	1000	1020	100
13 Noviembre 07.	10 m	8	0	2000	2008	100
13 Noviembre 07.	15 m	2	0	2000	2002	100
13 Noviembre 07.	17 m	4	0	1000	1004	100
13 Noviembre 07.	20 m	15	0	0	15	100
13 Noviembre 07.	23 m	0	0	2000	2000	100
13 Noviembre 07.	Netlon 1	0	50	0	50	100
13 Noviembre 07.	Netlon 2	0	50	0	50	100
13 Noviembre 07.	Netlon 3	0	200	0	200	100
13 Noviembre 07.	Netlon 4	0	50	0	50	100
13 Noviembre 07.	Netlon 5	0	200	0	200	100
7 Diciembre 07.	5 m	0	0	2	2	100
7 Diciembre 07.	10 m	0	0	100	100	100
7 Diciembre 07.	15 m	0	0	100	100	100
7 Diciembre 07.	17 m	0	0	100	100	100
7 Diciembre 07.	22 m	0	0	50	50	100
14 Diciembre 07.	Netlon 1	0	1	3	4	100
14 Diciembre 07.	Netlon 2	0	5	0	5	100
14 Diciembre 07.	Netlon 3	0	7	0	7	100
14 Diciembre 07.	Netlon 4	0	6	0	6	100
14 Diciembre 07.	Netlon 5	0	6	0	6	100
16 Enero 08.	5 m	0	0	40	40	100
16 Enero 08.	10 m	0	0	50	50	100

16 Enero 08.	15 m	0	0	10	10	100
16 Enero 08.	17 m	0	0	30	30	100
16 Enero 08.	20 m	0	0	50	50	100
16 Enero 08.	Netlon 1	0	20	20	40	100
16 Enero 08.	Netlon 2	0	100	0	100	100
16 Enero 08.	Netlon 3	0	30	0	30	100
16 Enero 08.	Netlon 4	0	40	0	40	100
16 Enero 08.	Netlon 5	0	40	0	40	100
19 Marzo 08.	5 m	0	0	30	30	100
19 Marzo 08.	10 m	0	2	0	2	100
19 Marzo 08.	15 m	0	0	500	500	100
19 Marzo 08.	20 m	0	0	100	100	100
19 Marzo 08.	22 m	0	0	30	30	100
19 Marzo 08.	Netlon 1	0	40	0	40	100
19 Marzo 08.	Netlon 2	0	60	0	60	100
19 Marzo 08.	Netlon 3	0	50	0	50	100
19 Marzo 08.	Netlon 4	0	20	0	20	100
19. Marzo 07.	Netlon 5	0	20	0	20	100

Tabla XXVI. Número de larvas por muestra provenientes de Iquique, I Región en el período 6 de junio de 2007 a 14 mayo de 2008. Se indica la proporción de la muestra revisada Se indica la proporción de la muestra revisada como % Mta. observada.

Fecha	Muestra	Macha	Mitílicos	Otros	Total	% Mta. observada
6 Junio 07.	10 m	0	0	87	87	25
6 Junio 07.	15 m	0	1	6	7	25
6 Junio 07.	20 m	0	8	414	422	100
6 Junio 07.	25 m	0	0	90	90	25
Junio 07.	Netlon 1	0	38	109	147	25
Junio 07.	Netlon 2	0	288	303	591	25
Junio 07.	Netlon 3	0	367	371	738	100
Junio 07.	Netlon 4	0	431	275	706	25
Junio 07.	Netlon 5	0	160	352	512	25
6 Julio 07.	10 m	0	0	2	2	100
6 Julio 07.	15 m	0	0	32	32	100
6 Julio 07.	20 m	0	0	39	39	100
6 Julio 07.	25 m	0	0	94	94	100
Julio 07.	Netlon 1	0	62	36	98	25
Julio 07.	Netlon 2	0	45	78	123	25
Julio 07.	Netlon 3	0	72	0	72	25
6 Agosto 07.	10 m	0	0	0	0	100
6 Agosto 07.	15 m	0	4	1	5	100
6 Agosto 07.	20 m	0	2	0	2	100

6 Agosto 07.	25 m	0	4	2	6	100
Agosto 07.	Netlon 1	0	357	206	563	25
Agosto 07.	Netlon 2	0	173	205	378	25
Agosto 07.	Netlon 3	0	239	342	581	25
Agosto 07.	Netlon 4	0	269	220	489	25
Agosto 07.	Netlon 5	0	115	279	394	25
8 Septiembre 07.	10 m	0	0	0	0	100
8 Septiembre 07.	15 m	0	0	0	0	100
8 Septiembre 07.	20 m	0	0	0	0	100
8 Septiembre 07.	25 m	0	0	0	0	100
8 Septiembre 07.	30 m	0	0	0	0	100
Octubre 07.	10 m	0	6	4	10	100
Octubre 07.	15 m	0	0	0	0	100
Octubre 07.	20 m	0	0	0	0	100
Octubre 07.	25 m	0	0	0	0	100
30 Octubre 07.	25 m	0	0	0	0	100
30 Octubre 07.	30 m	0	0	600	600	100
Noviembre 07.	10 m	0	0	1000	1000	100
Noviembre 07.	15 m	0	0	700	700	100
Noviembre 07.	20 m	0	0	700	700	100
Noviembre 07.	25 m	0	0	600	600	100
Noviembre 07.	30 m	0	0	30	30	100
Diciembre 07.	10 m	0	0	1000	1000	100
Diciembre 07.	15 m	0	0	500	500	100
Diciembre 07.	20 m	0	0	500	500	100
Diciembre 07.	25 m	0	0	50	50	100
Diciembre 07.	30 m	0	0	1000	1000	100
Diciembre 07.	Netlon 1	0	1000	100	1100	100
Diciembre 07.	Netlon 2	0	0	2000000	2000000	100
Diciembre 07.	Netlon 3	0	0	1000000	1000000	100
8 Enero 08.	10 m	0	0	1000	1000	100
8 Enero 08.	15 m	0	0	1800	1800	100
8 Enero 08.	20 m	0	0	1000	1000	100
8 Enero 08.	25 m	0	0	2000	2000	100
8 Enero 08.	30 m	0	0	1000	1000	100
8 Enero 08.	Netlon 1	0	0	2000000	2000000	100
8 Enero 08.	Netlon 2	0	1000	100	1100	100
6 Febrero 08.	10 m	0	0	30	30	100
6 Febrero 08.	15 m	0	0	60	60	100
6 Febrero 08.	20 m	0	0	60	60	100
6 Febrero 08.	25 m	0	0	50	50	100
6 Febrero 08.	30 m	0	0	20	20	100
05 Marzo 08.	10 m	0	0	100	100	100
05 Marzo 08.	15 m	0	0	100	100	100
05 Marzo 08.	20 m	0	0	100	100	100
05 Marzo 08.	30 m	0	0	100	100	100
05 Marzo 08.	25 m	0	1	50	51	100
13 Marzo 08.	Netlon 15 m	0	20	30	50	25
4 Abril 08.	10 m	0	0	0	0	100

4 Abril 08.	15 m	0	0	100	100	100
4 Abril 08.	20 m	0	0	50	50	100
4 Abril 08.	25 m	0	0	100	100	100
4 Abril 08.	30 m	0	0	100	100	100
18 Abril 08.	Netlon 1	0	20	0	20	25
18 Abril 08.	Netlon 2	0	82	40	122	25
18 Abril 08.	Netlon 3	0	20	0	20	25
18 Abril 08.	Netlon 4	0	20	30	50	25
18 Abril 08.	Netlon 5	0	6	11	17	25
14 Mayo 08.	10 m	0	0	30	30	100
14 Mayo 08.	15 m	0	0	40	40	100
14 Mayo 08.	20 m	0	0	40	40	100
14 Mayo 08.	25 m	0	0	40	40	100
14 Mayo 08.	30 m	0	0	60	60	100

Tabla XXVII. Número de larvas por muestra provenientes de Hornito, II Región en el período 27 de mayo 2007 a 28 de agosto de 2007. Se indica la proporción de la muestra revisada. Se indica la proporción de la muestra revisada como % Mta. observada.

Fecha	Muestra	Macha	Mitílidos	Otros	Total	% Mta. observada
27 mayo 07.	10 m	0	0	0	0	100
27 mayo 07.	15 m	0	0	29	29	100
27 mayo 07.	25 m	0	1	45	46	100
27 mayo 07.	25 m 1050 m costa	0	0	39	39	100
04 Junio 07.	Netlon 1	0	6	25	31	100
04 Junio 07.	Netlon 2	0	13	22	35	100
04 Junio 07.	Netlon 3	0	3	11	14	100
04 Junio 07.	Netlon 4	0	26	28	54	100
04 Junio 07.	Netlon 5	0	12	36	48	100
Julio 07.	10 m	0	0	0	0	100
Julio 07.	15 m	0	0	3	3	100
Julio 07.	20 m	0	0	0	0	100
Julio 07.	25 m	0	0	0	0	100
Julio 07.	25 m, 1000m de la costa	0	0	0	0	100
Julio 07.	Netlon 1	0	0	1	1	100
Julio 07.	Netlon 2	0	0	1	1	100
Julio 07.	Netlon 3	0	10	3	13	100
Julio 07.	Netlon 4	0	0	0	0	100
Julio 07.	Netlon 5	0	2	0	2	100
27 Agosto 07.	10 m	0	0	1	1	100
27 Agosto 07.	15 m	0	0	2	2	100
27 Agosto 07.	20 m	0	0	0	0	100

27 Agosto 07.	25 m	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	25 m*	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	Netlon 1	0	0	1	1	100
27 Agosto 07.	Netlon 2	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	Netlon 3	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	Netlon 4	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	Netlon 5	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	Netlon 2	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	Netlon 3	0	0	0	0	100
27 Agosto 07.	Netlon 20m*	0	2000	500	2500	100
27 Agosto 07.	Netlon 25m*	0	2000	500	2500	100
27 Agosto 07.	Netlon 25m	0	2000	500	2500	100
27 Septiembre 07.	10 m	0	0	5	5	100
27 Septiembre 07.	15 m	0	0	27	27	100
27 Septiembre 07.	20 m	0	0	11	11	100
27 Septiembre 07.	25 m *	0	0	6	6	100
27 Septiembre 07.	25 m	0	0	8	8	100
27 Septiembre 07.	15 m (2)	0	0	1	1	100
27 Septiembre 07.	25 m (4)	0	0	1	1	100
27 Septiembre 07.	Netlon 5 25m*	0	0	0	0	100
Octubre 07.	10m?	0	0	50	50	100
Octubre 07.	15 m?	0	0	44	44	100
Octubre 07.	20 m?	0	0	15	15	100
Octubre 07.	25 m *?	0	0	20	20	100
Octubre 07.	25 m?	0	0	20	20	100
Octubre 07.	Netlon 1	0	0	10	10	100
Octubre 07.	Netlon 2	0	0	20	20	100
Octubre 07.	Netlon 3	0	5	0	5	100
Octubre 07.	Netlon 4	0	0	0	0	100
Octubre 07.	Netlon 5	0	0	0	0	100
Noviembre 07.	10 m	20	0	50	70	100
Noviembre 07.	15 m	0	0	15	15	100
Noviembre 07.	25 m	15	4	5	24	100
Noviembre 07.	25m*	0	17	70	87	100
Noviembre 07.	Netlon 1	0	2000	500	2500	100
Noviembre 07.	Netlon 2	0	2000	200	2200	100
Noviembre 07.	Netlon 3	0	2000	500	2500	100
Noviembre 07.	Netlon 4	0	2000	500	2500	100
Noviembre 07.	Netlon 5	0	1000000	500	1E+06	100
17 Diciembre 07.	15 m	0	0	2000	2000	100
17 Diciembre 07.	20 m	0	0	2000	2000	100
17 Diciembre 07.	25 m*	0	0	2000	2000	100
15 Enero 08.	10 m	0	0	1	1	100
15 Enero 08.	15 m	0	1	20	21	100
15 Enero 08.	20 m	0	1	20	21	100
15 Enero 08.	25 m	0	0	20	20	25
15 Enero 08.	25 m*	0	0	6	6	100
15 Enero 08.	Netlon 1	0	150	3	153	100
15 Enero 08.	Netlon 2	0	150	10	160	100

15 Enero 08.	Netlon 3	0	41	8	49	100
15 Enero 08.	Netlon 4	0	100	20	120	100
15 Enero 08.	Netlon 5	0	300	20	320	100
22 Febrero 08.	10 m	0	1	13	14	100
22 Febrero 08.	15 m	0	0	0	0	25
22 Febrero 08.	20 m	0	2	0	2	25
22 Febrero 08.	25 m*	0	0	100	100	25
22 Febrero 08.	25 m	0	0	100	100	25
22 Febrero 08.	Netlon 1	0	2000	500	2500	100
22 Febrero 08.	Netlon 2	0	2	62	64	100
22 Febrero 08.	Netlon 3	0	20	0	20	100
22 Febrero 08.	Netlon 4	0	20	0	20	100
22 Febrero 08.	Netlon 5	0	15	40	55	100
Abril 08.	10 m	0	0	0	0	100
Abril 08.	15 m*	0	0	4	4	100
Abril 08.	25 m	0	0	30	30	100
Abril 08.	25 m*	0	0	30	30	100
Mayo 08.	10 m	0	0	15	15	100
Mayo 08.	15 m	0	0	2	2	100
Mayo 08.	20 m	0	0	2	2	100
Mayo 08.	25 m	0	0	6	6	100
Mayo 08.	25 m*	0	0	0	0	100
27 Agosto 08.	Netlon 1	0	0	2000	2000	100
27 Agosto 08.	Netlon 2	0	0	2000	2000	100

4.3.2 Ciclo reproductivo, desoves y talla de primera madurez sexual.

Con el fin de monitorear la actividad reproductiva (ciclo reproductivo, desoves), se utilizaron las las muestras recogidas en el muestreo periódico descrito para el objetivo 2.

4.3.2.1 Estimación cualitativa del Ciclo Reproductivo de Iquique, Chile

Los ejemplares provenientes de Iquique, I Región, Chile, analizados para ciclo reproductivo variaron entre 71.1 y 78.2 mm de longitud máxima promedio y entre 7.3 y 15.3 g de peso de partes blandas promedio (Tabla XXVIII).

TablaXXVIII. Longitud máxima antero posterior y Peso de Partes Blandas de reproductores colectados en Ike-Ike, Iquique en el período junio 2007 a mayo 2008.

	Longitud Máxima (mm)		Peso Partes Blandas (g)	
	Prom	DE	Prom	DE
Jn	73.8	5.8	12.8	5.9
Jl	72.8	8.5	10.5	4.1
S	75.7	4.8	10.6	2.8
O	72.3	8.4	9.3	9.3
N	78.2	4.5	15.3	2.8
D	74.0	6.2	9.1	2.5
E	73.7	10.1	8.5	2.7
F	71.4	7.0	7.3	2.1
M	75.0	5.5	8.4	1.6
A	77.6	6.2	10.9	3.5
My	71.1	8.8	9.1	2.9

La proporción de sexos del grupo de individuos seleccionado para el ciclo reproductivo fue cercana a 1:1 excepto en el mes de junio. En este mes el número de muestras utilizables fue bajo y el número de hembras resultó aproximadamente el doble (Tabla XXIX).

Tabla XXIX. Proporción de sexos de M. donacium recolectadas de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

	H	M	Ind	Proporción H: M	Total
Jn	17	8	4	1: 0.5	25
Jl	10	8	0	1: 0.8	18
S	20	16	0	1: 0.8	36
N	14	16	0	1: 1.1	30
D	18	17	0	1: 0.9	35
E	14	13	0	1: 0.9	27
F	14	21	0	1: 1.5	35
M	17	18	0	1: 1.1	35
A	15	17	0	1: 1.1	32
M	15	12	18	1: 0.8	27

La población de Iquique desarrolla un ciclo reproductivo estacional con dos eventos reproductivos. A pesar de haber diferencia en la proporción de los estados de madurez gonadal de machos y hembras, la tendencia y los eventos de desoves son comunes para ambos sexos.

4.3.2.1.1 Hembras

Al iniciar nuestro período de muestreo en el mes de junio, el 70 % de las hembras se encontraban en estado de evacuación total (Ev T) con muy pocos gametos remanentes en sus gónadas. Incluso algunos ejemplares no pudieron ser identificados como machos o hembras debido a que no se registró ningún gameto en las secciones revisadas que permitiera asignarlos a sexo. En julio se inicia la gametogénesis y el 80 % de las hembras se encuentra en estado de madurante temprano (Mte T) y el restante en madurez avanzada (Mte Av), 10 % o regresión (Reg), 10 %. La recuperación de la gónada en este período es paulatina. En septiembre, la proporción de Mte Av ha aumentado a un 35 % y en noviembre el 100 de las hembras se encuentra en este estado. En diciembre, ambos sexos alcanzan la mayor proporción de ejemplares en máxima madurez (MM) registrada en el período de estudio. En dicho mes el 67 % de hembras se encuentra en MM y el restante en evacuación parcial indicando el comienzo de un evento de desove generalizado e intenso. Es así que el mes de enero el 86 % de las hembras se encuentra en evacuación total (Ev T)

y el restante en regresión. Seguido de este desove hubo una rápida recuperación gonadal iniciando un nuevo evento de reproducción, menos intenso, pero más prolongado. La proporción de ejemplares en madurez máxima varió de 13.3 a 29.4 %. Posteriormente, en mayo la población ha finalizado el evento reproductivo encontrándose la mayoría de las hembras en evacuación total, parcial y en regresión. Incluso algunos ejemplares en este mes se clasificaron como indeterminados debido a que sus gónadas estaban completamente vacías (Fig. 63; Tabla XXX).

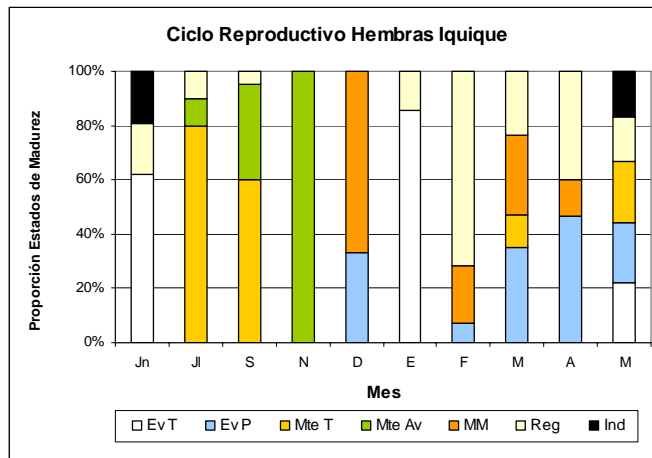


Figura 63. Ciclo de madurez gonadal de hembras de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

4.3.2.1.2 Machos

En junio sobre el 33 % de los machos se encontraban totalmente evacuados o en regresión (Reg). Por otro lado, en este mismo mes, a diferencia de las hembras, alrededor de un 33% de los machos presentaban un desarrollo inicial de gametos con predominancia de estados tempranos como gonias y citos. La ocurrencia de este estado, madurante temprano (Mte T) en machos, indica una recuperación gonadal más rápida que las hembras. En los meses posteriores se evidencia el progreso paulatino de la gametogénesis. En septiembre el 68 % y en noviembre, el 100% de los ejemplares alcanza el estado de Mte Av. En diciembre el 53 % se encuentra en estado de máxima madurez (MM) y un 41.2 %

en evacuación parcial indicando una intensa evacuación de gametos. En el mes siguiente, enero, el 84.6 % de los machos se encuentra parcialmente evacuado y un 7.7 % en regresión. En febrero predomina el estado de regresión 76.2% y cerca de un 19% se encuentra aún parcialmente evacuado. Al igual que en hembras en marzo y abril se registra una recuperación, entre 5.9 y 33 % se encuentra en madurez máxima y entre 38.9 a 58.8 %, parcialmente evacuado. En mayo, el 53.3 % se encuentra como parcialmente evacuado y un 26.7 % ya totalmente evacuado. En este mes ya no se registran ejemplares en estado de madurez máxima (Fig. 64; Tabla XXX).

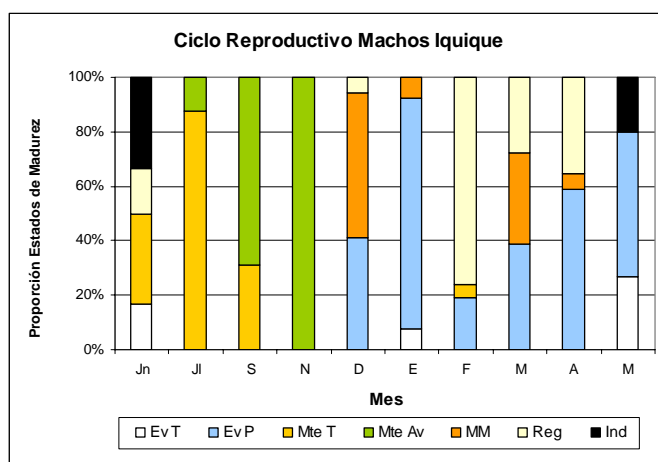


Figura 64. Ciclo de madurez gonadal de machos de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

En resumen, las machas en Iquique desarrollaron dos eventos reproductivos durante el período muestreado. El primero y más intenso ocurrió en el período diciembre – enero. En diciembre las hembras alcanzaron la mayor proporción de ejemplares en madurez máxima, 67 % y al mes siguiente habían evacuado la totalidad de sus gónadas. Un segundo evento de reproducción más prolongado y menos intenso se registró en el período febrero-abril. En estos meses una proporción de 13.3 a 29.4 % de las hembras se encontraba en madurez máxima y una proporción similar en evacuación parcial, 22.2 a 46.7 %. En el período mayo-junio los ejemplares estaban con sus gónadas vacías e inactivas. Desde julio a noviembre se realiza la gametogénesis alcanzando en noviembre un 100% de ejemplares,

machos y hembras, en maduración avanzada, permitiendo así, iniciar el ciclo de reproducción en el mes de diciembre (Tabla XXX).

Tabla XXX. Proporción en número de estados de madurez gonadal de machos y hembras de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

	HEMBRAS								MACHOS							
	Ev P	Ev T	Mte T	Mte Av	MM	Reg	Ind	Total	Ev T	Ev P	Mte T	Mte Av	MM	Reg	Ind	Total
Jn		13				4	4*	21	2		4			2	4*	12
Jl			8	1		1		10			7	1				8
S			12	7		1		20			5	11				16
N				14				14				16				16
D	6				12			18		7			9	1		17
E		12				2		14	1	11			1			13
F	1				3	10		14		4	1			16		21
M	6		2		5	4		17		7			6	5		18
A	7				2	6		15		10			1	6		17
M	4	4	4			3	3*	18	4	8					3*	15

*: Se sumó el mismo número de ejemplares indeterminados a machos y hembras

4.3.2.2 Estimación cuantitativa del Ciclo Reproductivo de Iquique

4.3.2.2.1 Estimación de la población de ovocitos

Se midió un total de 389 a 1500 huevos por mes. El menor número de huevos se midió en junio debido a que la mayoría de los ejemplares mantenían sus gónadas casi vacías. El primer muestreo, junio 2007, incluyó en su mayoría ejemplares en evacuación total, sin embargo, el 56% de los 389 medidos correspondió a ovocitos maduros entre 40 a 45 μm . Esto se debió a que los gametos medidos correspondían a ovocitos maduros remanentes de un desove. En julio predominaron ovogonias y ovocitos previtelogénicos. Estas células que miden de 10 a 20 μm de diámetro correspondieron al 73,5 % del total. Posteriormente aumentó la proporción de ovocitos vitelogénicos de mayor tamaño. Así en

noviembre, más de la mitad de los ovocitos medidos, 51.2 %, se ubicó entre los 25 y 35 μm . En enero, como resultado del desove intenso ocurrido en el mes precedente, la proporción de huevos maduros, disminuyó y ovocitos de menor desarrollo, ovocitos previtelogénicos de 15 a 25 μm alcanzan alrededor de un 53 %. En los meses posteriores, aumentó el número de ejemplares maduros, de 22 a 51 %, aproximadamente corresponden a ovocitos maduros, sobre 40 μm . Una vez finalizado este período reproductivo, aumentó el número de ejemplares en evacuación total y regresión. De este modo, la frecuencia de tallas pequeñas aumentó y nuevamente, sobre el 63 % de los ovocitos se encuentra en el rango de 10 a 20 μm (Fig. 65).

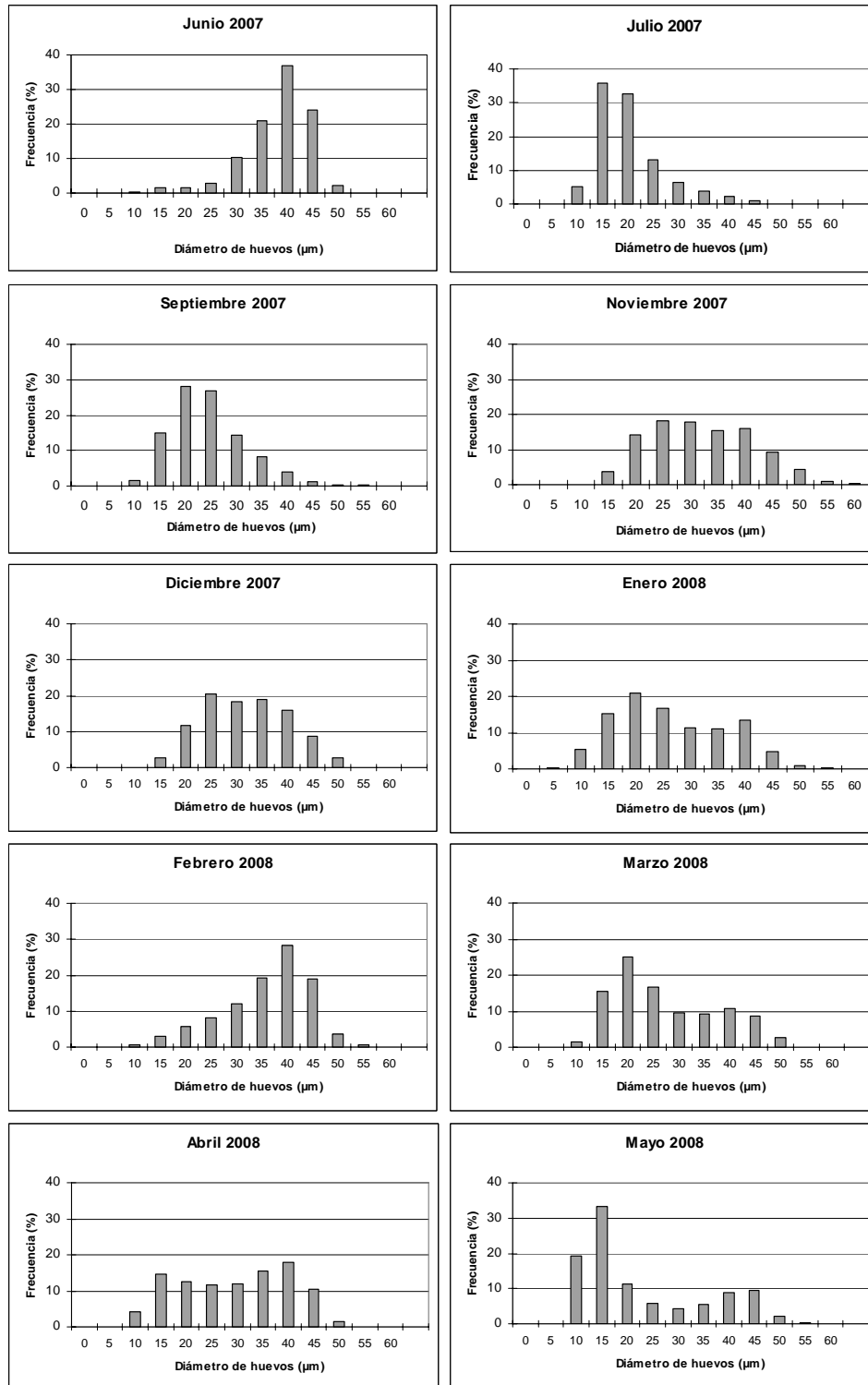


Figura 65. Distribución mensual de tamaño de ovocitos de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

4.3.2.2.2 *Coefficiente Gamético Femenino*

El Coeficiente Gamético (CG) varió de 0.1 a 2.8 en concordancia a la proporción de los estados de madurez. De junio a septiembre el CG se mantuvo en bajos valores, de 0.1 a 0.2. En noviembre, mes en que predominaron hembras en estado de madurante avanzado, el CG alcanzó 0.6 ± 0.6 . La alta desviación estándar refleja la variación de acinos con ovocitos maduros. En diciembre, mes con un gran número de hembras maduras, el CG alcanzó su mayor valor, 2.8 ± 0.9 . Después del desove ocurrido en diciembre, en enero el CG disminuyó a 0.7 ± 0.7 . En los meses posteriores este coeficiente se mantuvo entre 1 y 1.6 para disminuir en mayo a 0.4 ± 0.8 , reflejando la predominancia de ejemplares totalmente evacuados o en regresión (Fig. 66).

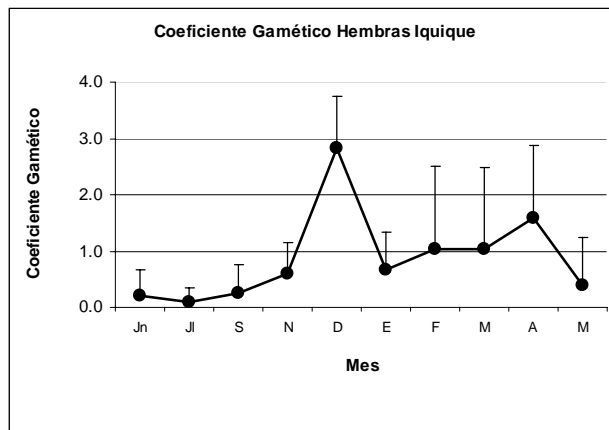


Figura 66. Variación mensual del Coeficiente Gamético femenino promedio de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

4.3.2.2.3 *Tamaño de estructuras gonadales*

4.3.2.2.3.1 Variación mensual del diámetro de acinos en hembras

El diámetro de los acinos en hembras varió entre $101.8 \pm 21.5 \mu\text{m}$ en el mes de junio y $220.3 \pm 39.6 \mu\text{m}$, en el muestreo de diciembre. El alto valor registrado en esta última fecha coincidió con un alto número de ejemplares en estado de máxima madurez. Los valores más bajos registrados en junio y julio, 101.8 y 115.0, respectivamente coincidieron con una alta proporción de ejemplares totalmente evacuados y en regresión (Fig. 67).

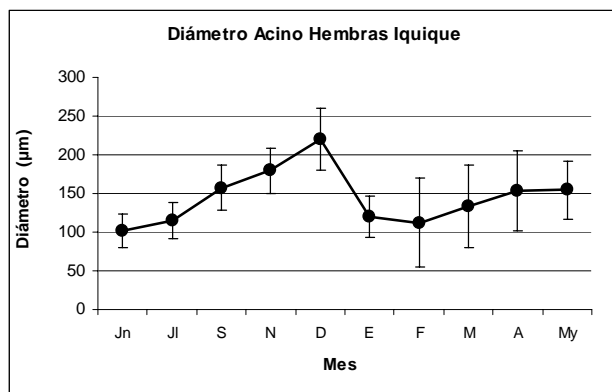


Figura 67. Variación mensual del diámetro de los acinos masculinos de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

4.3.2.2.3.2 Variación mensual del diámetro de acinos en machos

El diámetro de los acinos en machos sufrió poca variación. Esta fluctuó entre $107 \pm 31.1 \mu\text{m}$ en el mes de julio y $226.6 \pm 42.8 \mu\text{m}$ en el muestreo de noviembre de 2007, mes en que el 100 % de los ejemplares se encontraba en estado de madurante avanzado. En el mes siguiente, diciembre, época con el mayor porcentaje de ejemplares en máxima madurez, contrario a lo esperado el diámetro de los acinos descendió a 201.1 ± 45.3 . Esto se debería a que en este mes también se encuentra un número importante de ejemplares parcialmente evacuados. El valor más bajo registrado fue 107.0 ± 341.1 en el mes de julio seguido por 125.2 ± 28.8 en junio. Ambos meses coincidieron con una alta proporción de ejemplares totalmente evacuados y en regresión (Fig. 68).

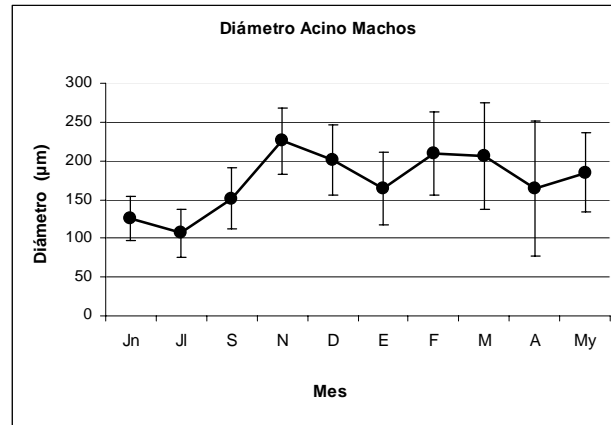


Figura 68. Variación mensual del diámetro de los acinos masculinos de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

4.3.2.2.3.3 Variación mensual del diámetro de la masa de espermatozoides (DME) y grosor de la columna espermatogénica (CE) de machos de Iquique

La variación mensual de la masa de espermatozoides coincidió cercanamente con la proporción de ejemplares maduros. En el período diciembre 2007 - marzo 2008, el diámetro de la masa de espermatozoides en el lumen de los acinos varió entre 129.8 ± 45.8 y $153.7 \pm 92.3 \mu\text{m}$ (Fig. 69). Este último mes presentó una menor proporción de ejemplares maduros que diciembre y marzo, pero aún mantenía una cantidad importante de individuos parcialmente evacuados, lo que se reflejó en una alta desviación estándar. Por otro lado, los valores más bajos correspondieron a los meses de junio y julio, 8.6 ± 16.5 y $5.6 \pm 17.3 \mu\text{m}$, respectivamente, coincidiendo con altas proporciones de ejemplares totalmente evacuados y en regresión. Respecto al grosor de la columna espermatogénica, es decir, a la banda de células germinales tempranas, como cabía esperar los valores más altos se registraron en noviembre, mes en que el 100 % de los ejemplares se encontraba como madurante avanzado, $49.8 \pm 16.3 \mu\text{m}$ (Fig. 70).

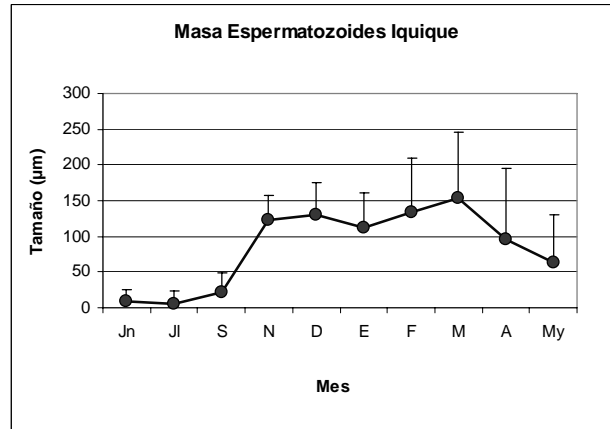


Figura 69. Variación mensual del diámetro de la masa de espermatozoides de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

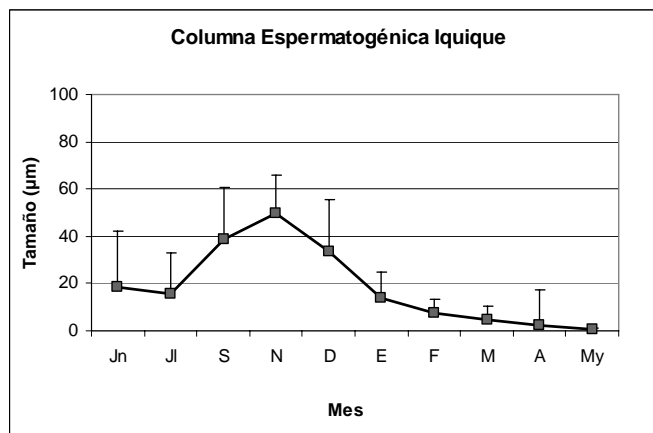


Figura 70. Variación mensual del grosor columna espermatogénica de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

4.3.2.2.3.4 Índice de Madurez Gonadal (IMG)

El IMG varió de 1.4 a 5.7 en hembras. El valor más bajo, 1.4 correspondió al mes junio debido a que la mayoría de los ejemplares se encontraban totalmente evacuados o en regresión. Por el contrario, el valor más alto se alcanzó en diciembre, mes en que predominaron ejemplares en estado de MM y Ev P. En enero, el IMG descendió

bruscamente debido a la ocurrencia de un desove en diciembre. Desde febrero a marzo el IMG varió entre 2.4 y 4.1. Estos valores reflejan un número aún importante de ejemplares en estado de MM.

En machos el IGM varió entre 1.5 y 5.3. La variación en el IGM sigue una tendencia similar a la registrada en hembras. El valor más bajo, 1.5, correspondió a junio y el más alto, 5.3, se alcanzó en diciembre, mes de máxima madurez. En enero el descenso del IGM no fue tan marcado, porque tal como se desprende del análisis cualitativo, en este mes el número de ejemplares parcialmente evacuado es alto y además, en la mayoría de los ejemplares permanecen muchos gametos al interior de los acinos (Tabla XXXI)

Tabla XXXI. Índice de Madurez Gonadal en machos y hembras de Mesodesma donacium de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

	Hembras		Machos	
	IMG	n	IMG	n
Jn	1.4	21	1.5	12
Jl	2.9	10	3.1	8
S	3.3	20	3.7	16
N	4.0	14	4.0	16
D	5.7	18	5.3	17
E	1.9	14	4.8	13
F	2.4	14	1.9	21
M	4.1	17	4.2	18
A	3.5	15	3.6	17
M	2.4	18	3.2	15
		161		153

4.3.2.2.3.5 Índice de Condición

El Índice de Condición (IC) no varió notoriamente. El IC fluctuó entre 21.0 ± 1.9 en el muestreo de enero de 2008 y 30.6 ± 2.3 en el muestreo de noviembre de 2007. El valor más alto correspondió al muestreo con el mayor número de ejemplares en estado de madurez avanzada, mientras que en enero, mes con la mayor proporción de ejemplares en máxima madurez, el IC disminuyó a 25.5 ± 3.9 . Por otro lado, junio y mayo, meses en que

predominaron ejemplares totalmente evacuados y en regresión, los valores del IC se mantuvieron relativamente altos, 24.0 ± 1.6 y 24.5 ± 3.2 , respectivamente (Fig. 71).

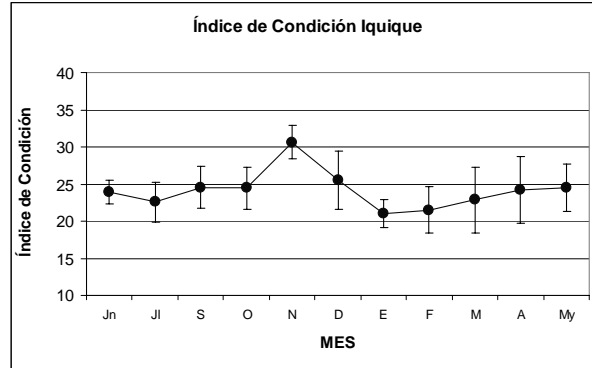


Figura 71. Índice de condición de *Mesodesma donacium* de Iquique, I Región, Chile, en el período junio de 2007 a mayo 2008.

4.3.2.3 Estimación Cualitativa del Ciclo Reproductivo de Tacna, Perú

Los ejemplares provenientes de Tacna, Perú analizados para ciclo reproductivo variaron entre 67.3 y 71.8 mm de longitud máxima promedio y entre 5.3 y 8.3 g de peso de partes blandas promedio (Tabla XXXII).

Tabla XXXII. Longitud máxima antero posterior y Peso de Partes Blandas de reproductores colectados en Ike-Ike, Iquique en el período junio 2007 a mayo 2008.

	Longitud Máxima (mm)		Peso Partes Blandas (g)	
	Prom	DE	Prom	DE
Jl	71.6	4.2	8.3	2.3
A	70.1	3.6	7.1	1.6
S	68.8	4.4	6.0	1.6
O	67.3	5.6	6.5	1.8
N	71.8	2.6	6.3	1.0
E	68.6	3.4	5.3	0.9

La proporción de sexos del grupo de individuos seleccionado para el ciclo reproductivo fue muy cercana a 1:1 excepto en el mes de septiembre, en que los machos correspondieron solo a un 63 % del total (Tabla XXXII).

Tabla XXXII. Proporción de sexos de Mesodesma donacium recolectadas en Tacna, Perú en el período julio de 2007 a enero de 2008.

	H	M	Ind	Proporción H: M	Total
Jl	16	19	0	1: 1.2	35
A	18	23	0	1: 1.3	41
S	24	15	0	1: 0.6	39
O	17	18	0	1: 1.1	35
N	16	16	0	1: 1.0	32
E	15	17	1	1: 1.1	33

La población de Tacna, Perú desarrolla un ciclo diferente al observado en Iquique. Se observaron altas proporciones de ejemplares en madurez máxima (MM) en la mayoría de los meses muestreados, julio a octubre. Se debe destacar, que los ejemplares clasificados como en evacuación parcial (Ev P) en ese período mantenían la mayor parte de sus gónadas repletas de gametos y una mitad y generalmente menos de los acinos se encontró vacíos o parcialmente vacíos, sugiriendo que de manera constante una parte de la población se mantiene emitiendo una pequeña cantidad de gametos al medio.

4.3.2.3.1 Hembras

En junio de 2007, primer mes de muestreo las hembras alcanzaron la mayor proporción del estado de evacuación parcial inicial, 93,8 %. Desde agosto a noviembre la mayoría de las hembras, 81,3 a 88,9 % se encuentra en madurez máxima. En diciembre, por razones de clima no se pudo realizar muestreo, sin embargo, en enero de 2008, ya no se colectaron ejemplares en madurez máxima. En ese mes, el 43,8 % de las hembras se encontraba totalmente evacuado e incluso, un 6,3 % se encontraba en regresión evidenciando la ocurrencia de un desove previo (Fig. 72; Tabla XXXIII).

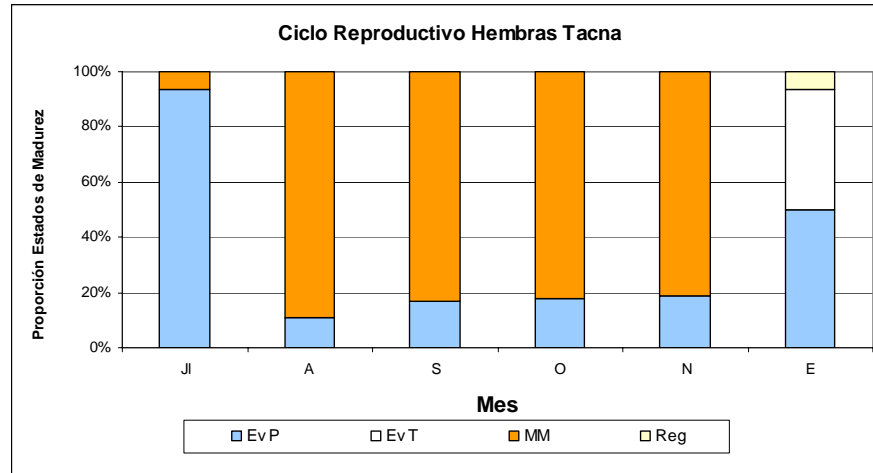


Figura 72. Ciclo de madurez gonadal de hembras de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.3.2 Machos

En junio de 2007, el 97,4 % de los machos se encontraba en estado de evacuación parcial inicial. Desde agosto a octubre la mayoría de los machos, el 73,3 a 94,4 % se encuentra en madurez máxima, pero en noviembre aumenta el número de ejemplares parcialmente evacuados a 62,5%. En enero de 2008, no se colectaron ejemplares en madurez máxima y un 33.3 % se encontraba evacuado en su totalidad y un 5,6% se encontró en regresión (Fig. 73; Tabla XXXIII).

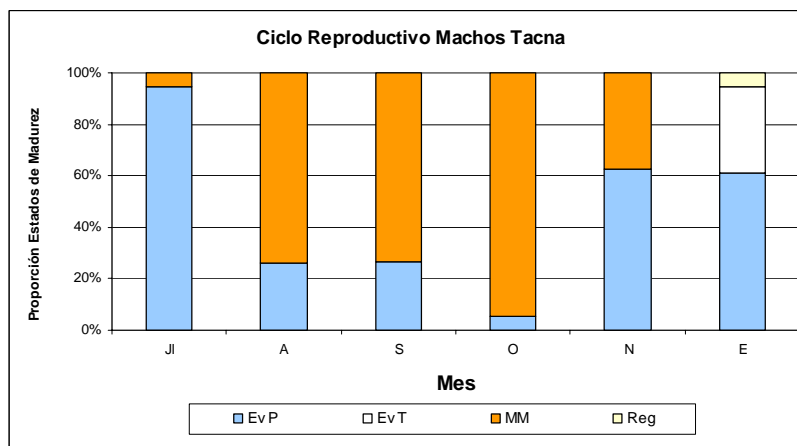


Figura 73. Ciclo de madurez gonadal de machos de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

En resumen la población de Tacna, Perú desarrolla un ciclo reproductivo con largos períodos de madurez máxima y continuas emisiones de pequeñas cantidades de gametos. En los meses diciembre enero ocurre un evento de desove intenso (Tabla XXXIII).

Tabla XXXIII. Proporción en número de estados de madurez gonadal de hembras y machos de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

	HEMBRAS					MACHOS				
	Ev T	Ev P	MM	Reg	Total	Ev T	Ev P	MM	Reg	Total
Jl		15	1		16		18	1		19
A		2	16		18		6	17		23
S		4	20		24		4	11		15
O		3	14		17		1	17		18
N		3	13		16		10	6		16
E	7	8		1	16	6	11		1	18

4.3.2.4 Estimación cuantitativa del Ciclo Reproductivo de Tacna, Perú

4.3.2.4.1 Estimación de la población de ovocitos

Se midió un total de 1105 a 1650 huevos por mes. El menor número de huevos correspondió al mes de enero debido a que la mayoría de los ejemplares se encontraba total o parcialmente evacuados. Durante todos los meses los ovocitos maduros, sobre 40 μm estuvieron altamente representados, entre 39.1 y 32.7 en septiembre y octubre, respectivamente y sobre 50 % en julio, agosto y noviembre. Esto concuerda con el alto número de ejemplares en madurez máxima registrados en casi todos los meses de muestreo. En enero, la proporción de huevos maduros descendió a 40.2 % debido a la ocurrencia de un desove en el mes precedente. Aún así este valor corresponde a una alta proporción de ovocitos debido a que los gametos medidos correspondían a los ovocitos maduros remanentes del desove (Fig. 74).

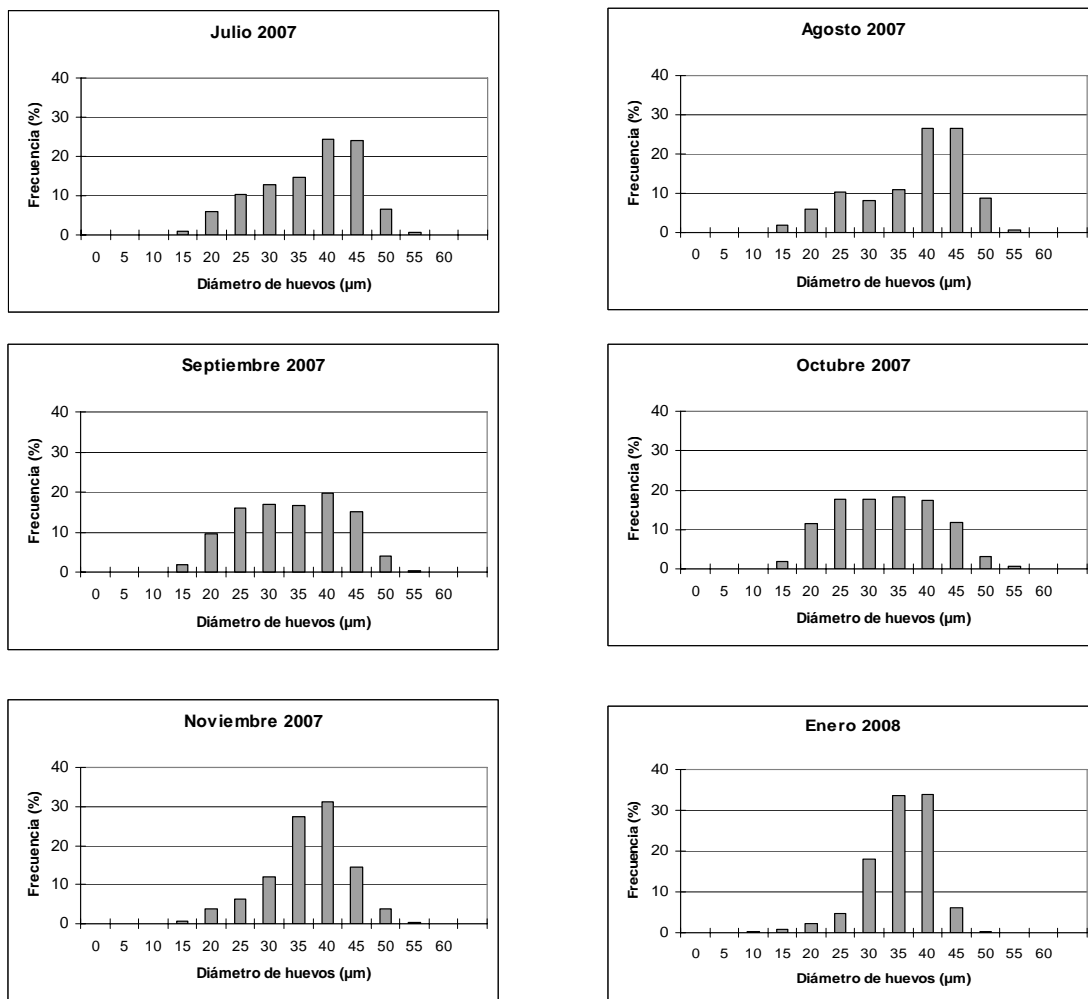


Figura 74. Distribución mensual de tamaño de ovocitos de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.4.2 Coeficiente Gamético Femenino de Tacna

El Coeficiente Gamético (CG) varió de 1.3 a 3.4. El valor más bajo, 1.3 ± 1.2 , correspondió al mes de enero, en el cual la mayoría de los ejemplares se encontraba desovado. En los meses restantes, julio a diciembre los valores se mantuvieron altos, de 2.3 a 3.4, en concordancia a la proporción alta de ejemplares en máxima madurez (Fig. 75).

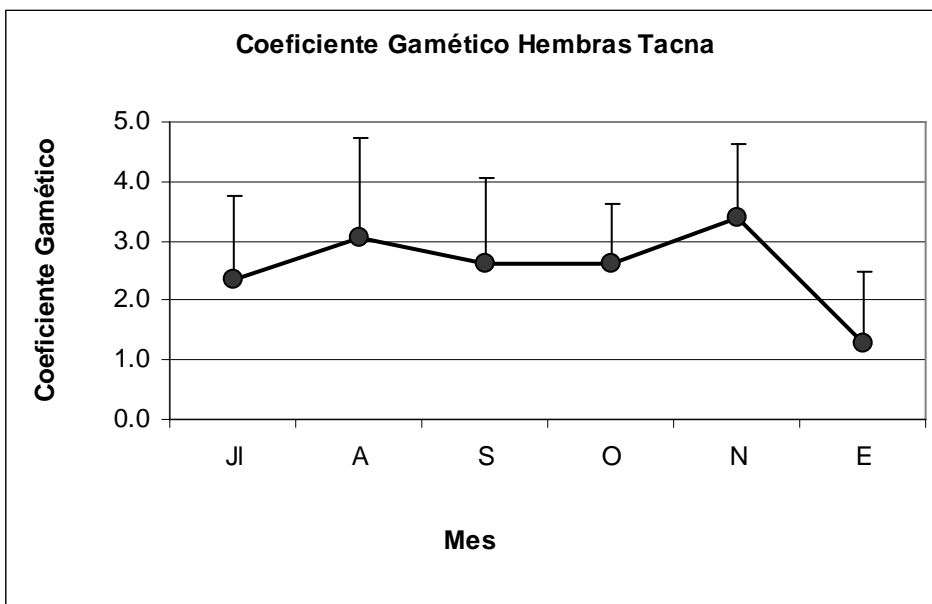


Figura 75. Variación mensual del Coeficiente Gamético femenino promedio de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.4.3 Coeficiente Gamético Masculino de Tacna

El Coeficiente Gamético masculino varió de 49.7 a 83.9. Al igual que lo observado en hembras, el valor más bajo, 49.7 ± 32.1 , correspondió a enero, mes post-desove. El resto de los meses, julio a diciembre el CG varió entre 58.8, en el mes de noviembre y 75.8, en octubre, en concordancia a la proporción alta de ejemplares en máxima madurez y parcialmente evacuados (Fig. 76).

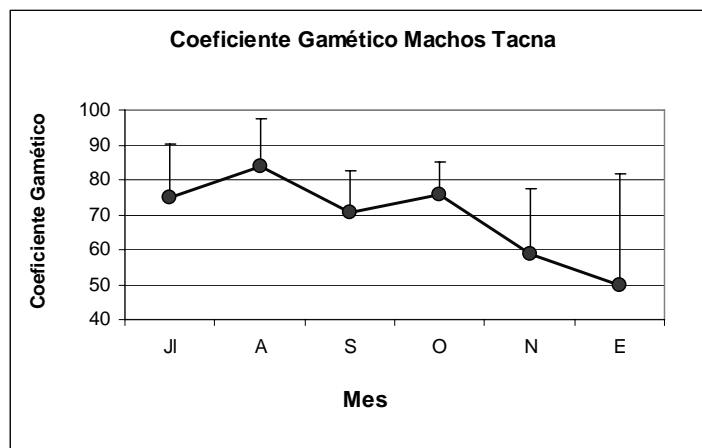


Figura 76. Variación mensual del Coeficiente Gamético masculino promedio de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.4.4 Tamaño de estructuras gonadales

4.3.2.4.4.1 Variación mensual del diámetro de acinos en hembras de Tacna

El diámetro de los acinos en hembras fluctuó entre $144.8 \pm 50.3 \mu\text{m}$ en el mes de enero y $216.8 \pm 45.1 \mu\text{m}$, en el muestreo de noviembre. El valor más bajo coincidió con una alta proporción de ejemplares evacuados. El diámetro de los acinos en los meses restantes, julio a noviembre, fue alto y mostró poca variación, de 194.2 a 216.8, concordando con la alta proporción de ejemplares maduros registrados en ese período (Fig. 77).

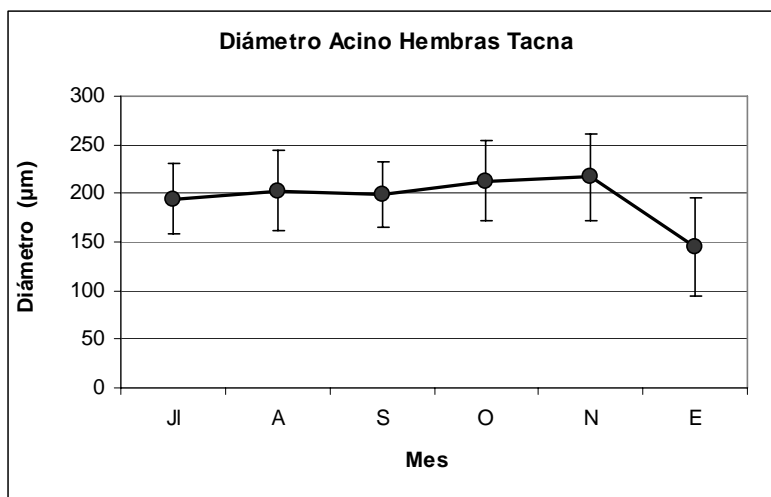


Figura 77. Variación mensual del diámetro de los acinos femeninos de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.4.4.2 Variación mensual del diámetro de acinos en machos de Tacna

El diámetro de los acinos en machos fluctuó entre $158.3 \pm 53.6 \mu\text{m}$ en el mes de enero y $259.4 \pm 45.1 \mu\text{m}$, en el muestreo de abril. Al igual que en hembras, el valor más bajo coincidió con una alta proporción de ejemplares evacuados en el mes de enero y en los meses restantes el diámetro de los acinos fue alto y poco variable, 230.6 a 259.4, concordando con la alta proporción de ejemplares maduros registrados en ese período (Fig. 78).

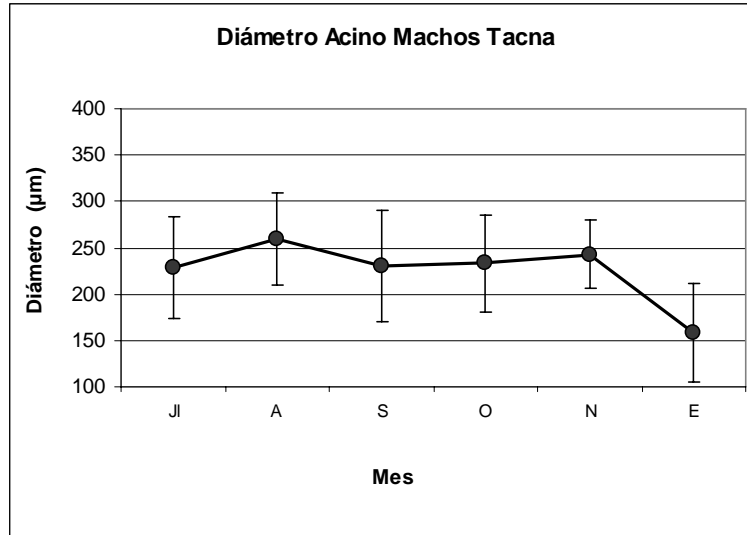


Figura 78. Variación mensual del diámetro de los acinos masculinos de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.4.4.3 Variación mensual del diámetro de la masa de espermatozoides (DME) y grosor de la columna espermatogénica (CE) de machos de Tacna

El diámetro de la masa de espermatozoides varió de 88.2 ± 70.4 a 219.8 ± 54.6 . El valor más bajo correspondió a enero, mes con alto número de ejemplares evacuados y en regresión. El resto de los meses la masa de espermatozoides varió entre 143.3 en noviembre y 219.8 en abril concordando con el alto número de ejemplares maduros y parcialmente evacuados (Fig. 79). Respecto al grosor de la columna espermatogénica, esta varió entre $2.6 \pm 3.6 \mu\text{m}$ y $22.1 \pm 10.0 \mu\text{m}$. El valor más bajo correspondió a enero, cuyos acinos se encontraban en su mayoría totalmente vacíos o en regresión. El valor más alto se registró en septiembre, pero no difirió notoriamente del resto de los meses en que fluctuó entre $16.3 \pm 5.8 \mu\text{m}$ y $21.5 \pm 8.5 \mu\text{m}$ (Fig. 80).

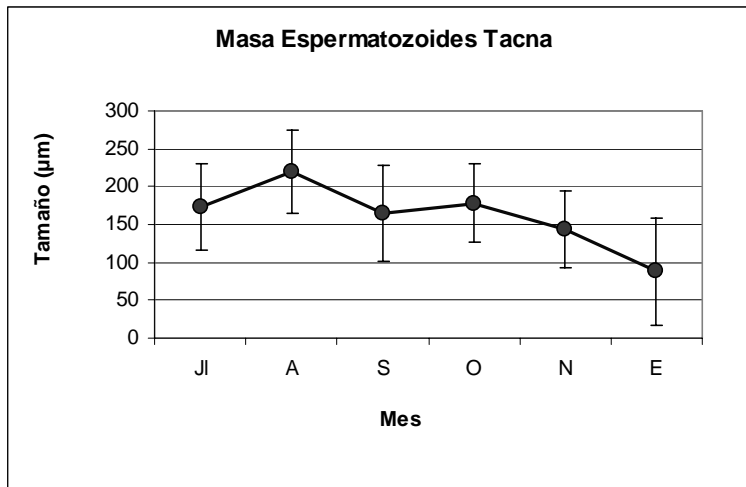


Figura 79. Variación mensual del diámetro de la masa de espermatozoides dentro de los acinos de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

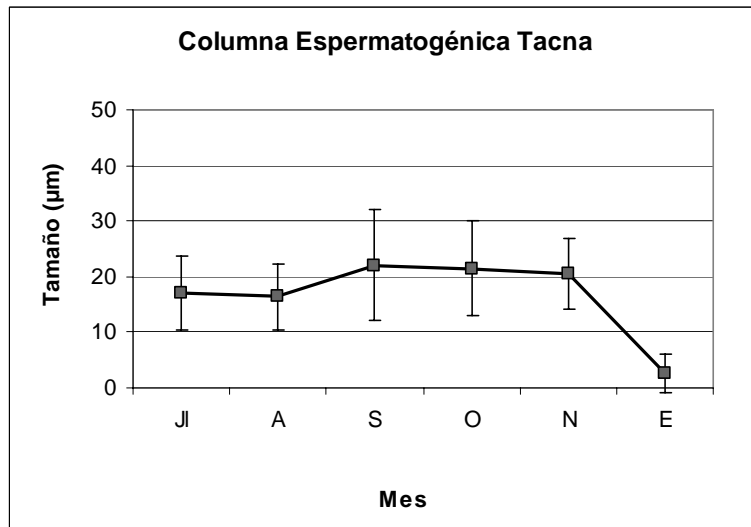


Figura 80. Variación mensual del grosor de la columna espermatogénica de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.4.4.4 Índice de Madurez Gonadal (IMG)

El IMG de hembras se mantuvo relativamente alto durante el período de estudio variando entre 3.4 a 5.9. El valor más bajo correspondió al muestreo de enero, mes en que se evidenció la ocurrencia de un desove en el período precedente. El valor más alto, de 5.9 se alcanzó en agosto, mes con alta proporción de ejemplares en MM, sin embargo, este valor no difirió marcadamente de septiembre a noviembre, que alcanzaron 5.8 y en los que también predominaron ejemplares en MM y Ev P.

En machos el IGM varió entre 3.8 y 5.9. La variación en el IGM sigue una tendencia similar a la registrada en hembras. El valor más bajo de 3.8, correspondió también a enero, como cabía esperar a partir de la detección de un evento de desove. El IMG más alto, 5.9, se alcanzó en noviembre, pero tampoco difirió mucho de los meses restantes en que varió de 5.1 a 5.7 (Tabla XXXIV).

Tabla XXXIV. Índice de Madurez Gonadal en machos y hembras de Mesodesma donacium de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

	Hembras		Machos	
	IMG	n	IMG	n
Jl	5.1	16	5.1	19
A	5.9	18	5.7	23
S	5.8	24	5.7	15
O	5.8	17	5.9	18
N	5.8	16	5.4	16
E	3.4	16	3.8	18
		107		109

4.3.2.4.4.5 Índice de Condición

El Índice de Condición (IC) no varió notoriamente. El IC fluctuó entre 21.0 ± 1.9 en el muestreo de enero de 2008 y 30.6 ± 2.3 en el muestreo de noviembre de 2007. El valor más alto correspondió al muestreo con el mayor número de ejemplares en estado de madurez avanzada, mientras que en enero, mes con la mayor proporción de ejemplares en máxima madurez, el IC disminuyó a 25.5 ± 3.9 . Por otro lado, junio y mayo, meses en que

predominaron ejemplares totalmente evacuados y en regresión, los valores del IC se mantuvieron relativamente altos, 24.0 ± 1.6 y 24.5 ± 3.2 , respectivamente (Fig. 81).

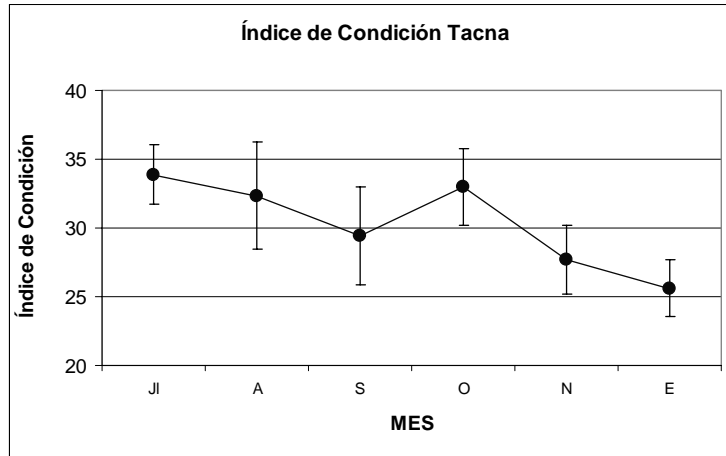


Figura 81. Índice de Condición de *Mesodesma donacium* de Tacna, Perú en el período julio 2007 a enero 2008.

4.3.2.4.4.6 Estimación de fecundidad potencial.

Debido a que no se logró obtener ejemplares de tallas menores, la FP se realizó con los ejemplares adultos más maduros. Los ovocitos medidos para estimar el coeficiente de forma midieron $46,4 \pm 8,3 \mu\text{m}$ de diámetro lo que correspondió al mayor tamaño registrado. Estos ovocitos considerados maduros se caracterizan por su citoplasma repleto de gránulos de vitelo afines a la hematoxilina, poseer un núcleo redondo, céntrico y uninucleolado. Los ejemplares utilizados correspondieron a individuos de 65,09 a 80,13 mm de longitud máxima y con pesos que fluctuaron entre 6,091 a 11,699 g de peso de partes blandas. La FP varió de 67.660,8 a 520.832.2 huevos por individuos. Aunque el número de ejemplares es bajo, se nota en general que el número de huevos fue mayor para los ejemplares de Tacna. (Tabla XXXV)

Tabla XXXV. Fecundidad Potencial para ejemplares de *Mesodesma donacium* de Iquique, Chile y Tacna, Perú.

	LM (mm)	PPB (g)	Tejido Gonadal (%)	FP
Iquique	65.68	6.31	13.58	67,660.84
	66.48	6.40	29.14	189,507.42
	79.82	11.70	19.92	135,325.03
Tacna	65.09	6.13	38.56	239,685.07
	66.94	6.09	42.21	176,799.28
	80.13	11.16	37.28	520,838.17
Prom	70.7	7.96	30.1	221636.0
DE	7.2	2.7	11.4	157510.8
Máx	80.13	11.699	42.21	520838.2
Mín	65.09	6.091	13.58	67660.8

4.4 Monitoreo del experimento de repoblamiento

Una vez traspasadas las machas al sector de Chinchorro, en Arica, los días siguiente se estuvo monitoreando de manera de verificar en terreno si las machas habían sobrevivido y se habían logrado establecer en el sector.

26 Octubre 2007

A la mañana siguiente de la ubicación de las machas se procedió a realizar un recorrido de la costa hacia ambos lados del muelle en busca de machas varadas, hacia el norte se recorrió una distancia aproximada de 500 metros desde el muelle y hacia el sur aproximadamente 300. La búsqueda hacia ambos lados fue negativa.

Se realizó también un recorrido en la zona submareal, se verificó el estado de las machas y si estas se encontraban efectivamente enterradas. Se recuperaron un total de 40 machas mediante taloneo, las cuales fueron fijadas en davidson para su posterior análisis histológico en laboratorio.

27 Octubre 2007

A dos días de haber sido depositadas las machas en el sector de Chinchorro, se realizó un muestreo con core de $0,025 \text{ m}^2$. El muestreo se concentró en la zona de la punta del muelle a una distancia aproximada de 80 a 100 metros desde la orilla. La mayoría de las machas se encontraron a una distancia de 2 a 3 metros del muelle. Para el sector se calculó una densidad aproximada de 46 ind/m^2 . La Fig. 82A muestra la frecuencia de individuos por unidad muestral. El máximo de individuos encontrados por core es de 5 machas en una muestra.

28 Octubre 2007

Al tercer día del experimento se realizó la inspección visual por la orilla y por submareal. Por la orilla se observó la presencia de algunos individuos varados. A 50 mts del muelle se encontraron conchas enteras (frescas) y dos conchas quebradas. Aproximadamente a 100 metros del muelle se observó la presencia de un individuo varado (concha entera, fresca) y un trozo de concha. A 300 metros al norte del muelle se encontró la presencia de un trozo de concha reciente.

Se realizó una inspección en el sector submareal, esta vez mas alejado de la punta del muelle y a unos 50 metros de la costa. Se realizaron un total de 20 cores de $0,025 \text{ m}^2$. La densidad estimada para el sector correspondió a 102 ind/m^2 . En este sector se observó una mayor concentración de machas, específicamente en las partes más cercanas al muelle, donde se pudieron detectar hasta 11 individuos por unidad muéstrela (Fig. 82B).

Los días 31 de Octubre y 4 de noviembre se realizó también una inspección cualitativa de la zona de estudio. No se encontraron evidencias de machas varadas. La inspección realizada mediante taloneo en el submareal somero muestra la permanencia de los individuos de machas en el sector.

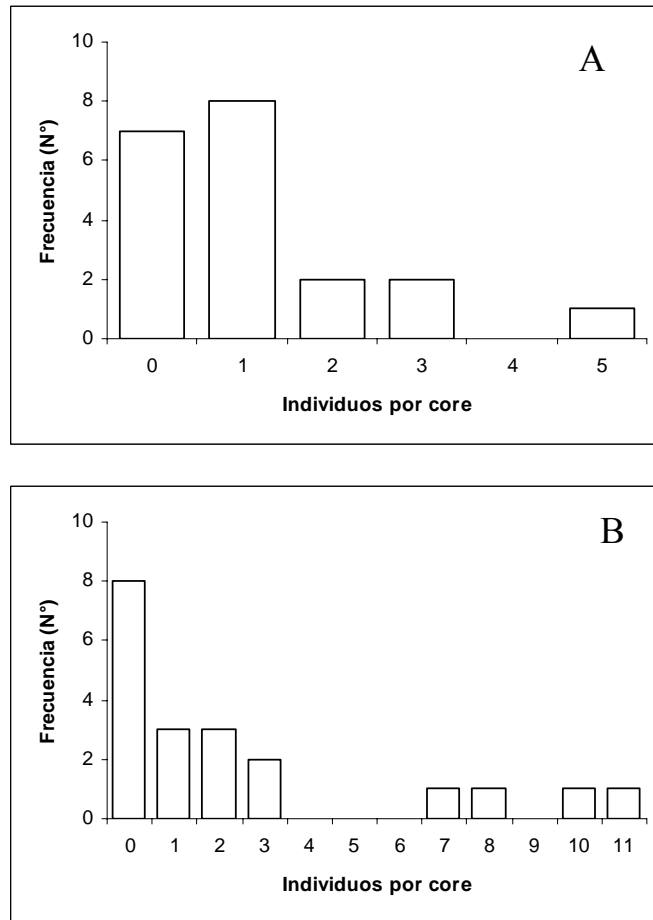


Figura 82.- Distribución de frecuencia de individuos por unidad muestral en los monitoreos realizados el 27 y 28 de octubre (A y B, respectivamente)

4.4.1 Análisis histológico de la muestra de los individuos repoblados

Los ejemplares provenientes de San Pedro y Peñuelas utilizados para el ensayo de traslado promediaron 73 mm de longitud máxima y variaron entre 63 y 80,1 mm en ambas localidades (Tabla XXXVI).

La proporción de sexos del grupo de individuos seleccionados para el traslado fue cercana a 1:1. Esta proporción se mantuvo en los muestreos posteriores (Tabla XXXVI).

Tabla XXXVI.- Longitud máxima antero posterior (LM) y proporción de sexo de ejemplares de macha trasladados desde Peñuelas y San Pedro, IV Región a Arica, I Región el 24 de octubre de 2007.

Muestreo	LM (mm) Prom ± DE	LM (mm) Rango	Proporción de sexos H:M	N
24 oct San Pedro	73.7 ± 3.9	63.0-80.1	1,2:1	40
24 oct Peñuelas	73.3 ± 3.8	65.7-80.1	1,3:1	40
25 oct San Pedro	73.2 ± 3.9	61.8-80.9	1,3:1	39
25 oct Peñuelas	78.6 ± 4.3	68.1-86.1	1:1,2	40
26 oct Mezcladas	73.0 ± 3.6	66.4-81.4	1,2:1	40
27 oct Mezcladas	70.5 ± 4.9	62.1-81.1	1:1,4	40
28 oct Mezcladas	71.1 ± 3.8	64.0-77.5	1:1,3	32
4 nov Mezcladas	70.2 ± 4.3	32.6-79.8	1:1,4	40

Respecto al estado de madurez de la gónada de los reproductores colectados para el trasplante se determinó dos estados: Madurez máxima y Evacuación parcial.

La mayoría de los individuos, en ambas localidades, se encontraban en plena madurez reproductiva. En San Pedro, 89,5 y 82 % de hembras y machos, respectivamente, se encontraban en este estado. En Peñuelas el 83 y 86 % de hembras y machos, también se encontraban maduros. Las restantes correspondían a evacuación parcial.

El muestreo del día 25 de octubre realizado al momento de arriar a destino y antes de ingresar los ejemplares al agua, reveló que un número importante de los ejemplares habían evacuado parcialmente sus gónadas. En hembras, la evacuación fue generalizada dentro de la gónada, aún cuando la mayoría de los acinos contenía ovocitos maduros remanentes. En los machos se registró un fenómeno similar, pero en menor extensión, es decir, menos proporción de la gónada fue vaciada. Este evento fue más evidente en los ejemplares provenientes de Peñuelas. El 94 % de hembras y el 91 % de machos de esa localidad correspondieron a evacuados. De San Pedro, igualmente el 17 % de hembras y el 35,3 % de los machos evacuaron parte de sus gónadas (Figs. 83 y 84)

Los muestreos posteriores correspondieron a ejemplares colectados del sitio de trasplante. Los ejemplares hembra colectados entre los 1 a 3 días después del traslado variaron entre 30 a 84 % de animales maduros. Los machos variaron entre 61 a 94 % de

ejemplares en ese estado. La muestra del 4 de noviembre revela que en machos la tendencia en la proporción de los estados se mantiene (64% maduros). Entre las hembras muestreadas se encontró una en estado madurante, es decir en recuperación de la gónada y un leve aumento en la proporción de evacuadas respecto al mes anterior (39 %) (Figs. 83 y 84).

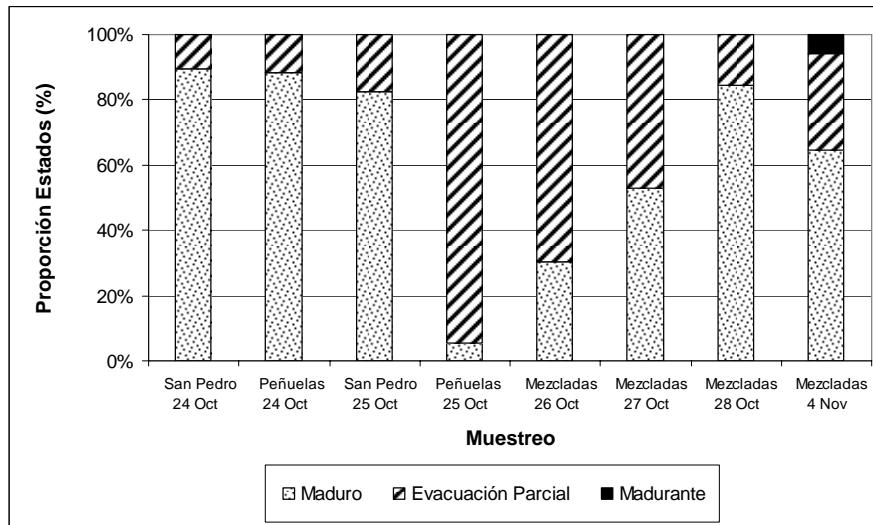


Figura 83.- Proporción de los estados de madurez gonadal de hembras de machas trasladadas desde San Pedro y Peñuelas a la I Región, el 24 de octubre de

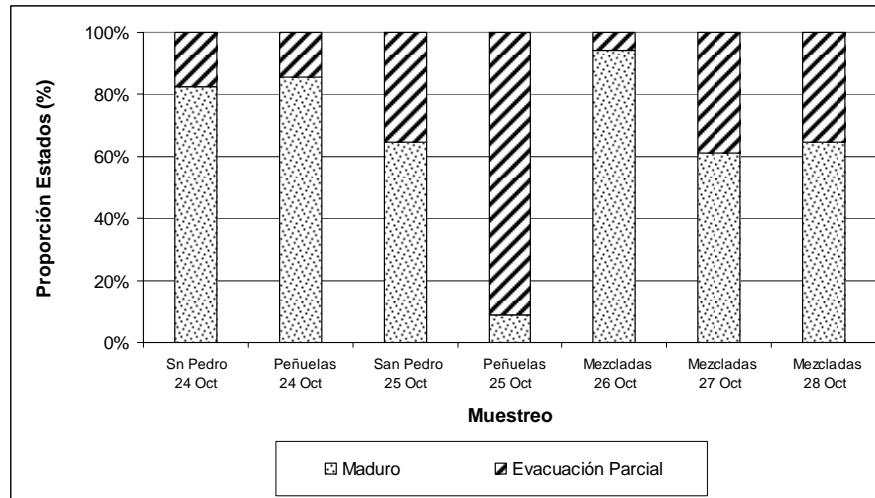


Figura 84.- Proporción de los estados de madurez gonadal de machos de machas trasladadas desde San Pedro y Peñuelas a la I Región, el 24 de octubre de 2007.

4.5 Modelación Numérica del Transporte Larval en la zona de estudio

Pese a que todos los años fueron calculados con el mismo forzamiento en cada mes, i.e. el viento del mes de Enero del año 1 tenía un valor constante y era exactamente el mismo que el valor del mes de Enero del año 7, los resultados presentan una cierta variabilidad interanual en la trayectoria de las partículas (Figs. 60 y 61). Esto se explica por la diferencia entre las condiciones iniciales de cada año calculado. Se excluyó de forma explícita la variabilidad producto de fenómenos como El Niño Oscilación Sur (ENSO) o aquella producida por la propagación de ondas atrapadas a la costa, tanto por la dificultad de representar adecuadamente estos procesos como para obtener una variabilidad “base” con la cual comparar el efecto de otros mecanismos forzantes.

En términos generales las partículas liberadas en superficie seguían una trayectoria hacia norte, pegadas a la costa y posteriormente eran exportadas de la plataforma continental por filamentos de surgencia que se extienden desde la costa hacia el océano profundo. Estos filamentos presentan una extensión de hasta 200 km y surgen principalmente en áreas específicas de la costa en los meses estudiados y actúan como una barrera de origen físico a la conectividad biológica de las distintas poblaciones. Si bien se observan remolinos oceánicos, estos no jugaron un rol para aumentar la retención de las partículas en las zonas en que fueron liberadas, lo cual podría constituirse en un mecanismo de sustentabilidad para las poblaciones representadas.

Los resultados preliminares también muestran una variación en la posición vertical de las partículas a lo largo de su trayectoria (Fig. 62) en la cual es posible que las partículas suban a la superficie o aumenten su profundidad. Los resultados actuales indican que la posición inicial vertical puede influir fuertemente en la trayectoria de las partículas. Cuando se estudió la trayectoria de partículas liberadas en el mismo punto del modelo y al mismo tiempo, pero a distinta profundidad (Fig. 63), de las seis localidades se observa que en Arica las partículas más profundas se dirigen inicialmente hacia el sur, para después acercarse a la superficie y después moverse hacia el norte.

4.5.1 Validación

La disponibilidad de datos para el área de estudio es una fuerte limitante para la validación de los resultados del modelo físico. Estudios similares (Penven et al, 2005) han usado datos de TSM disponibles del sensor Pathfinder, datos de altimetría satelital, y comparación de la estructura y distribución vertical de variables hidrográficas con resultados de otros modelos y bases de datos climatológicas.

Los datos disponibles en el DGEO consisten de valores diarios, semanales y mensuales de la TSM provenientes del sensor Pathfinder tanto en trayectoria ascendentes como descendentes. Se utilizaron los datos diarios para reproducir exitosamente los promedios semanales y mensuales, con la ventaja adicional de obtener una matriz con el número de datos para cada píxel. Los datos Pathfinder usados tienen una resolución espacial de 9 km (Pathfinder v4). Dado que la presencia de nubosidad interfiere en las mediciones del sensor Pathfinder, por lo que cada píxel en los promedios semanales o mensuales podría tener en teoría un n (número de repeticiones) distinto. Un número mayor de repeticiones indica una mayor confiabilidad en ese valor. Los promedios semanales y mensuales disponibles no entregaban tal información por lo que se considero necesario calcularlo mediante este reprocesamiento de datos.

De un tota de 16 años de datos, se procesarán los meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero para comparar estos meses con los resultados del modelo. Dada la configuración actual del ROMS, no es posible comparar un mes en particular de la simulación con alguno de los promedios mensuales de TSM del Pathfinder. En cambio se analizarán indicadores estadísticos de la TSM como los valores medios, desviación estándar, la mediana y también la distribución espacial de las diferencias entre el modelo y los datos del Pathfinder.

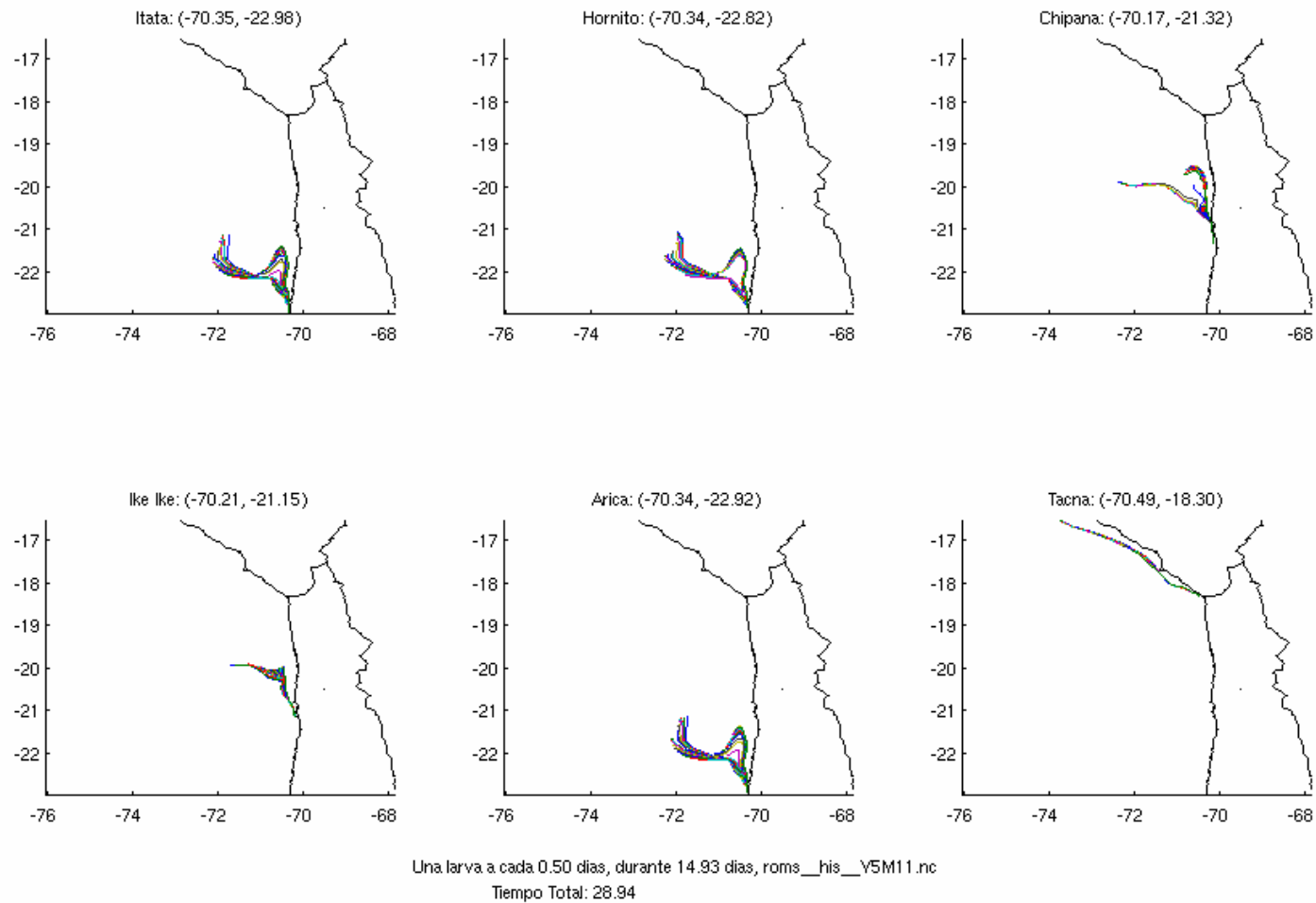


Figura 60.- Trayectorias de dispersión larval después de 15 días. Noviembre año 5. Larvas liberadas en superficie.

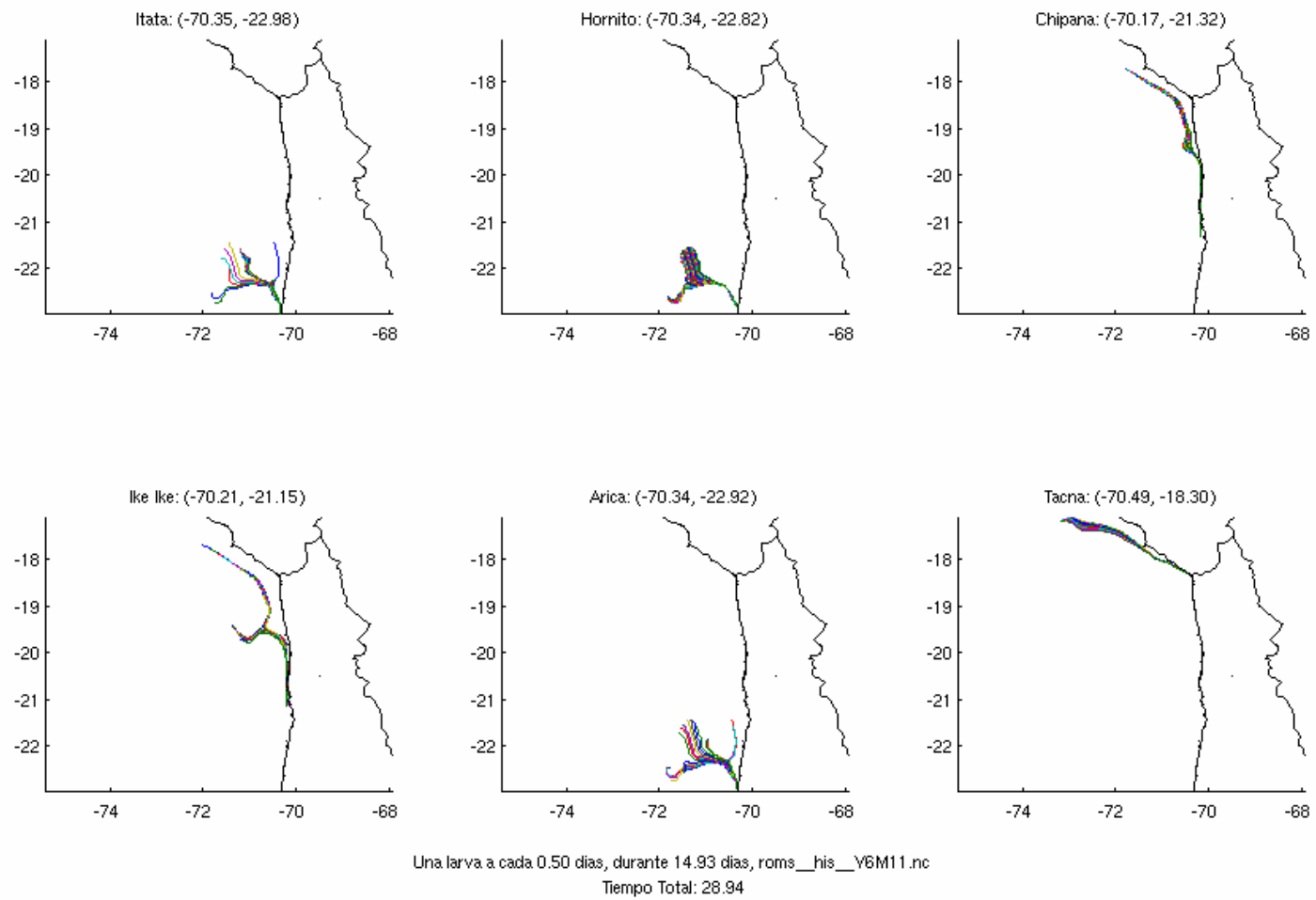


Figura 61.- Trayectorias de dispersión larval después de 15 días. Noviembre año 5. Larvas liberadas en superficie.

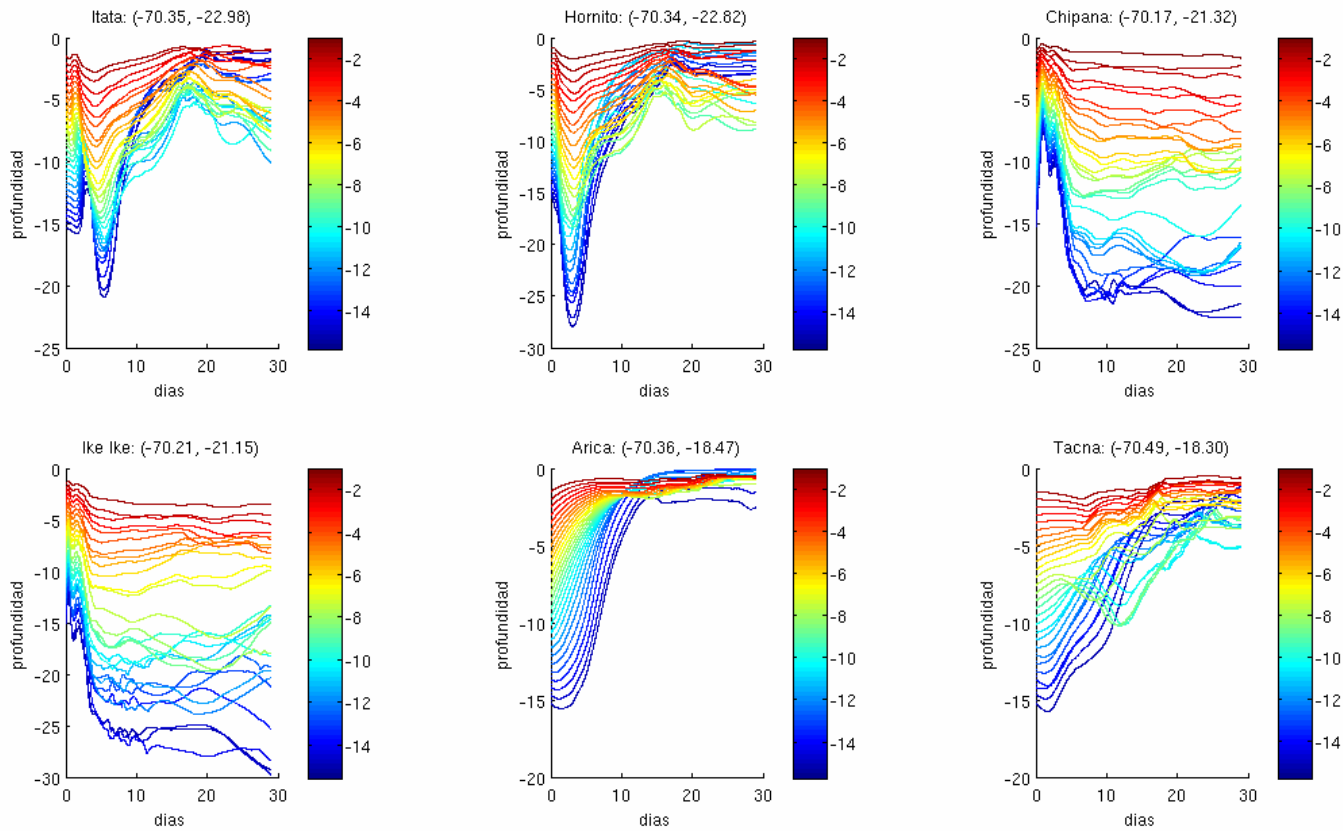


Figura 62.- Trayectoria vertical de larvas liberadas a distintas profundidades. 1 mes de simulación.

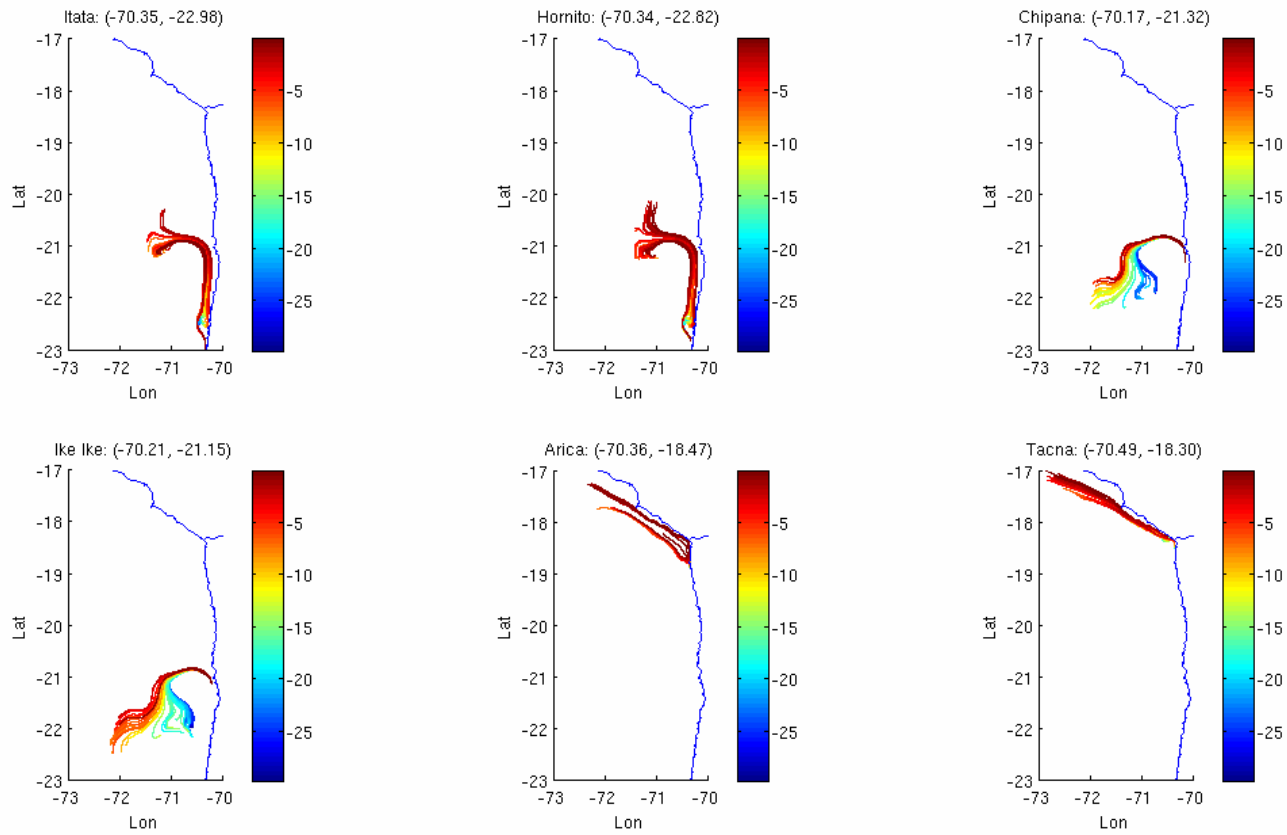


Figura 63.- *Dispersión de larvas liberadas a distintas profundidades. Un mes de simulación.*

4.6 Estimación de crecimiento para *Mesodesma donacium*

Sólo los datos de Arica permiten un intento de ajuste. Al analizar el gráfico es necesario considerar que las estructuras de talla que ahí aparecen son producto de diferentes muestreos (con core y búsquedas por taloneo). Eso hace que las abundancias relativas no sean comparables. Por tanto, sólo hay que considerar los rangos de talla, sin buscar interpretar las abundancias relativas y las variaciones de estas en el tiempo para un mismo grupo de talla. Teniendo en cuenta esto, el ajuste logrado por Elefan parece bien razonable (Fig. 64). De acuerdo a ese ajuste, la macha en Arica recluta en los meses de verano y luego crece muy rápido, logrando a 1 año de edad una talla entre 50 y 60 mm de longitud valvar. Eso es más rápido que lo determinado para la macha en Coquimbo.

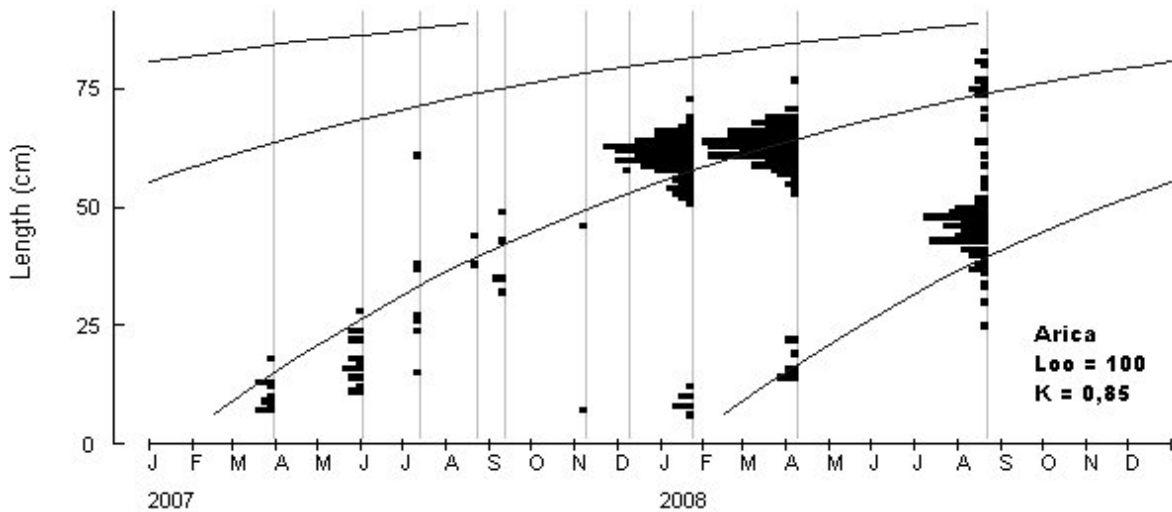


Figura 64. Ajuste de una curva de crecimiento a las estructuras de talla obtenidas de muestreos realizados en parte con core y en parte por taloneo en la Playa Chinchorro de Arica.

De acuerdo a estas curvas, el grupo de machas que en Agosto 2008 mide entre 30 y 40 mm (el más abundante en ese muestreo) bien puede ser lo producido por las machas repobladas en Noviembre. Pueden ser los juveniles producidos por la reproducción de esas machas.

Para los otros lugares no fue posible hacer un ajuste propio. Tanto para Hornitos, como para Ike Ike simplemente se dibujó la misma curva de crecimiento de Arica en el gráfico. En el caso de Hornitos la curva permitiría explicar las estructuras de talla, observándose ahí un período de reclutamiento mucho mas tardío y mas largo que en Arica. El reclutamiento ocurriría ahí en verano-otoño (Fig. 65). En el caso de Ike Ike, donde fue una búsqueda por taloneo, las curvas sólo permiten estimar que las machas que ahí se muestrearon tienen que haber reclutado en la playa al menos 1 año antes, en el inicio del año 2006 (Fig. 66). En el gráfico de las estructuras de talla de Tacna no se incluyó la curva, pues, por la naturaleza del muestreo, por taloneo y eventualmente no siempre en el mismo lugar y profundidad, no se puede hablar de un verdadero seguimiento en el tiempo de las cohortes. Pero de acuerdo a la talla, se puede estimar que las machas que se estaban muestreando ahí deben haber reclutado un año atrás, es decir son producto de la reproducción en primavera del año 2005 (Fig. 67).

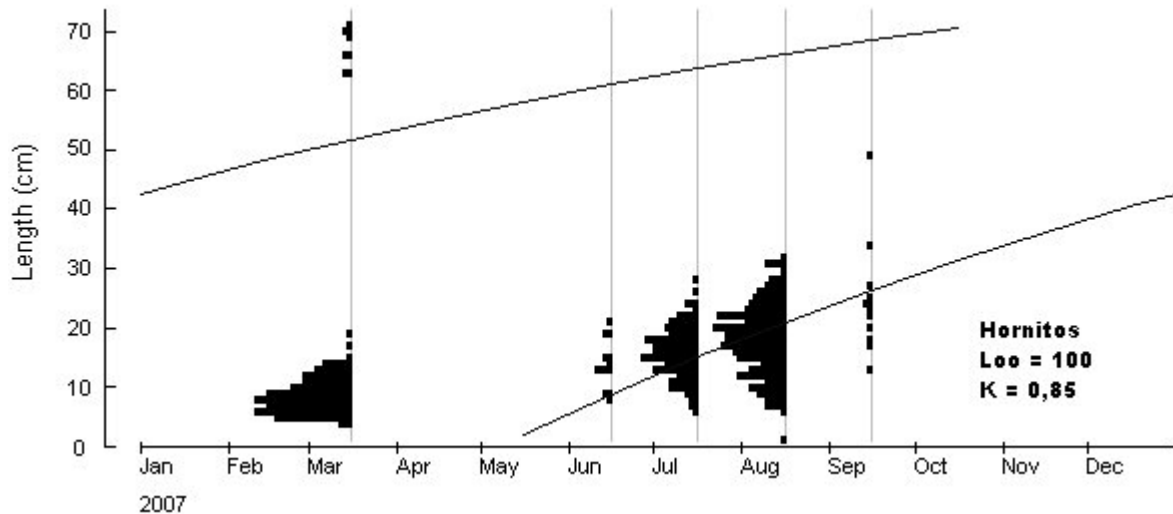


Figura 65. Ajuste de curvas de crecimiento con los parámetros estimados para Arica, a las estructuras de talla de Hornitos.

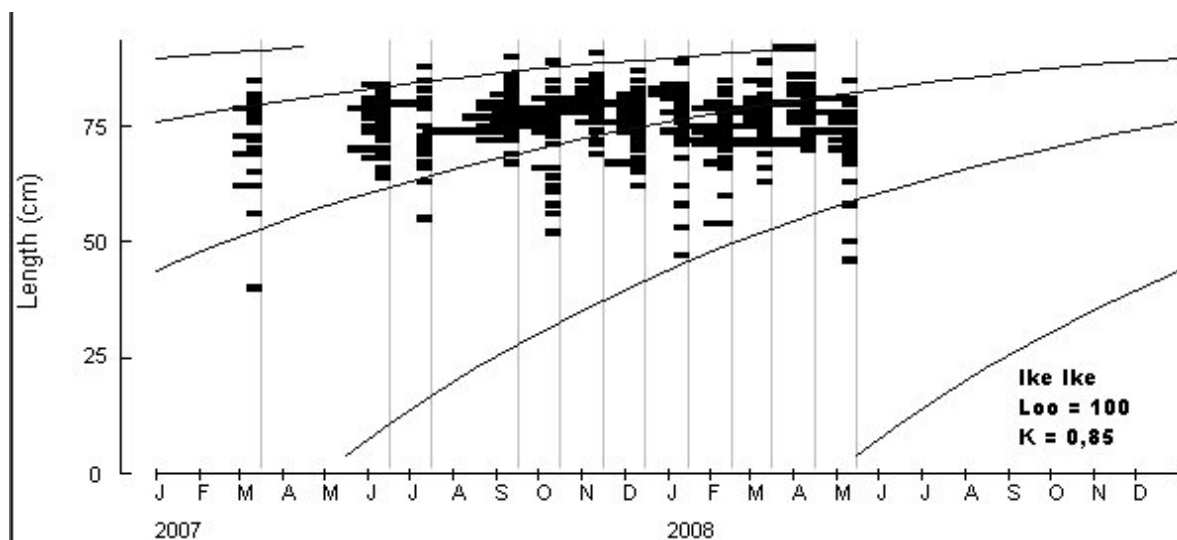


Figura 66. Ajuste de curvas de crecimiento con los parámetros estimados para Arica, a las estructuras de talla de Ike Ike.

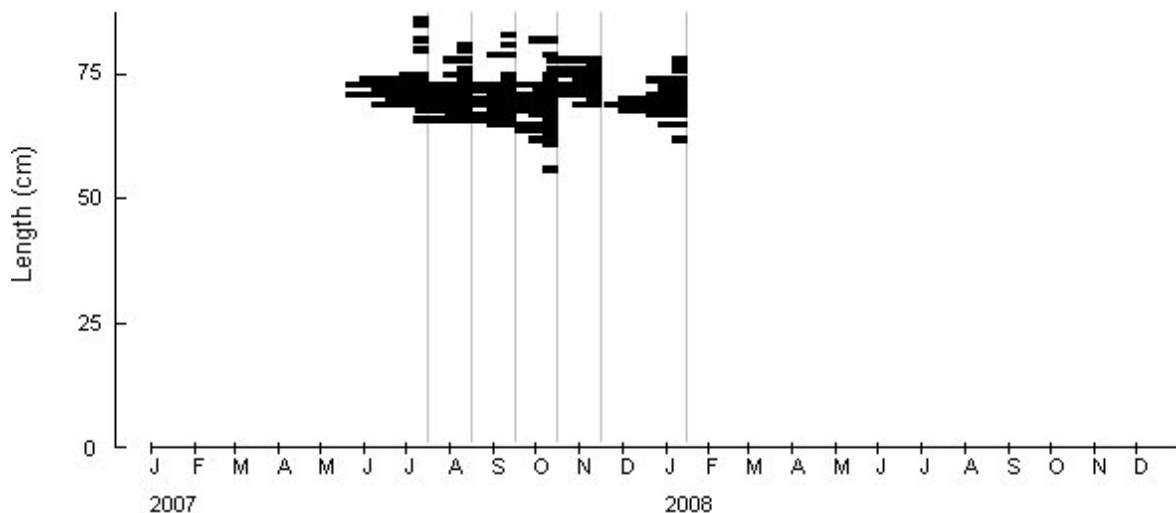


Figura 67. Estructuras de talla de las machas muestreadas en Tacna. El muestreo consistió en una búsqueda de machas por taloneo.

4.7 Talleres con organizaciones de pescadores artesanales

4.7.1 Hornitos

En Hornitos hubo una asistencia de 5 por cuanto en la actualidad no existen muchas personas trabajando en la caleta. El taller fue realizado el día 19 de agosto

4.7.1.1 Acceso al recurso

Ante la pregunta relacionada al acceso al recurso, la respuesta fue que si la macha aparecía en Hornitos, entonces el derecho de explotación del recurso recaería en la gente de la propia caleta (Fig. 68). La discusión se centró en el hecho de que en el pasado, cuando apareció macha en Hornitos, llegó mucha gente que no pertenecía a la caleta que fue la que finalmente realizó el mayor aprovechamiento del recurso, debido a que por experiencia poseían una mayor capacidad de extracción que la gente local.

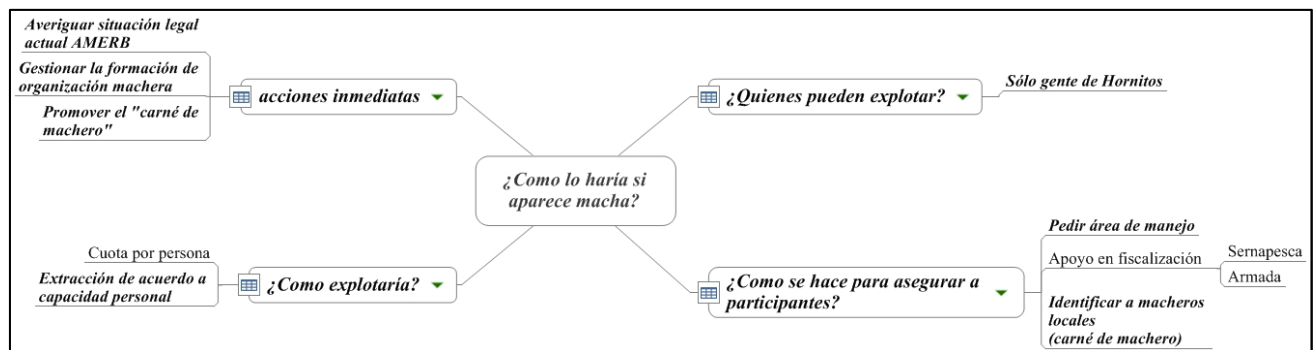


Figura 68.- Mapa mental del Gerente de Procesos desarrollado en el taller en caleta Hornitos.

4.7.1.2 ¿Cómo se hace para asegurar a los participantes?

Los responsables de mantener la extracción sería la propia organización, con la ayuda de Sernapesca y la Armada, para impedir que la gente que pertenezca a la

organización explote el recurso. En este punto se genera un contrasentido, por cuanto la mayor parte de la gente que aun se encuentra en la caleta y que esporádicamente extrae macha no pertenece a la organización. Se discute acerca de los mecanismos mediante los cuales se podría generar una nueva organización que agrupe a los macheros que no pertenecen a la organización actual.

Un punto que también generó discusión fue la figura legal bajo la cual se podría implementar una pesquería de machas que excluyera a la gente que no pertenece a la organización. Se piensa en una primera instancia en la figura de área de manejo. En este contexto, se debe señalar que hace algunos años atrás, cuando hubo machas en Hornitos, existía un área de manejo en la playa, sin embargo, sólo una creación del banco se encontraba dentro del AMERB, razón por la cual el banco fue explotado por gente ajena al gremio (y a la región) sin que los pescadores locales pudieran hacer algo al respecto.

Dentro de la discusión se señala el donde pedir un área de manejo. No se tiene la certeza de donde podría aparecer la macha en Hornitos, por otro lado, el trámite de solicitar AMERB es demoroso y para cuando se pueda establecer, en caso de llegada de machas, estas podrían ya estar explotadas. Una forma de apresurar el trámite sería reactivar el AMERB que ha sido abandonada, sin embargo, esto genera el problema de que el AMERB tiene costos que no pueden ser asumidos por la organización mientras no haya pesquería de machas. Se establece un acuerdo entre los participantes de averiguar en Sernapesca cómo se podría reactivar el área de manejo y si es posible mantenerla si realizar los pagos correspondientes hasta que eventualmente se pudiera reactivar la pesquería.

4.7.1.3 Regulación de la extracción

Se discute si la extracción es posible abordarla mediante cuotas individuales, sin embargo, finalmente los asistentes al taller señalan que la mejor opción es sacar de acuerdo a las capacidades personales, de manera de realizar un buen aprovechamiento de la biomasa disponibles. En este punto, se hace la salvedad de que los que realmente participan de la extracción del recurso en Hornitos son muy pocos (en la época cuando se cosechaba

machas eran aproximadamente 10 personas), por lo que la extracción tampoco sería muy alta.

4.7.1.4 Acciones inmediatas

Se definieron como acciones inmediatas el comenzar las averiguaciones acerca del estado en el que se encuentra la antigua AMERB y si es posible reactivarla sin tener que pagar por ello.

Se debata el tema de cómo crear una organización machera, ya que los actuales macheros no pertenecen a la organización y la asamblea exige un coto muy alto para que esa gente se incorpore a dicha organización. No obstante, se plantea que la nueva “organización machera” no sería excluyente y se incorporaría a la gente del gremio que quisiera participar de ella. Para una buena gestión de vigilancia y fiscalización, en el caso de que nuevamente existiera un banco de machas explotables, los asistentes plantean la opción de generar un “carné de machero”. Esto para que los integrantes de la nueva organización que se plantea crear pudiesen ser fácilmente identificables por Sernapesca y la Armada en el caso de fiscalizaciones ante pesca ilegal. Este carné se presentaría oficialmente ante la oficina de Sernapesca para solicitar apoyo de las autoridades.

4.7.2 San Marcos

En caleta San Marcos se contó con la asistencia de 15 pescadores de la caleta. El taller fue realizado el día 20 de Agosto.

4.7.2.1 Acceso al recurso

Ante la pregunta en relación al acceso el recurso, se generó un amplio debate acerca de quienes podrían participar de la pesquería. Entre las opciones que se plantearon estaban la explotación por caletas (Fig. 69). Sin embargo, se reconoce el hecho de que en el caso de pesquerías abiertas todos los inscritos en el recurso tendrían acceso a el. En este punto se

debatíó acerca de la necesidad de re estudiar el registro de la macha, y más aun, se discutió acerca de la factibilidad de eliminar el registro por recurso, ya que es una medida obsoleta y que en la práctica no se cumple.

Finalmente, la idea general acerca del acceso al recurso fue que todos podrían acceder recurso, generando una restricción de tipo regional. Los asistentes al taller que la extracción del recurso se regularía solo, debido a que al ser un recurso muy distinto en su arte de explotación sólo quedarían trabajando en ello los macheros, por lo que el esfuerzo de pesca sería limitado. Otra restricción que señalaron los asistentes al taller fue que para bancos chicos el recurso se extrajera exclusivamente desde la orilla, sin buceo.

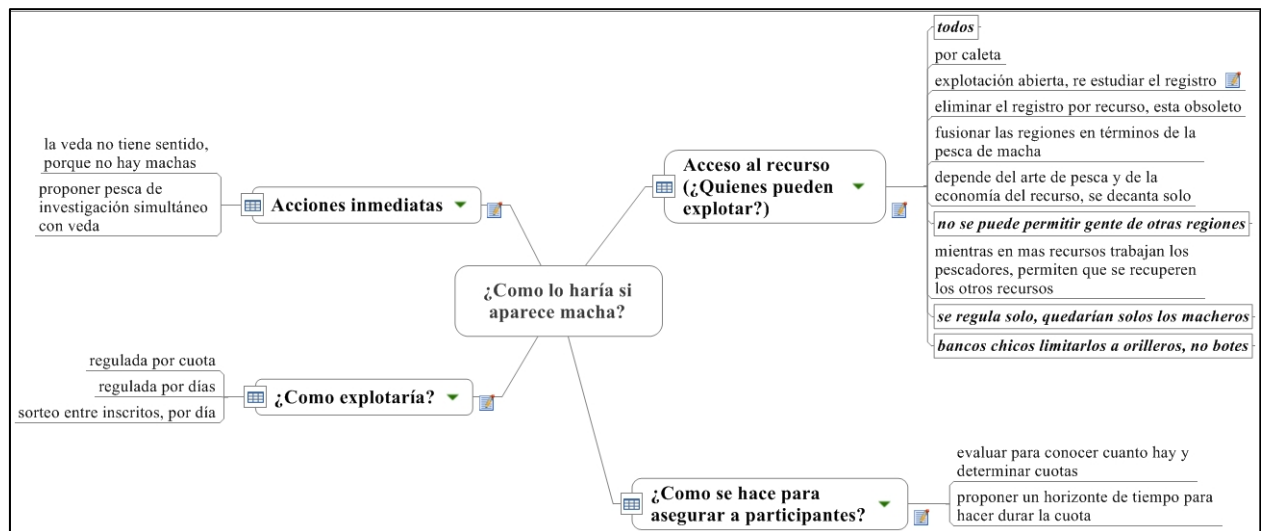


Figura 69.- Mapa mental del Gerente de Procesos desarrollado en el taller en caleta San Marcos.

4.7.2.2 ¿Cómo se hace para asegurar a los participantes?

En relación a este punto, los pescadores señalaron que en caso de existir un(os) bancos(s) de machas con biomasa en condiciones de ser explotada, lo indicado sería realizar evaluaciones para determinar los niveles de biomasa y determinar cuotas para un horizonte de tiempo determinado.

4.7.2.3 Regulación de la extracción

De acuerdo con lo manifestado por los asistentes, la extracción debería ser regulada por cuotas individuales, restringidas a ciertos días de la semana, para favorecer la fiscalización. Se señala además, que en el caso de ser muchos los pescadores inscritos, la extracción podría ser regulada mediante el “sorteo” (turno) de los pescadores en días alternados.

4.7.2.4 Acciones inmediatas

Entre las acciones inmediatas, la discusión también se genera en torno a bajo que figura legal debería realizarse la extracción, Las áreas de manejo no aparecen como alternativa, debido a lo irregular que resulta ser el recurso en el tiempo.

Emerge la figura de la pesca de investigación, que es visualizada por los pescadores como una manera de realizar una pesca regulada del recurso. Como alternativa (siguiendo el ejemplo de los bancos de la IV región) surge la posibilidad de mantener una veda sobre la macha, la cual se levantaría una vez determinado quienes serían los participantes y cuales serían los volúmenes de extracción. Sin embargo, el tema de la veda genera controversia entre los pescadores de San Marco ya que tienen la experiencia de lo sucedido con la almeja, recurso para el cual se puso una veda para ordenar la pesquería, pero que sin embargo, como aun no había una estructura administrativa ni financiamiento para el seguimiento de la pesquería bajo un régimen de pesca de investigación, esta aun no ha podido ser implementada. Esto significa que en la práctica los pescadores no han podido acceder al recurso.

De acuerdo con lo anterior, los pescadores sugieren el siguiente marco para la macha:

1. poner en veda la macha (para permitir pesca en marco de una pesca de investigación)
2. inscribir a los macheros para una eventual pesca de investigación
3. cuando aparezca un banco, cuantificarlo mediante organismos técnicos competentes

4. abrir la pesquería para los inscritos

4.7.3 Chipana

En caleta Chipana se contó con la participación de 15 pescadores. El taller fue realizado el día 23 de Agosto.

4.7.3.1 Acceso al recurso

Ante esta pregunta los pescadores señalaron que el acceso al recurso debía restringirse sólo a la gente de la región. No obstante, para esto se requiere actualizar el antiguo registro y permitir que los usuarios que han sido macheros se registren en el recurso, con eso se podría controlar a los pescadores que accederían al recurso (Fig. 70)

4.7.3.2 Regulación de la extracción

Para regular la extracción se propone en una primera instancia mantener áreas de manejo que sean funcionales para el periodo en el cual se esté explotando la macha. Sin embargo, los asistentes al taller señalan que debido a las características que presenta este recurso, la macha no sería adecuada para ser administrada a través de AMERB. En su lugar se propone la figura de pesca de investigación para regular una eventual extracción de l recurso

4.7.3.3 ¿Cómo se hace para asegurar a los participantes?

En general no hubo discusión acerca de este punto. Los asistentes al taller señalaron en forma consensuada que se deberían estimar cuotas para la extracción del recurso.

4.7.3.4 Acciones inmediatas

No se señalaron acciones inmediatas a seguir en caleta Chipana. En este punto resulta importante recalcar que en Chipana no hay cultura machera, por lo que resulta muy complicado intentar establecer junto con los usuarios medidas administrativas para un recurso que no ha sido explotado por ellos y para el cual ni siquiera existe una posibilidad cierta de realizar una explotación en el corto plazo.

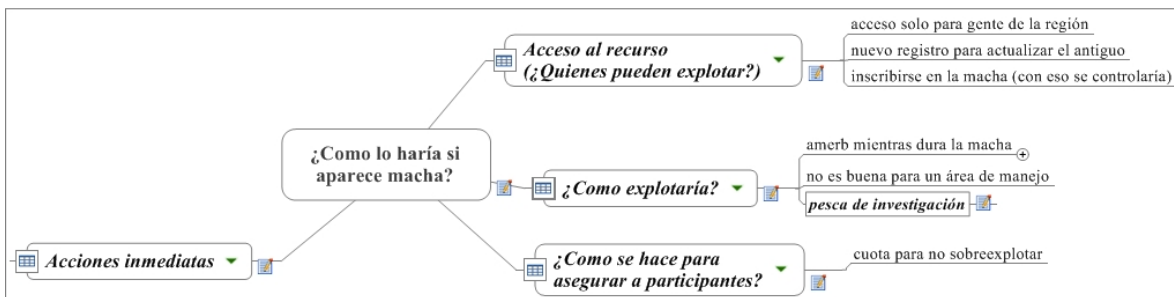


Figura 70.- Mapa mental del Gerente de Procesos desarrollado en el taller en caleta Chipana

4.8 Lineamientos generales para el establecimiento de un Plan de ordenamiento para una futura pesquería de machas en las regiones XV, I y II.

4.8.1 .- Antecedentes

Las pesquerías de machas a lo largo de la costa de Chile presentan en general una historia de fuertes fluctuaciones, con bancos que se descubren, se comienzan a explotar, se explotan intensivamente y luego dejan de registrar capturas, lo cual generalmente se diagnostica como un colapso de los bancos y su pesquería. Estos colapsos se pueden deber a pesca o a causa de fenómenos naturales, como es el caso del Fenómeno del Niño.

Las estadísticas de captura de machas, al agruparlas para el país como un todo, en parte enmascaran, o al menos atenúan estas fluctuaciones, reemplazando la disminución de la captura, por pérdida de algún banco, por el aumento de captura, producto de la incorporación de un nuevo banco. Ello implicaba en el pasado importantes migraciones de macheros a lo largo de la costa, buscando y aprovechando los bancos más abundantes cuando aparecían. Así sucedió también con el banco de Arica, al cual llegaron muchos macheros del centro del país en la medida que los bancos que ahí habían iban colapsando.

Pero con la misma velocidad con la que ocurre el colapso de algún banco, también ocurre el proceso de aparición de un nuevo banco y/o recuperación de otro que había colapsado en el pasado, observándose intensos reclutamientos, apareciendo luego los macheros y las capturas. De acuerdo a la experiencia acumulada a través del estudio y manejo de la macha en el marco de Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos, se ha podido concluir que la mayor parte de estas fluctuaciones se debe a causas naturales, no manejables, y generalmente las pesquerías explican muy poco esas enormes variabilidades (Aburto & Stotz, 2003; Thiel et al. 2007). Como ejemplo están además el banco de machas del área de manejo de Tongoy, el cual pese a estar sujeto bajo cuotas muy ajustadas, con un número muy reducido de usuarios (sólo orilleros, se excluyó la extracción mediante buceo), la pesquería terminó por colapsar luego de tres años de extracciones, producto de tres años consecutivos de fallas en el reclutamiento (Aburto & Stotz, 2002). Sin embargo, tres años después el banco se recuperó sin mediar cuidado

alguno de la organización titular del área de manejo. En el banco de machas de Quidico (VIII región) la situación fue similar. Luego de un reclutamiento muy intenso se generó una atractiva pesquería y se establecieron tres áreas de manejo de machas a lo largo de la playa, con distintas estrategias de manejo y distintas artes de pesca (dos mediante buceo y una por taloneo), sin embargo al igual que en otros casos, el banco colapsó, independientemente del arte de pesca, debido a fallas consecutivas en el reclutamiento (Stotz, et al., 2004). De esta manera, bancos manejados bajo distintos criterios, cosechados bajo distintas artes de pesca y bajo distintos regímenes de administración (libre acceso y/o áreas de manejo) han colapsado, producto de fallas en el reclutamiento o por mortalidades masivas asociadas al Niño, como ocurrió con Arica y Coquimbo. Como síntesis de todas las experiencias en relación al recurso macha y sus pesquerías, concluimos que la macha está presente prácticamente en todas las playas, pero siempre en una muy baja densidad, difícil de obtener en nuestras. Pero, por circunstancias que aun ignoramos, en algunos momentos se producen reclutamientos masivos y se forman bancos que son los aprovechados por la pesca. Pero esos bancos tan densos tienen una duración limitada, y aun sin pesca, terminan por desaparecer. La pesca apura el proceso, pero no es el único causante de la desaparición de los bancos. En ese marco, la pesquería lo que debe buscar es aprovechar la abundancia cuando se da, tratando de extender la permanencia del banco a través del cuidado de los reclutas o áreas de reclutamiento. Pero los adultos presentes deben ser aprovechados antes de que se pierdan por mortalidad natural. Este tipo de estrategias, de maximizar beneficios y cuidar parches de reclutas, también han sido recomendadas por Brazeiro & Defeo (1999) para los bancos de *Mesodesma mactroides* en Uruguay

Esas enormes variabilidades también las han vivido las pesquerías de machas en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta, particularmente en la playa Las Machas de Arica y en menor medida Hornitos. En Arica la pesquería se inició en el año 1991, creció muy rápidamente, pero desapareció en pocas semanas en la época del Niño 1997-98. En Hornito entre los años 2002-2004 apareció un pequeño banco, que generó una pesquería muy modesta, prácticamente desapareciendo de nuevo el banco en el año 2007. De acuerdo a las observaciones y conclusiones del presente proyecto, prácticamente todas las playas a lo largo de las regiones XV, I y II han presentado machas y/o bancos de machas en algún momento de su historia. De acuerdo a los indicios actuales, producto de

los muestreos realizados en el presente proyecto, en cualquier momento el recurso podría aparecer, formando un banco importante en alguna de las playas de la región. Se ha registrado la presencia de reclutas, aunque actualmente en baja abundancia, se ha observado la presencia de larvas y se han encontrado adultos que están aparentemente aportando larvas al medio. En la zona de Tacna los bancos de machas están recuperándose, lo cual podría ser una señal de una potencial recuperación también del banco de Arica.

Dadas las condiciones actuales, en que por la no existencia del recurso, los macheros se han ido y las organizaciones de pescadores artesanales o buzos que en el pasado velaban por el recurso en el marco de las Áreas de Manejo y Explotación de Recursos Bentónicos (AMERB) se han disuelto, se puede preveer que una recuperación rápida y repentina de algún banco, como es natural para este recurso, podría traer como consecuencia también un rápido crecimiento de una pesquería difícil de controlar. Como resultado de ello es probable que los potenciales beneficios que el recurso pudiese aportar se vean diluidos, poniéndose en riesgo la pesquería y el banco, mas allá de lo que ya las fluctuaciones naturales generan.

Dado que el recurso no está disponible actualmente, están dadas las condiciones que permitirían ordenar una potencial pesquería futura de machas sin la presión que generaría su aparición. En ese contexto se hace la presente propuesta de ordenamiento, para estar preparado y lograr aprovechar ordenada y eficientemente el recurso, una vez que aparezca. A causa de la actual ausencia de una pesquería de machas en la zona norte del País no fue posible desarrollar e implementar un plan de manejo con los actores participantes de la pesquería (por cuanto ésta no existe) en el marco del presente proyecto. Por ello, nuestra actual propuesta considera lineamientos y acciones generales (como recomendaciones) que debieran seguirse y ser implementadas de acuerdo con lo manifestado por los asistentes a los talleres realizados y a reuniones sostenidas con el Director Zonal de Pesca. Definiciones acerca de cómo debería manejarse la pesquería, en términos de los regímenes de administración, establecimiento de cuotas, definición de usuarios de la pesquería y otros aspectos relevantes sólo pueden ser definidos por aquellos actores que participarán de la pesquería y es en la preparación de ese escenario futuro en el cual se enmarcan las acciones que se recomiendan a continuación.

4.8.2 Objetivos del plan:

Objetivo general

Asegurar un uso ordenado y eficiente del recurso macha en las regiones XV, I y II, generando una pesquería lo mas duradera posible dentro del marco de su variabilidad natural.

Objetivos específicos

- Generar una institucionalidad que colabore en la administración de la futura pesquería
- Regular el acceso a los potenciales bancos, para incentivar el cuidado del recurso y evitar eventuales conflictos entre usuarios.
- Regular el esfuerzo, para evitar que los beneficios de la pesquería se diluyan en un excesivo número de usuarios
- Regular las artes para facilitar la permanencia del banco en el tiempo.

4.8.3 Acciones del plan

4.8.3.1 Condiciones previas

El hecho de que el recurso aun no está presente en las regiones XV, I y II genera una condición previa muy favorable, pues permite iniciar las discusiones en un contexto sin presiones. No obstante, para aprovechar esa condición, que no se puede precisar cuanto tiempo mas durará, se requiere iniciar las discusiones y definiciones lo antes posible.

Luego es necesario generar un marco jurídico adecuado para las discusiones y la futura implementación del plan. De acuerdo a conversaciones preliminares con varios de los actores, se estima que la mejor forma para generar ese marco consiste en declarar una **veda extractiva para la macha en las regiones XV, I y II**. E inmediatamente después de declarar el recurso en veda, **solicitar una pesca de investigación** que tenga por objetivo la definición e implementación del plan de manejo, esto para poder implementar los objetivos preliminares propuestos arriba para el plan de ordenamiento de la macha en las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta. Ello implica generar una institucionalidad que lidere un trabajo ampliamente participativo, para que todos los actores en conjunto definan

y acuerden las reglas para regular el acceso, esfuerzo y arte de pesca, generando el marco institucional para materializar luego lo acordado.

4.8.3.2 Generar una institucionalidad

En lo esencial esto considera generar una mesa de trabajo para la pesquería de la macha. En principio esta mesa debería definirse a nivel Zonal (una para las 3 regiones). Las acciones a considerar para cumplir con este primer objetivo son:

- 1) Identificar los actores que deben integrar la mesa
- 2) Convocar a los actores para implementar la mesa
- 3) Acordar la estructura y reglas de funcionamiento de la mesa

4.8.3.3 Regular el acceso a los potenciales bancos

Para regular el acceso a los bancos se definen los siguientes pasos, cuyas actividades deberían ser lideradas por la mesa de trabajo definida en el punto anterior:

- 1) Identificar y registrar a los macheros. Para el efecto debe buscarse una estrategia, que por una parte permita identificar y registrar de preferencia sólo a los macheros tradicionales y, por otra, no incentive a inscribirse como macheros a muchos buzos y pescadores que en realidad no lo son.

- 2) Definir las reglas de acceso al recurso. Este tema ya se discutió en forma preliminar con algunos grupos de pescadores. Por ejemplo, los pescadores de San Marcos y Chipana manifestaron que por lo menos a nivel regional los bancos deberían quedar abiertos a todos los pescadores de la región. En Hornitos, debido a lo pequeño del banco, los pescadores plantearon que sólo los macheros de Hornitos debían acceder al recurso. A su vez, en Chipana se propone revisar y actualizar los registros de macheros, para que sean ellos los que accedan al recurso en caso de recuperación. Este tipo de posiciones son las que se deberían abordar en el marco de la mesa de trabajo, de manera de generar una propuesta unificada.

4.8.3.4 Regular el esfuerzo

Con el fin de evitar que los beneficios de una eventual pesquería se diluyan en un excesivo número de usuarios, es necesario regular ese número. Sin embargo este tema se encuentra con la dificultad que el número máximo dependerá en cada caso del tamaño del banco y/o biomasa que este contenga. Por tanto no se puede definir a priori, y su definición debe ser posible en forma dinámica, tanto a escala espacial como temporal. En opinión de los pescadores de Caleta San Marcos, en las conversaciones preliminares, no haría falta regular, pues el acceso se regularía sólo, dependiendo de la biomasa existente y los rendimientos e ingresos que logren.

Con el fin de ajustar las expectativas a lo que realmente ofrece cada banco, una vez que aparezca, se debe considerar su evaluación directa. Para esta, en términos generales, se recomienda utilizar una unidad muestral similar a la utilizada en el presente estudio, ya que esto evita la pérdida de la fracción juvenil del banco que ocurre en los muestreos con cuadratas. Una definición más precisa de la metodología de muestreo dependerá del banco a evaluar. El resultado y una estimación del potencial productivo de cada banco, debería ser publicado entre los pescadores, de modo que sus expectativas se ajusten a lo existente. De esta manera se evitarían eventuales traslados masivos para trabajar en un banco que luego no sustenta un alto número de pescadores.

Considerando las limitaciones señaladas en el texto precedente, las dificultades de poder hacer cumplir en la práctica alguna medida que regule el número y lo señalado por los propios pescadores, se estima como lo mas conveniente lograr un control indirecto del esfuerzo, en vez de a través del número de usuarios, a través del arte de pesca y/o regulación de las zonas de pesca.

4.8.3.5 Regular las artes de pesca

Con el fin de evitar un esfuerzo excesivo, privilegiando el trabajo de los macheros tradicionales y así lograr hacer durar la pesquería en el marco de su variabilidad natural, se propone limitar el arte exclusivamente a la pesca por la orilla (orilleros, taloneros). De esta manera, la parte profunda del banco se mantendría como una reserva reproductiva, y también surtidor de adultos explotables a las fracciones del banco que vive en la parte más somera y puede ser sometido a pesca por los orilleros.

En el caso que el banco que se establezca carezca de la fracción profunda (como por ejemplo se ha observado para el banco de machas de Tongoy en la IV Región) se debería buscar generar una reserva a lo largo de cada playa. Es decir, designar a lo largo de la playa un sector en el cual no se debe pescar.

En el caso que se estime que esta limitación genera un muy bajo aprovechamiento de la biomasa realmente existente, se podría excepcionalmente considerar también la pesca por bote y buceo, pero entonces sólo en sectores limitados del banco. Es decir, dejando la mayor parte del banco como reserva reproductiva y surtidor de adultos por migración a las zonas de pesca.

5 DISCUSIÓN

Las prospecciones realizadas en las distintas playas visitadas durante las campañas de terreno, dan cuenta de la ausencia de bancos de machas en la XV, I y II regiones. El recurso se observó en baja presencia en las playas de Arica, Ike ike y Hornitos. Las muestras de infauna de las otras playas muestreadas dieron resultados negativos, no encontrándose individuos adultos ni juveniles. En relación a los monitoreos mensuales que se han realizados en las playas de Arica, Ike ike y Hornitos, por el espacio de tiempo cubierto por esos monitoreos, si hubiese existido un buen reclutamiento este debería haber sido registrado, situación no observada durante todo el periodo de tiempo analizado.

De acuerdo a lo observado en los bancos de Coquimbo, en marzo-abril las machas provenientes del periodo reproductivo de primavera-verano alcanzan por lo menos 15 a 20 mm y son fácilmente detectables. Reclutas de esos tamaños fueron observados en Arica y Hornitos, aunque en muy baja densidad y con tendencias a la disminución de la abundancia en el tiempo. Sin embargo, esto podría ser artefacto del muestreo, por que es posible, tal como se ha observado en otras playas, que las machas en la medida en que han ido aumentando de tamaño hayan comenzado a migrar a sectores más cercanos a la rompiente.

Esta situación de baja abundancia de machas, como las observadas en las playas de la XV, I y II regiones son bastante comunes en la historia de los bancos de machas. Pareciera ser la situación normal de la macha en todas las playas del país, donde sólo en algunas pocas, por algunos años, se presentan bancos densos. La macha es un organismo bastante oportunista, que sólo a veces recluta en gran densidad, crece muy rápido y luego muere. De esta manera, si no ocurren reclutamientos intensos todos los años, el banco denso desaparece y se restituye la condición de baja densidad de la macha en la playa. Sólo esos bancos densos que ocurren ocasional y temporalmente son explotables.

En el caso de los bancos de la IV región, hemos observado reclutamientos intensos en algunos años,, seguidos luego por dos o tres años de escasa presencia de juveniles, lo cual ha hecho desaparecer los bancos. Como resultado de esto, la pesquería también se desarrolla en forma intermitente, aprovechando los pulsos de biomasa. Sin embargo, el caso

de los bancos del sistema de Bahías y playas de Coquimbo (Tongoy, Guanaqueros, Coquimbo, Los Choros) representan una situación muy particular, en cuanto a que se trata de bancos interconectados entre sí, ubicados en un sistema de bahías en el cual aparentemente existe una alta retención y el pool de larvas es compartido. Eso explicaría la rápida recuperación del banco de Coquimbo con posterioridad al colapso ocurrido en el año 1998, producto de las descargas de sedimento del río Elqui en la bahía.

Al momento de sepultarse el banco de Coquimbo se habían registrado reclutamientos intensos en Tongoy (Stotz y Aburto, 1999). El banco de Coquimbo permaneció sin machas hasta el año 2000, fecha en la cual se comenzó a observar la recuperación del banco. Sin embargo, no fue hasta el año 2001, en el cual se registró un intenso reclutamiento que dio nuevamente inicio a la pesquería (Stotz & Aburto, 2002). Los reclutamientos observados en Coquimbo coinciden con las fallas del reclutamiento en bahía Tongoy y con el consecuente colapso de la pesquería en dicho banco (Aburto & Stotz, 2003). Con posterioridad a eso, se ha observado la situación inversa, bajos reclutamientos en Coquimbo, fuertes reclutamientos en Tongoy (Stotz & Aburto, 2002, 2003a, 2003b, 2004; Stotz & Araya, 2004). Durante el año 2007, se registró en el banco de Bahía Coquimbo un intenso reclutamiento de machas, con un promedio de 5000 ind/m² (Stotz & Aburto, 2007).

La permanencia de un banco en el tiempo va a depender de que tan bien pueda retener larvas o que tan bien está conectado a otros bancos que le puedan proveer de larvas. Sin embargo, esta situación no es común de encontrar a lo largo de la costa. Las playas de arena del norte grande de Chile constituyen puntos aislados a lo largo de la costa y las larvas están expuestas a las condiciones oceanográficas para su distribución a lo largo del litoral y si al momento de encontrarse en estado competente no encuentran el hábitat adecuado, entonces no habrá reclutamiento.

De acuerdo con los resultados obtenidos a partir del modelo de circulación costera, las larvas presentarían un desplazamiento hacia el Norte cercano a la costa de un máximo de 1-1.5° en un periodo de 30 días, por lo que a excepción de los puntos de liberación (del modelo) inmediatamente cercanos como Itata-Hornitos, Ike Ike-Chipana, las zonas presentan una baja interconectividad y un alto porcentaje de las larvas se perderían.

En relación a la presencia de larvas, la frecuencia temporal de estas en la zona de estudio fue baja. Tanto en Arica como en Hornitos se colectaron larvas de macha sólo en meses de primavera, octubre y noviembre. La ocurrencia de ellas coincidió con un aumento en la abundancia general de larvas de bivalvos en esas fechas. Se desconoce la relación de la ocurrencia de las larvas con la evolución del ciclo reproductivo de esas localidades, sin embargo, el análisis de este aspecto realizado durante el mismo período de estudio en Tacna, Perú, distante aproximadamente a 40 Km de Arica, indica que en los meses de julio a noviembre la mayor parte de los ejemplares, machos y hembras se encuentran maduros y evacuando una pequeña cantidad de gametos al medio. Un evento mayor de desove ocurrió en el período precedente al muestreo del 14 de enero de 2008, sin embargo no se registró ocurrencia de larvas de macha en los muestreos de enero y febrero de 2008.

Con respecto a la presencia de larvas de macha, se ha informado su ocurrencia asociada a períodos de desove. Filun (1992) estudió el ciclo reproductivo de macha mediante análisis histológico en Mehuín, X Región. El autor determinó que la ocurrencia de larvas aumentaba alrededor de los eventos de desove. También estableció una coincidencia entre el aumento de la densidad larval de macha y la abundancia de fitoplancton, condición que favorecería el desarrollo de las larvas en el plancton.

En este estudio la frecuencia temporal de larvas de macha fue bajo y contrario a lo esperado, su ocurrencia no está asociada a los desoves. Tanto en Arica como en Hornitos se colectaron larvas de macha sólo en meses de primavera, octubre y noviembre. La ocurrencia de ellas coincidió con un aumento en la abundancia general de larvas de bivalvos en esas fechas. Se desconoce la relación de la ocurrencia de las larvas con la evolución del ciclo reproductivo de esas localidades. Sin embargo, el análisis del ciclo realizado durante el mismo período de estudio en Tacna, Perú, distante aproximadamente a 40 Km de Arica, indica que en los meses de julio a noviembre la mayor parte de los ejemplares, machos y hembras se encuentran maduros y evacuando una pequeña cantidad de gametos al medio. Un evento mayor de desove ocurrió en el período precedente al muestreo del 14 de enero de 2008, sin embargo, no se registró ocurrencia de larvas de macha en los muestreos de enero y febrero de 2008.

En Iquique no se registró la presencia de larvas de macha aún cuando el estudio de ciclo reproductivo de esa localidad indicó el desarrollo de dos eventos de desove. En

diciembre del 2007 ocurrió un desove intenso y corto y luego en los meses de febrero a abril del 2008 se registró la ocurrencia de un desove más largo y menos intenso. Toda esta información condujo a suponer que se colectarían larvas en los períodos post desoves, pero la revisión de las muestras correspondientes a esos meses no registró presencia de larvas de macha. Cabe destacar que una vez obtenida la información de ciclo reproductivo y con el fin de corroborar los resultados de los muestreos planctónicos, muestras de enero y marzo fueron doblemente revisadas, sin embargo, no se encontró larvas de esta especie en las muestras de Iquique en ninguno de los meses muestreados.

Por otro parte, en Tacna, Perú, se registró claramente un evento de desove en el período precedente al mes de enero de 2008. En diciembre no se pudo realizar la recolección de la muestra, sin embargo, el muestreo inmediatamente anterior, correspondiente al mes de noviembre de 2007, presentaba sobre un 80% de hembras en estado de madurez máxima (MM), lo que permite suponer que al igual que en Iquique, el inicio del desove ocurrió en diciembre de 2007. Esta determinación cualitativa del ciclo reproductivo se vio corroborada por los otros indicadores estudiados. Tanto en machos como en hembras, el Coeficiente Gamético, el Índice de Madurez Gonadal y características morfométricas de la gónada como tamaño de acinos, masa de espermatozoides y columna espermatogénica, concordaron estrechamente con la proporción de estados de madurez de cada mes muestreado. Las altas desviaciones obtenidas en el caso de las mediciones de estructuras gonadales se pueden atribuir al bajo número de medidas, sin embargo, debido a lo laborioso de este procedimiento, el número de datos que se puede lograr es limitado. Por otro lado, el Índice de Condición que relacionó el peso de las partes blandas y el peso total, no dio cuenta de la variación de los estados de madurez. Esto era esperable considerando que no es posible asegurar la evacuación completa de arena de los ejemplares y tampoco era operativo en la práctica extraer todo el sedimento y estructuras asociadas a las ampollas producida por el poliqueto *Polydora biocipitalis*. Además, se debe considerar que *M. donacium* es habitual hospedador del parásito céstodo *Rodobotrium mesodesmatum* en estado de merocercoides y pleurocercoides (Carvajal & Mellado, 2007). Es posible encontrar de 0 a 3 pleurocercos por ejemplar de macha y un número indeterminado de merocercoides en el intestino (obs. pers). Su peso influirá en el peso del hospedador de manera indeterminable y además, su nutrición se realiza a expensas del tejido de las machas. Filún

(1992) determinó el IC e Índice Gonadosomático para machas usando peso seco, y si bien encontró cierta correspondencia entre estos indicadores y la variación del ciclo, esta no fue muy cercana y estadísticamente resultó no significativa. El autor adjudicó este fenómeno a una posible variación en la cantidad de tejido nutricio de la gónada como se ha descrito para otros organismos.

Respecto a la distribución temporal de tamaño de ovocitos, esta es representativa de los períodos de madurez temprana y de predominancia de regresión. Sin embargo, los períodos de evacuación se ven enmascarados debido a que la medición de ovocitos se puede hacer solo sobre los ovocitos remanentes que resultan ser, además de poco numerosos, ovocitos maduros, completamente vitelogénicos y de gran tamaño; y durante los meses de madurez avanzadas y máxima madurez, co-ocurren frecuentemente ovocitos de diversos tamaños y ovocitos totalmente crecidos, lo que dificulta visualizar una tendencia clara.

Los estudios reproductivos de la macha a lo largo del gradiente latitudinal de distribución (desde Sechura, Perú hasta el sur de Chiloé (Guzmán et al, 1979)) establecen lo siguiente:

En Perú, Salgado & Ishiyama (1979 en Filún, 1992) determinaron que el desove es anual y ocurre entre diciembre y mayo. En la IV Región de Chile, Brown & Guerra (1979) determinaron que en Bahía Guanaqueros, el desove ocurriría desde fines de agosto a mediados de diciembre, mientras que en Bahía Coquimbo, este evento se acotaría entre septiembre y diciembre. En la misma Región, en la localidad de Los Choros, el desove ocurriría en el período noviembre-febrero (Jerez et al 1999). En una localidad cercana de la misma Región, Peñuelas, la reproducción ocurriría entre septiembre y noviembre (Jerez et al, 1995).

En la V Región de Chile, Tarifeño (1980) determinó que en Valparaíso, el desove ocurre desde septiembre a diciembre. Posteriormente, otro trabajo realizado en Longotoma, estableció desoves entre agosto y octubre (Jerez et al, 1995).

Más al sur de Chile, en Queule, X Región, Peredo et al., (1979) determinaron que el desove es anual y que se extiende desde diciembre a abril. En un trabajo posterior que incluyó dos años consecutivos de observación desde julio 1989 a junio 1991, Filún (1992), en Mehuín, determinó la ocurrencia de un desove en octubre-noviembre de 1989 y junio de

1990 y posteriormente, en diciembre 1990 y mayo de 1991, estableciendo de este modo, un ciclo bianual en dicha localidad.

La mayoría de los trabajos coinciden en situar el período reproductivo en meses de primavera-verano, a excepción de Filún (1992), quien determinó un segundo evento en invierno, junio y mayo. De esta manera se puede concluir que la tendencia de esta especie es evacuar sus gametos en períodos de primavera, de altas temperaturas y mayor irradiancia solar. Aún así, demostrando una variación interanual en una misma localidad, cabe esperar también algunas variaciones entre localidades, lo que no descarta la tendencia general.

Dentro de esto, cabe destacar la extrema similitud entre los resultados obtenidos en este trabajo en Iquique con la información de Salgado & Ishiyama (1979) en Perú, con la diferencia que ellos no registraron eventos separados de desove, sino un proceso continuo. Por otro lado, sin embargo, cabe destacar la diferencia observada en el análisis realizado entre Tacna, Perú e Iquique, Chile. Si bien, en el mes de julio, en ambas localidades los ejemplares estaban evacuados, en Perú la mayoría se encontraba parcialmente evacuados, manteniendo un número importante de gametos maduros en sus gónadas. Además, aún cuando la ocurrencia de un desove coincidió en enero con la población de Iquique, en Tacna durante un largo período, agosto a noviembre (no hay datos para el mes de diciembre), se registró un número muy alto de ejemplares en estado de máxima madurez. Más aún, los ejemplares clasificados como en evacuación parcial (Ev P) en los meses de agosto a noviembre, mantenían la mayor parte de su gónada repleta de gametos maduros y solo una parte pequeña era aparentemente evacuada en forma continua. Mientras que en Iquique, en los mismos meses, los ejemplares desarrollaban una paulatina recuperación gonadal, cuyas etapas gametogénicas estaban muy bien representadas mes a mes.

Esta diferencia se podría adjudicar a una oferta alimentaria más favorable o a una combinación de temperatura y alimento, que beneficiaría la producción de gametos. Filún (1992) propone que la variación interanual observada en su estudio, se podría relacionar con la variación en la abundancia de fitoplancton. Por otro lado, el mismo autor establece que no hay relación entre el ciclo y variables físicas como temperatura, salinidad, oxígeno, precipitaciones y vientos. Por lo tanto, si bien los eventos principales de desove, observados en el presente estudio, son coincidentes, las diferencias en el resto del ciclo

reproductivo detectadas entre Tacna e Iquique se podrían adjudicar a condiciones de oferta alimentaria entre otras.

De acuerdo a lo observado, se han visto pequeñas poblaciones de adultos en Hornitos, Arica y Tacna. Se ha detectado la presencia de larvas y asentamiento de juveniles, los cuales no han prosperado. Las comparaciones entre las características físicas de las playas con o sin machas no arrojaron un patrón que permitiera identificar algún factor que pudiese explicar la presencia o ausencia de machas. Lo mismo sucedió con las variables ecológicas y con la composición de especies de las playas,

Sin embargo, en aquellas playas donde se encontró machas, se observó un patrón inverso entre la presencia de machas y de *E. analoga*. Este tipo de competencia por interferencia ha sido descrito para estas dos especies y otras especies que cohabitan en playas de arena (Dugan et al 2004). *E. analoga* fue observada en la mayoría de las playas estudiadas en alta abundancia, lo que podría estar contribuyendo a que los reclutamientos (que no han sido del tipo eventos masivos) no estén prosperando en las playas. Esta situación también ha sido observada en la zona de Coquimbo, donde se alternan periodos de alta abundancia de *M. donacium* y *E. analoga*. Sin embargo, cuando ocurren eventos de reclutamientos de macha muy intensos los juveniles se mantienen en el tiempo, independiente de la abundancia de *E. analoga* (Obs. Pers.).

De acuerdo a todo lo observado en las playas y poblaciones de macha ocurren la zona de estudio del norte grande, es que las condiciones para la recuperación de la macha están dadas. Existen pequeñas poblaciones de adultos en algunas playas, mientras que en la Playa Las Machas, en la zona de Arica, existe una gran población de machas en su parte norte, en Tacna. En este contexto, de darse el efecto sinérgico entre las condiciones oceanográficas favorables al momento de existir un pool de larvas cercanas a su momento de asentamiento, podrían darse reclutamientos intensos que permitan la generación de un banco denso y con ello la recuperación de la pesquería.

De hecho, esta situación se está dando actualmente en Arica. En Chinchorro, han aparecido machas, y en estos últimos meses (Diciembre 2008 – Enero 2009) se ha iniciado una pesquería en ese sector. El banco de machas que se generó ahí coincide con el sector en el cual se realizó el experimento de repoblamiento en el presente trabajo. Posterior al repoblamiento, realizado en Noviembre de 2007, aparecieron juveniles de macha en el

sector en el otoño siguiente. Sin embargo también aparecieron machas de mayor tamaño, que no pueden ser atribuidas al repoblamiento. Aparentemente, la sinergia entre las machas repobladas, su aporte al reclutamiento y la baja densidad de machas pre-existentes en el sector, finalmente han logrado generar un reclutamiento más masivo que finalmente ha permitido la recuperación de un primer banco explotable en el sector. Algo similar podría ocurrir en cualquier momento en el sector de playas de Iquique (Chipana-Ike-Ike, Playa Brava) o en el sector de playas de Mejillones (Mejillones, Itata, Hornitos).

El aparente éxito de la experiencia de repoblamiento realizado en el presente estudio, coincide con un igual aparente éxito de la anterior experiencia, realizada en el año 2003. En esa oportunidad se repobló con machas un sector mas al norte de la Playa Las Machas, donde las larvas generadas aparentemente se desplazaron hacia el sector de Tacna, donde posteriormente apareció el recurso y se comenzó a formar un banco. Si bien no es posible probar que la aparición de los bancos se debe específicamente al repoblamiento, las coincidencias son notorias. Se agrega además que en los bancos que se han generado posterior a las experiencias de repoblamiento, aparece asociado a las machas el hidrozoo *Clytia sp.* epibionte habitual de la macha en el banco de Coquimbo (Baro, 2006) de donde son las machas del repoblamiento. De acuerdo a la información proporcionada por pescadores del sector de Tacna y Arica, ese epibionte no se había observado antes en el sector. Ello podría ser una evidencia adicional de la relación entre las machas de los bancos que han aparecido y las machas repobladas. Sin embargo esto también llama a ser cuidadoso en relación a estos traslados y repoblamientos. Pues con ellos se pueden trasladar, en forma no intencional, otras especies, como en este caso un epibionte. Esto podría ser problema en caso de tratarse de especies dañinas o patógenos. Para el efecto, se desarrolló un protocolo de análisis para traslados de especies en conjunto con el anterior traslado de machas a Arica (Stotz et al. 2003). Sin embargo, específicamente en el caso de *Clytia sp.*, los protocolos no fueron efectivos, pues por la falta de machas en el sector de Arica, no fue posible analizar la existencia de sus epibiontes habituales en ese sector, y si *Clytia sp.* formaba parte de ello o no. Ello apunta a la falta de buenos inventarios de especies, de biodiversidad, de epibiontes, etc. en general para las comunidades a lo largo de la costa del país, pues de no poder hacer el análisis, debería poder acudir a la literatura en que aparezcan estos inventarios.

La aparición de un pequeño banco de machas en el sector de Chinchorro en Arica, y la potencial y probable aparición de otros bancos en el sector de Iquique y Mejillones-Hornitos, hace necesario adelantarse en los términos plateados en este documento en torno al plan de manejo. Es necesario que la autoridad pesquera regional o zonal organice cuanto antes una mesa de trabajo para definir las condiciones bajo las cuales se podrán explotar los bancos, cuando aparezcan. Y para poder hacerlo, la primera medida, es declarar el recurso en veda y abrir la correspondiente pesca de investigación. La pesquería espontánea que se estaría generando ya en el pequeño banco aparecido en el sector de Chinchorro en estos momentos (Enero 2009) apunta hacia la urgencia de esto.

6 CONCLUSIONES

- No se encontraron bancos de machas que puedan sustentar una pesquería atractiva a mediano plazo en las playas inspeccionadas en la XV, I y II región.
- Sólo se ha observado la presencia del recurso (adultos) en las playas de Ike ike y Hornitos. Juveniles fueron observados en Honitos y Arica. En Arica se detectó también un pequeño parche de individuos adultos, al norte de Chinchorro
- Al contrario de lo que se esperaba en un principio, no se encontraron juveniles de machas en las muestras de infauna de las otras playas prospectadas.
- La condición de baja abundancia de machas en las playas podría responder a la condición natural del recurso, que sólo ocasionalmente registra reclutamientos intensos.
- La alta dominancia de *Emerita analoga* en las playas monitoreadas podría estar causando problemas a los juveniles o recién asentados de machas, los cuales por competencia por interferencia podría no prosperar en dichas playas.
- A nivel de características morfodinámicas, composición de especies o índices ecológicos, no existen patrones similares entre las playas con machas que permitan diferenciarlas de las playas donde no se observó el recurso.
- En el modelo de circulación costera, las partículas presentan un desplazamiento hacia el Norte cercano a la costa de un máximo de 1-1.5° en un periodo de 30 días.
- A excepción de los puntos de liberación inmediatamente cercanos; Itata-Hornitos, Ike Ike-Chipana, las zonas presentan una baja interconectividad.

- No se observan mecanismos de retención en las zonas estudiadas.
- La trayectoria de las partículas liberadas en superficie es exclusivamente hacia el Norte.
- Algunas partículas liberadas en profundidad en la zona de Arica derivaron hacia el sur por un máximo de 15 días.
- Todos las larvas tipo macha fueron colectadas mediante red. No se encontraron larvas que fueran adjudicables a *M. donacium* asociadas a colectores, esto por cuanto las larvas de macha no presentan estructuras de fijación.
- En Iquique, Chile, la población de *Mesodesma donacium* estudiada en el período diciembre 2007- mayo 2008, desarrolló un ciclo bianual con un primer desove intenso y corto en diciembre de 2007 y un segundo evento, más prolongado y menos intenso en el período febrero-abril de 2008.
- En Tacna, Perú, la población de *M. donacium*, estudiada en el período julio 2007- enero 2008 evidenció un evento de desove intenso previo al mes de enero de 2008 que se habría iniciado, presumiblemente en diciembre de 2007. Al inicio del muestreo, julio de 2007 se registró un alto número de ejemplares en evacuación parcial, pero se debe completar la serie de meses para concluir el desarrollo completo del ciclo en dicha localidad.
- El repoblamiento de machas, con ejemplares provenientes del banco de machas de Coquimbo, aparentemente resultó exitoso, formándose un banco de machas explotable en el sector de Chinchorro.
- Es posible y probable que se aparezcan pequeños bancos explotables en el futuro próximo en las playas del sector Mejillones-Hornitos y Chipana.-Iquique.

- Con el fin de hacer un uso eficiente de esos bancos es preciso implementar el plan de manejo propuesto en este estudio.
- La primera medida debería ser declarar el recurso macha en veda, para luego organizar una pesca de investigación. En el marco de la pesca de investigación luego implementar el plan de manejo, definiendo una mesa de trabajo permanente. Previo a esto se requiere identificar muy bien quienes son los actores involucrados en la pesquería, de manera de acordar con ellos la estructura y reglas de funcionamiento de la mesa de trabajo.
- Como parte de los objetivos de la mesa de trabajo está el regular el acceso a los potenciales bancos, para ello se debe identificar y registrar a los macheros tradicionales y junto con ellos definir las reglas de acceso al recurso, de manera de regular el esfuerzo y evitar que se diluyan los beneficios. Una de las estrategias propuestas para regular el esfuerzo consiste en restringir el arte de pesca exclusivamente a la extracción por orilla, mediante taloneo.

7 LITERATURA

- Aburto, J y W. Stotz. 2002. Una experiencia de co-manejo de bivalvos en el marco de una nueva herramienta de administración pesquera en Chile: las áreas de manejo. *Policy Matters*, 12. pp 200 - 204
- Andrus, C..F.T., Crowe, D.E., Sandweiss, D.H., Reitz, E.J., and Romanek, C.S. 2002 Otolith $\delta^{18}O$ Record of Mid-Holocene Sea Surface Temperatures in Peru. *Science* 295: 1508-1511.
- Andrus, C. Fred T., Crowe, Douglas E., Sandweiss, Daniel H., Reitz, Elizabeth J. Romanek, Christopher S., and Kirk A. Maasch, 2003. Comment on "Otolith $d^{18}O$ record of mid-Holocene sea surface temperature in Peru - response". *Science* 299: 203b.
- Baez P., Arata J. & Jackson D. 2004. El loco *Concholepas concholepas* (Brugüiere, 1789) (Mollusca: Gastropoda: Muricidae) como recurso durante el Holoceno Temprano-Medio en Los Vilos, Chile central. *Investigaciones Marinas (Valparaíso)*, 31, 107-113.
- Baro S 2006 Efectos de la dinámica espacial y temporal de la macha *Mesodesma donacium*, Bahía de Coquimbo IV región, sobre 3 simbiontes. Tesis para optar al título de Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte, Coquimbo Chile. 47 pp + Anexos.
- Baros, V., D Castelli y C. Pacheco, 1995. Evaluación del banco de macha (*Mesodesma donacium*), ubicado en playa Las Machas, zona de Arica. Instituto de Fomento Pesquero. 33 p + anexos.
- Belmar, P. 2004. El complejo Papudo: un estudio crítico en la comuna de Los Vilos, Cuarta Región de Chile. *Chungará (Arica)*, 36 suppl: 1089-1099.
- Brousseau, D. J. 1987 Gametogenesis and spawning in a population of *Macoma balthica* (Pelecypoda: Tellinidae) from Long Island Sound. *The Veliger* 29(3): 260-266
- Brown, D. & R. Guerra 1979 Etapas del desarrollo gonadal de la "macha", *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) en las bahías de Guanaqueros y Tongoy. Informe Final. Centro de Investigaciones Marinas. Universidad Católica del Norte. 30 pp
- Calvo E., Pelejero C., Herguera J.C., Palanques A. & Grimalt J.O. 2001. Insolation dependence of the southeastern Subtropical Pacific sea surface temperature over the last 400 kyrs. *Geophysical Research Letters*, 28, 2481-2484.

- Carr S., X. Capet, J.C. McWilliams, T. Pennington, and F. Chavez, 2007: The influence of Diel Vertical Migration on Zooplankton Transport and Recruitment in an Upwelling Region. *Fisheries. Oceanog*, in press.
- Carré, M., Bentaleb, I., Fontugne, M., Lavallée, D. 2005. Strong El Niño events during the early Holocene: stable isotope evidence from Peruvian sea shells. *The Holocene* 15: 42-47.
- Christiansen, H., S. Brodsky & M. Carrera 1973 La microscopía aplicada con criterio poblacional en el estudio de las gónadas de los vertebrados e invertebrados marinos. *Physis* 32 (85): 467-480
- Da Silva, A.M.; Young, C.C. & Levitus, S. 1994. Atlas of surface marine data. Vol. 1: Algorithms and procedures *U.S. Department of Commerce, NOAA*.
- Dezileau, L., Ulloa, O., Hebbeln, D., Lamy, F., Reyss J-L., Fontugne, M. 2004. Iron control of past productivity in the coastal upwelling system off the Atacama Desert, Chile. *Paleoceanography* 19: PA3012.
- Dugan, J., E. Jaramillos, D. Hubbard, H. Contreras & C. Duarte. 2004. competitive interactions in macroinfaunal animals of exposed sandy beaches. *Oecologia* 139:630-640.
- Filún, L. 1992 Ecología reproductiva de *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818). (Bivalvia: Mesodesmatidae), en la playa de Mehuín, Provincia de Valdivia. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencias del Mar. 41 pp
- Fuentes, I. 1988 Desarrollo y morfología externa comparada de larvas y postlarvas de *Mesodesma donacium* y *Mulinea* sp. (Bivalvia: Mactracea) cultivadas en laboratorio. Tesis presentada para optar al título de Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte, Coquimbo. 71 pp.
- Guzmán, N., Saa, S., Ortlieb, L. 1998. Catálogo descriptivo de los moluscos litorales (Gastropoda y Pelecypoda) de la zona de Antofagasta, 23° S (Chile). *Estudios Oceanológicos* 17: 17-86.
- Herm, D. 1969. Marines Pliozän und Pleistozän in Nord und Mittel Chile unter besonderen Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. *Zitteliana*, 2, 1-159.
- Jaramillo, E. 1987. Sandy beach macroinfauna from the Chilean coast: zonation patterns and zoogeography. *Vie et Milieu (France)* 37: 165-174.
- Jaramillo E, Contreras, H., Duarte, C. & P Quijon. 2001. Relationships between community structure of the intertidal macroinfauna and sandy beach characteristics along the Chilean coast. *Marine Ecology, Pubblicazioni Della Stazione Zoologica di Napoli* 22: 323-342.

- Jaramillo, E., O. Garrido, C. Gallardo & H. Contreras 2003 Bases biológica para el ordenamiento de las pesquerías de almeja en la X y XI Regiones. PROYECTO FIP 2001-27. Informe Final 180 pp
- Jerardino, A., J. Castilla, J. M. Ramírez y N. Hermosilla 1992 Early coastal subsistence patterns in Central Chile: a systematic study of the marine invertebrate fauna from the site Curaumilla-1. *Latin American Antiquity* 3: 43-62.
- Jerez, G., L. Ariz, D. Brown, R. Roa, & H. Miranda 1995 Monitoreo de la pesquería del recurso macha en la IV y V regiones, 1994 Informe Final Fondo de Investigación Pesquera 101 pp.
- Jerez, G., L. Ariz, V. Baros, A. Olguín, J. González, J. Oliva, V. Ojeda & E. Díaz 1999 Estudio biológico pesquero del recurso macha en las I y III Regiones. Informe Final Fondo de Investigación Pesquera 108 pp.
- Kidwell S.M. & Bosence D.W. 1991. Taphonomy and time-averaging of marine shelly faunas. In: *Taphonomy: Releasing the data locked in the fossil record* (eds. Allison PA & Briggs DE), pp. 115-209. Plenum Press, New York.
- Kidwell S.M 1998. Time-averaging in the marine fossil record: overview of strategies and uncertainties. *Geobios*, 30: 977-995.
- Kidwell S.M. 2001. Preservation of species abundance in marine death assemblages. *Science*, 294, 1091-1094
- Llagostera, A. 1979. 9,700 years of maritime subsistence on the Pacific: an analysis by means of bioindicators in the North of Chile. *American Antiquity*, Vol. 44, No. 2, p. 309-324.
- Lozada, E. & Bustos, H., 1984. Madurez sexual y fecundidad de *Venus antiqua* (King and Broderip, 1835) en la Bahía de Ancud (Mollusca: Bivalvia: Veneridae). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso* 20, pp. 91-112
- Lozada, E 1989. Situación actual de los estudios. sobre reproducción en moluscos bivalvos de importancia comercial en Chile. *Memorias del Simposio Internacional de los Recursos Vivos y las Pesquerías en el Pacífico Sudeste*. Rev. Pac. Sur pp: 355-363
- Méndez, C. & D. Jackson. 2004. Ocupaciones humanas del Holoceno tardío en Los Vilos (IV Región, Chile): Origen y características conductuales de la población local de cazadores recolectores del litoral. *Chungara* 36(2): 279-293
- Molina-Cruz, A., Herguera, J.C. 2002. Paleooceanographic evolution of backwater in the Nazca region, Southeastern Pacific, during late Pleistocene. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 19: 252-259.

- Moy, C. M. Seltzer, G. O. Rodbell, D. T. Anderson, D. M. 2002. Variability of El Niño/Southern Oscillation activity at millennial timescales during the Holocene epoch. *Nature*, 426: 162-164.
- Ortlieb L. 1995. Late Quaternary coastal changes in northern Chile. Guidebook for a fieldtrip, II Annual Meeting of the International Geological Correlation Program (IGCP), Project 367. ORSTOM, Antofagasta, 175 p.
- Paskoff, R.; Leonard, E.M.; Novoa, J.E.; Ortlieb, L.; Radtke, U.; Wehmiller, J. 1995. Field Meeting in the La Serena-Coquimbo Bay area (Chile). Guidebook for a fieldtrip, 27-28 November 1995. II Annual Meeting of the International Geological Correlation Program (IGCP), Project 367. ORSTOM: 69 p. Antofagasta
- Penven, P., J. Pasapera, J. Tam and V. Echevin, Mean circulation, seasonal cycle and mesoscale dynamics of the Peruvian Upwelling System : a modelling approach, 2005, *J. Geophys. Res.*, 110, C10021, doi: 10.1029/2005JC002945.
- Peredo, S., Parada E. & I. Valdebenito. 1987. Gametogenesis and reproductive cycle of the surf clam *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) (Mollusca: Mesodesmidae) at Queule Beach, southern Chile. *The Veliger*, 30(1):55-68.
- Pozorski, S. 1979. Prehistoric Diet and Subsistence of the Moche Valley, Peru. *World Archaeology*, 11 (2):163-184.
- Reitz E.J. 1988, Faunal Remains from Paloma, an Archaic Site in Peru. *American Anthropologist*, 90, 310-322
- Rivadeneira, M. M. 2005. Macroecología evolutiva de los bivalvos marinos de la costa Pacífica de Sudamérica. Tesis Doctoral, P. Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 76 pp.
- Rivadeneira M.M. & Marquet P.A. 2007. Selective extinction of late Neogene bivalves on the temperate Pacific coast of South America. *Paleobiology*, 33, 455-468
- Rivadeneira M.M. & Carmona E.R. (accepted) A late Pleistocene macrobenthic assemblage in Caleta Patillos, northern Chile: paleoecological and paleobiogeographical interpretations. *Revista Geológica de Chile*
- Rojas, V. A. 2003 Estudio histológico del ciclo gametogénico y estimación de fecundidad potencial de *Mytilus chilensis* (Hupe, 1854), en un banco natural del estuario del río Tornagaleones (Isla del Rey, Valdivia). 39 pp
- Roselló, E., Vásquez, V., Morales, A. & T. Rosales. 2001. Marine resources from an urban Moche (470-600 ad) area in the Huacas del Sol y de la Luna archaeological complex (Trujillo, Peru). Volume 11, Issue 1-2, Pages 72 - 87

- Sandweiss, D. H. Richardson, J. B. Reitz, E. J. Rollins, H. B. Maasch, K. A. 1996. Geoarchaeological Evidence from Peru for a 5000 Years B.P. Onset of El Niño. *Science*, 273: 1531-1532.
- Sandweiss D.H., McInnis H., Burger R.L., Cano A., Ojeda B., Paredes R., Sandweiss M.D. & Glascock M.D. 1998. Quebrada Jaguay: Early South American maritime adaptations. *Science*, 281, 1830-1832
- Sandweiss, D.H., K.A. Maasch, R.L. Burger, J.B. Richardson III, H.B. Rollins, A. Clement, 2001, Variation in Holocene El Niño frequencies: Climate records and cultural consequences in ancient Peru. *Geology* 29(7): 603-606
- Sandweiss, D.H., 2003, Terminal Pleistocene through Mid-Holocene Archaeological Sites as Paleoclimatic Archives for the Peruvian coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 194:23-40.
- Sandweiss, D.H., Maasch, K.A., Chai, F., Andrus, C.F.T., and Reitz, E.J. 2004, Geoarchaeological evidence for multidecadal natural climatic variability and ancient Peruvian fisheries. *Quaternary Research* 61: 330-334.
- Shchepetkin, A.F., and J.C. McWilliams, 2004: The Regional Oceanic Modeling System: A split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate ocean model. *Ocean Modelling* 9, 347-404.
- Stotz, W y J. Aburto. 1999. Estudio de Situación Base del Área Tongoy. Universidad Católica del Norte. 148 pp
- Stotz, W y J. Aburto. 2002. Primer informe de seguimiento del área de manejo Peñuelas A. Universidad Católica del Norte. 37 pp
- Stotz, W, D. Lancellotti, K. Lohrmann, E. Von Brand, J. Aburto, L. Caillaux, M. Valdebenito, L. Rodríguez, P. Araya y C. Cerda. 2003. Repoblamiento de bancos de macha en playa "Las Machas" de Arica, I Región. Informe final proyecto FIP 2001-24. Universidad Católica del Norte. 207 pp.
- Stotz, W y J. Aburto. 2003a. Segundo informe de seguimiento del área de manejo Peñuelas A. Universidad Católica del Norte. 14 pp
- Stotz, W y J. Aburto. 2003b. Segundo informe de seguimiento del área de manejo Tongoy. Universidad Católica del Norte. 36 pp+figs
- Stotz, W y J. Aburto. 2004. Tercer informe de seguimiento del área de manejo Peñuelas A. Universidad Católica del Norte. 17 pp
- Stotz, W y P. Araya. 2004. Estudio de situación base del área puerto Aldea B, bahía Tongoy. Universidad Católica del Norte.

- Stotz, W, J. Aburto, E. Jaramillo. L. Caillaux, M. Valdebenito, D. Lancellotti, H. Contreras & C. Duarte. 2004. Ordenamiento de la pesquería de machas en la VIII región. Informe final proyecto FIP 2003-17. Universidad Católica del Norte. 212 pp.
- Stotz, W y J. Aburto. 2007. Sexto informe de seguimiento del área de manejo Peñuelas A. Universidad Católica del Norte. Noviembre 2007. 19 pp
- Tarifeño, E., 1980. Studies on the biology of the surf-clam *Mesodesma donacium* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Mesodesmatidae) from Chilean sandy beaches. PhD dissertation, University of California, Los Angeles, USA, unpublished.
- Teusch, K.P., Jones, D.J., Allmon, W.D. 2002. Morphological variation in turritellid gastropods from the pleistocene to recent of Chile: association with upwelling intensity. *Palaios*17, 366–377.
- Uribe M. 2006. Acerca de complejidad, desigualdad social y el complejo cultural Pica-Tarapacá en los Andes Centro-Sur (1000-1450 DC). *Estudios Atacameños*, 31, 91-114.
- Weibel E. R. & D. M. Gómez 1962 Architecture of the human lung. *Science* 137: 577-585.

8 ANEXOS

Anexo I.- Personal participante por actividad

	WS	MV	DL	LC	JA	CC	JM	MR	VB	AV	JT	RM	GC	SB	PG	CR	CM	JG	AS	CT	Total	
Planificación de Actividades	30								30													60
Coodinación FIP/Subpesca y puesta en marcha	2																					2
Taller presentación proyecto	2		2		2																	6
Objetivo 1																						
Identificación de bancos	10	30		30	60	30																160
Localización de los bancos	20	20		20	20	20																100
Caracterización del banco (estructura poblacional)	30	30			60	60	60							20	40							300
Caracterización de la playa (Dean, Emery)	20		10		20	30												30				80
separación de muestras de infauna			10												100							
Definición de los principales bancos en la I y II Región	2			5	5																	12
Colecta machas fosiles									60	60												120
Análisis machas fosiles									50		50											100
Objetivo 2																						
Evaluación directa de los principales bancos	20	20		20	40	40	40		24	45	24		30									303
Objetivo 3																						
Estimación ciclo reproductivo y desoves								40						30								70
Estimación presencia larval (Abund. y Disp. larval)								40	16					70								126
Muestreo reclutamiento directo con cores		16		16	16	16	16			16	16		16			30	30					188
Muestreo reclutamiento directo con netlón									18	18				30		30	30					126
Construir modelo de circulación																				70	70	
Objetivo 4																						
Experimento de repoblamiento de machas en Arica	3	6			24	24	30			10	10		10		10							
Monitoreo adultos repoblamiento									2		4		2									
Monitoreo reclutas repoblamiento									10	10	12			20	20							
Preparación de propuesta	25	10	10	10	20																	
Identificación stakeholders					2		2			2			2									
Taller Diagnóstico y propuesta plan de manejo	20				20		10			5												
Taller 2 desarrollo plan de manejo	5				10		5															
Objetivo 5																						
Revisión aspectos legales			3	3																		
Diseño propuesta global	5	5	5				5															
Informes																						
Primer Informe de Avance	15	10	10	10	10				10	10	5	10										
Segundo Informe de Avance	10	10	10	10	10				20	20	20	10										
Pre-Informe Final	30	10	20	20					10	10	10	10										
Informe Final	20	5	5	5	10				14	10	5	5	5									

Wolfgang Stotz	WS	José Tapia	JT
Marcelo Valdebenito	MV	Marcelo Rivadeneira	RM
Domingo Lancellotti	DL	Guillermo Cortés	GC
Luis Caillaux	LC	Paula Guajardo	PG
Jaime Aburto	JA	Sandra Baro	SB
Claudio Cerda	CC	John Gajardo	JG
Marisol Romero	MR	Carlos Muñoz	CM
Victor Baros	VB	Carolina Rojas	CR
Adolfo Vargas	AV	Andrés Sepúlveda	AS
Jorge Morales	JM	Christian Torregrosa	CT

El equipo de trabajo fue ampliado en relación a la propuesta técnica y de acuerdo con las necesidades surgidas en el proyecto. Se anexaron a trabajo del proyecto dos personas, una en Arica y otra en Hornitos (Carolina Rojas y Carlos Muñoz, respectivamente) que se hicieron cargo de los monitoreos mensuales de plancton, colectores, muestreos poblacionales y muestreo de reclutas.

Dentro del equipo de la Universidad Católica del Norte se incorporaron Sandra Baro y Paula Guajardo, Biólogas Marinas que se hicieron cargo de la separación y análisis de muestras de plancton e infauna, respectivamente. El Biólogo Marino Jorge Morales se incorporó como personal de apoyo a los muestreos que realizamos en terreno y en una segunda etapa participó de la gestión y apoyo de los muestreos en la zona de Arica e Iquique. El Biólogo Marino John Gajardo ha participado en la caracterización morfodinámicas de las playas muestreadas.

El Dr Andrés Sepúlveda y el Ingeniero Christian Torregrosa pertenecen al Departamento de Geofísica de la Universidad de Concepción y participaron en la construcción del modelo de circulación costera.

El equipo de Promar Pacífico (subcontrato), también ha incorporado personal no contemplado en el inicio del proyecto y que está cooperando en las actividades que desarrollan en terreno.

Anexo II.- Apoyo de material visual ocupado en las presentaciones realizadas en el marco de los talleres con pescadores artesanales.





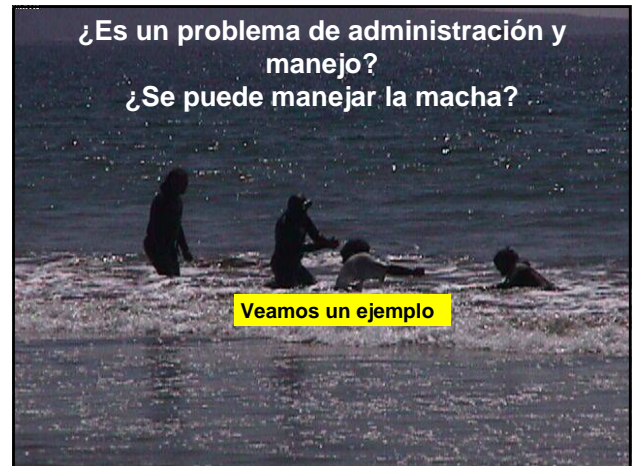
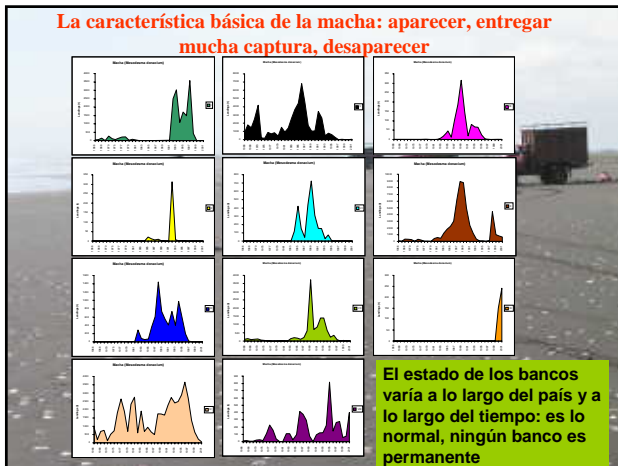
“Bases biológicas para la administración de los bancos de machas de la I y II Regiones”

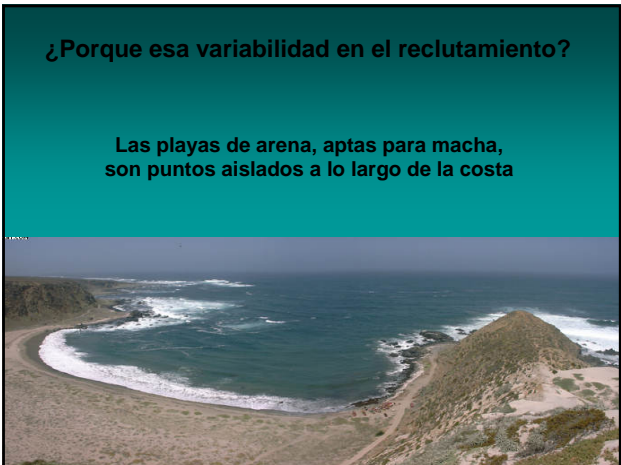
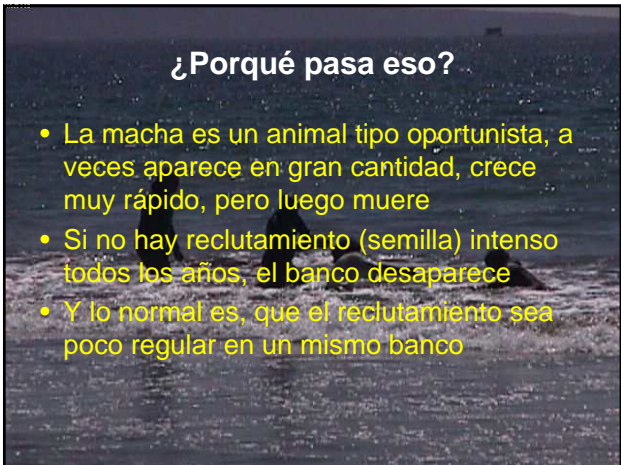
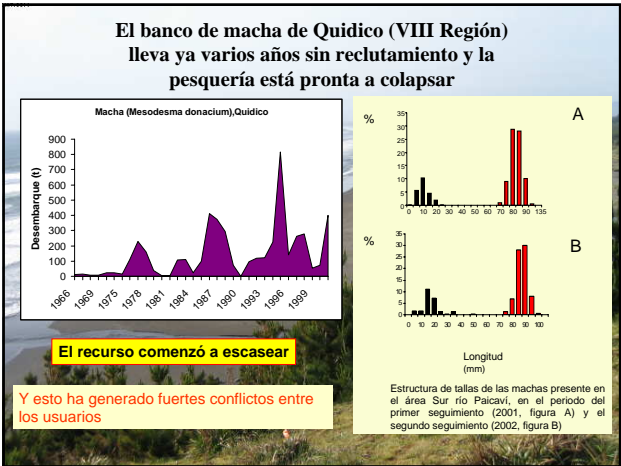
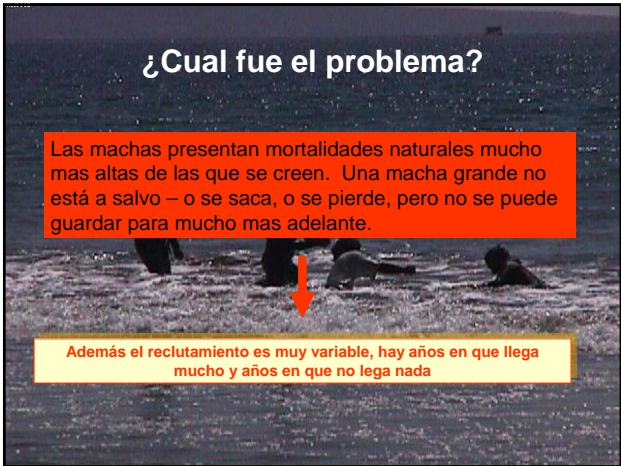
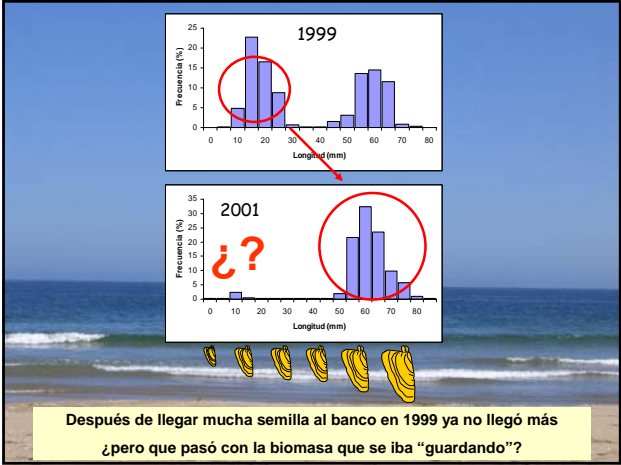
PROYECTO FIP 2005-34

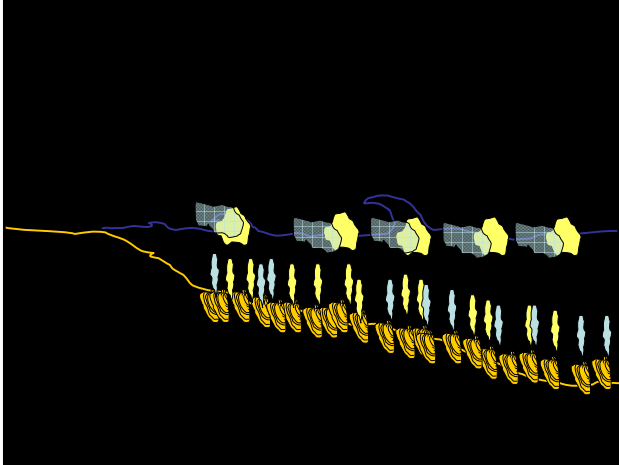
Wolfgang Stotz & Jaime Aburto

Departamento de Biología Marina
 Facultad de Ciencias del Mar
 Universidad Católica del Norte
 Coquimbo - CHILE
jaburto@ucn.cl









Y las larvas viajan con las corrientes a lo largo de la costa aproximadamente durante 30 días.

¿Dónde llegan las larvas? ¿Dónde aparece la semilla?

Corriente predominante

¿Cuanta retención?

¿De donde puede venir la semilla?

En general no tenemos respuestas para estas preguntas, pero permiten entender la causa de la variabilidad de la semilla en el tiempo

¿Dónde reclutan?

Larvas 30 días en el mar

Corriente predominante

¿Cuanta retención?

¿De donde puede recibir reclutas?

La permanencia en el tiempo de un banco va a depender de que tan bien puede retener ("atrapar") larvas o que tan bien está conectado a otros bancos que le puedan proveer larvas.

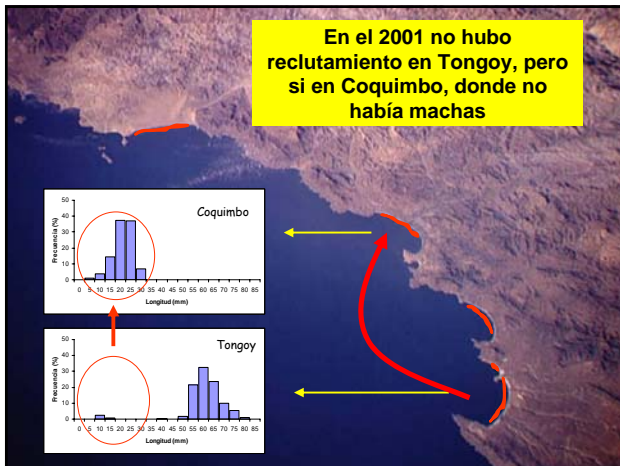
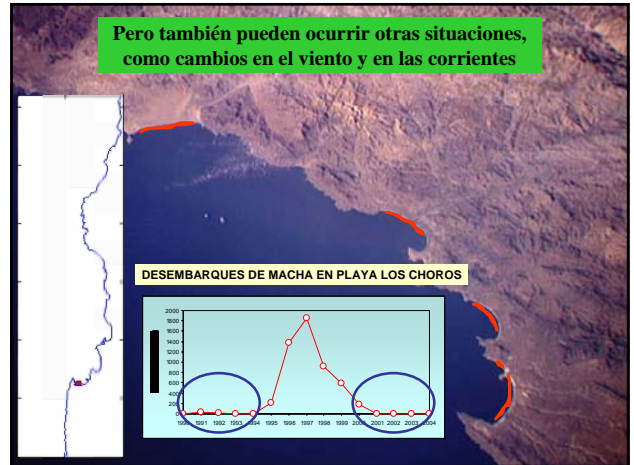
Larvas 30 días en el mar

Corriente predominante

Los bancos de machas del sistema de bahías de Coquimbo, Guanaqueros y Tongoy se apoyan mutuamente, entregando y recibiendo larvas dependiendo de las corrientes.

Veamos simulaciones

Supone un desove en Tongoy



La pesquería de la macha siempre será fluctuante



No es un buen recurso del cual depender para el desarrollo

Pero cuando aparece genera riqueza hay que aprovecharla, sin hacerse dependiente de ella pero tener siempre una alternativa a mano

Para escapar a esta situación de dependencia de los caprichos de la naturaleza

Comprender como se estructura y funciona el banco de Arica-Tacna, Ike ike-San Marcos, Hornitos-Itata:
 Conocer que bancos producen larvas, cuales reciben, como se conectan los bancos (corrientes-dispersión larval)

CONOCER LA MACHA EN EL NORTE DE CHILE

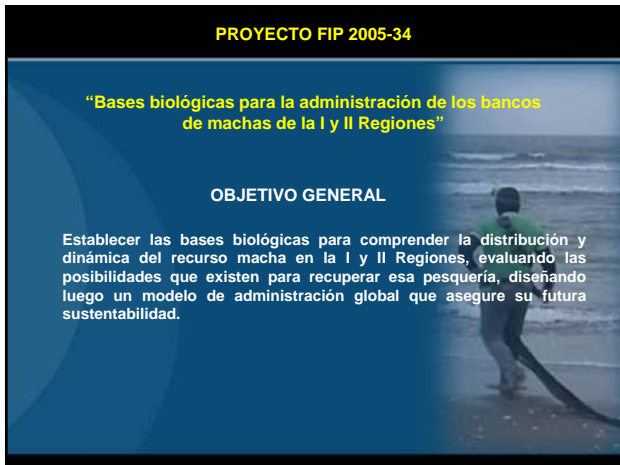


PROYECTO FIP 2005-34

"Bases biológicas para la administración de los bancos de machas de la I y II Regiones"

OBJETIVO GENERAL

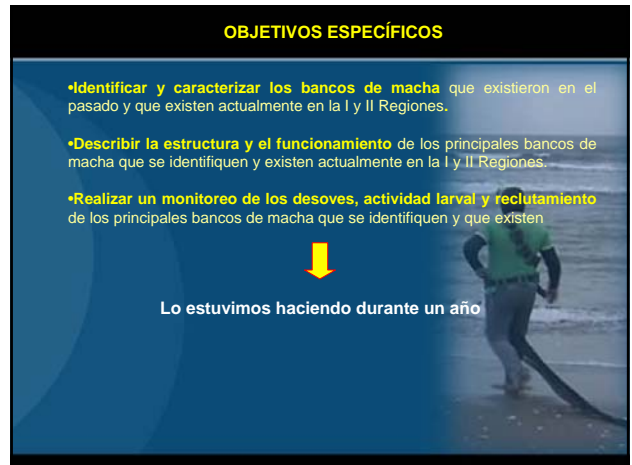
Establecer las bases biológicas para comprender la distribución y dinámica del recurso macha en la I y II Regiones, evaluando las posibilidades que existen para recuperar esa pesquería, diseñando luego un modelo de administración global que asegure su futura sustentabilidad.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y caracterizar los bancos de macha que existieron en el pasado y que existen actualmente en la I y II Regiones.
- Describir la estructura y el funcionamiento de los principales bancos de macha que se identifiquen y existen actualmente en la I y II Regiones.
- Realizar un monitoreo de los desoves, actividad larval y reclutamiento de los principales bancos de macha que se identifiquen y que existen

Lo estuvimos haciendo durante un año



Tareas realizadas durante el proyecto

Recorrido de la costa de Cifuncho a Arica revisando las playas

1. Conversación con pescadores
2. Recorridos por inter y submareal, buscando como los taloneros



En cada una de las playas muestreadas...

Recorrido de la costa de Cifuncho a Arica revisando las playas

3. Buscando en franjas de varazón conchas recientes
4. Buscando conchales antiguos





Recorrimos varias playas durante los muestreos

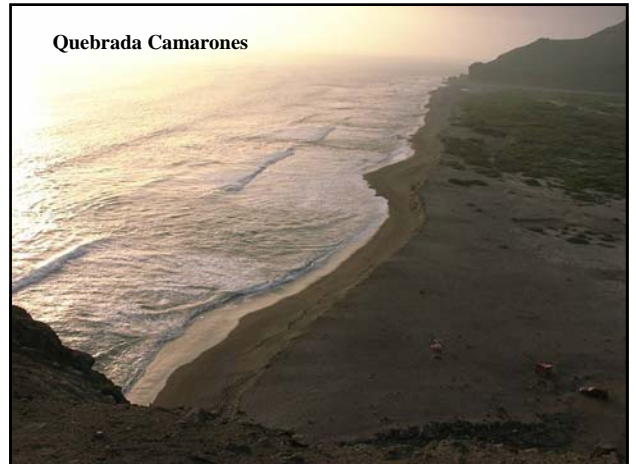
Tacna



Las machas



Vitor



Quebrada Camarones



Pisagua



Playas de Pisagua al norte



Playas de Pisagua al sur



Iquique y playas al sur de Iquique



Hornitos
Aquí aparecieron las machas
Agosto 2002



Taltal (3 playas)



Cifuncho

Playa	Presencia		
	Conchas	Juveniles	Adultos
Taltal Cachinales	NO	NO	NO
Taltal Cachinalillo	NO	NO	NO
Taltal Matancillas	NO	NO	NO
Mejillones	Sólo conchas antiguas	NO	NO
Hornitos	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	SI	SI
El Águila	SI, conchas antiguas en la playa. No recientes	NO	NO
Águila (norte)	SI, conchas antiguas en la playa. No recientes	NO	NO
Ike Ike	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	NO	SI
San Marcos	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	NO	NO
Playa Brava	NO	NO	NO
Pisagua río	SI, fósiles y antiguas en la playa. No recientes	NO	NO
Pisagua norte	SI, conchas antiguas en la playa. No recientes	NO	NO
Pisagua medio	SI, conchas antiguas en la playa. No recientes	NO	NO
Chipana	NO	NO	SI (1)
Camaronés	NO	NO	NO
Vitor	NO	NO	NO
Arica	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	SI, en Chichorro	NO
Tacna	A lo largo de la playa, conchas recientes y antiguas	SI	SI

En las playas donde se encontraron machas se realizaron muestreos periódicos (Arica, Ike ike y Hornitos)

Transectos (estaciones a 0, 10, 50 y 100 cm de profundidad.) → Dinámica del banco → Estructura de tallas → estimar crecimiento, identificar los periodos de reclutamiento y estimar mortalidad

Muestreos mensuales con red de plancton y trampas de larvas → Determinar presencia de larvas

→ Análisis de muestras en laboratorio ←

Muestreos de adultos de machas → Determinar ciclo reproductivo

Análisis de muestras en laboratorio

Además, considerando un deseo por la autoridad local en relación al banco de machas de Arica, realizamos una experiencia de repoblamiento con 2,5 toneladas de machas maduras, listas para desovar

Pero ya algunos años antes habíamos realizado una experiencia similar

¿Qué resultó de esa primera experiencia?

Se realizó un traslado de machas desde Coquimbo a Arica



Las machas se pusieron en bandejas, se cubrieron con esteras y se pusieron sacos con hielo



Con ayuda de la gente local las machas fueron liberadas en la Playa Las Machas, de Arica



Para liberar las machas se pasaron del camión a una camioneta



Se generó un parche de aprox. 300 x 25 m, con una densidad promedio de 67 machas/m²
Talla promedio: 63,3 mm

Se monitoreó los siguientes días

27 enero: sólo análisis cualitativo – había muchas machas enterradas, algunas pocas vivas sueltas, otras muertas

28 enero: se encuentran machas vivas y enterradas.

29 enero: en el muestreo no se logran registrar machas

30 enero: se hace búsqueda con buceo – se encuentran 74 machas vivas

31 enero, 1 y 2 febrero: ya no se logran encontrar machas, ni con buceo

Se evaluó si las machas habían desovado

Las machas habían desovado

Se estima que aportaron varios millones de larvas

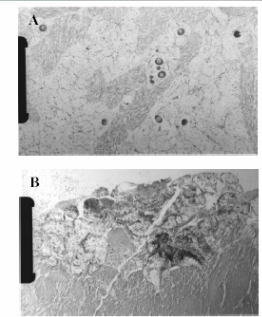


Figura 11.
Corte histológico de gónadas de machas indicando la ocurrencia de desova.
A, jóv. oocitos; B, jóv. oocitos.

Otra aproximación fue producir larvas en el laboratorio en Coquimbo y liberarlas poco antes del asentamiento en Arica



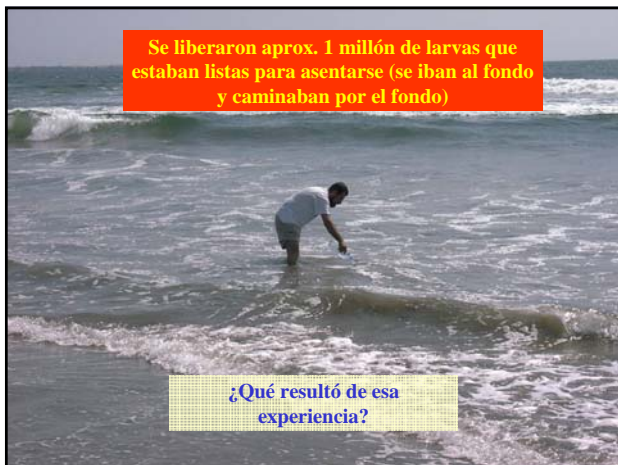
Cultivo de larvas en el laboratorio en Coquimbo

Hay todavía muchos problemas aun no resueltos para la producción masiva de larvas de macha



Se liberaron aprox. 1 millón de larvas que estaban listas para asentarse (se iban al fondo y caminaban por el fondo)

¿Qué resultó de esa experiencia?



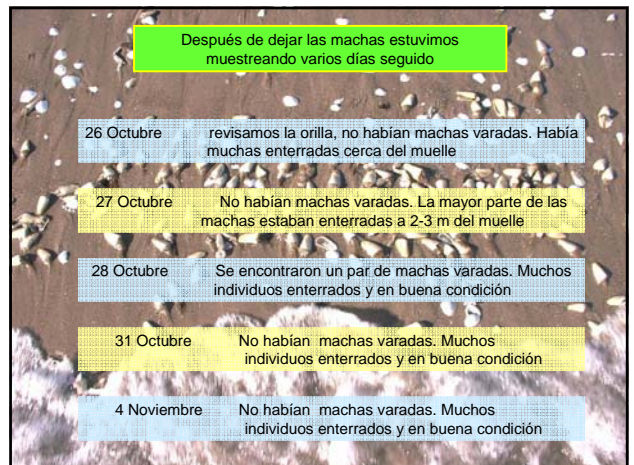
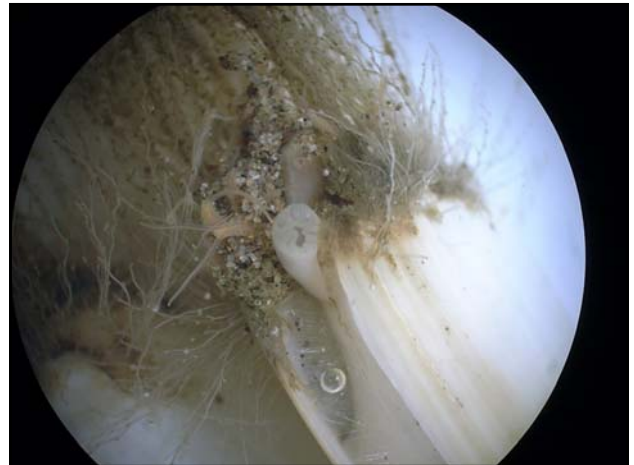
¿Y que pasó después en Arica?

De acuerdo a una alumna que estuvo muestreando: a inicios del 2004 aparecieron machas en la playa

¿Producto de la repoblación o recuperación natural?

Eso no lo sabemos, pero hay un antecedente que se debe considerar...





El experimento de repoblamiento fue exitoso, las machas permanecieron en el lugar bastante tiempo después del traslado. Pero no sabemos si la reproducción fue exitosa y hacia donde se fueron las larvas

¿Y qué pasó con los muestreos que hicimos al comienzo del proyecto?

Se encontraron machas en las siguientes playas:

- Chinchorro (Arica)
- Ike ike (Iquique)
- Hornitos (Antofagasta)

Y en esas playas estuvimos muestreando mensualmente durante un año

Como no podemos viajar mensualmente, organizamos grupos de trabajo en Arica, Iquique y Hornitos, que nos colaboraban en los muestreos y mandaban las muestras a Coquimbo, donde eran analizadas en laboratorio.

Revisemos en forma general los resultados de los muestreos realizados en cada sitio

HORNITOS

En marzo se observó macha a lo largo de todo el sector muestreado, pero la mayor cantidad se encontró en el rincón sur

En este sector se siguió muestreando durante un año

HORNITOS

Entre marzo y agosto se perdieron las machas. A partir de enero se empezó a observar la aparición de juveniles de machas, pero después nuevamente se pierden

Además se ha monitoreado como ha variado el tamaño de las machas en el tiempo

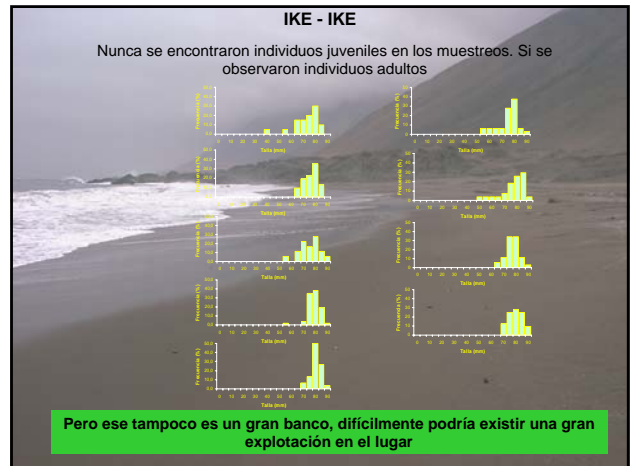
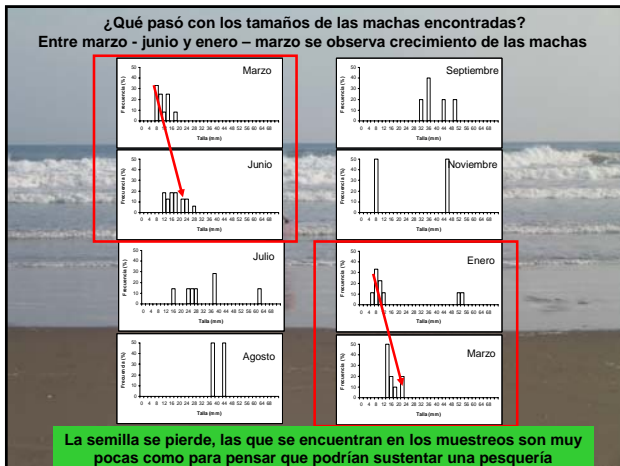
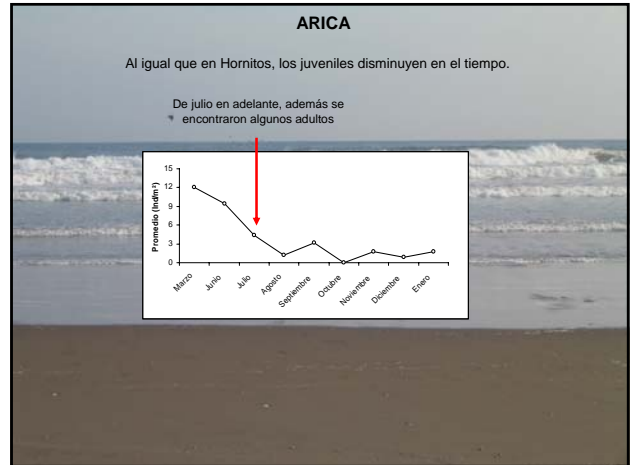
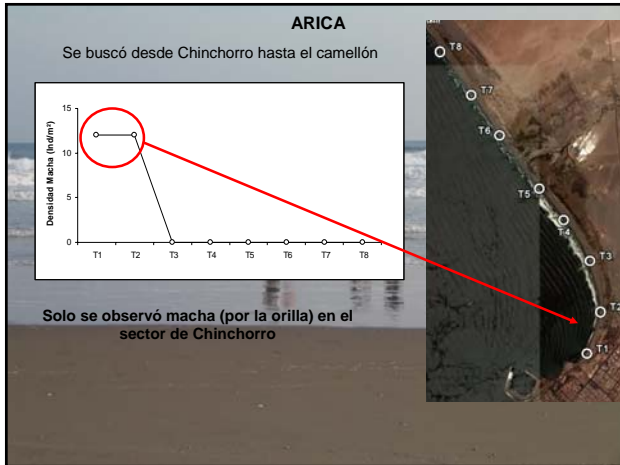
Cantidad de machas

Tamaño

Reaparece semilla, pero después se pierde

Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
diciembre

No se encontró macha



De las muestras analizadas hasta el momento, se han encontrado larvas en todas las playas.

	Arica	Ike ike	Hornitos
Mayo	*	*	*
Junio	*	*	*
Julio	*	*	*
Agosto	*	*	*
Septiembre	*	*	*
Octubre	*	*	*
Noviembre	?	?	?
Diciembre	?	?	?
Enero	?	?	?
Febrero	?	?	?
Marzo	?	?	?
Abril	?	?	?

Además se han encontrado machas reproductivas en las muestras del norte (Tacna) y de Ike ike

EN RESUMEN...

En general, no existen bancos que puedan sostener una explotación continua y/o a gran escala en el norte de Chile

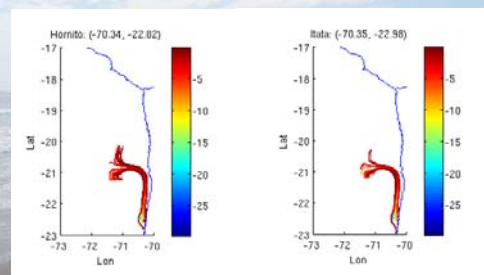
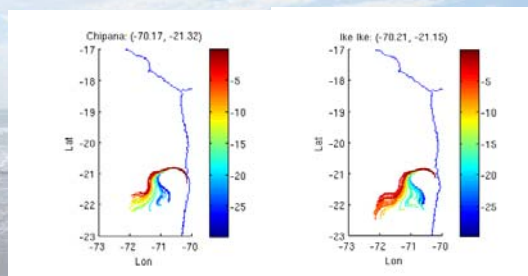
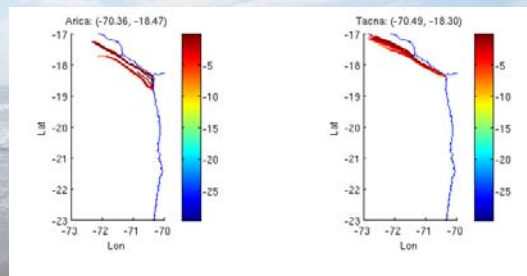
•El escaso reclutamiento (cantidad de semilla) observado en las playas, es la situación normal para los bancos de machas.
 •La llegada de mucha semilla a los bancos, capaces de generar pesquerías importantes, parecieran ser el producto de condiciones oceanográficas poco frecuentes e irregulares a lo largo de la costa.

Pero nos quedan algunas preguntas pendientes...

- Si no hay adultos (o pocos adultos), ¿de donde viene la semilla que aparece en la playa?
- ¿Si hay adultos, porqué entonces no hay semilla?
- Si se encuentra macha "gorda" (reproductiva), ¿Qué pasa con los desoves y la semilla?
- ¿cómo se podría recuperar la macha?

Tiene que ver con como se "dispersan" las larvas y a donde puede llegar la semilla

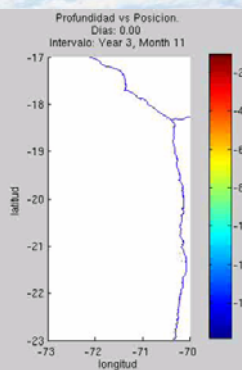
Realizamos una simulación de lo que podría estar sucediendo cuando se reproducen las machas en Hornitos, Ike ike y Chinchorro



Chinchorro

Ike ike

Hornitos
Itata



La razón por la que estamos aquí...

• **Proponer y desarrollar medidas de manejo para cada uno de los principales bancos** de macha que se identifiquen en la I y II Regiones y/o para recuperar bancos que existan en el pasado.

• **Proponer un plan de manejo** global para el conjunto de bancos de macha en la I y II Regiones.

Nuestra propuesta es recoger el como lo harían ustedes en el caso de que aparezca la macha de nuevo



Acordar un plan de trabajo, definiendo actividades, acciones y participantes

Anexo III.- Listado de asistencia a los talleres de pescadores artesanales

LISTADO ASISTENCIA TALLER CALETA HORNITOS

Proyecto FIP 2006-27 "Bases biológicas para la administración de los bancos de machas de la I y II regiones"

Fecha: 19/08/2008

Nombre

Firma

CLAUDIO PIMONES

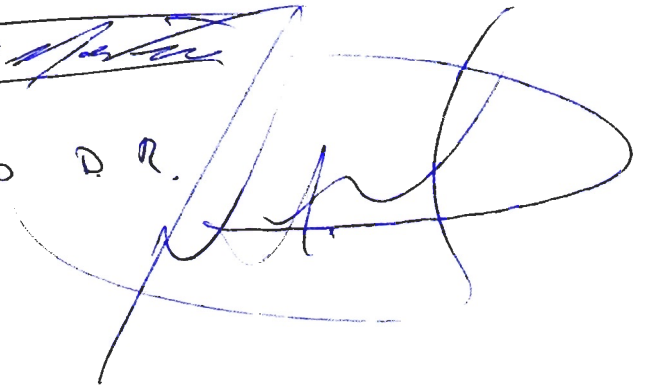


JUAN MONTERO



Rosa Diaz R
Carlos BARRAZO CH

Rosa D.R.



NICK

LISTADO ASISTENCIA TALLER CALETAS

Chipana

Proyecto FIP 2006-27 "Bases biológicas para la administración de los bancos de machas de la I y II regiones"

Fecha: _____

Nombre

Firma

Organización

Mario Luis Hidalgo

Marta Piñera

Guillermo Lavigne

NELSON OSSANBON

Nelson Ossanbon

JUAN PIZARRO A.

Hector Colque A.

Amador Bonteceras

JULIO MAÍNA A.

WALDO MORENO.

Victoria Castilla U.

NELSON CORTÉS A.

JAIME ALMENDARES

Jose M Cisneros ✓

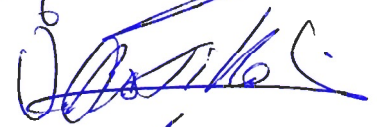

NELSON

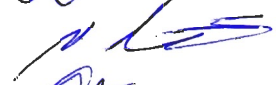












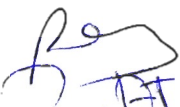

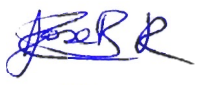


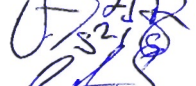
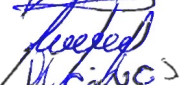


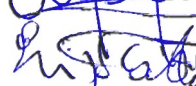
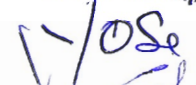








LISTADO ASISTENCIA TALLER CALETAS San Marcos -

Proyecto FIP 2006-27 "Bases biológicas para la administración de los bancos de machas de la I y II regiones"

Fecha: _____

Nombre	Firma	Organización
Rail Masari		San Marcos
Rene Otiñera F		SAN MARCOS
JOSE BORG HOND R		SAN MARCOS
ICLAIR MOLINA		SAN MARCOS
ALFONSO ARAYA R.		SAN MARCOS
Mano P. Valdivia		SAN MARCOS
ARMANDO CORTÉS		SAN MARCOS
MANUEL GONZALEZ		SAN MARCOS
DANIEL OLIVEROS A		SAN MARCOS
Placido Cortés S		SAN MARCOS
CENOTOCOLLO		SAN MARCOS
EMERSON. AGUILOE.		SAN MARCOS
Luis Caballero		SAN MARCOS
JOSE CORTES S.		SAN MARCOS
ENRIQUE VARELA L		SAN MARCOS

Anexo IV.- Material fotográfico relativo a las actividades del proyecto y copia de los posters presentados en el marco del Congreso de Ciencias del Mar