

INFORME FINAL

FIP N° 2006-43

DINÁMICA REPRODUCTIVA DE LANGOSTINO COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO EN LA III Y IV REGIONES

UNIDADES EJECUTORAS:

**AREA DE PESQUERIAS Y
LABORATORIO BEDIM
DEPARTAMENTO BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE
- SEDE COQUIMBO**

Coquimbo, agosto de 2008

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO

NOMBRE	TÍTULO/GRADO	FUNCIÓN EN EL PROYECTO
Enzo Acuña	M. Sc. Oceanografía	Coordinación. Jefe de Proyecto. Análisis y elaboración de informes.
Martin Thiel	Ph. D. Biología	Conductas y Estrategias reproductivas.
Manuel Andrade	Biólogo Marino	Estructura de tamaños, proporción sexual, digitación de datos.
Alex Cortés	Biólogo Marino	Análisis de estructura de tamaños, Representación información cartográfica SIG.
Nuxia Espinoza	Biólogo Marino	Monitoreo de las conductas reproductivas de crustáceos en Laboratorio.
Iván Hinojosa	Biólogo Marino	Monitoreo de las conductas reproductivas de crustáceos en Laboratorio.
Ximena Bennett	Biólogo	Coordinadora muestreos IV Región, laboratorio, planificación. Digitación datos.
Danny Rivera	Técnico Pesquero	Muestreo a bordo, Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
Claudia Valenzuela	Técnico Pesquero	Muestreo de frecuencia y biológico-específico en laboratorio.

Este documento debe citarse:

ACUÑA, E., M. THIEL, M. ANDRADE, A. CORTES, N. ESPINOZA e I. HINOJOSA. 2008. “Dinámica reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV Región”. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2006-43, 156 pp.

RESUMEN EJECUTIVO

El muestreo de los recursos langostino amarillo y langostino colorado, se realizó en los caladeros habituales de pesca de la III y IV regiones, principalmente por la flota arratrera de la IV Región. Las embarcaciones que participaron del estudio, correspondieron a los PAMs FOCHE LONQUIMAY y AMANCA Y I, y LM ISABEL S. En la III Región, se realizaron 130 lances de pesca durante el periodo 2007-2008, de los cuales, sólo en 44 lances se registró la presencia de langostino colorado y en 45 lances la captura de langostino amarillo. En igual periodo de pesca en la IV Región se realizaron 328 lances de pesca, de los cuales, sólo en 96 unidades se registró captura de langostino colorado y en 196 lances de langostino amarillo.

Respecto a las tallas de los ejemplares capturados en ambas zonas de pesca, éstas mostraron una alta variabilidad durante todo el periodo analizado. Sin perjuicio de lo anterior, los ejemplares capturados en la IV Región, mostraron tallas mayores que aquellos capturados en la III Región, y en ambos casos, los ejemplares machos presentaron tallas mayores que las hembras. Además, se observó durante los meses de enero a junio, una fracción importante de individuos de tallas menores a las observadas hacia finales del periodo.

Al evaluar el periodo de muda de las dos especies de langostinos por zona de pesca, en una escala anual, la mayor fracción de ejemplares con exoesqueleto blando en las capturas se observó durante el mes de diciembre de 2007. En el caso del langostino colorado dicha fracción correspondió a 23,1% en la III Región y a 100% en la IV Región. En el caso del langostino amarillo, la estimación sólo fue realizada en zonas de la IV región y correspondió al 71% de la captura, ya que en la III región no se realizó actividad extractiva del recurso durante el mes de diciembre.

Respecto a la proporción de hembras ovíferas de langostino colorado y langostino amarillo capturado en la III Región, los mayores valores se observaron durante el periodo agosto-septiembre y agosto – octubre, respectivamente. En la IV Región, la evolución de las proporciones de hembras ovíferas mostró en el caso del recurso langostino colorado un aumento paulatino a partir de marzo y hasta noviembre, alcanzando los valores más altos de la serie

durante el periodo mayo - noviembre. Si bien, en el caso del recurso langostino amarillo se observó la misma tendencia que en el langostino colorado, el periodo de mayor actividad reproductiva correspondió al periodo julio - octubre.

Al realizar el análisis de la proporción de hembras ovíferas por estrato de profundidad, se pudo observar que en la III Región ambas especies de langostinos mostraron valores altos en todas las profundidades durante todos los meses analizados. Sin embargo, en la IV Región en ambas especies se observó un aumento significativo de hembras ovíferas durante el periodo junio - septiembre, con una clara tendencia al aumento en el rango entre 100 - 300 m de profundidad.

Respecto a la estimación de la talla de primera madurez sexual de las dos especies, en la III región ésta sólo se pudo determinar para el langostino amarillo y correspondió a 22,0 mm LC. En la IV Región, la talla promedio de primera madurez sexual correspondió a 20,3 mm LC en el langostino colorado y 24,9 mm LC en el langostino amarillo.

Al determinar la relación talla - número de huevos por hembra, la mejor bondad de ajuste en el caso del recurso langostino colorado, se logró a través del modelo del tipo **exponencial**, con el cual, se obtuvo un r^2 de 0,77, con una suma de residuos (D) equivalente a 2.364. Considerando la similitud de los valores de D entre modelos, también presentaron un buen ajuste los modelos del tipo doble exponencial potencial y doble exponencial lineal, con valores de 2.366 y 2.368, respectivamente. En el caso del langostino amarillo, el modelo que permitió el mejor ajuste de las variables, correspondió al tipo **potencial**, ($r^2 = 0,85$ y un $D = 1.320$).

Respecto al potencial reproductivo de las dos especies de langostinos (N° huevos/ km^2), este fue determinado solamente con la información biológica derivada de los lances de pesca realizados en la IV Región, debido a que en la III región no se pudo realizar las estimaciones de fecundidad de las dos especies de langostinos. Al respecto, en el caso del langostino colorado, los valores mínimos y máximos correspondieron a $5,05516E+09$ y $1,54629E+12$ huevos/ km^2 , con un promedio de $3,83929E+11$ huevos/ km^2 . En el langostino amarillo, los valores extremos correspondieron a $3,60103E+07$ y $1,10220E+12$ huevos/ km^2 , respectivamente, con un promedio de $1,58625E+11$ huevos/ km^2 .

Respecto a las conductas y estrategias reproductivas de ambas especies de langostinos, cabe señalar que en términos generales la conducta de apareamiento en *C. johni* y en *P. monodon* es relativamente similar. En ambas especies durante el apareamiento los machos atrapan los quelípodos de las hembras con sus propios quelípodos para sujetarlas.

En *C. johni* se aislaron un total de 173 parejas a partir de hembras que llegaron mensualmente en estado ovífera desde el terreno y que adquirieron su estado no-ovífera en el laboratorio. De estas 173 parejas, 142 se formaron a partir de hembras con eclosión de larvas y tuvieron un apareamiento exitoso, es decir luego de formarse la pareja, las hembras se volvieron ovíferas. Para *P. monodon* no fue posible el aislamiento de parejas. La información para esta especie se obtuvo sólo a través de los muestreos realizados cada tres días en el laboratorio y por medio de grabaciones mediante cámaras de vigilancia en cuatro oportunidades.

En ninguna de las 142 parejas de *C. johni* con apareamiento exitoso se observó el evento de la muda por parte de las hembras antes de volverse ovíferas. En *P. monodon* se obtuvieron 136 hembras ovíferas después de la eclosión de larvas, las cuales fueron encontradas en los muestreos realizados cada 3 días. En ninguna ocasión se observó exoesqueletos en los estanques en que estas hembras ovíferas fueron encontradas y todas ellas tenían su exoesqueleto duro, sin indicios de haber mudado.

De 142 hembras de *C. johni* con eclosión de larvas, el 94,4% formó pareja con un macho entre 0 – 12 h desde que fue identificada como hembra eclosionada, y el restante 5,6% tardó más de 12 h en formar pareja. En las 142 hembras de *C. johni* con eclosión de larvas que se aparearon exitosamente, el 57,7% tardó entre 0 – 12 h en volverse ovífera luego de la formación de la pareja, el 19,7% tardó entre 12 – 24 h y el 22,5% tardó más de 24 h.

En *P. monodon* se logró observar sólo cuatro parejas con apareamiento exitoso mediante cámaras de vigilancia. Para esta especie el tiempo transcurrido desde que el macho retuvo a la hembra hasta que ésta se volvió nuevamente ovífera fue de unos pocos minutos (alrededor de 15 minutos), pero no fue posible obtener datos más precisos de este comportamiento.

Para *C. johni* se realizó el seguimiento de 158 hembras con primera camada, las cuales fueron obtenidas a partir de 66 hembras que llegaron no-ovíferas al laboratorio y de 92 que llegaron con su primera camada. De estas 158 hembras, algunas mostraron tener la potencialidad de producir hasta seis camadas sucesivas, concentrándose la mayoría entre las tres a cuatro camadas. En *P. monodon* sólo se obtuvo 64 hembras con primera camada provenientes del terreno. De estas 64 hembras algunas mostraron tener la potencialidad de producir hasta cinco camadas sucesivas.

El monitoreo del desarrollo embrionario para *C. johni* y *P. monodon* en el laboratorio (11° – 13°C del agua de mar), permitió determinar que para estas condiciones, éste tiene una duración entre 28 a 52 días con un máximo en los 40 días en *C. johni* y entre 31 a 49 días, con un máximo en los 40 días para *P. monodon*.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO	i
RESUMEN EJECUTIVO	ii
TABLA DE CONTENIDOS	vi
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xiii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Langostino colorado	1
1.2. Langostino amarillo	4
2. OBJETIVOS	9
2.1. Objetivo General	9
2.2. Objetivos Específicos	9
2.2.1 Determinar y caracterizar el periodo de muda y cópula	9
2.2.2 Determinar y describir el periodo de portación de huevos	9
2.2.3 Determinar el proceso de madurez sexual de machos y hembras	9
2.2.4 Describir las conductas y estrategias reproductivas de ambas especies	9
3. METODOLOGÍA	9
3.1 Area y Periodo de Estudio	9
3.2. Zonas de muestreo	9
3.3. Registros de información (datos) del lance y capturas	10
3.3.1. Datos del lance	10
3.3.2. Datos de capturas	12
3.3.2.1. Captura por lance	12
3.3.2.2. Captura estandarizada por lance	12
3.4. Muestreos y análisis biológico de las dos especies de langostinos	13
3.4.1. Tamaño mínimo de muestras	13
3.4.2. Muestreo a Bordo	18
3.4.3. Distribución de tallas de las dos especies de langostinos	19
3.4.4. Relación longitud-peso	19

3.4.5.	Pesos medios por intervalo de talla	23
3.5.	Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información	24
3.5.1.	Presentación.....	24
3.5.2.	Datum de referencia espacial	25
3.5.3.	Ingreso de la información a un formato digital de base de datos	25
3.5.4.	Cartografía base del SIG	26
3.5.5.	Análisis de la Información	26
3.6.	Objetivo Específico 1	27
3.7.	Objetivo Específico 2	29
3.8.	Objetivo Específico 3	30
3.8.1.	Proporción sexual	30
3.8.2.	Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos.....	30
3.8.3.	Talla promedio de madurez sexual.....	32
3.8.4.	Fecundidad	34
3.8.5.	Determinación del potencial reproductivo	35
3.9.	Objetivo Específico 4	36
3.9.1	Muestreo, transporte y mantención de los ejemplares	36
3.9.2.	Receptividad de hembras y tiempo de duración de las parejas	37
3.9.3.	Número de camadas por hembra	40
3.9.4.	Tiempo de portación de embriones	42
3.9.5.	Actividad reproductiva de las hembras del terreno.....	43
4.	RESULTADOS.....	45
4.1.	Aspectos Pesqueros	45
4.1.1.	Muestreo en los caladeros	45
4.1.2.	Características Operacionales.....	46
4.1.3	Distribución de Frecuencias de tallas de las especies objetivo.	50
4.1.4	Relación Longitud Peso de las especies objetivos	62
4.2	OBJETIVO 1. Determinar y caracterizar el periodo de muda y cópula.....	67
4.3	OBJETIVO 2. Determinar y describir el periodo de portación de huevos.....	77
4.4.	OBJETIVO 3. Determinar el proceso de madurez sexual de machos y hembras.	83
4.4.1	Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos.....	84

4.4.2.	Talla promedio de madurez sexual.....	88
4.4.3.	Fecundidad	90
4.4.4.	Potencial Reproductivo	91
4.5.	OBJETIVO 4. Describir las conductas y estrategias reproductivas de ambas especies	94
4.5.1.	Descripción cualitativa de la conducta de apareamiento.....	94
4.5.2.	Receptividad de las hembras y tiempo de duración de las parejas.....	95
4.5.3.	Número de camadas por hembra	99
4.5.4.	Tiempo portación de embriones	102
4.5.5.	Actividad reproductiva de las hembras del terreno	103
4.6.	Taller de Difusión.....	106
5.	DISCUSIÓN	110
6.	CONCLUSIONES	127
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130
8.	PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO (H.H.).....	138
8.1.	Total de horas asignadas.....	138
8.1.1.	Objetivo específico 1	138
8.1.2.	Objetivo específico 2.....	138
8.1.3.	Objetivo específico 3.....	139
8.1.4.	Objetivo específico 4.....	139

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino colorado asignada en el período 2001-2007 y Decreto correspondiente, en la Unidad de Pesquería III a IV Región.	3
Tabla 2	Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino amarillo asignadas en el período 2001-2007 y Decreto correspondiente, en la Unidad de Pesquería III - IV Región.	6
Tabla 3	Estadísticas descriptivas básicas de tamaños muestrales mínimos para alcanzar la precisión indicada, todos con un 95% de confianza.	18
Tabla 4.	Estados de desarrollo embrionario de langostino amarillo (Escuela de Ciencias del Mar (1999) y langostino colorado (Palma y Arana y, 1997).	31
Tabla 5.	Protocolo de observación de parejas, de acuerdo a las distintas posibilidades encontradas diariamente en las parejas aisladas en laboratorio.	40
Tabla 6.	VARIABLES OPERATIVAS DEL MUESTREO DE LANGOSTINO COLORADO REALIZADO DURANTE EL PERIODO 2007-2008 EN LA III REGIÓN.	46
Tabla 7.	VARIABLES OPERATIVAS DEL MUESTREO DE LANGOSTINO AMARILLO REALIZADO DURANTE EL PERIODO 2007 - 2008 EN LA III REGIÓN.	46
Tabla 8.	VARIABLES OPERATIVAS DEL MUESTREO DE LANGOSTINO COLORADO REALIZADO DURANTE EL PERIODO 2007 – 2008 EN LA IV REGIÓN.	47
Tabla 9.	VARIABLES OPERATIVAS DEL MUESTREO DE LANGOSTINO AMARILLO REALIZADO DURANTE EL PERIODO 2007 - 2008 EN LA IV REGIÓN.	47
Tabla 10.	Número de lances totales realizados sobre el recurso langostino colorado y langostino amarillo en la III región. Se indica la fecha cuando fue realizado el lance.	47
Tabla 11.	Número de lances totales realizados sobre el recurso langostino colorado y langostino amarillo en la IV región. Se indica la fecha cuando fue realizado el lance.	48
Tabla 12.	Número de lances positivos realizados sobre los recursos langostino colorado y langostino amarillo en forma mensual en la III y IV regiones, periodo 2007-2008. LC= langostino colorado, LA= langostino amarillo.	49
Tabla 13.	Número de lances complementarios por especie, mes y zona de pesca. LC= langostino colorado, LA= langostino amarillo.	49

Tabla 14. Número de individuos de langostino colorado y langostino amarillo analizados por sexo y mes en la III Región, periodo 2007 - 2008.	51
Tabla 15. Número de individuos de langostino amarillo y langostino colorado analizados por sexo y mes en la IV Región, periodo 2007 - 2008.	51
Tabla 16. Longitud cefalotorácica promedio (mm) de machos y hembras de langostino colorado capturado en la III Región, periodo 2007 - 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95% de confianza.	61
Tabla 17. Longitud cefalotorácica promedio de machos y hembras de langostino amarillo capturado en la III Región, periodo 2007 – 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95% de confianza.	61
Tabla 18. Longitud cefalotorácica promedio (mm) de machos y hembras de langostino colorado capturado en la IV Región, periodo 2007 - 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95% de confianza.	62
Tabla 19. Longitud cefalotorácica promedio (mm) de machos y hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región, periodo 2007 - 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95 % de confianza.	63
Tabla 20. Coeficientes de la regresión longitud – peso estimados para el recurso langostino colorado, por sexo, en la III Región durante el periodo 2007 - 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.	63
Tabla 21. Coeficientes de la regresión longitud – peso estimados para el recurso langostino amarillo, por sexo, en la III Región, periodo 2007 – 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.	64
Tabla 22. Coeficientes de la regresión longitud – peso estimados para el recurso langostino colorado, por sexo, en la IV Región durante el periodo 2007 – 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.	65
Tabla 23. Coeficientes de la regresión longitud – peso estimados para el recurso langostino amarillo, por sexo, en la IV Región durante el periodo 2007 – 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.	66
Tabla 24. Proporción de ejemplares con exoesqueleto duro y blando en las capturas de langostino colorado y amarillo realizadas durante el mes de diciembre de 2007.	67

Tabla 25. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto duro capturado en la III Región durante el periodo 2007-2008.....	68
Tabla 26. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto blando capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región.....	69
Tabla 27. Composición numérica de langostino amarillo con exoesqueleto duro capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región.....	70
Tabla 28. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto duro capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.	71
Tabla 29. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto blando capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.	72
Tabla 30. Composición numérica de langostino amarillo con exoesqueleto duro capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.	73
Tabla 31. Composición numérica de langostino amarillo con exoesqueleto blando capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.	74
Tabla 32. Longitud promedio resultante de la separación de componentes normales en las distribuciones de tallas de langostino colorado y amarillo por zona de pesca.....	75
Tabla 33. Parámetros de la relación entre el promedio de la longitud del primer estado de muda (t) y el siguiente estado (t+1) en langostino colorado y amarillo por zona de pesca. ...	76
Tabla 34. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino colorado por rango de profundidad y mes en la III Región.	80
Tabla 35. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino amarillo por rango de profundidad y mes en la III Región.	80
Tabla 36. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino colorado por estrato de profundidad y mes en la IV Región.....	81
Tabla 37. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino amarillo por rango de profundidad y mes en la IV Región.	82
Tabla 38. Proporción de machos y hembras de langostino colorado capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.	83
Tabla 39. Proporción de machos y hembras de langostino amarillo capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.	84

Tabla 40. Proporción de machos y hembras de langostino colorado capturado durante el periodo 2007 -2008 en la IV Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.	85
Tabla 41. Proporción de machos y hembras de langostino amarillo capturado durante el periodo 2007 – 2008 en la IV Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.....	85
Tabla 42. Tallas estimadas considerando los porcentajes de madurez del 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80 y 90%. 89	
Tabla 43. Parámetros de la relacion de fecundidad establecidos para las hembras de langostino colorado capturado en la IV Región.	90
Tabla 44. Valores de los Parámetros de la relación de fecundidad establecidos para las hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región.....	91
Tabla 45. Número de huevos por unidad de área estimados en lances de pesca realizados sobre el recurso langostino colorado en la IV Región.....	92
Tabla 46. Número de huevos por unidad de área estimados en lances de pesca realizados sobre el recurso langostino amarillo en la IV Región.	93
Tabla 47. Número de parejas aisladas de <i>C. johni</i> a partir de hembras ovíferas transportadas desde el terreno que adquirieron su estado no-ovífera en el laboratorio. Se detalla el número de hembras con eclosión de larvas y con pérdida de embriones, y el número de hembras con y sin apareamiento exitoso luego de formar pareja con un macho.....	95
Tabla 48. Distribución de frecuencia de camadas producidas en <i>C. johni</i> . Se indica el número y porcentaje de hembras que sólo llegaron hasta la primera camada, las que llegaron hasta la segunda camada, y así sucesivamente hasta la sexta camada.	100
Tabla 49. Distribución de frecuencia de camadas producidas en <i>P. monodon</i> . Se indica el número y porcentaje de hembras que solo llegaron hasta la primera camada, las que llegaron hasta la segunda camada, y así sucesivamente hasta la quinta camada.	102
Tabla 50. Listado de participantes en el Taller de Difusión.	106

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	Caladeros de Pesca de langostino amarillo y langostino colorado presentes en la III y IV Región.....	11
Fig. 2.	Distribución latitudinal de la proporción de hembras por lance.....	15
Fig. 3.	Distribución latitudinal de la proporción de hembras maduras por lance.	15
Fig. 4.	Distribución latitudinal del nivel de madurez sexual promedio por lance.	16
Fig. 5.	Distribución latitudinal de la longitud media del caparazón por lance de pesca.....	17
Fig. 6.	Ejemplo de las “capas temáticas” utilizadas en el análisis de la información cartográfica.	25
Fig. 7.	Tratamiento que recibieron las hembras no-ovíferas. En (a) se esquematiza la exposición de un número de hembras a un número proporcional de machos, los cuales fueron observados cada 12 hrs. En (b) se esquematiza la formación de una pareja, las cuales eran aisladas en (c) bandejas individuales y también observadas durante 12 hrs. donde se podían encontrar 3 situaciones: (c.1) pareja continuaba junta; (c.2) pareja separada, en este caso si llevaba más de 48 h separada se medía LC y se devolvía al estanque de origen; y (c.3) pareja separada con hembra ovífera, en este caso se medía LC de la pareja y la hembra se aislaba con el resto de las hembras ovíferas correspondientes a la semana.....	39
Fig. 8.	Esquema del tratamiento utilizado para determinar el número de camadas producidas por las hembras. La † indica las hembras muertas.	42
Fig. 9.	Esquema del tratamiento recibido por las hembras para determinar el estatus reproductivo. La † indica las hembras muertas.	44
Fig. 10.	Posición geográfica de los lances realizados en los caladeros históricos de pesca de langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV regiones, en el marco del Proyecto FIP N° 2006-43 y FIP N° 2007-19, durante el periodo 2007-2008.	50
Fig. 11.	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino colorado capturado en la III Región, durante el periodo 2007 – 2008.	52
Fig. 12.	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino colorado capturado en la III Región, durante el periodo 2007 - 2008.....	53
Fig. 13.	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino amarillo capturado en la III Región, durante el periodo 2007 – 2008.	54

Fig. 14.	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino amarillo capturado en la III Región, durante el periodo 2007-2008.	55
Fig. 15	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino colorado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.	56
Fig. 16.	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino colorado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.....	57
Fig. 17.	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino amarillo capturado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.	59
Fig. 18.	Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.	60
Fig. 19.	Relación entre el logaritmo de la longitud promedio versus componente normal (estado de muda), obtenido por el metodo de Battacharya en el langostino colorado y amarillo, en la III y IV Región, periodo 2007-2008.	76
Fig. 20.	Proporción de hembras ovíferas de langostino colorado durante el periodo 2007 - 2008 en la III Región (barras negras), promedio del periodo 1998 – 2001 (barras blancas).	77
Fig. 21.	Proporción de hembras ovíferas de langostino amarillo durante el periodo 2007 - 2008 en la III Región (barras negras), promedio del periodo 1998 – 2001 (barras blancas).	78
Fig. 22.	Proporción de hembras ovíferas de langostino colorado durante el periodo 2007 -2008 en la IV Región.	79
Fig. 23.	Proporción de hembras ovíferas de langostino amarillo durante el periodo 2007 - 2008 en la IV Región (barras negras), promedio del periodo 1998 – 2001 (barras blancas).	79
Fig. 24.	Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino colorado capturado en la III Región, periodo los periodos 1998-2001 y 2007-2008.	86
Fig. 25.	Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino amarillo capturado en la III Región, durante los periodos 1998-2001 y 2007-2008.	86
Fig. 26.	Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino colorado capturado en la IV Región, periodo 2007-2008.	87

Fig. 27.	Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región, periodo 2007-2008.	87
Fig. 28.	Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino amarillo en la III Región, año 2007. Se indica la talla bajo el criterio del L ₅₀ %.	88
Fig. 29.	Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino colorado en la IV Región, periodo 2007. Se indica la talla bajo el criterio del L ₅₀ %.	89
Fig. 30.	Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino amarillo en la IV Región, periodo 2007. Se indica la talla bajo el criterio del L ₅₀ %.	89
Fig. 31.	Ajuste de la relación longitud cefalotorácica - número de huevos promedio por hembras de langostino colorado capturadas en la IV región.	90
Fig. 32.	Ajuste de la relación longitud cefalotorácica - número de huevos promedio por hembras de langostino amarillo capturadas en la IV región.	91
Fig. 33.	Fotografía de una pareja de <i>Cervimunida johni</i> en estado de pre-cópula; El macho se encuentra en el lado izquierdo sobre la hembra y la sujeta con su quela derecha. Fotografía: Iván Hinojosa.	94
Fig. 34.	Porcentaje de hembras mudadas, del total de ejemplares mantenidos en el laboratorio durante mayo 2007 – abril 2008 en <i>C. johni</i> (n = 118) y <i>P. monodon</i> (n = 57). Se indica el porcentaje de hembras que eclosionaron sus larvas entre 0 a >40 días antes de la muda y de hembras que se volvieron ovíferas entre 0 a >40 días después de la muda.	97
Fig. 35.	Porcentaje de hembras de <i>C. johni</i> que formó pareja con un macho entre 0 a >24 horas desde que fueron identificadas como eclosionadas. En un total de 142 hembras con apareamiento exitoso.	98
Fig. 36.	Porcentaje de hembras de <i>C. johni</i> y <i>P. monodon</i> que se volvieron ovíferas en los distintos periodos, después que la hembra fue identificada como eclosionada. En la zona superior derecha se indica el total de hembras para ambas especies.	99
Fig. 37.	Número de hembras de <i>C. johni</i> que produjeron de una a seis camadas sucesivas. Cada barra representa el total de hembras que estaban con la camada respectiva, dentro de la cual se esquematiza el número de hembras que se aparearon exitosamente (se volvieron ovíferas) después de la eclosión de larvas (post-eclosión) o pérdida de embriones (post-pérdida), pasando a la siguiente camada, las que no se	

	aparearon (6 semanas sin volverse ovíferas), ya sea post-eclosión o post-pérdida y las que murieron incubando sus embriones, post-eclosión o post-pérdida.	100
Fig. 38.	Número de hembras de <i>P. monodon</i> que produjeron de una a cinco camadas sucesivas. Cada barra representa el total de hembras que tuvieron la potencialidad de producir una camada respectiva, dentro de la cual se esquematiza el número de hembras que se aparearon exitosamente (se volvieron ovíferas) después de la eclosión de larvas (post-eclosión) o pérdida de embriones (post-pérdida), pasando a la siguiente camada, las que no se aparearon (seis semanas sin volverse ovíferas), ya sea post-eclosión o post-pérdida y las que murieron incubando sus embriones, post-eclosión o post-pérdida.....	101
Fig. 39.	Número de hembras de <i>C. johni</i> y <i>P. monodon</i> que portaron sus embriones dentro de 28 a 52 días en condiciones de laboratorio. Se indica el número de hembras que presentaron eclosión de larvas, hembras que murieron y hembras que perdieron huevos en la parte inferior de cada gráfico; hembras muertas y con pérdida de huevos no fueron incluidas en la figura.	103
Fig. 40.	Estatus reproductivo de hembras de <i>C. johni</i> sometidas a apareamientos en el laboratorio desde mayo de 2007 hasta abril 2008. a) Ovíferas y b) no-ovíferas provenientes de terreno. Se presentan el número de hembras monitoreadas mensualmente en la zona superior de cada barra.....	104
Fig. 41.	Estatus reproductivo de hembras de <i>P. monodon</i> sometidas a apareamientos en el laboratorio desde mayo de 2007 hasta abril 2008. a) Ovíferas y b) no-ovíferas provenientes de terreno. Se presenta el número de hembras monitoreadas mensualmente en la zona superior de cada barra.....	105
Fig. 42.	Contenido del díptico del Taller de Difusión del Proyecto.	107
Fig. 43.	Distribuciones de tallas de langostino colorado y langostino amarillo capturado en la III y IV regiones, durante el periodo enero-septiembre de 2007.....	111
Fig. 44.	Proporción de hembras ovíferas de langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV regiones, durante los periodos 1997 - 2002 y 2007 - 2008.	113
Fig. 45.	Proporción de estados de madurez de los huevos de langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV regiones, durante los periodos 1997 - 2001 y 2007 - 2008. .	115

1. INTRODUCCIÓN

Las pesquerías industrial y artesanal de los langostinos colorado (*Pleuroncodes monodon*) y amarillo (*Cervimunida johni*) han sido tradicionalmente una actividad económica de relevancia, tanto en la zona centro-sur como últimamente en la III y IV Región. Durante los últimos años, la pesquería de la zona centro-norte ha cobrado una importancia mayor, debido a que la pesquería sur de ambas especies, entre la V y X Región, ha estado sometida a vedas sucesivas desde principios del año 2001, las que se han renovado hasta la fecha. En esa zona geográfica sólo ha existido actividad extractiva sobre el recurso langostino amarillo a través del mecanismo de Pesca de Investigación, cuyo objetivo ha sido realizar un monitoreo de los principales indicadores biológico-pesqueros del stock de langostino amarillo de la V y VI Región, en el marco de una actividad extractiva controlada en esa zona durante los años 2006 y 2007.

La administración de las pesquerías requiere necesariamente nutrirse de información proveniente de múltiples fuentes, siendo éstas principalmente la de la biología de las especies, biológico-pesquera, económica, social, etc. En el primer ámbito el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) ha iniciado diversas investigaciones tendientes a ir completando la base de información biológica de las dos especies de langostinos, a través de la ejecución de los proyectos FIP N° 2004-45 sobre la determinación de zonas y épocas de reclutamiento de langostino amarillo y langostino colorado entre la III y IV Regiones (Acuña et al., 2007) y FIP N° 2005-41 sobre la dinámica y la estructura poblacional del langostino colorado III y IV Región (Quiroz et al., 2006). Dado que el conocimiento de la reproducción de las especies es esencial para diseñar medidas de manejo, el presente proyecto apunta a dilucidar en forma más detallada los aspectos reproductivos de las dos especies de langostinos en la III y IV Región.

1.1. Langostino colorado

En la zona norte, la pesquería de langostino colorado se desarrolla en la Unidad de Pesquería I a IV Región, y se inició en 1998 principalmente en la IV Región, centrada en la zona de Coquimbo, aunque ya en 1994 Acuña *et al.* (1995) habían detectado la presencia de la especie cerca de Caldera en la III Región. Las cuotas de captura de esta especie crecieron desde niveles de 500 ton en 1998 y 1999 hasta 4.100 ton en el 2002 (D.E. N° 928 del 31 de diciembre de 2001),

siendo ésta dividida por primera vez en fracciones temporales en la II y III Región, además del fraccionamiento entre flota industrial y artesanal, 100 ton para fines de investigación y 35 ton para ser extraída como fauna acompañante de otros recursos pesqueros ese año (Tabla 1).

Las cuotas han sido luego de 2.530 ton. para el 2003 (D.Ex. N° 1.108 de 26/12/2002), 2.700 para el 2004 (D.Ex. N° 830 de 22/12/2003), 2.550 para el 2005 (D.Ex. N° 1.018 de 16/12/2004), 2.125 para el 2006 (D.Ex. N° 1.562 de 21/12/2005) y 2.700 para el actual año 2007 (D.Ex. N° 1.521 de 21/12/2006). Todos los detalles del fraccionamiento de estas cuotas desde el año 2001 se resumen en la Tabla 1. Paralelamente, el año 2001, basándose en la estimación de biomasa realizada por Canales *et al.* (2002) y la evolución de los rendimientos de pesca, lo que llevó a considerar que el recurso se encontraba en un nivel de biomasa notablemente disminuido al sur de la III Región, se determinó establecer una veda para proteger los procesos de reproducción, reclutamiento y de crecimiento de la especie en la toda IV Región.

Quiroz *et al.* (2006) realizaron un análisis exploratorio de los componentes de la población, segregados a partir del modelo de madurez sexual, encontrando que se produce una reducción de los individuos maduros y un aumento de los individuos inmaduros, a medida que aumenta la profundidad. Estos autores especulan que este resultado probablemente indica que la estructura espacial de *P. monodon* está condicionada a eventos reproductivos que ocurrirían en aguas someras. Quiroz *et al.* (2006) también observaron la presencia de los individuos maduros en aguas someras principalmente durante los primeros y últimos meses del año, con un leve gradiente desde aguas profundas a aguas someras a medida que transcurren los meses. Finalmente, estos autores consideran que reforzando la hipótesis de estructuración en profundidad del stock, el análisis además muestra que los individuos inmaduros están escasamente presentes en aguas someras durante la mayor parte del año. Quiroz *et al.* (2006) postulan que la persistencia de individuos maduros en aguas someras durante inicios y fines de años para eventos reproductivos posiblemente está condicionando la estructura espacial de la población de *P. monodon* durante estos meses. Por el contrario, sugieren que durante los meses de invierno, cuando los ejemplares maduros no están presentes en aguas someras y probablemente migren a aguas más profundas, la estructura poblacional es escasamente detectable.

Tabla 1 Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino colorado asignada en el período 2001-2007 y Decreto correspondiente, en la Unidad de Pesquería III a IV Región.

Cuatrimestre	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007	
	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal
Cuota Sp. Objetivo	2.484		4.227		2.440		2.620		2.426		1.995		2.570	
Cuota I-IV Región	1.529	955	2.985	1.242	1.708	732	1.834	786	1.698	728	1.397	598	1.799	771
01 Feb. - 31 Oct.	1.376			621 *										
01 Nov. - 31 Dic.	153			621 **										
Cuota I-II Región			865		469	8	519	91	292	10	132	15	229	20
01 Ene. - 31 Mar.			258		352	6	161	28	146	5	66*	8	114	10
01 Abr. - 31 Ago.			349		70	1	171	30	88	3	46**	5	80	7
01 Sep. - 31 Dic.			258		47	1	187	33	58	2	20***	2	35	3
Cuota III Región			2.120		696	590	663	596	804	348	796	153	982	197
01 Ene. - 31 Mar.			632		522	442	205	185	402	174	398*	76	491	99
01 Abr. - 31 Ago.			856		104	89	219	197	241	104	279**	54	344	69
01 Sep. - 31 Dic.			632		70	59	239	214	161	70	119***	23	147	29
Cuota IV Región			Veda D.E. 900		508	119	617	84	602	370	469	430	588	554
01 Ene. - 31 Mar.					381	89	191	26	301	185	235*	215	294	277
01 Abr. - 31 Ago.					76	18	204	27	181	111	164**	150	206	194
01 Sep. - 31 Dic.					51	12	222	31	120	74	70***	65	88	83
Investigación	50		100		90		80		75		80		80	
Fauna acompañante	136		35		35	15	35	15	34	15	35	15	35	15
En Langostino amarillo	10% en peso / viaje		5% en peso / viaje		15	7	15	7	14	7	20	8	20	8
En Camarón naílon	10% en peso / viaje		5% en peso / viaje		19	8	19	8	19	8	14	7	14	7
En Merluza común	1% en peso / viaje		1% en peso / viaje		1	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Total anual (tons)	2.670 ton	436 ton	4.362 ton	928 ton	2.530 ton	1.108 ton	2.700 ton	830 ton	2.550 ton	1.018 ton	2.125 ton	1.562 ton	2.550 ton	1.521 ton
Decreto	D.E. N° 436 de 26.12.2000 y D.E. N° 926 de 21.12.2001	D.E. N° 436 de 26.12.2000 y D.E. N° 926 de 21.12.2001	D.E. N° 928 de 31.12.2001; D.E. N° 361 de 10.05.2002; D.E. N° 900 de 18.12.2001	D.E. N° 928 de 31.12.2001; D.E. N° 361 de 10.05.2002; D.E. N° 900 de 18.12.2001	D.E. N° 1.108 de 26.12.2002	D.E. N° 1.108 de 26.12.2002	D.E. N° 830 de 22.12.2003	D.E. N° 830 de 22.12.2003	D.E. N° 1.018 de 16.12.2004	D.E. N° 1.018 de 16.12.2004	D.E. N° 1.562 de 21.12.2005	D.E. N° 1.562 de 21.12.2005	D.E. N° 1.521 de 21/12/2006	D.E. N° 1.521 de 21/12/2006

Desde el año 2006 * entre el 1 de abril y el 30 de junio; ** entre el 1 de julio y el 30 de septiembre; *** entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre

Por su parte, Acuña *et al.* (2007) utilizaron al lenguado de ojos grandes *H. macrops* como muestreador de la presencia de reclutas de las dos especies de langostinos, analizando los contenidos estomacales de este pez. Estos autores detectaron la presencia de reclutas en los estómagos de *H. macrops*, encontrando especímenes juveniles de *P. monodon* (4,0 - 10,7 mm LC) y *C. johni* (8,0 - 8,7 mm LC), principalmente en el mes de junio. La presa principal encontrada en la alimentación de *H. macrops* fue el ítem *P. monodon*.

Los dos muestreos zooplanctónicos realizados por Acuña *et al.* (2007) permitieron corroborar la presencia de zoeas de las dos especies de langostino y del camarón nailon en la IV Región y registrar su presencia en la III Región, al igual que lo informado por Quiroz *et al.* (2006). Las larvas más tempranas, zoeas sin urópodos, fueron encontradas en mayor abundancia en el primer período de muestreo durante octubre de 2005, mientras aquellas con estados de desarrollo más avanzados, zoeas con urópodos, lo fueron en el segundo periodo, en diciembre. También se determinó la presencia de un morfo de megalopa de Galatheidae, cuya presencia es más importante en el muestreo de diciembre.

Acuña *et al.* (2007) también realizaron muestreos con una red comercial con cubre “túnel – copo” en los caladeros de langostino colorado de la III y IV Región en noviembre y diciembre de 2005 y febrero –mayo de 2006, con el objeto de determinar la presencia de juveniles de esta especie en dichas zonas. Las distribuciones de tallas de los ejemplares capturados tanto dentro como fuera de la red fueron diferentes, con una proporción de especímenes juveniles (< 20 mm de LC) de 3,8% al interior de la red y 40,7%, fuera de ésta, en la III Región y de 10,4 y 46,6% en la IV región, respectivamente.

1.2. Langostino amarillo

La cuota global fijada para el año 2003 volvió a aumentar a 2.250 ton (D.E. N° 1.107 de 26.12.2002), mientras que para el año 2004 se reduce drásticamente a 1.326 ton. Detalles de las cuotas de los últimos seis años y su fraccionamiento se entregan en la Tabla 2. En Chile existen dos Unidades de Pesquería de la especie *Cervimunida johni*: una en la zona norte entre la III y IV Región y una en la zona sur entre la V y VIII Región. En la zona norte, la administración de la pesquería de langostino amarillo, comienza con la declaración de estado de plena explotación del

recurso (D. E. N° 377 del 23.06.1995) en la Unidad de Pesquería III y IV Región. Desde 1996, mediante el D.E. N° 324 de 18.12.1996) la especie está sometida a una veda biológica anual entre los días 1 de enero y 30 de marzo, por lo cual no se realizan actividades pesqueras durante ese período en las dos Unidades de Pesquería (III a la VIII Región). Las cuotas de captura de esta especie decrecieron desde niveles de 6.000 ton en el trienio 1997 - 1999 hasta 750 ton en el 2002 (D.E. N° 927 de 31.12.2001). La cuota global fijada para el año 2003 volvió a aumentar a 2.250 ton (D.E. N° 1.107 de 26.12.2002), mientras que para el año 2004 se reduce drásticamente a 1.326 ton. La cuota global fijada para el año 2004 fue modificada en agosto de este año, incorporando antecedentes generados por este Consultor en su ejecución del Proyecto FIP N° 2004-11 (Acuña *et al.*, 2005). Finalmente, una vez incorporados los antecedentes de dicho Proyecto FIP, la cuota global anual para el año 2005 fue fijada en 2.215, lo que prácticamente corresponde a aquella establecida para el 2003. Durante el año 2005, se hizo una nueva revisión de los antecedentes disponibles del Proyecto FIP N° 2005-09 (Acuña *et al.*, 2005), proporcionados nuevamente por este Consultor, los que llevaron a la Subsecretaría a proponer una modificación de la cuota global 2005, lo que se oficializó a través del D. Ex. 1.024 del 25.08.2005, dejando la cuota del año en 3.100 ton, la que se ha mantenido desde ese año y hasta el actual año 2007. Detalles de las cuotas desde el 2001 al 2007 y su fraccionamiento, incluyendo la cuota 2005 modificada, se entregan en la Tabla 2.

Antecedentes sobre la conducta reproductiva del langostino amarillo (*C. johni*) y del langostino colorado (*P. monodon*) están basados en el análisis de la proporción de hembras ovíferas y de los estadios de desarrollo de los embriones (Henríquez 1979, Palma & Arana, 1997, Acuña *et al.*, 2005). Para el langostino colorado y langostino amarillo, la información disponible en el marco de monitoreos realizados durante el periodo 1997-2002, indican una alta presencia de hembras ovíferas durante los meses de invierno y primavera. Basado en el alto porcentaje de hembras ovíferas (> 80% del total de hembras) encontrado durante el periodo de máxima actividad reproductiva se ha sugerido que cada hembra produce una camada al año (Palma & Arana, 1997, Acuña *et al.*, 2005). Sin embargo, durante los meses de junio – octubre se encontró hembras con embriones tanto de estadios tempranos como de estadios tardíos, lo que sugiere que no todas las hembras se aparean al mismo tiempo. El rango de talla de hembras ovíferas es muy amplio, variando desde los 11,5 mm a los 43,5 mm LC (Palma & Arana, 1997, Acuña *et al.*, 2005). Esta

Tabla 2 Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino amarillo asignadas en el período 2001-2007 y Decreto correspondiente, en la Unidad de Pesquería III - IV Región.

Cuatrimestre	2001		2002		2003		2004		2005		2005 modificado		2006		2007	
	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal
Cuota Sp. Objetivo	1,900		670		2,190		1.261		2.100		2.975		2.950		2.960	
Cuota por flota	1,375	525	424	246	1,467	723	820	441	1,407	693	1.995	982	1.976	974	1.983	977
Cuota III-IV Región			424	246												
01 Abr. - 31 Ago.	859	525	212*	123*												
01 Sep. - 31 Dic.	516		212**	123**												
Cuota III Región			431	429	429	429	427	275	281	274	299	295	316	257	198	262
01 Abr. - 31 Jun.			216	215	216	215	214	137	141	137	141	137	158*	128	99	131
01 Jul. - 31 Sep.			129	129	129	129	128	83	84	82	95	95	95***	77	59	79
01 Oct. - 31 Dic.			86	85	85	85	85	55	56	55	63	63	63***	52	40	52
Cuota IV Región			1,006	279	1,006	279	364	150	1,126	419	1.694	687	1.660	717	1.785	715
01 Abr. - 31 Jun.			503	139	503	139	182	75	563	209	563	209	830*	359	893	358
01 Jul. - 31 Sep.			302	84	302	84	109	45	338	126	679	287	498***	215	535	214
01 Oct. - 31 Dic.			201	56	201	56	73	30	225	84	452	191	332***	143	357	143
Investigación	50		50		60		65		70		80		100		90	
Fauna acompañante	200		30		20	15	29	16	30	15	34	15	34	16	34	16
En colorado	10% en peso / viaje		5% en peso / viaje		15		14	8	14	7	14	7	16	8	16	8
En Camarón natlon	10% en peso / viaje		5% en peso / viaje		15		15	7	15	7	19	8	17	8	17	8
En Merluza común	1% en peso / viaje		1% en peso / viaje		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total anual (tons)	2,150		750		2,250		1.326		2.215		3.100		3.100		3.100	
Decreto	D.E. N° 432 de 26.12.2000, modificado por D.E. N° 106 de 2001, N° D.E. N° 247 de 24.05.2001, y D.E. N°	D.E. N° 927 de 31.12.2001	D.E. N° 1107 de 26.12.2002	D.E. N° 829 de 22.12.2003	D.E. N° 1.017 de 16.12.2004	D.E. N° 1.024 de 25.08.2005	D.E. N° 1.561 de 21.12.2005	D.E. N° 1.516 de 21.12.2006								

* entre el 1 de septiembre y el 31 de octubre; ** entre el 1 de noviembre y el 31 de diciembre.

Desde el año 2006 * entre el 1 de abril y el 30 de junio; ** entre el 1 de julio y el 30 de septiembre; *** entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre

aparente dispersión de apareamientos en el tiempo y la presencia de hembras ovíferas muy pequeñas podrían sugerir que la probabilidad de encuentro entre los sexos es afectada por la abundancia del recurso. Por ejemplo, existe la posibilidad que no todas las hembras se encuentran con un macho en el momento de su primera muda reproductiva (provocando que algunas hembras retarden el apareamiento hasta una próxima muda reproductiva), y que los machos se aparean con hembras muy pequeñas (porque no se encuentran con hembras grandes). Dado la falta de conocimiento sobre la conducta y el sistema de apareamiento en ambas especies de langostinos, en la actualidad no se puede evaluar si la aparente dispersión en el tiempo de los apareamientos y la presencia de hembras muy pequeñas sea una consecuencia de las bajas abundancias del recurso a fines de los años 80, las que conllevaron a una veda total entre los años 1988 y 1991 (Roa & Bahamonde 1993).

El conocimiento del periodo reproductivo y del sistema de apareamiento es considerado crucial para un manejo eficiente de recursos de crustáceos. En particular, estudios en decápodos braquiuros han demostrado que bajas abundancias de uno o de ambos sexos puede provocar una disminución en el potencial reproductivo de los individuos y de la población (Hines *et al.*, 2003, Gosselin *et al.*, 2003). En especies que típicamente ocurren en grandes agregaciones como camarones (Caridea) o langostinos (Anomura: Galatheidae), los efectos de bajas abundancias del recurso sobre el potencial reproductivo son menos conocidos (e.g. Bauer, 2004), pero el colapso y la baja tasa de recuperación de las pesquerías de varias especies de camarones y langostino sugiere efectos similares como los reportados para braquiuros.

Antecedentes proporcionados para otras especies de galatheidos sugieren que las hembras tienen que aparearse con un macho cada vez que produce una nueva camada (Kronenberger *et al.*, 2004). En el caso que la mayoría de las hembras realizan la muda reproductiva en forma sincrónica, esto puede significar que los machos se podrían volver limitantes durante estos eventos (i.e. cada hembra no encuentra un macho). Si las hembras mudan en forma asincrónica, en las especies gregarias típicamente hay muchos machos compitiendo para acceder a una hembra receptiva (Correa & Thiel, 2003). Así, conocer si las hembras de una población se vuelven receptivas al mismo tiempo o en forma asincrónica es particularmente importante para poder evaluar el sistema de apareamiento en especies gregarias. Además, bajas abundancias

poblacionales (y la consecuente relajación de la competencia intrasexual) pueden permitir que tanto machos como hembras pequeñas (las que normalmente no pueden competir con los individuos grandes) se puedan reproducir en forma exitosa. Cuando esto ocurre durante muchos periodos reproductivos seguidos (e.g. agravado por la extracción pesquera), puede resultar en una selección artificial hacia tallas pequeñas, tal como ya ha sido sugerido para algunos recursos de crustáceos (Schlining & Spratt, 2000; Rondeau & Sainte-Marie, 2001. Si la observación ocasional de hembras ovíferas muy pequeñas en el recurso langostino (Palma & Arana, 1997) podría ser consecuencia de una selección hacia tallas pequeñas inducida por bajas abundancias poblacionales (y la posibilidad para individuos pequeños de reproducirse exitosamente) solamente puede ser evaluado cuando se tiene mayor información sobre el sistema de apareamiento en estas especies. Por lo tanto, con el motivo de cumplir el objetivo IV del proyecto, en el presente estudio se evaluará la conducta y el sistema de apareamiento en *P. monodon* y *C. johni*.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar la dinámica reproductiva de langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV Región, a escala espacio-temporal.

2.2. Objetivos Específicos

2.2.1 Determinar y caracterizar el periodo de muda y cópula

2.2.2. Determinar y describir el periodo de portación de huevos.

2.2.3 Determinar el proceso de madurez sexual de machos y hembras

2.2.4 Describir las conductas y estrategias reproductivas de ambas especies

3. METODOLOGÍA

3.1 Area y Periodo de Estudio

El área de estudio consideró el límite norte de la III Región y el límite sur de la IV Región.

3.2. Zonas de muestreo

De acuerdo a lo consignado en el párrafo anterior, el muestreo de las especies langostino amarillo y langostino colorado se realizó en los caladeros de pesca de la III y IV regiones, los cuales se encuentran ampliamente documentados en los Proyectos FIP N° 2005-09, N° 2006-04 y N° 2007-19, y que derivan de la información que hasta la fecha se tiene sobre la distribución de los recursos en estas zonas de pesca (Fig. 1). El estudio, se realizó en el marco de una Pesca de

Investigación autorizada por la Subsecretaría de Pesca a través de la Res. Ex. N° 2003 del 06 de julio de 2007, y su modificación posterior según Res. Ex. N° 195 del 16 de enero de 2008.

La información biológica y pesquera de los recursos objetivos fue obtenida durante el periodo agosto - noviembre de 2007 y enero – abril de 2008, en la III Región, y en los periodos enero-diciembre de 2007 y enero - abril de 2008 en la IV región. Cabe señalar, que frente a la ausencia de información biológica en algunos meses del año en la III Región, el análisis relacionado con la proporción de hembras ovíferas y proporción de los estados de madurez de los huevos en ambas especies de langostinos fue complementado con información biológica obtenida durante otros periodos de pesca anteriores.

3.3. Registros de información (datos) del lance y capturas

3.3.1. Datos del lance

En cada lance de pesca, se registró la posición geográfica en formato sexagesimal (grados, minutos y segundos con 2 decimales), la geoposición con *GPS* a distintos tiempos (calado, red sobre el fondo, virado, red a bordo). La profundidad (m) del piso marino fue registrada mediante ecosonda en los mismos tiempos del lance. Se determinó la velocidad de arrastre promedio del mismo *GPS* a distintos tiempo de operación de la red. La distancia recorrida por la red entre los tiempos de inicio del arrastre sobre el fondo y el virado, se determinó tanto mediante el Teorema de Pitágoras (FAO, 1995) como a través del producto entre la velocidad y el tiempo efectivo de arrastre de la embarcación. Se analizó posibles discrepancias entre las dos mediciones. Con el objeto de entregar información sobre la ubicación espacial de los lances realizados al interior de los caladeros de pesca de cada recurso, éstos se entregan en escala 1:1.000.000, considerando las cartas náuticas electrónicas 1000, 2000 y 3000 del SHOA de la Armada de Chile.

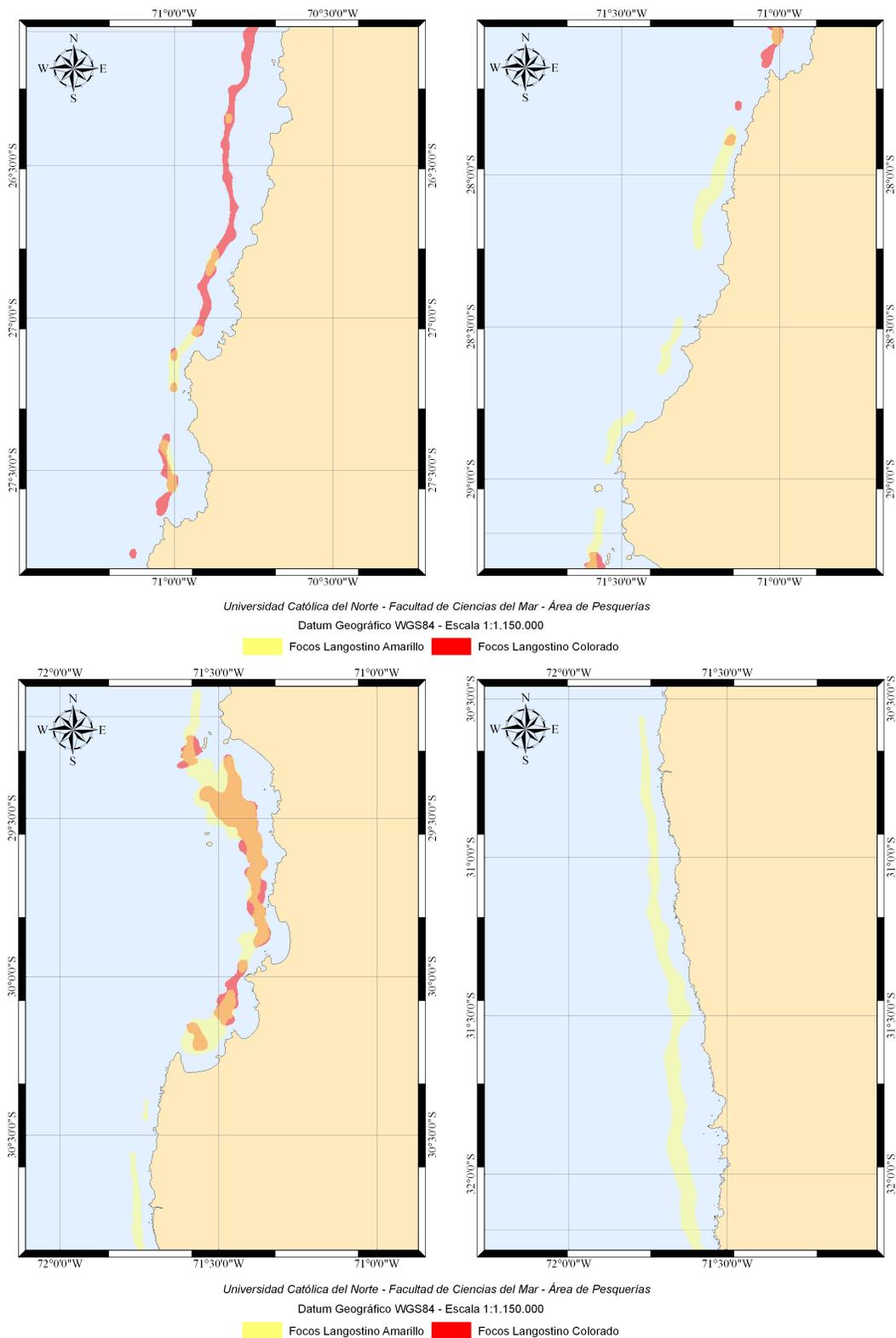


Fig. 1. Caladeros de Pesca de langostino amarillo y langostino colorado presentes en la III y IV Región.

3.3.2. Datos de capturas

3.3.2.1. Captura por lance

La captura total de las especies objetivo se registró a bordo de las embarcaciones arrastreras, de acuerdo a procedimientos estándares descritos en estudios anteriores en el marco de evaluaciones directas y estudios de monitoreo realizados por la Universidad Católica del Norte sobre estos recursos. Estos consisten en que una vez depositada la captura sobre la cubierta y abierto el copo de la red, se procede al llenado de cajas, las que presentan un peso total con captura de aproximadamente 22 kilos. El llenado de las cajas consideró las especies por separado (langostino amarillo o langostino colorado). Posteriormente, las cajas fueron pesadas a bordo en una Balanza de digital de colgar PESAMATIC Modelo FS, diseñada para aplicaciones industriales en ambientes hostiles, con el objeto de registrar el peso exacto de la captura.

En cada lance, y en forma complementaria a los objetivos del proyecto, se separó la fauna acompañante de las especies objetivo, procediendo a su muestreo y registro de la captura en peso (kg), considerando la misma metodología descrita en el parrafo anterior. Los procedimientos e identificación de especies han sido aplicados a este tipo de estudios por Acuña *et al.* (2002a y 2002b).

De acuerdo a lo señalado en las bases administrativas del proyecto, también se contó con material fotográfico y audiovisual de las principales actividades realizadas durante todo el periodo de muestreo en los caladeros de pesca de la III y IV regiones.

3.3.2.2. Captura estandarizada por lance

En cada lance de pesca, la captura de las especies objetivo fue estandarizada debido a que la distancia recorrida puede variar entre éstos, tanto por variaciones en la velocidad de arrastre de la red (por causas como el viento, el estado del mar, la velocidad de la corriente, el piso marino, otros) o por variaciones en el tiempo efectivo de arrastre (por causas tales como cambio repentino en la topografía del piso marino u otras). La captura estandarizada (kg), por lance de pesca, se obtiene simplemente como la captura del recurso objetivo en el lance dividido por el área efectivamente arrastrada por la red durante un intervalo de tiempo t . Al respecto, con el objetivo

de determinar de manera más precisa la superficie de arrastre, en cada muestreo se utilizó los sensores electrónicos Netmaind, cuyo uso y características han sido ampliamente documentados en estudios FIP realizados en los últimos 3 años (Acuña *et al.*, 2003, 2004, 2005 y 2006).

En la práctica, se efectúan mediciones electrónicas de APA de manera instantánea durante todo el lance conectando el equipo NETMIND con el computador personal llevado a bordo de la embarcación. Los registros van siendo almacenados en la memoria del PC. A la vez, con este sistema electrónico adosado a la red se está en condiciones de determinar exactamente el momento cuando la red toca fondo en el calado y la red comienza efectivamente a operar sobre el fondo, hasta el término del lance, cuando se inicia el virado.

Con el sistema NETMIND, se registró continuamente la distancia entre punta de alas de la red (APA) mediante sensores sónicos adosados a la parte anterior de la red. El sistema de transmisión sónico para registrar APA consiste en que un transmisor (master) envía una señal sónica (onda sonora) desde la punta de ala de babor (o estribor), la que es recibida y respondida por otro sensor ubicado en la punta de ala de estribor (o babor) de la red. Seguidamente, la información sónica es transmitida a un hidrófono ubicado por debajo del casco de la nave. La información se registró en un computador el que se conecta en forma serial al hidrófono, y que posee un software *ad hoc* que proporciona el proveedor de NETMIND, obteniéndose en cada lance archivos con registros a intervalos de tiempo fijados por el usuario.

3.4. Muestreos y análisis biológico de las dos especies de langostinos

3.4.1. Tamaño mínimo de muestras

Para efectos de la estimación de los tamaños muestrales mínimos necesarios para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto, se utilizaron antecedentes de cruceros históricos de las dos especies de langostinos. Al respecto, la determinación de los tamaños de muestras óptimos para el análisis de la proporción de hembras en la población ($X1$), estado de madurez sexual de las hembras ($X2$), grado de madurez de los huevos ($X3$), y estructura de tallas de los ejemplares ($X4$), se consideró cada una de estas variables por separado. Los elementos esenciales a

considerar para la determinación de la estrategia de muestreo, asumiendo que los niveles de confianza deseados para la estimación, fijos en un 95%, están relacionados principalmente con la variabilidad de la población, en este caso, con la variabilidad asociada a cada una de las variables consideradas. La fórmula básica para la estimación de los tamaños muestrales mínimos necesarios, correspondió a:

$$n = \frac{Z_{\alpha} \sigma^2}{E^2}$$

donde Z_{α} define el nivel de confianza requerido, generalmente un 95%, por lo que $Z_{\alpha} = 1,96$, σ^2 es la varianza de la población y E es el error muestral máximo admisible (o deseado) de la variable en estudio. En este contexto, cuando σ^2 es desconocido, se puede usar en su reemplazo antecedentes históricos, muestras pilotos o estimadores de varianza máxima, lo que permite obtener los valores muestrales máximos.

Cabe señalar, que la variable *estado de madurez sexual* es una variable binaria: madura (portadoras de huevos) o no madura. Para las hembras maduras, la variable X_3 se definió con cinco categorías (1 a 5) asociadas al *grado de madurez de los huevos* con 1 el menor nivel y 5 el máximo. Respecto de la estructura de tallas, se consideró la variable *longitud de cefalotórax*, con valores continuos en el rango.

Se realizó un análisis preliminar de la información, en el cual se incluyó la existencia de factores externos que pudieran influir sobre esta variabilidad, en particular se determinó la existencia de algún gradiente latitudinal y que afecte las estrategias de muestreo, induciendo por ejemplo, algún tipo de estratificación. Un segundo análisis estuvo destinado a establecer si existía algún patrón que pudiera indicar la existencia de algún gradiente latitudinal en relación a las variables consideradas.

En la Figura 2 se muestran los resultados de la proporción de hembras por lance y por latitud (X_1). Se puede observar que para latitudes menores (26 - 27° S), el rango se encuentra entre el 20 y 80 %, con una media aproximadamente alrededor de 50%. Para latitudes mayores (29 - 30° S),

en tanto, este rango es mayor, entre 15 y 90 %, aproximadamente, pero conservando los mismos valores promedio.

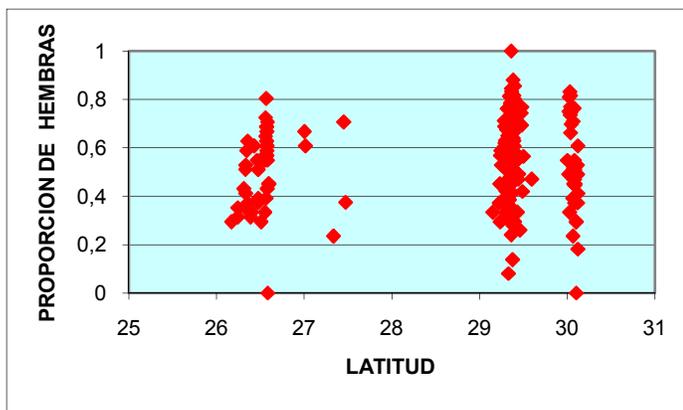


Fig. 2. Distribución latitudinal de la proporción de hembras por lance.

En la Figura 3, se muestra la distribución latitudinal de la proporción de hembras maduras (X_2), observándose que no existe un gradiente latitudinal que indique una variación de esta proporción, observándose que el rango de valores es el mismo (0 a 100 %) independientemente de la posición de los lances.

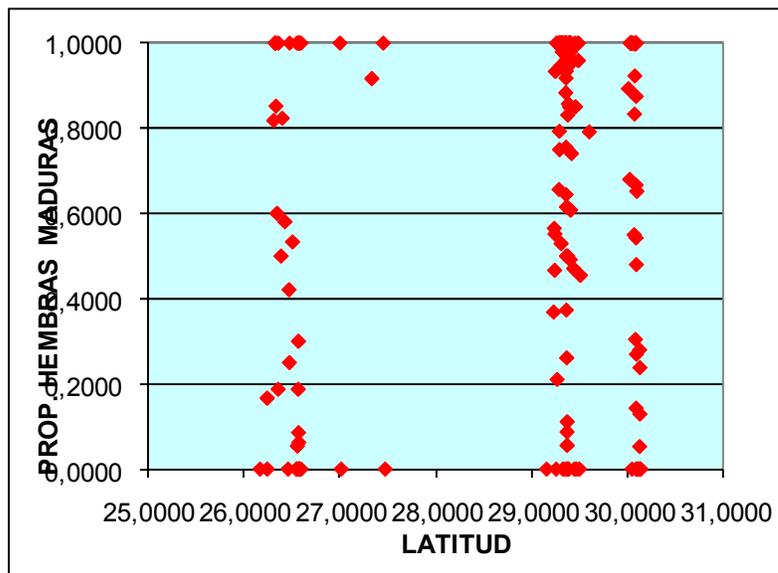


Fig. 3. Distribución latitudinal de la proporción de hembras maduras por lance.

En la Figura 4, se muestra la distribución latitudinal de la madurez sexual (X_3), donde se observa una tendencia que indica que, en promedio, existe una mayor madurez de los huevos en las latitudes menores (26 - 27° S). Sin embargo, los resultados presentan rangos similares, por lo que no es posible determinar la existencia de diferencias significativas entre los promedios en función de la latitud.

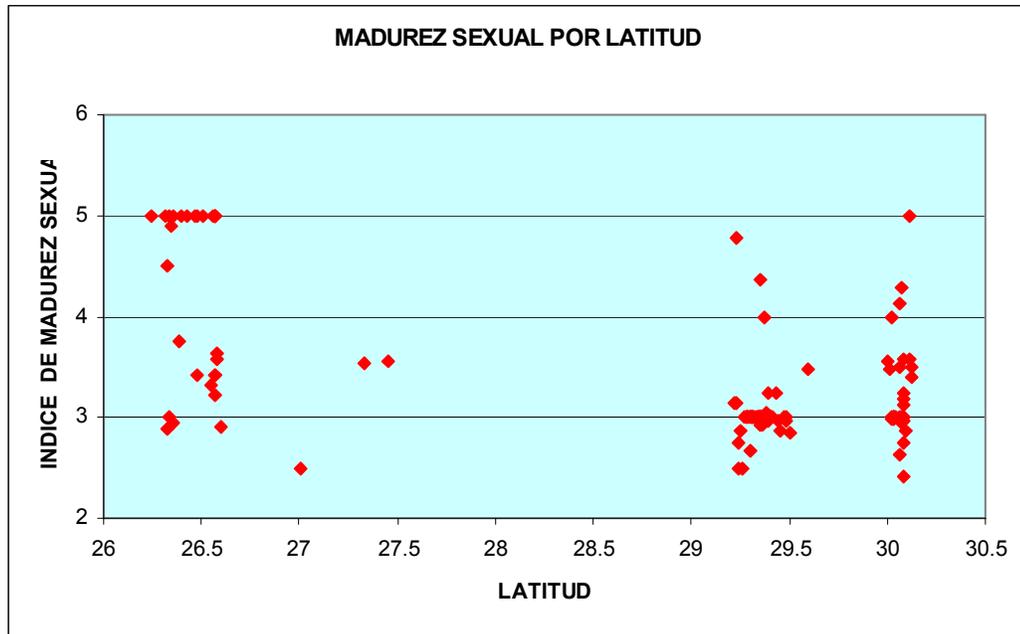


Fig. 4. Distribución latitudinal del nivel de madurez sexual promedio por lance.

En la Figura 5, se muestra la distribución latitudinal de las tallas (X_4). Si bien, se observa una diferencia en los promedios de tallas entre los lances efectuados en latitudes menores (26 - 27° S), comparados con los lances efectuados en las latitudes entre 29 y 30° S, nuevamente se observa que las diferencias entre los rangos, entre latitudes, son semejantes a las diferencias entre rangos dentro de las latitudes, por lo que tampoco es posible determinar diferencias en tallas en función de la latitud.

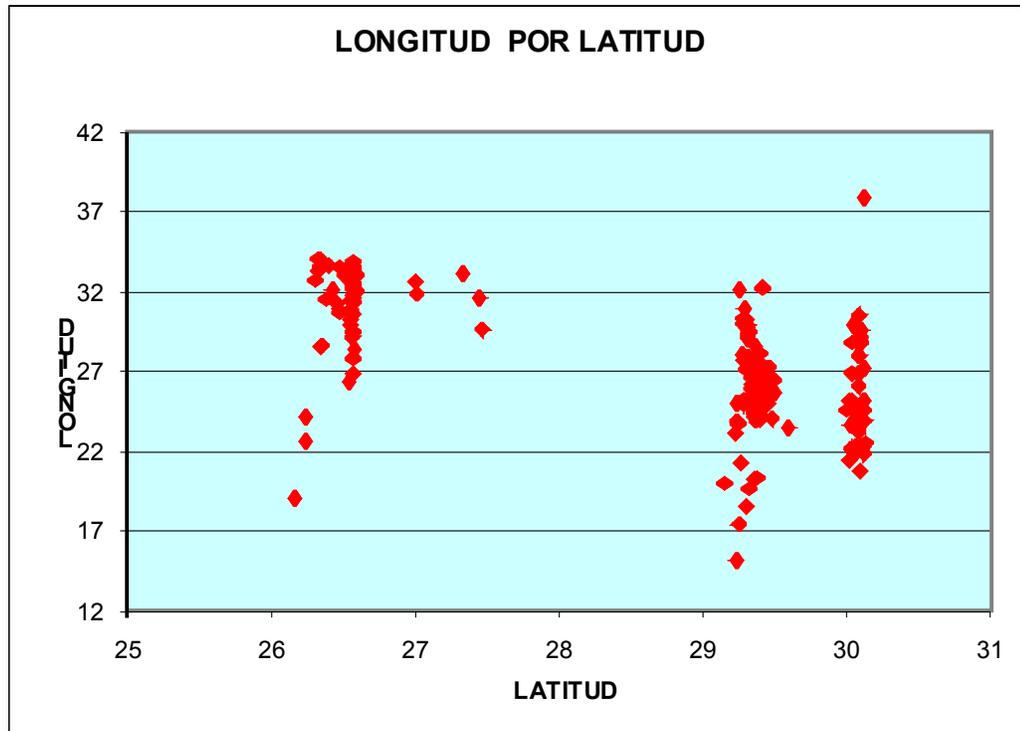


Fig. 5. Distribución latitudinal de la longitud media del caparazón por lance de pesca.

En consecuencia, en la Tabla 3 se muestran los resultados de la estimación de los tamaños de muestras mínimos necesarios para cada una de las variables de interés. Es claro que por tratarse de variables de naturaleza diferente, con varianza y estructura probabilística también diferentes, los tamaños muestrales son distintos para cada una de ellas. En función de los resultados anteriormente descritos, no se estimó necesario estratificar la población en función de un eventual gradiente latitudinal, ni tampoco respecto de sexo. Con estas consideraciones, se definió un error máximo admisible para la estimación de un 2%, sin embargo, también se muestran los tamaños de muestras asumiendo errores de 1 y 5% en el caso de las variables binarias y de 0,5 unidades de medida (mm) para la longitud céfalotórax para los gradientes. En todos los casos, se consideró un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3 Estadísticas descriptivas básicas de tamaños muestrales mínimos para alcanzar la precisión indicada, todos con un 95% de confianza.

Variable	Media	varianza	E	N
X_1	0,6122	0,2374	1%	9.496
$X_{1,1}$	0,6122	0,2374	2%	2.374
$X_{1,1}$	0,6122	0,2374	5%	380
X_2	0,806	0,156	1%	6.255
X_2	0,806	0,156	2%	1.564
X_2	0,806	0,156	5%	250
X_3	3,044	0,1369	0,1%	2.707
X_3	3,044	0,1369	0,2%	677
X_3	3,044	0,1369	0,5%	108
X_4	26,397	16,233	0,5	260
X_4	26,397	16,233	1,0	65

Sin perjuicio de lo anterior, cabe señalar que los tamaños muestrales utilizados finalmente superan largamente los establecidos de acuerdo a esta tabla, que se usó como referencia.

3.4.2. Muestreo a Bordo

Para efectos prácticos, la unidad básica de muestreo biológico de las especies objetivo a bordo de las embarcaciones participantes, correspondió a un balde de 4,5 a 5 litros. Los ejemplares muestreados fueron guardados en bolsas de polietileno grueso, indicándose el número correlativo del lance, su posición, fecha, horas de calado y virado, entre otras variables operacionales, para luego ser mantenidas en hielo en escamas durante su permanencia a bordo. Además, para dar cumplimiento al objetivo N° 4 del proyecto, en el último lance de pesca de algunas salidas, se realizó un muestreo de ejemplares vivos, los cuales, fueron depositados en estanques plásticos con capacidad de 20 litros de agua de mar. Posteriormente, ambas tipos de muestras fueron enviadas al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica

del Norte, donde cada individuo fue sexado, medido en su longitud cefalotorácica (LC, precisión de 0,1 mm), pesado (Peso total; precisión 0,1 g), además, de revisar la dureza del caparazón, y evaluar su condición reproductiva (estado de madurez de los huevos).

3.4.3. Distribución de tallas de las dos especies de langostinos

El análisis de las tallas de los ejemplares capturados, consideró la agrupación de éstas en intervalos regulares de 1 mm de LC, a excepción de los requerimientos del objetivo N° 1 donde para la estimación del número de mudas de ambas especies de langostinos, se consideró intervalos de tallas de 0,5 mm de LC.

En todos los casos, las distribuciones frecuencia de tallas de las dos especies de langostinos fueron analizadas por sexo, mes y zona de pesca. Debido a la carencia de normalidad en las distribuciones de tallas mensuales de cada especie objetivo por zona de pesca, la comparación de las tallas en cada mes, se realizó a través de un test estadístico no paramétrico del tipo *U de Mann – Whitney* (Sokal y Rohlf, 1981).

3.4.4. Relación longitud-peso

Unos de los aspectos básicos registrados en los estudios de la biología o biología pesquera de cualquier especie son las medidas de longitud y peso de los individuos recolectados. Ambas variables permiten caracterizar la población estudiada, como es el caso de la estructura de tamaños (o peso), o determinar la relación longitud-peso particular. En este sentido, algunos de los principales usos de esta relación en la investigación pesquera son: (i) permitir la conversión de la longitud de un individuo a peso o viceversa; (ii) estimar el peso medio de los ejemplares de una clase de longitud dada; (iii) convertir la ecuación de crecimiento en longitud en una ecuación de crecimiento en peso; (iv) predecir el peso a la edad, por ejemplo, en modelos de rendimiento por recluta; (v) comparar morfológicamente entre poblaciones de una misma especie; (vi) estimar la biomasa de una población edad o talla-estructurada a partir del número de individuos sobrevivientes (abundancia en número), entre otros.

La relación longitud-peso en la mayoría de las especies marinas está definida por una ecuación de tipo potencial (medida con error) de la forma:

$$w = aL^b + \varepsilon$$

donde w es el peso, L es la longitud, a y b son constantes, ε es la medida de error.

El método de estimación a utilizar en la estimación de los parámetros de la relación longitud-peso consistió en el método de Mínimos Cuadrados No Lineales (MCNL), que se basa en minimizar la suma de los errores cuadráticos ($S(\theta)$). Partiendo de la Ecuación General para Modelos No Lineales, de la forma:

$$y = f(\mathbf{X}_u; \Theta) + \varepsilon$$

Sea

$$S(\Theta) = \sum_{u=1}^n [y_u - f(\mathbf{X}_u; \Theta)]^2$$

La solución a tal ecuación se obtiene por la derivación del término dentro de la sumatoria respecto de cada parámetro que considera el vector de parámetros θ , de la forma siguiente:

$$S(\Theta) = \sum_{u=1}^n \left[y_u - f(\mathbf{X}_u; \Theta) \left(\frac{\partial f(\mathbf{X}_u; \Theta)}{\partial \Theta} \right)_{\theta=\hat{\theta}} \right]$$

En el caso de la ecuación que describe la relación longitud cefalotorácica-peso, $w = aLC^b + \varepsilon$, $S(\theta)$ tendría la siguiente forma:

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n \varepsilon^2 \qquad S(a, b) = \sum_{u=1}^n (w_u - aLC^b)$$

ya que $f(w) = aLC^b$

$$\frac{\partial f}{\partial a} = LC^b \qquad \text{y} \qquad \frac{\partial f}{\partial b} = abLC^{b-1}$$

si $a = a_j$ y $b = b_j$ en la iteración j , entonces

$$w_u - f_u^j = [LC_u^b] \cdot [a_{ju} - a_j] + [abLC_u^{b-1}] \cdot [b_{j+1} - b_j]$$

Como el resultado de esta ecuación no se puede encontrar mediante álgebra tradicional, se debe utilizar un método iterativo para estimar los parámetros a y b . Los parámetros de la relación tamaño-peso de las dos especies de langostinos fueron determinados en forma mensual, tanto para machos y hembras, independientemente de la condición reproductiva de los ejemplares. Adicionalmente, se estimó la relación tamaño-peso considerando sexos combinados, con el objetivo de comparar el crecimiento en peso de los ejemplares muestreados durante todo el periodo analizado y por zona de pesca. En todos los casos, el test estadístico utilizado, correspondió al estadígrafo del tipo t student (Zar, 1996).

Sin perjuicio de lo anterior, con el objetivo de validar el criterio de ajuste de los parámetros a través de Mínimos cuadrados, respecto a otro tipo de ajuste (Ej: Máxima verosimilitud), el presente estudio consideró necesario realizar el siguiente análisis preliminar:

Si consideramos el modelo de regresión lineal simple

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (\text{Modelo 1})$$

En que ε_i , $i=1, 2, \dots, n$, son variables aleatorias independientes con distribución Normal con $E(\varepsilon_i) = 0$ y $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$ ($\varepsilon_i \sim_{\text{iid}} N(0, \sigma^2)$). Si los supuestos de independencia y normalidad se cumplen, los estimadores máximo verosímil y mínimos cuadrados coinciden, la minimización de las desviaciones cuadráticas respecto del modelo propuesto, es equivalente a la maximización de la función de verosimilitud (Neter et al., 1996, Draper and Smith, 1981, Bartoszyński y Niewiadomska-Bugaj, 1996), y es por tanto equivalente obtenerlos por cualquiera de los dos métodos.

Resultados similares son válidos en el caso de los modelos de regresión no lineal de la forma

$$Y_i = f(X_i, \gamma) + \varepsilon_i, \quad (\text{Modelo 2})$$

En que f es una función no lineal del vector de parámetros γ , tal que ε_i , $i=1, 2, \dots, n$, es una componente aleatoria aditiva con las mismas propiedades del modelo (1). Este es el caso del modelo longitud-peso propuesto; esto es,

$$W_i = aL_i^b + \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n. \text{ (Modelo 3)}$$

Sin embargo, comúnmente no es posible encontrar expresiones analíticas para los estimadores mínimo cuadráticos o máximo verosímil, por lo que debe recurrirse a métodos numéricos iterativos que requieren uso intensivo de algoritmos computacionales, lo que no afecta en modo alguno las propiedades antes mencionadas.

Errores multiplicativos.

En el caso que el modelo (2) tenga errores multiplicativos; esto es,

$$Y_i = f(X_i, \gamma)\varepsilon_i \quad \text{(Modelo 4)}$$

Se recurre a transformaciones de tipo monótona, no-lineal, que nos permita la linealización del modelo (4).

En el caso del modelo (3), se tiene el modelo,

$$W_i = aL_i^b \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n. \quad \text{(Modelo 5)}$$

Que luego de aplicar logaritmo natural a ambos lados resulta en

$$\ln(W_i) = \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i), \quad i=1,2,\dots,n..$$

Si se denota por $(\cdot)'$ a la expresión con \ln , se tiene

$$W'_i = a' + bL'_i + \varepsilon'_i, \quad i=1,2,\dots,n. \quad \text{(Modelo 6)}$$

Si los errores del modelo (6) tiene distribución log-normal (i.e. $\varepsilon'_i \sim N(0, \sigma^2)$), éste es equivalente al modelo (1). En la práctica, este resultado implica que cada vez que la distribución de los términos de error es log-normal y éste es además aditivo, uno debe asumir que el modelo original tiene una forma como la descrita en (4).

3.4.5. Pesos medios por intervalo de talla

Sin perjuicio de lo señalado en el párrafo anterior, a menudo los datos de frecuencia de longitud que contiene la frecuencia de individuos clasificados en intervalos de longitud regulares (1 mm entre clase de longitud), no considera el efecto no lineal de la relación longitud-peso. En este sentido, la mejor manera de tratar el problema es a través de una integral definida, cuyo resultado sea dividido por el rango de integración (definición de promedio), de acuerdo a la formulación propuesta por Beyer (1987).

$$w_{L_2, L_1} = \frac{1}{L_2 - L_1} \cdot \int_{L_1}^{L_2} qL^b$$

de donde se obtiene la siguiente expresión:

$$\bar{w}_j = \frac{q[L_{j+1}^{(b+1)} - L_j^{(b+1)}]}{(L_{j+1} - L_j) \cdot (b+1)}$$

donde el subíndice j indica clases de longitud regulares, L corresponde al límite inferior de las clases de longitud, \bar{w} es el peso promedio, q y b son los coeficientes de la relación longitud – peso de los ejemplares muestreados. Por consiguiente, el peso promedio de una muestra de frecuencia de tallas se estima por:

$$\bar{w} = \frac{\sum_{j=1}^{j=k} f_j \bar{w}_j}{\sum_{j=1}^{j=k} f_j}$$

donde el subíndice j sigue representando clases de longitud regulares ($j = 1, 2, 3, \dots, k$), f es la frecuencia de la clases de longitud j , y \bar{w}_j , es el peso promedio del intervalo de longitud j . Una vez calculado el peso promedio, se procede a estimar la captura en número con la ecuación 6.1.

La varianza del peso promedio se determina por:

$$Var(\bar{w}) = \sigma_w^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^{j=k} f_j (\bar{w}_j - \bar{w})^2$$

donde

$$n = \sum_{j=1}^{j=k} f_j$$

3.5. Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información

3.5.1. Presentación

En el mundo actual, la buena gestión de los recursos es cada vez más función de la calidad de la información que se dispone y genera, y de la capacidad para su manejo. Así, la capacidad de manejo de información junto a conceptos claros de gestión permiten identificar fortalezas y debilidades para realizar un diseño superior de programas de acción, y una planificación eficiente para alcanzar objetivos de desarrollo de largo plazo (FAO, 1996).

Los Sistemas de Información Geográfica permiten visualizar un fondo cartográfico constituido por capas de información, las que se despliegan una sobre otra a voluntad. Así, se pueden exhibir - separada o conjuntamente - líneas de costa, veriles de profundidad, hitos submarinos relevantes (montañas o abismos sumarinos, volcanes sumergidos, etc.), y lo que resulta relevante para este proyecto, la distribución espacial de los lances de pesca, distribución de la composición sexual de los ejemplares capturados, distribución de zonas de mayor o menor actividad reproductiva de las dos especies de langostino, estados de muda y estados de desarrollo de los huevos de langostinos al interior de los caladeros de pesca en una escala espacial y temporal. Además, para cada elemento identificado en la representación digital, se puede asociar en la pantalla una tabla con todas las propiedades que se hayan ingresado al sistema, que correspondan a ese elemento (Fig. 6).

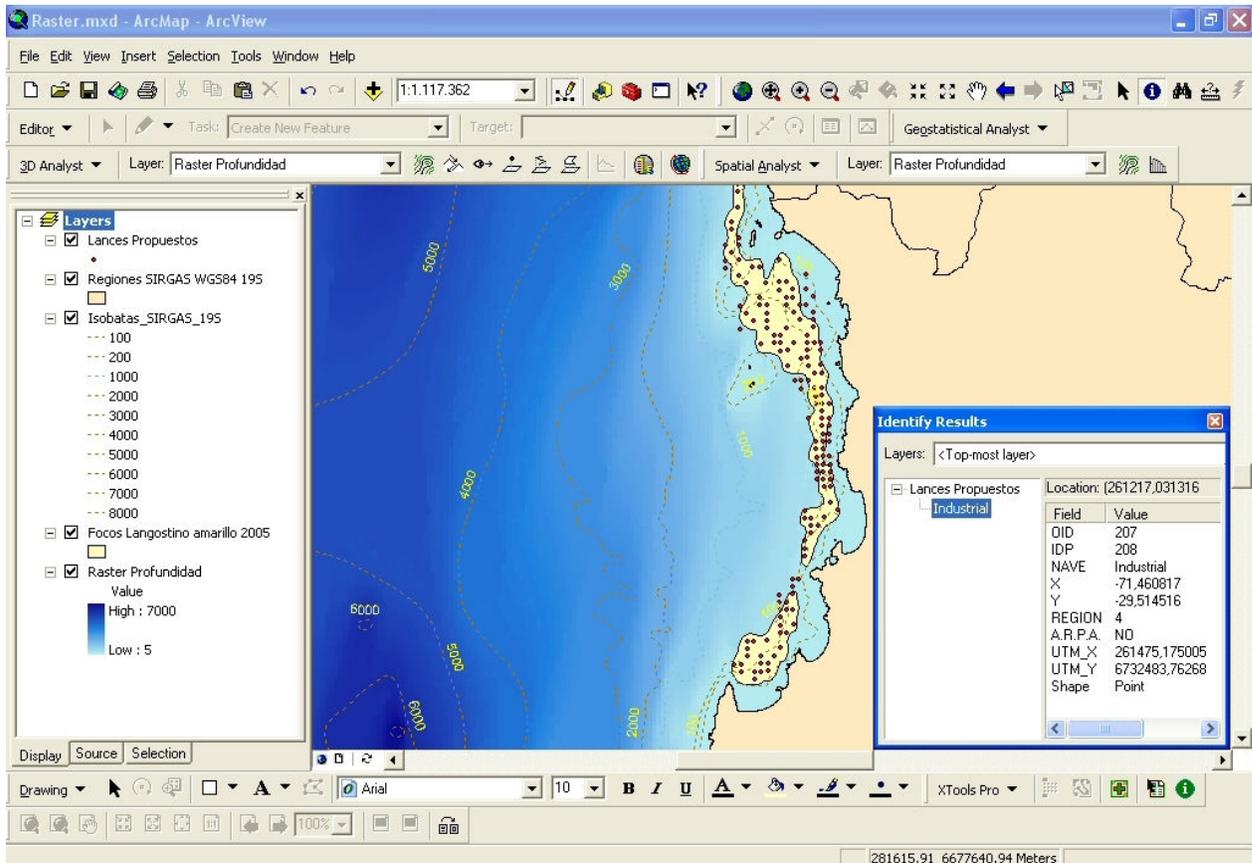


Fig. 6. Ejemplo de las “capas temáticas” utilizadas en el análisis de la información cartográfica.

3.5.2. Datum de referencia espacial

La precisión de la ubicación de los lances fue mejorada con la configuración de todos los GPS a través del uso de un mismo “Datum de referencia espacial”. Al respecto, se optó por el Datum *WGS 84* (World Geodetic System 1984) por ser un estándar internacional, además de estar presente en todos los *GPS* frecuentemente utilizados. Las coordenadas serán expresadas en formato geográfico sexagesimal (grados, minutos y segundos) por el hecho que los patrones de las embarcaciones arrasterras están acostumbrados a este formato.

3.5.3. Ingreso de la información a un formato digital de base de datos

Las bitácoras fueron ingresadas a una base de datos en *Excel - Access*, donde las coordenadas son convertidas a grados decimales. La ubicación puntual del lance con los respectivos campos de

interés, fueron determinados promediando las coordenadas iniciales (cuando la red toca fondo) y las coordenadas finales (inicio del virado). Luego, las coordenadas ingresadas fueron proyectadas utilizando el estándar nacional UTM (Universal Transversal de Mercator), Zona 19 con el Datum Provisorio Sudamericano de 1956 a través de la herramienta ArcToolBox de Arcgis, lo cual, permite una aproximación mas exacta de la ubicación de éstas en el plano.

La información de cada lance (geoposición y capturas especie-específicas) fue agregada a través de la base de datos relacional del software. De esta forma se pudo consultar toda la información para cada uno de los lances de pesca. Durante el período de embarques, se realizó el seguimiento de la ejecución de los lances realizados para visualizar el avance del proyecto.

3.5.4. Cartografía base del SIG

Como cartografía base se utilizó las Cartas Náuticas electrónicas (CNE) 1000, 2000 y 3000 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). También se dispuso del modelo digital de elevación (DEM) creado en la Universidad Católica del Norte, a partir de una base de puntos georreferenciados con valores batimétricos; el cual ya ha sido utilizado exitosamente en los proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11 y N° 2005-09 (Acuña *et al.*, 2004; 2005 y 2006a).

3.5.5. Análisis de la Información

Debido a que todos los procesos ecológicos ocurren en un contexto espacial, Hobbs (1997) recomienda una búsqueda permanente de patrones espaciales. Una vez evaluado el patrón espacial es necesario identificar los procesos espaciales explícitos de manera que modelos predictivos permitan asistir en la administración del recurso (Burrough y McDonnell, 1998). Aprovechando las capacidades gráficas de la herramienta SIG se logró tener una visión integral de la situación de ambos recursos.

3.6. Objetivo Específico 1

Determinar y caracterizar el periodo de muda y cópula.

Para dar cumplimiento al objetivo N° 1 del proyecto, y de acuerdo a los antecedentes biológicos disponibles sobre ambas especies de crustáceos, el muestreo realizado en la III región sobre el recurso langostino colorado correspondió a información obtenida en los periodos de agosto - septiembre - y noviembre - diciembre de 2007. En el recurso langostino amarillo, los periodos con información corresponden a los meses de agosto-noviembre de 2007 y a enero-abril de 2008. En la IV región, la información disponible en el langostino colorado corresponde a los periodos de mayo -diciembre de 2007 y a enero-abril de 2008 y en el recurso langostino amarillo a los periodos de mayo-julio, septiembre -diciembre de 2007 y al periodo enero -abril de 2008.

Con la información biológica disponible sobre las dos especies de langostinos, el análisis de los estados de muda de los ejemplares capturados, consideró que la muestra biológica derivada del muestreo mensual, era representativa de la captura total y por tanto de la condición que presentan los recursos en un tiempo determinado, lo cual, permitió evaluar la proporción de ejemplares con exoesqueleto duro y blando, respecto al total muestreado. Con el objetivo de realizar una expansión de la condición del recurso en la captura total obtenida durante el muestreo, se consideró la agrupación de los ejemplares en intervalos de 1 mm de LC. El análisis fue realizado por especie, sexo y zona de pesca y la formulación de expansión básica consideró el peso promedio por sexo de los ejemplares muestreados por rango de talla obtenido en el lance j , en el mes m y en la zona de pesca i , la captura total obtenida durante el lance j , en el mes m y en la zona de pesca i , además de los parámetros de la relación longitud peso de los ejemplares muestreados el lance j , durante el mes m en la zona de pesca i . Al respecto, el factor multiplicativo de la relación se expresó a través de la siguiente formulación:

$$FE = \frac{f_{imelz} \cdot \bar{w}_{imelz}}{\sum \bar{w}_{imelz}}$$

y la captura en número de los individuos, a través de:

$$\sum_{l=1}^{l=n} \frac{PC_{lyxjmn}}{PI_{lyxymn}}$$

donde PC_{lyxjmn} y PI_{lyxymn} corresponden al peso total en la captura y al peso individual de los ejemplares pertenecientes a la clase de longitud l , del recurso y del sexo x , capturado en el lance j de la zona de pesca m , durante el mes n .

Con el objetivo de obtener el número aproximado de estados de muda en ambas especies de langostinos durante el periodo de mayor ocurrencia de ejemplares con exoesqueleto blando, las tallas de los ejemplares capturados, se agruparon en intervalos de 0,5 mm de LC, las cuales, fueron separadas en componentes normales a través del método de Bhattacharya (1967) implementado en el programa computacional FISAT, 2000 (FAO – ICLARM Fish Stock Assessment tools; FAO, Rome, Italy). Para verificar si las modas así determinadas correspondían a mudas se utilizó la Ley de “Dyar”, en la forma representada por Tessier (1936), el cual establece que en los artrópodos el logaritmo de la longitud de una estructura quitinizada es función rectilínea con los estados de muda. Posteriormente, se realizó un ploteo de la talla media considerada como el primer estado de muda ($L_{c(t)}$) respecto a la talla de siguiente estado ($L_{c(t+1)}$), con lo cual, se realizó un análisis de regresión lineal y la obtención de los parámetros del modelo de crecimiento (Hiatt, 1948), en Wolf y Aroca (1995).

Respecto al periodo de madurez sexual de machos y hembras en ambas especies de langostinos, se puede señalar que de acuerdo a los antecedentes biológicos disponibles de estos recursos obtenidos en el marco de los monitoreos realizados por la Universidad Católica del Norte (periodo 1997 - 2002), y de los Seguimiento realizados por el Instituto de Fomento Pesquero en la III y IV Regiones, durante el periodo 2001 - 2005, el segundo semestre de cada año, se caracteriza principalmente por la aparición masiva de hembras portando huevos, y la consecuente eclosión larval hacia finales del año. En general, el periodo de cópula de ambas especies fue definido como aquella fracción del año en que ocurre la menor aparición de hembras portando huevos en los pleópodos, utilizando la formulación consignada en el objetivo N° 2 de la propuesta.

3.7. Objetivo Específico 2

Determinar y describir el periodo de portación de huevos.

En crustáceos decápodos, la actividad reproductiva en un ciclo anual puede ser evaluada a través de la identificación de los siguientes periodos: Periodo de Extrusión, Periodo de Portación y Periodo de liberación de huevos o eclosión larval. Al respecto, la identificación del periodo de portación de huevos, corresponde a la época y variación de la abundancia de portación de huevos por las hembras y tiempo que dura el proceso, mediante el seguimiento de la frecuencia de aparición de hembras portadoras en los distintos estados de desarrollo. Los datos recopilados durante este estudio serán además discutidos con antecedentes disponibles respecto al periodo de portación de huevos de las dos especies de langostinos en zonas de la III y IV Región, derivados de los estudios de Monitoreos realizados por la Universidad Católica del Norte en conjunto con la flota pesquera arrastrera Industrial de la IV Región, durante el periodo 1997 - 2001 para el langostino amarillo y en el periodo 1997 - 2002, en el caso del langostino colorado (Acuña *et al.*, 1997a; Acuña *et al.*, 1997b; Acuña *et al.*, 1998b; Acuña *et al.*, 1999; Acuña *et al.*, 2000b, Acuña *et al.*, 2002a y Acuña *et al.*, 2002b).

Con el objetivo de analizar la variabilidad espacial y temporal en la portación de huevos por parte de los ejemplares hembras que conforman el stock progenitor al interior de la población, la proporción de hembras ovíferas de las dos especies de langostinos, se analizó en una escala de tiempo mensual y por zona de pesca (III y IV regiones), a través de la siguiente expresión:

$$P_{mi}^{ov} = \frac{nh_{mi}^{ov}}{nh_{mi}^{total}}$$

y su varianza determinada por:

$$V_{(P_{mi}^{ov})} = \frac{1}{nh_{mi}^{total} - 1} \cdot (P_m^{ov} - (P_m^{ov})^2)$$

donde, nh_{mi}^{ov} y nh_{mi}^{total} , corresponde a la proporción de hembras portadoras y totales en el m -ésimo mes, en la zona i , respectivamente. Además, el análisis considera la distribución

espacial que presentan las hembras portadoras de huevos al interior del caladero, tanto en un sentido latitudinal como longitudinal (batimétrico).

3.8. Objetivo Específico 3

Determinar el proceso de madurez sexual de machos y hembras

3.8.1. Proporción sexual

La proporción sexual corresponde a la fracción de hembras o machos en la población. En este caso, se estimó la proporción sexual por recurso, mes y región, considerando la siguiente expresión para las hembras de langostinos:

$$Ph_{yim} = \frac{Nh_{yim}}{(Nh_{yim} + Nm_{yim})}$$

donde: Ph_{rim} es la proporción de ejemplares hembras de la especie y en el mes i en la zona m ; Nh_{rim} y Nm_{rim} es el número de hembras y machos capturados del recurso r en el mes m en la zona de pesca i .

La composición numérica de individuos machos, hembras no portadoras y hembras ovíferas presentes en la captura total obtenida durante el muestreo, se evaluó de la forma señalada en el objetivo N° 1.

3.8.2. Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos

Las muestras utilizadas para determinar el estado de desarrollo de los huevos de las hembras y su fecundidad, fueron fijadas a bordo de la embarcación con formalina al 10%, según lo descrito por Palma y Arana (1997). Para la determinación del estado de madurez sexual de hembras de langostino amarillo y langostino colorado se utilizó como criterio el estado de desarrollo embrionario o madurez de los huevos portados, basándose principalmente en su coloración, apariencia y grado de desarrollo del vitelo, desarrollo y pigmentación de los globos oculares del

embrión, tal como ha sido en otras especies de crustáceos decápodos chilenos, como la langosta de Juan Fernández *Jasus frontalis* (Arana *et al.*, 1985; Dupré, 1988), camarón nailon *Heterocarpus reedi* (Palma y Ulloa, 1998), camarón de roca *Rhynchocinetes typus* (Dupré *et al.*, 1982), langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (Palma, 1994, Palma y Arana, 1997) y centolla *Lith odes santolla* (Vinuesa, 1987; Peñailillo *et al.*, 1995) aplicado por Escuela de Ciencias del Mar (1999) y Palma y Arana (1997) (Tabla 4).

Tabla 4. Estados de desarrollo embrionario de langostino amarillo (Escuela de Ciencias del Mar (1999) y langostino colorado (Palma y Arana y, 1997).

LANGOSTINO AMARILLO	
Estado	Descripción
2	La masa ovífera es de color naranja pálido y brillante. El huevo es de forma esférica; el vitelo es homogéneo, carece de estructuras y células diferenciadas; ocupa completamente el volumen del huevo. El huevo tiene un diámetro medio de $0,611 \pm 0,013$ mm.
3	La masa ovífera es de color naranja oscuro y opaco. El huevo es ovoide; el vitelo es oscuro y de apariencia granulosa. En un polo del vitelo se observa el desarrollo del primordio embrionario que indica el inicio de la diferenciación celular. El huevo tiene un diámetro medio de $0,685 \pm 0,025$ mm.
4	La masa ovífera es de color naranja oscuro o café claro. Se observa el desarrollo del embrión donde se destaca el esbozo de los glóbulos oculares, que son alargados y en su extremo distal presentan una línea curva oscura que corresponde al comienzo de la pigmentación ocular. El huevo tiene un diámetro medio de $0,767 \pm 0,003$ mm.
5	La masa ovífera es de color café oscuro. El embrión está totalmente formado; los globos oculares son grandes y ligeramente ovalados, y poseen una intensa pigmentación negra. En la región dorsal del abdomen se observa algunos cromatóforos de color rojo. En este estado el huevo se encuentra pronto a eclosionar y liberar la larva al medio ambiente. El huevo tiene un diámetro medio de $0,852 \pm 0,041$ mm.
LANGOSTINO COLORADO	
Estado	Descripción
2	La masa ovífera es de color naranja pálido y brillante. El huevo es de forma esférica; el vitelo es homogéneo, carece de estructuras y células diferenciadas; ocupa completamente el volumen del huevo. El huevo tiene un diámetro medio de $0,611 \pm 0,013$ mm.
3	Huevos de color naranja brillante. El vitelo es oscuro y de apariencia granulosa; ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo. En este estado se inicia la diferenciación celular y se visualiza el primordio embrionario. El diámetro medio de $0,590 \pm 0,042$ mm.
4	Huevos de color naranja oscuro y opaco. El embrión tiene los glóbulos oculares desarrollados y de forma alargada; en su extremo distal presentan una línea curva oscura que corresponde al comienzo de la pigmentación ocular. El diámetro medio es de $0,620 \pm 0,039$ mm.
5	Huevos de color café oscuro. El embrión está totalmente formado; los globos oculares son grandes, ligeramente alargados y tienen una intensa pigmentación negra. Se observan algunos cromatóforos rojizos en la región dorsal del abdomen. El diámetro medio es de $0,687 \pm 0,066$ mm.

En este contexto, la progresión de los estados de desarrollo de los huevos fue estimado a través de la proporción de cada uno de los cuatros estados a priori conocidos, mediante la siguiente expresión:

$$P_{mi}^e = \frac{nh_{mi}^e}{nh_{mi}^{ov}}$$

La varianza del estimador corresponde a:

$$V_{(P_{mi}^e)} = \frac{1}{nh_{mi}^{ov} - 1} \cdot (P_{mi}^e - (P_{mi}^e)^2)$$

donde se indexa el estado de desarrollo (1, 2, 3 o 4), m indica el mes e i la zona de muestreo.

Los datos recopilados durante este estudio serán además discutidos con los antecedentes disponibles respecto a la proporción de los estados de madurez de los huevos determinados para el langostino amarillo y langostino colorado, durante el periodo de 1998 - 2002, en la III y IV regiones, derivados de los estudios de Monitoreos realizados por la Universidad Católica del Norte en conjunto con la flota pesquera arrastrera Industrial de la IV Región, durante el periodo 1997 - 2001 para el langostino amarillo y en el periodo 1997 - 2002, en el caso del langostino colorado (Acuña *et al.*, 1997a; Acuña *et al.*, 1997b; Acuña *et al.*, 1998b; Acuña *et al.*, 1999; Acuña *et al.*, 2000b, Acuña *et al.*, 2002a y Acuña *et al.*, 2002b).

3.8.3. Talla promedio de madurez sexual

Para la estimación de la talla promedio de madurez sexual de hembras se utilizó la información de proporción de hembras ovíferas a la talla, considerando el periodo del año con mayor actividad reproductiva, esto es, la fracción del año donde se obtiene la mayor proporción de hembras ovadas. Esta información se ajustó al siguiente modelo logístico simétrico:

$$P_l = \frac{1}{1 + e^{a+bl}}$$

donde: P_l es la proporción de hembras ovíferas en el intervalo de talla l ; l es la longitud cefalotorácica en milímetros; a y b son los parámetros de intercepto y pendiente de la ojiva de madurez, respectivamente.

La estimación de los parámetros de madurez se realizó minimizando el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud (Roa *et al.*, 1999b), que corresponde a la siguiente distribución binomial:

$$-\ell(a, b) = -C \sum [(h) \ln(P_i) + (1 + h) \ln(1 - P_i)]$$

donde: P_i se calcula de la Ec. anterior; a y b son los parámetros de la ojiva de madurez anteriormente definidos; h es una variable dicotómica ($h = 1$ es maduro, $h = 0$ es inmaduro); C es una constante que no afecta la estimación de los parámetros.

Dada la naturaleza no lineal de la función logística de madurez, el mínimo de la función de verosimilitud se encuentra por un algoritmo de iteración (Quasi-Newton). Los parámetros estimados por la función de verosimilitud son los estimados de máxima verosimilitud (MLE = maximum likelihood estimates). Se determina, además, la matriz de covarianza que representa la incerteza asociada a los MLE.

El cálculo de la talla a cualquier proporción de madurez ($l_{p\%}$) está definido por:

$$l_{p\%} = \frac{1}{b} \ln \left(\frac{1}{P_{LT}} - 1 \right) - \frac{a}{b}$$

Para el cálculo de la talla de madurez sexual se utilizó el criterio del 50% ($l_{50\%}$). De esta forma si se reemplaza P_i por 0,5 en la expresión anterior, se tiene que $l_{50\%}$ queda definido por $-(a/b)$.

Luego, se utilizó remuestreo Monte Carlo (con el algoritmo MATSIM) de los estimadores de los parámetros de madurez junto con su distribución de probabilidad asintótica y matriz de covarianza, para generar la distribución de probabilidad del estadístico derivado $l_{50\%}$ (Roa *et al.*, 1999). A partir de la distribución de probabilidad de $l_{50\%}$, su intervalo de confianza se obtiene por el método percentil. Los límites del intervalo de confianza están definidos por los valores en las posiciones $N_{MC} (\alpha/2)$ y $N_{MC} (1-(\alpha/2))$, donde N_{MC} es el número de ensayos Monte Carlo. El número de ensayos Monte Carlo realizado para determinar el intervalo de confianza de $l_{50\%}$ es 5000. Además, se determinó las tallas a los porcentajes de madurez del 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80 y 90%.

3.8.4. Fecundidad

Con la información disponible, se analizó la fecundidad de las hembras de langostino amarillo y langostino colorado expresadas como el número de huevos portados a la talla. Al respecto, se recolectaron hembras maduras con huevos en estado 1 o 2 (debido a que en este estado es más fácil el recuento, y la masa de vitelo es homogénea cubriendo la mayor parte del mismo), tal como ha sido recomendado por Acuña *et al.* (1997). Sin embargo, debido a la baja representatividad de los estados 1 y 2 en la información disponible, el análisis también consideró el estado de madurez 3.

Para la estimación del número total de huevos portados por cada hembra se utilizó el método gravimétrico, de acuerdo a Acuña *et al.* (1997).

El ajuste de los pares de valores número de huevos y longitud cefalotorácica de los individuos muestreados de langostino amarillo y langostino colorado en ambas zonas de pesca, fue determinada a través de 5 modelos de ajuste:

$$NH = a + bLC$$

Lineal (Guzmán y Campodónico, 1972)

$$NH = a \cdot LC^b$$

Potencial (Arana *et al.*, 1985)

$$NH = a \cdot e^{b \cdot LC}$$

Exponencial (Guzmán y Ríos, 1986)

$$NH = \exp(\exp(a + b \cdot LC))$$

Doble Exponencial (Guzmán y Ríos, 1986)

$$NH = \exp(\exp(a \cdot LC^b))$$

Doble exponencial potencial (Guzmán y Ríos, 1986)

donde: NH es el número de huevos; LC es la longitud cefalotorácica; a y b son los parámetros de la relación, los que serán estimados mediante regresión no-lineal por mínimos cuadrados utilizando el módulo NONLIN del programa estadístico SYSTAT (Wilkinson, 1988).

El grado de asociación entre las variables fue evaluado a través del coeficiente de determinación (r^2), y el criterio de bondad de ajuste considera el valor más bajo de la suma de cuadrados de los residuales resultantes de la diferencia entre el valor observado y el estimado por el modelo, según la siguiente expresión:

$$D^2 = \frac{(O - E)^2}{n - 2}$$

3.8.5. Determinación del potencial reproductivo

El potencial reproductivo de las hembras se estimó siguiendo a Roa y Bahamonde (1993) y Roa *et al.* (1997) para el caso de langostino colorado y Roa *et al.* (1998) para el caso del langostino amarillo. Se utilizó el modelo descrito por Restrepo y Watson (1991), indexado por posición espacial según la siguiente expresión:

$$E_{(x,y)} = Z_{h(x,y)} P_{(x,y)} G_{(x,y)}$$

donde: E es el número de huevos por unidad de área; $Z_{n(x,y)}$, es la densidad numérica de hembras en la posición (x,y) ; P es la fracción de hembras que portan huevos en la posición (x,y) , y $G_{(x,y)}$ es el número de huevos por hembra en la posición (x, y) . A su vez, la densidad en número de hembras se estimó de la siguiente manera:

$$Z_n(x, y) = \frac{Z_w(x, y)}{\bar{W}_h(x, y)}$$

donde: Z_w es la densidad en peso (ton/km^2) de las hembras en el punto (x,y) ; $\bar{W}_h(x,y)$ es el peso medio de las hembras en la localidad (x, y) . La densidad en peso de las hembras en cada localidad se estima utilizando la siguiente ecuación:

$$Z_w(x, y) = Z_{tot}(x, y) \left[\frac{\bar{W}_h \cdot N_h}{\bar{W}_h \cdot N_h + \bar{W}_m \cdot N_m} \right]$$

donde $Z_{tot}(x,y)$ es la densidad total (*i.e.* machos y hembras); \bar{W}_h y \bar{W}_m son los pesos medios de hembras y machos, respectivamente; N_h y N_m son el número de hembras y machos en la muestra de la localidad (x, y) , respectivamente.

Cabe señalar que estas estimaciones sólo corresponden a lugares específicos al interior del caladero (donde se realiza el lance de pesca), y en ningún caso se utilizan herramientas estadísticas de mapeo espacial, debido a que esta metodología se encuentra fuera de los objetivos generales del proyecto.

3.9. Objetivo Específico 4

Describir las conductas y estrategias reproductivas de ambas especies

3.9.1 Muestreo, transporte y mantención de los ejemplares

Ejemplares de ambas especies, *Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon*, fueron capturados mensualmente entre 100 – 250 m de profundidad durante los meses de mayo 2007 – abril 2008, en caladeros habituales de pesca, mediante pesca de arrastre desde las cercanías del sistema de bahías de la región de Coquimbo. A bordo de la embarcación los ejemplares se almacenaron en cajas térmicas con agua de mar, y fueron transportados a la Universidad Católica del Norte, donde fueron depositados en estanques con flujo de agua de mar continuo.

De cada muestreo se seleccionó un máximo de 60 hembras ovíferas, con una longitud cefalotorácica (LC) entre 22 – 42 mm en ambas especies, 60 no-ovíferas con una LC entre 20,9 – 36,6 mm en *C. johni* y entre 23,7 – 33,6 mm en *P. monodon*, la totalidad de los machos con tamaño apropiado para la cópula. Observaciones preliminares indicaron que los machos atrapan a una hembra y la mantienen capturada “manipulándola”. Por lo tanto, preferentemente el macho debe tener una longitud del cefalotórax (LC) mayor que la LC de las hembras. En el caso de *C. johni* la LC varió entre 25,6 – 45,9 mm y en *P. monodon* entre 28,7 – 42,4 mm.

Los ejemplares fueron alimentados cada tres días con carne de pescado, almeja u otro tipo de carne, oportunidad en que se retiró los restos y se proporcionó alimento fresco.

3.9.2. Receptividad de hembras y tiempo de duración de las parejas

De cada muestreo se mantuvieron 60 hembras ovíferas (como máximo) provenientes del terreno en “estanques de mantención” de 300 l con agua de mar circulante (filtrada) y alimentación según lo antes descrito. Estas hembras fueron monitoreadas cada tres días con el objeto de identificar hembras con eclosión de larvas. Para evaluar si efectivamente existe eclosión de larvas, los desagües de los “estanques de mantención”, poseían tamices de 500 μm , los que fueron observados cada 12 horas, registrando la presencia/ausencia de larvas.

Tras cada monitoreo en los estanques de mantención las hembras sin huevos (no-ovíferas) encontradas fueron trasladadas a “estanques de apareamiento” de 300 l con agua de mar circulante (filtrada), alimentación y un número proporcional de machos sexualmente maduros (LC de machos > LC de la hembra).

Los estanques de apareamiento fueron monitoreados cada 12 h (8:00 y 20:00 h, aproximadamente) para observar si se formaban parejas (macho sobre una hembra, sosteniéndola de una quela con su propia quela, en estado de pre-cópula). Adicionalmente, se puso especial cuidado en la búsqueda de exoesqueletos examinando la posibilidad que la receptividad de las hembras estuviera ligada a la muda. Las parejas encontradas durante los monitoreos, se tomaron cuidadosamente con una red de mano y se trasladaron a “bandejas aisladas” de 12 l con flujo continuo de agua de mar. Estas bandejas aisladas con las parejas también se monitorearon cada 12 h con el objeto de registrar si el macho había liberado o no a la hembra. Además, cada tres días se revisó el estado reproductivo de las hembras (ovífera o no-ovífera), que aún permanecían en pareja en las bandejas aisladas, ante la posibilidad que el macho no la hubiera soltado después de la cópula y también se revisaron las hembras que permanecían en los estanques de apareamiento, dada la posibilidad que éstas se hubieran apareado sin haberse observado la formación de la pareja.

Las bandejas aisladas, con las parejas, se mantenían hasta que el macho liberaba a la hembra. En este momento se registraba el estado reproductivo de ésta. Si la hembra se había vuelto ovífera, se trasladaba a “estanques de incubación” con agua de mar circulante y alimentación. Si la hembra no se había vuelto ovífera, estas parejas se mantenían por 48 horas más. Si el macho no mostraba “interés” durante este tiempo, las hembras eran devueltas a su estanque de apareamiento de origen. Los estanques de apareamiento se mantuvieron por 6 semanas. Si luego de este periodo las hembras no se volvían ovíferas, se consideró que éstas no se reprodujeron. Este tiempo máximo se estableció a partir de observaciones preliminares sobre el tiempo de desarrollo de los embriones. En este sentido, la lógica es que una hembra se puede preparar para una nueva camada en menos de 6 semanas, si por algún motivo perdió su oportunidad de aparearse. En la Figura 7 se explica esquemáticamente el tratamiento que recibieron las hembras no-ovíferas mientras que en la Tabla 5 se entrega el Protocolo de observación de parejas, de acuerdo a las distintas posibilidades encontradas diariamente en las parejas aisladas en laboratorio.

Con esta metodología se obtuvo la siguiente información:

- *Receptividad de la hembra para el apareamiento.* Al observar una pareja se registró si la hembra mudó antes que la pareja se formara, después o si nunca se observó el evento de muda.
- *Latencia de la receptividad de las hembras.* Después que las hembras adquirían el estado no-ovífera en el laboratorio (i.e. que eclosionaran sus larvas), se registró el lapso de tiempo entre este momento y la formación de una pareja.
- *Duración de las parejas, desde pre-cópula hasta cópula.* En este caso se registró el día y la hora del inicio y término de la formación de la pareja, ya sea a las 8:00 o 20:00 h.

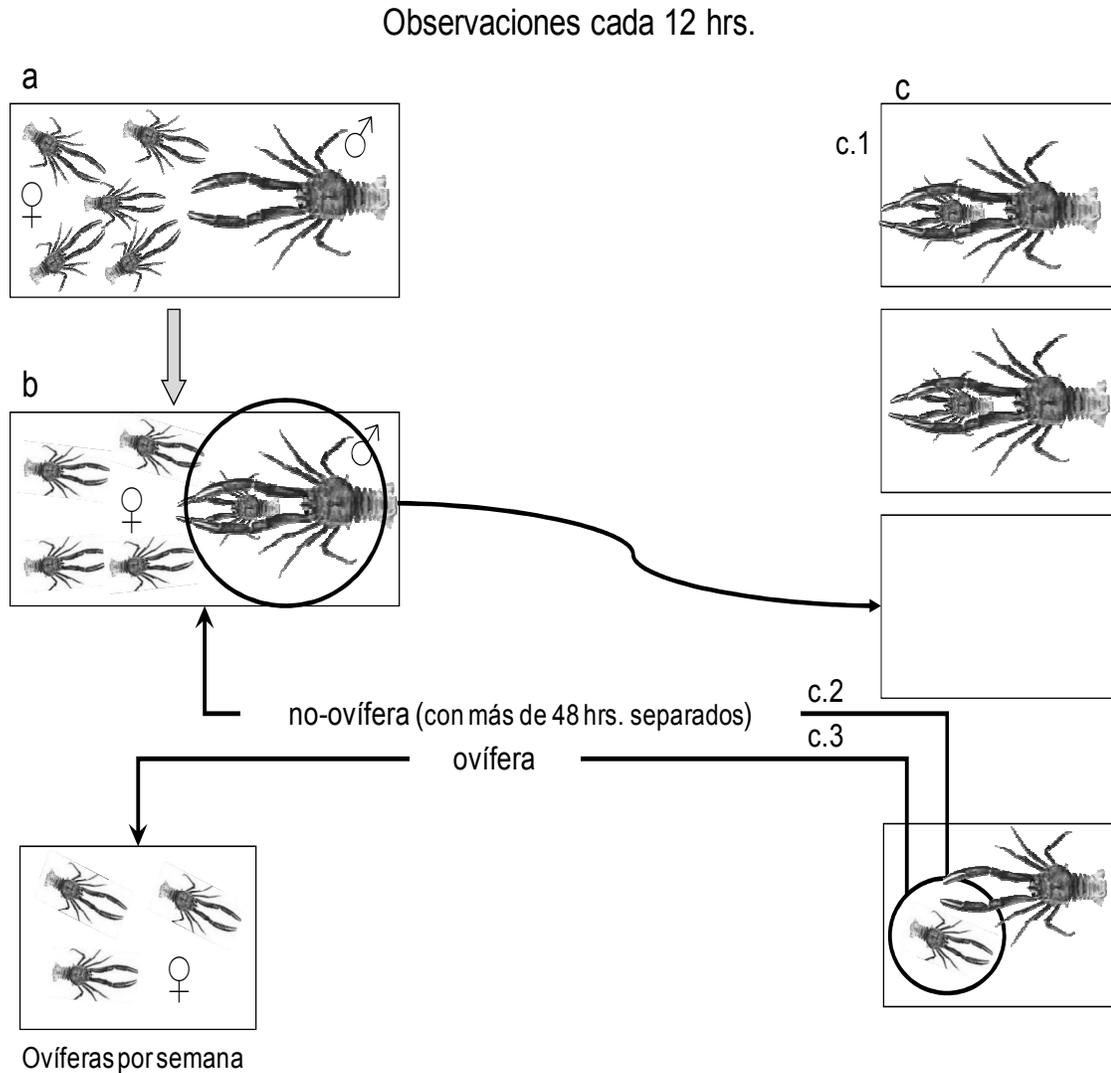


Fig. 7. Tratamiento que recibieron las hembras no-ovíferas. En (a) se esquematiza la exposición de un número de hembras a un número proporcional de machos, los cuales fueron observados cada 12 hrs. En (b) se esquematiza la formación de una pareja, las cuales eran aisladas en (c) bandejas individuales y también observadas durante 12 hrs. donde se podían encontrar 3 situaciones: (c.1) pareja continuaba junta; (c.2) pareja separada, en este caso si llevaba más de 48 h separada se medía LC y se devolvía al estanque de origen; y (c.3) pareja separada con hembra ovífera, en este caso se medía LC de la pareja y la hembra se aislaba con el resto de las hembras ovíferas correspondientes a la semana.

Tabla 5. Protocolo de observación de parejas, de acuerdo a las distintas posibilidades encontradas diariamente en las parejas aisladas en laboratorio.

Tratamiento parejas (Observación cada 12 hrs.)	
Posibilidades	
1. Juntos.....	3
2. Separados.....	6
3. Tiempo juntos	
a. menos de 20 días.....	4
b. más de 20 días.....	5
4. Anotar “juntos” y esperar hasta la próxima revisión cada 3 días cuando se revisa el estado de la hembra.....	6
5. Medir largo cefalotórax del macho y reemplazar por un nuevo macho.	
6. Revisar estado de la hembra	
a. Hembra ovífera.....	7
b. Hembra no-ovífera.....	8
7. Medir largo caparazón de la pareja y aislar la hembra junto a otras hembras ovíferas correspondiente a la semana en que adquiere el estado ovífera.	
8. Tiempo de separación	
a. más de 48 hrs.....	9
b. menos de 48 hrs.....	10
9. medir largo caparazón de la pareja y devolver a estanque de origen.	
10. anotar “separados” y esperar hasta la próxima revisión.	

3.9.3. Número de camadas por hembra

Se mantuvieron en el laboratorio, como fue descrito anteriormente, hembras ovíferas y no-ovíferas provenientes del terreno. En el caso de *C. johni*, tanto las hembras no-ovíferas como aquellas ovíferas se obtuvieron entre mayo y junio de 2007. Para *P. monodon* solamente se usó

hembras ovíferas, las cuales se obtuvieron en el mes de junio de 2007. Según la información reportada por Palma y Arana (1997), se puede suponer que el momento cuando estas hembras llegaron al laboratorio corresponde al inicio de la temporada reproductiva.

La primera camada de una hembra se obtuvo de dos formas: a partir de hembras ovíferas directamente provenientes del terreno, en las cuales se consideró que venían con su primera camada y a partir de hembras no-ovíferas provenientes del terreno, las que fueron sometidas a un apareamiento (ver capítulo Receptividad de hembras y duración de las parejas) para que se volvieran ovíferas, considerando ésta como su primera camada.

Las hembras que llegaron ovíferas desde el terreno se mantuvieron en estanques de 300 l, mientras aquellas que adquirieron esa condición en el laboratorio fueron agrupadas, en la medida que se volvían ovíferas, con un intervalo de diferencia máximo de 8 días. Estos grupos de hembras de camada simultánea se mantuvieron en estanques de 100, 60 o 12 litros, dependiendo de la cantidad de hembras.

A partir de las “hembras con primera camada” se comenzó a monitorear cada tres días a todas las hembras mantenidas en los estanques, con la finalidad de determinar el estado de desarrollo de sus embriones y contabilizar la mortalidad de éstas. Durante las revisiones, las hembras que se encontraron no-ovíferas, por liberación de larvas o por pérdida de sus embriones, se colocaron en los estanques de apareamiento. Las hembras con apareamiento exitoso, esto es aquellas que adquirirían nuevamente la condición de ovíferas, fueron agrupadas como “hembras con segunda camada”. Este nuevo grupo fue sometido al mismo tratamiento antes descrito, obteniendo así un grupo de “hembras con tercera camada”. Este proceso se repitió hasta que las hembras no produjeron una nueva camada después de la eclosión o pérdida de los embriones en el laboratorio, por un periodo de 6 semanas. De esta forma de cada uno de los grupos de hembras con camada simultánea se obtuvo el total de hembras que murió y el total de hembras que se apareó (adquirieron la condición de ovíferas), o que no se apareó (no adquirieron la condición de ovíferas) después de eclosionar sus larvas (Fig. 8).

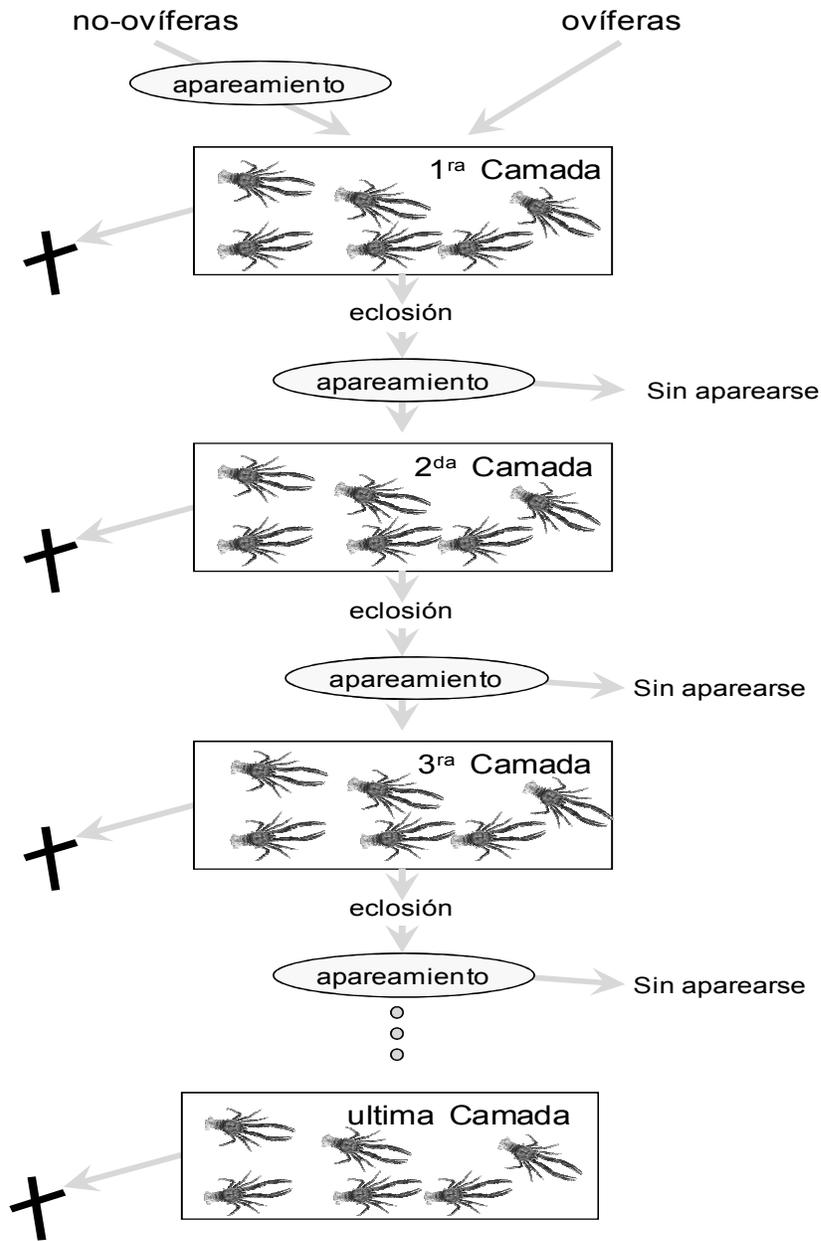


Fig. 8. Esquema del tratamiento utilizado para determinar el número de camadas producidas por las hembras. La † indica las hembras muertas.

3.9.4. Tiempo de portación de embriones

En esta experiencia se utilizaron las mismas hembras del experimento anterior (Número de camadas por hembra). Como se mencionó anteriormente, estas hembras fueron mantenidas en

estanques de incubación de 100, 60 o 12 litros, dependiendo de su número, formando grupos de hembras con camada simultánea. En un comienzo, se agruparon hembras con una diferencia de hasta 1 – 8 días desde que adquirieron la condición de ovíferas, posteriormente estos grupos se ordenaron por semana, es decir con una diferencia de 1 – 7 días desde que se volvieron ovíferas. Estos grupos de hembras fueron revisados cada 3 días después de introducir la última de ellas a fin de estimar un tiempo aproximado de portación de los embriones.

En cada revisión se registró el tiempo máximo de portación de los embriones, es decir, el tiempo transcurrido desde que se introdujo la primera hembra, hasta el día de la revisión. Debido a que los monitoreos se realizaron cada 3 días, las hembras debieron haberse agrupado con una diferencia de 1 – 6 días; como esto no se hizo, se produjo una variación de uno a dos días entre grupos diferentes. De este modo, para que el registro de tiempo de portación de embriones fuese comparable entre grupos, estos datos fueron redondeados al valor más alto, obteniendo así una estimación conservadora del periodo de tiempo de portación de embriones. A partir de estos datos, al término del experimento se realizó una estimación del periodo de tiempo de portación de los embriones, cuyo valor verdadero puede ser un poco menor, pero nunca mayor al aquí reportado.

3.9.5. Actividad reproductiva de las hembras del terreno.

Para determinar si las hembras traídas del terreno se mantenían o no reproductivas durante el periodo de experimentación en el laboratorio, se transportaron mensualmente hembras ovíferas y no-ovíferas al laboratorio. Las hembras no-ovíferas fueron puestas inmediatamente con un número proporcional de machos en los estanques de apareamiento por cuatro semanas. Al igual que en los experimentos anteriores, estos estanques fueron monitoreados cada 12 horas en búsqueda de parejas, siguiendo la misma metodología y aislamiento descritos en el capítulo “Receptividad de hembras y duración de las parejas”. Además cada 3 días se realizó un muestreo de todos los estanques de apareamiento, con la finalidad de detectar las hembras que se adquirían la condición de ovíferas sin haber observado la formación de pareja (Fig. 9).

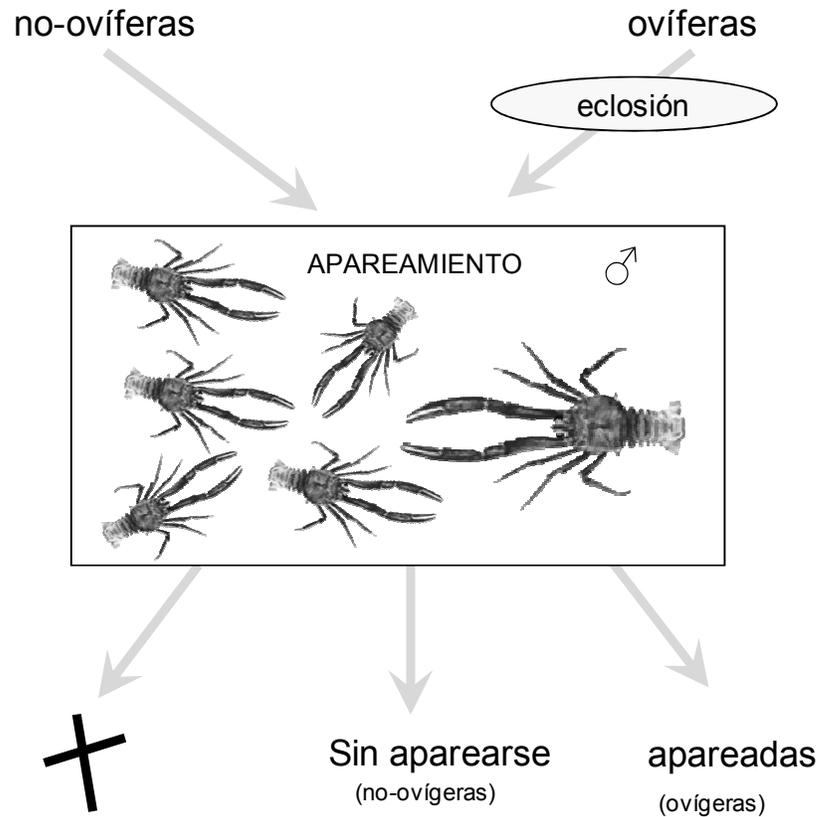


Fig. 9. Esquema del tratamiento recibido por las hembras para determinar el estatus reproductivo. La † indica las hembras muertas.

Por su parte, las hembras ovíferas provenientes de cada muestreo fueron las mismas utilizadas para el experimento de “Receptividad de hembras y tiempo de duración de las parejas”. Por lo tanto, se siguió la misma metodología descrita, pero ahora evaluando las proporciones de hembras que fueron capaces de generar una nueva camada (Fig. 9).

Del total de hembras que llegaron mensualmente se obtuvo el porcentaje de hembras que murió, de hembras que no se aparearon (que no adquirieron la condición de ovíferas), y de hembras que sí se aparearon (que adquirieron la condición de ovíferas). De este modo, fue posible determinar si las hembras en el terreno se estaban apareando o no durante el tiempo de desarrollo de los experimentos.

4. RESULTADOS

4.1. Aspectos Pesqueros

4.1.1. Muestreo en los caladeros

Para dar cumplimiento al objetivo general del proyecto, se consideró la realización de muestreos en los caladeros históricos de pesca ubicados en las regiones III y IV. Para esos efectos, la delimitación de los caladeros históricos de pesca para cada una de las especies, fue derivada de los resultados de las recientes evaluaciones directas que se han desarrollado en estas regiones por el Área de Pesquerías de la Universidad Católica del Norte, en el marco de los proyectos “*Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones*, durante el periodo 2004 - 2006, respectivamente (FIP N° 2004 – 11, FIP N° 2005 – 09 y FIP N° 2006-04).

El muestreo de las dos especies de langostinos durante el periodo analizado, se realizó principalmente en el marco de la actividad habitual de pesca que realizaron las embarcaciones participantes en el proyecto, entre las cuales están los PAMs FOCHE, LONQUIMAY y AMANCA Y I y la LM ISABEL S. La información disponible en la III Región, da cuenta de muestreos realizados durante el segundo semestre del año 2007 y primer cuatrimestre del año 2008, a diferencia de lo ocurrido en la IV Región, donde se cuenta con registros obtenidos durante todo el periodo 2007 y enero - abril de 2008, principalmente debido a que en la actualidad esta región constituye la principal zona de pesca de crustáceos para la flota arrastrera con base en el puerto de Coquimbo. Por otra parte, la información biológica y pesquera de ambas especies de langostinos, fue complementada con registros de los lances de pesca realizados por las embarcaciones FOCHE, ISABEL S y PUNTA TALCA durante los meses de mayo a septiembre de 2007 en las regiones III y IV, sin embargo, el mayor número de estos registros correspondió al periodo mayo – julio cuando la embarcación FOCHE realizaba actividad en el marco del estudio del proyecto FIP N° 2007-19 en estas zonas de pesca, y cuando aún no se contaba con la Resolución que autorizaba el desarrollo del presente estudio.

4.1.2. Características Operacionales

En las Tablas 6 a la 13, se resumen las actividades de muestreos que fueron realizadas por las embarcaciones participantes en el estudio en zonas de pesca de la III y IV regiones, durante los periodos enero – diciembre de 2007 y enero – abril de 2008. De igual modo, en la Figura 10, se representa la posición geográfica de los lances realizados en ambas zonas de pesca. Es necesario indicar que el número de lances positivos realizados sobre el recurso langostino amarillo en la III región y en las dos especies de langostinos capturados en la IV región, es menor al número total de lances realizados sobre estos recursos. Respecto a la información georreferenciada de los puntos geográficos de muestreos realizados sobre las dos especies objetivos en caladeros de pesca de la III y IV regiones, ésta se encuentran en el archivo BITÁCORAS.dbf incorporado en el CD adjunto, que contiene la información biológica y pesquera del proyecto (D: ARCHIV/BITACORAS.dbf).

Tabla 6. Variables operativas del muestreo de langostino colorado realizado durante el periodo 2007-2008 en la III Región.

VARIABLES OPERATIVAS	Valor	Total
Periodo	24/08/2007 – 19/03/2008	
Rango latitud (S)	26,126 – 28,863	
Rango longitud (W)	70,755 – 71,539	
Rango profundidad (metros)	140,5 – 402,5	
Número de lances positivos	44	44

Tabla 7. Variables operativas del muestreo de langostino amarillo realizado durante el periodo 2007 - 2008 en la III Región.

VARIABLES OPERATIVAS	Valor	Total
Periodo	24/08/2007 – 06/04/2008	
Rango latitud	26,127 – 28,846	
Rango longitud	70,778 – 71,535	
Rango profundidad (metros)	140 – 400	
Número de lances positivos	45	45

Tabla 8. Variables operativas del muestreo de langostino colorado realizado durante el periodo 2007 – 2008 en la IV Región.

VARIABLES OPERATIVAS	Valor	Total
Periodo	13/03/2007 – 11/04/2008	
Rango latitud	29,263 – 30,222	
Rango longitud	71,345 – 71,604	
Rango profundidad (metros)	100,5 – 405	
Número de lances positivos	96	96

Tabla 9. Variables operativas del muestreo de langostino amarillo realizado durante el periodo 2007 - 2008 en la IV Región.

VARIABLES OPERATIVAS	Valor	Total
Periodo	19/01/07 – 11/04/2008	
Rango latitud	29,232 – 32,130	
Rango longitud	71,360 – 71,775	
Rango profundidad (metros)	118,5 – 405	
Número de lances positivos	196	196

Tabla 10. Número de lances totales realizados sobre el recurso langostino colorado y langostino amarillo en la III región. Se indica la fecha cuando fue realizado el lance.

III región	
Fecha	Lances langostino Colorado
24-08-07	1
29-08-07	4
30-08-07	3
31-08-07	3
01-09-07	4
02-09-07	1
03-09-07	3
04-09-07	3
05-09-07	1
06-09-07	2
09-09-07	1
11-09-07	3
12-09-07	1
10-11-07	2
18-12-07	3
25-01-08	1
13-02-08	6
19-03-08	2
Total	44

III región	
Fecha	Lances langostino Amarillo
24-08-07	1
25-08-07	3
26-08-07	3
27-08-07	3
28-08-07	2
29-08-07	4
30-08-07	3
31-08-07	5
01-09-07	3
09-09-07	1
05-10-07	4
10-11-07	1
25-01-08	3
13-02-08	5
19-03-08	2
27-03-08	2
31-03-08	1
Total	46

Tabla 11. Número de lances totales realizados sobre el recurso langostino colorado y langostino amarillo en la IV región. Se indica la fecha cuando fue realizado el lance.

Fecha	IV región	
	Lances langostino Colorado	
13-03-07	1	
18-04-07	2	
19-04-07	3	
18-05-07	1	
20-05-07	1	
21-05-07	1	
27-05-07	2	
12-06-07	5	
14-06-07	4	
15-06-07	2	
17-06-07	1	
18-06-07	5	
19-06-07	1	
20-06-07	1	
21-06-07	1	
22-06-07	5	
23-06-07	2	
24-06-07	1	
25-06-07	7	
26-06-07	5	
27-06-07	3	
29-06-07	7	
02-07-07	1	
11-07-07	5	
15-07-07	2	
16-07-07	6	
18-07-07	3	
23-08-07	4	
11-09-07	3	
06-10-07	2	
11-11-07	3	
04-12-07	1	
27-01-08	3	
14-02-08	1	
15-02-08	3	
02-04-08	1	
03-04-08	1	
06-04-08	1	
11-04-08	1	
Total	102	

Fecha	IV región	
	Lances langostino Amarillo	
20-01-07	1	
21-01-07	1	
13-03-07	1	
18-04-07	1	
18-05-07	3	
20-05-07	3	
21-05-07	2	
26-05-07	4	
27-05-07	2	
30-05-07	3	
12-06-07	7	
14-06-07	5	
15-06-07	3	
16-06-07	9	
17-06-07	7	
18-06-07	6	
19-06-07	7	
20-06-07	6	
21-06-07	7	
22-06-07	6	
23-06-07	8	
24-06-07	4	
25-06-07	4	
26-06-07	8	
27-06-07	4	
29-06-07	2	
30-06-07	7	
01-07-07	6	
02-07-07	4	
03-07-07	3	
04-07-07	7	
05-07-07	4	
07-07-07	2	
08-07-07	7	
10-07-07	5	
11-07-07	5	
12-07-07	8	
13-07-07	5	
15-07-07	2	
16-07-07	2	
18-07-07	3	
21-07-07	2	
22-07-07	2	
11-09-07	7	
06-10-07	2	
11-11-07	2	
04-12-07	3	
27-01-08	3	
14-02-08	2	
15-02-08	3	
02-04-08	1	
03-04-08	1	
05-04-08	1	
11-04-08	1	
Total	214	

Tabla 12. Número de lances positivos realizados sobre los recursos langostino colorado y langostino amarillo en forma mensual en la III y IV regiones, periodo 2007-2008. LC= langostino colorado, LA= langostino amarillo.

Mes	III Región		IV Región	
	LC	LA	LC	LA
2007				
Enero				2
Febrero				
Marzo			1	1
Abril			5	1
Mayo			4	18
Junio			47	97
Julio			16	51
Agosto	11	21	4	
Septiembre	19	3	3	7
Octubre		5	1	2
Noviembre	2	2	3	2
Diciembre	3		1	3
2008				
Enero	1	3	3	3
Febrero	6	5	4	5
Marzo	2	5		
Abril		1	4	4
Total	44	45	96	196

Del total de lances positivos realizados sobre las dos especies de langostinos, en la Tabla 13 se indica el número de lances complementarios utilizados en el estudio, y que correspondieron al estudio FIP N° 2007-19 ya individualizado.

Tabla 13. Número de lances complementarios por especie, mes y zona de pesca. LC= langostino colorado, LA= langostino amarillo.

MES	III REGIÓN		IV REGIÓN	
	LC	LA	LC	LA
2007				
Mayo				5
Junio			30	81
Julio			8	32
Agosto	4	11		
Septiembre	6			1
TOTAL	10	11	38	119

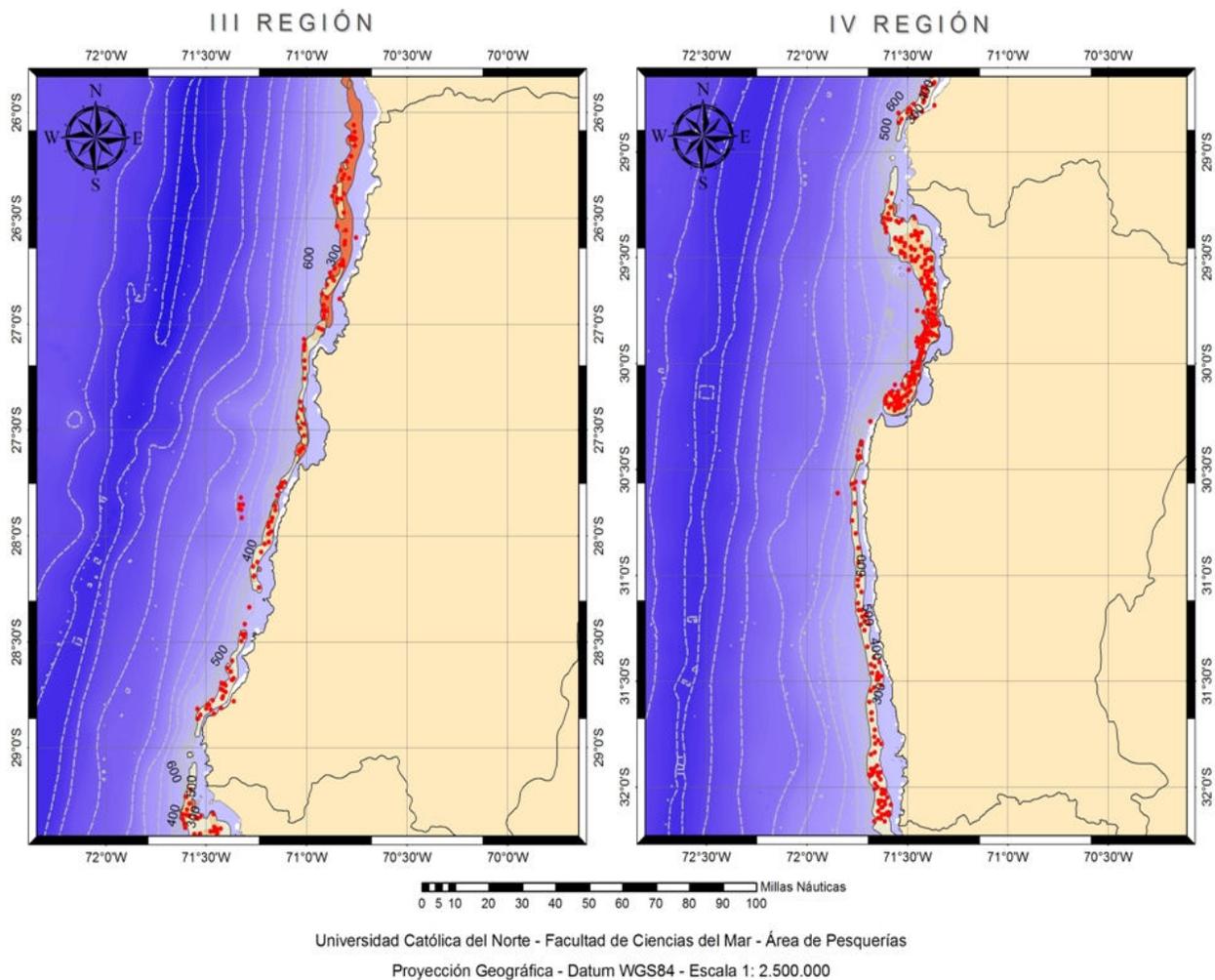


Fig. 10. Posición geográfica de los lances realizados en los caladeros históricos de pesca de langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV regiones, en el marco del Proyecto FIP N° 2006-43 y FIP N° 2007-19, durante el periodo 2007-2008.

4.1.3 Distribución de Frecuencias de tallas de las especies objetivo.

En la III y IV regiones se analizaron un total de 34.994 individuos durante el periodo de enero del 2007 a marzo del 2008, de los cuales, el 37,5% de la muestra correspondió a langostino colorado y el 62,5% restante a langostino amarillo. Sin perjuicio de lo anterior, en la III región la proporción de langostino amarillo fue levemente mayor que el langostino colorado y correspondió a 54,3%, a diferencia de lo observado en la IV Región, donde esta fracción fue significativamente mayor y correspondió al 65,1% del total de la muestra. En resumen, en las Tablas 14 y 15, se entrega la información relacionada con el número de ejemplares analizados por recurso, mes, sexo y zona de pesca.

Tabla 14. Número de individuos de langostino colorado y langostino amarillo analizados por sexo y mes en la III Región, periodo 2007 - 2008.

	Langostino colorado		Langostino amarillo		Total
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
2007					
agosto	600	301	1.398	222	2.521
septiembre	791	587	94	34	1.506
octubre			165	335	500
noviembre	144	56	56	41	297
diciembre	385	264			649
2008					
enero	145	4	352	97	598
febrero	299	199	337	166	1.001
marzo	49	10	584	166	809
abril			279	231	510
Total	2.413	1.421	3.265	1.292	8.391

Tabla 15. Número de individuos de langostino amarillo y langostino colorado analizados por sexo y mes en la IV Región, periodo 2007 - 2008.

	Langostino colorado		Langostino amarillo		Total
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	
2007					
mayo	133	49	1.317	1.219	2.718
junio	1.886	1.347	5.254	2.333	10.820
julio	962	637	2.292	1.298	5.189
agosto	180	220			400
septiembre	110	7	291	232	640
octubre	47	14	84	32	235
noviembre	280	234	91	23	570
diciembre	69	31	162	121	383
2008					
enero	156	215	430	332	1.133
febrero	148	202	738	342	1.430
marzo	137	123	112	71	443
abril	958	698	37	69	1.762
Total	5.066	3.777	10.808	6.072	25.723

En la III Región, las distribuciones de tallas de los ejemplares machos de langostino colorado presentaron gran variabilidad en la mayoría de los meses analizados y el rango de tallas de los

ejemplares capturados fue de 18,3 a 41,3 mm de LC. En la Figura 11 se resumen las distribuciones de frecuencia de tallas de machos obtenidas durante el muestreo.

Las hembras de langostino colorado mostraron un rango de tallas más discreto que lo observado en los ejemplares machos y correspondió a 18,4 y 37,3 mm de LC. De igual forma, las distribuciones de frecuencia de longitud mostraron una gran variabilidad temporal, en todo caso cabe señalar, que durante los meses de enero y marzo los ejemplares capturados en las muestras biológicas fueron escasos, por lo cual, no fueron considerados en el análisis. En la Figura 12 se resumen las distribuciones de frecuencia de tallas de las hembras obtenidas durante el muestreo.

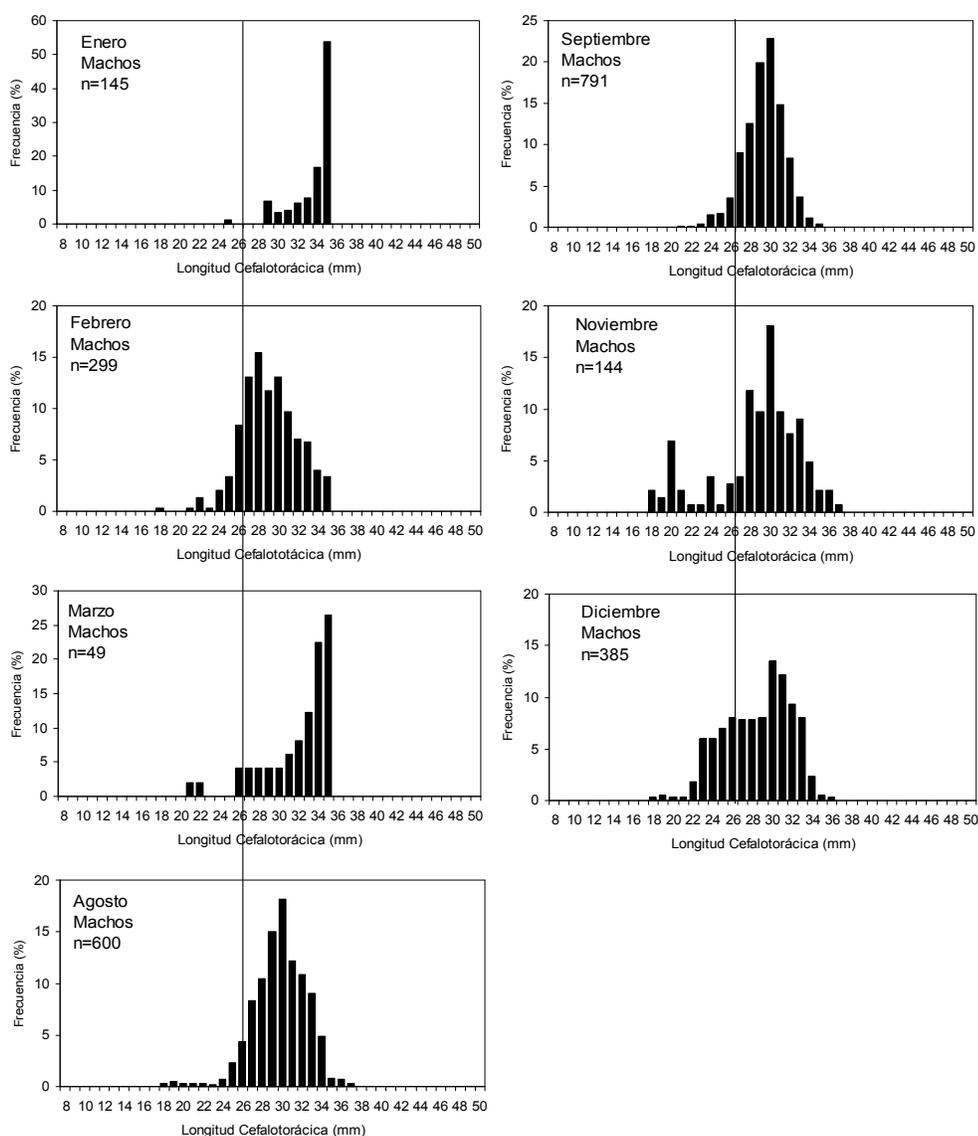


Fig. 11. Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino colorado capturado en la III Región, durante el periodo 2007 – 2008.

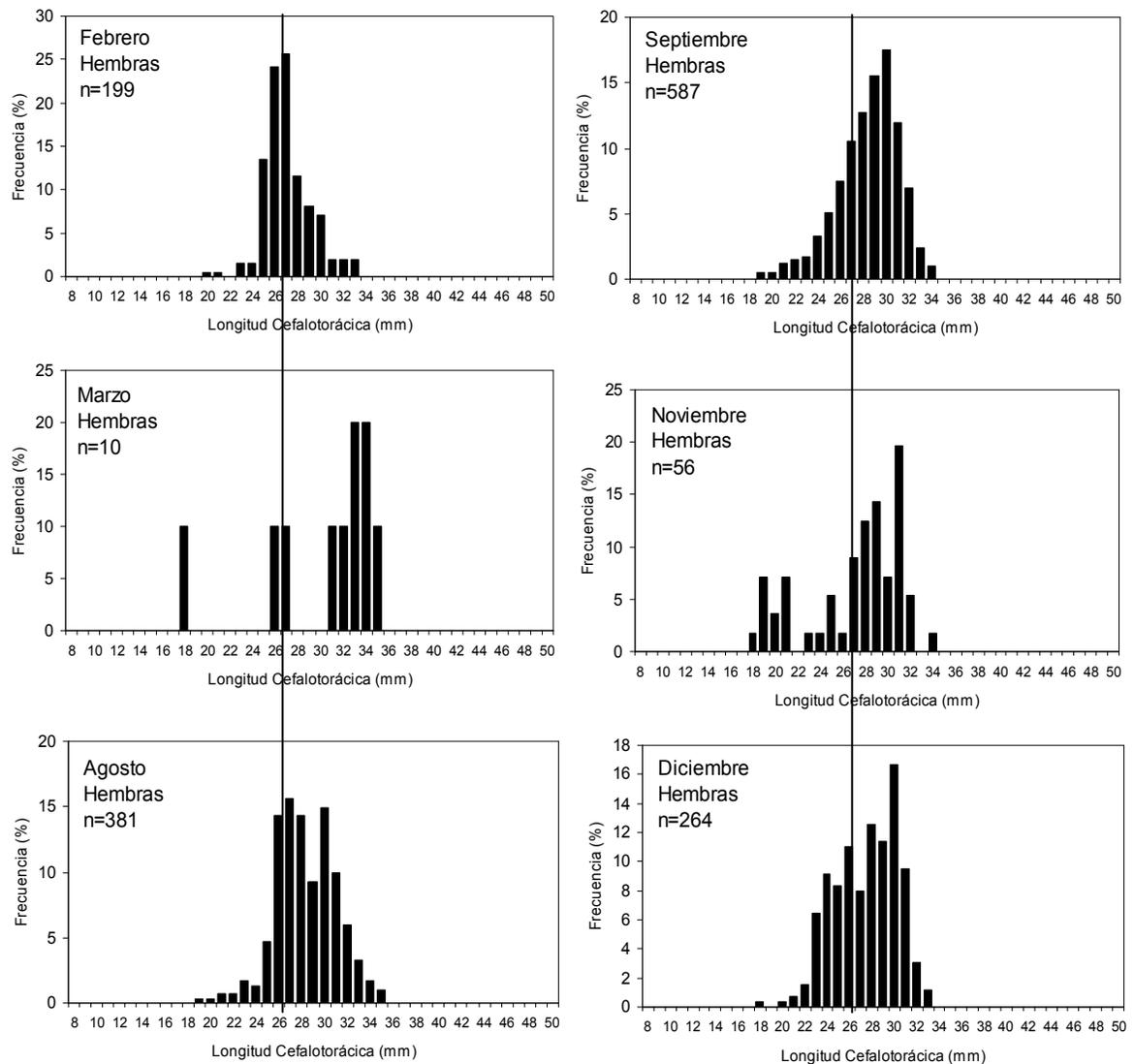


Fig. 12. Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino colorado capturado en la III Región, durante el periodo 2007 - 2008.

En igual zona de pesca, el rango de tallas de los ejemplares machos de langostino amarillo fue mayor que lo observado en el langostino colorado y al igual que éstos, las distribuciones exhibieron una gran variabilidad durante todos los meses analizados. El rango de talla menor y mayor de las distribuciones, se observó durante los meses de octubre y marzo, con valores de 25,7 y 44,1 mm de LC y entre 13 y 45,5 mm de LC, respectivamente (Fig.13).

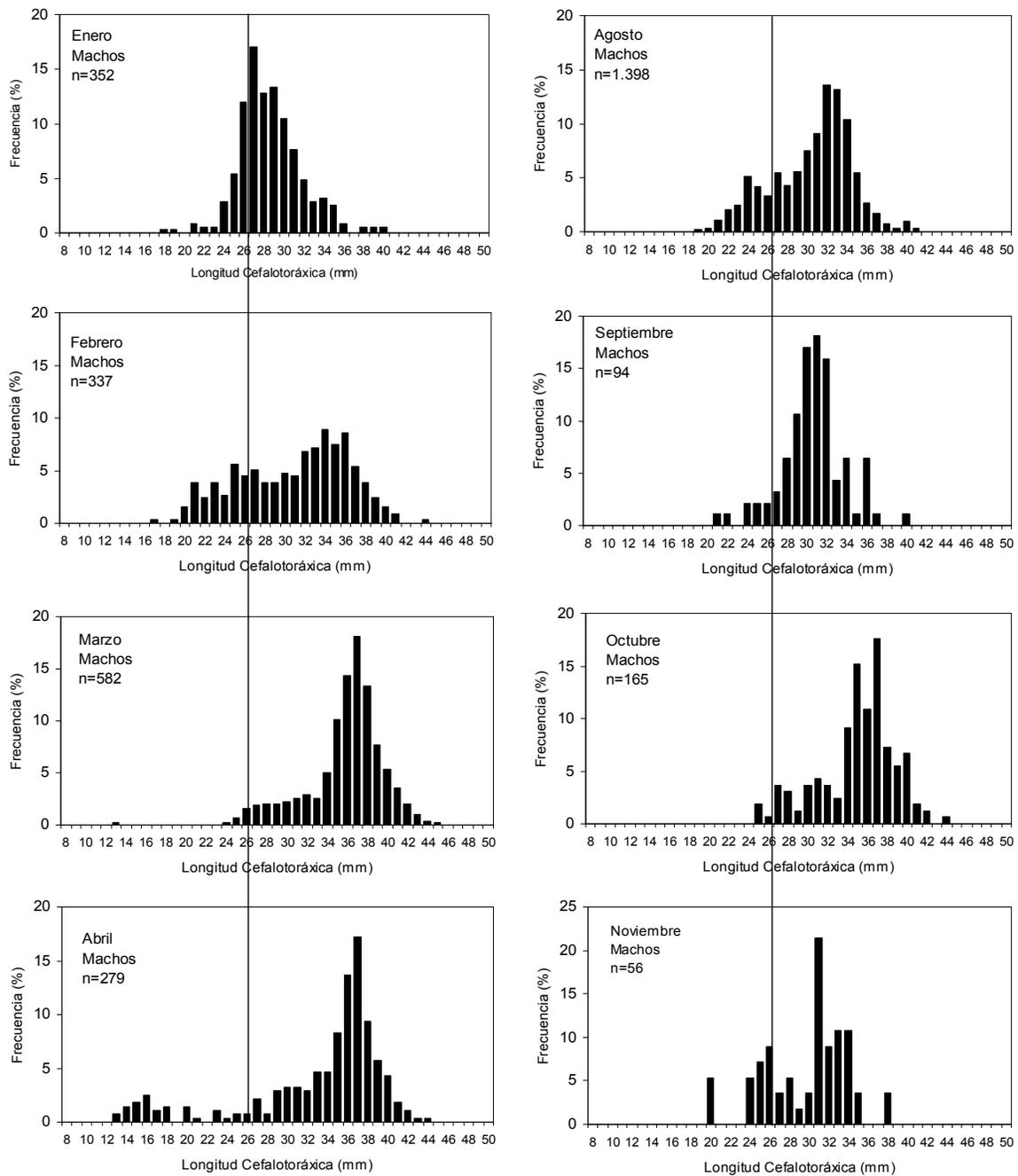


Fig. 13. Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino amarillo capturado en la III Región, durante el periodo 2007 – 2008.

En las hembras de langostino amarillo las distribuciones exhibieron una gran variabilidad durante todos los meses analizados, observándose el rango de tallas menor y mayor durante los meses de octubre y febrero, con valores de 25,1 y 34,5 mm de LC y entre 17,5 y 41,5 mm de LC, respectivamente (Fig. 14).

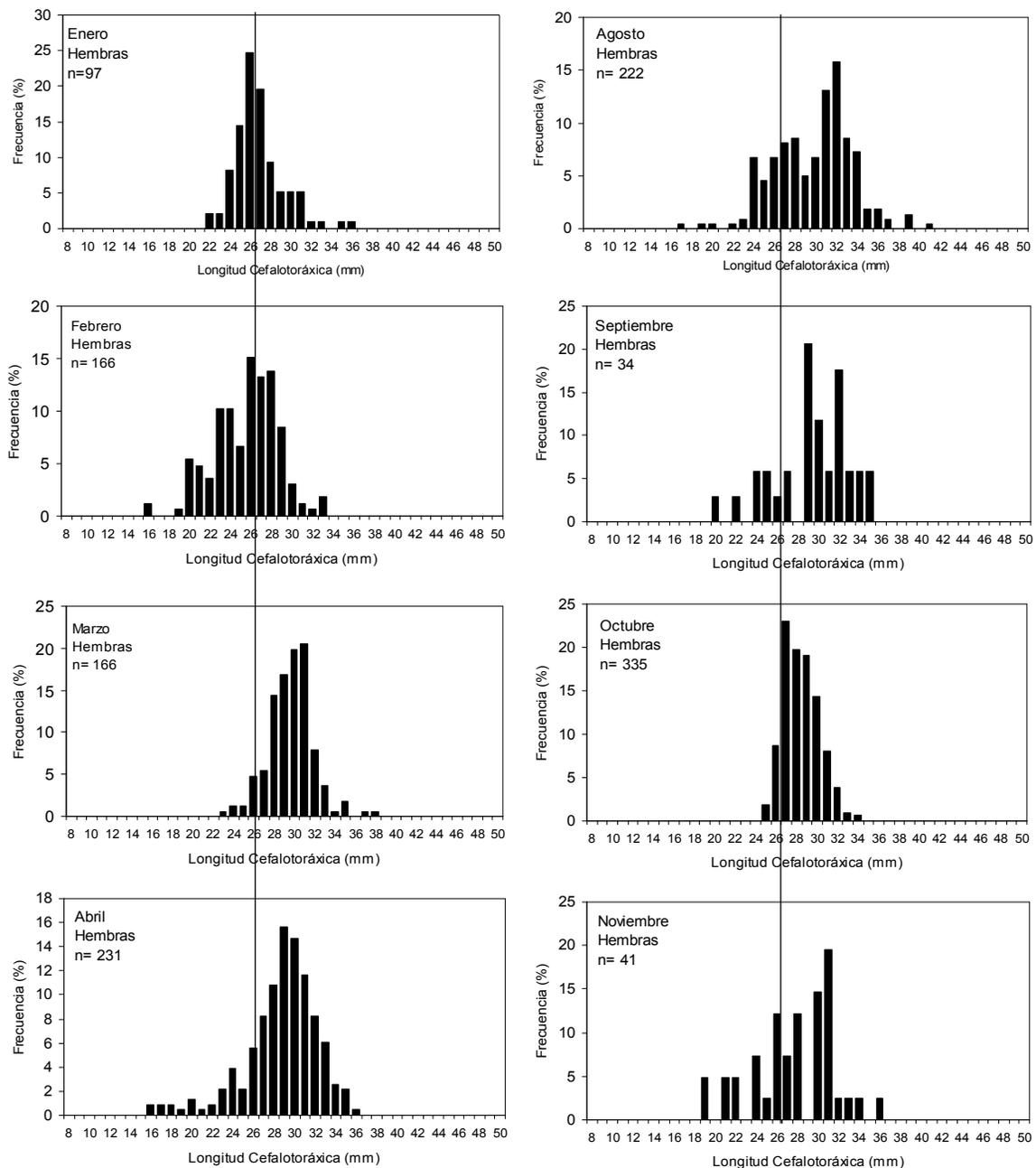


Fig. 14. Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino amarillo capturado en la III Región, durante el periodo 2007 2008.

En consecuencia, la menor y mayor fracción de ejemplares machos de langostino amarillo bajo la talla de referencia de 27 mm de LC se observó durante los meses de marzo y noviembre con valores de 2,6% y 26,8%, respectivamente. En las hembras, la menor fracción se observó durante el mes de marzo con 7,8% y la mayor fracción durante el mes de febrero con 57,8%. Al considerar el total de la muestra analizada, la fracción de ejemplares bajo esta talla correspondió a 15,7% en machos y 24,7% en hembras (Figs. 13 y 14).

En la IV Región, el rango de tallas de los ejemplares machos de langostino colorado fue mayor que lo observado en la III Región, con valores mínimos y máximos de 8 y 45,6 mm de LC, respectivamente, observándose una gran variabilidad en las distribuciones de longitud durante todo el periodo analizado (Fig. 15). El menor rango de tallas se observó durante el mes de diciembre con valores entre 18,6 y 30,7 mm de LC y el mayor en el mes de junio con valores entre 8 y 45,6 mm de LC.

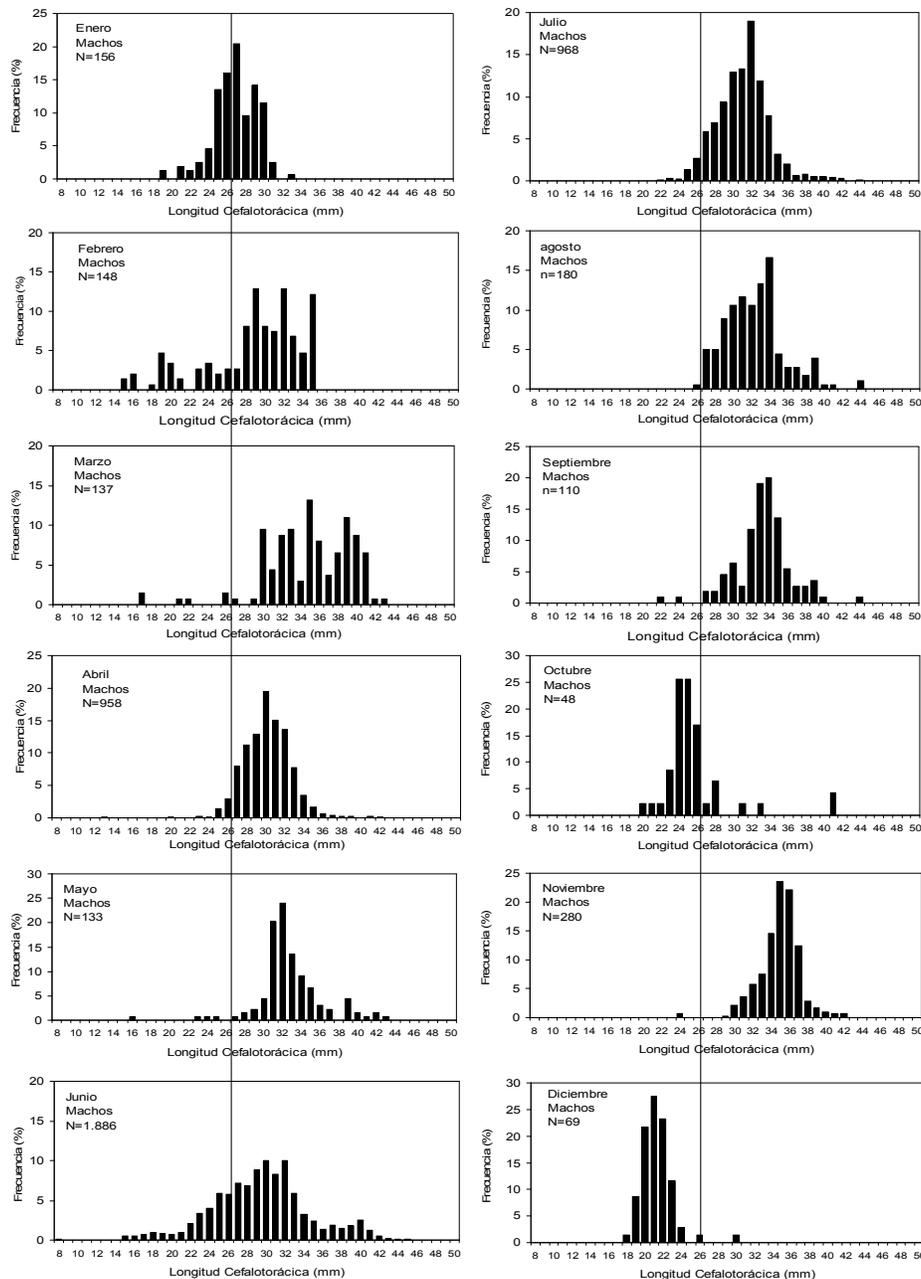


Fig. 15 Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino colorado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.

Al igual que los machos, las hembras de langostino colorado capturados en la IV Región mostraron un rango de tallas más amplio que las hembras capturadas en la III Región con valores mínimos y máximos de 9,7 y 42,3 mm de LC, respectivamente, observándose una gran variabilidad en las distribuciones de longitud durante todo el periodo analizado (Fig. 16). El menor y mayor rango de tallas de los ejemplares se observó durante los meses de diciembre y junio, con valores entre 18,3 y 25,4 mm de LC y 15,2 y 42,3 mm de LC, respectivamente.

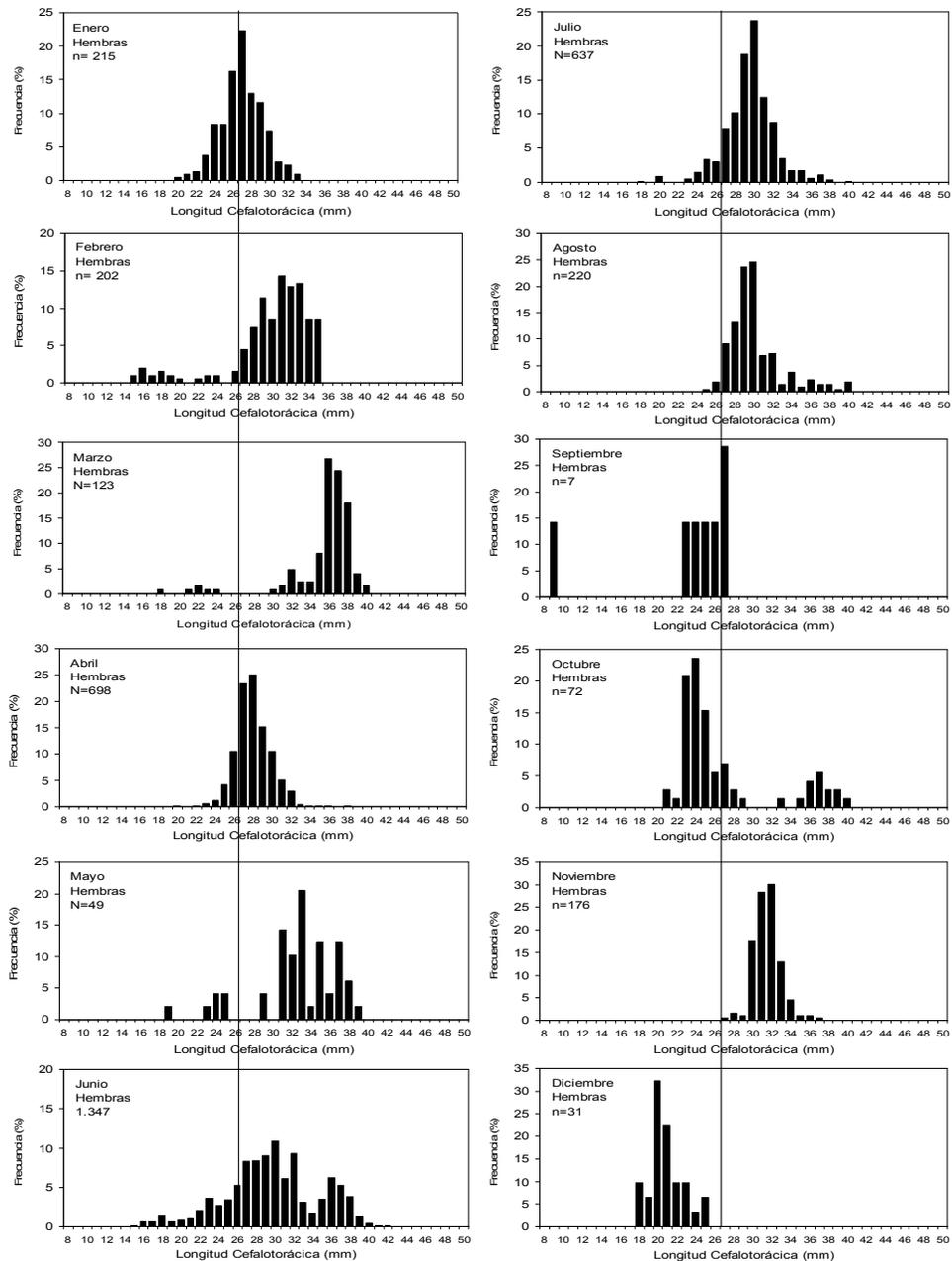


Fig. 16. Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino colorado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.

Además, la menor y mayor fracción de ejemplares machos bajo la talla de referencia de 27 mm de LC, se observó durante los meses de agosto y diciembre con valores de 0,55 y 98,5%, respectivamente, a diferencia de las hembras donde el menor valor se observó en el mes de noviembre con 0% de ejemplares y el mayor valor durante el mes de diciembre con el 100% de los ejemplares bajo la talla de referencia. Al considerar el total de la muestra de machos y hembras, los valores bajo la talla de 27 mm de LC, correspondieron a 15,2 y 17,4%, respectivamente (Figs. 15 y 16).

En la misma zona de pesca, los machos de langostino amarillo presentaron tallas mayores a las observadas en el langostino colorado y también mayores a las observadas para la especie en la III Región, con un rango de tallas entre 8,8 y 54,2 mm de LC. Durante todo el periodo analizado las distribuciones de tallas mostraron un carácter polimodal, con el menor rango durante el mes de octubre entre 23,6 y 44,5 mm de LC y el mayor valor en el mes de febrero entre 8,8 y 47,4 mm de LC (Fig. 17).

Las hembras de langostino amarillo mostraron un rango de tallas más estrecho que los machos, entre 12,2 y 45,7 mm de LC, pero mayor al rango de tallas observado en las hembras capturadas en la III Región. De igual modo, las distribuciones de tallas mostraron en la mayoría de los meses analizados un carácter polimodal (Fig. 18). El menor y mayor rango de tallas de los ejemplares capturados se observó en los meses de octubre y julio, con valores entre 25,2 y 38,7 mm de LC y entre 12,2 y 45,7 mm de LC, respectivamente

La menor y mayor fracción de ejemplares machos bajo la talla de referencia se observó durante los meses de julio y marzo con valores de 3,2 y 75% respectivamente, a diferencia de las hembras, donde el menor valor se observó durante el mes de julio con el 6,1 y el mayor rango durante el mes de marzo, con el 88,7% de la muestra.

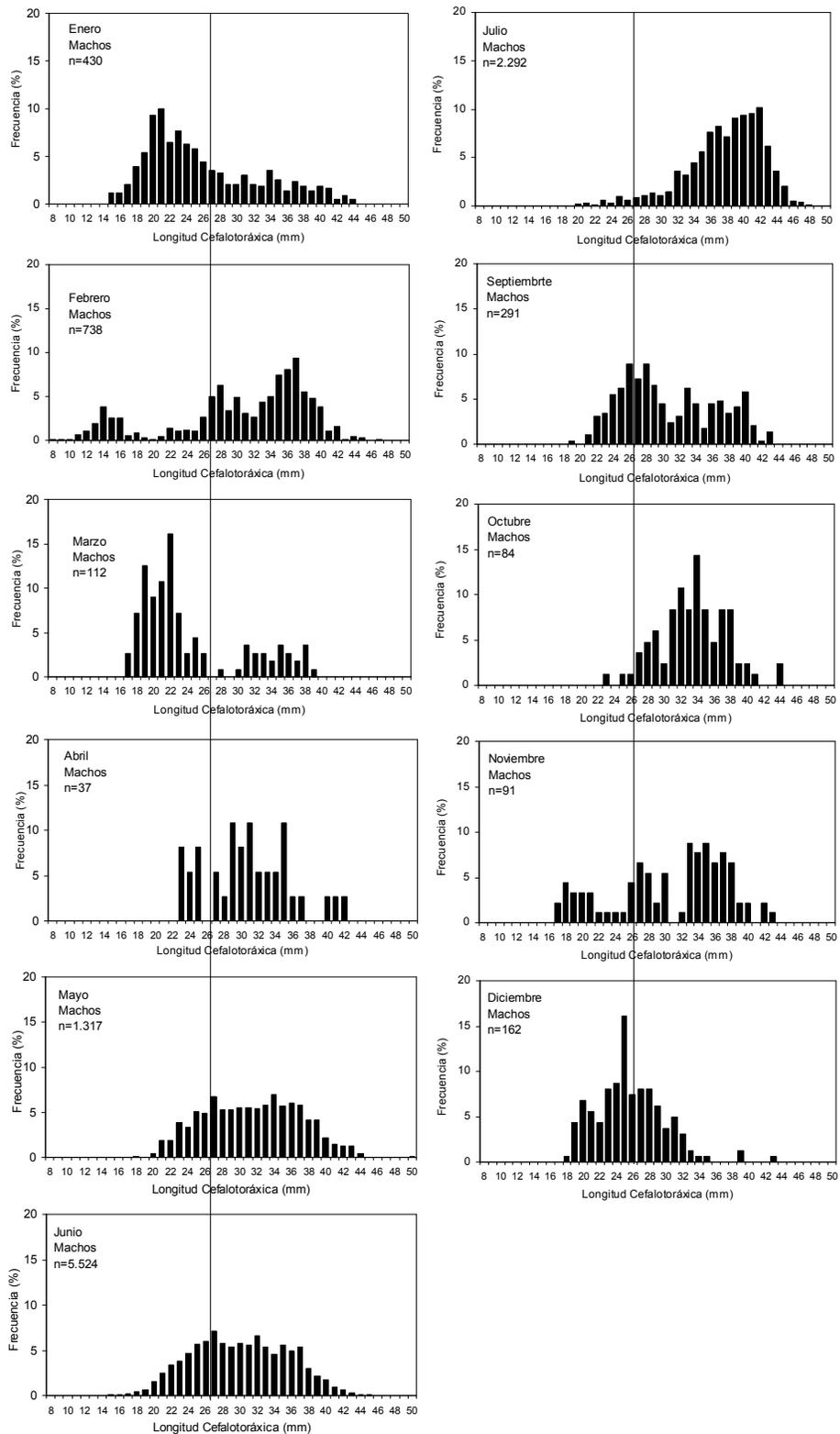


Fig. 17. Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares machos de langostino amarillo capturado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.

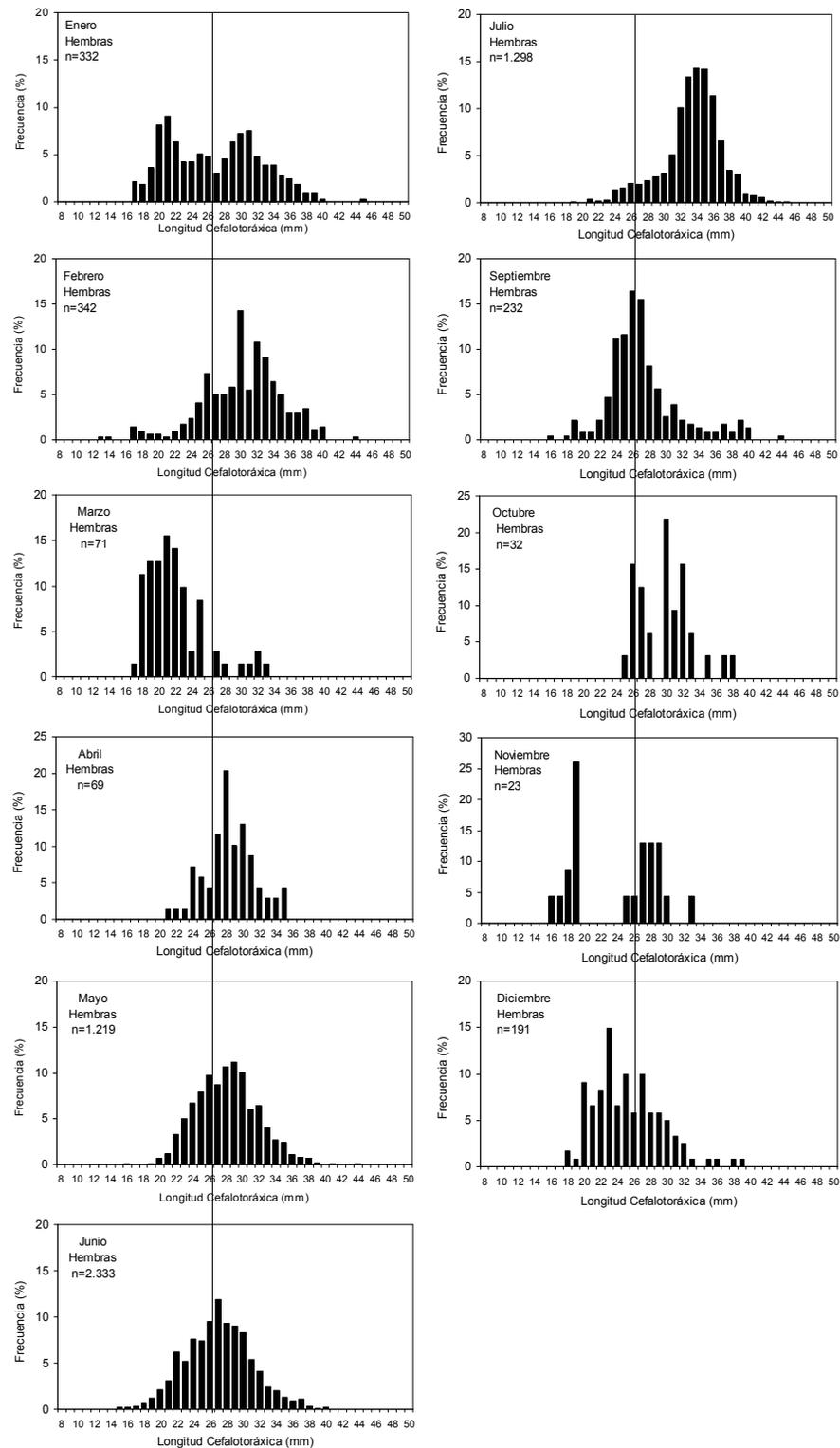


Fig. 18. Distribuciones de frecuencia de tallas de ejemplares hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región, durante el periodo 2007 – 2008.

Además, con el objetivo de comparar mensualmente las tallas por especie, sexo y zona de pesca, se realizó un análisis estadístico no paramétrico del tipo *U-Mann Whitney*, debido a la ausencia de normalidad en las distribuciones de frecuencias. En la III Región, para ambos recursos se observaron diferencias significativas entre los sexos, tanto al considerar la totalidad del periodo de estudio como en la mayoría de los meses analizados (Tablas 16 y 17).

Tabla 16. Longitud cefalotorácica promedio (mm) de machos y hembras de langostino colorado capturado en la III Región, periodo 2007 - 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95% de confianza.

Mes	L.C. Promedio (mm)		U	P
	Machos	Hembras		
2007				
agosto	30,2	28,9	116617	< 0,0001
septiembre	29,9	28,9	274172	< 0,0001
octubre				
noviembre	29,2	27,6	4854	< 0,05
diciembre	29,0	27,9	18221	< 0,05
2008				
enero	34,7	33,9	212	> 0,05
febrero	29,6	27,5	43133	< 0,0001
marzo	32,7	30,8	259	> 0,05
abril				
TOTAL	30,1	28,5	2226425	< 0,0001

Tabla 17. Longitud cefalotorácica promedio de machos y hembras de langostino amarillo capturado en la III Región, periodo 2007 - 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95% de confianza.

Mes	L.C Promedio (mm)		U	P
	Machos	Hembras		
2007				
agosto	31,0	30,3	175481	< 0,001
septiembre	31,1	30,0	1802	> 0,05
octubre	35,5	29,0	50069	< 0,001
noviembre	30,2	28,1	1440	< 0,05
diciembre				
2008				
enero	29,2	27,4	23328	< 0,0001
febrero	31,3	26,0	43439	< 0,0001
marzo	36,4	30,2	86558	< 0,0001
abril	33,6	29,1	51092	< 0,0001
TOTAL	32,2	28,9	3042035	< 0,001

En la IV Región, ambas especies de langostinos presentaron diferencias significativas entre los sexos en la mayor parte de los meses analizados, siendo las tallas de los machos significativamente mayores que las de las hembras. De igual forma, al considerar todo el periodo de estudio, se observaron diferencias significativas entre los sexos (Tablas 18 y 19).

Tabla 18. Longitud cefalotorácica promedio (mm) de machos y hembras de langostino colorado capturado en la IV Región, periodo 2007 - 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95% de confianza.

Mes	L.C. Promedio (mm)		U	P
	Machos	Hembras		
2007				
mayo	33,2	33,1	28,96	> 0,05
junio	29,9	30,2	1225050	< 0,0001
julio	31,6	30,0	410198	< 0,0001
agosto	32,8	30,6	28446	< 0,0001
septiembre	33,8	23,5	644	< 0,0001
octubre	26,1	27,4	1597	> 0,05
noviembre	35,3	32,0	43692	< 0,0001
diciembre	21,8	21,4	1179	> 0,05
2008				
enero	27,4	27,4	16915	> 0,05
febrero	29,4	30,6	12625	< 0,05
marzo	35,3	36,0	7254	> 0,05
abril	31,8	29,6	845208	< 0,0001
TOTAL	31,0	30,1	12600326	< 0,0001

4.1.4 Relación Longitud Peso de las especies objetivos

En la III Región, los ejemplares de langostino colorado no presentaron diferencias significativas entre sexos durante la mayor parte de los meses analizados. Sin perjuicio de lo anterior, en los ejemplares machos de langostino colorado se observó principalmente un crecimiento del tipo alométrico negativo durante el periodo enero – septiembre ($b < 3$), con la excepción del mes de febrero donde este fue claramente alométrico positivo al igual que lo observado durante los meses de noviembre y diciembre ($b > 3$). Al considerar la totalidad de la muestra, el crecimiento de los machos fue alométrico positivo, es decir, los individuos alcanzan mayor peso que longitud por unidad de tiempo. Las hembras, al igual que los machos presentaron gran variabilidad en el

crecimiento durante todo el periodo analizado y al considerar el total de la muestra el crecimiento también fue del tipo alométrico positivo (Tabla 20).

Tabla 19. Longitud cefalotorácica promedio (mm) de machos y hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región, periodo 2007 - 2008. Se indica el grado de diferencia entre sexos al 95 % de confianza.

Mes	L.C. Promedio (mm)		U	P
	Machos	Hembras		
2007				
mayo	31,9	28,6	516131	< 0,0001
junio	30,5	27,5	8058775	< 0,0001
julio	38,3	33,9	608312	< 0,0001
agosto				
septiembre	31,3	27,6	46695	< 0,0001
octubre	34,0	30,3	593	< 0,0001
noviembre	31,1	24,4	1547	< 0,0001
diciembre	26,2	25,7	9068	> 0,05
2008				
enero	26,4	27,3	74493	< 0,05
febrero	31,0	30,8	144065	< 0,05
marzo	24,9	22,4	3180	< 0,05
abril	30,6	28,6	64760	< 0,0001
TOTAL	30,1	29,2	44616086	< 0,0001

Tabla 20. Coeficientes de la regresión longitud – peso estimados para el recurso langostino colorado, por sexo, en la III Región durante el periodo 2007 - 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.

Mes	MACHOS			HEMBRAS			P
	a	b	r	a	b	r	
2007							
agosto	0,001042	2,780371	0,88	0,000536	2,966299	0,91	< 0,05
septiembre	0,000663	2,891771	0,83	0,000485	2,986525	0,87	> 0,05
octubre							
noviembre	0,000156	3,342788	0,95	0,000859	2,828011	0,92	> 0,05
diciembre	0,000313	3,105467	0,88	0,001238	2,738722	0,8	< 0,05
2008							
enero	0,001158	2,799902	0,92				
febrero	0,000008	4,165320	0,92	0,000001	4,744892	0,89	> 0,05
marzo	0,002103	2,618891	0,89	0,003901	2,448031	0,94	> 0,05
abril							
TOTAL	0,000087	3,496814	0,9	0,000224	3,217225	0,86	> 0,05

De igual forma, el langostino amarillo presentó diferencias significativas en el crecimiento sólo en algunos meses del año, sin embargo, al considerar el total de la muestra no se observaron diferencias entre machos y hembras, y en ambos casos se determinó un crecimiento del tipo isométrico ($b= 3$), con valores promedios de $b= 3,07$ y $b= 3,01$ en machos y hembras, respectivamente, es decir, la ganancia en peso de los individuos es igual a cubo de su longitud por unidad de tiempo (Tabla 21).

Tabla 21. Coeficientes de la regresión longitud – peso estimados para el recurso langostino amarillo, por sexo, en la III Región, periodo 2007 – 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.

Mes	MACHOS			HEMBRAS			P
	a	b	r	a	b	r	
2007							
agosto	0,000422	3,125855	0,93	0,000250	3,27578	0,92	> 0,05
septiembre	0,001693	2,715968	0,93	0,002900	2,569781	0,95	> 0,05
octubre	0,001531	2,783083	0,94	0,002240	2,642016	0,84	< 0,05
noviembre	0,000510	3,048895	0,86	0,150132	1,336281	0,56	> 0,05
diciembre							
2008							
enero	0,000122	3,444221	0,95	0,000307	3,163870	0,91	> 0,05
febrero	0,000674	2,975521	0,94	0,001265	2,745307	0,96	< 0,05
marzo	0,001098	2,857986	0,91	0,001581	2,736631	0,91	> 0,05
abril	0,000558	3,046038	0,96	0,000854	2,910273	0,95	< 0,05
TOTAL	0,000502	3,072879	0,95	0,000690	2,976934	0,91	> 0,05

En la IV región, los parámetros de las relaciones longitud - peso de los ejemplares de langostino colorado, mostraron diferencias significativas entre los sexos en la mayoría de los meses analizados. Por otra parte, los ejemplares machos presentaron un crecimiento aproximadamente isométrico en la mayor parte del periodo de estudio, con excepción del mes de enero donde éste fue claramente isométrico positivo y durante los meses de noviembre diciembre donde fue alométrico negativo. Sin embargo, en las hembras el crecimiento fue alométrico negativo en la mayoría de los meses analizados, aunque al considerar todo el periodo el crecimiento fue del tipo isométrico al igual que los machos (Tabla 22).

Tabla 22 Coeficientes de la regresión longitud – peso estimados para el recurso langostino colorado, por sexo, en la IV Región durante el periodo 2007 – 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.

Mes	MACHOS			HEMBRAS			P
	a	b	r	a	b	r	
2007							
mayo	0,000671	2,943232	0,93	0,003105	2,521652	0,96	< 0,05
junio	0,000348	3,13506	0,96	0,000594	2,98294	0,96	< 0,05
julio	0,000646	2,976205	0,93	0,000574	3,010347	0,93	< 0,05
agosto	0,000699	2,947571	0,94	0,000497	3,039604	0,94	> 0,05
septiembre	0,000578	3,000709	0,94	0,001381	2,71053	0,98	>0,05
octubre	0,000656	2,943636	0,99	0,001281	2,74394	0,97	> 0,05
noviembre	0,009716	2,199043	0,83	0,053992	1,685972	0,65	< 0,05
diciembre	0,023433	1,786171	0,7	0,000605	2,993278	0,90	< 0,05
2008							
enero	0,000003	4,479491	0,9	0,000125	3,397754	0,82	< 0,05
febrero	0,000185	3,315585	0,94	0,000659	2,923809	0,96	< 0,05
marzo	0,000983	2,860685	0,97	0,001419	2,740303	0,95	< 0,05
abril	0,000336	3,148962	0,95	0,000783	2,885244	0,93	< 0,05
TOTAL	0,000442	3,070953	0,95	0,000642	2,960937	0,96	< 0,05

De igual forma, en el langostino amarillo en igual zona de pesca se observaron diferencias significativas entre sexos durante todo el periodo analizado, siendo los machos más grandes que las hembras. Si bien, en ambos casos el crecimiento de los ejemplares presentó gran variabilidad temporal, en los ejemplares machos de langostino amarillo se determinó claramente un crecimiento del tipo alométrico positivo a diferencia de las hembras que presentaron un crecimiento del tipo isométrico (Tabla 23).

Tabla 23 Coeficientes de la regresión longitud –peso estimados para el recurso langostino amarillo, por sexo, en la IV Región durante el periodo 2007 – 2008. Se indica la probabilidad a un nivel de significancia del 95%.

Mes	MACHOS			HEMBRAS			P
	a	b	r	a	b	r	
2007							
mayo	0,000276	3,265084	0,97	0,001338	2,801659	0,95	< 0,05
junio	0,000260	3,282297	0,98	0,000624	3,040427	0,95	< 0,05
julio	0,000468	3,120845	0,95	0,002199	2,689715	0,92	< 0,05
agosto							
septiembre	0,000441	3,124804	0,96	0,000631	3,028587	0,87	< 0,05
octubre	0,000663	3,042516	0,96	0,002427	2,651831	0,96	< 0,05
noviembre	0,000491	3,112226	0,98	0,004823	2,402027	0,95	< 0,05
diciembre	0,000061	3,69759	0,92	0,000019	4,030375	0,93	< 0,05
2008							
enero	0,001194	2,805964	0,97	0,001364	2,759944	0,98	< 0,05
febrero	0,000364	3,181388	0,98	0,001572	2,745593	0,97	< 0,05
marzo	0,000559	3,043539	0,98	0,000813	2,932215	0,97	> 0,05
abril	0,000613	3,02159	0,96	0,000461	3,137847	0,97	< 0,05
TOTAL	0,000316	3,225954	0,98	0,000769	2,977916	0,97	< 0,05

4.2 OBJETIVO 1. Determinar y caracterizar el periodo de muda y cópula

Al evaluar la contextura del caparazón de los ejemplares de langostino amarillo y langostino colorado presentes en las capturas, en una escala mensual, se determinó que sólo durante el mes de diciembre los ejemplares presentaron exoesqueleto blando. Al respecto, en el langostino colorado capturado en la III y IV Región, dicha fracción correspondió a 23,1% y 100%, respectivamente. En el caso del langostino amarillo de la IV Región, la captura estuvo representada por el 71% de ejemplares con exoesqueleto blando. (Tabla 24).

Tabla 24 Proporción de ejemplares con exoesqueleto duro y blando en las capturas de langostino colorado y amarillo realizadas durante el mes de diciembre de 2007.

	Langostino colorado				Langostino amarillo			
	III región		IV región		III región		IV región	
MES	Duros	Blandos	Duros	Blandos	Duros	Blandos	Duros	Blandos
Diciembre (%)	76,9	23,1	0,0	100	s/i	s/i	29	71

Al realizar la expansión numérica de los ejemplares analizados a la captura total obtenida por tipo de caparazón durante todo el periodo 2007 - 2008, se determinó que en la III Región de un total de 927.050 individuos de langostino colorado, el 94,9% presentó exoesqueleto duro y el restante 5,1% exoesqueleto blando. En el caso del langostino amarillo, sólo se contó con muestras que presentaron individuos con exoesqueleto duro, cuya composición numérica alcanzó a 836.593 individuos (Tablas 25, 26 y 27). Cabe señalar que en esta zona de pesca no se pudo realizar muestreos durante el mes de diciembre

En la IV Región, la composición numérica del langostino colorado en las capturas correspondió a 3.241.424 individuos, de los cuales, el 96,9% presentó exoesqueleto duro y sólo el 3,1% exoesqueleto blando, al igual que lo observado en el langostino amarillo, donde la captura en número alcanzó a 2.747.843 individuos, de los cuales, el 97,8% estuvo representada por ejemplares con exoesqueleto duro y el restante de 2,2 % por individuos con exoesqueleto blando (Tablas 28, 29, 30 y 31).

Tabla 25. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto duro capturado en la III Región durante el periodo 2007-2008.

R Inferior	R Superior	f(x)	P Prom.(gr)	Pp.(kilos)	n*(Pp)	F. expansión	Captura en peso	captura en número
8	8,99	0	0,181	0,00018	0,0000	0,00000	0,00000	0
9	9,99	0	0,264	0,00026	0,0000	0,00000	0,00000	0
10	10,99	0	0,369	0,00037	0,0000	0,00000	0,00000	0
11	11,99	0	0,502	0,00050	0,0000	0,00000	0,00000	0
12	12,99	0	0,664	0,00066	0,0000	0,00000	0,00000	0
13	13,99	0	0,861	0,00086	0,0000	0,00000	0,00000	0
14	14,99	0	1,095	0,00110	0,0000	0,00000	0,00000	0
15	15,99	0	1,371	0,00137	0,0000	0,00000	0,00000	0
16	16,99	0	1,693	0,00169	0,0000	0,00000	0,00000	0
17	17,99	0	2,064	0,00206	0,0000	0,00000	0,00000	0
18	18,99	9	2,489	0,00249	0,0224	0,00050	5,57762	2.241
19	19,99	15	2,972	0,00297	0,0446	0,00099	11,10085	3.735
20	20,99	21	3,518	0,00352	0,0739	0,00164	18,39462	5.229
21	21,99	24	4,130	0,00413	0,0991	0,00220	24,68337	5.976
22	22,99	27	4,814	0,00481	0,1300	0,00288	32,36759	6.723
23	23,99	51	5,574	0,00557	0,2843	0,00631	70,79083	12.699
24	24,99	84	6,415	0,00642	0,5389	0,01196	134,18202	20.917
25	25,99	126	7,341	0,00734	0,9250	0,02052	230,33179	31.375
26	26,99	221	8,358	0,00836	1,8470	0,04098	459,92987	55.031
27	27,99	334	9,469	0,00947	3,1627	0,07018	787,54663	83.169
28	28,99	397	10,681	0,01068	4,2403	0,09409	1055,87912	98.856
29	29,99	483	11,998	0,01200	5,7949	0,12858	1442,98443	120.271
30	30,99	600	13,425	0,01342	8,0549	0,17873	2005,73565	149.405
31	31,99	421	14,967	0,01497	6,3012	0,13982	1569,05487	104.832
32	32,99	282	16,630	0,01663	4,6897	0,10406	1167,78470	70.220
33	33,99	193	18,419	0,01842	3,5549	0,07888	885,20142	48.059
34	34,99	115	20,339	0,02034	2,3390	0,05190	582,43676	28.636
35	35,99	120	22,396	0,02240	2,6875	0,05963	669,21847	29.881
36	36,99	8	24,595	0,02459	0,1968	0,00437	48,99484	1.992
37	37,99	3	26,941	0,02694	0,0808	0,00179	20,12593	747
38	38,99	0	29,441	0,02944	0,0000	0,00000	0,00000	0
39	39,99	0	32,100	0,03210	0,0000	0,00000	0,00000	0
40	40,99	0	34,923	0,03492	0,0000	0,00000	0,00000	0
41	41,99	0	37,916	0,03792	0,0000	0,00000	0,00000	0
42	42,99	0	41,085	0,04108	0,0000	0,00000	0,00000	0
43	43,99	0	44,436	0,04444	0,0000	0,00000	0,00000	0
44	44,99	0	47,975	0,04797	0,0000	0,00000	0,00000	0
45	45,99	0	51,707	0,05171	0,0000	0,00000	0,00000	0
46	46,99	0	55,640	0,05564	0,0000	0,00000	0,00000	0
47	47,99	0	59,778	0,05978	0,0000	0,00000	0,00000	0
48	48,99	0	64,127	0,06413	0,0000	0,00000	0,00000	0
49	49,99	0	68,695	0,06870	0,0000	0,00000	0,00000	0
50	50,99	0	73,487	0,07349	0,0000	0,00000	0,00000	0
51	51,99	0	78,510	0,07851	0,0000	0,00000	0,00000	0
52	52,99	0	83,769	0,08377	0,0000	0,00000	0,00000	0
53	53,99	0	89,271	0,08927	0,0000	0,00000	0,00000	0
54	54,99	0	95,022	0,09502	0,0000	0,00000	0,00000	0
55	55,99	0	101,029	0,10103	0,0000	0,00000	0,00000	0
Total		3.534					11.222	879.995

Tabla 26. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto blando capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región.

R Inferior	R Superior	f(x)	P Prom.(gr)	Pp.(kilos)	n*(Pp)	F. expansión	Captura en peso (K)	Captura en número
8	8,99	0	0,181	0,00018	0,0000	0,00000	0,00000	0
9	9,99	0	0,264	0,00026	0,0000	0,00000	0,00000	0
10	10,99	0	0,369	0,00037	0,0000	0,00000	0,00000	0
11	11,99	0	0,502	0,00050	0,0000	0,00000	0,00000	0
12	12,99	0	0,664	0,00066	0,0000	0,00000	0,00000	0
13	13,99	0	0,861	0,00086	0,0000	0,00000	0,00000	0
14	14,99	0	1,095	0,00110	0,0000	0,00000	0,00000	0
15	15,99	0	1,371	0,00137	0,0000	0,00000	0,00000	0
16	16,99	0	1,693	0,00169	0,0000	0,00000	0,00000	0
17	17,99	0	2,064	0,00206	0,0000	0,00000	0,00000	0
18	18,99	0	2,489	0,00249	0,0000	0,00000	0,00000	0
19	19,99	0	2,972	0,00297	0,0000	0,00000	0,00000	0
20	20,99	0	3,518	0,00352	0,0000	0,00000	0,00000	0
21	21,99	1	4,130	0,00413	0,0041	0,00142	0,64783	157
22	22,99	4	4,814	0,00481	0,0193	0,00660	3,02047	627
23	23,99	14	5,574	0,00557	0,0780	0,02676	12,24062	2.196
24	24,99	17	6,415	0,00642	0,1091	0,03739	17,10538	2.666
25	25,99	37	7,341	0,00734	0,2716	0,09314	42,60433	5.803
26	26,99	61	8,358	0,00836	0,5098	0,17481	79,96462	9.568
27	27,99	51	9,469	0,00947	0,4829	0,16559	75,74757	7.999
28	28,99	41	10,681	0,01068	0,4379	0,15016	68,68727	6.431
29	29,99	30	11,998	0,01200	0,3599	0,12342	56,45527	4.705
30	30,99	24	13,425	0,01342	0,3222	0,11048	50,53618	3.764
31	31,99	11	14,967	0,01497	0,1646	0,05645	25,82364	1.725
32	32,99	5	16,630	0,01663	0,0832	0,02851	13,04225	784
33	33,99	4	18,419	0,01842	0,0737	0,02526	11,55616	627
34	34,99	0	20,339	0,02034	0,0000	0,00000	0,00000	0
35	35,99	0	22,396	0,02240	0,0000	0,00000	0,00000	0
36	36,99	0	24,595	0,02459	0,0000	0,00000	0,00000	0
37	37,99	0	26,941	0,02694	0,0000	0,00000	0,00000	0
38	38,99	0	29,441	0,02944	0,0000	0,00000	0,00000	0
39	39,99	0	32,100	0,03210	0,0000	0,00000	0,00000	0
40	40,99	0	34,923	0,03492	0,0000	0,00000	0,00000	0
41	41,99	0	37,916	0,03792	0,0000	0,00000	0,00000	0
42	42,99	0	41,085	0,04108	0,0000	0,00000	0,00000	0
43	43,99	0	44,436	0,04444	0,0000	0,00000	0,00000	0
44	44,99	0	47,975	0,04797	0,0000	0,00000	0,00000	0
45	45,99	0	51,707	0,05171	0,0000	0,00000	0,00000	0
46	46,99	0	55,640	0,05564	0,0000	0,00000	0,00000	0
47	47,99	0	59,778	0,05978	0,0000	0,00000	0,00000	0
48	48,99	0	64,127	0,06413	0,0000	0,00000	0,00000	0
49	49,99	0	68,695	0,06870	0,0000	0,00000	0,00000	0
50	50,99	0	73,487	0,07349	0,0000	0,00000	0,00000	0
51	51,99	0	78,510	0,07851	0,0000	0,00000	0,00000	0
52	52,99	0	83,769	0,08377	0,0000	0,00000	0,00000	0
53	53,99	0	89,271	0,08927	0,0000	0,00000	0,00000	0
54	54,99	0	95,022	0,09502	0,0000	0,00000	0,00000	0
55	55,99	0	101,029	0,10103	0,0000	0,00000	0,00000	0
Total		300					457	47.055

Tabla 27. Composición numérica de langostino amarillo con exoesqueleto duro capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región.

R Inferior	R Superior	f(x)	P Prom.(gr)	Pp.(kilos)	n*(Pp)	F. expansión	Captura en peso (K)	Captura en número
8	8,99	0	0,353	0,00035	0,0000	0,00000	0,0	0
9	9,99	0	0,498	0,00050	0,0000	0,00000	0,0	0
10	10,99	0	0,677	0,00068	0,0000	0,00000	0,0	0
11	11,99	0	0,897	0,00090	0,0000	0,00000	0,0	0
12	12,99	0	1,160	0,00116	0,0000	0,00000	0,0	0
13	13,99	3	1,471	0,00147	0,0044	0,00005	0,8	551
14	14,99	4	1,834	0,00183	0,0073	0,00008	1,3	734
15	15,99	5	2,253	0,00225	0,0113	0,00012	2,1	918
16	16,99	11	2,732	0,00273	0,0301	0,00031	5,5	2.019
17	17,99	7	3,276	0,00328	0,0229	0,00024	4,2	1.285
18	18,99	7	3,889	0,00389	0,0272	0,00028	5,0	1.285
19	19,99	10	4,575	0,00458	0,0458	0,00047	8,4	1.836
20	20,99	30	5,339	0,00534	0,1602	0,00165	29,4	5.508
21	21,99	44	6,185	0,00618	0,2721	0,00281	50,0	8.078
22	22,99	54	7,117	0,00712	0,3843	0,00397	70,6	9.914
23	23,99	79	8,139	0,00814	0,6430	0,00664	118,0	14.503
24	24,99	154	9,257	0,00926	1,4255	0,01473	261,7	28.272
25	25,99	162	10,473	0,01047	1,6967	0,01753	311,5	29.741
26	26,99	243	11,794	0,01179	2,8659	0,02961	526,1	44.611
27	27,99	351	13,223	0,01322	4,6412	0,04795	852,0	64.438
28	28,99	317	14,764	0,01476	4,6803	0,04835	859,2	58.196
29	29,99	336	16,423	0,01642	5,5181	0,05701	1013,0	61.684
30	30,99	353	18,203	0,01820	6,4257	0,06639	1179,7	64.805
31	31,99	363	20,109	0,02011	7,2997	0,07542	1340,1	66.641
32	32,99	370	22,146	0,02215	8,1942	0,08466	1504,3	67.926
33	33,99	309	24,318	0,02432	7,5144	0,07764	1379,5	56.727
34	34,99	283	26,630	0,02663	7,5364	0,07786	1383,6	51.954
35	35,99	236	29,086	0,02909	6,8643	0,07092	1260,2	43.326
36	36,99	223	31,691	0,03169	7,0671	0,07301	1297,4	40.939
37	37,99	229	34,449	0,03445	7,8888	0,08150	1448,3	42.041
38	38,99	144	37,365	0,03736	5,3805	0,05559	987,8	26.436
39	39,99	87	40,443	0,04044	3,5185	0,03635	645,9	15.972
40	40,99	75	43,688	0,04369	3,2766	0,03385	601,5	13.769
41	41,99	38	47,105	0,04711	1,7900	0,01849	328,6	6.976
42	42,99	17	50,699	0,05070	0,8619	0,00890	158,2	3.121
43	43,99	7	54,473	0,05447	0,3813	0,00394	70,0	1.285
44	44,99	5	58,433	0,05843	0,2922	0,00302	53,6	918
45	45,99	1	62,583	0,06258	0,0626	0,00065	11,5	184
46	46,99	0	66,927	0,06693	0,0000	0,00000	0,0	0
47	47,99	0	71,472	0,07147	0,0000	0,00000	0,0	0
48	48,99	0	76,220	0,07622	0,0000	0,00000	0,0	0
49	49,99	0	81,177	0,08118	0,0000	0,00000	0,0	0
50	50,99	0	86,348	0,08635	0,0000	0,00000	0,0	0
51	51,99	0	91,737	0,09174	0,0000	0,00000	0,0	0
52	52,99	0	97,349	0,09735	0,0000	0,00000	0,0	0
53	53,99	0	103,189	0,10319	0,0000	0,00000	0,0	0
54	54,99	0	109,260	0,10926	0,0000	0,00000	0,0	0
55	55,99	0	115,569	0,11557	0,0000	0,00000	0,0	0
Total		4.557					17.769	836.593

Tabla 28. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto duro capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.

R Inferior	R Superior	f(x)	P. Prom.(gr)	Pp.(kilos)	n*(Pp)	F. expansión	Captura en peso (K)	Captura en número
8	8,99	1	0,334	0,00033	0,0003	0,00000	0,1	338
9	9,99	1	0,467	0,00047	0,0005	0,00000	0,2	338
10	10,99		0,632	0,00063	0,0000	0,00000	0,0	0
11	11,99		0,832	0,00083	0,0000	0,00000	0,0	0
12	12,99		1,071	0,00107	0,0000	0,00000	0,0	0
13	13,99	1	1,352	0,00135	0,0014	0,00001	0,5	338
14	14,99		1,678	0,00168	0,0000	0,00000	0,0	0
15	15,99	15	2,053	0,00205	0,0308	0,00019	10,4	5.063
16	16,99	26	2,481	0,00248	0,0645	0,00040	21,8	8.776
17	17,99	26	2,964	0,00296	0,0771	0,00048	26,0	8.776
18	18,99	43	3,507	0,00351	0,1508	0,00093	50,9	14.514
19	19,99	35	4,113	0,00411	0,1440	0,00089	48,6	11.814
20	20,99	39	4,785	0,00479	0,1866	0,00115	63,0	13.164
21	21,99	43	5,527	0,00553	0,2377	0,00147	80,2	14.514
22	22,99	81	6,343	0,00634	0,5138	0,00317	173,4	27.340
23	23,99	166	7,235	0,00723	1,2010	0,00741	405,4	56.031
24	24,99	202	8,208	0,00821	1,6579	0,01024	559,6	68.182
25	25,99	306	9,264	0,00926	2,8349	0,01750	956,9	103.285
26	26,99	415	10,408	0,01041	4,3194	0,02667	1.458,0	140.076
27	27,99	732	11,643	0,01164	8,5229	0,05262	2.876,8	247.075
28	28,99	786	12,973	0,01297	10,1966	0,06295	3.441,7	265.301
29	29,99	912	14,400	0,01440	13,1330	0,08108	4.432,8	307.831
30	30,99	1.104	15,929	0,01593	17,5858	0,10857	5.935,8	372.637
31	31,99	858	17,563	0,01756	15,0693	0,09303	5.086,4	289.604
32	32,99	997	19,306	0,01931	19,2481	0,11883	6.496,9	336.521
33	33,99	623	21,161	0,02116	13,1833	0,08139	4.449,8	210.283
34	34,99	447	23,132	0,02313	10,3398	0,06384	3.490,0	150.877
35	35,99	394	25,221	0,02522	9,9373	0,06135	3.354,2	132.988
36	36,99	324	27,434	0,02743	8,8887	0,05488	3.000,2	109.361
37	37,99	266	29,773	0,02977	7,9197	0,04889	2.673,2	89.784
38	38,99	158	32,242	0,03224	5,0943	0,03145	1.719,5	53.330
39	39,99	119	34,845	0,03484	4,1465	0,02560	1.399,6	40.166
40	40,99	97	37,584	0,03758	3,6457	0,02251	1.230,5	32.741
41	41,99	52	40,465	0,04046	2,1042	0,01299	710,2	17.552
42	42,99	22	43,489	0,04349	0,9568	0,00591	322,9	7.426
43	43,99	6	46,661	0,04666	0,2800	0,00173	94,5	2.025
44	44,99	5	49,985	0,04998	0,2499	0,00154	84,4	1.688
45	45,99	1	53,463	0,05346	0,0535	0,00033	18,0	338
46	46,99	0	57,100	0,05710	0,0000	0,00000	0,0	0
47	47,99	0	60,899	0,06090	0,0000	0,00000	0,0	0
48	48,99	0	64,864	0,06486	0,0000	0,00000	0,0	0
49	49,99	0	68,998	0,06900	0,0000	0,00000	0,0	0
50	50,99	0	73,304	0,07330	0,0000	0,00000	0,0	0
51	51,99	0	77,787	0,07779	0,0000	0,00000	0,0	0
52	52,99	0	82,451	0,08245	0,0000	0,00000	0,0	0
53	53,99	0	87,297	0,08730	0,0000	0,00000	0,0	0
54	54,99	0	92,331	0,09233	0,0000	0,00000	0,0	0
55	55,99	0	97,556	0,09756	0,0000	0,00000	0,0	0
Total		9.303					54.672	3.140.075

Tabla 29. Composición numérica de langostino colorado con exoesqueleto blando capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.

R Inferior	R Superior	f(x)	P. Prom.(gr)	Pp.(kilos)	n*(Pp)	F. expansión	Captura en peso (K)	Captura en número
8	8,99		0,334	0,00033	0,0000	0,00000	0,0	0
9	9,99		0,467	0,00047	0,0000	0,00000	0,0	0
10	10,99		0,632	0,00063	0,0000	0,00000	0,0	0
11	11,99		0,832	0,00083	0,0000	0,00000	0,0	0
12	12,99		1,071	0,00107	0,0000	0,00000	0,0	0
13	13,99		1,352	0,00135	0,0000	0,00000	0,0	0
14	14,99		1,678	0,00168	0,0000	0,00000	0,0	0
15	15,99		2,053	0,00205	0,0000	0,00000	0,0	0
16	16,99		2,481	0,00248	0,0000	0,00000	0,0	0
17	17,99		2,964	0,00296	0,0000	0,00000	0,0	0
18	18,99	4	3,507	0,00351	0,0140	0,02419	14,2	4.054
19	19,99	8	4,113	0,00411	0,0329	0,05675	33,3	8.108
20	20,99	25	4,785	0,00479	0,1196	0,20631	121,2	25.337
21	21,99	26	5,527	0,00553	0,1437	0,24783	145,6	26.351
22	22,99	19	6,343	0,00634	0,1205	0,20783	122,1	19.256
23	23,99	11	7,235	0,00723	0,0796	0,13725	80,7	11.148
24	24,99	3	8,208	0,00821	0,0246	0,04246	25,0	3.040
25	25,99	2	9,264	0,00926	0,0185	0,03195	18,8	2.027
26	26,99	1	10,408	0,01041	0,0104	0,01795	10,5	1.013
27	27,99		11,643	0,01164	0,0000	0,00000	0,0	0
28	28,99		12,973	0,01297	0,0000	0,00000	0,0	0
29	29,99		14,400	0,01440	0,0000	0,00000	0,0	0
30	30,99	1	15,929	0,01593	0,0159	0,02747	16,1	1.013
31	31,99	0	17,563	0,01756	0,0000	0,00000	0,0	0
32	32,99	0	19,306	0,01931	0,0000	0,00000	0,0	0
33	33,99	0	21,161	0,02116	0,0000	0,00000	0,0	0
34	34,99	0	23,132	0,02313	0,0000	0,00000	0,0	0
35	35,99	0	25,221	0,02522	0,0000	0,00000	0,0	0
36	36,99	0	27,434	0,02743	0,0000	0,00000	0,0	0
37	37,99	0	29,773	0,02977	0,0000	0,00000	0,0	0
38	38,99	0	32,242	0,03224	0,0000	0,00000	0,0	0
39	39,99	0	34,845	0,03484	0,0000	0,00000	0,0	0
40	40,99	0	37,584	0,03758	0,0000	0,00000	0,0	0
41	41,99	0	40,465	0,04046	0,0000	0,00000	0,0	0
42	42,99	0	43,489	0,04349	0,0000	0,00000	0,0	0
43	43,99	0	46,661	0,04666	0,0000	0,00000	0,0	0
44	44,99	0	49,985	0,04998	0,0000	0,00000	0,0	0
45	45,99	0	53,463	0,05346	0,0000	0,00000	0,0	0
46	46,99	0	57,100	0,05710	0,0000	0,00000	0,0	0
47	47,99	0	60,899	0,06090	0,0000	0,00000	0,0	0
48	48,99	0	64,864	0,06486	0,0000	0,00000	0,0	0
49	49,99	0	68,998	0,06900	0,0000	0,00000	0,0	0
50	50,99	0	73,304	0,07330	0,0000	0,00000	0,0	0
51	51,99	0	77,787	0,07779	0,0000	0,00000	0,0	0
52	52,99	0	82,451	0,08245	0,0000	0,00000	0,0	0
53	53,99	0	87,297	0,08730	0,0000	0,00000	0,0	0
54	54,99	0	92,331	0,09233	0,0000	0,00000	0,0	0
55	55,99	0	97,556	0,09756	0,0000	0,00000	0,0	0
Total		100					588	101.349

Tabla 30. Composición numérica de langostino amarillo con exoesqueleto duro capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.

R Inferior	R Superior	f(x)	P Prom.(gr)	Pp.(kilos)	n*(Pp)	F. expansión	Captura en peso (K)	Captura en número
8	8,99	1	0,349	0,00035	0,0003	0,00000	0,1	155,7
9	9,99	1	0,496	0,00050	0,0005	0,00000	0,1	155,7
10	10,99	1	0,680	0,00068	0,0007	0,00000	0,1	155,7
11	11,99	5	0,907	0,00091	0,0045	0,00001	0,7	778,6
12	12,99	9	1,180	0,00118	0,0106	0,00003	1,7	1.401,5
13	13,99	18	1,505	0,00150	0,0271	0,00007	4,2	2.803,0
14	14,99	31	1,885	0,00189	0,0585	0,00014	9,1	4.827,3
15	15,99	35	2,328	0,00233	0,0815	0,00020	12,7	5.450,2
16	16,99	41	2,836	0,00284	0,1163	0,00028	18,1	6.384,6
17	17,99	51	3,415	0,00342	0,1742	0,00042	27,1	7.941,8
18	18,99	94	4,071	0,00407	0,3827	0,00093	59,6	14.637,8
19	19,99	146	4,808	0,00481	0,7019	0,00170	109,3	22.735,3
20	20,99	255	5,631	0,00563	1,4359	0,00348	223,6	39.708,8
21	21,99	384	6,545	0,00655	2,5134	0,00609	391,4	59.796,8
22	22,99	521	7,557	0,00756	3,9370	0,00954	613,1	81.130,6
23	23,99	580	8,670	0,00867	5,0284	0,01218	783,0	90.318,1
24	24,99	721	9,890	0,00989	7,1307	0,01727	1.110,4	112.274,8
25	25,99	848	11,223	0,01122	9,5170	0,02305	1.482,0	132.051,3
26	26,99	955	12,674	0,01267	12,1033	0,02932	1.884,7	148.713,5
27	27,99	1.119	14,248	0,01425	15,9430	0,03862	2.482,7	174.251,7
28	28,99	987	15,950	0,01595	15,7428	0,03813	2.451,5	153.696,5
29	29,99	952	17,787	0,01779	16,9330	0,04101	2.636,8	148.246,3
30	30,99	988	19,763	0,01976	19,5258	0,04729	3.040,6	153.852,3
31	31,99	832	21,884	0,02188	18,2077	0,04410	2.835,3	129.559,8
32	32,99	969	24,156	0,02416	23,4074	0,05669	3.645,0	150.893,6
33	33,99	872	26,584	0,02658	23,1815	0,05615	3.609,8	135.788,6
34	34,99	852	29,174	0,02917	24,8564	0,06020	3.870,7	132.674,2
35	35,99	879	31,931	0,03193	28,0677	0,06798	4.370,7	136.878,7
36	36,99	824	34,862	0,03486	28,7260	0,06958	4.473,2	128.314,0
37	37,99	802	37,971	0,03797	30,4524	0,07376	4.742,1	124.888,2
38	38,99	542	41,264	0,04126	22,3650	0,05417	3.482,7	84.400,7
39	39,99	504	44,747	0,04475	22,5527	0,05462	3.511,9	78.483,3
40	40,99	424	48,427	0,04843	20,5329	0,04973	3.197,4	66.025,7
41	41,99	330	52,308	0,05231	17,2615	0,04181	2.688,0	51.387,9
42	42,99	309	56,396	0,05640	17,4263	0,04221	2.713,6	48.117,8
43	43,99	191	60,697	0,06070	11,5932	0,02808	1.805,3	29.742,7
44	44,99	103	65,218	0,06522	6,7174	0,01627	1.046,0	16.039,3
45	45,99	55	69,963	0,06996	3,8480	0,00932	599,2	8.564,6
46	46,99	13	74,940	0,07494	0,9742	0,00236	151,7	2.024,4
47	47,99	11	80,153	0,08015	0,8817	0,00214	137,3	1.712,9
48	48,99	3	85,608	0,08561	0,2568	0,00062	40,0	467,2
49	49,99	1	91,312	0,09131	0,0913	0,00022	14,2	155,7
50	50,99	1	97,271	0,09727	0,0973	0,00024	15,1	155,7
51	51,99	0	103,490	0,10349	0,0000	0,00000	0,0	0,0
52	52,99	0	109,975	0,10998	0,0000	0,00000	0,0	0,0
53	53,99	0	116,733	0,11673	0,0000	0,00000	0,0	0,0
54	54,99	0	123,770	0,12377	0,0000	0,00000	0,0	0,0
55	55,99	0	131,091	0,13109	0,0000	0,00000	0,0	0,0
Total		17.260					64.292	2.687.743

Tabla 31. Composición numérica de langostino amarillo con exoesqueleto blando capturado en la IV Región durante el periodo 2007-2008.

R Inferior	R Superior	f(x)	P. Prom.(gr)	Pp.(kilos)	n*(Pp)	F. expansión	Captura en peso (K)	Captura en número
8	8,99		0,349	0,00035	0,0000	0,00000	0,0	0
9	9,99		0,496	0,00050	0,0000	0,00000	0,0	0
10	10,99		0,680	0,00068	0,0000	0,00000	0,0	0
11	11,99		0,907	0,00091	0,0000	0,00000	0,0	0
12	12,99		1,180	0,00118	0,0000	0,00000	0,0	0
13	13,99		1,505	0,00150	0,0000	0,00000	0,0	0
14	14,99		1,885	0,00189	0,0000	0,00000	0,0	0
15	15,99		2,328	0,00233	0,0000	0,00000	0,0	0
16	16,99		2,836	0,00284	0,0000	0,00000	0,0	0
17	17,99		3,415	0,00342	0,0000	0,00000	0,0	0
18	18,99	3	4,071	0,00407	0,0122	0,00493	3,7	901
19	19,99	8	4,808	0,00481	0,0385	0,01551	11,6	2.404
20	20,99	18	5,631	0,00563	0,1014	0,04088	30,5	5.409
21	21,99	12	6,545	0,00655	0,0785	0,03168	23,6	3.606
22	22,99	11	7,557	0,00756	0,0831	0,03353	25,0	3.305
23	23,99	22	8,670	0,00867	0,1907	0,07693	57,3	6.611
24	24,99	13	9,890	0,00989	0,1286	0,05186	38,6	3.906
25	25,99	30	11,223	0,01122	0,3367	0,13581	101,2	9.015
26	26,99	10	12,674	0,01267	0,1267	0,05112	38,1	3.005
27	27,99	17	14,248	0,01425	0,2422	0,09770	72,8	5.108
28	28,99	16	15,950	0,01595	0,2552	0,10294	76,7	4.808
29	29,99	12	17,787	0,01779	0,2134	0,08609	64,1	3.606
30	30,99	10	19,763	0,01976	0,1976	0,07972	59,4	3.005
31	31,99	7	21,884	0,02188	0,1532	0,06179	46,0	2.103
32	32,99	5	24,156	0,02416	0,1208	0,04872	36,3	1.502
33	33,99	2	26,584	0,02658	0,0532	0,02145	16,0	601
34	34,99	1	29,174	0,02917	0,0292	0,01177	8,8	300
35	35,99	1	31,931	0,03193	0,0319	0,01288	9,6	300
36	36,99		34,862	0,03486	0,0000	0,00000	0,0	0
37	37,99		37,971	0,03797	0,0000	0,00000	0,0	0
38	38,99	1	41,264	0,04126	0,0413	0,01664	12,4	300
39	39,99	1	44,747	0,04475	0,0447	0,01805	13,4	300
40	40,99		48,427	0,04843	0,0000	0,00000	0,0	0
41	41,99		52,308	0,05231	0,0000	0,00000	0,0	0
42	42,99		56,396	0,05640	0,0000	0,00000	0,0	0
43	43,99		60,697	0,06070	0,0000	0,00000	0,0	0
44	44,99		65,218	0,06522	0,0000	0,00000	0,0	0
45	45,99		69,963	0,06996	0,0000	0,00000	0,0	0
46	46,99		74,940	0,07494	0,0000	0,00000	0,0	0
47	47,99		80,153	0,08015	0,0000	0,00000	0,0	0
48	48,99		85,608	0,08561	0,0000	0,00000	0,0	0
49	49,99		91,312	0,09131	0,0000	0,00000	0,0	0
50	50,99		97,271	0,09727	0,0000	0,00000	0,0	0
51	51,99		103,490	0,10349	0,0000	0,00000	0,0	0
52	52,99		109,975	0,10998	0,0000	0,00000	0,0	0
53	53,99		116,733	0,11673	0,0000	0,00000	0,0	0
54	54,99		123,770	0,12377	0,0000	0,00000	0,0	0
55	55,99		131,091	0,13109	0,0000	0,00000	0,0	0
Total		200					745	60.100

Con el objeto de determinar el número de mudas de las dos especies de langostinos en la III y IV Región, el análisis realizado sobre la estructura de tallas de los ejemplares capturados permitió descomponer en el caso del langostino colorado y langostino amarillo 7 y 8 componentes normales, respectivamente. Al realizar la regresión entre el logaritmo del promedio de la longitud

y su componente normal, el ajuste fue altamente significativo, lo que evidenció que cada componente correspondía un estado de muda de acuerdo a la Ley de “Dyar”, en la forma representada por Tessier (1936). En la Tabla 32 se muestran las longitudes promedios de cada especie por zona de pesca y en la Fig. 19 la curva que describe la relación entre las variables. Además, en la Tabla 33 se muestran los parámetros que describen la relación entre la longitud promedio del estado de muda al tiempo t versus la longitud del estado de muda siguiente ($t+1$), cuya relación también presentó ajustes significativos. De acuerdo al modelo de crecimiento relativo propuesto Hiatt (1948), existe gran similitud entre los sexos de ambas especies de langostinos. En términos de los coeficientes de crecimiento que corresponden a las pendientes en las relaciones, y a los modelos descritos por Kurata (1962), se determinó que ambas especies presentan un crecimiento relativo por muda del tipo aritmético ($b = 1$), donde los incrementos sucesivos por mudas son independientes del tamaño de premudas y permanecen relativamente constante en el tiempo. En este contexto, el incremento en longitud cefalotorácica del langostino colorado en la III y IV regiones, correspondió a 2,82 y 3,35 mm de LC, respectivamente, y en el caso del langostino amarillo fue de 3,8 mm en la III Región y 4,16 mm en la IV Región.

Tabla 32. Longitud promedio resultante de la separación de componentes normales en las distribuciones de tallas de langostino colorado y amarillo por zona de pesca.

III REGION					
		Langostino colorado		Langostino amarillo	
Comp Norma	Long-media	desviación	Long-media	desviación	
1	20,08	1,04	16,12	0,91	
2	24,13	0,96	21,37	0,96	
3	27,17	1,12	24,86	1,14	
4	30,07	1,19	27,38	0,81	
5	32,8	0,73	31,23	2,5	
6	34,62	0,85	36,36	1,62	
7	37,02	0,74	39,67	1,24	
8			42,75	1,51	
IV REGION					
		Langostino colorado		Langostino amarillo	
Comp Norma	Long-media	desviación	Long-media	desviación	
1	18,51	1,1	15,66	1,56	
2	23,38	1,33	22,06	1,63	
3	26,06	0,82	25,79	1,32	
4	29,58	2,12	29,56	2,01	
5	32,71	0,92	32,66	0,5	
6	35,63	1,24	35,42	1,73	
7	38,63	0,64	40,25	2,23	
8			44,78	1,22	

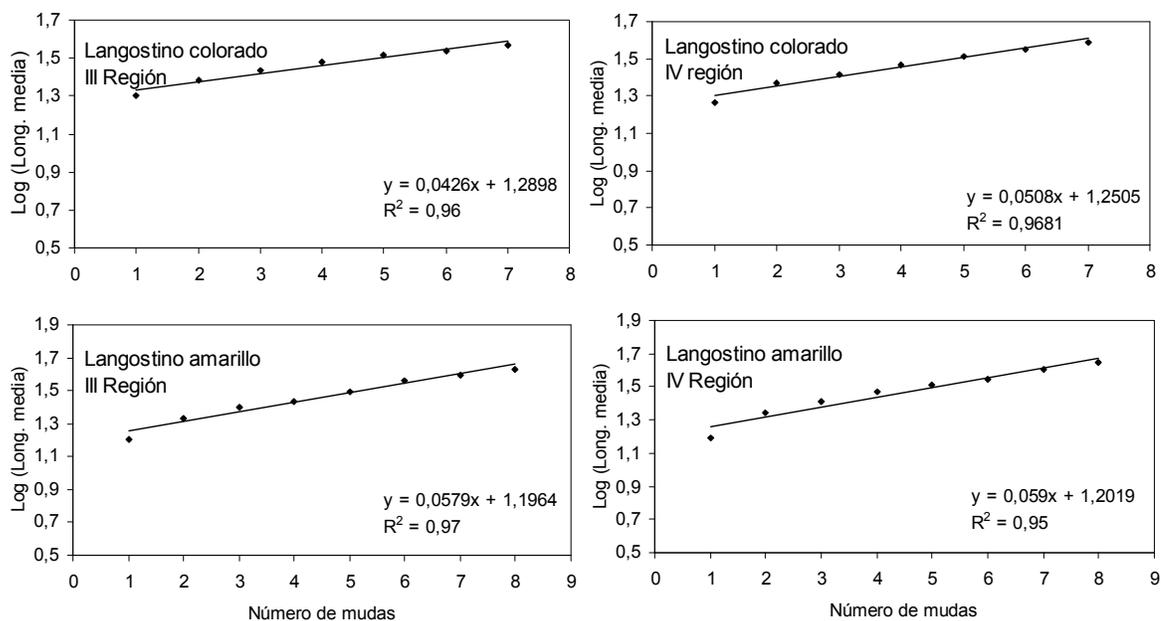


Fig. 19. Relación entre el logaritmo de la longitud promedio versus componente normal (estado de muda), obtenido por el método de Battacharya en el langostino colorado y amarillo, en la III y IV Región, periodo 2007-2008.

Tabla 33. Parámetros de la relación entre el promedio de la longitud del primer estado de muda (t) y el siguiente estado (t+1) en langostino colorado y amarillo por zona de pesca.

	III REGIÓN		IV REGIÓN	
	LC	LA	LC	LA
a	6,2948	5,1296	5,6925	5,7379
b	0,8767	0,9529	0,9154	0,9452
r	0,998	0,993	0,995	0,990

4.3 OBJETIVO 2. Determinar y describir el periodo de portación de huevos

Con el objetivo de conocer la evolución temporal de la proporción de hembras ovíferas de langostino colorado y langostino marillo en una escala de tiempo anual en zonas de pesca de las regiones III y IV, la información obtenida en el presente proyecto fue complementada con los resultados obtenidos del monitoreo de crustáceos realizados por la Universidad Católica del Norte durante el periodo 1998 – 2002. Al respecto, en la III Región la proporción de hembras ovíferas de langostino colorado en las capturas se observó principalmente durante los meses de mayo a septiembre, con el valor más alto de la serie durante el mes de julio (92,9%). Si bien, durante los meses de octubre y noviembre también se observaron hembras ovíferas en las capturas, la proporción de éstas sólo representó el 21,6 y 3,6%, respectivamente. Cabe señalar que durante el mes de diciembre y primer cuatrimestre del año siguiente no se observaron hembras ovíferas en las capturas de langostino colorado (Fig. 20).

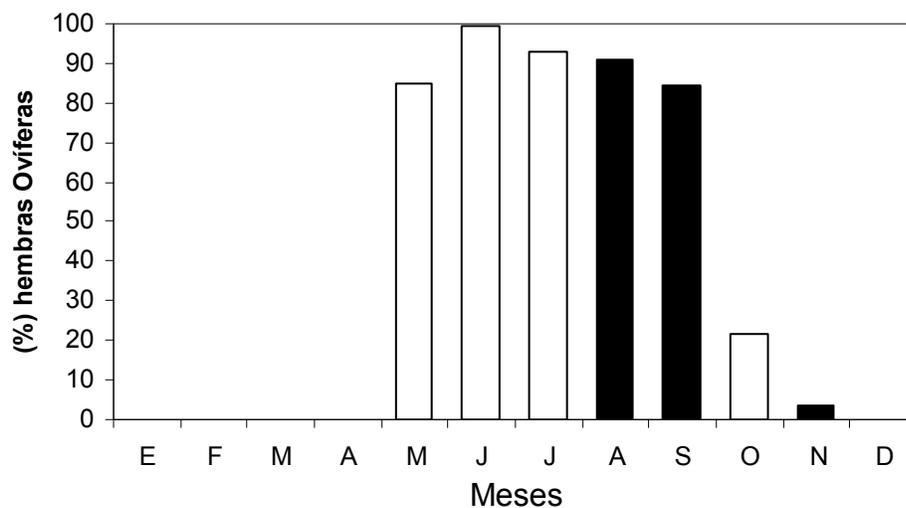


Fig. 20. Proporción de hembras ovíferas de langostino colorado durante el periodo 2007 - 2008 en la III Región (barras negras), promedio del periodo 1998 – 2001 (barras blancas).

En igual zona de pesca, la proporción de hembras ovíferas de langostino amarillo presentaron un aumento paulatino desde el mes de mayo en adelante, alcanzando los valores más altos de la serie entre los meses de julio a octubre, cuando dicha fracción superó el 80% en las capturas. Sin embargo, en el mes de noviembre se determinó una disminución significativa de éstas, cuando se alcanzó sólo el 7,3% hasta disminuir a cero durante el mes de diciembre y mantener esta condición hasta finales del mes de abril del año siguiente (Fig. 21).

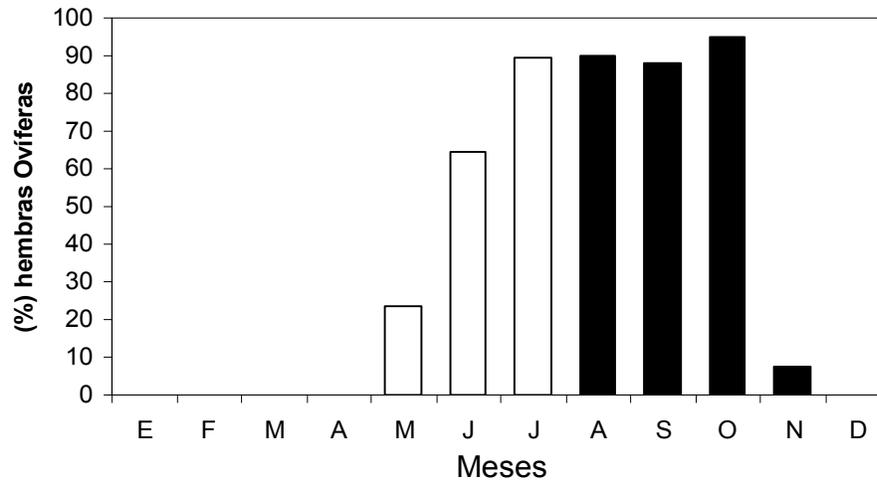


Fig. 21. Proporción de hembras ovíferas de langostino amarillo durante el periodo 2007 - 2008 en la III Región (barras negras), promedio del periodo 1998 - 2001 (barras blancas).

En la IV Región, la proporción de hembras ovíferas de langostino colorado presentó una gran variabilidad en los meses analizados y el periodo de máxima actividad reproductiva se observó durante los meses de mayo a agosto, cuando dicha fracción superó el 80% en las capturas. Si bien, en los meses de septiembre y octubre se observó una disminución de éstas en las capturas cuando se obtuvieron valores de 57,1 y 33,3%, respectivamente, durante el mes de noviembre nuevamente las capturas estuvieron representadas por una significativa proporción de hembras ovíferas (97,7%). Al igual que los casos anteriores, en el mes de diciembre no se observaron hembras ovíferas en las capturas, situación que se mantuvo hasta el mes de febrero del año siguiente (Fig. 22).

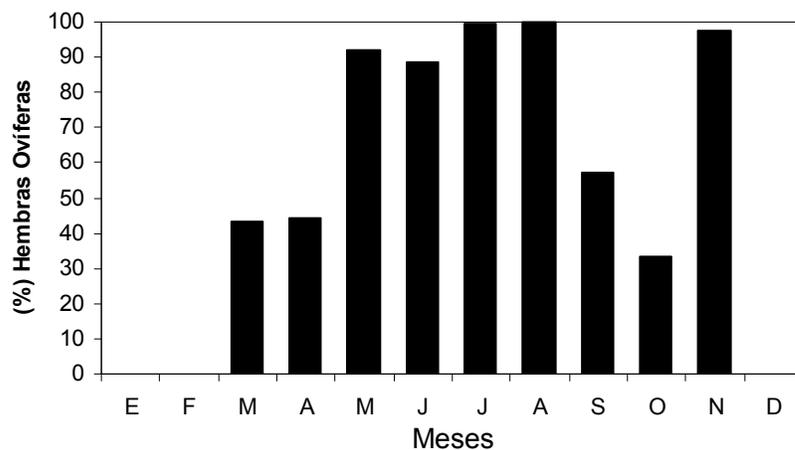


Fig. 22. Proporción de hembras ovíferas de langostino colorado durante el periodo 2007 -2008 en la IV Región.

En el caso del langostino amarillo, a partir del mes de mayo se observó la aparición de hembras ovíferas en las capturas, sin embargo el periodo de mayor portación de huevos se situó entre los meses de julio y octubre, cuando en todos los casos dicha proporción superó el 60 % como promedio. En los meses de noviembre y diciembre no se observaron hembras ovíferas en las capturas de langostino amarillo y tampoco durante el periodo enero-abril del año siguiente en la IV Región (Fig. 23).

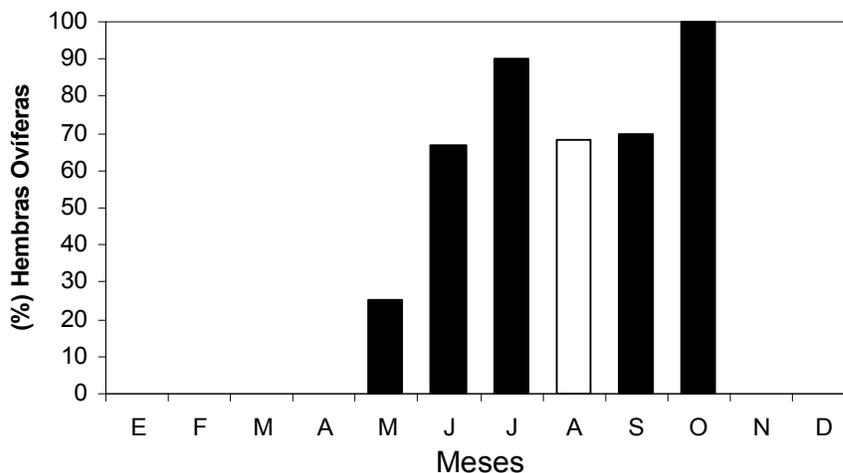


Fig. 23. Proporción de hembras ovíferas de langostino amarillo durante el periodo 2007 - 2008 en la IV Región (barras negras), promedio del periodo 1998 – 2001 (barras blancas).

Al realizar el análisis de la proporción de hembras ovíferas por estrato de profundidad, el langostino colorado capturado en la III Región, mostró una fracción de hembras portadoras durante los meses de agosto y septiembre en la mayoría de los estratos de profundidad (Tabla 34) En igual zona de pesca, el recurso langostino amarillo mostró valores altos en la mayoría de los estratos de profundidad durante el mes de agosto, mientras que en el mes de septiembre los valores fueron máximos sólo en el estrato de profundidad entre 200 y 250 m y en el mes de octubre además en el estrato de profundidad de 250 y 300 m (Tabla 35).

Tabla 34. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino colorado por rango de profundidad y mes en la III Región.

MESES	PROFUNDIDAD (m)						
	100 - 150	150 - 200	200 -250	250 - 300	300 - 350	350 - 400	400 - 450
2007							
agosto	97,7	86,1	89	100			100
septiembre			94	91,1	69,1	94,4	
octubre							
noviembre					10,5		
diciembre							
2008							
enero							
febrero							
marzo							
abril							

Tabla 35. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino amarillo por rango de profundidad y mes en la III Región.

MESES	PROFUNDIDAD (m)						
	100 - 150	150 - 200	200 -250	250 - 300	300 - 350	350 - 400	400 - 450
2007							
agosto	98,1		86,4	72,4	97	100	
septiembre			100				
octubre			98,3	93			
noviembre					7,5		
diciembre							
2008							
enero							
febrero							
marzo							
abril							

En la IV región, la proporción de hembras ovíferas de langostino colorado mostró valores significativos durante mayo sólo en el estrato de profundidad de 250 y 300 m, a diferencia de junio, cuando dicha fracción fue máxima en la mayor parte de los estratos de profundidad. Durante julio y agosto, los valores máximos se observaron en los estratos entre 100 y 250 m, a diferencia de septiembre, cuando la mayor fracción de hembras portadoras se observó sólo en el rango de 200 y 250 m de profundidad. Durante noviembre, la mayor fracción de hembras portadoras se observó en el estrato entre 300 y 350 m de profundidad. En el langostino amarillo, la mayor actividad se observó entre junio y octubre, cuando en todos los casos la mayor proporción de hembras ovíferas se observó en el rango batimétrico entre 100 y 350 m (Tablas 36 y 37).

Tabla 36. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino colorado por estrato de profundidad y mes en la IV Región.

MESES	PROFUNDIDAD (m)						
	100 - 150	150 - 200	200 -250	250 - 300	300 - 350	350 - 400	400 - 450
2007							
mayo			25	97,8			
junio	81,3	98,4	97,8	94,4	89,3	64,1	
julio	100	99,6	100				
agosto	100	100					
septiembre			100	50			
octubre			33,3				
noviembre				97,7			
diciembre							
2008							
enero							
febrero							
marzo							45,3
abril						6,3	14,3

Tabla 37. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino amarillo por rango de profundidad y mes en la IV Región.

MESES	PROFUNDIDAD (m)						
	100 - 150	150 - 200	200 -250	250 - 300	300 - 350	350 - 400	400 - 450
2007							
mayo			31,7	17,3	3,8		
junio	91,4	68,1	90,9	70,3	15,9	2,4	
julio		99,9	98,3	60,4	57,1		
agosto							
septiembre	100	63,2	80,8	42,3			
octubre			100				
noviembre							
diciembre							
2008							
enero							
febrero							
marzo							
abril							

4.4. OBJETIVO 3. Determinar el proceso de madurez sexual de machos y hembras.

En la III Región, la proporción de machos de langostino colorado fue mayor que las hembras en todos los meses analizados, con valores máximos de 97,3 y 83,1% en los meses de enero y febrero, respectivamente y cuando el valor más bajo de la serie se estimó durante septiembre (57,4%) respecto a las hembras en las capturas. Al considerar el total de la muestra, las hembras representaron el 62,9% y los machos el 37,1% (Tabla 38)

Tabla 38. Proporción de machos y hembras de langostino colorado capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.

MES	Prop Machos	varianza	Prop Hembras	varianza
2007				
agosto	0,6659	0,00037	0,3341	0,00074
septiembre	0,574	0,00031	0,426	0,00042
octubre				
noviembre	0,7200	0,00141	0,2800	0,00367
diciembre	0,5932	0,00063	0,4068	0,00092
2008				
enero	0,9732	0,00018	0,0268	0,00871
febrero	0,6004	0,00081	0,3996	0,00121
marzo	0,8305	0,00293	0,1695	0,01564
abril				
Total	0,6294	0,0001	0,3706	0,00016

En el recurso langostino amarillo, se observó la misma situación anterior, en el sentido que la proporción de machos fue mayor que la de las hembras. Los valores más altos de la serie se estimaron durante los meses de agosto y enero, cuando se obtuvo un 83,3 y 78,4%, respectivamente. Al considerar el total de la muestra, la proporción de machos alcanzó el 71,5% y las hembras el 28,5% (Tabla 39).

Tabla 39. Proporción de machos y hembras de langostino amarillo capturado durante el periodo 2007-2008 en la III Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.

MES	Prop_Machos	varianza	Prop_Hembras	varianza
2007				
agosto	0,8630	0,00008	0,1370	0,00054
septiembre	0,7344	0,00210	0,2656	0,00591
octubre	0,3300	0,00135	0,6700	0,00066
noviembre	0,5773	0,00444	0,4227	0,00610
diciembre				
2008				
enero	0,7840	0,00048	0,2160	0,00176
febrero	0,6700	0,00066	0,3300	0,00134
marzo	0,7787	0,00030	0,2213	0,00104
abril	0,5471	0,00089	0,4529	0,00108
Total	0,7165	0,00006	0,2835	0,00016

Si bien, en la IV Región la proporción de ejemplares machos de langostino colorado fue mayor que las hembras en la mayoría de los meses analizados, durante el periodo enero – febrero, agosto y octubre, la proporción de hembras fue mayor que los machos. En términos generales, el valor mínimo y máximo de la serie en los machos, se observó durante los meses de enero y septiembre, con 42% y 94%, respectivamente. En el caso de las hembras, el valor mínimo se observó durante septiembre con 0,05 % y el valor máximo durante octubre, cuando se obtuvo el 60,1% del total (Tablas 40).

En el caso del recurso langostino amarillo, la proporción de machos en las capturas fue mayor que las hembras en todos los meses analizados, con valores mínimos y máximos de 51,9 y 79,8% en mayo y noviembre, respectivamente (Tabla 41).

4.4.1 Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos

Al igual que la proporción de hembras ovíferas, el análisis de la información de los estados de madurez de los huevos de las dos especies de langostinos en la III Región también fue complementado con la información biológica obtenida durante el periodo 1998 - 2001. En el caso del recurso langostino colorado capturado en esa región, el principal estado de madurez de los huevos correspondió al estado E-3 durante los meses de agosto y septiembre, sin embargo, en

Tabla 40. Proporción de machos y hembras de langostino colorado capturado durante el periodo 2007 -2008 en la IV Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.

MES	Prop_Machos	varianza	Prop_Hembras	varianza
2007				
mayo	0,7308	0,00149	0,2692	0,0041
junio	0,5834	0,00013	0,4166	0,00018
julio	0,6016	0,00025	0,3984	0,00038
agosto	0,45	0,00138	0,55	0,00113
septiembre	0,9402	0,00052	0,0598	0,00937
octubre	0,395	0,00519	0,605	0,00337
noviembre	0,614	0,00085	0,386	0,00135
diciembre	0,69	0,00315	0,31	0,00713
2008				
enero	0,4205	0,00157	0,5795	0,00114
febrero	0,4229	0,00166	0,5771	0,00121
marzo	0,5269	0,00183	0,4731	0,00204
abril	0,5925	0,00018	0,4075	0,00027
Total	0,5765	0,00005	0,4235	0,00006

Tabla 41. Proporción de machos y hembras de langostino amarillo capturado durante el periodo 2007 – 2008 en la IV Región. Se indica la varianza asociada a cada proporción.

MES	Prop_Machos	var_Machos	Prop_Hembras	var_Hembras
2007				
mayo	0,5193	0,00019	0,4807	0,0002
junio	0,6926	0,00004	0,3074	0,00009
julio	0,6382	0,0001	0,3618	0,00018
agosto				
septiembre	0,5468	0,00087	0,4532	0,00105
octubre	0,7241	0,00241	0,2759	0,00644
noviembre	0,7982	0,00179	0,2018	0,00732
diciembre	0,5724	0,00152	0,4276	0,00204
2008				
enero	0,5643	0,00057	0,4357	0,00074
febrero	0,6833	0,00029	0,3167	0,00063
marzo	0,612	0,00214	0,388	0,00339
abril	0,6345	0,00054	0,3655	0,00093
Total	0,6415	0,00002	0,3585	0,00004

ambos meses se comenzó a insinuar la aparición de los estados E - 4 y E - 5 en las capturas al igual que lo observado con la información biológica del periodo 1998 - 2001. Durante el mes de noviembre las capturas claramente estuvieron representadas por el estado de madurez E - 4. En general, con la información disponible se puede concluir que si bien en la mayoría de los meses analizados se observaron distintos estados de madurez de los huevos en las muestras, hacia finales del periodo la proporción de los estados más avanzados comienza a notarse con mayor fuerza. En el caso del langostino amarillo se observó la misma situación descrita para el langostino colorado donde los estados de madurez más avanzados (E - 4) aparecen de manera más recurrente hacia finales del año (Figs. 24 y 25).

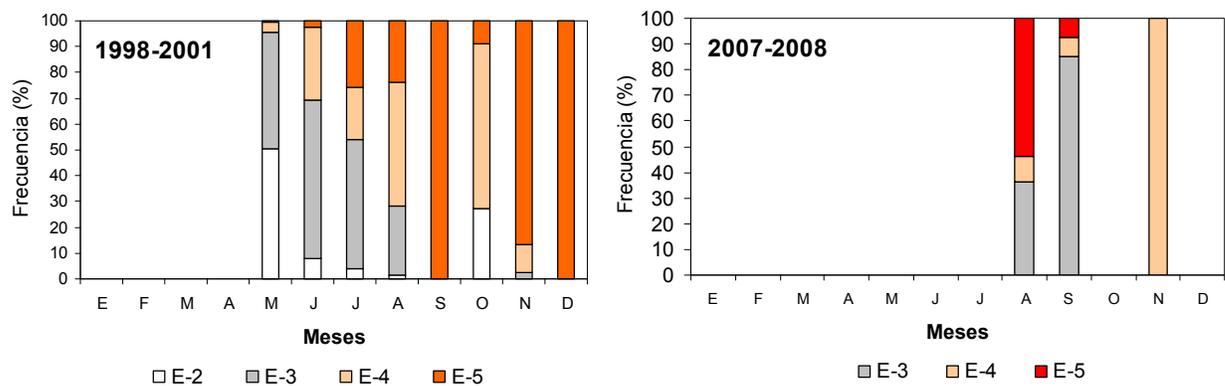


Fig. 24. Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino colorado capturado en la III Región, periodo los periodos 1998-2001 y 2007-2008.

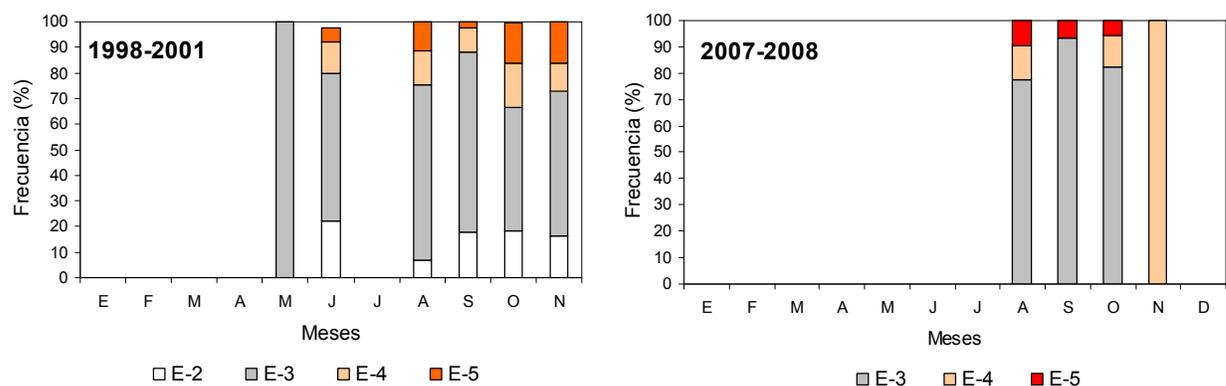


Fig. 25. Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino amarillo capturado en la III Región, durante los periodos 1998-2001 y 2007-2008.

En la IV Región, en el langostino colorado se observaron hembras ovíferas a contar del mes de mayo hasta noviembre y en los primeros meses el estado de madurez principal correspondió al estado E - 3, sin embargo, a partir del mes de junio se observó la aparición de estados más avanzados (E - 4 y E - 5), los cuales aumentaron su proporcionalidad hacia finales del periodo cuando en el mes de noviembre el estado E - 5 alcanzó su mayor representatividad (84,8%). Por otra parte, en las muestras de langostino amarillo predominó durante todos los meses analizados el estado de madurez E - 3, sin embargo, la proporción de los estados más avanzados presentaron un crecimiento paulatino hacia finales del periodo (Figs. 26 y 27).

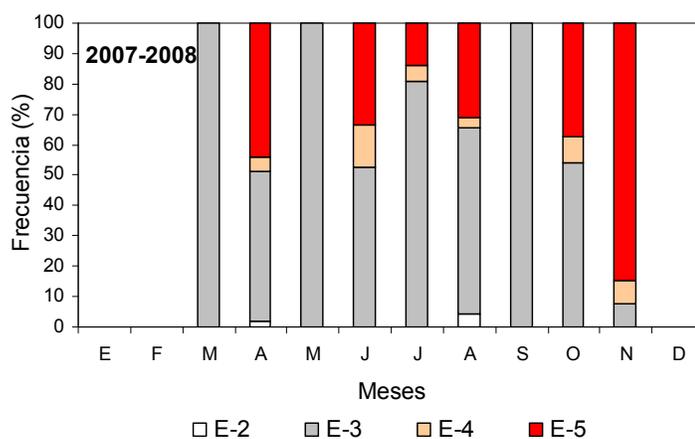


Fig. 26. Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino colorado capturado en la IV Región, periodo 2007-2008.

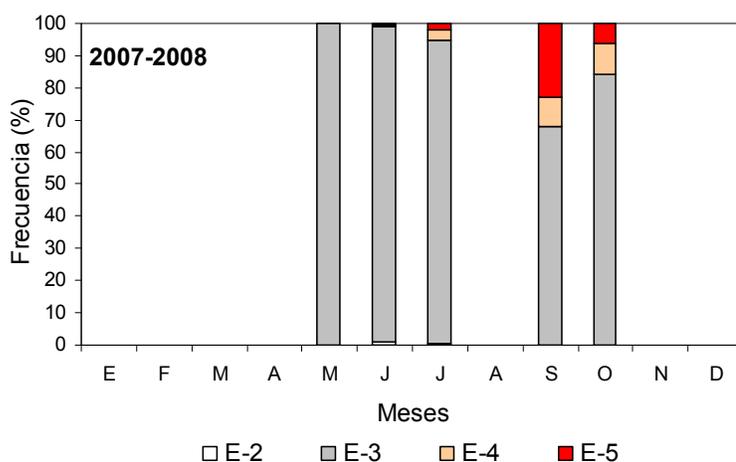


Fig. 27. Proporción de los estadios de madurez de los huevos de hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región, periodo 2007-2008.

4.4.2. Talla promedio de madurez sexual

La estimación de la talla de primera madurez sexual en las dos especies de langostinos por zona de pesca, se realizó considerando la información del periodo de mayor actividad reproductiva. Al respecto, en la III Región la estimación del indicador sólo se realizó en el langostino amarillo, la cual se situó en los 22,0 mm de LC (Fig. 28), mientras que, en el langostino colorado no fue posible realizar el ajuste de los datos debido principalmente a la marcada variabilidad de la proporción de hembras maduras en todo el rango de tallas (modelos con baja bondad de ajuste).

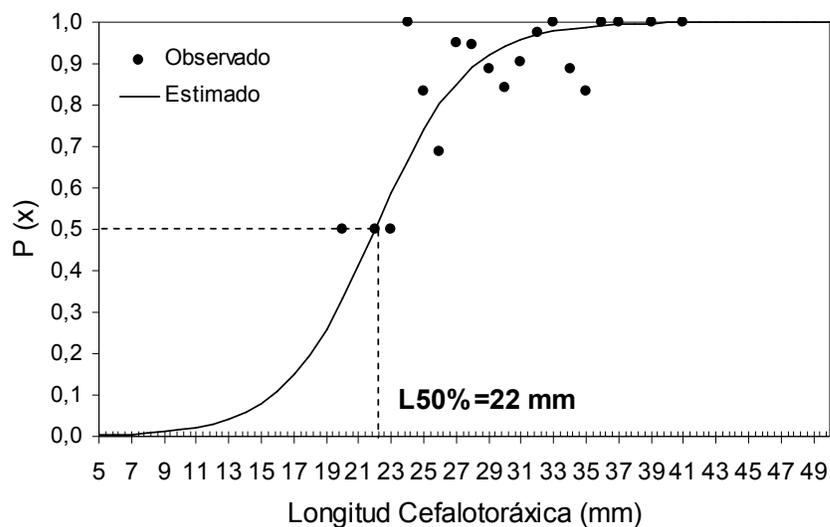


Fig. 28. Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino amarillo en la III Región, año 2007. Se indica la talla bajo el criterio del $L_{50\%}$.

En la IV Región, la talla de primera madurez sexual en el langostino colorado correspondió a 20,3 mm de LC, y en el caso del langostino amarillo a 24,9 mm de LC (Figs. 29 y 30). En la Tabla 42 se muestran las longitudes estimadas con la función logística de madurez sexual para ambos recursos objetivos, considerando desde el percentil 10 al 90.

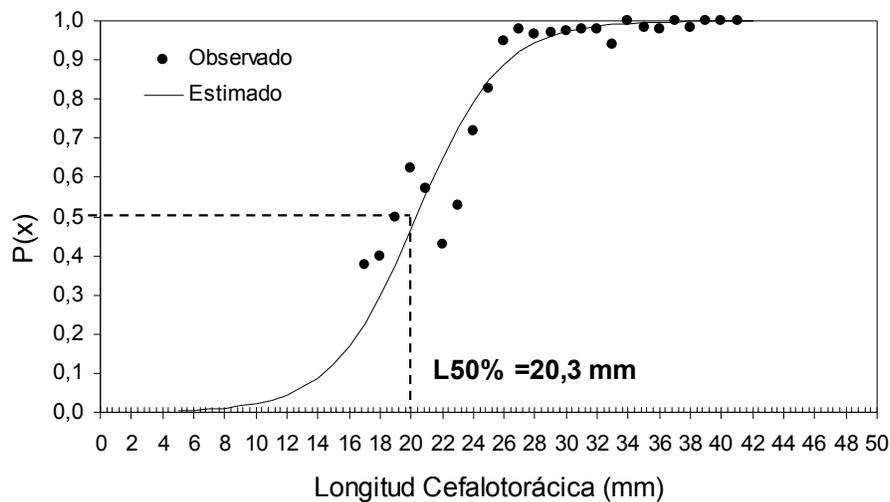


Fig. 29. Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino colorado en la IV Región, periodo 2007. Se indica la talla bajo el criterio del L50%.

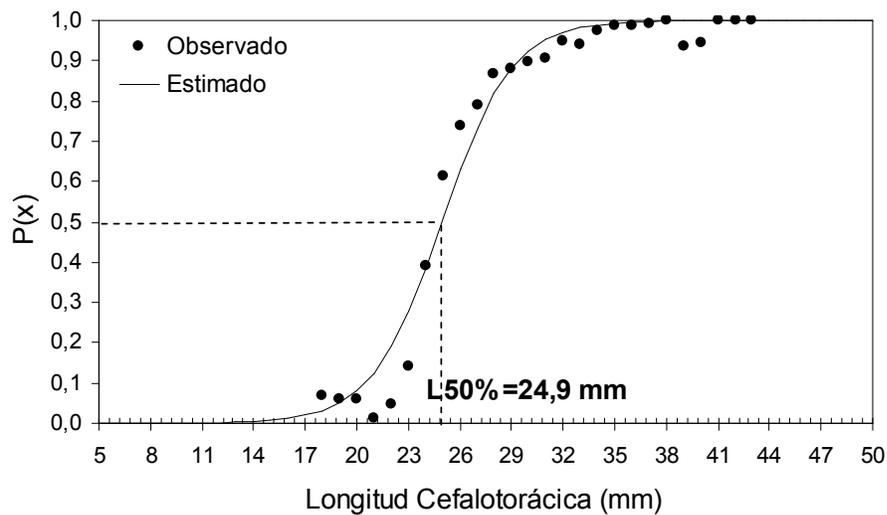


Fig. 30. Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino amarillo en la IV Región, periodo 2007. Se indica la talla bajo el criterio del L50%.

Tabla 42. Tallas estimadas considerando los porcentajes de madurez del 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80 y 90%.

	LC IV Región	LA III Región	LA IV Región
Percentil	<i>Talla de madurez (mm)</i>		
10	14,4	15,7	20,5
20	16,6	18,0	22,1
30	18,0	19,6	23,2
40	19,2	20,8	24,1
50	20,3	22,0	24,9
60	21,5	23,2	25,7
70	22,7	24,4	26,6
80	24,1	26,0	27,7
90	26,3	28,3	29,4

4.4.3. Fecundidad

Debido a la información disponible, la estimación de la fecundidad en ambas especies de langostinos, se realizó sólo para los ejemplares capturados en la IV Región. En el caso del langostino colorado, el análisis de los huevos se realizó en un total de 76 hembras, cuyo rango de tallas estuvo comprendido entre 22,6 mm y 37,4 mm de LC. En el langostino amarillo, el total de hembras analizadas, correspondió a 116 individuos, con un rango de tallas entre 22 y 39,4 mm de LC. Cabe señalar, que en ambos casos, se observó una alta variabilidad en el número de huevos portados por las hembras de similar talla de cefalotórax.

De acuerdo a los diferentes modelos de ajuste utilizados en el análisis, en el caso del recurso langostino colorado, la mayor bondad de ajuste se alcanzó a través de los modelos del tipo **exponencial**, con el cual, se obtuvo un $r^2 = 0,77$, con una suma de residuos (D) equivalente a 2.364, respectivamente (Tabla 43; Fig. 31).

Tabla 43. Parámetros de la relación de fecundidad establecidos para las hembras de langostino colorado capturado en la IV Región.

Modelo	a	b	R ²	n	D
Lineal	-25.278,16	1.190,09	0,70	80	2.704
Potencial	0,0052	4,2416	0,77	80	2.378
Exponencial	141,714	0,139	0,77	80	2.364
Doble exponencial Lineal	1,7578	0,0151	0,77	80	2.368
Doble exponencial Potencial	1,0917	0,2078	0,77	80	2.366

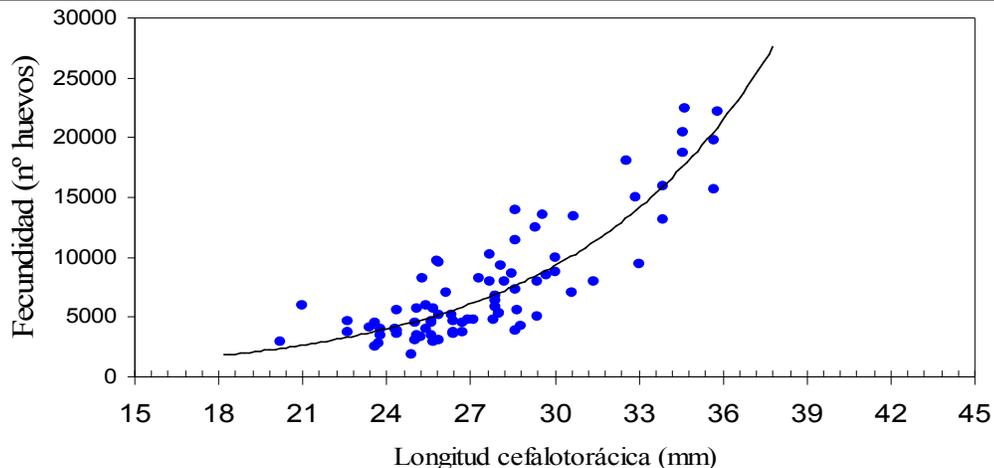


Fig. 31. Ajuste de la relación longitud cefalotorácica - número de huevos promedio por hembras de langostino colorado capturadas en la IV región.

En el caso del recurso langostino amarillo, el modelo que permitió el mejor ajuste de las variables, correspondió al tipo **potencial**, con el cual se obtuvo un $r^2 = 0,85$ y un $D = 1.320$ (Tabla 44; Fig. 32).

Tabla 44. Valores de los Parámetros de la relación de fecundidad establecidos para las hembras de langostino amarillo capturado en la IV Región.

Modelo	a	b	R ²	n	D
Lineal	-17.912,85	745,61	0,77	116	1.566
Potencial	0,00011	5,1006	0,85	116	1.320
Exponencial	38,044	0,153	0,83	116	1.372
Doble exponencial Lineal	1,5891	0,0173	0,83	116	1.416
Doble exponencial Potencial.	0,8551	0,2666	0,83	116	1.452

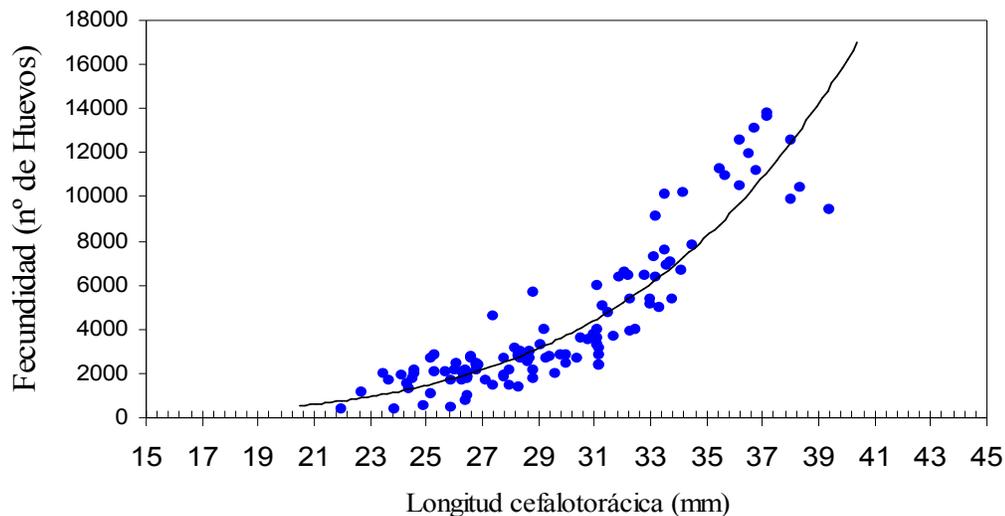


Fig. 32. Ajuste de la relación longitud cefalotorácica - número de huevos promedio por hembras de langostino amarillo capturadas en la IV región.

4.4.4. Potencial Reproductivo

En las Tablas 45 y 46, se muestra el potencial reproductivo (Nº huevos/km²) estimado para las dos especies de langostinos en lances de pesca realizados en la IV Región. Al respecto, en el caso

del langostino colorado, los valores mínimos y máximos correspondieron a $5,05516E+09$ y $1,54629E+12$ huevos/km², con un promedio de $3,83929E+11$ huevos/km². En el langostino amarillo, los valores extremos correspondieron a $3,60103E+07$ y $1,10220E+12$ huevos/ km², respectivamente, con un promedio de $1,58625E+11$ huevos/ km².

Tabla 45. Número de huevos por unidad de área estimados en lances de pesca realizados sobre el recurso langostino colorado en la IV Región.

Nº Lance	Zn(x,y) peso	w_prom Hembras	Z(x,y) número	Prop hembras(x,y)	Huevos hembra	Nº huevos area
120	7,13327	1,8326E-05	389.235	100	6.006	2,33779E+11
138	1,43799	2,9410E-05	48.895	100	9.783	4,78329E+10
152	9,28373	2,2283E-05	416.638	100	4.619	1,92425E+11
166	6,77055	1,2244E-05	552.972	100	3.981	2,20143E+11
168	4,26383	1,3300E-05	320.589	100	4.218	1,35219E+11
169	10,44498	1,2649E-05	825.767	98	19.100	1,54629E+12
174	3,85706	2,3835E-05	161.825	100	4.511	7,30040E+10
182	1,69523	2,7942E-05	60.669	97	13.387	7,88287E+10
193	15,86855	1,3777E-05	1.151.789	100	9.897	1,13995E+12
194	17,24068	1,6338E-05	1.055.257	73	6.141	4,72297E+11
208	7,50760	1,4268E-05	526.185	42	4.996	1,09527E+11
211	0,98678	2,5142E-05	39.248	100	8.540	3,35188E+10
214	13,22850	2,0287E-05	652.078	96	5.847	3,67677E+11
227	0,08301	4,8250E-06	17.204	50	5.877	5,05516E+09
239	3,59059	1,3188E-05	272.256	100	4.697	1,27880E+11
244	19,38920	1,1839E-05	1.637.698	100	6.449	1,05616E+12
2002	0,55599	8,9100E-06	62.401	100	6.851	4,27503E+10
2003	0,40828	6,7180E-06	60.775	100	6.521	3,96327E+10
3001	5,37252	9,3925E-06	572.001	83	4.742	2,25113E+11
10009	7,42368	1,7050E-05	435.411	100	13.975	6,08484E+11
10026	8,65493	1,5655E-05	552.870	100	10.422	5,76214E+11
10027	14,48835	1,3662E-05	1.060.524	100	5.816	6,16830E+11
10028	15,11976	1,4174E-05	1.066.710	100	8.266	8,81758E+11

Tabla 46. Número de huevos por unidad de área estimados en lances de pesca realizados sobre el recurso langostino amarillo en la IV Región.

Nº Lance	Zn(x,y) Peso (ton.)	Peso Hembras (x,y)	Z(x,y) número	Prop hembras(x,y)	Huevos hembra	Nº huevos area
39	0,42992	0,00000	2.340.195	5,3	6.786	8,35848E+10
45	0,71558	0,00002	39.042	8,7	8.258	2,80348E+09
124	0,00453	0,00003	130	100,0	2.770	3,60103E+07
127	24,27480	0,00001	2.108.611	82,1	2.566	4,43937E+11
138	3,84450	0,00001	276.589	9,4	7.608	1,97268E+10
145	11,26105	0,00002	659.455	85,2	10.561	5,93248E+11
152	8,89210	0,00002	434.869	95,1	1.734	7,17138E+10
183	14,41466	0,00002	792.749	100,0	2.288	1,81361E+11
210	1,37151	0,00002	82.553	100,0	1.582	1,30605E+10
215	0,16194	0,00003	4.698	100,0	1.707	8,01905E+08
217	10,65853	0,00003	360.407	100,0	3.500	1,26139E+11
221	1,89101	0,00002	98.191	96,2	2.165	2,04430E+10
224	4,06608	0,00002	227.080	95,5	2.623	5,68576E+10
253	1,63466	0,00001	124.243	20,0	6.064	1,50686E+10
261	1,38544	0,00002	56.653	75,0	3.262	1,38603E+10
265	7,27721	0,00003	274.785	100,0	2.384	6,55069E+10
282	46,12146	0,00003	1.404.838	100,0	3.423	4,80882E+11
285	22,42200	0,00003	729.990	97,6	2.529	1,80212E+11
288	68,90093	0,00003	2.316.309	100,0	4.758	1,10220E+12
293	3,34325	0,00003	100.501	100,0	3.423	3,44020E+10
300	7,46008	0,00003	216.353	100,0	6.648	1,43829E+11
306	6,96560	0,00003	228.840	93,3	1.385	2,95730E+10
308	18,93584	0,00003	609.093	100,0	1.943	1,18346E+11
310	18,93584	0,00003	642.711	100,0	2.396	1,53976E+11
6004	1,60383	0,00004	40.357	100,0	3.483	1,40549E+10

4.5. OBJETIVO 4. Describir las conductas y estrategias reproductivas de ambas especies

4.5.1. Descripción cualitativa de la conducta de apareamiento

En términos generales la conducta de apareamiento en *C. johni* y en *P. monodon* es relativamente similar. En ambas especies los machos atrapan los quelípodos de las hembras con sus propios quelípodos. Luego, el macho, sin soltar a la hembra, se monta sobre ésta, quedando la parte dorsal del cefalotórax de la hembra en contacto con los esternitos del macho en estado de pre-cópula (Fig. 33). Durante la pre-cópula es posible que ocurra una serie de intercambios de señales químicas y táctiles, lo que produciría los estímulos necesarios para que se lleve a cabo el apareamiento. Luego del estado de pre-cópula, el macho manipula a la hembra, girándola, quedando esternito contra esternito. En algunas oportunidades el macho queda sobre la hembra y en otras la hembra sobre el macho. Esta posición se mantiene por algunos segundos y el macho abre el abdomen de la hembra con su propio abdomen y realiza movimientos contráctiles, con lo cual transfiere el espermatóforo. Posteriormente, el macho vuelve a colocar la hembra debajo de él, quedando nuevamente la parte dorsal del cefalotórax de la hembra en contacto con los esternitos del macho. Después de algunas horas la hembra comienza a desovar.

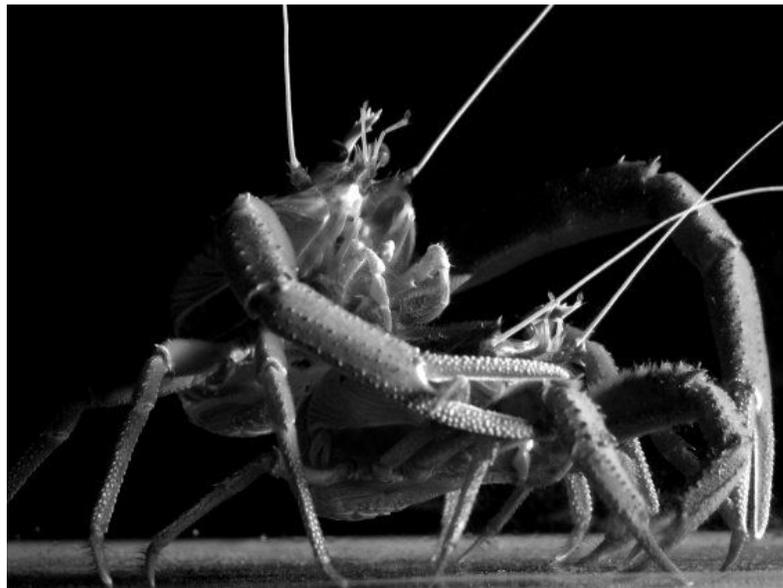


Fig. 33. Fotografía de una pareja de *Cervimunida johni* en estado de pre-cópula; El macho se encuentra en el lado izquierdo sobre la hembra y la sujeta con su quela derecha. Fotografía: Iván Hinojosa.

4.5.2. Receptividad de las hembras y tiempo de duración de las parejas

Para el caso de *C. johni* se aislaron un total de 173 parejas a partir de hembras que llegaron mensualmente en estado ovífera desde el terreno y que adquirieron su estado no-ovífera en el laboratorio. De estas 173 parejas, 142 se formaron a partir de hembras con eclosión de larvas y tuvieron un apareamiento exitoso, es decir luego de formarse la pareja, las hembras adquirieron la condición de ovíferas. El resto de las parejas se formaron a partir de hembras con pérdida de embriones (hembras en las cuales no se completó el desarrollo embrionario) o las parejas no fueron exitosas i.e. las hembras no se volvieron ovíferas (Tabla 47).

Las parejas formadas a partir de hembras con pérdida de embriones y las parejas que no fueron exitosas no fueron consideradas en este análisis. En los siguientes subcapítulos de esta sección sólo se hará referencia a las 142 parejas de *C. johni* con apareamiento exitoso que se formaron a partir de hembras con eclosión de larvas. Para *P. monodon* no fue posible el aislamiento de parejas. La información para esta especie se obtuvo sólo a través de los muestreos realizados cada tres días en el laboratorio y por medio de grabaciones mediante cámaras de vigilancia en cuatro oportunidades.

Tabla 47. Número de parejas aisladas de *C. johni* a partir de hembras ovíferas transportadas desde el terreno que adquirieron su estado no-ovífera en el laboratorio. Se detalla el número de hembras con eclosión de larvas y con pérdida de embriones, y el número de hembras con y sin apareamiento exitoso luego de formar pareja con un macho.

Parejas	Hembras				Total Parejas
	con eclosión		con pérdida		
	con apareamiento exitoso	sin apareamiento exitoso	con apareamiento exitoso	sin apareamiento exitoso	
	142	16	12	3	173

Receptividad de la hembra para el apareamiento

En ninguna de las 142 parejas de *C. johni* con apareamiento exitoso se observó el evento de la muda por parte de las hembras antes de volverse ovíferas. Por el contrario, del total de hembras (n = 545) que fueron mantenidas en el laboratorio durante los 12 meses de experimentación sólo 118 hembras mudaron, 117 durante septiembre a diciembre de 2007 y 1 en enero de 2008, y ninguna de estas hembras se volvió ovífera dentro de 15 días post-muda. Solamente cuatro hembras se volvieron nuevamente ovíferas tras 18 – 42 días después de la muda (Fig. 34).

En *P. monodon* se obtuvieron 136 hembras ovíferas después de la eclosión de larvas, las cuales fueron encontradas en los muestreos realizados cada 3 días. De las 136 hembras ovíferas, en ninguna ocasión se observó exoesqueletos en los estanques en que éstas fueron encontradas y todas las hembras tenían su exoesqueleto duro, sin indicios de haber mudado. Del total de hembras mantenidas (n = 451) durante los 12 meses de experimentación, sólo 57 mudaron, 55 entre septiembre a diciembre de 2007 y 2 en abril de 2008, de las cuales 10 se volvieron nuevamente ovíferas tras 3 – 18 días post-eclosión cuando las hembras ya tenían su exoesqueleto duro (Fig. 34).

Por otra parte en ambas especies de langostinos, la mayoría de las hembras que mudaron, estuvieron no-ovíferas alrededor de 20 a 40 días antes del evento de la muda (Fig. 34). Además, los machos no mostraron comportamientos de “atracción” hacia las hembras recién mudadas, sino por el contrario, en algunas ocasiones éstas fueron canibalizadas por los machos.

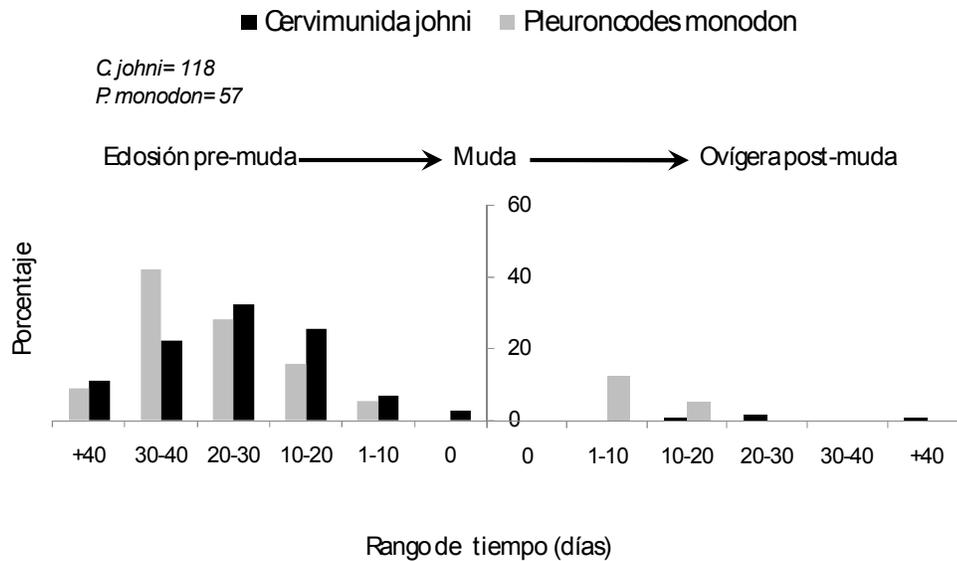


Fig. 34. Porcentaje de hembras mudadas, del total de ejemplares mantenidos en el laboratorio durante mayo 2007 – abril 2008 en *C. johni* (n = 118) y *P. monodon* (n = 57). Se indica el porcentaje de hembras que eclosionaron sus larvas entre 0 a >40 días antes de la muda y de hembras que se volvieron ovíferas entre 0 a >40 días después de la muda.

Latencia de la receptividad de las hembras.

Para ambas especies de langostino, producto de la revisión del estado reproductivo en intervalos de 3 días, las hembras al ser trasladadas a los “estanques de apareamiento” habían liberado sus larvas entre 0 a 72 h antes de transferirlas a estos estanques. En este sentido, la estimación del tiempo que tarda la hembra en volverse receptiva aquí presentada, podría tener este margen de incertidumbre de 0 – 72 h.

Como se mencionó anteriormente, sólo fue posible el aislamiento de parejas en *C. johni* por lo cual sólo se pudo estimar el tiempo transcurrido desde la eclosión, hasta la formación de la pareja en esta especie. De 142 hembras con eclosión de larvas, el 94,4% formó pareja con un macho entre 0 – 12 h desde que fue identificada como hembra eclosionada, y el restante 5,6% tardó más de 12 h en formar pareja con un macho (Fig. 35).

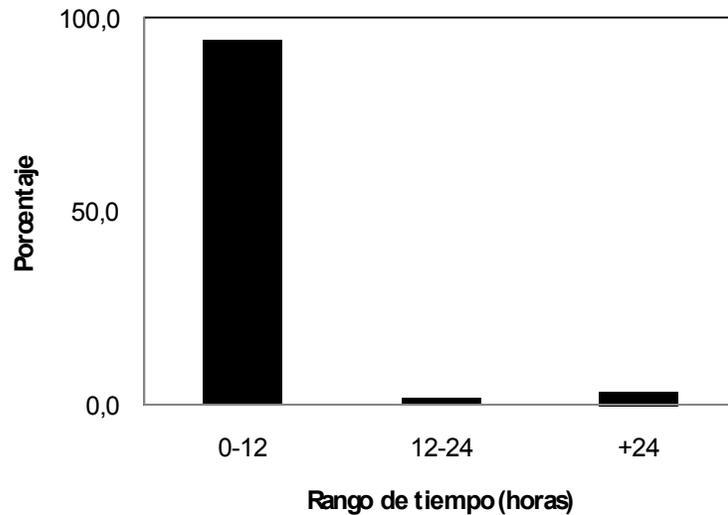


Fig. 35. Porcentaje de hembras de *C. johni* que formó pareja con un macho entre 0 a >24 horas desde que fueron identificadas como eclosionadas. En un total de 142 hembras con apareamiento exitoso.

Duración de las parejas, desde pre-cópula hasta cópula.

En las 142 hembras de *C. johni* con eclosión de larvas que se aparearon exitosamente, el 57,7% tardó entre 0 – 12 h en volverse ovífera luego de la formación de la pareja, el 19,7% tardó entre 12 – 24 h y el 22,5% tardó más de 24 h.

En *P. monodon* se logró observar sólo cuatro parejas con apareamiento exitoso mediante cámaras de vigilancia. Para esta especie el tiempo transcurrido desde que el macho capturó a la hembra hasta que ésta se volvió nuevamente ovífera fue de unos pocos minutos (alrededor de 15 minutos), pero no fue posible obtener datos más precisos de esto.

Se determinó el tiempo transcurrido entre el momento cuando la hembra fue identificada como eclosionada hasta que se volvió nuevamente ovífera, sólo en *C. johni*. De 175 hembras con eclosión de larvas el 87,4% se volvió ovífera entre las 0 – 72 h post-eclosión, el restante 12,6% se volvió ovífera después de 72 h post-eclosión (Fig. 36). Cabe destacar que de estas 175 hembras con eclosión que se volvieron ovíferas, en 142 de ellas se observó la formación de la pareja y fueron aisladas en estanques individuales hasta que se volvieron ovíferas y en las restantes 33 no se observó la formación de la pareja y fueron encontradas ovíferas en los monitoreos cada tres días.

En *P. monodon* de 136 hembras con eclosión de larvas solamente el 26,5% se volvió ovífera entre las 0 – 72 h post-eclosión, mientras que la mayoría de las hembras se demoró más de 72 h (Fig. 36).

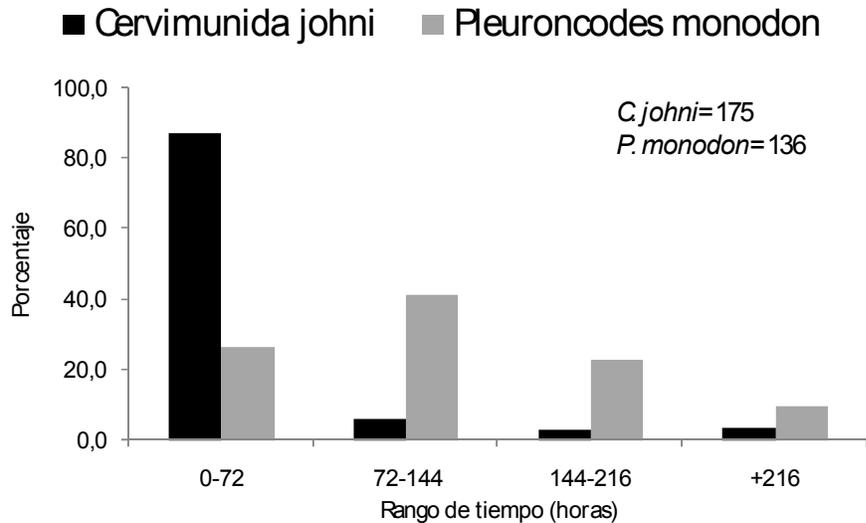


Fig. 36. Porcentaje de hembras de *C. johni* y *P. monodon* que se volvieron ovíferas en los distintos periodos, después que la hembra fue identificada como eclosionada. En la zona superior derecha se indica el total de hembras para ambas especies.

4.5.3. Número de camadas por hembra

Para *C. johni* se comenzó el seguimiento de 158 hembras con primera camada, las cuales fueron obtenidas a partir de 66 hembras que llegaron no-ovíferas al laboratorio y de 92 que llegaron con su primera camada al laboratorio. De estas 158 hembras, algunas mostraron tener la potencialidad de producir hasta seis camadas sucesivas, concentrándose la mayoría entre las tres a cuatro camadas (Fig. 37, Tabla 48). Especialmente después de la tercera y cuarta camada hubo una gran proporción de hembras que luego de la eclosión exitosa pasaron 6 semanas en el estanque con machos sin volverse ovíferas (Fig. 37, hembras no-ovíferas post-eclosión).

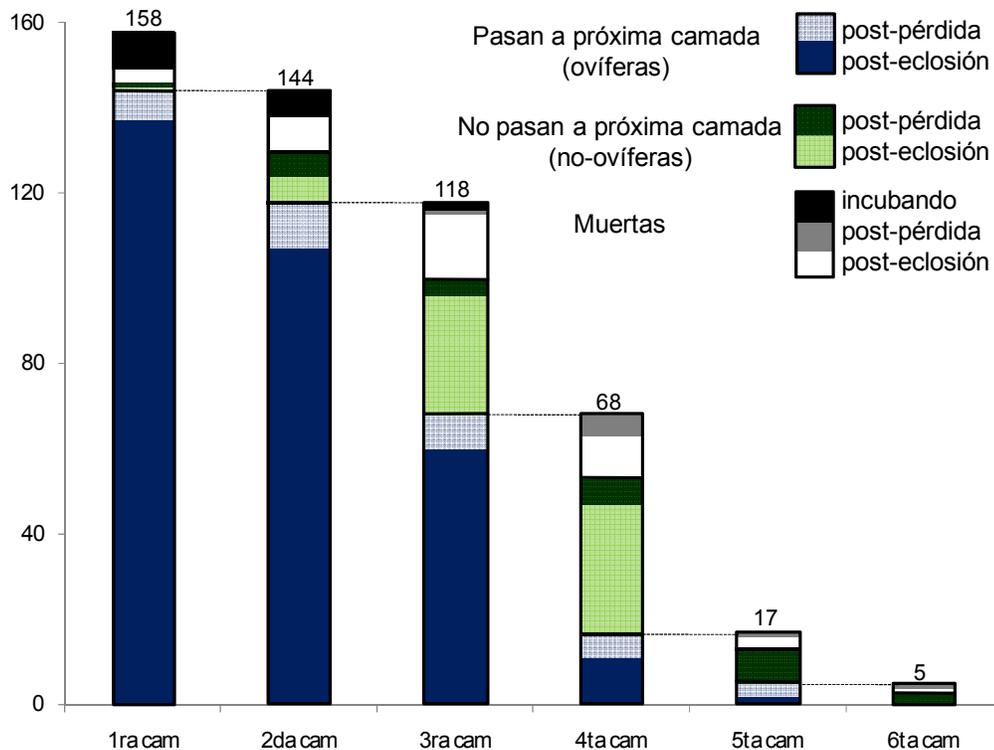


Fig. 37. Número de hembras de *C. johni* que produjeron de una a seis camadas sucesivas. Cada barra representa el total de hembras que estaban con la camada respectiva, dentro de la cual se esquematiza el número de hembras que se aparearon exitosamente (se volvieron ovíferas) después de la eclosión de larvas (post-eclosión) o pérdida de embriones (post-pérdida), pasando a la siguiente camada, las que no se aparearon (6 semanas sin volverse ovíferas), ya sea post-eclosión o post-pérdida y las que murieron incubando sus embriones, post-eclosión o post-pérdida.

Tabla 48. Distribución de frecuencia de camadas producidas en *C. johni*. Se indica el número y porcentaje de hembras que sólo llegaron hasta la primera camada, las que llegaron hasta la segunda camada, y así sucesivamente hasta la sexta camada.

Moda Camadas producidas en <i>Cervimunida johni</i>		
	Número	Porcentaje
1 camada	14	8,9
2 camadas	26	16,5
3 camadas	50	31,6
4 camadas	51	32,3
5 camadas	12	7,6
6 camadas	5	3,2

En *P. monodon* sólo se obtuvo 64 hembras con primera camada provenientes del terreno. De estas 64 hembras algunas mostraron tener la potencialidad de producir hasta cinco camadas sucesivas (Fig. 38).

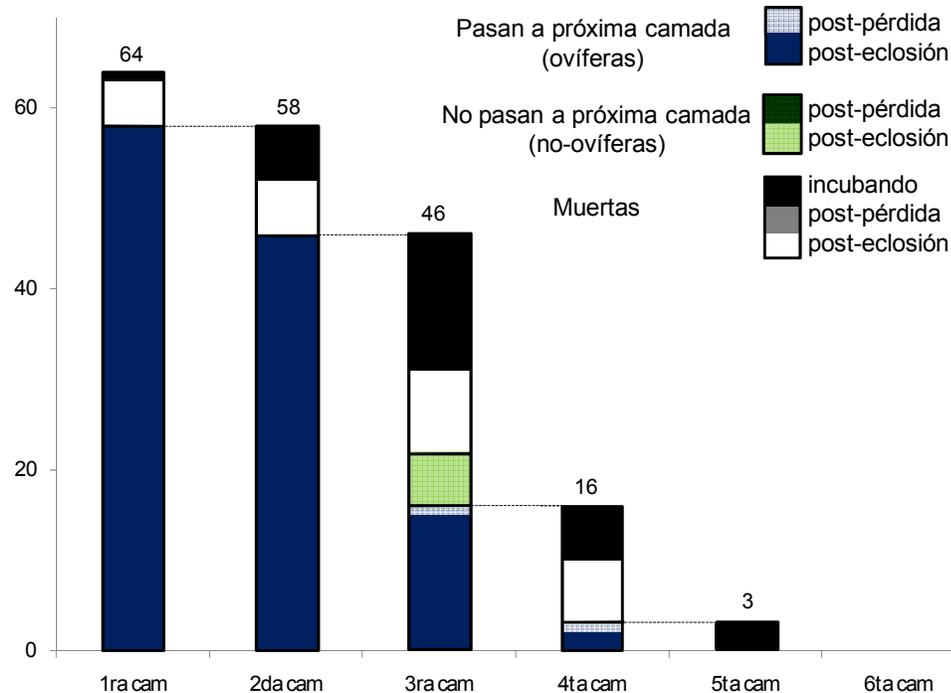


Fig. 38. Número de hembras de *P. monodon* que produjeron de una a cinco camadas sucesivas. Cada barra representa el total de hembras que tuvieron la potencialidad de producir una camada respectiva, dentro de la cual se esquematiza el número de hembras que se aparearon exitosamente (se volvieron ovíferas) después de la eclosión de larvas (post-eclosión) o pérdida de embriones (post-pérdida), pasando a la siguiente camada, las que no se aparearon (seis semanas sin volverse ovíferas), ya sea post-eclosión o post-pérdida y las que murieron incubando sus embriones, post-eclosión o post-pérdida.

En general, una gran proporción de hembras murió incubando o después de eclosionar, de hecho la mayoría de las hembras murieron entre la primera y cuarta camada (Fig. 38). La mayoría de las hembras produjo un total de 3 o 4 camadas durante el experimento de mantención en el laboratorio (Tabla 49).

Tabla 49. Distribución de frecuencia de camadas producidas en *P. monodon*. Se indica el número y porcentaje de hembras que solo llegaron hasta la primera camada, las que llegaron hasta la segunda camada, y así sucesivamente hasta la quinta camada.

Moda Camadas producidas en <i>Pleuroncodes monodon</i>		
	Número	Porcentaje
1 camada	6	9,4
2 camadas	12	18,8
3 camadas	30	46,9
4 camadas	13	20,3
5 camadas	12	18,8
6 camadas	3	4,7

4.5.4. Tiempo portación de embriones

Se monitoreó la duración del desarrollo embrionario para *C. johni* en un total de 158 hembras, las cuales proporcionaron 380 datos, producto de las camadas sucesivas que produjeron. En este sentido, se ha podido determinar que para las condiciones de laboratorio (11° – 13°C del agua de mar) el desarrollo embrionario en *C. johni* tiene una duración entre 28 a 52 días con un máximo en los 40 días (Fig. 39a).

En *P. monodon*, se siguió la duración del desarrollo embrionario en 64 hembras, las cuales proporcionaron un total de 119 datos, producto de las camadas sucesivas. Los resultados obtenidos indican que para *P. monodon* el desarrollo embrionario variaría entre 31 a 49 días, con un máximo en los 40 días (Fig. 39b).

Es importante señalar que fue posible detectar la presencia de larvas, tanto en los tamices colocados en los desagües, como flotando en el agua de los estanques, por lo cual existe certeza que la gran mayoría de las hembras analizadas efectivamente habían liberado sus larvas en vez de haber tenido pérdida de éstas. Cabe destacar que este valor de portación de embriones para ambas especies agrupa todos los tiempos de desarrollos embrionarios producidos desde mayo a noviembre, lo cual podría ocultar alguna posible variación estacional.

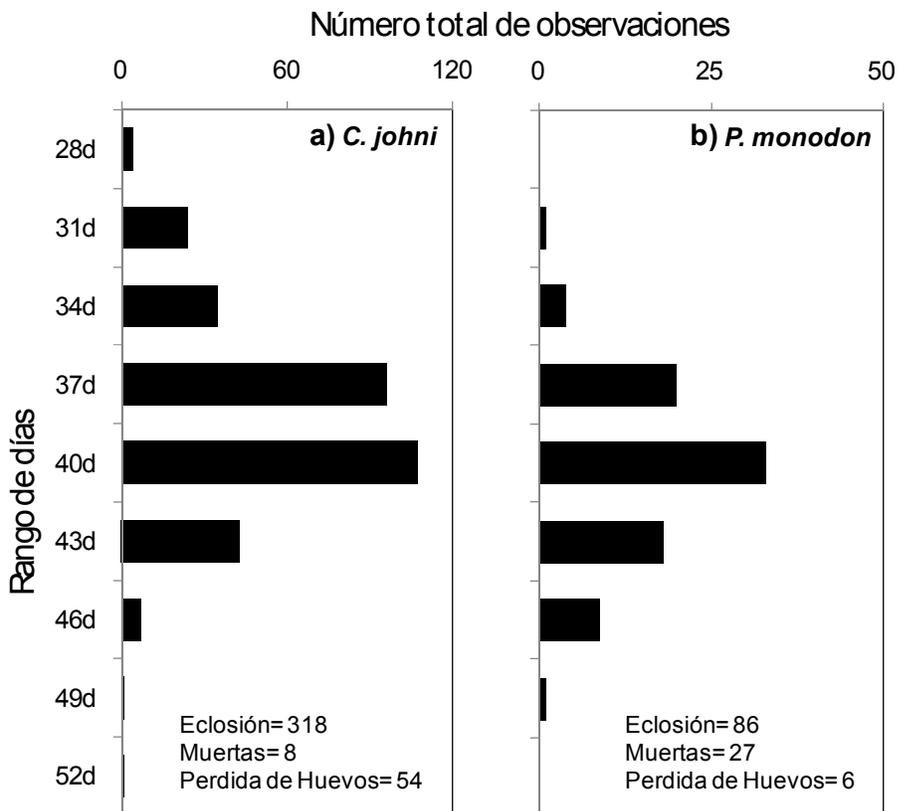


Fig. 39. Número de hembras de *C. johni* y *P. monodon* que portaron sus embriones dentro de 28 a 52 días en condiciones de laboratorio. Se indica el número de hembras que presentaron eclosión de larvas, hembras que murieron y hembras que perdieron huevos en la parte inferior de cada gráfico; hembras muertas y con pérdida de huevos no fueron incluidas en la figura.

4.5.5. Actividad reproductiva de las hembras del terreno

En *C. johni* se obtuvieron hembras ovíferas durante los meses de mayo – octubre de 2007. En el mes de noviembre no fue posible contar con ejemplares producto que la mayoría de los individuos en terreno estaban mudando y llegaron en malas condiciones al laboratorio.

Entre mayo y septiembre del 2007, la mayoría de las hembras de *C. johni* que llegaron ovíferas desde el terreno se aparearon activamente después de liberar sus larvas, sin presentar mayores variaciones mensuales (Fig. 40a). En el mes de octubre se observó una importante disminución

en la actividad reproductiva, con sólo un 15% de hembras que volvió a aparearse (ovíferas) luego de la eclosión de larvas (Fig. 40a).

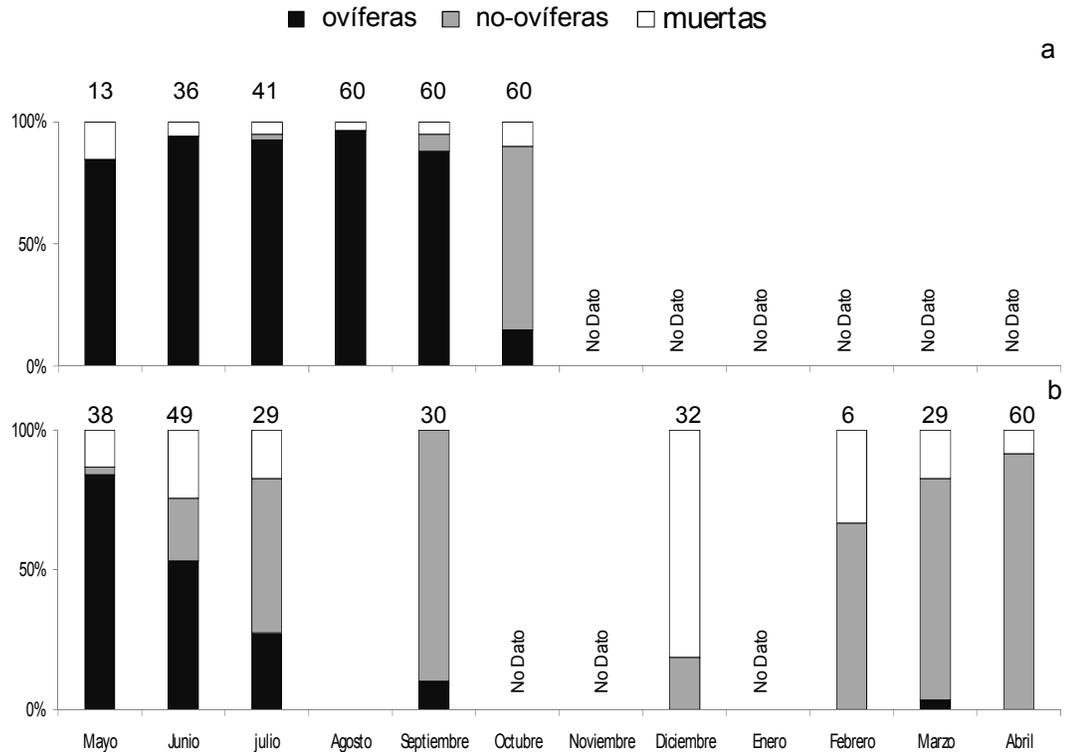


Fig. 40. Estatus reproductivo de hembras de *C. johni* sometidas a apareamientos en el laboratorio desde mayo de 2007 hasta abril 2008. a) Ovíferas y b) no-ovíferas provenientes de terreno. Se presentan el número de hembras monitoreadas mensualmente en la zona superior de cada barra.

Las hembras no-ovíferas se obtuvieron desde mayo de 2007 hasta abril del 2008. Estas hembras provenientes del terreno también se aparearon activamente, pero en este caso se observó una importante disminución en el porcentaje de hembras que producen una nueva camada ya a partir de junio (Fig. 40b). En mayo el 84,2% de las hembras que llegaron al laboratorio se volvieron ovíferas mientras que en los meses siguientes este porcentaje disminuyó desde 53,1% en junio, 27,6% en julio, hasta un 10% en septiembre. En diciembre de 2007, febrero, marzo y abril de 2008 no se registró actividad reproductiva. Cabe destacar que en marzo de 2008 una hembra (3,4%) fue encontrada con una pequeña cantidad de huevos, los cuales probablemente eran un remanente que la hembra expulsó ya que a los pocos días la hembra perdió los huevos. Para los meses de agosto, octubre y noviembre de 2007 y enero de 2008 no se contó con hembras no-ovíferas (Fig. 40b).

Para el caso de *P. monodon*, en el mes de mayo no se contó con ejemplares, obteniendo hembras ovíferas a partir de junio hasta noviembre, aunque en este mes se contó con un número reducido de ejemplares debido a que llegaban en mal estado al laboratorio producto de la muda. Durante junio y julio se observó una gran actividad reproductiva con 90 y 96,7% de hembras ovíferas respectivamente, lo cual disminuyó en agosto a un 53,3% producto de la mortalidad y en octubre y noviembre la actividad reproductiva disminuyó bruscamente a un 11,7% y 1,7%, respectivamente. En septiembre y diciembre de 2007 y entre enero y abril de 2008 no llegaron ejemplares ovíferas (Fig. 41a). Las hembras no-ovíferas en el año 2007 se obtuvieron solamente en noviembre, y no se observó actividad reproductiva y en el año 2008 se obtuvieron a partir de febrero hasta abril, registrándose un 55,2 y 20,8 % de actividad reproductiva en febrero y abril respectivamente. En marzo hubo una mortalidad masiva de todos los ejemplares, debido a problemas con el agua que llegó al laboratorio (Fig. 41b). Cabe destacar que en *P. monodon* se observó una mayor mortalidad en comparación con *C. johni* (Figs. 40 y 41).

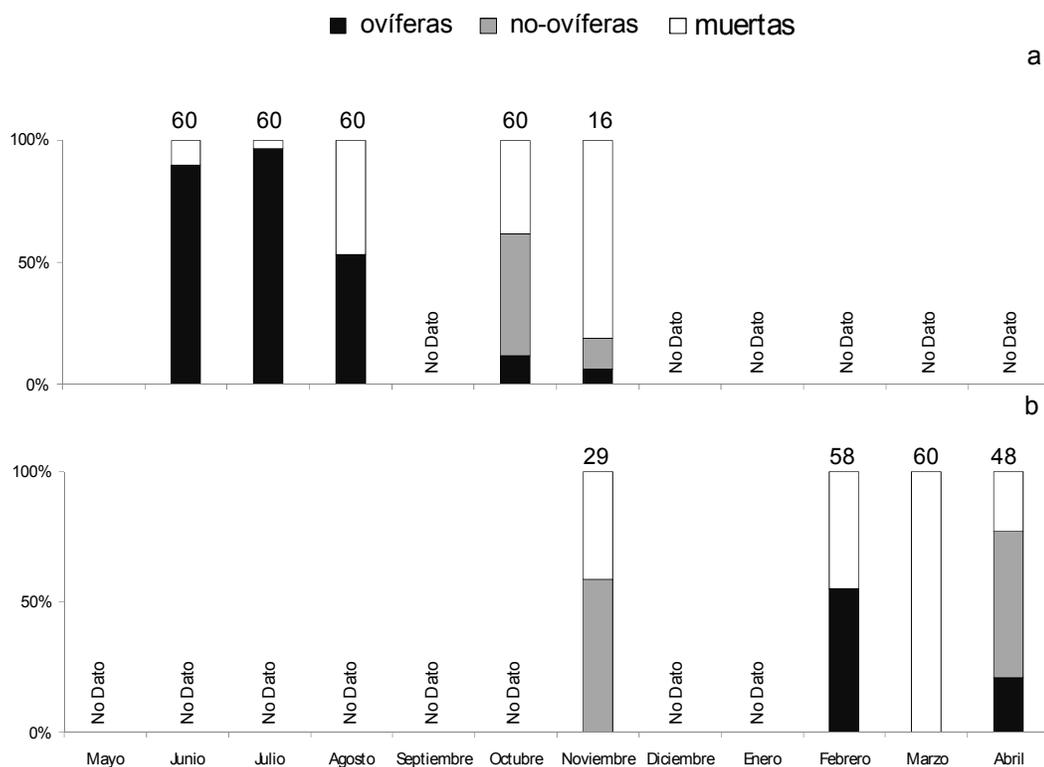


Fig. 41. Estatus reproductivo de hembras de *P. monodon* sometidas a apareamientos en el laboratorio desde mayo de 2007 hasta abril 2008. a) Ovíferas y b) no-ovíferas provenientes de terreno. Se presenta el número de hembras monitoreadas mensualmente en la zona superior de cada barra.

4.6. Taller de Difusión

Con fecha 28 de abril de 2008, se realizó en el salón Shizuo Akaboshi de la Universidad Católica del Norte el Taller de Difusión de los resultados del proyecto FIP N° 2006-43 “*Dinámica reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV regiones*”, de acuerdo a lo consignado en los términos Técnicos de Referencia del proyecto.

Para dar cumplimiento al Objetivo General del Taller, previamente se realizaron las invitaciones a diferentes estamentos relacionados, entre las cuales destacan representantes de la Subsecretaría de Pesca, Universidades, Institutos, Directores Regionales y Zonales de Pesca, Consejeros Zonales de Pesca, además de personalidades relacionadas con la actividad extractiva de arrastre de los recursos objetivos en la III y IV regiones. En la Tabla 50 se entrega el listado de los asistentes al mencionado Taller de Difusión.

Tabla 50. Listado de participantes en el Taller de Difusión.

NOMBRE	INSTITUCIÓN
Enzo Acuña S.	Jefe del Proyecto
María de Los Ángeles Escudero	IFOP
Omar Yañez	IFOP
Juan Tapia Campos	IFOP
Eugenio Bruce	Director Regional de Sernapesca IV región
Iván Hinojosa	UCN - Co investigador del proyecto
Nuxia Espinosa	UCN - Co investigador del proyecto
Claudia Valenzuela	UCN – participante muestreo Proyecto
Danny Rivera	UCN – participante muestreo Proyecto
Ximena Salinas	UCN
Juan Collao	Consejero Zonal de Pesca III y IV regiones
Sergio Pizarro	Consejero Zonal de Pesca III y IV regiones
Eric Aravena	Armador de nave arrastrera artesanal IV Región
Patricio Vidal	Armador de nave arrastrera artesanal IV Región
Rodrigo Galleguillos	IFOP
Elizabeth Palta	Director Regional de IFOP IV Región
Paloma Nuñez	UCN
Alejandro Dal Santo	Director Zonal de Pesca III y IV Regiones
Alejandro Karstegl	Sectorialista Subsecretaría de Pesca
Manuel Andrade Franco	UCN - Co investigador del proyecto
Martín Thiel	UCN - Co investigador del proyecto
Armando Mujica	Académico UCN

<div data-bbox="485 594 625 730" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="431 764 683 831" data-label="Text"> <p>Fondo de Investigación Pesquera Bellavista 168 – Piso 21 Valparaíso</p> </div> <div data-bbox="462 844 651 892" data-label="Text"> <p>Fono: (56) (32) 502842 Fax: (56) (32) 502840</p> </div> <div data-bbox="462 905 651 932" data-label="Text"> <p>e-mail: fip@subpesca.cl</p> </div>	<div data-bbox="989 245 1278 283" data-label="Text"> <p>FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA</p> </div> <div data-bbox="1274 218 1364 304" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1023 331 1234 359" data-label="Section-Header"> <p>TALLER DE DIFUSIÓN</p> </div> <div data-bbox="899 407 1364 449" data-label="Text"> <p>Proyecto FIP N° 2006-43: <i>Dinámica Reproductiva de langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV Región.</i></p> </div> <div data-bbox="927 466 1331 772" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1068 798 1190 821" data-label="Text"> <p>28 de abril de 2008</p> </div> <div data-bbox="1015 829 1245 867" data-label="Text"> <p>Salón de Conferencias Shizuo Akaboshi Universidad Católica del Norte</p> </div> <div data-bbox="1079 875 1179 898" data-label="Text"> <p>COQUIMBO</p> </div>
<p>A solicitud del Fondo de Investigación Pesquera, y en el contexto de difundir los resultados obtenidos, se realizará un taller técnico en el que se informará sobre las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto FIP N° 2006-43 “<i>Dinámica Reproductiva de Langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV Región</i>”.</p> <p><u>Objetivo del taller:</u></p> <p>Dar a conocer los resultados obtenidos del proyecto “<i>Dinámica Reproductiva de langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV Región</i>” (FIP N° 2006-43).</p> <p><u>Fecha y lugar de realización:</u></p> <p>El taller se realizará el viernes 28 de Abril de 2008 a partir de las 15:00 Hrs. en el <i>Salón de Conferencias Shizuo Akaboshi</i> del Campus Guayacán de la Universidad Católica del Norte, ubicado en Larrondo 1281, Coquimbo.</p> <p><u>Organización:</u></p> <p>Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.</p>	<div data-bbox="1071 1071 1198 1098" data-label="Section-Header"> <p>PROGRAMA</p> </div> <div data-bbox="881 1144 1066 1171" data-label="Section-Header"> <p>Proyecto FIP N° 2006-43</p> </div> <div data-bbox="881 1199 1385 1743" data-label="List-Group"> <ul style="list-style-type: none"> 15:00 – 15:10 Palabras de Bienvenida e Introducción. Expositor: Enzo Acuña. 15:10 – 15:30 Descripción y Caracterización del periodo de muda, de portación de huevos, proceso de madurez sexual y fecundidad de las dos especies de langostinos. Expositor: Enzo Acuña. 15:30 – 15:40 Café. 15:40 – 16:10 Características Reproductivas de las dos especies de langostinos en condiciones de laboratorio Expositores: Martín Thiel, Nuxia Espinosa e Iván Hinojosa. 16:10 – 16:20 Conductas reproductivas del langostino amarillo Expositores: Iván Hinojosa e Italo Vergara. 16:20 – 16:35 Comentarios y discusión final. </div>

Fig. 42. Contenido del díptico del Taller de Difusión del Proyecto.

Una vez finalizadas las presentaciones de los resultados por parte de los expositores, se realizó una ronda de consultas y comentarios por parte de los asistentes al Taller.

En relación a los resultados obtenidos desde la pesquería, se destacó que la información existente dada su característica y origen no podía dar cuenta, por ejemplo, de la existencia de varias camadas producidas por las hembras de las dos especies de langostinos, lo que explica la actual interpretación de la existencia de un sólo ciclo reproductivo. Se consultó sobre el aparente contrasentido de la existencia sólo de hembras con huevos en estado 2 a 4 en terreno, a pesar que la escala utilizada tenía 5 estadios. La respuesta, avalada por las observaciones directas en el laboratorio, fue que los estadios 1 y 5 son de muy corta duración, mientras que los estadios 2, 3 y 4 tienen una duración relativamente más prolongada.

Se destacó que gracias a los resultados obtenidos en terreno y laboratorio se confirmó la independencia de la cópula y el proceso de muda, ya que el apareamiento no está ligado a este evento, sino a la eclosión de las larvas y que las hembras producen más de una camada por época reproductiva. De acuerdo a esta información se dejó planteada la sugerencia de re-evaluar el periodo y enfoque de la veda actualmente vigente para estos recursos, para enfocar la protección del recurso a los periodos realmente sensibles, donde se presenta la mayor actividad de apareamientos (producción de varias camadas) o época reproductiva más activa.

Se plantearon consultas sobre las posibles variaciones entre lo observado en el laboratorio y lo que ocurre en el ambiente natural, donde hay diferentes condiciones ambientales así como riesgos de predación y canibalismo. En relación a esto último es importante señalar que es posible que el sistema de apareamiento de estas especies haya evolucionado, desde apareamientos post-muda a realizarse durante el periodo inter-muda de la hembra en respuesta al alto riesgo de predación y canibalismo presente en el ambiente natural. También puede ocurrir que las hembras, al producir múltiples camadas sin mudar, sufran un desgaste de los pleópodos y experimenten una disminución en su fecundidad provocado por una pérdida en la capacidad de retención de los huevos en estas estructuras. Por otro lado, surgió la inquietud en relación a la fecundidad de las hembras de acuerdo al tamaño, es decir si las hembras de mayor tamaño son las que producen

más camadas en la época reproductiva y las que se aparean más activamente. Los datos obtenidos en el laboratorio efectivamente confirman que las hembras de mayor tamaño producen proporcionalmente más camadas durante la época reproductiva.

En base a estas inquietudes surgieron algunas ideas para futuras investigaciones, enfocadas en los mismos puntos, pero con distintos ambientes y situaciones que se asemejen más a las condiciones naturales. Los datos pesqueros sugieren que los machos grandes son muy susceptibles a la pesca, siendo capturados primero, lo que provocaría una disminución de éstos en el ambiente natural, dejando solamente machos de tallas menores. Las observaciones de laboratorio, a la vez, sugieren preliminarmente que las hembras se aparean preferentemente con machos grandes, pero esto aún no ha sido evaluado en forma exhaustiva. Se discute la necesidad de realizar nuevos experimentos de laboratorio, en agregaciones más naturales, para evaluar la posible competencia que podría existir entre los machos de distintas tallas frente a las hembras.

Finalmente, se enfatizó la importancia de este tipo de estudios para comprender la biología de las especies y como esto puede impactar en la implementación de un manejo adecuado de los recursos, agradeciendo los Consejeros Zonales presentes la oportunidad de poder participar en el Taller y destacando la relevancia de este estudio para futuras decisiones de administración pesquera y la importancia de continuar realizando este tipo de investigaciones. Además, manifestaron que dada la importancia de este tipo de estudio, que permiten tener una visión más completa de la dinámica que presentan los recursos en el medio natural así como en condiciones de laboratorio, debiera tener una difusión amplia entre los integrantes de los Consejos Zonales de Pesca, que deben tomar acuerdos relativos a las distintas medidas de manejo de los recursos. El Jefe de Proyecto destacó la importancia de la participación de estos Consejeros Zonales, ambos representantes de entidades u organizaciones de trabajadores.

Por su parte, el sectorialista de la Subsecretaría de Pesca Sr. Alejandro Karstegl señaló la importancia que tiene para esta Institución esta nueva línea de investigación, ya que permite contar con mejor información para la administración, al momento de discutir temas relacionados

con los periodos de veda impuestos sobre los recursos o bien que estos componentes sirvan de insumo para calibrar modelos cuantitativos de estimaciones de biomasa entre otros.

5. DISCUSIÓN

Conocer la dinámica reproductiva de cualquier recurso hidrobiológico de interés comercial se considera importante para el establecimiento de estrategias de explotación adecuadas, que permitan la sustentabilidad de los recursos en el tiempo. En este contexto, y dada la gran importancia que tiene la pesquería de los recursos langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV regiones, el presente estudio constituye uno de los primeros que han permitido dilucidar detalladamente las estrategias reproductivas que presentan ambas especies, en condiciones de laboratorio, complementado con la información biológica que ha sido obtenida hasta el momento del medio natural. Para dar cumplimiento al objetivo general del proyecto, en el presente estudio se realizaron actividades de muestreo en ambas zonas de pesca de acuerdo a lo consignado en las bases técnicas del proyecto, sin embargo, con énfasis en la IV Región, debido a que en la actualidad este sector constituye la principal zona de pesca para la flota arrastrera de crustáceos de las dos regiones, que tiene base en el puerto de Coquimbo, debido a los rendimientos más altos obtenidos durante los últimos años respecto a aquellos observados en la III Región. En consecuencia, los armadores de las embarcaciones arrastreras tienen pocos incentivos para visitar de manera regular dicha zona de pesca, y cuando lo hacen, es sólo para realizar capturas de langostino amarillo, concentrando su actividad principalmente en la zona de Huasco. Indican en esto al menos dos factores: los costos de operación de las embarcaciones arrastreras para desarrollar actividades extractivas en la III Región son por lo general más altos, y las características biológicas de los recursos en esa zona, en particular las tallas y pesos menores de éstos.

Respecto a la composición de las capturas en la IV Región, éstas por lo general corresponden a individuos de mayor talla que lo registrado en la III región. Una posible explicación para estas diferencias de tamaño entre zonas de pesca es que en la III Región la disponibilidad de alimento

para estos recursos sería menor que en la IV Región, aún considerando que en ella desde hace tiempo no se ha desarrollado una actividad extractiva intensa como en la región de Coquimbo. Al comparar las tallas de los ejemplares capturados por zona de pesca y sexo, se puede señalar que en ambas especies de langostinos los ejemplares machos son más grandes que las hembras, sin embargo, estas diferencias son más notorias en el langostino amarillo donde el dimorfismo sexual en talla es mayor que en el del langostino colorado (Fig. 43).

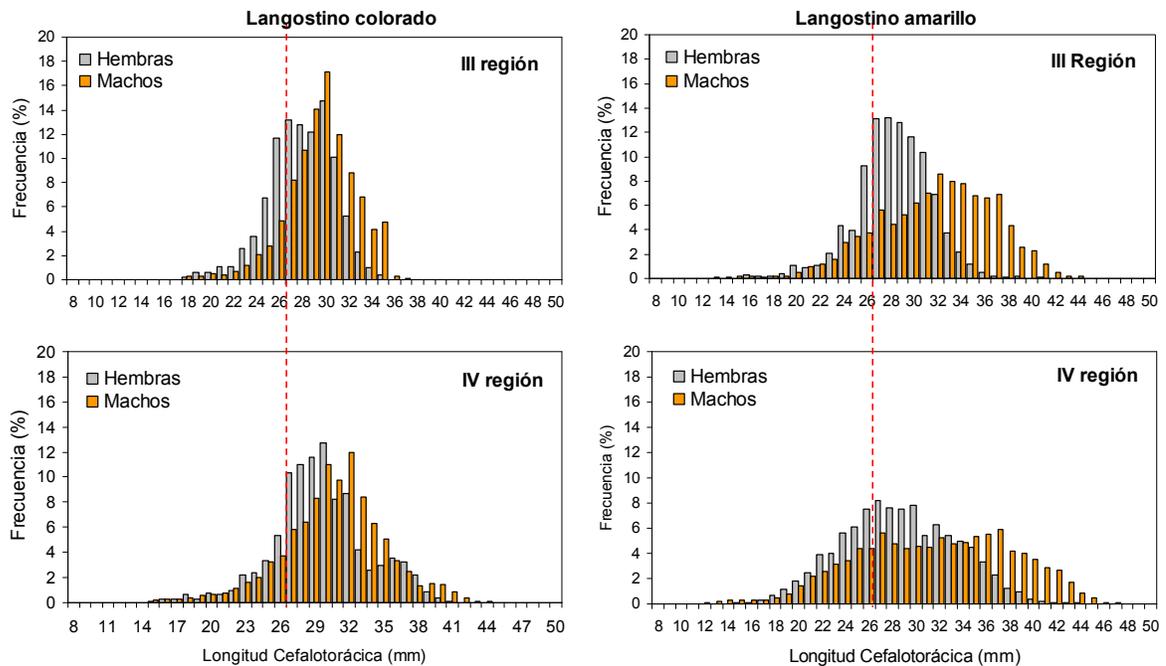


Fig. 43. Distribuciones de tallas de langostino colorado y langostino amarillo capturado en la III y IV regiones, durante el periodo enero-septiembre de 2007.

Respecto a la proporción de sexos en las capturas, en la mayoría de los meses analizados se observó un mayor número de ejemplares machos que hembras, lo cual, se debe principalmente a que dado el tamaño mayor de éstos, existe una mayor probabilidad de retención en la red de arrastre y por lo tanto una mayor presencia de ellos en las capturas.

Por otra parte, con el objetivo de establecer el periodo de muda de las dos especies de langostinos en toda la zona de estudio, el análisis macroscópico mensual de la textura del caparazón, permitió establecer que solamente durante el mes de diciembre se observaron individuos con exoesqueleto blando, lo cual, permite plantear la hipótesis que este proceso estaría ocurriendo antes de lo que se pensaba y en un intervalo de tiempo relativamente corto, ya que en el mes de enero las

capturas se encuentran representadas en su totalidad por individuos con exoesqueleto duro. Los resultados obtenidos en este estudio, son coincidentes con aquellos obtenidos durante la ejecución del proyecto FIP N° 2004 - 45 (Acuña *et al.*, 2007) sobre las zonas y épocas de reclutamiento de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV regiones, donde también se obtuvieron ejemplares con exoesqueleto duro durante la segunda quincena del mes de febrero. Lo anterior, tiene relevancia debido a que actualmente existe una veda biológica impuesta sobre ambos recursos que rige durante el primer trimestre del año, y cuyo objetivo principal es proteger el periodo de muda y cópula de las especies. Sin embargo, dados los resultados obtenidos en el presente proyecto, esa medida no estaría dando cumplimiento a dichos objetivos. En todo caso se requieren estudios complementarios que puedan dar respuesta a interrogantes con respecto a la condición de muda del recurso en estas zonas de pesca: a) duración efectiva del periodo de muda de las especies objetivos, el que aparentemente corresponde a un intervalo de tiempo relativamente corto, b) determinar si existe alguna estratificación espacial en la población, en el sentido que no todos los individuos muden a la vez en los mismos sectores (i.e. profundidades).

Respecto al modelo de crecimiento relativo propuesto por Hiatt (1948), éste ha sido objeto de varias revisiones. Al respecto Kurata (1962) constató que la vida de muchos crustáceos puede ser dividida en tres fases de crecimiento relativo lineal: larval, juvenil y maduro. Cada fase está caracterizada por diferentes valores de coeficientes por muda, siendo por lo general mayores en las primeras fases de desarrollo. Posteriormente, Mauchline (1976) propuso que los puntos del diagrama de Hiatt eran ajustados de mejor manera por una hipérbola que por una línea recta, sin embargo, Somerton (1980 a y b) realizó una re-evaluación de las metodologías propuestas encontrando un mejor ajuste con un par de líneas rectas que se cortan a la talla de primera madurez sexual, en aquellas especies cuya madurez marca un cambio abrupto en el crecimiento relativo. Debido a que en el presente estudio no se evidenció este cambio y el mejor ajuste quedó definido por una línea recta con pendiente similar en los sexos de ambas especies, no se puede concluir que el crecimiento relativo de los langostinos sea diferente en la etapa larva y juvenil.

En cuanto al periodo de mayor portación de huevos en ambas especies de langostinos en zonas de la III y IV regiones, éste se distribuyó durante el periodo marzo-noviembre en el langostino colorado, con valores máximos durante mayo a agosto, y en el caso del langostino amarillo,

durante el periodo mayo a noviembre, con los valores mayores entre junio y septiembre. Resultados similares ya habían sido observados en las dos especies de langostinos en el marco de los monitoreos realizados por la Universidad Católica del Norte en la III y IV Región, durante el periodo 1998 – 2002 (Fig. 44).

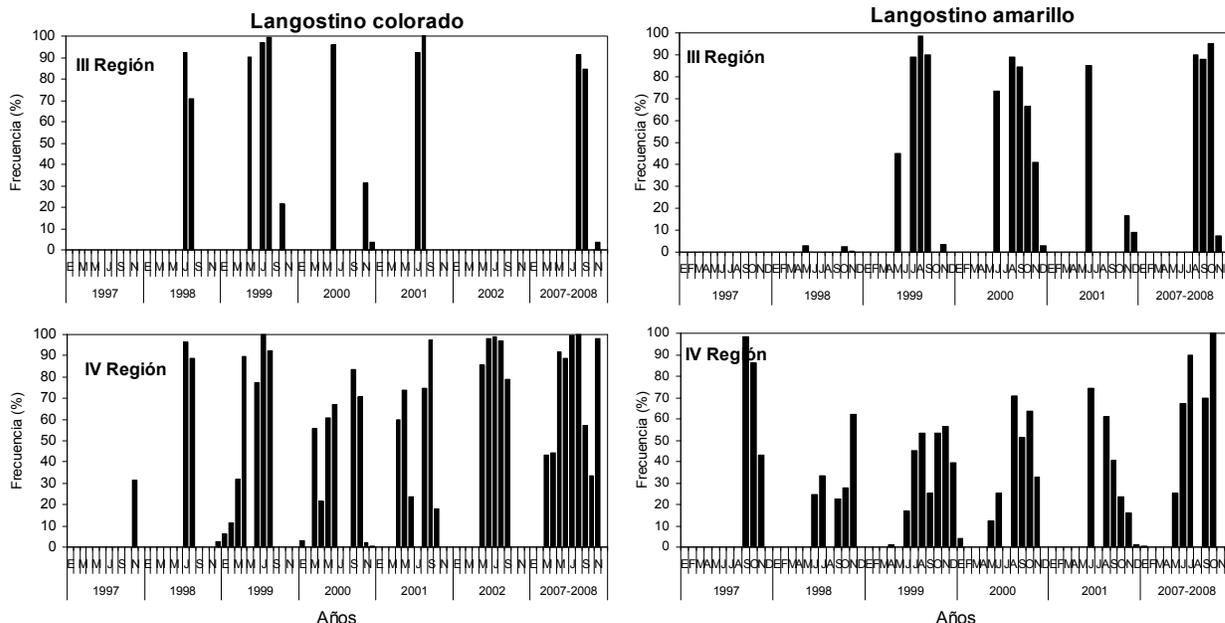


Fig. 44. Proporción de hembras ovíferas de langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV regiones, durante los periodos 1997 - 2002 y 2007 - 2008.

De igual forma, en estudios realizados por Gutierrez y Zuñiga (1977) en la Bahía de Mejillones y Rivera y Santander (2005) en un área adyacente a la desembocadura del río Loa ($20^{\circ} 40' - 21^{\circ} 20'S$) sobre el recurso langostino colorado, determinaron la presencia de hembras ovíferas durante todo el año. Sin perjuicio de lo anterior, en todos los casos se advierte la presencia de hembras portadoras durante la mayor parte de un año calendario. En un estudio realizado por Palma y Arana (1997) sobre el recurso langostino colorado ubicado frente a la costa de Concepción, se determinó que el periodo de mayor portación de huevos de la especie, ocurre principalmente entre los meses de mayo a octubre, con porcentajes superiores al 25% de hembras portadoras en las capturas. En el presente estudio se observó una creciente fracción de hembras ovíferas a partir de marzo, superior al 30% de la captura total de hembras todos los meses. Sin perjuicio de lo anterior, en ambos estudios se reconoce que los mayores porcentajes de hembras

ovíferas se registraron durante el mes de agosto, cuando se alcanzó cerca del 100% de éstas en la captura total. El hallazgo en este estudio de varias camadas sucesivas en las dos especies provee una explicación bastante más razonable del aumento progresivo del porcentaje de hembras a lo largo del periodo de reproducción recién señalado, lo que había sido una incógnita hasta el momento. Además, los resultados obtenidos en el proyecto FIP N° 2004 – 45 (Acuña *et al.*, 2007), confirman que el periodo de mayor actividad reproductiva de las especies es coincidente con la mayor densidad de larvas en estado de zoea 1 encontradas en el medio. Esto debe ahora ser precisado ya que en ese estudio sólo se realizaron muestreos planctónicos en el segundo semestre, de acuerdo a la hipótesis formulada sobre la base de la información disponible a esa fecha y que se relacionaba con la época de máxima portación de huevos de las dos especies. Considerando estos nuevos conocimientos, se debería establecer si existe una sincronía entre lo obtenido en el laboratorio y la presencia de larvas de distintos estados de desarrollo en el plancton. De acuerdo a los estados de madurez de los huevos observados en el presente estudio, la aparición temprana en el medio de estados avanzados correspondería en una primera instancia al recurso langostino colorado y después al langostino amarillo, lo cual es también coincidente con los resultados obtenidos en el proyecto FIP N° 2004 - 45 (Acuña *et al.*, 2007) para ambas especies de langostinos en iguales zonas de pesca. Al realizar un análisis comparativo entre las proporciones de los estadios de madurez presentes durante el periodo 1998 - 2001 versus los resultados obtenidos en el periodo 2007 - 2008, se puede señalar que en ambos casos se observan estadios tempranos y avanzados durante la mayor parte de los meses, aunque con un claro aumento de éstos últimos hacia finales del periodo (Fig. 45).

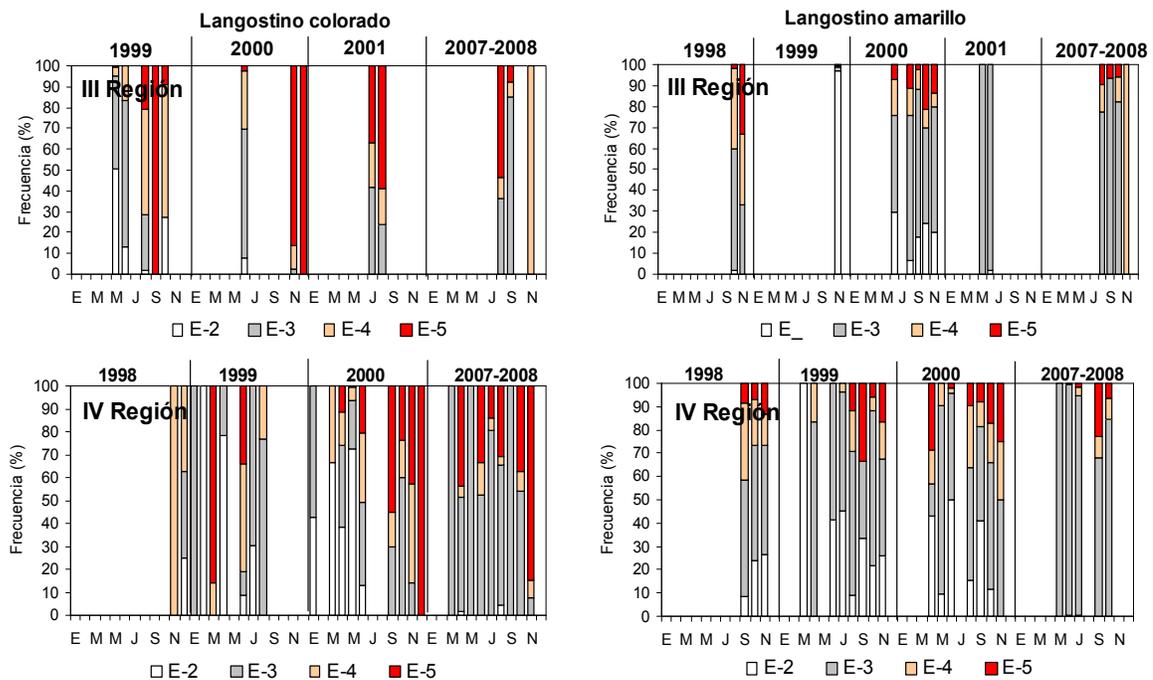


Fig. 45. Proporción de estados de madurez de los huevos de langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV regiones, durante los periodos 1997 - 2001 y 2007 - 2008.

Al realizar el análisis del porcentaje de hembras ovíferas por estrato de profundidad y zona de pesca, cabe señalar que los ejemplares capturados en la III Región presentaron en la mayoría de los meses anlizados valores altos, y en ningún caso se observó una tendencia de desplazamiento hacia un estrato de profundidad definido, sin embargo, en el caso de las dos especies de langostinos capturados en la IV Región, se observó una mayor presencia de hembras ovíferas en profundidades menores, principalmente durante los meses de mayor actividad reproductiva (junio - julio). En el caso del recurso langostino colorado, esta situación es coincidente con lo señalado por Palma y Arana (1997), quienes relacionan esta conducta reproductiva directa o indirectamente a las condiciones ambientales, ya que cerca de la costa las hembras encontrarían aguas de mayor temperatura que acelerarían el desarrollo embrionario, y el acercamiento de hembras a la zona costera estaría permitiendo la liberación larval en áreas de mayor disponibilidad de alimento. Además, este patrón de comportamiento estaría confirmando lo señalado por Bustos *et al.* (1982) y Bahamonde *et al.* (1986), respecto a que esta especie se

desplaza a aguas menos profundas durante el periodo de portación de huevos en forma semejante a la descrita para *Heterocarpus reedi* en la zona de Valparaíso (Arana y Nakanishi, 1971).

Respecto a la talla de primera madurez sexual estimada para ambas especies de langostinos, se determinó que en la III Región la longitud promedio obtenida fue menor que aquella de la IV Región, debido principalmente a la diferencia en la composición de las capturas entre zonas de pesca. Sin embargo, en la III Región la $L_{50\%}$, sólo fue estimado en el recurso langostino amarillo, y correspondió a 22 mm de LC a diferencia de lo observado en la IV Región, donde fue de 24,9 mm de LC. En esta última región, la L_{50} promedio de madurez en las hembras de langostino colorado correspondió a 20,3 mm de LC. Al realizar una estimación aproximada de la edad a la talla en función de los parámetros de crecimiento determinados por Roa (1993) y Pool *et al.* (1996) para los recursos langostino colorado y langostino amarillo, respectivamente, se obtuvo una edad de 3,3 años para el langostino amarillo en la III Región, 2,9 y 4,1 años para el langostino colorado y amarillo capturado en la IV Región.

Cabe señalar, que la estimación de la talla promedio de madurez realizada en este estudio para el recurso langostino amarillo, coincide con los resultados obtenidos por Espejo *et al.* (2001) en la IV Región para la especie, quienes estimaron una talla de madurez cercana a 25 mm de LC. Sin embargo, estos valores difieren mucho con las estimaciones realizadas por Zilleruello y Montenegro (2007, no publicado), en la zona centro sur (V a VIII regiones) durante el periodo 1997 - 2000, quienes determinaron una talla de madurez de 32,7 mm de LC. Al respecto, los mismos autores señalan que las diferencias de estimación entre una zona y otra podrían ser explicadas principalmente por las diferencias fisiológicas entre las poblaciones, lo cual, se encuentra en directa relación con las condiciones del medio en que éstas se encuentran. Por otra parte, en el estudio realizado por Palma y Arana (1997), sobre el recurso langostino colorado, estos autores señalan que el grado de variación en la talla de primera madurez sexual, por mes o zona de pesca, sugiere que está asociada a la mayor o menor proporción de los estados de muda en la población y al momento en que se produzca la muda de pubertad. Sin perjuicio de lo anterior, las estimaciones realizadas en el presente estudio para ambas especies de langostinos, se consideran consistentes debido a que se consideró en ambas zonas de pesca el periodo de mayor actividad reproductiva, incorporando en la recolección de individuos un rango amplio de tallas,

donde la fracción de hembras ovíferas superó el 50% en las muestras analizadas. Al realizar el análisis de la fracción de hembras portando huevos bajo la talla de referencia ($L_{50\%}$), en el caso del langostino amarillo en la III y IV regiones, dicha fracción correspondió a 0,43 y 0,59%, respectivamente, y en el caso del langostino colorado capturado en la IV Región, alcanzó sólo el 1,19% del total. De acuerdo a lo señalado por Palma y Arana (1976), la obtención de hembras ovíferas de tallas menores a la $L_{50\%}$, en las capturas puede ser considerada como maduración prematura, proceso que también ha sido registrado en el camarón nailon (Arana *et al.*, 1976).

Respecto a la estimación de fecundidad realizada en el presente estudio para ambas especies de langostinos capturados en zonas de la IV Región, las muestras utilizadas estuvieron representadas principalmente por individuos con huevos en estado desarrollo 3, ya que no fue posible encontrar hembras con huevos en estados 1 y 2 en buenas condiciones para el análisis. En el caso del langostino colorado el número máximo por hembra alcanzó a cerca de 20.000 huevos, mayor que en langostino amarillo donde sólo se obtuvo hasta 16.000 huevos/hembra, debido principalmente al menor tamaño que presentan los huevos de langostino colorado. Si bien, es posible que el número de huevos disminuya conforme avanza el estado de desarrollo de éstos, también es posible que la función de ajuste de los datos (Talla - N° huevos) pueda subestimar la fecundidad, si ésta fuera aplicada al inicio del periodo de portación. En este mismo contexto, Palma y Arana (1987) realizaron estimaciones de fecundidad para el recurso langostino colorado frente a la bahía de Concepción, donde utilizaron un total de 206 hembras, principalmente con huevos en estadios tempranos, y donde se alcanzaron valores máximos de hasta 28.000 huevos por hembra. Sin embargo, estos autores reconocen que los parámetros del modelo tenderían a sobrestimar la fecundidad de los estadios mas avanzados.

Las dos especies de langostinos en estudio, son relativamente similares respecto de algunos aspectos importantes de su conducta reproductiva y sistema de apareamiento. Las hembras de ambas especies se aparean sin necesidad de mudar y pueden producir más de cuatro camadas durante una época reproductiva. Las diferencias principales recaen en el tiempo que tardan las hembras en alcanzar la receptividad para el apareamiento y la duración del estado de precópula. Algunos de estos aspectos (apareamiento sin mudar, producción de varias camadas y tiempo de desarrollo embrionario) difieren de las sugerencias publicadas sobre la biología reproductiva de

ambas especies de langostino. En la siguiente discusión se hará brevemente alusión a estas diferencias.

Receptividad de la hembra para el apareamiento

En la mayoría de los crustáceos el apareamiento y desove de las hembras está ligado al evento de la muda (Elorza y Dupré, 1996; Díaz et al., 2003; Brockerhoff y McLay, 2005a). Por este motivo el manejo de las pesquerías de langostinos ha enfocado sus estrategias de protección del recurso a los meses en que se ha reportado la presencia de individuos mudados (enero-marzo) (Acuña et al., 1998), protegiendo la muda y la cópula, la cual aparentemente ocurriría después de la muda (Acuña *com. pers.*). Sin embargo, los resultados del presente estudio indican que la receptividad de las hembras en ambas especies de langostinos no se encuentra ligada al evento de la muda. Por el contrario, las hembras pueden copular sucesivamente sin necesidad de mudar, lo cual es similar a lo descrito para algunas especies de braquiuros, en las cuales las hembras no requieren de la muda para aparearse y para producir una nueva camada (e.g. *Macrophthalmus hirtipes*, *Ilyoplax pusilla* y *Uca vocans*, en Jennings et al., 2000), así como también ocurre en el peneido *Pleoticus muelleri*, en el cual el apareamiento ocurre en intermuda o pre-muda temprana (Díaz et al., 2003).

Actualmente la información existente sobre la conducta de cópula en especies cercanas a estos galatheidos es escasa. Al respecto, estudios realizados en *Aegla*, el único género aún existente de la familia Aeglididae, que está relacionada evolutivamente con los galatheidos, parece ser uno de los mayores acercamientos. En este género se ha logrado recopilar bastante información sobre la biología reproductiva, incluso en dos ocasiones ha sido posible observar el evento de la cópula (Tudge, 2003). Según lo descrito en *Aegla*, al momento de copular el macho y la hembra toman posición frente a frente (esternón contra esternón) (Tudge, 2003), como ha sido observado en este estudio para ambas especies de langostinos. Sin embargo, en *Aegla* no se ha logrado determinar si la cópula ocurriría antes o después de la muda (Tudge, 2003).

Dada la gran importancia comercial de la familia Lithodidae (centollas en castellano, o king crab en inglés) existen varios trabajos sobre su biología reproductiva, la cual difiere con lo observado

para *C. johni* y *P. monodon*. En cuanto a la conducta de apareamiento, para los lithódidos se ha descrito que la muda reproductiva de las hembras adultas ocurre en conjunción con la liberación de larvas y la cópula (después de la eclosión y antes de la cópula). Esto se ha mencionado para las especies explotadas comercialmente en el Pacífico norte como *Paralithodes camtschaticus*, *P. platypus*, y *Lithodes aequispinus* (Somerton y Macintosh 1985; Paul 1992; Paul y Paul, 2001), en Japón *Paralithodes brevipes* (Wada et al., 2000) y en las especies explotadas comercialmente en Chile y Argentina, las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Lovrich, 1997). Otro ejemplo de anomuros, en los que la muda ocurre antes de la cópula, serían los denominados cangrejos ermitaños de la familia Paguridae, como se ha mencionado para *Pagurus middendorffi* (Wada et al., 2000), *P. filholi*, *P. nigrivittatus* y *P. minutus* (Wada et al., 2007).

Esta conducta de apareamiento sin necesidad de mudar observada en *C. johni* y *P. monodon*, puede traer consigo algunas ventajas, así como también desventajas. Por ejemplo, el hecho que las hembras permanezcan una larga temporada reproduciéndose sin mudar significa un gran costo en lo que se refiere a crecimiento, ya que el evento de la muda se ve restringido a un corto periodo de tiempo (Hartnoll, 2006). Otro aspecto importante a tener en cuenta es el desgaste ocasionado a los pleópodos tras largas temporadas incubando sin mudar, lo cual tras camadas sucesivas podría ocasionar que la hembra vaya perdiendo su capacidad de sujetar los huevos. Relacionado a este aspecto, Wada et al. (2007) pusieron a prueba dos hipótesis en especies de paguroideos, a fin de justificar el gasto energético que involucra una muda pre-nupcial (antes de la cópula). La primera hipótesis plantea que una muda pre-nupcial podría reforzar el éxito de la camada, limpiando los pleópodos lo que disminuiría la pérdida de huevos provocada por el desgaste y la segunda hipótesis, sería que con la muda pre-nupcial la hembra aumenta de tamaño y por ende su fecundidad futura también aumentaría. Sin embargo, estas hipótesis fueron rechazadas y lo único que realmente fue confirmado es el aumento de tamaño de las hembras. No obstante, en una especie que produce de 3 a 5 camadas sucesivas sin mudar, el desgaste de los pleópodos puede hacerse más notorio, y como se mencionó anteriormente, a la larga la hembra iría perdiendo su capacidad de retención de huevos, lo cual puede ser objeto de futuras investigaciones en *C. johni* y *P. monodon*.

A pesar de los costos, la cópula sin necesidad de mudar puede ser más beneficiosa que perjudicial, porque en este caso los riesgos de predación para la hembra y los machos se reducen significativamente. Los machos pueden ahorrar el tiempo invertido en pre-cópula, la cual los hace susceptibles ante la disminución de su habilidad de escape, mientras que las hembras con un cuerpo duro son menos susceptibles a la predación y canibalismo que con un cuerpo blando (Brockhoff y McLay, 2005b; Hartnoll, 2006). Además, los riesgos para la hembra de sufrir daños en los enfrentamientos macho-macho son menos probables con un exoesqueleto duro (Hartnoll, 2006).

La estrategia empleada por ambas especies de langostinos privilegiaría una temporada larga, en la cual sólo se invierte energía en reproducción y otra en la que sólo se invierte energía en crecimiento. Al separar estos dos procesos, se reduce el riesgo de disminuir la fecundidad tras el gasto energético que involucra la muda pre-nupcial como se ha observado en paguros (Wada *et al.*, 2007), pero podría significar una pérdida progresiva de la capacidad de retención de huevos.

Latencia de la receptividad de las hembras

El inmediato “interés” mostrado por los machos de *C. johni* hacia las hembras que recientemente habían liberado sus larvas podría estar indicando que luego de este proceso, éstas emiten algún tipo de señal química que indica a los machos que están listas para producir una nueva camada. Sin embargo, para comprender el mecanismo se requiere otro tipo de estudios. Además, cabe destacar que en ocasiones se colocó hembras con embriones tardíos en presencia de machos, los cuales mostraron un inmediato interés por éstas, por lo cual es posible que en el ambiente natural la pre-cópula tome lugar mucho antes de la liberación de las larvas.

En *Libinia emarginata*, la cópula está asociada a la eclosión de larvas, e incluso los machos pueden copular con la hembra antes o después de la liberación de las zoeas sin que ésta mude y la protegen bajo su cuerpo durante el proceso de eclosión. Después de la liberación, la hembra en corto tiempo tiene una nueva masa de huevos en su cuerpo, lo que también ha sido observado en especies de *Maja* (Hinsch, 1968). En *Libinia* es posible que la hembra produzca una camada sin necesidad de copular, debido a la reserva espermática, por lo cual la cópula antes o después de

liberar las larvas podría estar asegurando camadas futuras en caso que en la próxima temporada la hembra no tenga la oportunidad de copular (Hinsch, 1968).

Los machos de *P. monodon* tardaron más tiempo en mostrar interés por las hembras que recientemente habían liberado sus larvas. Este hecho puede estar reflejando que las hembras de esta especie tardan más tiempo que las hembras de *C. johni* en volverse receptivas, o también que estas hembras no emiten señales a los machos indicando que están receptivas. De esta forma el encuentro entre un macho y una hembra receptiva puede estar más bien dado por otro tipo de señales. Por ejemplo en *Rhynchocinetes typus* se ha sugerido que el macho *robustus* reconocería a una hembra receptiva, por señales visuales más que por señales químicas (Díaz y Thiel, 2004).

Estas diferencias en la receptividad de las hembras pueden tomar un rol fundamental en lo que se refiere a la estrategia reproductiva de los machos, puesto que una receptividad asincrónica o sincrónica de las hembras, afecta directamente la tasa sexual operacional (OSR), lo cual puede tener un efecto directo en la estrategia reproductiva de los machos (McCurdy *et al.*, 2000; Brockerhoff y McLay, 2005a, b; Hartnoll, 2006).

Duración de las parejas, desde pre-cópula hasta cópula

Los machos de *C. johni* permanecieron algunas horas en estado de pre-cópula. Las observaciones para *P. monodon* indican que los machos de esta especie permanecen muy poco tiempo en estado de pre-cópula en comparación con *C. johni*. En el ambiente natural esto podría indicar que los machos de *P. monodon* estarían privilegiando el número de apareamientos, mientras que *C. johni* asegura una cópula única. Como se mencionó en el subcapítulo anterior, esto tendría más sentido frente a una sincronía o asincronía en la eclosión de larvas y en la receptividad de las hembras, así como también en la abundancia de machos maduros sexualmente en el ambiente natural, lo cual no fue evaluado en este estudio.

El hecho que *C. johni* permanezca más tiempo en estado de pre-cópula podría indicar que en el ambiente natural la OSR esté sesgada hacia los machos (más machos que hembras disponibles para la cópula), por lo cual ellos deben cuidar a las hembras para copular frente a la posible competencia (monopolización de la hembra). Por otro lado, el hecho que en *P. monodon* se

observe un apareamiento mucho más rápido, con un estado de pre-cópula casi nulo, indicaría que en el ambiente natural la OSR está sesgada hacia las hembras (más hembras que machos disponibles para la cópula), por lo cual los machos no necesitan cuidar a las hembras (búsqueda de hembras).

En *Paralithodes brevipes* se ha demostrado que la proporción macho: hembra afecta la conducta de pre-cópula del macho y la frecuencia de desove de las hembras (Wada *et al.*, 2000). En un estudio realizado en la araña cangrejo *Misumena vatia* (Araneae: Thomisidae), se demostró que frente a una OSR inclinada hacia los machos, éstos muestran conductas de agresividad macho-macho, frente a una hembra receptiva (Holdsworth y Morse, 2000). Esto no ocurre en condiciones naturales donde la OSR está sesgada hacia las hembras, por lo cual los machos no suelen tener conductas de pre-cópula, sino más bien de búsqueda, lo cual confirma la idea que la OSR es el factor principal que dicta la naturaleza de las interacciones macho-hembra (Holdsworth y Morse, 2000).

Además de las diferencias en la conducta de pre-cópula, las encontradas en el lapso de tiempo desde la eclosión hasta que las hembras se volvieron nuevamente ovíferas, confirman en cierto modo que existe una diferencia en la receptividad entre las hembras de las dos especies de langostino. Entonces se podría decir que existen dos posibilidades que explican la conducta de pre-cópula de los machos, ambas relacionadas con la OSR. La primera sería que la probabilidad de encuentro entre los sexos en *C. johni* es baja, por lo cual cuando un macho encuentra a una hembra receptiva la guarda hasta que esté lista para aparearse y que en *P. monodon* la probabilidad de encuentro entre los sexos sea alta por lo cual el macho no necesita guardar una hembra para aparearse. La segunda posibilidad sería que las hembras de *C. johni* después de la eclosión están receptivas por un corto periodo de tiempo y que en *P. monodon* la hembra tarde más en volverse receptiva o permanezca receptiva por más tiempo. En este sentido, los machos de *C. johni* cuentan con un periodo limitado de tiempo para copular con las hembras, por lo cual guardan a la hembra hasta el momento en que está lista para aparearse. En el caso de *P. monodon*, los machos cuentan con un lapso de tiempo mayor para aparearse con las hembras recién eclosionadas, el cual pueden aprovechar buscando otras hembras, alimentándose o protegiéndose de predadores.

En efecto la conducta de pre-cópula ha sido propuesta para especies en las que la OSR está sesgada hacia los machos (reproducción asincrónica), o para especies en las que la cópula está restringida a un periodo corto de tiempo (Jormalainen, 1998; Brockerhoff y McLay, 2005b), como en especies en las que la cópula involucra la participación de un macho con exoesqueleto duro y una hembra con exoesqueleto blando, la cual está receptiva por un periodo corto de tiempo (Hartnoll, 2006).

Número de camadas por hembra

En muchos estudios sobre la reproducción en crustáceos, la estimación del número de camadas y el tiempo de portación de embriones ha sido obtenido mediante análisis indirectos, tales como la proporción de hembras ovíferas, sumado a la presencia o ausencia de distintos estadios de desarrollo de larvas en el plancton (e.g. Longhurst, 1968; Lardies et al., 2004; Gebauer et al., 2007). La lógica de esto es que la presencia de distintos estadios de desarrollo de larvas en el plancton en un mismo periodo indica que las hembras producen más de una camada por época reproductiva, mientras que la ausencia de superposición en los estados larvales encontrados indica que las hembras producen sólo una camada en el año. En *P. monodon* a partir de este tipo de análisis se ha llegado a estimar que las hembras producen de una a dos camadas por época reproductiva (Palma, 1994; Palma y Arana, 1997; Rivera y Santander, 2005). En contraste, en el presente estudio, a través de métodos directos, se han llegado a obtener un máximo de seis camadas por época reproductiva para *C. johni* y cinco camadas sucesivas para *P. monodon* lo que difiere de los antecedentes hasta ahora existentes. Una situación similar se ha presentado en *Callinectes sapidus*, en la cual, a partir de datos de terreno, se había inferido que las hembras producen de una a dos camadas por año. No obstante, en estudios de laboratorio se estimó una producción de seis a siete camadas (Hines et al., 2003). De este modo, los resultados obtenidos a través de métodos directos para estimar el número de camadas demuestran una importante diferencia con los métodos indirectos, sugiriendo que los primeros son más precisos.

Es importante tener en cuenta que la primera camada de los ejemplares utilizados en este estudio fue inferida por lo cual el número de camadas por época reproductiva acá reportado podría

incluso ser mayor. Además, durante el desarrollo del experimento en varias ocasiones las hembras desovaron sin macho y esta potencial camada no fue tomada en cuenta, por lo cual el número de hembras que llegó a la sexta camada podría ser mayor si se toman en cuenta estas camadas sin fecundar.

Otro factor importante a tener en cuenta es que en *P. monodon*, hubo una mayor mortalidad de hembras en comparación con *C. johni*, lo que refleja una mayor susceptibilidad en esta especie. Posiblemente, en condiciones más adecuadas en esta especie sea posible obtener hembras con más camadas que lo observado en este estudio.

Tiempo de portación de embriones

Palma y Arana (1997), basados en la proporción de hembras ovíferas, han sugerido que el desarrollo embrionario de *P. monodon*, se extendería entre 90 y 120 días. En el presente estudio, se ha determinado que el desarrollo embrionario en *C. johni* varía desde un mínimo de 28 días hasta un máximo de 52 días, mientras que en *P. monodon* varía entre un mínimo de 31 días hasta un máximo de 49 días, ambas especies con un máximo a los 40 días, lo que difiere sustancialmente con los antecedentes anteriores. Sin embargo, tanto el tiempo de desarrollo embrionario como el tiempo de desarrollo larval, pueden variar dependiendo de la temperatura del agua de mar, disminuyendo el periodo de portación a medida que aumenta la temperatura del agua como ha sido demostrado por ejemplo en *Rhynchocinetes typus* (Dupré et al., 1992) y en *P. monodon* (Fagetti & Campodónico, 1971). La temperatura del agua de mar durante los meses de experimentación fluctuó entre 11° y 13°C, mientras que en el ambiente natural entre 100 y 200 m de profundidad, en la localidad de Coquimbo durante el mes de julio de 2006, la temperatura fluctuó entre 11° y 12°C (J. Sellanes, datos sin publicar). De este modo, el tiempo de desarrollo embrionario aquí estimado podría ser menor al tiempo de desarrollo embrionario que ocurre en el ambiente natural, pero con diferencias no muy elevadas.

Otro factor a tener en cuenta en el desarrollo embrionario, es la provisión de oxígeno, otorgada en las condiciones de laboratorio. En braquiuros, estudios sobre la concentración de oxígeno provisto por la hembra a la masa de huevos, han demostrado que los embriones que reciben una

mayor concentración de oxígeno, tienen un desarrollo más rápido que los embriones que reciben una menor (Fernández et al. 2003). Esto también ha sido demostrado en el gastrópodo *Acanthina monodon*, en el cual se observó que el número promedio de embriones que completan el desarrollo embrionario, es más bajo en hipoxia, que en normoxia o hiperoxia (Fernández et al., 2006).

En este estudio las condiciones de oxigenación fueron altas en comparación con el oxígeno presente en el ambiente natural, entre los 100 y 300 m de profundidad, donde su disponibilidad es mínima, a diferencia del agua superficial utilizada en este estudio. Esto podría haber gatillado una disminución en el tiempo de desarrollo de los embriones aquí reportado en comparación con lo que ocurre en su ambiente natural.

Actividad reproductiva de las hembras del terreno

Durante el desarrollo de los experimentos, las hembras que llegaron al laboratorio mostraron una gran actividad reproductiva, que en *C. johni* se extendió desde mayo a octubre, disminuyendo a fines del invierno, cuando la mayoría de las hembras que estaban en el laboratorio comenzaron a mudar. En *P. monodon* al igual que en *C. johni* se observó una gran actividad reproductiva entre mayo–octubre de 2007. Sin embargo, en el periodo febrero – abril de 2008 también se registró actividad reproductiva en *P. monodon*, lo que podría indicar que en esta especie la actividad reproductiva se inicie antes que en *C. johni*. En forma general la actividad reproductiva observada en ambas especies concuerda con la época de mayor actividad reproductiva descrita anteriormente, puesto que en *P. monodon* se han observado hembras ovíferas durante todo el año con una mayor proporción durante mayo–octubre y con una clara disminución hacia los meses de verano (Palma y Arana, 1997), y en *C. johni* Acuña et al. (1998) reportan la presencia de hembras ovíferas desde mayo a diciembre con mayor intensidad entre agosto y septiembre. Probablemente en el ambiente natural, al igual que en el laboratorio a partir de octubre los ejemplares comienzan a invertir la energía disponible en crecimiento, por lo que disminuyen su actividad reproductiva y permanecen un tiempo sin aparearse para recuperar la energía gastada durante el invierno.

Implicancias para el recurso langostino

Para un buen manejo de las pesquerías, el conocimiento de la biología reproductiva de las especies a explotar es fundamental, porque esto asegura que las medidas de manejo aplicadas estén cumpliendo el objetivo propuesto. Típicamente las pesquerías con trampas enfocan sus esfuerzos por proteger la abundancia de las especies explotadas, restringiendo la extracción de las hembras y colocando una talla mínima de extracción de machos, con la finalidad de proteger la producción de huevos, como en *Homarus americanus* (Gosselin et al., 2003), en las centollas como en *Hapalogaster dentata*, *Paralithodes camtschaticus*, *P. platypus*, *Lithodes aequispinus*, *P. brevipes*, *L. santolla* y *Paralomis* (Somerton y Macintosh, 1985; Paul 1992; Wada et al., 2000; Goshima et al., 2000; Paul y Paul, 2001).

Una protección del stock reproductivo también se ha intentado realizar en *C. johni* y *P. monodon* a través de vedas, protegiendo el periodo de mudas donde supuestamente los ejemplares se reproducen. No obstante, en este estudio se comprobó que la receptividad de las hembras tanto en *C. johni* como en *P. monodon* no está ligada al evento de la muda. Por este motivo la implementación de vedas biológicas aplicadas hasta ahora no han estado protegiendo la reproducción de la especie sino que sólo la época de crecimiento.

La nueva información proporcionada por el presente estudio podría ser utilizada como base para la implementación de un nuevo período de veda, a fin de proteger realmente el periodo de reproducción de las especies. Los resultados de este estudio en concordancia con estudios anteriores (Palma y Arana, 1997, Acuña et al., 1998, entre otros) indican que las especies están en pleno apareamiento entre mayo y octubre. Considerando que no será posible aplicar una medida de protección durante todo este periodo, se podría centrar la protección en los meses en el cual la mayoría de las hembras están produciendo camadas activamente (periodo mayo–agosto), protegiendo al menos las dos o tres primeras camadas anuales, lo cual podía ser de tremenda ayuda para la permanencia de las poblaciones naturales de langostinos.

Si bien para el periodo comprendido entre enero y marzo algunos autores han reportado la presencia de individuos mudados, Acuña et al. (1998) no encontraron ejemplares en estas

condiciones en esas fechas, señalando que tampoco se encontraron en las muestras de las dos especies obtenidas en la fauna acompañante de *H. reedi* en el año 1997. En este estudio durante los meses de enero-marzo no llegaron ejemplares mudados al laboratorio, mientras que en los ejemplares mantenidos en éste, sólo una hembra de *C. johni* y dos hembras de *P. monodon* mudaron en el mes de abril. Por esto, se puede decir que el evento de muda en estos periodos sería en una baja intensidad en comparación con lo registrado a contar de octubre en este estudio, donde se registró una gran cantidad de ejemplares mudados, tanto mantenidos en el laboratorio como provenientes de terreno. En este contexto, desde el punto de vista biológico sería recomendable proteger además este periodo de máxima intensidad de muda durante noviembre y diciembre.

6. CONCLUSIONES

- Las ejemplares de langostino amarillo y langostino colorado capturados en la IV Región presentan tallas mayores que los ejemplares capturados en la III Región.
- La composición de las capturas de ambas especies de langostinos estuvo representada principalmente por ejemplares machos, los cuales, presentan mayor tamaño que las hembras.
- Respecto al periodo de muda de los langostinos, la fracción de ejemplares con exoesqueleto blando en las capturas se observó durante el mes de diciembre, a diferencia de lo establecido para el periodo enero-marzo de cada año.
- En la IV Región, el periodo de portación de huevos del langostino colorado se situó entre los meses de marzo a noviembre, con los valores más altos entre mayo y noviembre, y en el caso del langostino amarillo, durante el periodo mayo-octubre, con los valores máximos entre julio y octubre. Con la información disponible en la III Región, el citado periodo correspondió con lo observado en la IV Región para ambas especies.

- La evolución de los estados de madurez de los huevos de langostinos, presentó una marcada variabilidad durante todo el periodo analizado, sin embargo, en ambos casos la proporción de los estadios más avanzados fueron mayores hacia finales del año.
- La talla promedio de madurez sexual del langostino amarillo fue de 22,0 mm en la III Región, con una edad aproximada de los individuos de 3,3 años. El langostino colorado y langostino amarillo en la IV Región presentaron una talla promedio de 20,3 y 24,9 mm de LC, con una edad aproximada de 2,9 y 4,1 años, respectivamente.
- El modelo que mejor ajustó los datos de longitud cefalotorácica versus número de huevos, de las dos especies capturadas en la IV Región, correspondió al modelo exponencial en el langostino colorado y al potencial en el langostino amarillo.
- El potencial reproductivo del langostino colorado fue mayor que el del langostino amarillo, con promedio de $3,83929E+11$ y $1,58625E+11$ huevos por unidad de área, respectivamente.
- Los antecedentes proporcionados por este estudio difieren con lo que hasta ahora se conocía para *C. johni* y *P. monodon*, comenzando por el hecho que la receptividad de las hembras de ambas especies, a diferencia de la mayoría de los crustáceos, no está ligada al evento de la muda, sino que por el contrario las hembras pueden copular sucesivamente sin la necesidad de mudar. El tiempo de portación de los embriones y el número de camadas producidas por las hembras es otro punto en el cual se encontraron grandes diferencias con la literatura actual. Los datos aquí presentados sobre el periodo de máxima actividad reproductiva (mayo a octubre) muestran concordancia con la información reportada en las publicaciones anteriores.
- Las diferencias encontradas en este estudio son atribuidas al método utilizado, puesto que la estimación mediante análisis directo permite un mayor control de los factores que pueden influenciar los análisis indirectos, los cuales pueden conducir fácilmente a un error o a una mala interpretación de los resultados. Cabe destacar además que los antecedentes

obtenidos en este estudio pueden ser de gran ayuda para el manejo de estos recursos y es importante tomar en cuenta esta información para un manejo sustentable de las poblaciones de langostinos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt & C. Gaymer (1995) Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la III y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo. Informe Final Proyecto U. C. del Norte-Sede Coquimbo/Instituto de Investigación Pesquera VIII Región/Empresas Pesqueras de Coquimbo, 107 págs. + 2 anexos.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid & R. Roa. (1997a) Análisis de la pesquería y Evaluación indirecta del stock de langostino amarillo en la III y IV regiones. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 96-08, 153 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid, R. Roa & F. Winkler (1997b). Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (III y VIII regiones). Informes Técnicos FIP., FIP/IT N° 95-06, 211 p.
- Acuña. E., H. Arancibia, L. Cid y A. Mujica. 1998. Análisis de la pesquería y Evaluación Indirecta del Stock de Langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 96-08, 142 pp.
- Acuña, E., M. Berríos, L. Cid, C. Díaz, J. Moraga, A. Mujica, J. Olivares & R. Roa. (1998a) Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la III y IV regiones. Informes Técnicos FIP.. FIP/IT N° 97-25, 140 p.
- Acuña, E., E.P. Pérez & M.T. González. (1998b). Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región. Informe final, 104 pp.
- Acuña, E., E.P. Pérez & M.T. González. 1999. Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región. Informe final, 80 pp.
- Acuña, E., M. Berríos, L. Cid, J. Moraga, A. Mujica, E. Pérez & R. Alarcón. (2000a) Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII regiones, 1999. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 99-08, 208 p.
- Acuña, E., E. Pérez & M.T. González. (2000b). Monitoreo de la Pesquería de Crustáceos realizada por la flota de la IV región, 1999. Informe final, 76 pp.
- Acuña, E., M. Andrade, A. Bodini y X. Bennett. 2002a. Monitoreo de la pesca de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la IV Región. Informe Final Pesca de Investigación resoluciones N° 850, 1.022 y 1.795. Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 32 p.
- Acuña, E., H. Arancibia y R. Alarcón. 2002b. Monitoreo y Evaluación de la pesquería de langostino amarillo *Cervimunida johni* Porter, 1903, en la III y IV Región; Noviembre-diciembre 2001. Informe Final, Convenio ARPESCA - Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 48 p.

- Acuña, E., G. Conan, L. Cid, L. Cubillos y R. Alarcón. 2004. Evaluación directa de langostino Colorado entre la III y IV regiones, año 2003. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2003-03, 141 p.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, P. Haye, R. León, G. Martínez y S. Neira. 2005. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2004-11, 405 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos y A. Cortés. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2005. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2005-09, 348 p.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos y Rafael León. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2006. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2006-04, 430 p.
- Acuña, E., M. Andrade, L. Cubillos, H. Arancibia, J. Moraga, A. Mujica, M. Berríos, D. Lancelloti, J.C. Villarroel, P. Haye y W. Stotz. 2007. Determinación de zonas y épocas de reclutamiento de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado en las regiones III y IV. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2004-45, 345 pp.
- Arana, P. y A. Nakanishi. 1971. La pesquería del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) frente a la costa de Valparaíso. Invest. Mar., Valparaíso, 2(4): 61-89.
- Arana, P., E. Dupré y V. Gaete. 1985. Ciclo reproductivo, talla de primera madurez sexual y fecundidad de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). In: P. Arana (ed). Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar. UCV, 187-211.
- Arana, P., M. Ahumada y A. Guerrero. (2002). Evaluación directa de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la IV Región. Estad. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 5/2002: 59 p.
- Arana, P., E. Dupré y V. Gaete. 1985. Ciclo reproductivo, talla de primera madurez sexual y fecundidad de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). In: P. Arana (ed). Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Valparaíso, pp: 187-211.
- Bauer, R.T. 2004. Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA. Págs.?
- Bartoszynski R., M. Niewiadomska-Bugaj, Probability and Statistical Inference. Wiley and Sons, Series on Probability and Statistics, 1996.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationship. Part I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. Fishbyte, 5(1): 12-14.

- Brockerhoff A. M, C. L. McLay. 2005a. Factors influencing the onset and duration of receptivity of female purple rock crabs, *Hemigrapsus sexdentatus* (H. Milne Edwards, 1837) (Brachyura: Grapsidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 314: 123–135.
- Brockerhoff A. M, C. L. McLay. 2005b. Mating behaviour, female receptivity and male–male competition in the intertidal crab *Hemigrapsus sexdentatus* (Brachyura: Grapsidae). *Marine Ecology Progress Series* 290: 179–191.
- Burrough, P. A., R. A. McDonnell. 1998. *Principles of Geographic Information Systems, Spatial Information and Geostatistics*. Oxford University Press. 333 p.
- Bustos, H., O. Aracena, S. Mora & W. Palma. 1982. Estudio de Crecimiento y edad en el recursos langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837). *Inf. Inst. Pesq.*, Santiago, 120 pp
- Canales, C., M.A. Barbieri, R. Bahamonde, B. Leiva, P. Arana, S. Palma y T. Melo. (2002). Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, Año 2001. *Informes Técnicos FIP. FIP/IT 2001-06*: 202 p. + Figs. y Anexos.
- Bahamonde, R. C. Canales, B. Leiva, .A. Barbieri, P. Arana, A. Guerrero, M. Ahumada, T. Melo, D. Queirolo, C. Hurtado, P. Gálvez & S. Palma. (2003). Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2002. *Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2002-06*: 410 p. + Figuras y Anexos.
- Correa, C. & M. Thiel, 2003. Population structure and operational sex ratio in the rock shrimp *Rhynchocinetes typus* (Decapoda: Caridea). *Journal of Crustacean Biology* 23: 849-861.
- Díaz, A. C., A. M. Petriella y J. L. Fenucci. 2003. Ciclo de muda y reproducción de la población del langostino *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Penaeoidea) de Mar del Plata, *Ciencias Marinas* 29: 343–355.
- Díaz, E. R. y M. Thiel. 2004. Chemical and visual communication during mate searching in rock shrimp. *Biological Bulletin* 206: 134–143.
- Draper N.R., H. Smith. *Applied Regression Analysis*. Wiley and Sons, Series on Probability and Statistics, 1981.
- Dupré, E. 1988. Desarrollo embrionario de la langosta de Juan Fernández *Jasus frontalis* (Decápoda, Macrura, Palinuridae). *Invest. Mar.*, Valparaíso, 16:49-62.
- Dupré, E, G. Bellolio y K. Lohrmann. 1982. Desarrollo embrionario del camarón de roca (*Rhynchocinetes typus*, H Milne Edwards 1837), en condiciones de laboratorio. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 65:435-442.

- Elorza, A. y E. Dupré. 1996. Determinación de los estados del ciclo de muda de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis* Milne Edwards, 1837). Investigaciones Marinas, Valparaíso 24: 67–76
- Espejo, V., C. Canales y C. Montenegro. 2001. Informe Final. Investigación evaluación y CTP langostino Amarillo 2002. IFOP, 35pp.
- FAO. 1996. FAO Fishing Technology Service. Fishing operations. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 1. Rome, FAO. 1996. 26p. 6 annexes.
- Fagetti, E. y I. Campodonico. 1971. Larval development of the red crab *Pleuroncodes monodon* (Decapoda Anomura: Galatheidae) under laboratory conditions. Marine Biology 8: 70–81.
- Fernández, M., N. Ruiz-Tagle, S. Cifuentes, H. O. Pörtner y W. Arntz. 2003. Oxygen-dependent asynchrony of embryonic development in embryo masses of brachyuran crabs. Marine Biology 142: 559–565.
- Fernández, M., P. Pappalardo y K. Jenó. 2006. The effects of temperature and oxygen availability on intracapsular development of *Acanthina monodon* (Gastropoda: Muricidae). Revista de Historia Natural 79: 155–167.
- Gebauer, P., K. Paschke y C.A. Moreno. 2007. Reproductive biology and population parameters of *Petrolisthes laevigatus* (Anomura: Porcellanidae) in southern Chile: consequences on recruitment. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 87:729–734.
- Goshima, S., M. Kanazawa, K. Yoshino y S. Wada. 2000. Maturity in male stone crab *Hapalogaster dentata* (Anomura: Lithodidae) and its application for fishery management. Journal of Crustacean Biology 20: 641–646.
- Gosselin, T., Sainte-Marie, B. & L. Bernatchez. 2003. Patterns of sexual cohabitation and female ejaculate storage in the American lobster (*Homarus americanus*). Behavioral Ecology & Sociobiology 55: 151-160.
- Guzmán, L. y I. Campodónico. 1972. Fecundidad de la centolla *Lithodes antarctica* Jacquinot (Crustacea, Decapoda, Anomura: Lithodidae). Ans.Inst. Patagonia, Punta Arenas (Chile), 3(1-2): 249-258.
- Guzmán, L. y C. Ríos. 1986. La doble exponencial, una nueva función para describir la relación talla-fecundidad en la centolla (*Lithodes antarcticus* Jacquinot). In: P.Arana (ed).La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 103 –112.
- Gutierrez, J. & O Zuñiga, 1977. *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837 en la Bahía de Mejillones del sur, Chile (Crustácea Decápoda, Anomura). Rev. Biol.Mar, Valparaíso, 16(2):162:169.
- Henriquez, G.1979. Langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards) (Crustacea, Decapoda, Anomura, Galatheidae). In: Estado actual de las principales pesquerías

- nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo, AP 79 – 18:52 pp.
- Hines, A.H., P.R. Jivoff, P.J. Bushmann, J. van Montfrans, S.A. Reed, D.L. Wolcott y T.G. Wolcott. 2003. Evidence for sperm limitation in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Bulletin of Marine Science* 72: 287–310.
- Hinsch, G. W. 1968. Reproductive behavior in the spider crab *Libinia emarginata*. *Biological Bulletin* 135: 273–278.
- Holdsworth, A. R. y D. H. Morse. 2000. Mate guarding and aggression by the crab spider *Misumena Vatia* in relation to female reproductive status and sex ratio. *American Midland Naturalist* 143: 201–211
- Hobbs, R.J. 1997. Future landscapes and the future of landscape ecology. *Landscape and Urban Planning* 37. 1-9 pp.
- Jennings, A.C., C.L. McLay y A.M. Brockerhoff. 2000. Mating behaviour of *Macrophthalmus hirtipes* (Brachyura: Ocypodidae). *Marine Biology* 137: 267–278.
- Jivoff, P. 2003. A review of male mating success in the blue crab, *Callinectes sapidus*, in reference to the potential for fisheries-induced sperm limitation. *Bulletin of Marine Science* 72:273-286
- Jormalainen, V. 1998. Precopulatory mate guarding in crustaceans: male competitive strategy and intersexual conflict. *The Quarterly Review of Biology* 73: 275–304.
- Kurata, H.1962. Studies on the age and growth of crustacea. *Bull. Hokkaido Reg.. Fish. Res.. Lab.*24,1-115.
- Kronenberger, K., D. Brandis, M. Türkay & V. Storch. 2004. Functional morphology of the reproductive system of *Galathea intermedia* (Decapoda: Anomura). *Journal of Morphology* 262: 500-516.
- Lardies, M.A., J.M. Rojas y I.S. Wehrtmann. 2004. Breeding biology and population structure of the intertidal crab *Petrolisthes laevigatus* (Anomura: Porcellanidae) in central–southern Chile. *Journal of Natural History* 38: 375–388.
- Longhurst, A.L. 1968. Distribution of the larvae of *Pleuroncodes planipes* in the California current. *Limnology and Oceanography* 13:143–155.
- Lovrich, G.A. 1997. La pesquería mixta de las centollas *Lithodes santolla* y *Paralomis granulosa* (Anomura: Lithodidae) en Tierra del Fuego, Argentina. *Investigaciones Marinas; Valparaíso* 25: 41–57.
- Mauchline. J.1976. The Hiatt growth diagram for crustacea. *Mar. Biol* 35, 79-84.

- McCurdy D.G, J.S. Boates y M.R. Forbes. 2000. Reproductive synchrony in the intertidal amphipod *Corophium volutator*. *Oikos* 88: 301–308.
- Neter J., M.H. Kutner, C.J. Nachtsheim, W. Wasserman. Linear Regresión Models. 3rd Ed. Irwin , McGraw Hill, Chicago, 1996.
- Palma, S.1994. Distribución y abundancia de larvas de langostino colorado *Pleuroncodes monodon* frente a la costa de Concepción, Chile, *Invest. Mar., Valparaíso*, 22:13-29.
- Palma, S. & P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepcion, Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaiso* 25: 203-221.
- Palma, S y Ulloa.1998. Aspectos reproductivos del camarón nailon *Heterocarpus reedi*, capturado en aguas de la zona norte y central de Chile. *Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso*, 21/98:22 pp.
- Peñailillo, T., S. Palma, H. Miranda, A. Muñoz y M. Rojas. 1995. Monitoreo de la pesquería del recurso Centolla en la X Región, 1994. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso, 166 pp.
- Paul, A. J. 1992. A review of size at maturity in male Tanner (*Chionocetes bairdi*) and king (*Paralithodes camatschaticus*) crabs and the methods to determine maturity. *American Society of Zoologists* 32: 534–540.
- Paul, A. J. y J. M. Paul. 2001. Size of maturity in male golden king crab, *Lithodes aequispinus* (Anomura:Lithodidae). *Journal of Crustacean Biology* 21: 384–387.
- Pool, H., C. Canales, y C. Montenegro, 1996. Evaluación del recurso langostino amarillo de la zona centro norte. Informe Finla Proyecto FIP/IT 94-25: 81 pp.
- Quiroz, J.C., C. Montenegro, P. Baéz, F. Espíndola, C. Canales, H. Reyes, O. Magnere, O. Yañez, J. Tapia, R. Bahamonde, G. Arriagada y P. Galvez.2006. Dinámiza y estructura poblacional del langostino colorado III y IV regiones.Informe Final FIP/IT 2005-41; 340 pp.
- Restrepo, V.R. & R.A. Watson. 1991. An approach to modeling crustacean egg-bearing fractions as a function of size and season. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 1431-1436.
- Rivera, J., y E. Santander. 2005. Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de las larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (Decapada, Anomura, Galatheidae). *Invest. Mar., Valparaiso*, 33(1): 3-23, 2005.
- Roa, R. & R. Bahamonde (1993). Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. *Fisheries Research* 18: 305-319.

- Roa, R., L. Cid, F. Tapia, R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa & I. López. 1998. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de la V a VIII regiones. Informes FIP, FIP/IT N  97-23, 123 pp.
- Roa, R., B. Ernst & F. Tapia (1999b) Estimation of size at sexual maturity: evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin, U.S.*, 97: 570-580.
- Rondeau, A. & B. Sainte-Marie. 2001. Variable mate-guarding time and sperm allocation by male snow crabs (*Chionoecetes opilio*) in response to sexual competition, and impact on the mating success of females. *Biological Bulletin* 201: 204-217.
- Somerton, D.A. 1980a. A computer technique for estimating the size of sexual maturity in crabs. *Can. J. Fish. Aquatic-Sci.* 37:1488-1494.
- Somerton, D.A. 1980b. Fitting straight lines to Hiatt growth diagrams: a re-evaluation. *J. Cons. Int explor. Mer.*, 39(1) 15-19.
- Somerton, D.A. y R.A. MacIntosh. 1985. Reproductive biology of the female blue king crab *Paralithodes platypus* near the Pribilof Islands, Alaska. *Journal of Crustacean Biology* 5: 365-376.
- Tudge, C.C. 2000. Endemic and enigmatic: the reproductive biology of *Aegla* (Crustacea Anomura: Aegliidae) with observations on sperm structure. *Memoirs of Museum Victoria* 60: 63-70.
- Schlining, K.L. & J.D. Spratt. 2000. Assessment of Carmel Bay spot prawn, *Pandalus platyceros*, resource and trap fishery adjacent to an ecological reserve in central California. *Crustacean Issues* 12:751-762.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf (1981). *Biometry*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California, 859 pp.
- Subsecretaría de Pesca. (2002b). Cuota Global Anual de Captura 2003 para la pesquería del langostino amarillo de la III y IV Región. Informe Técnico (R. Pesq.) N  98, 15 p. + Anexo.
- Vinuesa, J. 1987. Embryonic development of *Lithodes antarcticus* Jacquinot (Crustacea, Decapoda, Lithodidae) developmental stages growth and mortality. *Physis, Buenos Aires, Secc. A*, 45(108): 21-29.
- Wada, S., M. Ashidat, K. Yoshino, T. Sato y S. Goshima. 2000. Effects of sex ratio on egg extrusion frequency and mating behavior of the spiny king crab *Paralithodes brevipes* (Decapoda: Lithodidae). *Journal of Crustacean Biology* 20: 479-482.
- Wada, S., A. Ito y A. Mima. 2007. Evolutionary significance of prenuptial molting in female *Pagurus* hermit crabs. *Marine Biology* 152: 1263-1270.

Wilkinson, L. 1988. SYSTAT: The system for statistic. SYSTAT Inc., Evanston, IL.

Wolff, M. (1987). A modification of Leslie's method for population size estimates, to include the effects of the natural mortality. Fishbyte 5:16-19.

Zar, J.H.1996. Biostatistical Analisis. Third Edition. Prentice Hall: NJ.918 pp

8. PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DE PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO (H.H.)

8.1. Total de horas asignadas

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			120	100	20	240
Martin Thiel			100	100	20	220
Manuel Andrade		80	60	50	20	210
Alex Cortés		70	60	50	20	200
Ximena Bennett	90	90	60	20		260
Ana Olivares	90	90	60	20		260
Iván Inojosa	100	90	10	10		210
Claudia Valenzuela	100	110				210
Danny Rivera	100	110				210
José Zepeda	100	110				210
N.N. 1	100	100				200
TOTAL	680	850	470	350	80	2430

8.1.1. Objetivo específico 1

Determinar y caracterizar el periodo de muda y cópula.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	5	65
Martin Thiel			20	20	5	45
Manuel Andrade		20	20	15	5	60
Alex Cortés		25	20	20	5	70
Ximena Bennett	30	30	15	5		80
Ana Olivares	30	30	15	5		80
Iván Inojosa						0
Claudia Valenzuela	40	50				90
Danny Rivera	40	50				90
José Zepeda	40	50				90
N.N. 1	40	40				80
TOTAL	220	295	120	95	20	750

8.1.2. Objetivo específico 2

Determinar y describir el periodo de portación de huevos.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	20	5	55
Martin Thiel			60	60	10	130
Manuel Andrade		20	20	15	5	60
Alex Cortés		25	20	20	10	75
Ximena Bennett	20	20	15	5		60
Ana Olivares	20	20	15	5		60
Iván Inojosa						0
Claudia Valenzuela	30	30				60
Danny Rivera	30	30				60
José Zepeda	30	30				60
N.N. 1	30	30				60
TOTAL	160	205	160	125	30	680

8.1.3 Objetivo específico 3

Determinar el proceso de madurez sexual de machos y hembras.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	20	5	55
Martin Thiel			10	10	5	25
Manuel Andrade		20	10	10	5	45
Alex Cortés		20	20	10	5	55
Ximena Bennett	20	20	15	5		60
Ana Olivares	20	20	15	5		60
Iván Inojosa						0
Claudia Valenzuela	30	30				60
Danny Rivera	30	30				60
José Zepeda	30	30				60
N.N. 1	30	30				60
TOTAL	160	200	100	60	20	540

8.1.4 Objetivo específico 4

Describir las conductas y estrategias reproductivas de ambas especies.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	5	65
Martin Thiel			10	10		20
Manuel Andrade		20	10	10	5	45
Alex Cortés						0
Ximena Bennett	20	20	15	5		60
Ana Olivares	20	20	15	5		60
Iván Inojosa	100	90	10	10		210
Claudia Valenzuela						0
Danny Rivera						0
José Zepeda						0
N.N. 1						0
TOTAL	140	150	90	70	10	460