

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



“ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL LANGOSTINO *Pleuroncodes planipes* EN LAS ZONAS DE PESCA COMERCIAL DE EL SALVADOR”

PRESENTADO POR:

**MARIA DE LOS ANGELES HERNANDEZ POLANCO
CARMINA BEATRIZ MELGAR ESCOBAR**

**PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

DOCENTES DIRECTORES:

**Lic. DAVID ROSALES AREVALO
Lic. NUMA RAFAEL HERNÁNDEZ RODRIGUEZ**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO
Msc. RICARDO FIGUEROA CERNA**

NOVIEMBRE, 2009

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



“ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL LANGOSTINO *Pleuroncodes planipes* EN LAS ZONAS DE PESCA COMERCIAL DE EL SALVADOR”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
MARIA DE LOS ANGELES HERNANDEZ POLANCO
CARMINA BEATRIZ MELGAR ESCOBAR**

**PARA OPTAR EL GRADO DE:
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**DOCENTES DIRECTORES:
Lic. DAVID ROSALES AREVALO
Lic. NUMA RAFAEL HERNÁNDEZ RODRIGUEZ**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO
Msc. RICARDO FIGUEROA CERNA**

NOVIEMBRE, 2009
SANTA ANA EL SALVADOR CENTROAMERICA

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA**



TRABAJO DE GRADO:

“ASPECTOS REPRODUCTIVOS DEL LANGOSTINO *Pleuroncodes planipes* EN LAS ZONAS DE PESCA COMERCIAL DE EL SALVADOR”

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
MARIA DE LOS ANGELES HERNANDEZ POLANCO
CARMINA BEATRIZ MELGAR ESCOBAR**

**PARA OPTAR EL GRADO DE:
LICENCIADAS EN BIOLOGÍA**

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADO:
Msc. RICARDO FIGUEROA CERNA**

FIRMA: _____

DOCENTE DIRECTOR: Lic. DAVID ROSALES AREVALO

FIRMA: _____

**DOCENTE ASESOR ADJUNTO Lic. NUMA RAFAEL HERNÁNDEZ
RODRIGUEZ**

FIRMA: _____

NOVIEMBRE, 2009

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

Msc. Rufino Antonio Quezada Sánchez

VICERRECTOR ACADÉMICO

Msc. Miguel Ángel Pérez Ramos

SECRETARIO GENERAL

Lic. Douglas Vladimir Alfaro Chávez.

FISCAL GENERAL

Lic. René Madecadel Perla Jiménez

AUTORIDADES DE LA FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE.

DECANO

Lic. Jorge Mauricio Rivera.

VICE – DECANO

Lic. Eladio Efraín Zacarías Ortez.

SECRETARIO

Lic. Víctor Hugo Merino.

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Msc. Ricardo Figueroa Cerna.

NOVIEMBRE, 2009

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTROAMERICA

DEDICATORIA

A mi Padre celestial, por ser el creador de la vida, mi amigo y compañero fiel aquel que extendió su mano y dio todos los recursos necesarios para ayudarme en todo tiempo.

A mi madre, Elba del Rosario Polanco, por su incondicional amor, creer en mis sueños y darme el gran ejemplo de la perseverancia pese a las circunstancias y limitantes que se puedan dar en el camino, te amo mamita.

A mi esposo, Mauricio Barrientos, por dedicar todo su esfuerzo y demostrarme su amor dándome todo su apoyo como esposo, hermano, amigo y cuidar de nuestros hijos cuando yo no podía.

A mis hijos, Mauricio Enrique y Marlon Gadiel, por ser la fuente de motivación e incentivo en mi vida permitiéndome trascender a través del tiempo y recordarles que es necesario terminar lo que empezamos.

A mi amiga y compañera de estudio, Carmina Beatriz Melgar, por permitirme conocer parte de su vida y caminar juntas hacia un mismo objetivo, aprendí mucho de ti, gracias.

A mi amigo Raúl Cortéz, por creer y confiar en la capacidad que Dios me ha dado, por darme sabios concejos cuando más necesitaba.

A mis hermanos, Ismael Hernández y Milvia Martínez, por brindarme palabras de apoyo y motivación.

María de los Ángeles Hernández Polanco

DEDICATORIA

En primer lugar debo agradecerle a Dios, por su fidelidad y por estar siempre conmigo en el transcurso de mis estudios y de mi vida.

A mi madre, Vilma Esperanza Escobar, por estar siempre conmigo brindándome palabras de apoyo, por animarme a seguir adelante en todos mis proyectos y por su ayuda económica para culminar mis estudios.

A mis hermanos, Lastenia Carolina Melgar y Miguel Ángel Hernández, por brindarme su ayuda cuando más la necesitaba.

A mi esposo, Lázaro Alexander Pacheco, por su amor incondicional, por permanecer en las buenas y en las malas y por sus palabras de aliento en esos momentos difíciles.

A mis abuelos, tíos/as, primos y demás familia, por animarme a cada instante y por sus consejos.

A mi amiga y hermanita, María de los Ángeles Hernández, primeramente por su gran amistad, por ser mi compañera de fórmula en ésta investigación, por sus consejos y por estar ahí en los momentos que yo más la necesitaba.

A mis amigos/as, por brindarme su amistad que considero pura y sincera y por mostrarme en cada momento su apoyo; ayudándonos mutuamente en lo que fuese necesario.

A mi bebita, Sussel Nahomi Pacheco Melgar, por ser mi fuente de inspiración para la culminación de esta investigación.

Carmina Beatriz Melgar Escobar.

AGRADECIMIENTOS

A nuestros asesores de investigación, Licenciado David Rosales Arévalo, por la revisión del documento, orientación y por la confianza depositada en nosotras para la realización de esta investigación. Y al Licenciado Numa Rafael Hernández, por el tiempo dedicado a la planificación, revisión y orientación de la investigación pero sobre todo por su amistad.

A la Empresa Pesquera del Sur S.A. de C.V. y PRESTOMAR S.A. de C.V., por abrirnos sus puertas para llevar a cabo la investigación proporcionándonos literatura , materiales, equipo, transporte y por brindarnos su apoyo incondicional.

Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de occidente, Departamento de Biología; por la formación académica, proporcionándonos las bases teóricas-científicas para la realización de la investigación y por la confianza depositada en la manipulación del material y equipo del laboratorio que fueron parte esencial en la investigación.

A los tripulantes de la embarcación San Miguel, por estar al pendiente de nosotras durante el viaje realizado y por ayudarnos en lo que fuese necesario; pero más que todo a Don Aníbal por su gran apoyo y ayuda.

A nuestro amigo, Raúl Cortéz, por su apoyo y colaboración en la toma de muestras a bordo del barco.

Al Licenciado Jaime Espinoza, por facilitar el equipo para la toma de fotografías.

A nuestra amiga, Ana Cecilia Montis, por su disposición y brindarnos su colaboración en la realización de los muestreos y por editar las fotografías utilizadas en esta investigación.

INDICE

LISTA DE TABLAS	<u>x</u>
LISTA DE FIGURAS	<u>xi</u>
1. RESUMEN	<u>xii</u>
2. INTRODUCCION	<u>xiv</u>
3. REVISION DE LITERATURA	<u>15</u>
3.1. Taxonomía	<u>15</u>
3.2. Generalidades	<u>15</u>
3.3. Distribución	<u>17</u>
3.4. Ciclo de vida.....	<u>17</u>
3.5. Dimorfismo sexual.....	<u>18</u>
3.6. Etapas de muda	<u>19</u>
3.7. Reproducción	<u>21</u>
3.8. Importancia	<u>23</u>
4. METODOLOGIA.....	<u>25</u>
4.1. Tipo de investigación.....	<u>25</u>
4.2. Diseño de la investigación.....	<u>25</u>
4.2. Población y muestra.....	<u>26</u>
4.4. Descripción del área de estudio	<u>26</u>
4.4.1. Fase de campo	<u>26</u>
4.4.1.1. Porcentaje sexual	<u>28</u>
4.4.1.2. Proporción sexual	<u>29</u>
4.4.1.3. Talla de primera madurez sexual.....	<u>30</u>
4.4.2. Fase de laboratorio	<u>31</u>
4.4.2.1. Desarrollo embrionario.....	<u>31</u>

4.4.2.2. Fecundidad	<u>33</u>
4.4.2.3. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad	<u>34</u>
5. RESULTADOS	<u>36</u>
5.1. Porcentaje sexual.....	<u>36</u>
5.2. Proporción sexual.....	<u>39</u>
5.3. Talla de primera madurez sexual	<u>40</u>
5.4. Desarrollo embrionario	<u>41</u>
5.5. Fecundidad	<u>45</u>
5.6. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad	<u>47</u>
6. DISCUSION	<u>48</u>
6.1. Porcentaje sexual.....	<u>48</u>
6.2. Proporción sexual.....	<u>50</u>
6.3. Talla de primera madurez sexual	<u>50</u>
6.4. Desarrollo embrionario	<u>51</u>
6.5. Fecundidad	<u>52</u>
6.6. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad	<u>53</u>
7. CONCLUSIONES	<u>55</u>
8. RECOMENDACIONES.....	<u>57</u>
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	<u>59</u>
10. ANEXOS.....	<u>63</u>

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tallas medias, modales y desviaciones típicas (mm) de langostino <i>P. planipes</i>	39
Tabla 2. Proporción sexual de langostino <i>P. planipes</i>	40
Tabla 3. Características del langostino <i>P. planipes</i> según el estado de desarrollo embrionario.....	43
Tabla 4. Estado de desarrollo embrionario de langostino <i>P. planipes</i>	44
Tabla 5. Fecundidad del langostino <i>P. planipes</i>	46

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Características anatómicas del langostino <i>Pleuroncodes planipes</i>	16
Figura 2. Distribución del langostino <i>P. planipes</i>	17
Figura 3. Ciclo de vida del langostino <i>P. planipes</i>	18
Figura 4. Dimorfismo sexual del <i>P. planipes</i>	19
Figura 5. Etapas de muda del langostino <i>P. planipes</i>	20
Figura 6. Aparato genital del langostino <i>P. planipes</i>	22
Figura 7. Captura en bruto de langostino <i>P. planipes</i>	24
Figura 8. Zonas de pesca de langostino <i>P. planipes</i>	27
Figura 9. Medición de la longitud cefalotorácica del langostino <i>P. planipes</i>	28
Figura 10. Estados de desarrollo embrionario de langostino <i>P. planipes</i>	33
Figura 11. Porcentaje sexual de langostino <i>P. planipes</i>	37
Figura 12. Frecuencia de tallas de langostino <i>P. planipes</i>	38
Figura 13. Talla de primera madurez sexual de langostino <i>P. planipes</i>	41
Figura 14. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad de langostino <i>P. planipes</i>	47

1. RESUMEN

La investigación se realizó en las zonas de pesca comercial del langostino *Pleuroncodes planipes*, en El Salvador, durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009; utilizando una de las embarcaciones de la Empresa Prestigio del Mar S.A. de C.V. (PRESTOMAR S.A. de C.V.)

Para ello se dividió la costa salvadoreña en 4 zonas, las cuales se designan así:

Zona I: Frontera de Guatemala – Acajutla.

Zona II: Acajutla – La Libertad.

Zona III: La Libertad – Lempa.

Zona IV: Lempa – Frontera de Nicaragua.

Los barcos de pesca comercial realizan sus labores de captura de 140 a 220 m. de profundidad.

En ésta investigación se analizó un total de 5,980 ejemplares, de los cuales 3,172 (53%) fueron machos, con un rango de tallas de 15 a 42 mm. de Longitud cefalotorácica (LC); 870 (15%) hembras, entre las tallas de 15 a 29 mm. de LC. y 1,938 (32%) hembras ovígeras, entre las tallas de 18 a 33 mm. de LC. La proporción sexual total fue de 1:09, alejándose relativamente de la proporción teórica esperada de 1:1.

Al analizar la frecuencia y la longitud cefalotorácica de las hembras tanto ovígeras y no ovígeras, se obtuvo una talla de primera madurez sexual de 25.3 mm. de LC.

Para la determinación del estado de desarrollo embrionario y fecundidad se utilizaron 400 hembras ovígeras. Se observaron los cuatro estados de desarrollo embrionario propuestos por Palma & Arana (1997), además de ello se encontró un nuevo estado; clasificándose como *estado V*; cuyas

características son: Masa de color gris oscuro, presencia de larvas en su totalidad, con globos oculares grandes de color negro, periópodos alargados, abdomen segmentado y telson no diferenciado.

La fecundidad individual del langostino estuvo comprendida entre 36 a 33,140 huevos, cuyo rango de tallas fue de 20 a 32 mm. de LC.; obteniéndose un promedio total de 7,640 huevos. Además se observó una variación en el número de huevos portados por hembras de una misma talla corporal. Mediante el análisis de regresión lineal, sin realizar ningún ajuste en los datos se pudo comprobar que no existe relación alguna entre longitud cefalotorácica y fecundidad del langostino ($r^2 = 0.049$ ó 5% de representatividad).

2. INTRODUCCION

Dado al interés comercial que el recurso langostino *Pleuroncodes planipes* representa en el mercado tanto por su carne como por los productos derivados del mismo; a nivel exploratorio en la región Centroamericana se realizaron investigaciones por diferentes autores y organismos científicos de cooperación internacional, entre ellos tenemos a Vidal (1971).

Desde el año de 1979 a 1982, en El Salvador la pesca comercial de dicha especie inició con algunas empresas como: Multipesca S.A., Veralmar S.A. y Empesa S.A.

De 1983 a 1988, la pesca de langostino fue combinada con la captura de camarón de costa *Litopenaeus sp.* (Ulloa, 2001)

Es así, como a partir del año 2003, la Empresa Pesquera del Sur S.A. de C.V. por medio de una sistematización tecnológica que implementa conocimientos científicos en la extracción del recurso para su comercialización; da comienzo a un aprovechamiento sustentable del recurso, algunos estudios realizados bajo estas condiciones están las “Evaluaciones de pesca de langostino *Pleuroncodes planipes*”, presentado por Chicas & Olivares (2005); también el estudio de “Abundancia y distribución de langostino *Pleuroncodes planipes*” presentado por Cárdenas & Orellana (2005).

De esta manera es indispensable conocer algunos aspectos acerca de la biología reproductiva de dicha especie tales como: porcentaje sexual, proporción sexual, estado de desarrollo embrionario, fecundidad y tallas de primera madurez sexual; con el objetivo de facilitar el manejo adecuado del recurso y su permanencia en el tiempo; estimando la capacidad reproductiva y, en consecuencia, su habilidad para repoblar su área de distribución en la región costera de El Salvador.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Taxonomía

Phylum	ARTHROPODA
Clase	CRUSTACEA
Sub-clase	MALACOSTRACA
Serie	EUMALACOSTRACA
Súper-orden	EUCARIDA
Orden	DECAPODA
Sub-orden	REPTANTIA
Sección	ANOMURA
Familia	GALATHEIDAE
Género	Pleuroncodes (Stimpson, 1860)
Especie	<i>Pleuroncodes planipes</i> (H. Milne Edwards, 1837)
Nombre común	Langostino chileno, langostilla, langostino.

3.2. Generalidades

Los galateidos, al igual que los cangrejos presentan su abdomen simétrico plegado ventralmente, pero no están reducidos como en aquellos, presentando un abanico caudal más bien desarrollado. Presentan ojos pedunculados, exoesqueleto duro, cuerpo comprimido dorso-ventralmente, algunos muy semejantes a los cangrejos braquiuros, suelen presentar urópodos. (Franco, s.a.)

El rostrum es largo, angosto y levemente recurvado; ambos costados de la base se hallan una espina corta que no sobrepasa la base de los ojos. Las segundas antenas de color rojo y más largas que los quelípodos extendidos; su

base presenta una extensa lámina triangular que termina en una aguda espina que se extiende bajo los ojos. (Franco, s.a.)

Fischer et. al. (1995), describe al langostino *P. planipes* de la siguiente manera: Cuerpo alargado (cuando esta extendido), algo semejante a una pequeña langosta. Rostro alargado, bien desarrollado, rebasando netamente el borde anterior de los ojos. Pedúnculo ocular compuesto por tres artejos móviles. Pereiópodos del primer par alargados, simétricos, extendidos por delante del cuerpo, y terminados en pinzas verdaderas; segundo a cuarto par de pereiópodo con el dáctilo normal, no fuertemente recurvado o típicamente aplanado. Abdomen bien desarrollado, simétrico y claramente dividido en segmentos. Urópodos bien desarrollados, adaptados a la natación; telson subdividido en dos o más placas. (Figura 1)

Las características que lo diferencian con su pariente cercano *Pleuroncodes monodon* son en la formas de las estrías transversales a través del exoesqueleto. (Comisión del CODEX Alimentarius, 2003)

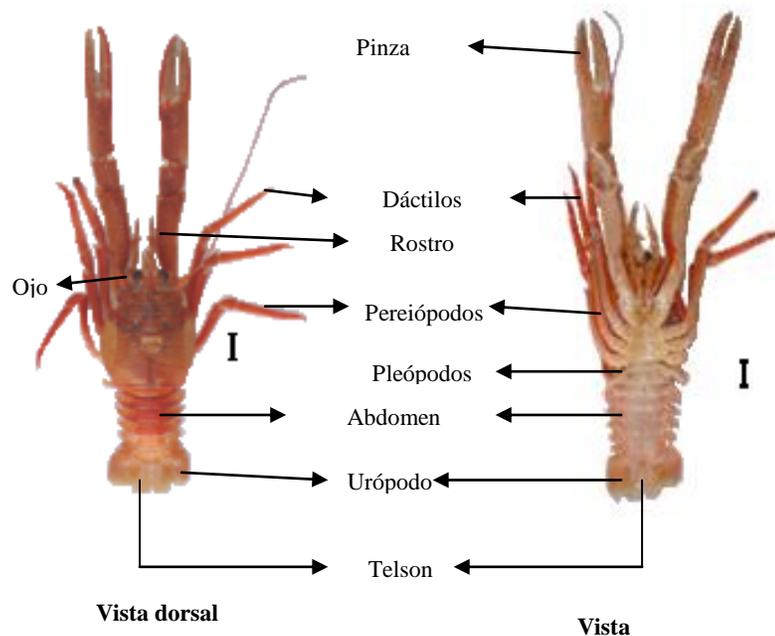


Figura 1. Características anatómicas del langostino *Pleuroncodes planipes*.

3.3. Distribución

El langostino o cangrejo rojo pelágico, *Pleuroncodes planipes*, es un abundante crustáceo decápodo del sistema de surgencias de la costa del Pacífico de Baja California hasta la costa centroamericana. Auriolles & Gamboa (2004). (Figura 2)



Figura 2. Distribución del langostino *Pleuroncodes planipes*.

Pleuroncodes planipes se ubica al norte y *Pleuroncodes monodon* al sur, costa de Chile. (Comisión del CODEX Alimentarius, 2003)

3.4. Ciclo de vida

Boyd (1962); Auriolles & Gamboa (1992) cit. por Cárdenas & Orellana (2005), afirman que la hembra de ésta especie, transporta sus huevos de una a tres semanas y después son liberados y permanecen en el plancton donde pasan a través, de cinco estadios hasta convertirse en juveniles.

Boyd (1962) cit. por Cárdenas & Orellana (2005), sostiene que en la fase juvenil y parte de la adulta transcurren la columna de agua hasta poco más del año de edad que sería la fase pelágica, que alcanza los 20 mm. de cefalotórax. (Figura 3). El segundo año de vida (20 y 30 mm. de cefalotórax), *P. Planipes* alterna el modo de vida pelágico con el bentónico, desarrollándose así la segunda fase, el tercer año de vida llega a medir de 30 a 42 mm. de cefalotórax, que se convierte estrictamente bentónico habitando en el borde de la plataforma continental que alcanza unos 200 m. de profundidad media y talud que se sitúa entre los 200 y 2000 m. de profundidad media.

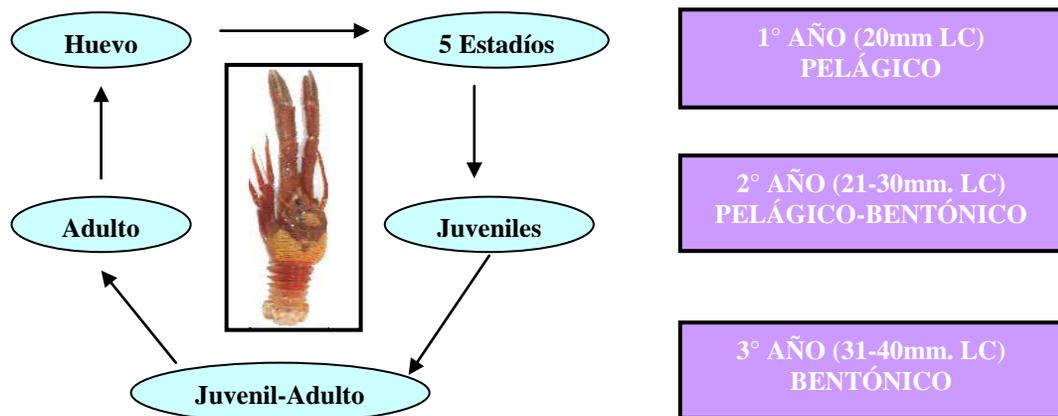


Figura 3. Ciclo de vida del langostino *Pleuroncodes planipes*. (Boyd, 1962 cit. por Cárdenas & Orellana, 2005)

3.5. Dimorfismo sexual

Los machos, son significativamente más grandes, pesados y sus quelas son más largas y gruesas que de las hembras (Figura 4a), lo que puede estar asociado a una ligera selección sexual favoreciendo a los machos para inseminar un mayor número de hembras, (Auriolles & Gamboa 1992 cit. por Cárdenas & Orellana 2005).

Los machos presentan el primer y segundo par de pleópodos adaptados como órganos copuladores, careciendo estos en las hembras (Serrano & Padilla y Auriolés & Gamboa, 1992 cit. por Franco M. s.a.), sin embargo éstas presentan pleópodos filiformes y plumosos cuya función es la de llevar los huevos durante la incubación. (Figura 4b)

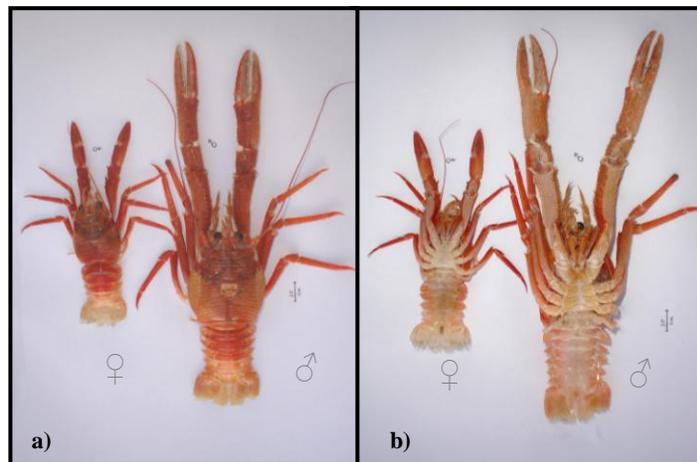


Figura 4. Dimorfismo sexual del *Pleuroncodes planipes*, **a)** Vista dorsal; **b)** Vista ventral.

3.6. Etapas de muda

En los crustáceos, el proceso de crecimiento se produce de forma discontinua y cíclica debido al fenómeno de muda o ecdisis.

(http://biología.iztacala.unam.mx/directorio/diversidad_animal2.html. cit. por Cárdenas & Orellana, 2005)

Cada vez que el organismo esta preparado para aumentar de talla y peso, el viejo exoesqueleto es liberado rápidamente y es producida una capa quitinosa que tenderá a endurecerse hasta adquirir la consistencia y dureza del exoesqueleto anterior. (Van Wormhoundt y Bellon-Humbert, 1995 cit. por Cárdenas & Orellana, 2005)

En los crustáceos el periodo de muda disminuye a medida que aumentan de edad. La muda se divide en tres etapas: (López, 1982 cit. por Cárdenas & Orellana, 2005)

- *Primera etapa:* Formación de una capa interna, presencia de doble capa y aproximadamente dura 10 días. (Figura 5a)
- *Segunda etapa:* Se da el rompimiento de la capa antigua y aparecimiento de la nueva, ésta dura 4 días. (Figura 5b)
- *Tercera etapa:* Endurecimiento total de la capa nueva, aproximadamente dura 10 días. (Figura 5c)

En los crustáceos el proceso de muda es previo a la cópula y luego sucede la salida de los huevos a los pleópodos. (Palma y Arana, 1997)

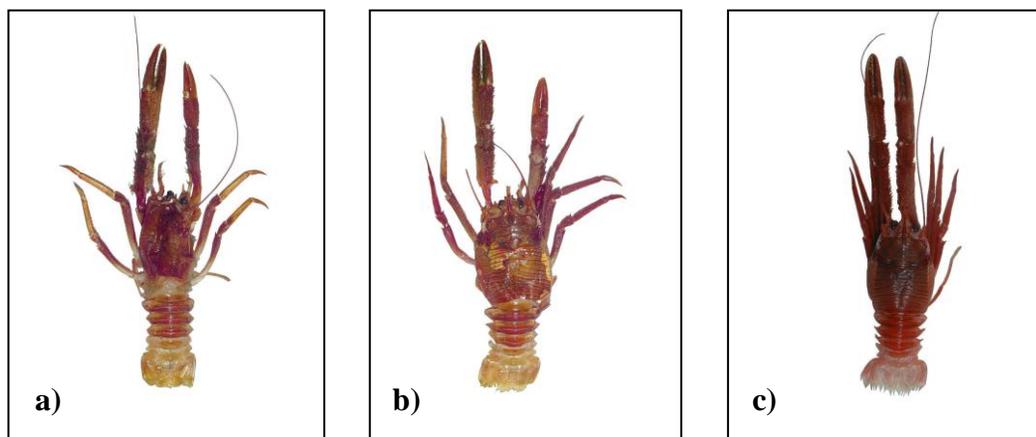


Figura 5. Etapas de muda del *Pleuroncodes planipes*, **a)** Primera etapa; **b)** Segunda etapa; **c)** Tercera etapa.

3.7. Reproducción

La quela del langostino, a parte de ser usada como defensa, depredación, limpieza del exoesqueleto; es usada en el comportamiento reproductivo, puesto que podrían beneficiarse de una quela bien desarrollada para rechazar a otros machos y/o para atrapar hembras y copular con ellas lo que puede ser un ritual del cortejo para el langostino donde antes de acoplar los abdómenes la pareja se engancha con las quelas y efectúan giros a manera de danza, (Rizo, 1994 cit. por Cárdenas & Orellana 2005).

Pleuroncodes planipes, es una especie heterosexual con un claro dimorfismo sexual. El sistema de apareamiento es promiscuo en su fase pelágica, ya que la monogamia se observa en muy pocos organismos de crustáceos y en el langostino no es su caso. (Aurioles-Gamboa & Balart 1995 cit. por Cárdenas & Orellana).

En las hembras de langostino, al igual que la *Emerita análoga* (Crustacea: anomura) el aparato genital consta de ovarios, oviducto y el poro genital (machos y hembras) se ubica en la coxa del tercer par de periópodos. (Franco s.a.) (Figura 6)

Según, Aurioles, Gamboa & Balart (1995) cit. por Cárdenas & Orellana (2005), la posición de los ovarios en *P. planipes* se ubican en el dorso – anterior al hepatopáncreas y ventro-posterior al estómago.

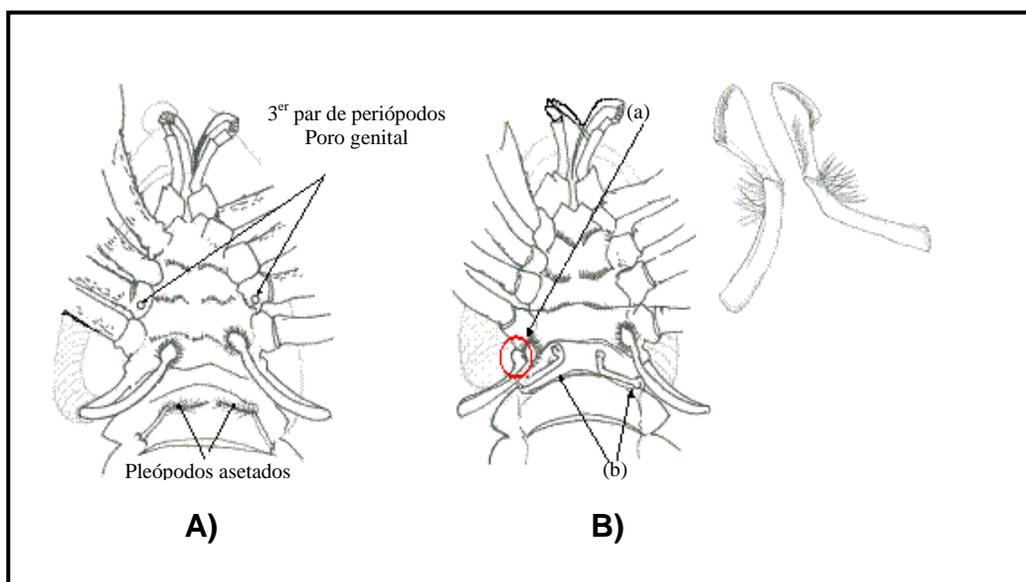


Figura 6. **A)** Vista ventral de un ejemplar hembra, presenta en el 3^{er} par de periópodos unos orificios (poro genital). Además los pleópodos son asetados. **B)** Vista ventral de un ejemplar macho, (a) poro genital y (b) órganos copuladores (gonopodios) en el 1^{er} par de pleópodos. No presentan pleópodos asetados.

Según, Boyd (1967) y Longhurst (1968) cit. por Cárdenas & Orellana (2005), la época reproductiva en el Sur de California, se observa en los meses de diciembre a marzo, aunque pueda que se registren hembras ovígeras en otros meses (Kato ,1974).

En El Salvador, durante la investigación 1980-1981, López (1982) cit. por Cárdenas & Orellana (2005), reporta las posturas de hembras con huevos a inicios del mes de octubre manteniendo un orden ascendente hasta noviembre de donde comienza a disminuir y se vuelve cero a mediados del mes de marzo. Sin embargo, en los años 81-82 la postura de hembras con huevos comenzó, dos meses antes es decir en agosto finalizando en diciembre.

Según Chicas & Olivares (2005); el proceso reproductivo tiene una duración promedio de 7 meses al año; la portación de huevos inicia habitualmente de agosto a marzo.

3.8. Importancia

En la actualidad la pesca dirigida al recurso langostino en El Salvador es una actividad muy importante que ha tomado auge conforme transcurre el tiempo, ya que es utilizada como un medio de comercialización, por tanto dicha actividad está siendo monitoreada constantemente por MAG-CENDEPESCA*; siendo esta institución la encargada de velar por el buen manejo de los recursos pesqueros estableciendo para ello la siguiente clasificación: pesca artesanal, pesca industrial, acuicultura y pesca continental.

De acuerdo a la clasificación anterior, en los anuarios pesqueros de la institución se reporta que en los años 2001 y 2002, la pesca industrial se mantuvo en penúltimo lugar con un 23% y 12% respectivamente en cuanto a volúmenes de producción; sin embargo para los años 2003 al 2006 donde la pesca de langostino se establece como una actividad incipiente, las capturas industriales obtuvieron el primer lugar con los siguientes porcentajes: 50% para los años 2003 y 2004, un 47% para el año 2005 y un 49% para el año 2006.

Dentro de la pesca industrial se encuentran las especies langostino *Pleuroncodes planipes* y camarón *Litopenaeus* sp. A partir del año 2001 a 2006; se reporta la captura de langostino *P. Planipes*, teniendo una tendencia ascendente en cuanto a abundancia. (Figura 7)

*MAG-CENDEPESCA: Ministerio de Agricultura y Ganadería-Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura

Con respecto al camarón se observa lo contrario, ya que la producción en la pesquería de dicho recurso conforme transcurre el tiempo se percibe en descenso, llegando en la actualidad a establecerse vedas por baja población. De ahí la importancia de establecer planes de manejo del recurso langostino que permitan el aprovechamiento sustentable de la especie

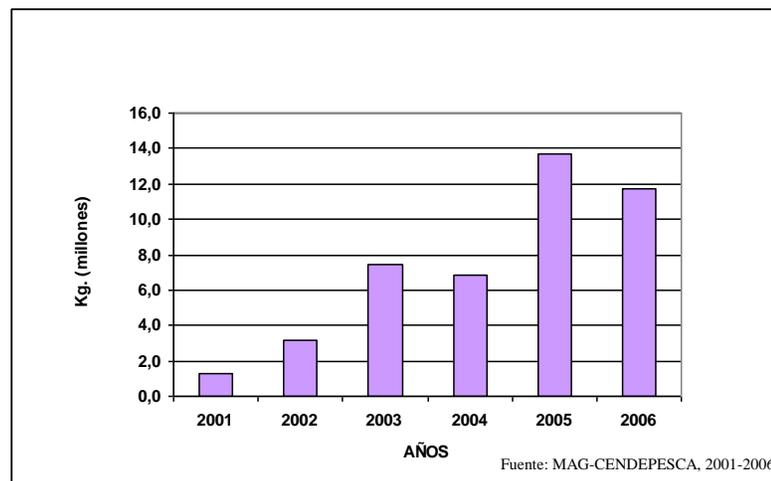


Figura 7. Captura en bruto de langostino *Pleuroncodes planipes*.

El Langostino, se caracteriza por presentar una importancia creciente a nivel industrial y económico. En El Salvador su carne es exportada a países europeos, por su exquisito sabor; para consumo humado directo (fresco-congelado). Además el caparazón y las tenazas son utilizados para la fabricación y exportación de harinas como suplemento alimenticio utilizado en la salmonicultura.

En México, el caparazón y las patas, son utilizados como aditivo alimentario en dietas para camarón por su composición química de gran valor. Otros estudios se han enfocado principalmente al uso de la harina de langostino como sustituto parcial o total de la harina de pescado y de la harina de cabeza de camarón etc. (Castro-González et. al. 1995 cit. por Cárdenas & Orellana 2005)

4. METODOLOGIA

4.1. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo mixta (Cualitativa y Cuantitativa), ya que según Sampieri et. al (2003); es de tipo cualitativa porque se basa en un esquema inductivo, es expansivo y por lo común no busca generar preguntas de investigación. Hay una realidad por descubrir. No mide numéricamente los fenómenos estudiados ni tampoco tiene como finalidad generalizar los resultados de la investigación; no lleva a cabo análisis estadístico; su método de análisis es interpretativo. Y cuantitativa porque se fundamenta en un esquema deductivo y lógico, confía en la medición estandarizada y numérica, utiliza el análisis estadístico para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.

4.2. Diseño de la investigación.

El diseño es no experimental de tipo longitudinal de evolución de grupos. Sampieri et al. (2003), define una investigación como no experimental a aquella donde no se manipulan deliberadamente las variables, es decir, no se hacen variar en forma intencional dichas variables. Es observar los fenómenos tal y como se dan en su entorno natural, para después analizarlos.

Es de tipo longitudinal, ya que se analizan cambios a través del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos, comunidades; o bien en las relaciones entre estas.

Es de evolución de grupos, ya que se examinan cambios a través del tiempo en sub-poblaciones o grupos específicos. Su atención son los grupos de individuos vinculados de alguna manera, generalmente sexo, que serían grupos por sexo.

4.3. Población y muestra.

La población de la investigación son los langostinos capturados en faena comercial durante 4 viajes de pesca realizando 1 viaje por mes.

La muestra fue de 2,000 ejemplares por viaje, de dicha muestra se tomó una submuestra del 5% de hembras ovígeras; totalizando 100 hembras por viaje.

4.4. Descripción del área de estudio

5.4.1. Fase de campo

La obtención de las muestras de Langostino *P. planipes* se realizaron a bordo del Barco San Miguel, que es una de las embarcaciones langostineras de la Empresa PRESTOMAR S.A. de C.V.

Los barcos de dicha Empresa consideran la metodología empleada por Olivares (2003), en el cual distribuye la costa salvadoreña en cuatro zonas: (Figura 8)

ZONA I: Frontera de Guatemala (90°07'289 LW.) – Acajutla (89°50'194LW.)

ZONA II: Acajutla (89°50'194 LW.) – La Libertad (89°19'125 LW.)

ZONA III: La Libertad (89°19'125 LW.) – Lempa (88°48'890 LW.)

ZONA IV: Lempa (88°48'890 LW.) – Frontera de Nicaragua (88°15' LW).

Los barcos de la flota langostinera realizan las capturas dentro de las zonas II, III y IV; y las profundidades de pesca van de los 140 a 220 m.



Fuente: UID, 2006

Figura 8. Costa salvadoreña dividida en cuatro zonas de pesca de langostino *Pleuroncodes planipes*.

Las características generales de la embarcación utilizada durante la investigación son las siguientes:

Nombre	San Miguel
Motor	Cummins
Eslora	19.80 m.
Manga	7.30 m.
Casco	Acero
Número de redes	2
Caballos de fuerza	425 HP
Combustible	Diesel
Color	Blanco y rojo
Ton. Bruto	152.36 ton.
Ton. Neto	101.57 ton.
Sistema de conservación	Hielo

Para la investigación, la obtención de las muestras de langostino *P. planipes*, se utilizaron como promedio 20 lances de pesca de 60 minutos de arrastre efectivo, es decir desde que la red toca fondo hasta el inicio del virado. Cuando la pesca de langostino se tiene a bordo del barco se separa de su fauna acompañante (Anexo 4). De los langostinos obtenidos se tomó la muestra que se utilizó para la investigación y la población restante de individuos se pesaron y colocaron en cajas de 15 libras, se enhielaron y se trasladaron a un cuarto frío, estos son los que posteriormente se utilizarán para la comercialización.

4.4.1.1. Porcentaje sexual

De cada viaje realizado se tomó 2,000 ejemplares que conformaron la muestra, los cuales se separaron por sexo en machos, hembras y hembras ovígeras (Anexo 5) Luego se tomó la longitud cefalotorácica de cada uno de ellos; para lo cual se utilizó un pie de rey de 0.1mm de precisión, se midió la longitud del caparazón entre el arco post-ocular y el extremo posterior del cefalotórax, sobre el eje medio dorsal. (Figura 9)



Figura 9. Medición de la longitud cefalotorácica del langostino *Pleurocodes planipes*.

Los datos obtenidos se anotaron en un formulario creado para tal caso. (Anexo 1)

El porcentaje sexual se calculó mediante la siguiente expresión:

$$\%S = \frac{N^{\circ} (TM / TH / THo)}{n} \times 100\%$$

En donde:

%S = Porcentaje sexual

N° (TM / TH / THo) = Número total de machos, hembras ó hembras ovígeras.

n = Muestra.

4.4.1.2. Proporción sexual

Para ello se utilizaron los datos obtenidos anteriormente, es decir la cantidad de machos y hembras (ovígeras y no ovígeras).

Para calcular la proporción sexual se utilizó la siguiente expresión:

$$PS = \frac{N^{\circ} TH}{N^{\circ} TM}$$

En donde:

PS = Proporción sexual

N° TM = Número total de machos.

N° TH = Número total de hembras (ovígeras y no ovígeras).

4.4.1.3. Talla de primera madurez sexual

Para la determinación de las tallas de primera madurez sexual se hizo de acuerdo a la metodología propuesta por Palma & Arana (1997) de la siguiente manera:

La talla de primera madurez sexual se estableció a partir de la relación entre el porcentaje de hembras ovígeras y hembras totales a cada intervalo de longitud, en los meses donde se contó con una adecuada representatividad, de hembras ovígeras y no ovígeras. Para el ajuste de la curva de madurez sexual se empleó una función logística lineal, definida como:

$$\text{Mad (Lc)} = \frac{N}{1 + e^{(a+b \cdot Lc)}}$$

En donde:

Mad (Lc) = porcentaje de hembras maduras a la talla Lc

N = 100

Lc = longitud cefalotorácica

a y b = parámetros regresionales

e = Logaritmo natural.

Una vez ajustado el modelo de regresión, se estimó la talla a la cual el 50% de las hembras alcanzan la madurez sexual (TMS50%) como:

$$\text{TMS 50\%} = \frac{a}{b}$$

Para realizar la fase de laboratorio, se extrajo una submuestra del 5% de la muestra, es decir 100 hembras ovígeras por viaje (mes).

In situ se tomó la coloración de la masa ovígera de la submuestra, con el objetivo de minimizar errores en la toma de datos por cambios que se pudo haber dado en dichas coloraciones después de cierto tiempo (Anexo 6); tomando como parámetro la clasificación propuesta por Palma & Arana (1997), donde establece las siguientes coloraciones: naranja pálido, naranja brillante, naranja oscuro-opaco y café oscuro. Dichas coloraciones se anotaron en un formulario creado para tal caso. (Anexo 2)

Cada hembra ovígera se colocó en una bolsa de media libra previamente rotulada con: número de lance y número de hembra según el formulario.

La submuestra obtenida fue colocada en una hielera y trasladada al laboratorio de la Universidad de El Salvador en la Facultad Multidisciplinaria de Occidente para su análisis.

4.4.2. Fase de laboratorio

4.4.2.1. Desarrollo embrionario

Para ello fue necesario conocer la longitud cefalotorácica; esta se obtiene de la misma manera descrita anteriormente. (Figura 9)

Auxiliándose de la información colocada a las muestras provenientes del barco, se conoció la coloración inicial de la masa ovígera y se tomó cuidadosamente

un par de embriones haciendo uso de agujas de disección para visualizar el estado de desarrollo que posee, utilizando el microscopio compuesto. (Anexo 7) La clasificación del estado de desarrollo embrionario se basó en estudios realizados por Palma & Arana (1997); donde determinan una escala de cuatro estados de desarrollo embrionario los cuales son:

Estado 1. Huevos de color naranja pálido, totalmente inmaduro. El vitelo se encuentra distribuido homogéneamente y no presenta estructuras ni células diferenciadas ([Figura 10a](#)).

Estado 2. Huevos de color naranja brillante. El vitelo es oscuro y de apariencia granulosa, y ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo. En este estado se inicia la diferenciación celular y se visualiza el primordio embrionario ([Figura 10b](#)).

Estado 3. Huevos de color naranja oscuro y opaco. Se observa el inicio del desarrollo del embrión; aparece el esbozo de los globos oculares que son alargados y en su extremo distal, presentan una línea curva oscura que corresponde al inicio de la pigmentación ocular ([Figura 10c](#)).

Estado 4. Huevos de color café oscuro. El embrión está totalmente formado; los globos oculares son grandes y ligeramente alargados, de intensa pigmentación negra. Se observan algunos cromatóforos rojizos en la región dorsal del abdomen ([Figura 10d](#)).

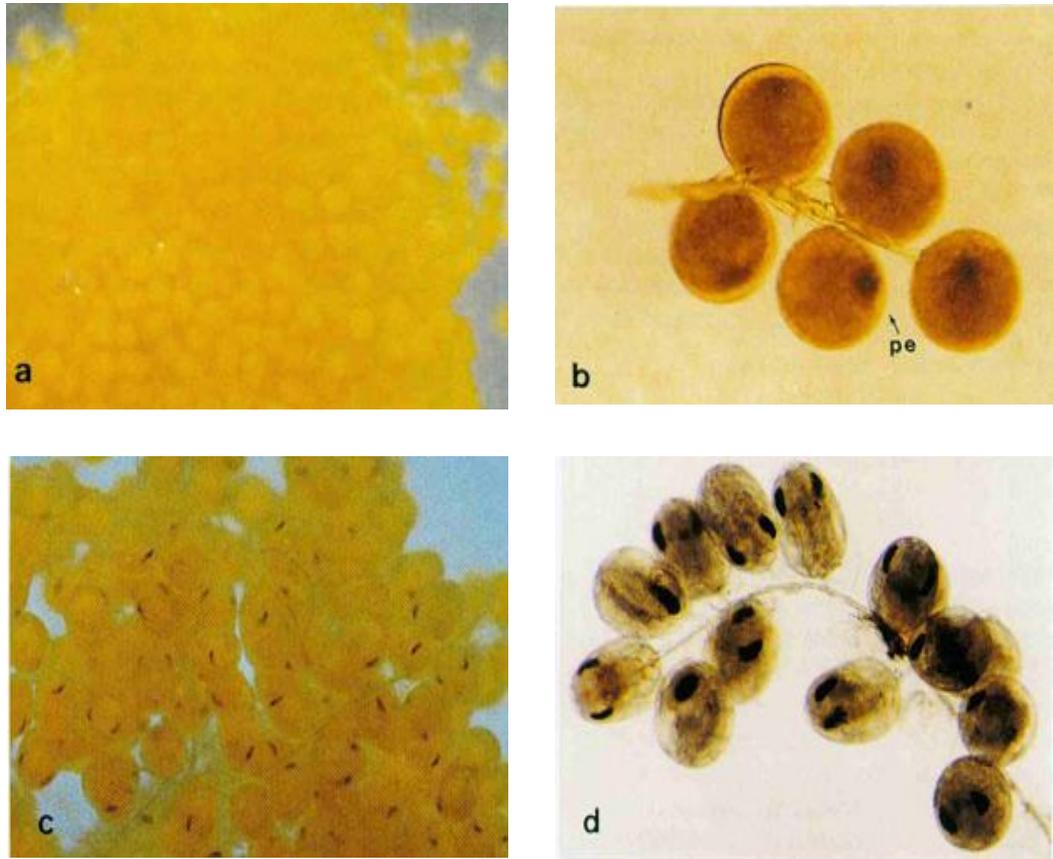


Figura 10. Estados de desarrollo embrionario de langostino colorado. **a)** Estado 1: huevos inmaduros; **b)** Estado 2: vitelo granuloso, pe-primordio embrionario; **c)** Estado 3: embriones con pigmentación negra oblicua en los ojos; **d)** Estado 4: embriones con ojos ovalados totalmente pigmentados. (Palma & Arana, 1997)

Todos los datos recopilados fueron colocados en un formulario creado para tal caso. (Anexo 3)

4.4.2.2. Fecundidad

Para conocer la fecundidad se utilizó el método volumétrico basado en estudios realizados por Tresierra & Culquichicón (1993); para ello se separó el abdomen del cefalotórax. El abdomen se colocó en un beaker de 50 ml. conteniendo 8 ml. de la solución NaOH al 8%, se dejó reposar por 15 minutos hasta liberar la masa ovígera de los pleópodos y separar los embriones entre sí;

si no había terminado la separación se removía con ayuda de una aguja para disección, teniendo el cuidado de no perder embriones durante el proceso (Anexo 8). Luego se aforó a 10 ml. si era necesario, se tomaron 10 sub-muestras de 0.1 ml. (Anexo 9) y se procedió a contar los embriones presentes haciendo uso del estereoscopio (Anexo 10). Las cantidades obtenidas se sumaron, y para conocer el número total de huevos se utilizó la siguiente expresión:

$$NTH = \frac{VT \text{ (ml.)} \times \sum Nth}{VM \text{ (ml.)}}$$

En donde:

NTH = Número Total de Huevos.

VT = Volumen total (ml.)

$\sum Nth$ = Sumatoria del número de huevos presentes en la sub-muestra

VM = Volumen de la muestra (ml.)

Los datos obtenidos se colocaron en un formulario creado para tal caso. (Anexo 3)

4.4.2.3. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad

Según Palma-Arana (1997), para determinar la expresión que representa mejor la relación entre la longitud cefalotorácica y la fecundidad en el langostino, se probaron los siguientes modelos matemáticos:

a) Lineal ([Guzmán y Campodonico, 1972](#)):

$$NTH = a + b \cdot Lc$$

b) Poder ([Arana et al., 1985](#)):

$$NTH = a \cdot Lc^b$$

c) Exponencial ([Guzmán y Ríos, 1986](#)):

$$NTH = a \cdot e^{b \cdot Lc}$$

d) Doble exponencial lineal ([Guzmán y Ríos, 1986](#)):

$$NTH = \exp(\exp^{(a+b \cdot Lc)})$$

e) Doble exponencial potencial ([Guzmán y Ríos, 1986](#)):

$$NTH = \exp(\exp^{(\exp(a \cdot Lc \cdot b))})$$

En donde:

Lc = longitud cefalotorácica

a y b = constantes regresionales

Para definir el grado de asociación entre estas variables se utilizó el coeficiente de determinación muestral (r^2).

5. RESULTADOS

En el período de estudio, se efectuaron 4 viajes; realizando 1 por mes; el primer viaje se realizó en el mes de Noviembre de 2008 con 20 lances efectivos, en diciembre se efectuaron 20 lances, en enero y Febrero de 2009 solo se realizaron 10 lances en cada mes; haciendo un total de 60 lances efectivos con una muestra de 5,980 ejemplares y una submuestra de 400 hembras ovígeras durante toda la investigación.

Durante ese periodo se observó la presencia de hembras ovígeras, que fueron indispensables para el desarrollo de dicha investigación.

5.1. Porcentaje sexual

Para estimar el porcentaje y proporción sexual se analizaron 5,980 ejemplares, de donde 3,172 corresponden a machos (53%), 870 a hembras (15%) y 1,938 a hembras ovígeras (32%). (Figura 11)

De acuerdo a la figura 10, predomina el porcentaje de machos en cada mes, constituyendo un 53% de toda la muestra, mientras que las hembras muestran un ascenso de noviembre a febrero; conformándose así un porcentaje total de 15%. El porcentaje total de hembras ovígeras es de 32%, dicho porcentaje muestra un incremento en los meses de noviembre y diciembre; siendo en este último mes el que presenta el mayor porcentaje con más del 50% de la población muestreada, y con un descenso significativo para los meses de enero y febrero.

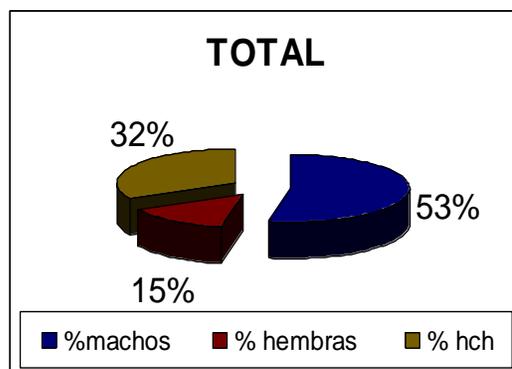
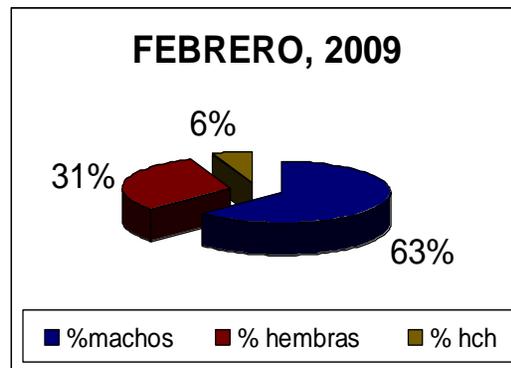
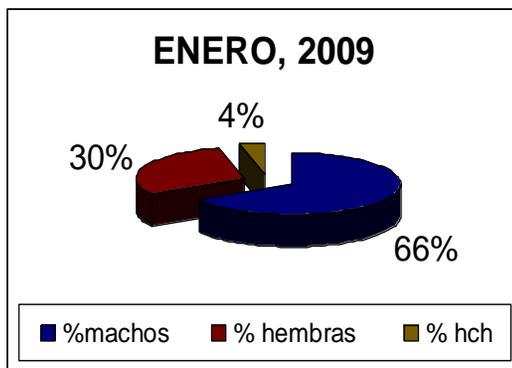
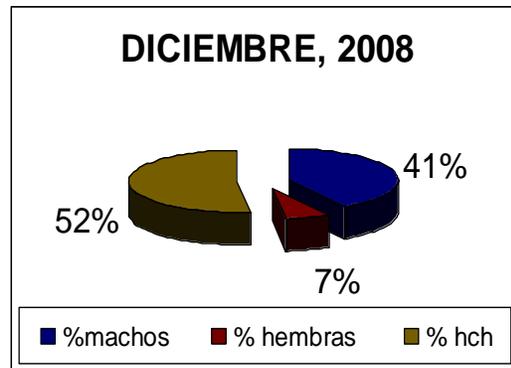
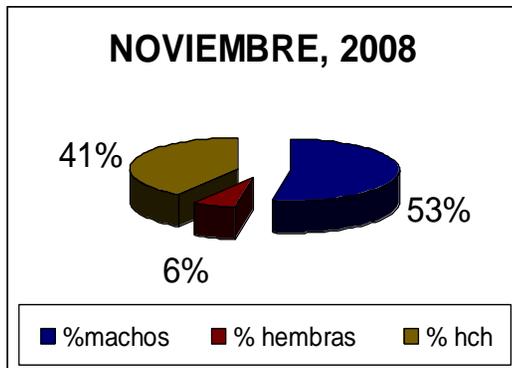


Figura 11. Porcentaje sexual de langostino *Pleuroncodes planipes* durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009.

Las longitudes cefalotorácicas estuvieron comprendidas en ambos sexos entre 15 a 42 mm.

Los machos estuvieron comprendidos entre 15 a 42 mm (Figura 12); obteniéndose una media aritmética de 28 mm, una moda de 29 mm y una desviación de 4.4 mm. (Tabla 1)

Las hembras estuvieron comprendidas entre las tallas de 15 a 29 mm. (Figura 12); obteniéndose una media aritmética de 24 mm., una moda de 26 mm. y una desviación típica de 2.8 mm. (Tabla 1)

Las hembras ovíferas estuvieron comprendidas entre las tallas de 18 a 33 mm. (Figura 12); obteniéndose una media aritmética de 24 mm., una moda de 26 mm. y una desviación típica de 2.7 mm. (Tabla 1)

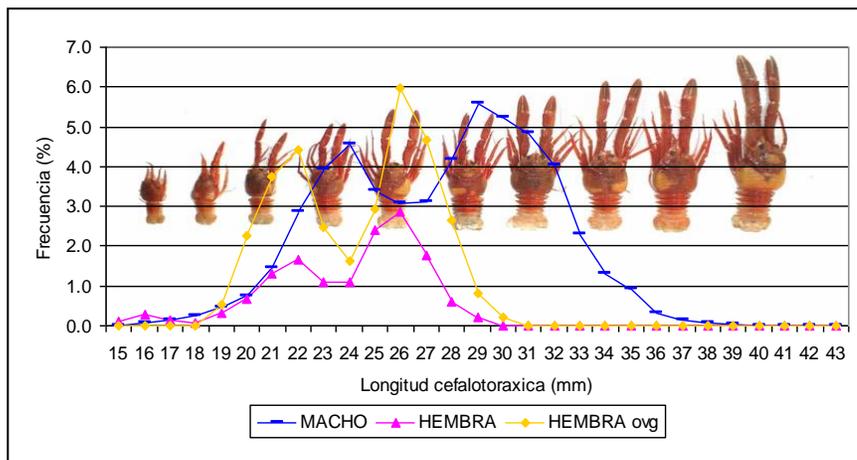


Figura 12. Frecuencia de tallas de langostino *Pleuroncodes planipes* durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009.

Tabla 1. Tallas medias, modales y desviaciones típicas (mm) de langostino *P. planipes* registrados durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009.

MESES	SEXO								
	Machos			Hembras			Hembras ovígeras		
	Media	Mo	σ	Media	Mo	σ	Media	Mo	σ
Noviembre	29	31	4.4	23	21	2.9	25	26	2.5
Diciembre	28	30 y 31	4.4	21	22	3.7	24	22	2.8
Enero	27	28	2.8	26	24	1.5	26	27	1.6
Febrero	26	24	3.3	24	26	2.3	25	26	1.9
TOTALES	28	29	4.4	24	26	2.8	24	26	2.7

5.2. Proporción sexual

La proporción sexual osciló entre 1:0.5, prácticamente hubo el doble de machos que de hembras, hasta 1:1.4, donde hubo un leve aumento en la presencia de hembras con respecto a los machos.

En la tabla 2, se muestra que en el mes de noviembre por una diferencia de 0.1 no se obtuvo una relación de 1:1. En los meses de enero y febrero se observa una menor presencia de hembras que de machos obteniéndose una relación de 1:0.5 y 1:0.6 respectivamente.

El mes en el que relativamente se obtuvo una mayor cantidad de hembras con respecto a los machos fue diciembre con una relación de 1:1.4.

Tabla 2. Proporción sexual de langostino *P. planipes* registrados durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009.

Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Total
1 : 0.9	1 : 1.4	1 : 0.5	1 : 0.6	1 : 0.9

5.3. Talla de primera madurez sexual

Para calcular la talla de primera madurez sexual, se utilizó la base de datos de Excel y se procedió a realizar regresiones para observar la relación de las variables; siendo la regresión exponencial la que obtuvo mejor representatividad de los datos.

De acuerdo a lo anterior se procedió a obtener los datos de a y b por el método de Mínimos Cuadrados (Bonilla, G. 2008). Los valores obtenidos de a y b son:

$$a = 0.0848$$

$$b = 0.6144$$

Dichos datos se introdujeron a la función logística lineal detallada en la metodología para calcular el ajuste de la curva de madurez sexual:

$$\text{Mad (Lc)} = \frac{N}{1 + e^{(a+b \cdot \text{Lc})}}$$

Los resultados determinaron que la talla de primera madurez sexual es 25.3 mm. de LC. (Figura 13)

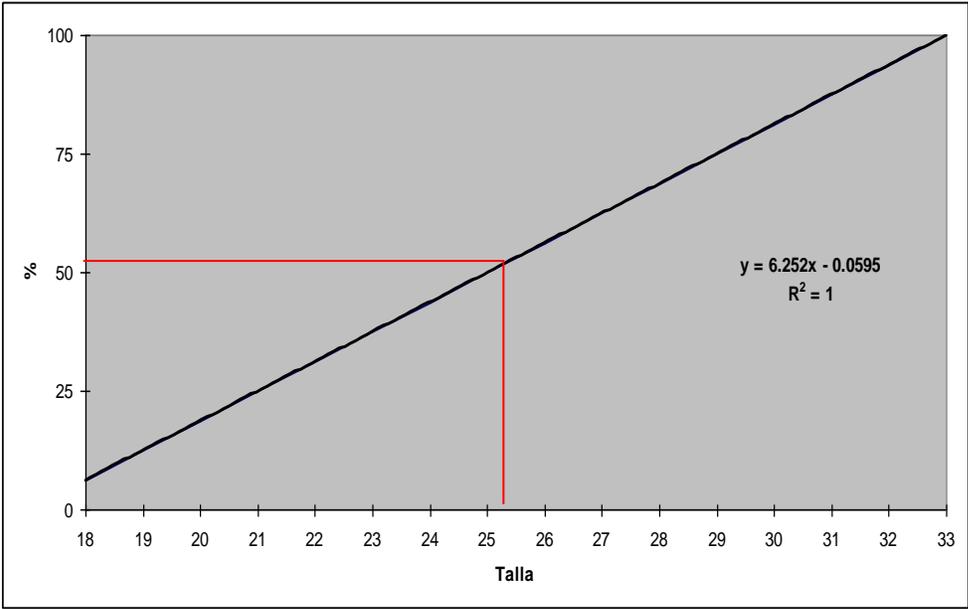


Figura 13. Talla de primera madurez sexual de langostino *Pleuroncodes planipes* durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009.

5.4. Desarrollo embrionario

Para el estudio de desarrollo embrionario y demás objetivos, se analizaron 400 hembras ovígeras capturadas en distintas zonas de pesca comercial.

El análisis microscópico de la masa ovígera permitió determinar de manera satisfactoria los cuatro estados de desarrollo embrionario reportados por Palma

& Arana (1997). Además de las coloraciones de la masa ovígera reportadas anteriormente, se determinó una coloración diferente que puede clasificarse como un estadio más; debido a que la masa ovígera aún está adherida a los pleópodos de la hembra que a simple vista muestra un aspecto gelatinoso de color gris oscuro, dicho estudio determinó la presencia de larvas en su totalidad. (Tabla 3)

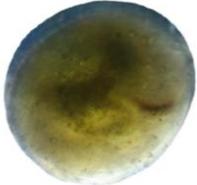
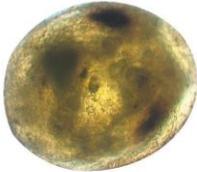
En la tabla 4, se observa que dentro del estado I hubo mayor representatividad en el mes de noviembre con una cantidad de 16 ejemplares, en el estado II se observó una variación significativa en el mes de diciembre reportando 78 ejemplares, mientras que el estado III presenta la mayor cantidad en el mes de enero con 22 ejemplares y para los estados IV y V la mayor representatividad se da en el mes de febrero con 30 y 34 ejemplares respectivamente.

El estado II, muestra la mayor cantidad de ejemplares muestreados durante los meses de noviembre a enero (36, 78 y 57) con respecto a los otros estados, no así para el mes de febrero, en el cual las mayores cantidades son reportadas en los estados IV y V (30 y 34 respectivamente).

Tabla 3. Características del langostino *P. planipes* según el estado de desarrollo embrionario.

ESTADO	CARACTERÍSTICAS	
	Palma & Arana (1997)	Hernández & Melgar (2009)
I	Huevos de color naranja pálido, El vitelo distribuido homogéneamente, no presenta estructuras ni células diferenciadas.	Huevos de color naranja pálido, El vitelo distribuido homogéneamente, no presenta estructuras ni células diferenciadas.
II	Huevos de color naranja brillante. El vitelo es oscuro y granuloso; ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo. Se visualiza el primordio embrionario.	Huevos de color naranja brillante. El vitelo es oscuro y granuloso; ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo. Se visualiza el primordio embrionario.
III	Huevos de color naranja oscuro y opaco. Globos oculares alargados y en su extremo distal, presentan una línea curva oscura que corresponde al inicio de la pigmentación ocular.	Huevos de color naranja oscuro y opaco. Globos oculares alargados y en su extremo distal, presentan una línea curva oscura que corresponde al inicio de la pigmentación ocular.
IV	Huevos de color café oscuro. Embrión totalmente formado; globos oculares grandes y ligeramente alargados, de intensa pigmentación negra.	Huevos de color café oscuro. Embrión totalmente formado; globos oculares grandes y ligeramente alargados, de intensa pigmentación negra.
V	—	Masa de color gris oscuro, presencia de larvas en su totalidad, con globos oculares grandes de color negro, periópodos alargados, abdomen segmentado, telson no diferenciado.

Tabla 4. Estado de desarrollo embrionario de langostino *P. planipes* durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009.

ESTADO DE DESARROLLO EMBRIONARIO	MESES				TOTAL
	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	
 Estado I	16	2	1	3	22
 Estado II	36	78	57	18	189
 Estado III	19	6	22	17	64
 Estado IV	20	10	15	30	72
 Estado V	9	4	6	34	53

5.5. Fecundidad

La fecundidad del langostino se estimó sobre la base del análisis de los huevos portados por un total de 400 hembras, cuyo rango de tallas estuvo comprendido entre los 20 a 32 mm. de longitud cefalotorácica. En ese rango se determinó una fecundidad individual comprendida entre 36 a 33,140 huevos, con un promedio general de 7,640 (Tabla 5). Se observó una alta variabilidad en el número de huevos portados por las hembras de una misma talla corporal. (Figura 14)

En la tabla 5, se observa que la talla 20 mm. tiene una frecuencia de 3 hembras ovígeras, en ella se encontró un promedio de 3,230 huevos, donde la cantidad mínima es 1,120 huevos y la máxima es 5,040 huevos.

Mientras que la talla de 27 mm., reportan la mayor cantidad de ejemplares muestreados con 81, el promedio de huevos es de 8,263, con una cantidad mínima de huevos de 96 y una cantidad máxima de 27,010 huevos.

La talla 32 mm se encuentra representada por 2 ejemplares, el promedio de huevos encontrados en ésta talla es de 15,820, con una cantidad mínima de 9,440 huevos y una máxima de 22,200 huevos.

Tabla 5. Fecundidad del langostino *P. planipes* durante los meses de noviembre de 2008 a febrero de 2009.

LC (mm.)	Rango de número de huevos					Promedio número de huevos	Número ejemplares examinados
	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4	Estado 5		
20	3,530	5,040	-	1,120	-	3,230	3
21	1,090 a 7,220	2,990 a 22,310	1,475 a 5,520	510 a 22,540	2,660	5,508	33
22	4,270 a 10,860	36 a 14,100	625 a 13,480	570 a 23,070	1,011 a 3,940	5,904	51
23	3,220 a 11,960	1,030 a 24,860	1,220 a 7,960	1,700 a 9,250	415 a 8,400	7,939	41
24	5,610	3,560 a 33,140	405 a 2,450	1,115 a 6,590	550 a 3,170	6,906	25
25	-	1,620 a 27,680	1,475 a 8,480	1,655 a 7,670	315 a 3,210	7,494	35
26	23,400	810 a 24,520	1,440 a 21,090	225 a 13,070	324 a 10,780	6,776	73
27	-	96 a 27,010	800 a 18,090	680 a 11,875	520 a 6,770	8,263	81
28	3,660	6,610 a 33,090	621 a 9,600	260 a 12,470	3,040 a 10,530	11,400	39
29	6,190	6,150 a 16,210	10,750	3,830 a 5,840	2,600 a 7,900	8,061	13
30	-	-	19,640	7,580	-	13,610	2
31	-	-	14,000 a 16,760	-	-	15,380	2
32	-	22,200	-	9,440	-	15,820	2
Total	1,090 a 23,400	36 a 33,140	405 a 21,090	225 a 23,070	315 a 10,780	7,640	400

5.6. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad

Para determinar la relación longitud cefalotorácica y fecundidad, se aplicó el modelo matemático lineal. Usando el coeficiente de determinación muestral (r^2) resultó que no existe grado de asociación entre las variables, puesto que $r^2 = 0.0491$ equivalente al 5% de representatividad, tomando en cuenta que no se han ajustado los datos; pues en esta investigación se considera de importancia usar datos reales para un mejor aporte científico a la biología reproductiva del recurso.

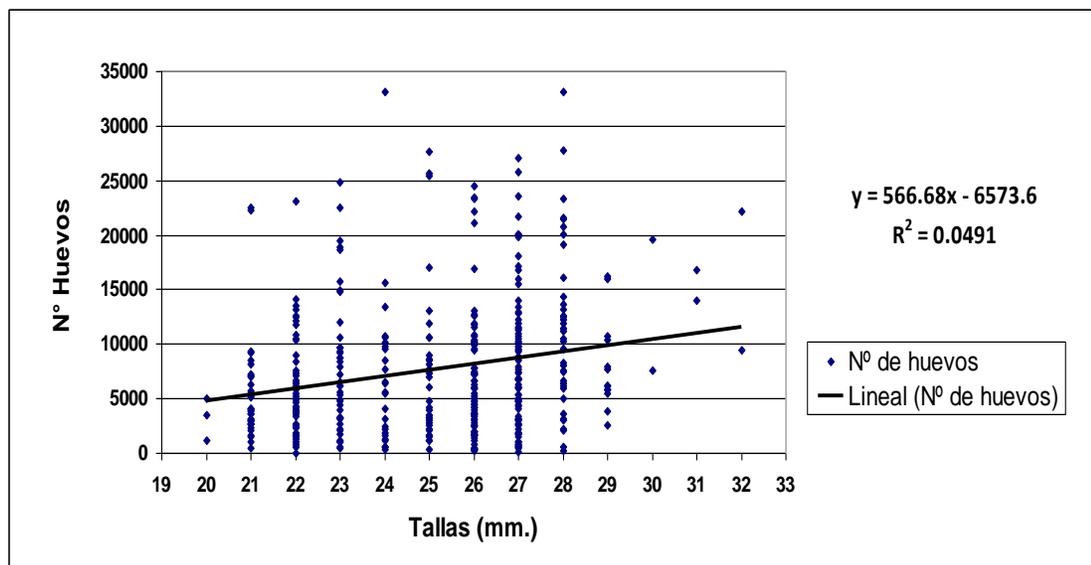


Figura 14. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad de langostino *Pleuroncodes planipes*.

6. DISCUSION

6.1. Porcentaje sexual

El porcentaje sexual total de machos para esta investigación es de 53%, hembras 15% y hembras ovígeras 32%.

Estudios realizados por Cárdenas & Orellana (2005), reportan que durante los meses (junio, septiembre y diciembre) en los cuales se realizó la investigación se pudo observar que los machos obtuvieron mayores porcentajes de captura (73, 58 y 59% respectivamente) sobre las hembras ovígeras y no ovígeras (27, 42 y 41% respectivamente)

Chicas & Olivares (2006), reportan que durante su investigación (noviembre, diciembre, enero y febrero) los machos fueron más abundantes que las hembras; obteniendo los mayores porcentajes de captura a acepción del mes de diciembre en el cual el mayor porcentaje lo obtuvieron las hembras ovígeras. Los datos recopilados en el mes de noviembre son machos 44%, hembras 43% y hembras ovígeras 13%; en diciembre machos 46%, hembras 2% y hembras ovígeras 52%; en enero machos 68%, hembras 6% y hembras ovígeras 26%; en febrero machos 58%, hembras 37% y hembras ovígeras 5%.

La dominancia de machos puede estar relacionada al periodo reproductivo de la especie, puesto que las hembras ovígeras se desplazan hacia zonas someras durante dicho periodo, ya que ellas buscan zonas con mayor temperatura para acelerar el proceso embrionario, a su vez en estas zonas existen mayores posibilidades alimentarias. (Aurióles-Gamboa & Balart, 1995)

También puede relacionarse a que las hembras en la fase de reproducción o después de esta, podrían ser más susceptibles a enfermedades o depredación

y con ello producir una mortalidad diferencial. (Sastry, 1983 cit. por Auriolles-Gamboa & Balart, 1995)

Además, durante ésta investigación se observó que los machos obtuvieron un rango de tallas comprendida entre 15-42 mm de LC y las hembras (ovígeras y no ovígeras) de 15-33 mm de LC., comprobando que los machos alcanzan tallas mayores en comparación con las hembras.

Cárdenas & Orellana (2005), durante su investigación reportaron tallas medias de 28.1 para machos y 25.1 para hembras.

Estudios realizados por Escuela de Ciencias del Mar, (UCV) 2002 en Chile con la especie *P. monodon* registraron promedios de tallas medias anuales de 26.1 mm para machos y 24.9 mm. para hembras, pudiendo decir que *P. planipes* en este trabajo obtuvo promedios de tallas de 29 mm. de LC. para machos y de 24 mm. de LC. para hembras, observándose en esta investigación un promedio de tallas medias mayor en los machos y una mínima diferencia en las hembras con respecto a la otra especie.

Según Auriolles-Gamboa & Balart (1995), la diferencia de tallas existente entre machos y hembras puede deberse a la inversión energética utilizada por la hembra en la reproducción y no en el crecimiento (muda).

Informes sobre crecimiento en crustáceos, sugiere que las hembras requieren más energía para la reproducción que los machos, y proporcionó evidencias para algunas especies, en que después de la madurez sexual, las hembras disminuyen el crecimiento por muda más que los machos. (Hartnoll, 1985 cit. por Auriolles-Gamboa & Balart, 1995)

6.2. Proporción sexual

Se observó que durante los meses en los cuales se realizó ésta investigación la proporción sexual estuvo relativamente alejada (1:0.9, 1:1.4, 1:0.5, 1:0.6) de la proporción teórica esperada (1:1), siendo los machos mas numerosos, ya que las hembras ovígeras pudieron haberse encontrado fuera del área de muestreo y/o en las condiciones como se explicó anteriormente.

La relación que se observa favoreciendo a los machos durante casi toda la investigación coincide con las investigaciones realizadas por Auriol-Gamboa & Balart. (1995) en el Sur de California, donde reportan que la proporción sexual estuvo sesgada (1:0.73) de la proporción teórica esperada (1:1), de acuerdo con la teoría del equilibrio sexual de Fisher; siendo los machos más numerosos, debido al cambio estacional, es decir en la época de presencia de hembras ovígeras (época reproductiva), concluyendo que éstas durante esa época realizan migraciones a aguas someras hasta 20 m. de profundidad para desovar.

Chicas & Olivares (2006), durante su investigación reportan una proporción sexual de 1.4:1, favoreciendo a los machos.

En estudios realizados en El Salvador por Chicas & Olivares (2005), se determinó que el periodo reproductivo inicia en el mes de agosto y culmina en el mes de marzo. Los meses dentro de los cuales se observó la presencia de hembras ovígeras en esta investigación (de noviembre de 2008 a febrero de 2009) se encuentran dentro del periodo establecido anteriormente.

6.3. Talla de primera madurez sexual

En ésta investigación, la talla de primera madurez sexual obtenida fue de 25.3 mm. de LC., relativamente mayor a la reportada por Cárdenas & Orellana (2005), en el estudio de abundancia y distribución de langostino en El Salvador,

en donde determinaron que la talla de primera madurez sexual para el *P. planipes* fue de 25 mm. de LC.

Sin embargo, Palma y Arana (1997), de acuerdo a los resultados obtenidos y a la distribución de hembras ovígeras *P. monodon* por rango de tallas, la primera madurez sexual se consideró a los 25.6 mm de LC.; empleando la misma metodología utilizada en este estudio a diferencia que en esta investigación la distribución de hembras ovígeras fue por frecuencias de tallas.

La diferencia que existe dentro de las tallas de madurez sexual, podría deberse a que en los decápodos, dicha talla está condicionada principalmente por la temperatura y el fotoperíodo ([Kinne, 1970](#); [Annala et al., 1980](#) cit por Hernáez & Palma, 2003). A menudo estos factores son responsables de iniciar el proceso de maduración ovárica y testicular, según las características del medio donde se desarrollan las poblaciones ([Clarke, 1992](#) cit. por Hernáez & Palma, 2003.). Este hecho supone la existencia de diferencias latitudinales en la talla de primera madurez de cada especie, y por consiguiente un atraso en el ingreso a la pubertad de las poblaciones que se desarrollan a bajas temperaturas comparado con aquellas que provienen de zonas más cálidas ([Thorson, 1936](#) cit. por Hernáez & Palma, 2003.)

6.4. Desarrollo embrionario

El análisis de desarrollo embrionario se hizo en base a estudios realizados por Palma & Arana (1997), quien clasifica el desarrollo embrionario en 4 estados, tomando como criterio en forma conjunta la coloración de los huevos y la presencia o ausencia de pigmentación en los globos oculares. La pigmentación ocular permite distinguir cuan avanzado se encuentra el desarrollo embrionario.

A lo largo de la investigación se verificaron los 4 estados de desarrollo embrionario establecidos anteriormente y de acuerdo a las características que

presenta la hembra (diferente coloración de la masa ovígera, globos oculares redondos y desarrollados, masa dispuesta en los pleopódos), permite determinar otro estado de desarrollo embrionario; clasificado como *estado V*.

La inmadurez se presenta en la masa ovígera naranja pálido, cambia hacia coloraciones naranja brillante, naranja oscuro y opaco, continúa con café oscuro, llegando hasta gris oscuro en la madurez óptima.

En el mes de febrero se observó las mayores cantidades de ejemplares muestreados de los estados IV y V (30 y 34 respectivamente), lo cual puede deberse a que el periodo de reproductivo estaba por finalizar.

6.5. Fecundidad

Los datos se obtuvieron con ejemplares de 20-32 mm de longitud cefalotorácica. El número máximo de huevos por hembra contados en este estudio es de 33,140, éste resultado es mayor al reportado por Auriol-Gamboa (1995), quien utilizó hembras *P. planipes* con tallas de 15 a 27.2 mm. de LC.; donde el número máximo de huevos fue 4887. Sin embargo, en estudios realizados por Palma & Arana (1997), con hembras de la especie *P. monodon*, cuyo rango de tallas estuvo comprendida entre 20 a 43 mm de LC. los resultados reportados son relativamente mayor con un valor máximo de 33,966 huevos.

Al realizar los cálculos pudo haber existido algún grado de estimación en el número de huevos; debido a la manipulación de la muestra. Dicha estimación no se puede demostrar, ya que su pérdida pudo iniciarse durante el proceso de captura o reclutamiento con la red, selección de la muestra a bordo del barco, traslado de la muestra hacia el laboratorio y/o preparación de la muestra para el conteo.

Según Auriolles-Gamboa & Balart (1995), las hembras más pequeñas se reproducirán con cierto retraso en relación a las hembras de mayor edad o de tallas mayores, quienes posiblemente puedan realizar varios desoves en un mismo periodo reproductivo.

Por otra parte, las variaciones individuales del esfuerzo reproductivo pueden estar afectadas por el factor de condición de cada hembra y por el número de veces que se reproduce en cada temporada. Es posible asumir que la segunda o tercera puesta son menores que la primera (dado el desgaste energético). Sin embargo y a pesar de esta variación, se podría sugerir que las hembras invierten más energía en la reproducción que los machos. Debido a que parte de la energía que era utilizada para el crecimiento es destinada a la producción de huevos. La incubación de los huevos es una de las causas por las que se retrasa el periodo de muda en las hembras. (Auriolles-Gamboa & Balart, 1995)

6.6. Relación longitud cefalotorácica y fecundidad

Los resultados anteriores en esta investigación demuestran que no existe ninguna relación entre longitud cefalotorácica y fecundidad ($r^2 = 0.0491$ equivalente al 5% de representatividad) del langostino *P. planipes*, dicha condición pudo verse afectada al momento de la captura, es decir, cuando las hembras ovígeras son extraídas, puesto que las hembras con tallas mayores pudieron haber realizado más posturas que las de tallas menores, circunstancia que hace que varíe notoriamente la fecundidad, ya que Auriolles-Gamboa, 1995 asume que entre más posturas realice la hembra hay mayor desgaste energético y por lo tanto la cantidad de huevos va en disminución.

Como se explicó anteriormente la condición que pudo haber afectado ésta relación es la obtención de la muestra desde el proceso de captura hasta su manipulación en el laboratorio.

Sin embargo, Auriolles-Gamboa & Balart (1995) en estudios realizados con esta misma especie observaron una relación directa y positiva entre el número de huevos y la talla del langostino. La correlación se ajustó al modelo potencial, cuyo coeficiente de correlación (r) fue de 0.922 y una significancia del 99.9%.

Palma & Arana (1997), realizó sus estudios con *P. monodon*, donde establece que existe relación entre longitud cefalotorácica y fecundidad, donde el modelo de poder presentó el mejor ajuste con $r^2 = 0.885$ y tiene un 89% de significancia.

Ambos autores ajustaron los datos para que existiera una relación entre las dos variables, no considerando aquellos valores extremos (máximos y mínimos) que afectaran dicha relación de forma negativa.

7. CONCLUSIONES

- El porcentaje sexual del langostino *Pleuroncodes planipes* fue de machos 53%, hembras 15% y hembras ovígeras 32%.
- El único mes que registró mayor cantidad de hembras ovígeras fue diciembre con 52%, machos 41% y hembras 7%.
- Las longitudes cefalotorácicas estuvieron comprendidas en ambos sexos entre 15 a 42 mm; donde los machos reportaron tallas entre 15 a 42 mm., las hembras entre 15 a 29 mm. y las hembras ovígeras entre 18 a 33 mm.
- La talla media reportada en machos fue de 28 mm de LC. y en hembras (ovígeras y no ovígeras) de 24 mm. de LC.
- Durante la investigación la proporción sexual obtenida fue de 1:0.9, la cual estuvo cercana a la proporción teórica esperada de 1:1.
- En los meses de enero y febrero hubo una menor presencia de hembras que de machos, obteniéndose una relación de 1:0.5 y 1:0.6 respectivamente. Y en diciembre la relación fue de 1:1.4.
- La talla de primera madurez sexual del langostino *P. planipes* fue de 25.3 mm. de LC.
- Se estableció un nuevo estado de desarrollo embrionario, denominado *estado V*.

- En la investigación se obtuvieron 22 ejemplares del estado I, 189 del estado II, 64 del estado III, 72 del estado IV Y 53 del estado V; obteniendo mayor representatividad el estado II.
- La mayor fecundidad fue de 33,140 huevos con una talla de 24 mm., la menor fue de 36 huevos con una talla de 22 mm. y el promedio general establecido es de 7,640 huevos.
- Existió una alta variabilidad en el número de huevos portados por las hembras de una misma talla corporal.
- No existe relación entre la longitud cefalotorácica y fecundidad del langostino ($r^2 = 0.0491$ equivalente al 5% de representatividad).

8. RECOMENDACIONES

- Para preservar el recurso y tener un mayor rendimiento en la pesca comercial tomar en cuenta que durante el periodo reproductivo del langostino se deben realizar arrastres a una mayor profundidad para evitar el reclutamiento de hembras ovígeras; principalmente en el mes de diciembre por ser el mes en el que se reportó un alto porcentaje de ellas.
- Establecer limitaciones a los artes de arrastres para capturar solo ejemplares superiores a 26 a 42 mm. de LC.
- Se estima conveniente utilizar una red con luz de malla adecuada para el reclutamiento de tallas mayores a 24 mm. de LC.
- Para observar variación en la proporción sexual se sugiere continuar éste tipo de estudio en los meses de marzo a octubre.
- De acuerdo a los resultados obtenidos, se estima conveniente proteger la captura de ejemplares bajo la talla de primera madurez sexual (<26 mm. de LC.)
- Para realizar investigaciones de larvas de langostino; se recomienda extraer hembras ovígeras en estado de desarrollo embrionario V.
- Si se desean ejemplares de cada uno de los estados de desarrollo embrionario es conveniente extraerlos durante los meses de noviembre a febrero y tomando en cuenta el ciclo reproductivo de la especie.

- Debido a la alta fecundidad del langostino *P. planipes*, es recomendable disminuir o restringir las operaciones de pesca comercial durante el periodo de mayor actividad reproductiva.
- Observar que los ejemplares en estudio no hayan desovado parcialmente o no hayan perdido gran cantidad de huevos desde su captura hasta el momento de su estudio en el laboratorio, para eliminar el grado de estimación en el número de huevos; debido a la manipulación de la muestra.
- No realizar ajustes teóricos a los datos de relación de longitud cefalotorácica y fecundidad, con el fin de dar un reporte científico real y conocer la dinámica del recurso.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Aurioles-Gamboa, D., & E. F. Balart. 1995. La Langostilla: Biología, Ecología y Aprovechamiento. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S.C. México. 135 Págs. irreg.

Aurioles-Gamboa, D., M. Castro-González, F. Romo, B. Pérez-Gil, J. Silencio. 2004. Quality differences in feeding areas of the red crab, *Pleuroncodes Planipes* Stimpson, as reflected from their lipid, fatty acids, and astaxanthin composition. Vol. 77. Editorial BRILL. 163-176 Pág. <http://www.ingentaconnect.com/content/brill/cr/2004/00000077/00000002/art00003;jsessionid=5dsa8bftotgk1.alice?format=print>

Bonilla, G. 2008. Estadística: Elementos de Estadística Descriptiva y Probabilidad. 1ª Edición. UCA Editores. San Salvador, El Salvador. 558 Pág. reg.

Cárdenas, J. & L. Orellana. 2005. Abundancia y distribución de “langostino chileno” (*Pleuroncodes planipes*) en la costa de El Salvador en el Océano Pacífico. Tesis para optar al grado de licenciado en biología, San Salvador el Salvador, Centro América. 131 Pág. irreg.

Chicas, F. & A. Olivares. 2005. Evaluación del langostino *Pleuroncodes planipes* en El Salvador. Primer informe. 42 Pág. irreg.

Chicas, F. & A. Olivares. 2006. Evaluación del langostino *Pleuroncodes planipes* en El Salvador. Segundo informe. 66 Pág. reg.

Comisión del CODEX Alimentarius. 2003. programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del codex sobre pescado y productos pesqueros Proyecto de enmienda a la norma para la langosta congelada rápidamente. 26ª reunión. ftp://ftp.fao.org/codex/ccffp26/fp03_06s.pdf

Escuela de Ciencias del Mar, (UCV). 2002. Evaluación Directa de Langostino Colorado, en la IV región. Informe final. Estad. Doc. Univ. Católica de Valparaíso 20-2002. 89 a pp.

Franco, M. s.a. El camaroncito rojo o munida, *Pleuroncodes monodon*. http://www.elanzuelo.com/ciencia/el_camaroncito_rojo.htm

Fischer, W., F. Krupp, W. Schnelder, C. Sommer, K. Carpenter, V. Nicra. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Volumen I. Plantas e invertebrados. Roma. 646 Pág. irreg.

Hernández, P. & S. Palma. 2003. Fecundidad, volumen del huevo y rendimiento reproductivo de cinco especies de porcelánidos intermareales del norte de Chile (Decapoda, Porcellanidae), Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Casilla 1020, <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/456/45631204.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, Unidad de Estadística e Informática. 2001. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas. El Salvador. Volumen 28. 48 Pág. irreg.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, Unidad de Estadística e Informática. 2002. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas. El Salvador. Volumen 29. 55 Pág. irreg.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, Unidad de Estadística e Informática. 2003. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas. El Salvador. Volumen 30. 61 Pág. irreg.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, Unidad de Estadística e Informática. 2004. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas. El Salvador. Volumen 31.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, Unidad de Estadística e Informática. 2005. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas. El Salvador. Volumen 32. 63 Pág. irreg.

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura, Unidad de Estadística e Informática. 2006. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas. El Salvador. Volumen 33. 70 Pág. irreg.

Palma, S. y Arana, E. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards 1837) frente a la costa de concepción, Chile, investigaciones marinas vol. 25. 203-221 Pág.

Sampieri, R., C. Collado & P. Baptista. 2003. Metodología de la investigación. México. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill interamericana. 706 Pág. Irreg.

Tresierra, A. & Z. Culquichicón. 1993. Biología Pesquera. Perú. Primera edición. Editorial Libertad. 432 Pág. reg.

Tresierra, A. 2000. Metodología de la investigación científica. Perú. Primera edición. Editorial Biociencia. 165 Pág. irreg.

Ulloa, J. 2001. Síntesis de la pesca exploratoria y comercial del langostino chileno *Pleuroncodes monodon* y *P. planipes* en El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 9 Pág. reg.

Vidal, J. 1971. Algunas características biológicas de camarones y langostino de profundidad en el Pacífico de Centro América. 12 Pág. reg.

10. ANEXOS

Anexo 1. Formulario utilizado para la toma de datos de tallas del langostino *Pleuroncodes planipes*



DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE TALLAS DE LANGOSTINO *Pleuroncodes planipes*



Barco	Viaje	Fecha
Zona	Lance	Profundidad

Lc mm.	Frecuencia machos	Σ	Lc mm.	Frecuencia Hembras	Σ	Lc mm.	Frecuencia Hembras ovígeras	Σ
17			17			17		
18			18			18		
19			19			19		
20			20			20		
21			21			21		
22			22			22		
23			23			23		
24			24			24		
25			25			25		
26			26			26		
27			27			27		
28			28			28		
29			29			29		
30			30			30		
31			31			31		
32			32			32		
33			33			33		
34			34			34		
35			35			35		
36			36			36		
37			37			37		
38			38			38		
39			39			39		
40			40			40		
41			41			41		
42			42			42		
43			43			43		
44			44			44		
Total			Total			Total		

Anexo 2. Formulario utilizado para la toma de datos de coloración de masa ovígera del langostino *Pleuroncodes planipes*.



**REGISTRO DE COLORACIÓN DE MASA
OVÍGERA EN LANGOSTINO *Pleuroncodes***



Barco

Viaje

Fecha

Zona

Lance

Profundidad

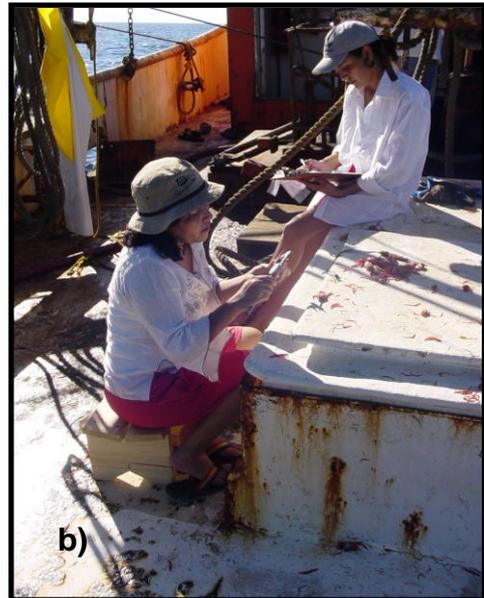
Nº	Coloración de masa ovígera
1	
2	
3	
4	
5	



Anexo 4. Separación del langostino de su fauna acompañante y toma de muestra.

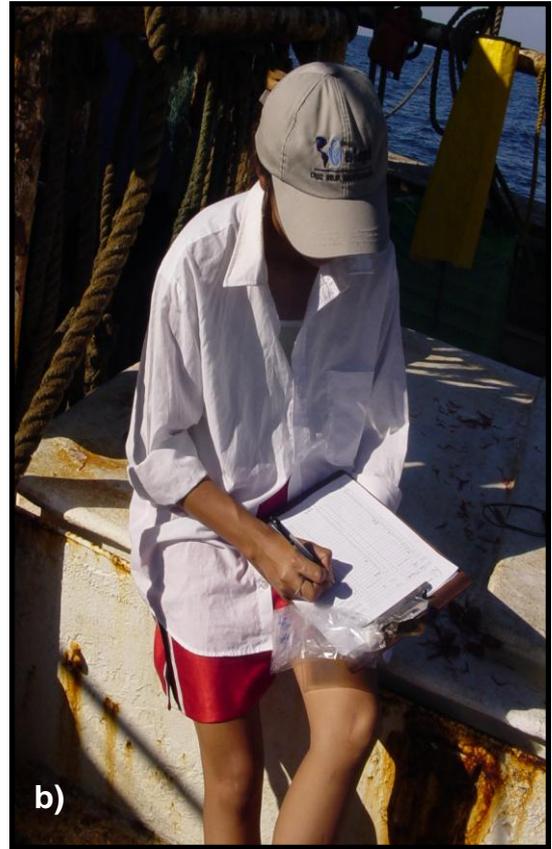


a)

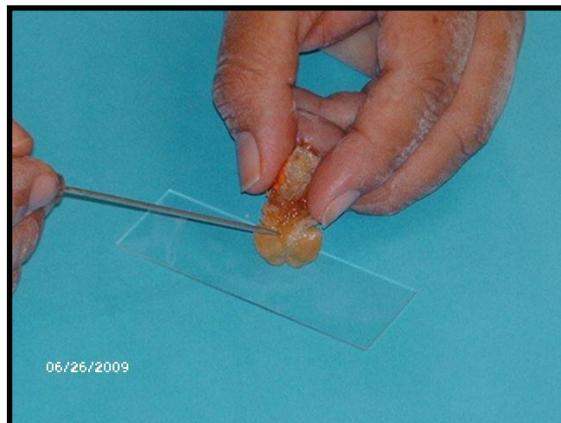


b)

Anexo 5. **a)** Separación por sexo del langostino en machos, hembras y hembras ovígeras. **b)** Medición de la longitud cefalotorácica de los langostinos y anotación de los datos en el formulario.



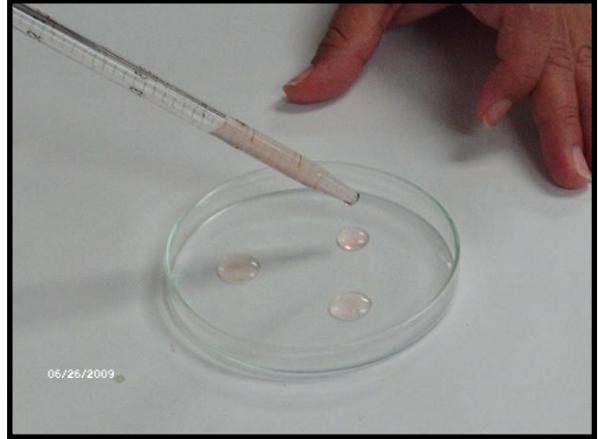
Anexo 6. a) Clasificando la masa ovígera de la submuestra. **b)** Anotación de colores en formulario. **c)** Colocando la submuestra en bolsas plásticas.



Anexo 7. Toma de embriones para clasificar el estado de desarrollo embrionario.



Anexo 8. **a)** Separando el abdomen del cefalotórax. **b)** Colocación de abdomen en beaker de 50 ml. **c)** Agregando al abdomen 8 ml. de NaOH al 8%. **d)** Separación de masa ovígera con ayuda de una aguja de disección.



Anexo 9. Toma de 10 sub-muestras de 0.1 ml.



Anexo 10. Conteo de embriones de langostino en las sub-muestras.