



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**



**CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**

**Efecto de la densidad en el cultivo de la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835), en la Península de Baja California, México.**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de

**Maestro en Ciencias**

Con Especialidad en el Manejo de Recursos Marinos

P r e s e n t a  
**Ing. Acua. Mario Osuna Garcia**

**La Paz, B. C. S., 2004**



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

## COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION

### ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 21 del mes de Junio del 2004 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"EFECTO DE LA DENSIDAD EN EL CULTIVO DE LA ALMEJA MANO DE LEÓN *Nodipecten subnodosus*  
(SOWERBY, 1835), EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO"

Presentada por el alumno:

**OSUNA**  
Apellido paterno

**GARCÍA**  
materno

**MARIO**  
nombre(s)

Con registro: 

9	8	0	1	0	6
---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISION REVISORA

Director de tesis  
PRIMER VOCAL

MC. JOSÉ MANUEL MAZÓN SUÁSTEGUI

PRESIDENTE

MC. JOSÉ LUIS ORTIZ GALINDO

SECRETARIO

MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO  
Co-Director

SEGUNDO VOCAL

MC. ESTEBAN FERNANDO FÉLIX PICO

TERCER VOCAL

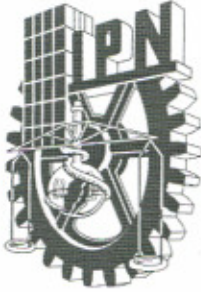
DR. VOLKER KOCH

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

DR. FRANCISCO ARREGUÍN SANCHEZ



**C. N. N.**  
**CENTRO INTERDISCIPLINARIO**  
**DE CIENCIAS MARINAS**



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**COORDINACION GENERAL DE POSGRADO E INVESTIGACION**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 30 del mes Junio del año 2004, el (la) que suscribe MARIO OSUNA GARCÍA alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A980106 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: MC. JOSÉ MANUEL MAZÓN SUÁSTEGUI y cede los derechos del trabajo titulado: "EFECTO DE LA DENSIDAD EN EL CULTIVO DE LA ALMEJA MANO DE LEÓN *Nodipecten subdnodosus* (SOWERBY, 1835) EN LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: mosuna04@cibnor.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

  
**MARIO OSUNA GARCÍA**

*nombre y firma*

### **COMITÉ REVISOR DE TESIS**

Director M. en C. Jose Manuel Mazon Suastegui

Co-Director M. En C. Gustavo De La Cruz Agüero

### **JURADO DE EXAMEN DE GRADO**

M. en C. Jose Manuel Mazon Suastegui

M. en C. Gustavo De La Cruz Agüero

M. en C. Esteban Fernando Felix Pico

Dr. Volker Coch

M. en C. Jose Luis Ortiz Galindo

---

## RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto de la densidad (40, 60 y 80%) de cultivo en la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus*, considerando como variables de respuesta el crecimiento en tallas de la concha, el peso, el índice de rendimiento muscular y la supervivencia. La investigación se desarrolló en dos localidades de la península de Baja California, México; Laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN) y el estero El Coyote, B.C.S. (EC). El crecimiento en talla, peso y supervivencia de *Nodipecten subnodosus* fue mayor a la densidad más baja y viceversa. Los resultados fueron mejores en la LGN. En este sitio el cultivo se desarrollo durante 22 meses (630 días), la altura al final del cultivo a la densidad de 40% fue de  $12.19 \pm 1.10$  cm de altura, al 60% de  $11.25 \pm 0.83$  cm y al 80% de  $11.10 \pm 0.89$  cm. El peso del callo a la densidad del 40, 60 y 80% al final del cultivo fue de  $50.37 \pm 9.71$ ,  $40.77 \pm 5.63$  y  $32.08 \pm 7.80$  g respectivamente. En el EC la investigación se realizo durante 24 meses (653 días), obteniendo al final del cultivo y a la densidad del 40% una altura de  $11.96 \pm 0.92$  cm, al 60% de  $10.99 \pm 0.88$  cm y al 80% de  $9.80 \pm 0.94$  cm. El crecimiento del callo fue mayor a la densidad del 40% con  $44.85 \pm 13.03$ , seguido por el 60% con  $38.84 \pm 11.20$  y de  $26.39 \pm 9.53$  g al 80%. La supervivencia final fue mayor a la densidad del 40% en la LGN con un 99.29% y la menor EC al 60% con un 86.7%. Los valores máximos del índice de rendimiento muscular o callo de *N. subnodosus* (37%-EC y 43%-LGN), indican que el callo se encuentra cercano a su máximo peso en relación a su edad, y la disminución confirma que ha ocurrido un desove.

---

## ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effects of density (40, 60 y 80%) on growth in shell size, total weight and the index of meat yield and survivorship. The study was undertaken at two locations on the Baja California peninsula, en estero El Coyote, B.C.S. and in the laguna Guerrero Negro, B.C. In the area of Guerrero Negro, the duration of the experiment was 22 months (630 days), and the final measurements being: 40% density 12,19 ± 1,10 cm shell length, 11,25 ± 0,83 cm 60% density and 80% density 11.10 ± 0.89 cm. Final weight of *N. subnodosus* in the densities to the 40, 60 and 80% was adductor muscle weight 50.37 ± 9.71, 38,84 ± 11,20 and 26,39 ± 9,53 g/ind respectively. The duration of the culture in El Coyote was 24 months (653 days), with the final measurements being: 40% density, 11,96 ± 0,92 cm shell length; 60% density, 11,12 ± 0,91 cm and 9,80 ± 0,94 cm, 80% density. Final weight of *N. subnodosus* in the densities to the 40, 60 and 80% was: adductor muscle weight 44,85 ± 13,03, 38,84 ± 11,20 and 26,39 ± 9,53 g/ind respectively. The maximum values of Survivorship at the end of the experiment was higher with 99.29% (40% density) In Guerrero Negro and the few 60% density 86.7%. The index of muscle yield (IMY) varied at both sites according to changes in temperature and food availability throughout the year. The maximum values of the adductor muscle index of 37% in El Coyote and 43% in Guerrero Negro were found just before or after spawning.

---

---

## DEDICATORIA

### **A MIS HIJOS LUIS MARIO Y JOSÉ MANUEL:**

*LES PIDO PERDÓN POR ROBARLES PARTE DE SU TIEMPO, Y  
SOLO QUIERO QUE SEPAN QUE SON LO MAS VALIOSO EN MI VIDA.*

### **A MI ESPOSA JULY:**

*POR SU GRAN APOYO Y PACIENCIA.  
AUN SIENDO TAN DIFERENTES, CON AMOR Y RESPETO HE MOS LOGRADO  
CAMINAR JUNTOS POR UN MISMO CAMINO.*

### **A MIS PADRES:**

*SON EL EJEMPLO QUE AUN ME GUÍA Y  
POR ESTAR SIEMPRE A MI LADO*

### **A LOS PROFESORES JOSE MONROY Y CANDE DE MONROY:**

*AGRADEZCO SU APOYO INCONDICIONAL Y GRAN CARIÑO.  
MI ADMIRACIÓN, RESPETO Y AMOR.*

### **A MIS HERMANOS Y SUS FAMILIAS:**

*YOLY, DANIEL, MANUEL, PEPE, BETO, MOY, ESPOSAS E HIJOS  
SIEMPRE ESTÁN A MI LADO.  
SON PARTE DE MI PASADO, PRESENTE Y FUTURO.*

*A MI GRAN FAMILIA Y AMIGOS*

---

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS, al permitirme estar rodeado de lo que mas quiero y que son los que me alientan a realizar y proponerme nuevas metas.

A MIS DIRECTORES DE TESIS, M. en C. Jose Manuel Mazon Suastegui y M. en C. Gustavo de la Cruz Aguero, por todo el apoyo brindado, tanto en mi formación profesional como personal.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), por permitir mi superacion academica y realizacion de mis objetivos profesionales.

A Miguel Robles, responsable del laboratorio de larvicultura de especies marinas del CIBNOR, por su asesoria, consejos y producción de semillas utilizadas para este trabajo.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), por ser la institución que me recibió y brindo el apoyo para el logro de esta tesis y por todas las facilidades prestadas.



---



---

**CONTENIDO**

RESUMEN	II
ABSTRACT	III
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTOS	V
CONTENIDO	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABLAS	IX
1.0. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Taxonomía	3
1.2. Distribución	19
1.3. Morfología anatomía	20
1.5. Ciclo de vida	21
1.6. Tecnologías de cultivo	23
2.0. ANTECEDENTES	25
3.0. JUSTIFICACIÓN	30
4.0. OBJETIVOS	31
5.0 MATERIALES Y MÉTODOS	32
5.1. Localización y descripción de las áreas de estudio	32
5.1.1. Macrolocalización	32
5.1.2. Microlocalización	35
5.1.3. Descripción de los sitios de cultivo	22
5.2. Obtención de los organismos experimentales	23
5.3. Diseño experimental	25
5.3.1. Siembra de semilla de <i>N. subnodosus</i> e inicio del cultivo experimental	28
5.4. Obtención y análisis de datos	33
5.4.1. Temperatura	35
5.4.2. Crecimiento en talla	36
5.4.3. Crecimiento en peso	37
5.4.4. Ciclo reproductivo (Diferenciación morfo cromática)	39
5.4.5. Índice de rendimiento muscular (IRM)	41
5.4.6. Supervivencia	43
5.5. Análisis estadístico	45
6.0. RESULTADOS	46
6.1. Temperatura	46
6.2. Efecto de la densidad en el crecimiento en talla de la concha de <i>Nodipecten subnodosus</i> .	48
6.2.1. Comparación de los valores finales de altura de la concha <i>Nodipecten subnodosus</i> en el estero El Coyote y laguna Guerrero Negro.	49
6.3. Efecto de la densidad en el crecimiento en peso de <i>Nodipecten subnodosus</i> .	50
6.3.1. Comparación del crecimiento en peso de <i>N. subnodosus</i> cultivado en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.	51
6.4. Efecto de la densidad de cultivo en la supervivencia de <i>N. Subnodosus</i>	55
6.5. Efecto de la densidad en el ciclo de reproducción de <i>N. Subnodosus</i>	57
6.6. Efectos de la densidad en el índice rendimiento muscular (IRM)	62
6.6.1. Comparación del IRM de <i>N. subnodosus</i> en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C., al finalizar el cultivo experimental.	63
7.0. DISCUSIÓN	66
8.0. CONCLUSIONES	74
9.0. RECOMENDACIONES	75
10.0. BIBLIOGRAFÍA	76
11.0. ANEXOS	89

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Distribución de <i>N. subnodosus</i> (Keen, 1971) y ubicación de los cultivos piloto-experimentales CIBNOR-Productores (Mazón-Suástegui <i>et al.</i> , 2003).	4
<b>Figura 2</b>	Anatomía general de los pectínidos (Beninger y Le Pennec, 1991) y de <i>Nodipecten subnodosus</i> .	6
<b>Figura 3</b>	Ciclo de vida de <i>Nodipecten subnodosus</i> , según Morales-Hernández y Cáceres (1996).	8
<b>Figura 4</b>	Artes de cultivo empleados comúnmente en cultivos de moluscos en suspensión: canasta perlera, linterna japonesa y canasta ostrícola de plástico (Mazón-Suástegui <i>et al.</i> , 2003).	9
<b>Figura 5</b>	Macrolocalización de los sitios seleccionados para el desarrollo experimental del cultivo de <i>Nodipecten subnodosus</i> .	12
<b>Figura 6</b>	Laguna Guerrero Negro, B.C. y área de cultivo con permiso para realizar acuicultura de fomento, a cargo de la SCPP Bahía Vizcaíno, S.C.L	13
<b>Figura 7</b>	Estero El Coyote, B.C.S. y área de cultivo con permiso para realizar acuicultura de fomento a cargo de la S.C.P.P. Punta Abreojos, S.C.L.	13
<b>Figura 8</b>	Desove, cultivo larvario, fijación y preengorda de semillas <i>Nodipecten subnodosus</i> en laboratorio del CIBNOR, La Paz, B.C.S.	20
<b>Figura 9</b>	Evaluación realizada durante la recepción de semilla de <i>Nodipecten subnodosus</i> en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote.	21
<b>Figura 10</b>	Siembra de semilla de <i>Nodipecten subnodosus</i> , en bolsas de malla mosquitera dentro de las canastas ostrícolas, para dar inicio a la etapa de preengorda en el mar.	22
<b>Figura 11</b>	Obtención de juveniles de <i>Nodipecten subnodosus</i> una vez concluida la preengorda en bolsas colocadas dentro de las canastas ostrícolas.	24
<b>Figura 12</b>	Canastas ostrícolas de plástico apiladas formando módulos, para el cultivo de <i>Nodipecten subnodosus</i> en un sistema de línea larga de superficie, utilizado en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote.	24
<b>Figura 13</b>	Módulos y densidades de cultivo utilizados para el manejo experimental de <i>Nodipecten subnodosus</i> .	25
<b>Figura 14</b>	Limpieza de canastas ostrícolas, utilizadas en el cultivo de <i>Nodipecten subnodosus</i> .	26
<b>Figura 15</b>	Aspectos morfométricos considerados para la determinación del crecimiento de la concha de <i>Nodipecten subnodosus</i> .	28
<b>Figura 16</b>	Clasificación del desarrollo gonadosomático de <i>Nodipecten subnodosus</i> , obtenidos mediante la identificación morfocromática de la gónada.	29
<b>Figura 17</b>	Temperatura máxima, promedio y mínima mensual, registrada durante el cultivo de <i>Nodipecten subnodosus</i> , en la laguna Guerrero Negro, B.C.	30
<b>Figura 18</b>	Temperatura máxima, promedio y mínima mensual, registrada durante el cultivo de <i>Nodipecten subnodosus</i> en el estero El Coyote, B.C.S.	31
<b>Figura 19</b>	Crecimiento en altura (A) y espesor (E) de la concha de <i>Nodipecten subnodosus</i> cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.	32
<b>Figura 20</b>	Crecimiento en altura (A) y espesor (E) de la concha de <i>Nodipecten subnodosus</i> cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.	35
<b>Figura 21</b>	Resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey, de altura de la concha de <i>Nodipecten subnodosus</i> cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p=0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).	36
<b>Figura 22</b>	Crecimiento en peso de <i>Nodipecten subnodosus</i> cultivado a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en relación a la temperatura, en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.	38
<b>Figura 23</b>	Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el peso total (PTotal) de <i>Nodipecten subnodosus</i> obtenido al final del cultivo a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C.	41

- (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p=0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).
- Figura 24** Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el peso de carne menos el callo (PCarne) de *Nodipecten subnodosus* cultivado a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p=0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar). **43**
- Figura 25** Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el peso del callo (PCallo) de *Nodipecten subnodosus* obtenido al final del cultivo a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p=0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar). **44**
- Figura 26** Supervivencia acumulada de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) y su relación con la temperatura en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). **45**
- Figura 27** Ciclo reproductivo de *Nodipecten subnodosus*, bajo tres tratamientos o densidades de cultivo (40, 60 y 80%), en el estero El Coyote, B.C.S. **46**
- Figura 28** Ciclo reproductivo de *Nodipecten subnodosus*, bajo tres tratamientos o densidades de cultivo (40, 60 y 80%), en la laguna Guerrero Negro, B.C.S **47**
- Figura 29** Índice de rendimiento muscular IRM de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN) y en el estero El Coyote, B.C.S. (EC). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar). **48**
- Figura 30** Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el índice de rendimiento muscular (IRM) de *Nodipecten subnodosus* obtenido al final de la investigación, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a,b) distintas indican diferencias significativas ( $p=0.05$ ) entre sitios. Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar). **49**
- Figura 31** Supervivencia mensual de *Nodipecten subnodosus* y su relación con la temperatura registradas durante el cultivo a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote (EC). **50**
- Figura 32** Tasa de crecimiento del peso del callo de *Nodipecten subnodosus* cultivado en el estero El Coyote (EC) y en la laguna Guerrero Negro (LGN) a tres densidades de cobertura de la canasta (40, 60 y 80%). **53**
- Figura 33** Peso del callo y tasa de crecimiento en peso del callo al final de los cultivos en canastas a tres densidades de cobertura de la canasta (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote (EC) y en la laguna Guerrero Negro (LGN). **55**

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Cálculo del número de individuos/canasta en función de la talla promedio  $((\text{Longitud} + \text{altura})/2)$ , que corresponde a un área cuadrada y a su vez al número de individuos/canasta de acuerdo a la densidad de origen (40, 60 y 80%). **24**
- Tabla 2.-** Características morfológicas de la gónada asociadas a los diferentes estadios de madurez de *Nodipecten subnodosus* en cultivo (modificada a partir de Tripp, 1985). **34**
- Tabla 3a.-** Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan, para longitud, altura y espesor de la concha de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%), en el estero El Coyote, B.C.S. **36**
- Tabla 3b.-** Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan, para longitud, altura y espesor de la concha de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%), en la laguna Guerrero Negro, B.C. **45**
- Tabla 4a.-** Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan del peso total, peso de carne menos callo y peso de callo de *Nodipecten subnodosus* cultivado a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. **47**
- Tabla 4b.-** Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan del peso total, peso de carne menos callo y peso de callo de *Nodipecten subnodosus* cultivado a tres densidades (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C. **51**
- Tabla 5.-** Resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey no paramétrica aplicado a la supervivencia de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). **51**
- Tabla 6.-** Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan del índice de rendimiento muscular de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C. **51**
- Tabla 7.-** Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la longitud de la concha de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. **75**
- Tabla 8.-** Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la longitud de la concha de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C. **75**
- Tabla 9.-** Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la altura de la concha de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. **76**
- Tabla 10.-** Resultados del análisis de varianza y las diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la altura de la concha de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C. **76**
- Tabla 11.-** Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del espesor de la concha de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. **77**
- Tabla 12.-** Resultados del análisis de varianza y las diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del espesor de la concha de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C. **77**
- Tabla 13.-** Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales de la altura de la concha de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C. **77**
- Tabla 14.-** Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso total de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. **78**
- Tabla 15.-** Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso total de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C. **78**
- Tabla 16.-** Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de **79**

---

Duncan, del peso de carne menos el callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.	
<b>Tabla 17.-</b> Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso del tejido sin el callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.	79
<b>Tabla 18.-</b> Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso del callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.	80
<b>Tabla 19.-</b> Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso del callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.	80
<b>Tabla 20.-</b> Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del peso total de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.	81
<b>Tabla 21.-</b> Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del peso de carne menos el callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.	81
<b>Tabla 22.-</b> Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del peso del callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.	81
<b>Tabla 23.-</b> Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del índice de rendimiento muscular de <i>Nodipecten subnodosus</i> , a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.	82
<b>Tabla 24.-</b> Tasa de crecimiento del peso total, peso de carne menos el callo y peso del callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.	82
<b>Tabla 25.-</b> Tasa de crecimiento del peso total, peso de carne menos el callo y peso del callo de <i>Nodipecten subnodosus</i> a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.	82

## 1.0. INTRODUCCIÓN

Según previsiones de la FAO (2002), entre los años de 2015-2030 la producción mundial por pesca se estancará, mientras que la producción derivada de la acuicultura seguirá aumentando, ya que durante los últimos tres decenios ha crecido a un ritmo más rápido que cualquier sector de producción de alimentos de origen animal, al haberse diversificado e intensificado logrando adelantos tecnológicos sustanciales a nivel mundial, por lo que se perfila como el instrumento capaz de contribuir a satisfacer las exigencias alimentarias mundiales y en ella predominarán las especies de agua dulce y los moluscos. En el caso de los moluscos bivalvos la ventaja principal es que son filtro-alimentadores por lo tanto al ubicarse en la base de la cadena alimenticia, pueden cultivarse eliminando los gastos por concepto de alimento balanceado, estanquería, bombeo de agua y aireación y solo requiere áreas productivas procurándole un mantenimiento adecuado así como protegerlos de sus depredadores (Mazón-Suastegui, 1986). Un grupo importante de los moluscos bivalvos lo integra la familia Pectinidae, con alrededor de 350 especies distribuidas mundialmente (Rombout, 1991; González-Anativia, 2001); de estas, tan solo los géneros *Placopecten*, *Argopecten*, *Patinopecten*, *Chlamys* y *Pecten* son de interés comercial (Dore, 1991; Lodeiros *et al.*, 2001) y en general se encuentran sobreexplotados, lo que ha incentivado la investigación y el desarrollo de su cultivo, principalmente en los países con las mayores producciones de este recurso como lo son: Japón, China y Chile (Stotz y Mendo, 2002; Peña *et al.*, 1993). En el litoral del Pacífico mexicano existen 28 especies

de pectínidos, de las cuales se extraen comercialmente unas nueve especies y sólo tres se consideran de importancia económica: la almeja voladora *Euvola vogdesi*, la almeja catarina *Argopecten ventricosus* y la almeja mano de león *Nodipecten subnodosus* (Chávez y Cáceres, 1992; Morales y Cáceres, 1996). Esta última es la especie más grande de la familia Pectinidae en aguas tropicales del Oeste Americano (Keen, 1971) y actualmente la de mayor potencial acuícola, debido a su rápido crecimiento y al sabor tan exquisito del músculo aductor, comúnmente conocido como “callo”, que puede pesar hasta 260 g. El precio del callo, proveniente de la pesquería, fluctuó entre los \$80 y \$150 M.N. por kilo al mayoreo a pie de planta durante la temporada 2002 (Robles-Mungaray, com. pers.). Cabe señalar que el precio obtenido actualmente está sobre los niveles internacionales, pero refleja que se está ante una especie de tipo fino (González-Anativia, 2001). En la actualidad no hay una producción sostenida por acuicultura de esta especie, debido a que no se tiene asegurado el abastecimiento suficiente de semillas y a la falta de una tecnología comercial para el cultivo en el mar. El presente estudio ha sido enfocado a obtener información de campo aplicable en el desarrollo de una tecnología integral para el cultivo de *N. subnodosus*, aplicando un diseño experimental sobre el manejo de la densidad de cultivo para determinar su efecto en el crecimiento, supervivencia, reproducción e índice de rendimiento muscular, a partir de semilla producida en el Laboratorio de Larvicultura de Especies Marinas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR).

### 1.1. TAXONOMÍA.

De acuerdo con Coan *et al.*, (2000), la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) se clasifica taxonómicamente de la siguiente manera:

Phylum:	Mollusca
Clase:	Bivalvia (Linnaeus, 1758)
Subclase:	Pteriomorphia (Beurien, 1944)
Orden:	Pterioidea
Suborden:	Pectinina (Waller, 1978)
Superfamilia:	Pectinoidea (Rafinesque, 1815)
Familia:	Pectinidae (Rafinesque, 1815)
Género:	<i>Nodipecten</i> (=Lyropecten) (Dall, 1898)
Especie:	<i>subnodosus</i> (G.B. Sowerby I, 1835)

Nombre científico: *Nodipecten subnodosus*

Nombre común: Almeja mano de león, garra de león, voladora o peregrina.

### 1.2. DISTRIBUCIÓN

La distribución geográfica de *N. subnodosus* comprende desde la Laguna Manuela, B.C., México hasta Paita, Perú (Álamo y Valdivieso, 1987; Rombouts, 1991). Con base en la presencia de la especie en diferentes localidades costeras del Pacífico Mexicano, el CIBNOR ha realizado cultivos experimentales, produciendo semilla en el laboratorio y llevando a cabo la engorda en el mar mediante convenios de colaboración con empresas privadas y sociales de la península de Baja California (Mazón-Suástegui *et al.*, 2003)(Figura 1).



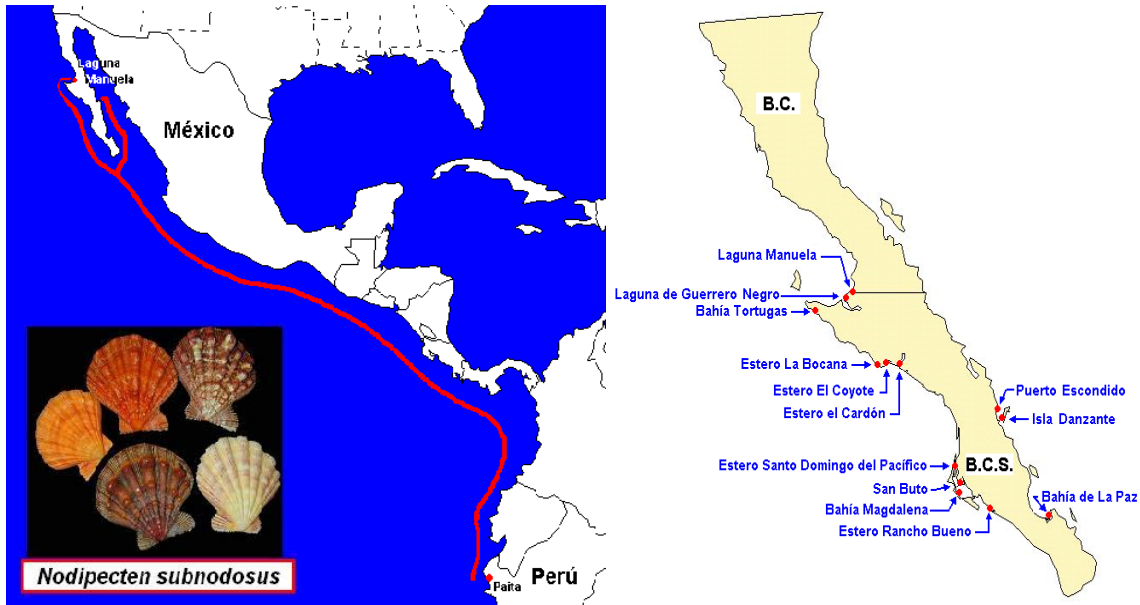


Figura 1. Distribución de *N. subnodosus* (Keen, 1971) y ubicación de los cultivos piloto-experimentales CIBNOR-Productores (Mazón-Suástegui *et al.*, 2003).

Al igual que otros pectínidos, la almeja mano de león normalmente reposa en el fondo marino sobre su valva izquierda, principalmente en sustratos arenosos o areno-gravosos, pero no son sésiles, ya que como menciona Mazón-Suástegui (1996), algunos pectínidos pueden desplazarse nadando mediante la acción de corrientes enérgicas de agua, que salen por las aurículas y que son provocadas por la contracción brusca del músculo aductor y el correspondiente cierre de las valvas. Por esto en algunos países los pectínidos también son conocidos como “almejas peregrinas”.

### 1.3. MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA

La característica que describe a la mayoría de los pectínidos son sus dos conchas planas, casi circulares de forma regular y delicada (Pacheco-Aguilar *et al.*, 2001). La concha de la almeja mano de león *N. subnodosus* es curvada y más o menos circular, con variedad de colores que van desde el anaranjado a café, negro, blanco y morado, con apariencia moteada en combinaciones diversas. Los distintivos importantes para la identificación rápida de la especie son tres: (1) su tamaño, ya que se le considera la especie más grande y pesada de América tropical, debido a que su concha puede alcanzar una longitud de 218 mm (Reinecke, 1981; Morales-Hernandez y Cáceres-Martínez, 1996); (2) las orejas, que son inequilaterales ya que la anterior es más larga que la posterior, y (3) los nódulos huecos que presenta alternativamente sobre las costillas (9 a 10), de donde deriva su nombre común, porque se asemeja a la garra o mano de un león (Félix-Pico, 1991).

Los detalles generales de la anatomía de los pectínidos se muestran en la figura 2 y se describen solo algunos de ellos. El músculo aductor es de color blanco-cremoso, su función es la de locomoción y almacenamiento de reservas metabólicas en forma de glucógeno muscular y es precisamente ésta sustancia lo que le confiere una especial consistencia y sabor al músculo ó callo (Phleger *et al.*, 1978; Chung y Merrit, 1991). La coloración de gónada es debido a que *N. subnodosus* es hermafrodita funcional, por lo que el esperma y los óvulos se encuentran simultáneamente dentro de la gónada, constituida por dos porciones sexuales, que en condiciones de madurez, se diferencia en una región anterior testicular de color blanco-lechoso (♂) y una región posterior ovárica de color

rojo-naranja (♀), que ocupa la mayor parte de la gónada (Roman *et al.*, 2001)(Figura 2). La función de la gónada es la formación de células germinales, utilizando para ello la energía almacenada en determinados órganos, entre ellos el músculo aductor, lo que se traduce en variaciones en el rendimiento muscular, relacionados con el ciclo reproductivo (Barrios-Ruiz *et al.*, 2003; Racotta *et al.*, 2003).

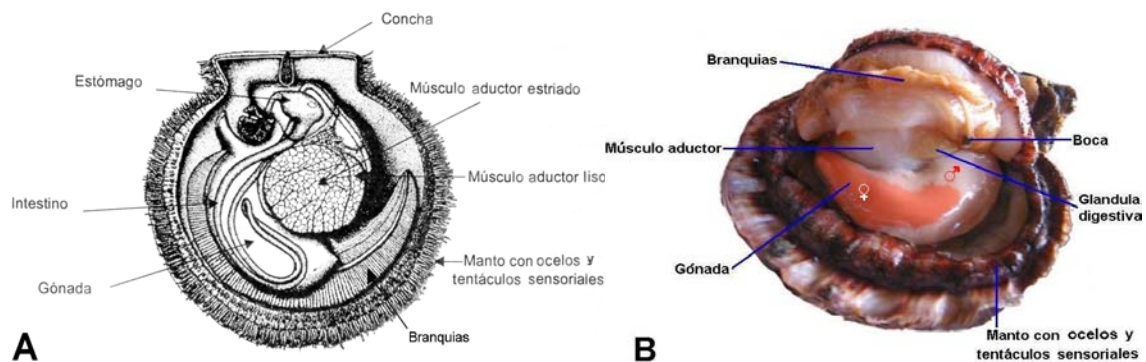


Figura 2. Anatomía general de los pectínidos (Beninger y Le Penneç, 1991) y de *Nodipecten subnodosus*.

### 1.5. CICLO DE VIDA

Una vez que los adultos alcanzan la etapa de madurez sexual, liberan sus gametos en el agua de mar donde se produce la fecundación y se inicia el desarrollo embrionario que dará origen a una larva véliger de charnela recta. Al acercarse el término de su vida pelágica la larva sufre una reducción en el tamaño del velo y desarrolla una *mancha ocular*, característica que indica que finaliza su vida nadadora, por lo que requiere de un sustrato para su *fijación*, utilizando para ello un órgano musculoso denominado *pie*, que extiende hacia fuera de las valvas. A este nivel de desarrollo la larva se denomina *pedivéliger*,

porque puede nadar libremente y de manera alterna reptar sobre el sustrato buscando el lugar propicio para asentarse por medio de secreciones filamentosas producidas por la glándula bisal localizada en el pie. Si las condiciones del sustrato elegido no resultaran convenientes, la *postlarva* ó juvenil temprano puede deshacerse del biso que le servía de anclaje y desplazarse a otro lugar donde podrá asentarse nuevamente, ya que la glándula bisal sigue siendo funcional en los juveniles y preadultos, pero pierde su función en el adulto. (Mazón-Suástegui, 1996; Robles-Mungaray *et al.*, 2001) (Figura 3).

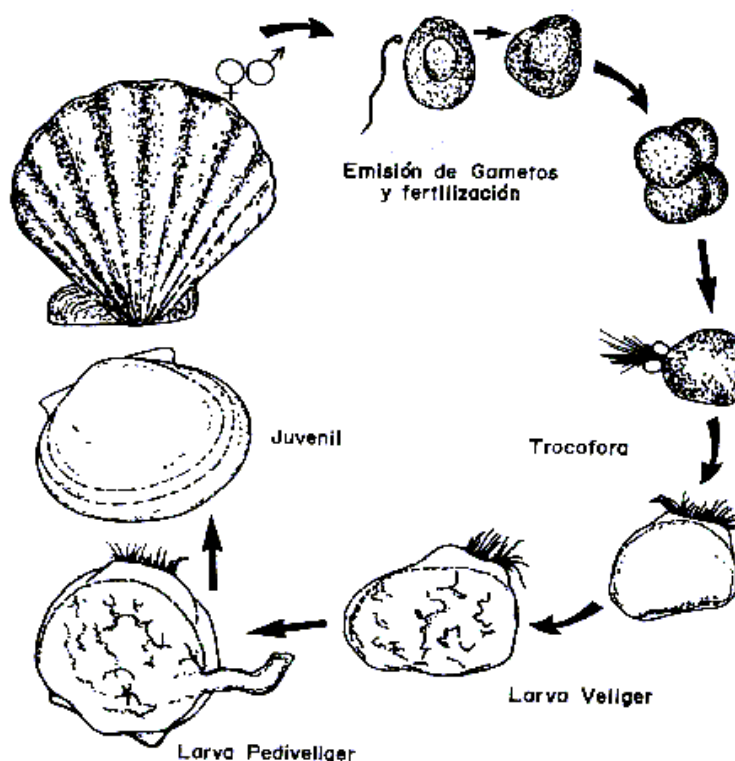


Figura 3. Ciclo de vida de *Nodipecten subnodosus*, según Morales-Hernández y Cáceres (1996).

## 1.6. TECNOLOGÍAS DE CULTIVO

Japón y China han sido los países líderes en el cultivo de muchas especies marinas, incluidos los moluscos pectínidos, ocupando actualmente el primer y

segundo lugar respectivamente (FAO, 2002). Los países Iberoamericanos con niveles comerciales de producción son Chile y Perú, con una producción en peso entero fresco de *Argopecten purpuratus* de 11,482 y 311 toneladas en 1997, respectivamente (FAO, 1999). En México, la producción de *Argopecten ventricosus* alcanzo las 10 toneladas en 1995 (Maeda-Martínez et al. 2001).

La diferencia primordial de los sistemas de cultivo de moluscos y otras especies radica en el control que el hombre ejerce sobre los recursos restrictivos como son el agua, el terreno, el alimento, el capital, la mano de obra y la energía, entre otros. Sobre ésta base existen dos tipos de sistemas, el *cultivo extensivo* o de *re poblamiento de bancos* afectados por fenómenos naturales, sobreexplotados por la pesquería u otros factores antropogénicos y el *cultivo intensivo* que implica el manejo controlado de los individuos, a densidades muy por arriba de las que son usuales en las poblaciones naturales, utilizando para ello una gran variedad de artes de cultivo (Mazón-Suástegui et al. 2003). Entre las artes más utilizadas para el cultivo intensivo de moluscos en suspensión, destacan las canastas perleras de forma piramidal, las linternas japonesas de forma cilíndrica y las canastas ostrícolas de plástico de forma cúbica, son apilables, cada una mide 55 x 55 x 7.5 cm y están divididas en cuadrantes (Mazón-Suástegui et al., 2003) (Figura 4).

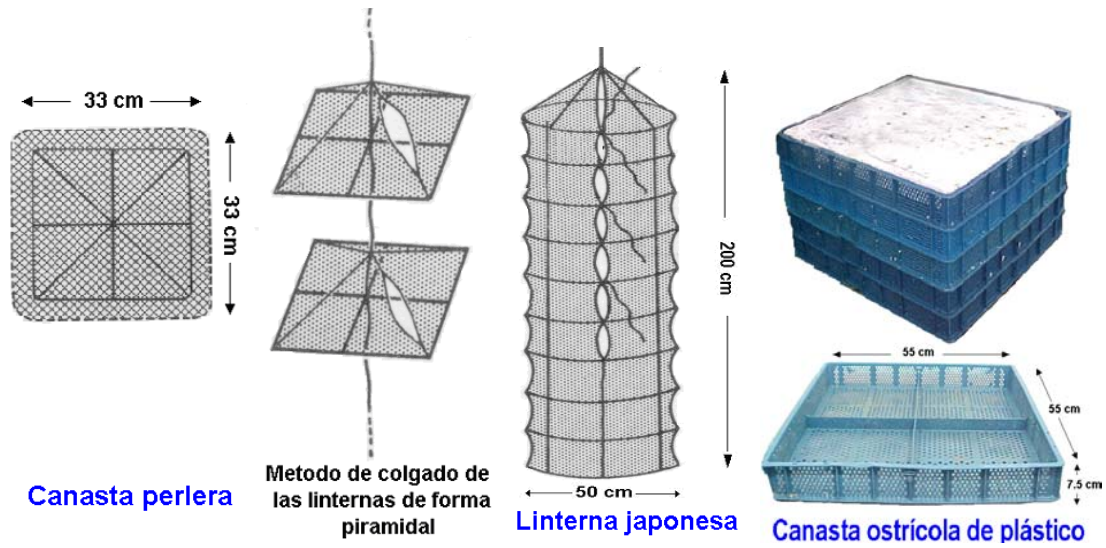


Figura 4. Artes de cultivo empleados comúnmente en cultivos de moluscos en suspensión: canasta perlera, linterna japonesa y canasta ostrícola de plástico (Mazón-Suástegui *et al.*, 2003).

## 2.0. ANTECEDENTES

En Mexico solo se ha logrado cultivar a escala comercial *Argopecten ventricosus* debido a que para otras especies como *Euvola vogdesi* y *Nodipecten subnodosus* no hay un abasto suficiente de semillas del medio natural para soportar un cultivo de escala comercial (Felix-Pico, 1991; Maeda-Martínez *et al.*, 1997; Mázon-Suástegui *et al.*, 2003). Con respecto a *N. subnodosus*, el primer trabajo de cultivo de larvas y juveniles lo realizó Carbajal-Rascón (1987). Posteriormente, se han llevado a cabo algunos trabajos de investigación que aportan información valiosa sobre la biología del desarrollo, la reproducción de la especie, y las técnicas de producción en ambiente controlado (García-Pámanes *et al.*, 1994; González-Ramos *et al.*, 1997; Ortiz-Cuel *et al.*, 1997).

El primer lote importante de semillas de *N. subnodosus* se obtuvo en el Centro Reproductor de Especies Marinas del Estado de Sonora (50,000 semillas en 1993) sin que hubiese una continuidad productiva o impacto en el cultivo de la especie, pero a partir de 1997 se obtuvieron las primeras 20,000 semillas en el CIBNOR y el proceso de maduración de la tecnología pudo continuarse hasta alcanzar una producción de 2,100,000 semillas en 2001 (Robles-Mungaray *et al.*, 2001), que se mantuvo en los años siguientes y ha permitido el desarrollo de cultivos de nivel piloto-experimental en diferentes localidades de la península de Baja California (Mazón-Suástegui *et al.*, 2003-b,c,d), así como el desarrollo de las investigaciones del presente estudio.

Uno de los principales parámetros que se determinaron para definir la factibilidad del sistema de cultivo fue el grado de tolerancia de la especie a la densidad

(Unzueta-Bustamante y Olivas-Valdez, 1997; Felix-Pico *et al.*, 1999; Barrios-Ruiz *et al.*, 2003; Felix-Pico, *et al.*, 2003; Quintero-Ojeda, 2003), puesto que incide directamente sobre la viabilidad y rentabilidad del cultivo (Freites, 1995). El efecto de la densidad de cultivo en el crecimiento, supervivencia y rendimientos, ya se ha comprobado para otros pectinidos como *Patinopecten yessoensis* en Japon (Ventilla, 1982; Avendaño, 2001), *Pecten maximus* en España (Maguirre y Burnell, 2001), *Argopecten purpuratus* en Perú (Rombouts, 1991), *Euvola ziczac* en Venezuela (Lodeiros y Himmelman, 2000), *Nodipecten nodosus* en Brasil (Lodeiros *et al.*, 2001) y *A. ventricosus* en México (Felix-Pico *et al.*, 1991; Maeda-Martinez *et al.*, 1997).

Quintero-Ojeda (2003) reporta que no existe diferencia significativa en el crecimiento de *N. subnodosus* cultivada en suspensión a densidades del 40% y 60% de ocupación del arte de cultivo, ni tampoco a densidades del 60 y 80%, pero sí existen diferencias en el crecimiento de los organismos cultivados a 40 y 80% de ocupación del área disponible en el arte de cultivo, sean costales o canastas ostrícolas. El autor concluye que la densidad afecta de manera inversamente proporcional al crecimiento de la mano de león, es decir que a mayor densidad el crecimiento es menor y viceversa, habiendo obtenido tallas promedio de 10.08 cm a 40%, de 9.71 cm a 60% y de 9.10 cm a 80%.

Este efecto también fue reportado para *A. ventricosus* por Maeda-Martínez *et al.* (1997), en un cultivo intermedio o preengorda en suspensión, a densidades de 400, 700 y 1000 ind/m<sup>2</sup>. Los autores no encontraron diferencias entre individuos cultivados a densidades bajas y medias, ni entre los de densidades medias y



altas, pero sí entre densidades bajas y altas. Este resultado también se repitió durante la fase de engorda final, a densidades de 150, 250 y 400 ind/m<sup>2</sup>, obteniéndose al final del cultivo, callos de 3.79 g a densidad baja, 3.39 g a densidad media, y de 2.99 g a densidad alta. Lo anterior se explica en función de que existe una competencia por alimento y espacio, lo cual también tiene su efecto en la supervivencia.

Freites *et al.*, (1995) mencionan que durante los 7 meses de cultivo en suspensión de *Euvola ziczac*, la supervivencia disminuye progresivamente y en forma inversamente proporcional a la densidad, obteniendo el porcentaje mas elevado (50%) a densidades de 200, 400, 600 y 800 ind/m<sup>2</sup> y un porcentaje menor (20%) a densidades de 1,600, 2,400 y 3,200 ind/m<sup>2</sup>. Un resultado similar reportan Barrios-Ruiz *et al.*,(2003) al obtener una supervivencia del 45% en un cultivo de *N. subnodosus* a 5 m de la superficie durante 13 meses de cultivo en la bahía de La Paz, B.C.S.. Esto coincide con los resultados de Quintero-Ojeda (2003), quien reporta para la misma especie una supervivencia del 32, 26 y 29% a densidades de siembra del 40 60 y 80% de ocupación del área disponible en el arte de cultivo, respectivamente.

Los factores exógenos que afectan el proceso del crecimiento en el cultivo de pectínidos son: el medio ambiente (temperatura, salinidad y oxígeno) y la disponibilidad de alimento. Entre los factores endógenos, la reproducción puede considerarse como uno de los factores mas importantes que afectan el crecimiento somático (Lodeiros *et al.*, 2000). De acuerdo con Roman *et al.* (2001) hay una relación muy clara entre la reproducción y el rendimiento

muscular o carne (callo), lo que se traduce en variaciones en el rendimiento según la fecha de extracción, dependiendo de la fase del ciclo reproductivo en que se encuentre la especie cultivada. Epp *et al.*, (1988) reportan que para *Argopecten irradians irradians* un 63-99% de la energía total utilizada por la gónada durante la gametogénesis es principalmente a expensas de la proteína del músculo. Este proceso de almacenamiento y utilización de energía ha sido comprobado para otras especies de pectinidos como *Argopecten purpuratus* (Martínez *et al.*, 2000) y para *Pecten maximus* (Pazos *et al.*, 1996). Esto es importante de considerar desde el punto de vista productivo comercial para la toma de decisiones con respecto al tiempo de cosecha y el mercado objetivo. En el mercado americano únicamente se acepta el músculo mientras que en Europa se consume también la gónada (Roman *et al.*, 2001). En los pectínidos, la fase del ciclo reproductivo se puede estimar con una simple inspección visual, limitándose a su apariencia externa, es decir, teniendo en cuenta el tamaño, color y grosor de la gónada (Félix-Pico *et al.*, 1995; Monsalvo-Spencer *et al.*, 1997). Aunque este criterio no es el mas adecuado, es bastante apropiado para definir a grandes rasgos del ciclo reproductivo (Mestre, 1992).

A pesar de que existen metodologías comprobadas para el manejo acuícola de algunos pectinidos, para *N. subnodosus* el sistema de cultivo aún no está definido en su totalidad para una escala industrial. La presente investigación se propuso con el fin de determinar el mejor crecimiento y supervivencia de la especie, mediante un adecuado programa de manejo basado en el ajuste de las densidades, así como generar información novedosa sobre la época de

---

reproduccion para obtener el mayor beneficio económico al planificar la cosecha en función del mayor rendimiento muscular, relacionado con el ciclo reproductivo de la especie en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote, en la península de Baja California, Mexico.

### 3.0. JUSTIFICACIÓN

El potencial en acuicultura de la península de Baja California ésta siendo poco utilizado, principalmente en maricultivos, ya que tan solo Baja California Sur tiene un litoral de 2,200 km (700 km en el Golfo de California y 1,500 km en el Océano Pacífico), donde existen numerosas bahías, ensenadas, esteros y sistemas lagunares altamente productivos que identifican a la región como una de las de mayor potencial acuícola del país (Mazón-Suástegui *et. al.*, 2002).

Aun cuando no se tiene la mejor tecnología de cultivo para *Nodipecten subnodosus*, existen resultados preliminares que sugieren que esta especie tiene el mayor potencial de cultivo en las costas de la península de Baja California y Baja California Sur, con resultados muy favorables de crecimiento y supervivencia en diferentes sistemas de cultivo.

Por lo antes expuesto, el presente trabajo experimental pretende demostrar que el manejo de las densidad de cultivo (cobertura del área disponible en la canasta), tiene un efecto en el crecimiento y supervivencia de *N. subnodosus* y que este resultado también puede ser afectado por las diferentes condiciones de temperatura y disponibilidad de alimento, asociados al sitio de cultivo.

Esta investigación podrá contribuir con las investigaciones ya existentes sobre la especie e integrar y validar una tecnología para la engorda, que sea eficiente y rentable para su aplicación a niveles de producción piloto y comercial en zonas donde habita esta especie y que podrían ser las mas favorables y las de una zona de estero con condiciones mas variables de temperatura.

---

## 4.0. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar el crecimiento, supervivencia e índice de rendimiento muscular de la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*), cultivada en canastas ostrícolas suspendidas, a tres densidades (40, 60 y 80% de cobertura de la canasta), en dos localidades de la península de Baja California, México, a fin de obtener información técnica aplicable en proyectos de escalamiento piloto-comercial.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar y comparar el efecto de la densidad de cultivo en el crecimiento y supervivencia de *N. subnodosus*.

Determinar el ciclo de reproducción de *N. subnodosus* y su efecto en el índice de rendimiento muscular.

Comparar de manera integral, los resultados obtenidos en el cultivo de *N. subnodosus* en la laguna Guerrero Negro, B.C. y en el estero El Coyote, B.C.S., México.

## 5.0. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Localización y descripción de las áreas de estudio.

#### 5.1.1. Macrolocalización

El presente estudio se llevó a cabo en dos localidades de la península de Baja California, México; en los municipios de Ensenada, B.C. y Mulegé, B.C.S. (Figura 5). La investigación se realizó gracias al apoyo de la S.C.P.P. Bahía Vizcaíno, S.C.L, en la porción Norte de la laguna Guerrero Negro, ubicada en el estado de B.C. (LGN) y de la S.C.P.P. Punta Abrejos, S.C.L. en el Estero El Coyote, B.C.S. (EC)



Figura 5. Macrolocalización de los sitios seleccionados para el desarrollo experimental del cultivo de *Nodipecten subnodosus*.

### 5.1.2. Microlocalización

El cultivo experimental se realizó en aguas de jurisdicción federal, en la zona federal marítima, permitida para realizar actividades de acuicultura de fomento a las S.C.P.P. Bahía Vizcaíno en la LGN (Figura 6) y Punta Abrejos en el EC (Figura 7).

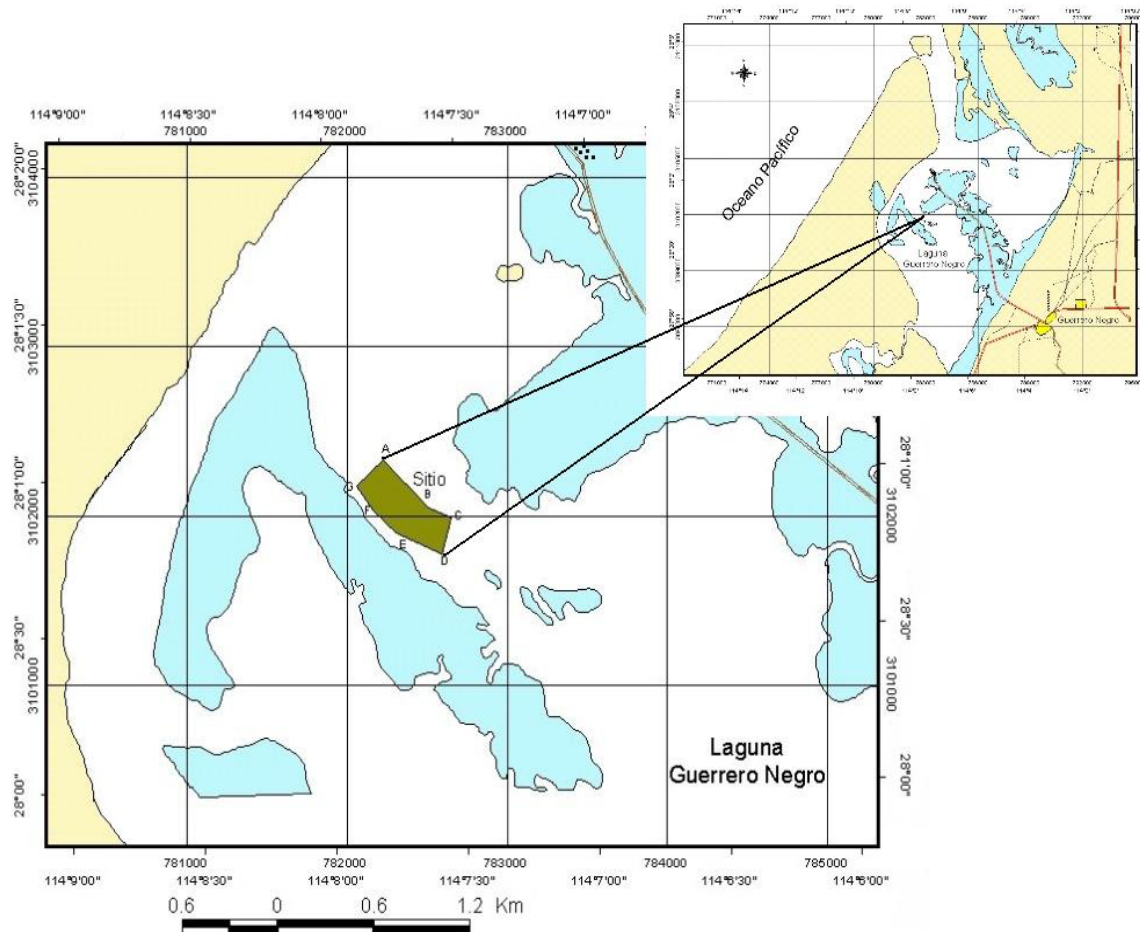


Figura 6. Laguna Guerrero Negro, B.C. y área de cultivo con permiso para realizar acuicultura de fomento, a cargo de la SCPP Bahía Vizcaíno, S.C.L

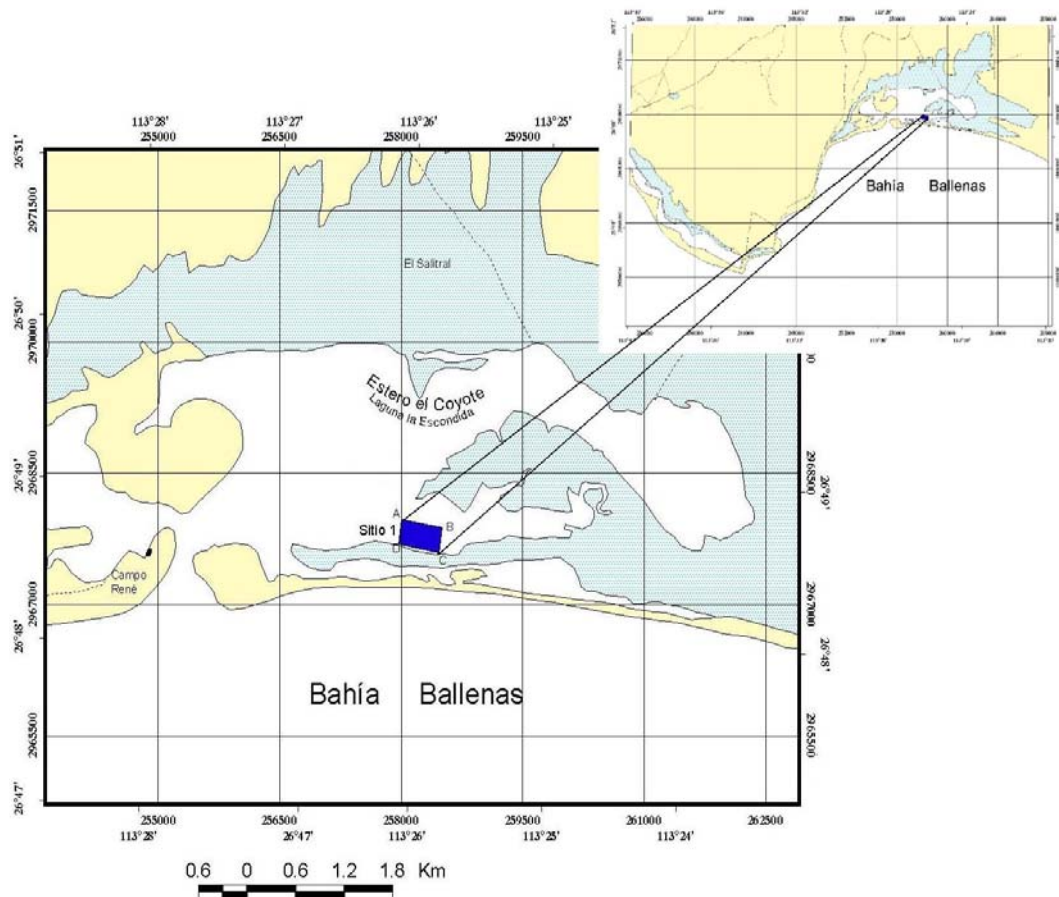


Figura 7. Estero El Coyote, B.C.S. y área de cultivo con permiso para realizar acuicultura de fomento a cargo de la S.C.P.P. Punta Abreojos, S.C.L.

### 5.1.3. Descripción de los sitios de cultivo

En la LGN la profundidad en el sitio de cultivo es de 4 a 7 m, con fondo arenoso y concha quebrada, sujeto a corrientes de marea de 20-50 cm/s, dentro de los canales. Green (1981) reporta que la salinidad es variable debido a la ausencia o presencia de surgencias, los vientos son siempre de moderados a fuertes, con velocidades de 6.0 a 8.8 m/s y las temperaturas más frías son de enero a junio (11 a 13°) y los meses cálidos de septiembre a diciembre (10 a 12°C).



En el EC La profundidad en el sitio de cultivo es de 2 a 5 m, con fondo limo-arenoso cubierto de macroalgas, sujeto a corrientes de marea de 20 cm/s. la salinidad fluctúa de 34.5 a 36 ‰, con vientos de moderados a fuertes, con velocidades de 6.4 a 8.6 m/s, con bajos índices de surgencias. Las temperaturas frías se registran en enero-marzo (12 a 14°C) y de julio-septiembre las mas altas de 22 a 25.5°C (Félix-Pico *et al.*, 2003).

## 5.2. Obtención de los organismos experimentales

La semilla fue producida en el Laboratorio de Larvicultura de Especies Marinas del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR). Los reproductores fueron recolectados en la LGN y trasladados a las instalaciones del CIBNOR, donde se realizaron las actividades de acondicionamiento gonádico, inducción al desove, cultivo larvario, fijación y preengorda hasta obtener semillas de 3-4 mm, que se enviaron a los sitios de cultivo, aplicando el método húmedo-frío descrito por Mazón-Suastegui *et al.* (2003) (Figura 8).



Figura 8- Desove, cultivo larvario, fijación y preengorda de semillas *Nodipecten subnodosus* en laboratorio del CIBNOR, La Paz, B.C.S.

En cada sitio de cultivo se realizó un registro de las condiciones del transporte, como temperatura, talla promedio, movilidad de la semilla y tiempo de recuperación al ser introducida de nuevo al agua. Se calculó la proporción volumen/cantidad de semilla recibida, mediante un método volumétrico para facilitar los trabajos de siembra (Figura 9).



Figura 9. Evaluación realizada durante la recepción de semilla de *Nodipecten subnodosus* en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote.

Con el propósito de evitar pérdidas por el tamaño de la semilla (3-4 mm), fue necesario realizar la siembra y preengorda en bolsas de malla mosquitera, las cuales fueron colocadas dentro de las canastas ostrícolas, que tienen múltiples perforaciones de 5 mm en las paredes y 8 mm en el fondo (Figura 10).

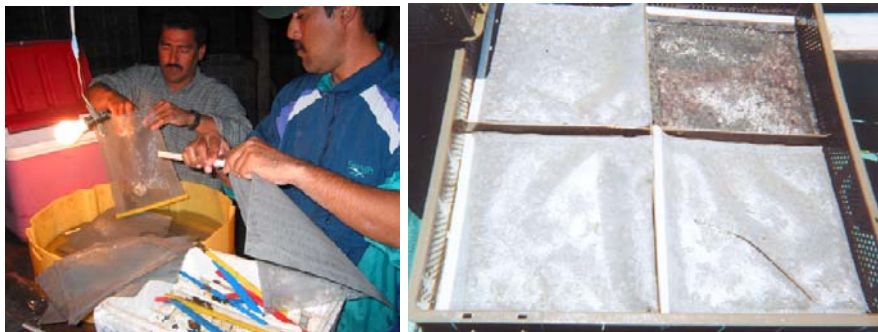


Figura 10. Siembra de semilla de *Nodipecten subnodosus*, en bolsas de malla mosquitera dentro de las canastas ostrícolas, para dar inicio a la etapa de preengorda en el mar

La preengorda tuvo una duración de 7 semanas a partir de la siembra. Las canastas de cultivo se revisaron semanalmente para su limpieza y desdoble o *clareos* necesarios a fin de reducir progresivamente la densidad inicial de siembra (2,000 ind/canasta) y que concluyó cuando se obtuvieron juveniles que pudieron colocarse libremente en las canastas, eliminando por completo el uso de las bolsas (800 ind/canasta) (Figura 11 y 12).



Figura 11. Obtención de juveniles de *Nodipecten subnodosus* una vez concluida la preengorda en bolsas colocadas dentro de las canastas ostrícolas.

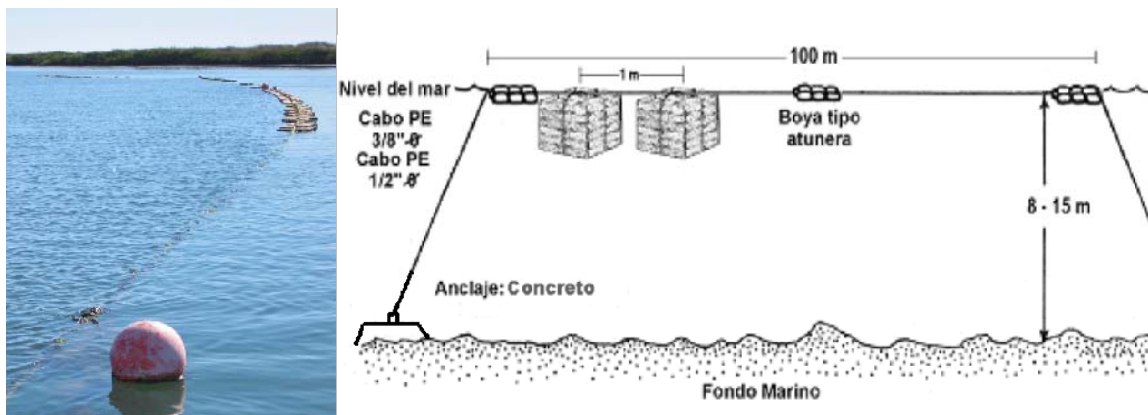


Figura 12. Canastas ostrícolas de plástico apiladas formando módulos, para el cultivo de *Nodipecten subnodosus* en un sistema de línea larga de superficie, utilizado en la laguna Guerrero Negro y en el estero El Coyote.

### 5.3. Diseño experimental

La investigación consistió en el manejo experimental de tres densidades ajustables de cultivo, correspondientes a una cobertura de 40, 60 y 80% del área disponible en cada canasta, considerando que cada organismo ocupa un área cuadrada y que cada una tiene un área de  $3,025 \text{ cm}^2$  ( $55 \times 55 \text{ cm}$ ). Con el fin de que las biometrías tuviesen validez estadística, los tratamientos se establecieron por cuadruplicado, utilizando cuatro (4) módulos para cada una de las tres (3) densidades experimentales (Figura 13).

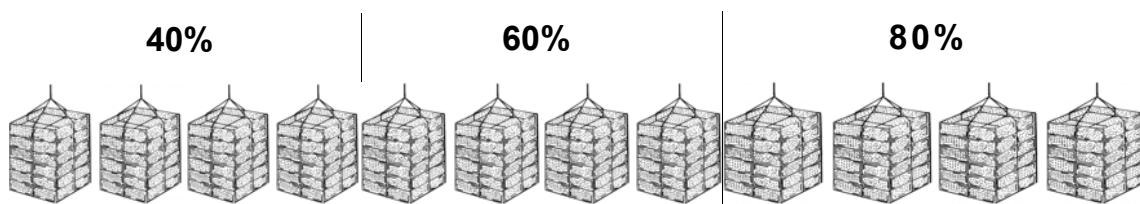


Figura 13. Módulos y densidades de cultivo utilizados para el manejo experimental de *Nodipecten subnodosus*.

Las canastas se apilaron formando módulos de cultivo con 5 niveles útiles mas una tapa, estableciendo la misma densidad inicial en todos los niveles, para cada tratamiento y sus réplicas. La cantidad de individuos a colocar por canasta se calculó en función del área cuadrada individual promedio. Esta unidad de medida se incrementa progresivamente en función del crecimiento de los organismos, por lo que se llevó a cabo una reducción periódica (mensual) del número de almejas por canasta para mantener la cobertura porcentual preestablecida en el diseño experimental (40, 60, 80%). El área cuadrada individual promedio se calculó mensualmente a partir de la medición de una muestra al azar de al menos 20 individuos, obtenidos de los diferentes niveles o

canastas de cada módulo experimental (Tabla 1). Para evitar variaciones en los parámetros de respuesta, asociados a la ubicación de los organismos en los diferentes niveles o canastas del módulo de cultivo, mensualmente se realizó la rotación de los individuos en las canastas una vez realizado el mantenimiento y limpieza de estas, mediante el raspadas cepillado manual, eléctrico, o con bombas de lavado a presión, después de haber sido expuestas al sol durante una semana (Figura 14).

Tabla 1. Cálculo del número de individuos/canasta en función de la talla promedio  $((\text{Longitud}+\text{altura})/2)$ , que corresponde a un área cuadrada y a su vez al numero de individuos/canasta de acuerdo a la densidad de origen (40, 60 y 80%).

Talla	cm <sup>2</sup>	100%	80%	60%	40%
1.80	3.24	934	747	560	373
1.81	3.28	923	739	554	369
1.82	3.31	913	731	548	365
1.83	3.35	903	723	542	361
1.84	3.39	893	715	536	357
1.85	3.42	884	707	530	354
1.86	3.46	874	700	525	350
1.87	3.50	865	692	519	346
1.88	3.53	856	685	514	342
1.89	3.57	847	677	508	339
1.90	3.61	838	670	503	335

Calculo de organismos en canastas derivado de (18), 20, 50 y 40 % de ocupación

Talla	cm <sup>2</sup>	100%	80%	60%	40%
1.80	3.24	934	747	560	373
1.81	3.28	923	739	554	369
1.82	3.31	913	731	548	365
1.83	3.35	903	723	542	361
1.84	3.39	893	715	536	357
1.85	3.42	884	707	530	354
1.86	3.46	874	700	525	350
1.87	3.50	865	692	519	346
1.88	3.53	856	685	514	342
1.89	3.57	847	677	508	339
1.90	3.61	838	670	503	335



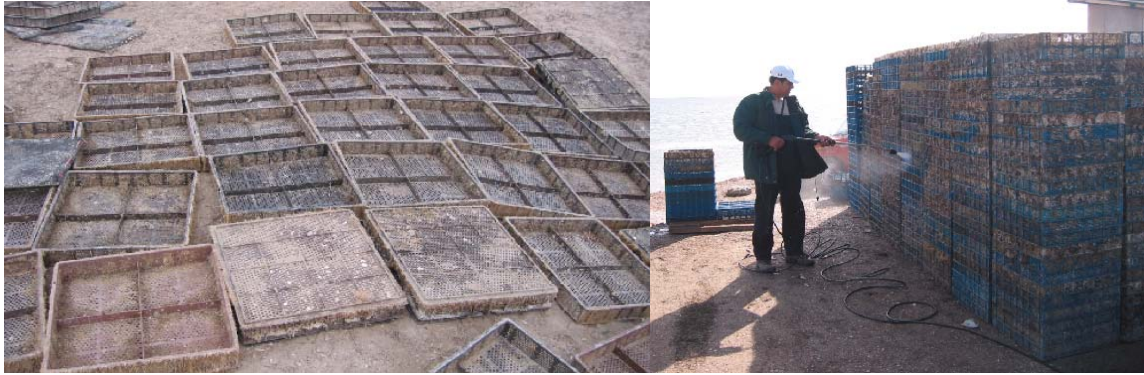


Figura 14. Limpieza de canastas ostrícolas, utilizadas en el cultivo de *Nodipecten subnodosus*

### **5.3.1. Siembra de semilla de *N. subnodosus* e inicio del cultivo experimental**

En el caso de la LGN, el cultivo de investigación se inicio en agosto del 2001 y se utilizaron juveniles de  $2.17 \pm 0.10$  cm de longitud,  $2.20 \pm 0.12$  cm de altura y  $0.78 \pm 0.13$  cm de espesor. En el EC, la investigación se inició en junio del 2001, con juveniles de  $2.44 \pm 0.20$  cm de L,  $2.55 \pm 0.20$  cm de A y  $0.80 \pm 0.1$  cm de E.

## **5.4. Obtención y análisis de datos**

### **5.4.1. Temperatura**

La temperatura fue registrada cada hora utilizando un termógrafo electrónico (SEA-LOG Vemco LTD, Canadá) en el EC y diariamente en la LGN mediante un termómetro de cubeta.

### **5.4.2. Crecimiento en talla**

Para la obtención de los datos de crecimiento en talla de la concha, se realizó la medición de al menos 20 individuos tomados al azar de cada módulo experimental, estableciendo la distancia máxima entre la parte anterior y posterior de la valva (Longitud antero-posterior = L), la distancia entre el ápice y la comisura o margen inferior de la valva (Altura dorso-ventral = A) y la distancia máxima de la parte externa entre valvas derecha e izquierda cerradas (espesor = E), utilizando un vernier digital de 0 a 152 mm con una precisión de  $\pm 0.01$  mm, marca Mitutoyo (Figura 15).

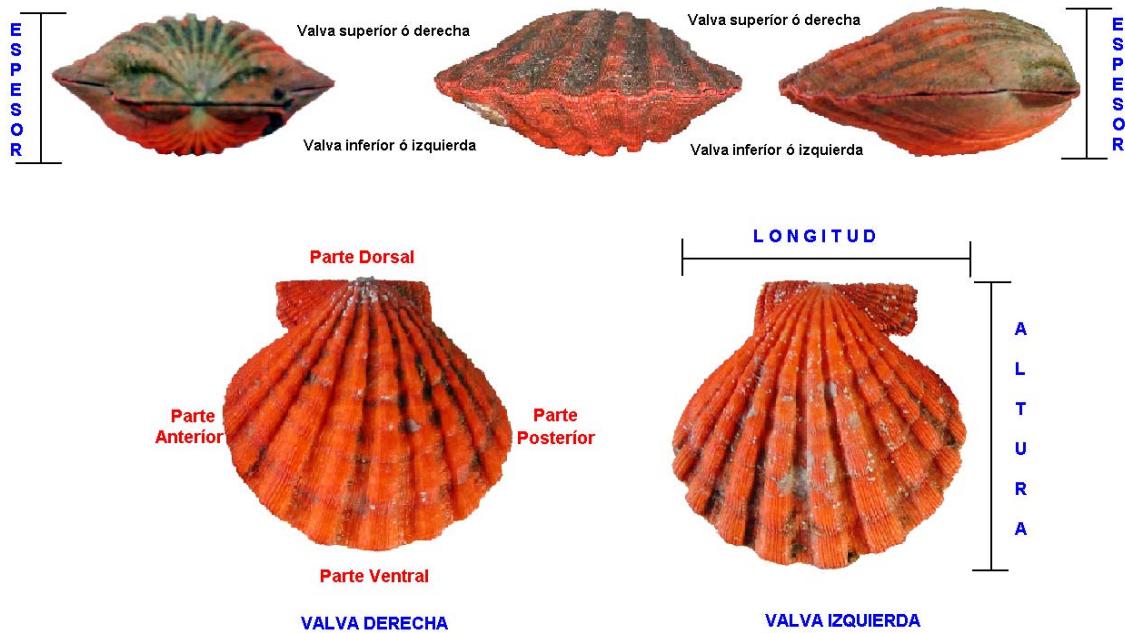


Figura 15. Aspectos morfométricos considerados para la determinación del crecimiento de la concha de *Nodipecten subnodosus*.

#### 5.4.3. Crecimiento en peso

Para la obtención de datos del crecimiento somático o peso, se sacrificó un número representativo de individuos en cada uno de los diferentes tratamientos experimentales y sus replicas, determinando: peso húmedo total sin epibiontes incluyendo la concha, peso de carne menos el callo y peso del callo o músculo aductor. Se utilizó una balanza digital portátil marca Ohaus (Scout II) con capacidad máxima y mínima de 400 y 0.1 g respectivamente ( $\pm 0.02$  g.).

#### 5.4.4. Ciclo reproductivo (Diferenciación morfocromática)

Al sacrificar los individuos se realizó una evaluación visual de la gónada (morfocromática), registrando únicamente su apariencia externa, es decir, el tamaño, color y grosor (Félix-Pico et al., 1995; Monsalvo-Spencer et al., 1997), determinando el grado de madurez (GM) en función de 4 estadios en el patrón reproductor de *N. subnodosus* (Tabla 2, figura 16).

Tabla 2. Características morfológicas de la gónada y estadios de madurez de *Nodipecten subnodosus* en cultivo (modificada a partir de Tripp, 1985).

Estadios de madurez	Características de la gónada	Color de la gónada	
		♀	♂
0	Vacía o indiferenciada "INMADUROS"	Sin color.	
I	Madurez inicial o inicio de la diferenciación "PARCIALMENTE MADUROS"	Ligera coloración anaranjada	Pequeños parches blanco/cremoso
II	Completa o bien diferenciada "MADUROS"	Coloración anaranjado intenso	Color crema-blanco opaco bien definido
III	Incompleta, casi vacía "DESOVADOS"	Anaranjado opaco con orificios y parches	Blanca opaca y en pocas cantidades



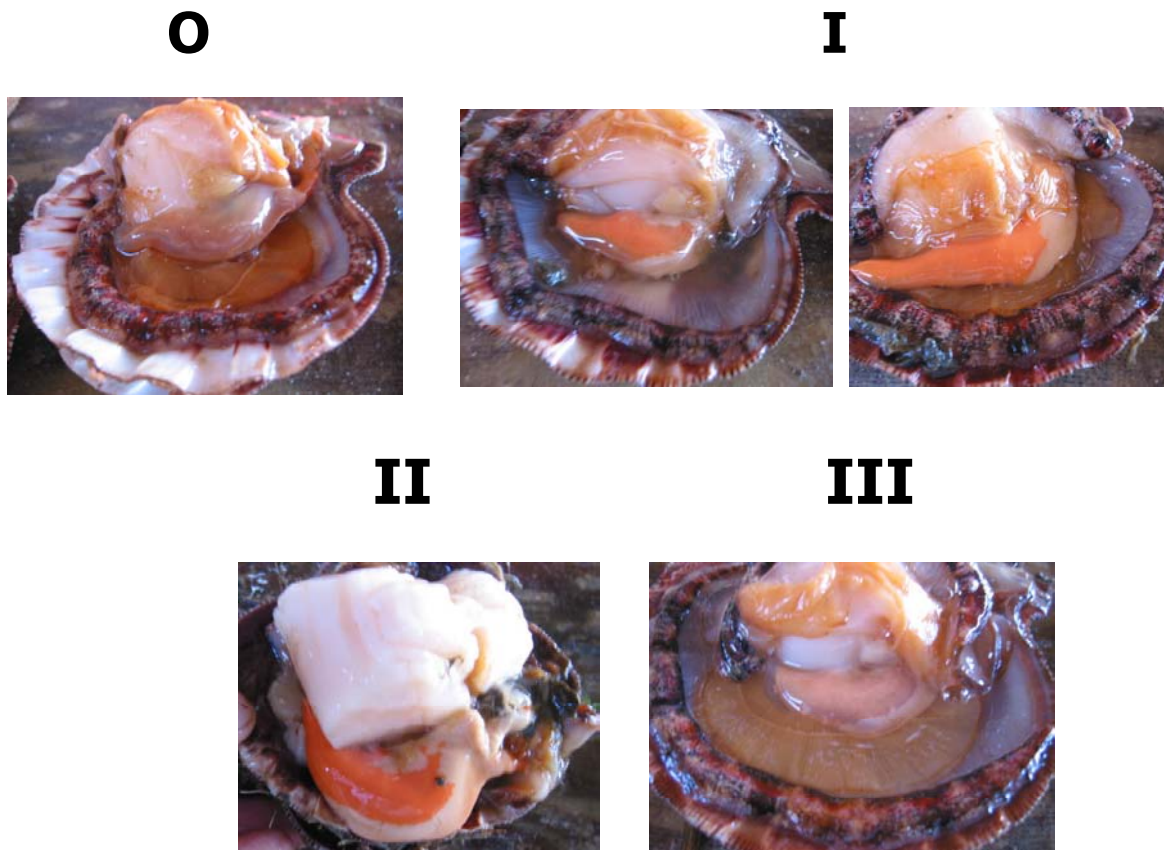


Figura 16. Clasificación del desarrollo gonadosomático de *Nodipecten subnodosus*, obtenidos mediante la identificación morfocromática de la gónada.

#### 5.4.5. Índice de rendimiento muscular (IRM)

Este índice fue calculado de acuerdo al método descrito para otros pectinidos (Cáceres-Martínez *et al.*, 1990 para *A. ventricosus*; Villalejo-Fuerte *et al.*, 2002 para *Spondylus calcifer*). Las curvas resultantes fueron interpretadas utilizando los siguientes criterios:

- El aumento en el IRM se consideró como indicador de crecimiento del peso del callo al inicio del cultivo y posteriormente de recuperación postdesove
- Una disminución se interpretó como indicador de desove.

Los valores se obtuvieron mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IRM} = \frac{\text{PCallo}}{\text{PCarne}} \times 100$$

**Donde :**

**IRM** = Índice de Rendimiento Muscular o Callo

**Pcallo** = Peso del Callo

**Pcarne** = Peso de Carne menos el callo

#### **5.4.6. Supervivencia**

Se llevó a cabo un recuento poblacional mensual de todos los individuos vivos en cada tratamiento y en cada una de sus réplicas experimentales, considerando como el 100% al número inicial establecido en cada uno de los “clareos” o ajustes de densidad, y como número final, al obtenido al restar del número inicial los organismos muertos. Con ésta base se obtuvieron porcentajes de supervivencia mensuales y a partir de éstos, el porcentaje acumulado durante todo el periodo que comprendió el estudio.

#### **5.5. Análisis estadístico**

Una vez que los valores de crecimiento en talla (L, A y E), peso (Ptotal, Pcarne y Pcallo) e IRM, cumplieron con los postulados de normalidad y homoscedasticidad, se les aplicó un análisis de varianza (ANDEVA) de una vía, tomando la densidad de cultivo (40, 60 y 80%) como factor. Para detectar las diferencias significativas se utilizó la prueba de rangos múltiples de Duncan con un valor de significancia de  $p=0.05$  de las medias alcanzadas. Los datos de porcentaje de supervivencia se transformaron utilizando el arcosen de la raíz, al no cumplir con los postulados para realizar el ANDEVA, se aplicó la prueba no

---

paramétrica de Kruskal-Wallis, para diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey no paramétrica.

Para la comparación del crecimiento entre los sitios de cultivo se realizó un ANDEVA de dos vías, tomando la densidad de cultivo (40, 60 y 80%) y los sitios (LGN y EC) como factor. Para detectar las diferencias significativas se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey HSD con un valor de significancia de  $p=0.05$  de las medias alcanzadas. El valor de significancia de los estadísticos fue de 0.05. Los análisis se realizaron con ayuda del programa STATISTICA 6.1.

## 6.0. RESULTADOS

### 6.1. Temperatura

En la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN), durante el periodo de estudio que comprendió 22 meses, se registró la temperatura superficial del agua con un intervalo de 12.1 a 24.9 °C y una media de 18.3 °C. La temperatura promedio mensual más alta (23.4 °C) se registró en septiembre del 2001 y agosto del 2002 y la menor (14.3 °C), en enero del 2003 (Figura 17).

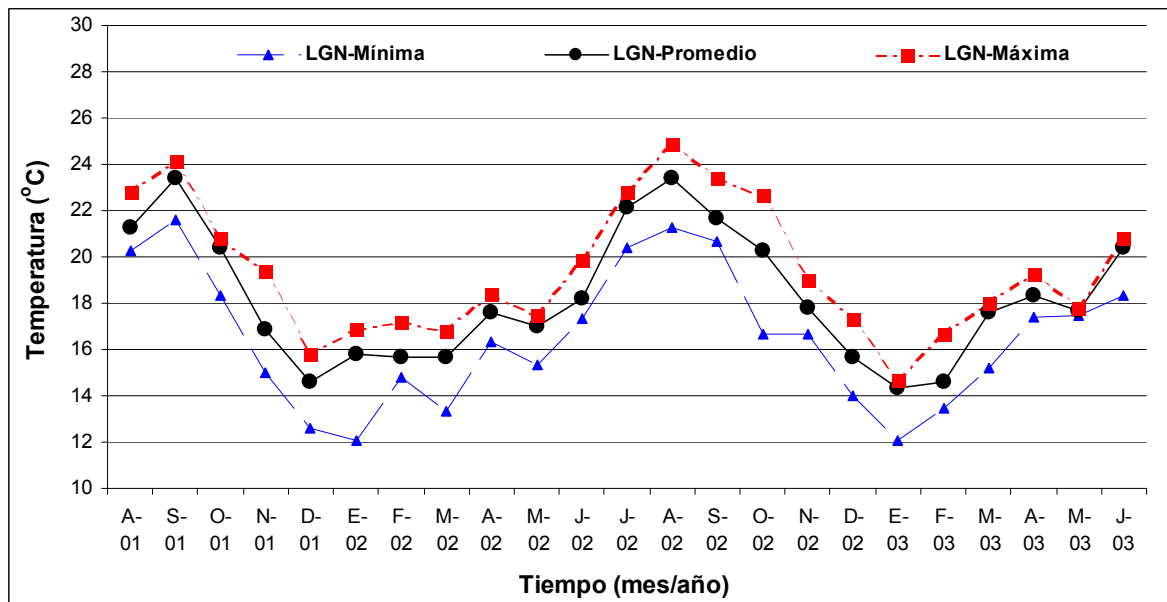


Figura 17. Temperatura máxima, promedio y mínima mensual, registrada durante el cultivo de *Nodipecten subnodosus*, en la laguna Guerrero Negro, B.C.

En el estero El Coyote, B.C.S. (EC), durante el periodo de estudio que comprendió 24 meses, se registró la temperatura superficial del agua con un intervalo de 11.1 a 26.1 °C, con una media de 16.74 °C. La temperatura promedio mayor (24.2 °C) se registró en octubre del 2002 y la menor (12.5 °C) durante enero-febrero del 2002 y febrero-marzo del 2003 (Figura 18).

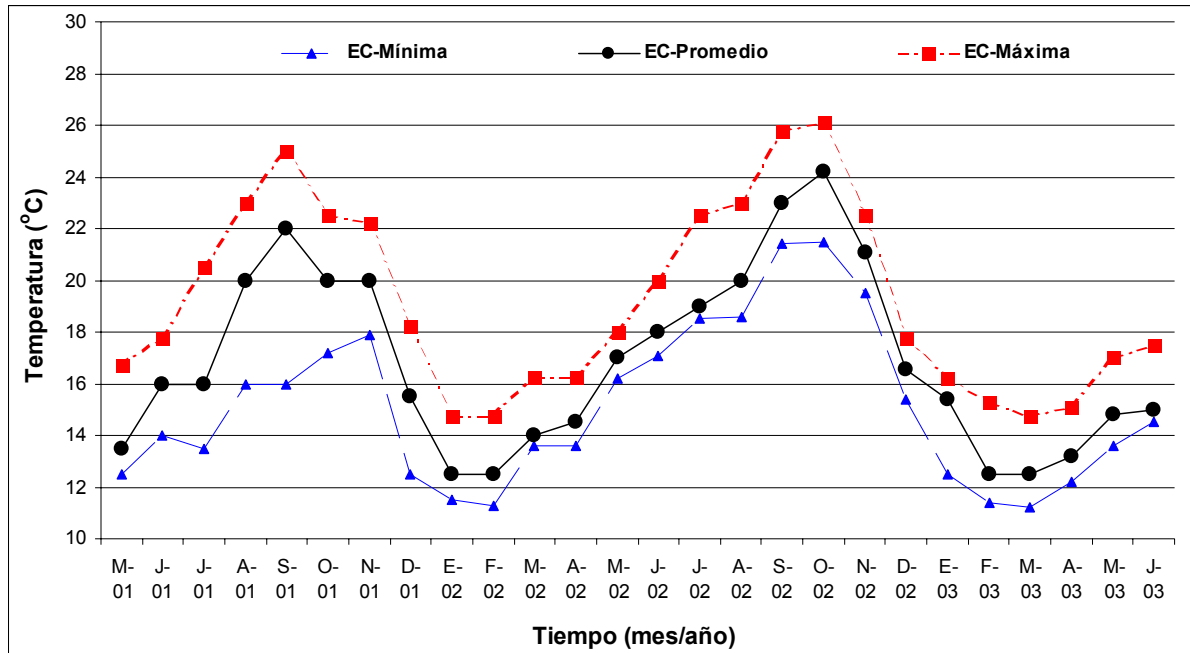


Figura 18. Temperatura máxima, promedio y mínima mensual, registrada durante el cultivo de *Nodipecten subnodosus* en el estero El Coyote, B.C.S.

## 6.2. Efecto de la densidad en el crecimiento en talla de la concha de *Nodipecten subnodosus*.

Los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todas las variables de crecimiento de la concha de *N. subnodosus* (Longitud, altura y espesor) a diferentes densidades de cultivo (40, 60 y 80%)

Aplicando la prueba de Duncan se encontró que todas las densidades de cultivo son diferentes (Tabla 3a y 3b). Los resultados del ANDEVA y Duncan se encuentran en los anexos 1 al 5. Tanto en el estero El Coyote como en la laguna Guerrero Negro, el crecimiento fue mayor a la densidad del 40%, seguido del 60 y 80% (Figuras 19 y 20), tomando como referencia la altura de la concha, misma que se utiliza en la mayoría de las publicaciones de pectínidos (Felix-Pico, com. pers).

Tabla 3a. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan, para longitud, altura y espesor de la concha de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%), en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha (d/m/a)	Tiempo (No. Días)	Densidades		
		40 %	60 %	80 %
<b>LONGITUD (cm)</b>				
Ago-01	47	3.59 ± 0.46 <sup>a</sup>	3.25 ± 0.42 <sup>b</sup>	3.09 ± 0.39 <sup>c</sup>
Oct-01	105	5.24 ± 0.49 <sup>a</sup>	4.86 ± 0.74 <sup>b</sup>	4.21 ± 0.48 <sup>c</sup>
Feb-02	223	7.80 ± 0.94 <sup>a</sup>	7.21 ± 1.01 <sup>a</sup>	6.28 ± 4.13 <sup>b</sup>
May-02	313	8.82 ± 0.57 <sup>a</sup>	8.19 ± 0.82 <sup>b</sup>	7.22 ± 1.08 <sup>c</sup>
Ago-02	395	9.84 ± 0.81 <sup>a</sup>	9.29 ± 0.81 <sup>b</sup>	8.23 ± 0.86 <sup>c</sup>
Oct-02	453	9.97 ± 0.85 <sup>a</sup>	9.34 ± 0.76 <sup>b</sup>	8.82 ± 0.48 <sup>c</sup>
Dic-02	523	11.09 ± 0.92 <sup>a</sup>	10.08 ± 0.70 <sup>b</sup>	9.45 ± 0.58 <sup>c</sup>
Mar-03	613	11.64 ± 1.05 <sup>a</sup>	10.51 ± 0.85 <sup>b</sup>	9.23 ± 1.25 <sup>c</sup>
Jun-03	653	12.07 ± 0.97 <sup>a</sup>	11.12 ± 0.91 <sup>b</sup>	9.98 ± 0.97 <sup>c</sup>
<b>ALTURA (cm)</b>				
Ago-01	47	3.69 ± 0.46 <sup>a</sup>	3.34 ± 0.40 <sup>b</sup>	3.19 ± 0.39 <sup>c</sup>
Oct-01	105	5.29 ± 0.47 <sup>a</sup>	4.94 ± 0.67 <sup>b</sup>	4.25 ± 0.46 <sup>c</sup>
Feb-02	223	7.77 ± 0.93 <sup>a</sup>	7.19 ± 0.96 <sup>b</sup>	5.87 ± 0.98 <sup>c</sup>
May-02	313	8.81 ± 0.57 <sup>a</sup>	8.20 ± 0.78 <sup>b</sup>	7.22 ± 1.10 <sup>c</sup>
Ago-02	395	9.65 ± 0.77 <sup>a</sup>	9.22 ± 0.75 <sup>b</sup>	8.16 ± 0.91 <sup>c</sup>
Oct-02	453	9.77 ± 0.78 <sup>a</sup>	9.19 ± 0.74 <sup>b</sup>	8.59 ± 0.49 <sup>c</sup>
Dic-02	523	10.74 ± 0.89 <sup>a</sup>	10.02 ± 0.69 <sup>b</sup>	9.28 ± 0.54 <sup>c</sup>
Mar-03	613	11.42 ± 0.98 <sup>a</sup>	10.44 ± 0.85 <sup>b</sup>	9.09 ± 1.25 <sup>c</sup>
Jun-03	653	11.96 ± 0.92 <sup>a</sup>	10.99 ± 0.88 <sup>b</sup>	9.80 ± 0.94 <sup>c</sup>
<b>ESPESOR (cm)</b>				
Ago-01	47	1.23 ± 0.23 <sup>a</sup>	1.11 ± 0.21 <sup>b</sup>	1.04 ± 0.19 <sup>c</sup>
Oct-01	105	1.83 ± 0.21 <sup>a</sup>	1.60 ± 0.28 <sup>b</sup>	1.37 ± 0.21 <sup>c</sup>
Feb-02	223	2.83 ± 0.42 <sup>a</sup>	2.46 ± 0.42 <sup>b</sup>	2.08 ± 0.53 <sup>c</sup>
May-02	313	3.42 ± 0.98 <sup>a</sup>	2.98 ± 0.41 <sup>b</sup>	2.54 ± 0.46 <sup>c</sup>
Ago-02	395	3.75 ± 0.41 <sup>a</sup>	3.48 ± 0.36 <sup>b</sup>	3.02 ± 0.45 <sup>c</sup>
Oct-02	453	3.83 ± 0.40 <sup>a</sup>	3.48 ± 0.33 <sup>b</sup>	3.28 ± 0.32 <sup>c</sup>
Dic-02	523	4.32 ± 0.40 <sup>a</sup>	3.99 ± 0.39 <sup>b</sup>	3.75 ± 0.31 <sup>c</sup>
Mar-03	613	4.85 ± 3.54 <sup>a</sup>	4.18 ± 0.35 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.64 <sup>b</sup>
Jun-03	653	5.16 ± 0.90 <sup>a</sup>	4.57 ± 0.43 <sup>b</sup>	4.17 ± 0.42 <sup>c</sup>

Los valores (Media ± ds ) con exponentes iguales en la fila (a, b y c), no presentan diferencias significativas (p= 0.05).

Tabla 3b. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan, para longitud, altura y espesor de la concha de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%), en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha (d/m/a)	Tiempo (No. Días)	Tratamientos		
		40 %	60 %	80 %
<b>LONGITUD (cm)</b>				
Oct-01	24	2.59 ± 0.31 <sup>a</sup>	2.40 ± 0.30 <sup>b</sup>	2.46 ± 0.48 <sup>b</sup>
Ene-02	113	5.16 ± 0.61 <sup>a</sup>	4.65 ± 0.75 <sup>b</sup>	4.40 ± 0.53 <sup>c</sup>
May-02	223	7.27 ± 0.67 <sup>a</sup>	6.75 ± 0.71 <sup>b</sup>	6.28 ± 0.83 <sup>c</sup>
Jul-02	281	7.70 ± 0.50 <sup>a</sup>	7.75 ± 0.74 <sup>a</sup>	7.18 ± 0.68 <sup>b</sup>
Sep-02	342	9.29 ± 0.45 <sup>a</sup>	8.84 ± 0.58 <sup>b</sup>	8.20 ± 0.64 <sup>c</sup>
Dic-02	444	10.20 ± 0.43 <sup>a</sup>	10.02 ± 0.66 <sup>b</sup>	8.95 ± 0.72 <sup>c</sup>
Ene-03	488	10.83 ± 0.70 <sup>a</sup>	10.04 ± 0.55 <sup>b</sup>	9.87 ± 0.57 <sup>b</sup>
Mar-03	536	11.50 ± 0.59 <sup>a</sup>	10.98 ± 0.66 <sup>b</sup>	10.51 ± 0.94 <sup>c</sup>
Jun-03	630	12.32 ± 1.11 <sup>a</sup>	11.51 ± 0.86 <sup>b</sup>	11.33 ± 0.92 <sup>c</sup>
<b>ALTURA (cm)</b>				
Oct-01	24	2.70 ± 0.32 <sup>a</sup>	2.49 ± 0.29 <sup>b</sup>	2.58 ± 0.47 <sup>b</sup>
Ene-02	113	5.01 ± 0.65 <sup>a</sup>	4.79 ± 0.74 <sup>b</sup>	4.54 ± 0.55 <sup>c</sup>
May-02	223	7.10 ± 0.62 <sup>a</sup>	6.61 ± 0.73 <sup>b</sup>	6.18 ± 0.83 <sup>c</sup>
Jul-02	281	7.85 ± 0.50 <sup>a</sup>	7.87 ± 0.75 <sup>a</sup>	7.39 ± 0.70 <sup>b</sup>
Sep-02	342	9.37 ± 0.42 <sup>a</sup>	8.89 ± 0.52 <sup>b</sup>	8.23 ± 0.61 <sup>c</sup>
Dic-02	444	9.99 ± 0.45 <sup>a</sup>	9.95 ± 0.66 <sup>a</sup>	8.85 ± 0.69 <sup>b</sup>
Ene-03	488	10.66 ± 0.67 <sup>a</sup>	9.87 ± 0.52 <sup>b</sup>	10.02 ± 0.65 <sup>b</sup>
Mar-03	536	11.31 ± 0.60 <sup>a</sup>	10.74 ± 0.61 <sup>b</sup>	10.32 ± 0.89 <sup>c</sup>
Jun-03	630	12.19 ± 1.10 <sup>a</sup>	11.25 ± 0.83 <sup>b</sup>	11.10 ± 0.89 <sup>c</sup>
<b>ESPESOR (cm)</b>				
Oct-01	24	0.70 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.09 <sup>a</sup>	0.69 ± 0.16 <sup>a</sup>
Ene-02	113	1.63 ± 0.26 <sup>a</sup>	1.50 ± 0.29 <sup>b</sup>	1.38 ± 0.21 <sup>b</sup>
May-02	223	2.60 ± 0.28 <sup>a</sup>	2.31 ± 0.33 <sup>b</sup>	2.16 ± 0.31 <sup>b</sup>
Jul-02	281	2.39 ± 0.27 <sup>a</sup>	2.74 ± 0.34 <sup>b</sup>	2.50 ± 0.29 <sup>c</sup>
Sep-02	342	3.43 ± 0.26 <sup>a</sup>	3.24 ± 0.28 <sup>b</sup>	3.01 ± 0.25 <sup>c</sup>
Dic-02	444	3.98 ± 0.14 <sup>a</sup>	3.72 ± 0.29 <sup>b</sup>	3.29 ± 0.29 <sup>c</sup>
Ene-03	488	3.87 ± 0.42 <sup>a</sup>	3.20 ± 0.21 <sup>b</sup>	3.74 ± 0.30 <sup>c</sup>
Mar-03	536	4.36 ± 0.33 <sup>a</sup>	4.03 ± 0.29 <sup>b</sup>	3.88 ± 0.39 <sup>c</sup>
Jun-03	630	4.55 ± 0.70 <sup>a</sup>	4.25 ± 0.71 <sup>b</sup>	4.49 ± 0.53 <sup>a</sup>

Los valores (Media ± ds) con exponentes iguales en la fila (a, b y c), no presentan diferencias significativas ( $p=0.05$ ).

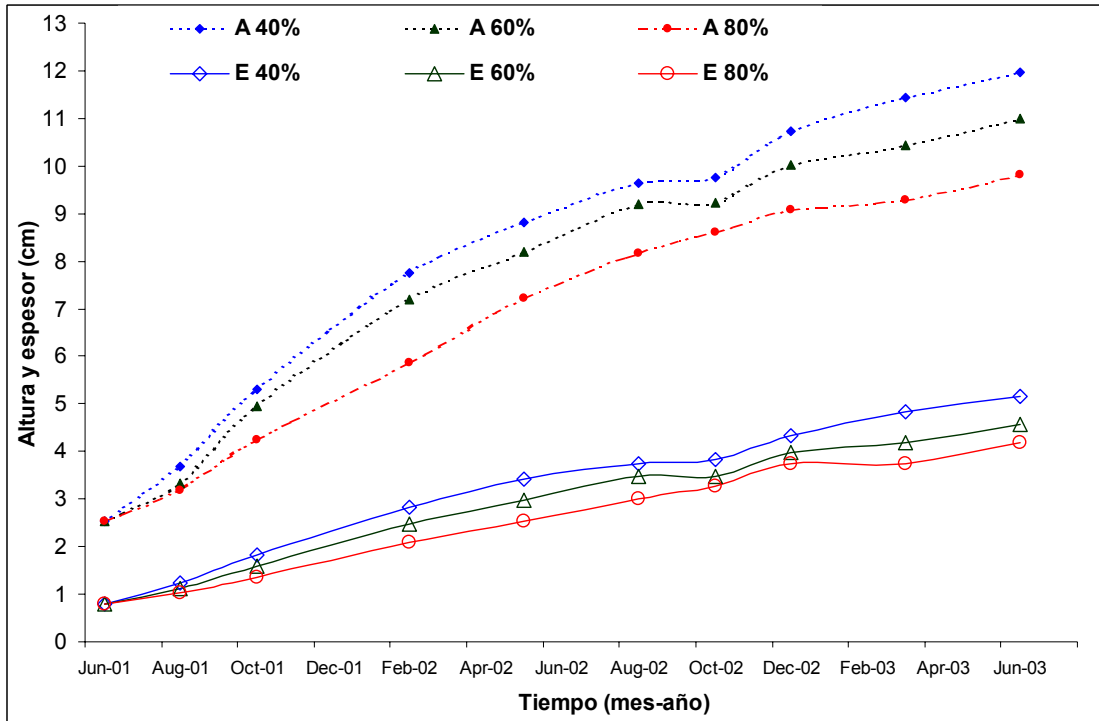


Figura 19. Crecimiento en altura (A) y espesor (E) de la concha de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

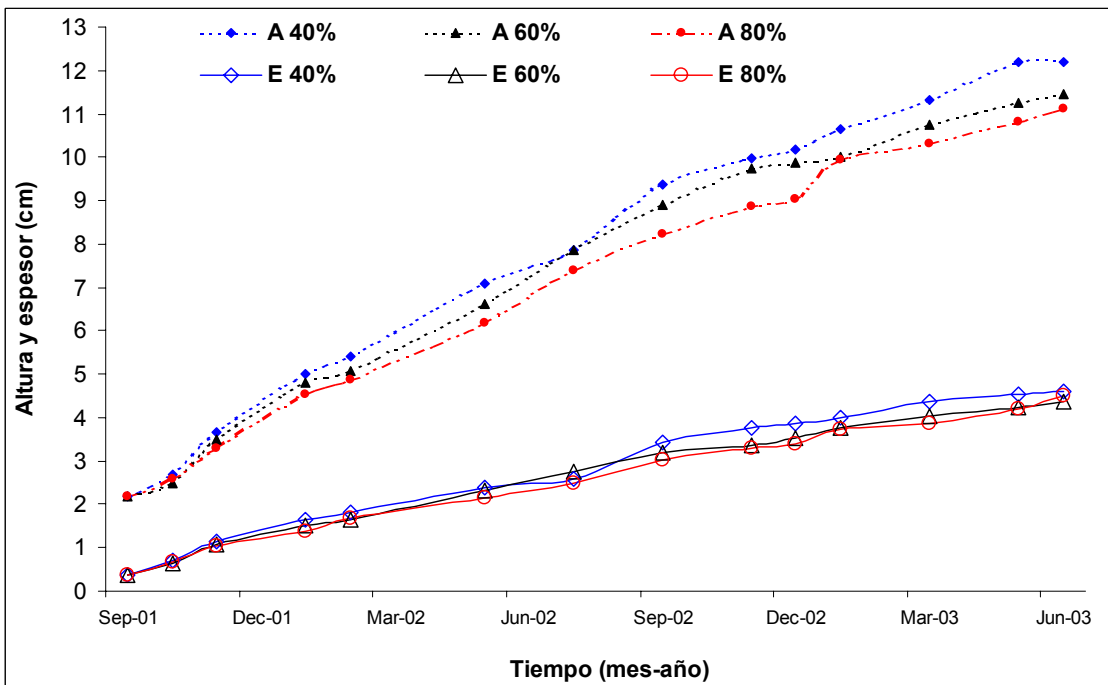


Figura 20. Crecimiento en altura (A) y espesor (E) de la concha de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.



### 6.2.1. Comparación de los valores finales de altura de la concha *N. subnodosus* en el estero El Coyote y laguna Guerrero Negro.

Los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la altura de la concha de *N. subnodosus* con respecto a la densidad (40, 60 y 80%) y al sitio de cultivo (Anexo 6). Con base en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p = 0.05$ ) se determinó estadísticamente cuales fueron las mejores densidades de cultivo y la mejor combinación densidad/sitio para obtener las tallas mayores. Se realizó una comparación de tallas finales (altura de la concha), encontrando tres grupos estadísticamente diferentes (Figura 21). El grupo **a** comprende los animales de talla mayor (40%-LGN y 40%-EC), el grupo intermedio corresponde a **b** (60%-LGN, 80%-LGN y 60%-EC) y el grupo **c**, al de menor talla (80%-EC).

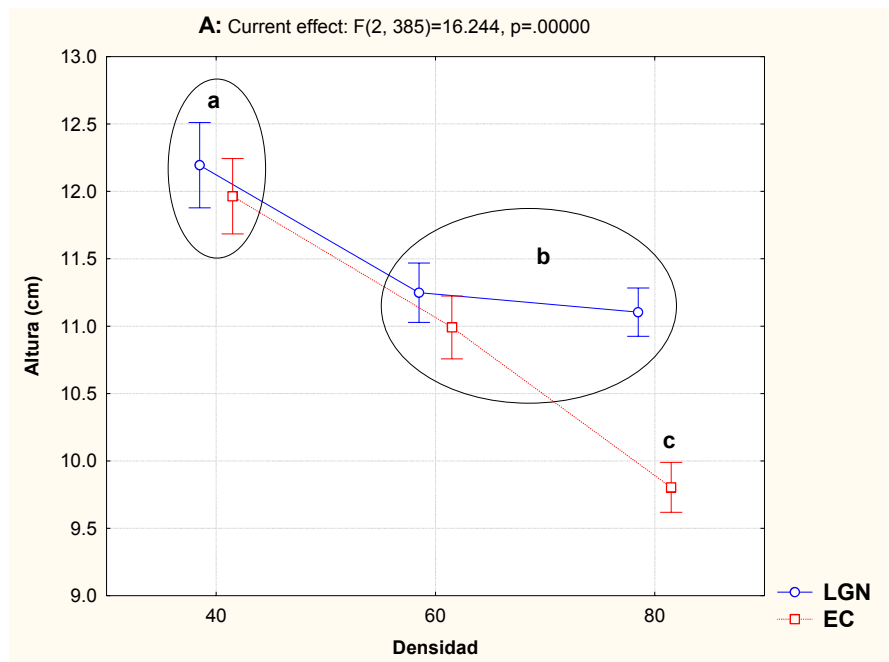


Figura 21. Resultado de la prueba de comparación múltiple de Tukey, de altura de la concha de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p = 0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).

### 6.3. Efecto de la densidad en el crecimiento en peso de *Nodipecten subnodosus*.

Los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en todas las variables de crecimiento en peso de *N. subnodosus* (Peso total, peso de carne menos el callo y peso del callo), a diferentes densidades de cultivo (40, 60 y 80%).

Aplicando la prueba de Duncan se encontró que todas las densidades de cultivo son diferentes (Tabla 4a y 4b). Los resultados del ANDEVA y Duncan se presentan en el anexo 7 al 12.

Tabla 4a. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan del peso total, peso de carne menos callo y peso de callo de *Nodipecten subnodosus* cultivado a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha (m/a)	Tiempo (Días)	Tratamientos (Densidad de cultivo)		
		40 %	60 %	80 %
<b>PESO TOTAL (g)</b>				
Feb-02	223	92.16 ± 25.51 <sup>a</sup>	74.08 ± 26.62 <sup>b</sup>	41.93 ± 18.43 <sup>c</sup>
May-02	313	155.57 ± 36.50 <sup>a</sup>	117.04 ± 34.45 <sup>b</sup>	84.30 ± 39.06 <sup>c</sup>
Ago-02	395	231.54 ± 42.99 <sup>a</sup>	199.43 ± 35.40 <sup>b</sup>	135.77 ± 51.97 <sup>c</sup>
Oct-02	453	226.65 ± 44.50 <sup>a</sup>	187.34 ± 46.74 <sup>b</sup>	127.43 ± 45.68 <sup>c</sup>
Dic-02	523	307.91 ± 64.96 <sup>a</sup>	261.37 ± 51.05 <sup>b</sup>	203.49 ± 36.95 <sup>c</sup>
Mar-03	613	330.15 ± 76.56 <sup>a</sup>	258.91 ± 52.20 <sup>b</sup>	181.78 ± 65.37 <sup>c</sup>
Jun-03	653	407.07 ± 81.28 <sup>a</sup>	310.24 ± 69.60 <sup>b</sup>	232.25 ± 60.18 <sup>c</sup>
<b>PESO DE CARNE MENOS EL CALLO (g)</b>				
Feb-02	223	17.24 ± 4.49 <sup>a</sup>	14.27 ± 4.73 <sup>b</sup>	8.17 ± 3.35 <sup>c</sup>
May-02	313	25.55 ± 5.91 <sup>a</sup>	21.39 ± 19.13 <sup>a</sup>	14.18 ± 6.55 <sup>b</sup>
Ago-02	395	45.71 ± 9.75 <sup>a</sup>	36.52 ± 7.65 <sup>b</sup>	27.71 ± 8.64 <sup>c</sup>
Oct-02	453	47.20 ± 8.96 <sup>a</sup>	38.70 ± 10.20 <sup>b</sup>	27.74 ± 9.65 <sup>c</sup>
Dic-02	523	62.33 ± 22.65 <sup>a</sup>	51.47 ± 10.91 <sup>b</sup>	42.62 ± 8.84 <sup>c</sup>
Mar-03	613	61.58 ± 15.73 <sup>a</sup>	49.59 ± 13.09 <sup>b</sup>	34.02 ± 12.49 <sup>c</sup>
Jun-03	653	79.74 ± 19.99 <sup>a</sup>	63.74 ± 16.68 <sup>b</sup>	42.72 ± 12.21 <sup>c</sup>
<b>PESO DEL CALLO (g)</b>				

Feb-02	223	9.08 ± 3.23 <sup>a</sup>	7.44 ± 3.41 <sup>b</sup>	3.35 ± 2.01 <sup>c</sup>
May-02	313	16.93 ± 4.45 <sup>a</sup>	12.38 ± 5.14 <sup>b</sup>	7.98 ± 5.00 <sup>c</sup>
Ago-02	395	26.71 ± 6.25 <sup>a</sup>	23.66 ± 5.50 <sup>b</sup>	15.01 ± 5.33 <sup>c</sup>
Oct-02	453	23.67 ± 4.88 <sup>a</sup>	19.13 ± 4.91 <sup>b</sup>	13.22 ± 4.87 <sup>c</sup>
Dic-02	523	34.64 ± 7.53 <sup>a</sup>	26.71 ± 6.28 <sup>b</sup>	22.82 ± 5.18 <sup>c</sup>
Mar-03	613	39.65 ± 12.28 <sup>a</sup>	30.45 ± 9.06 <sup>b</sup>	21.61 ± 8.94 <sup>c</sup>
Jun-03	653	44.85 ± 13.03 <sup>a</sup>	38.84 ± 11.20 <sup>b</sup>	26.39 ± 9.53 <sup>c</sup>

Los valores (Media ± ds ) con exponentes iguales en la fila ( a, b y c), no presentan diferencias significativas (p= 0.05).

Tabla 4b. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan del peso total, peso de carne menos callo y peso de callo de *Nodipecten subnodosus* cultivado a tres densidades (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha (m/a)	Tiempo (Días)	Tratamientos (Densidad de cultivo)		
		40 %	60 %	80 %
<b>PESO TOTAL (g)</b>				
Feb-02	132	32.38 ± 11.28 <sup>a</sup>	24.52 ± 6.83 <sup>b</sup>	22.35 ± 6.48 <sup>b</sup>
May-02	223	92.80 ± 12.10 <sup>a</sup>	65.40 ± 18.21 <sup>b</sup>	55.70 ± 21.96 <sup>b</sup>
Jul-02	281	81.28 ± 13.28 <sup>a</sup>	72.70 ± 14.24 <sup>b</sup>	64.70 ± 9.39 <sup>c</sup>
Dic-02	444	246.62 ± 28.77 <sup>a</sup>	202.62 ± 34.57 <sup>b</sup>	153.32 ± 39.39 <sup>c</sup>
May-03	536	307.34 ± 38.91 <sup>a</sup>	251.68 ± 42.84 <sup>b</sup>	206.13 ± 44.51 <sup>c</sup>
Jun-03	630	380.57 ± 61.27 <sup>a</sup>	324.60 ± 37.75 <sup>b</sup>	267.86 ± 55.08 <sup>c</sup>
<b>PESO DE CARNE MENOS EL CALLO (g)</b>				
Feb-02	132	4.79 ± 1.59 <sup>a</sup>	3.98 ± 1.12 <sup>b</sup>	3.18 ± 0.84 <sup>c</sup>
May-02	223	16.82 ± 2.30 <sup>a</sup>	11.91 ± 3.18 <sup>b</sup>	8.64 ± 3.02 <sup>c</sup>
Jul-02	281	13.92 ± 5.56 <sup>a</sup>	10.96 ± 2.08 <sup>b</sup>	8.86 ± 2.10 <sup>c</sup>
Dic-02	444	45.66 ± 6.67 <sup>a</sup>	35.07 ± 7.25 <sup>b</sup>	27.45 ± 6.34 <sup>c</sup>
May-03	536	56.45 ± 8.99 <sup>a</sup>	46.31 ± 9.18 <sup>b</sup>	38.68 ± 8.20 <sup>c</sup>
Jun-03	630	67.69 ± 13.84 <sup>a</sup>	58.47 ± 51.08 <sup>b</sup>	42.74 ± 9.74 <sup>c</sup>
<b>PESO DEL CALLO (gr)</b>				
Feb-02	132	2.54 ± 1.02 <sup>a</sup>	1.86 ± 0.62 <sup>b</sup>	1.66 ± 0.52 <sup>b</sup>
May-02	223	9.68 ± 1.75 <sup>a</sup>	6.24 ± 2.24 <sup>b</sup>	4.74 ± 2.13 <sup>c</sup>
Jul-02	281	7.92 ± 1.89 <sup>a</sup>	6.59 ± 1.28 <sup>b</sup>	6.79 ± 1.47 <sup>b</sup>
Dic-02	444	23.43 ± 4.96 <sup>a</sup>	17.93 ± 5.10 <sup>b</sup>	13.58 ± 3.80 <sup>c</sup>
May-03	536	32.98 ± 6.56 <sup>a</sup>	27.43 ± 5.14 <sup>b</sup>	21.04 ± 5.78 <sup>c</sup>
Jun-03	630	50.37 ± 9.71 <sup>a</sup>	40.77 ± 5.63 <sup>b</sup>	32.08 ± 7.80 <sup>c</sup>

Los valores (Media ± ds ) con exponentes iguales en la fila ( a, b y c), no presentan diferencias significativas (p= 0.05).

En ambos sitios de cultivo se observó que el crecimiento en peso es mayor a baja densidad y menor a alta densidad. Por otro lado, el crecimiento en peso disminuye al presentarse las condiciones extremas de temperatura (Figura 22). En el estero el Coyote se presenta un mayor crecimiento a 21-22 °C, mientras que en la laguna Guerrero Negro a 18-20 °C.

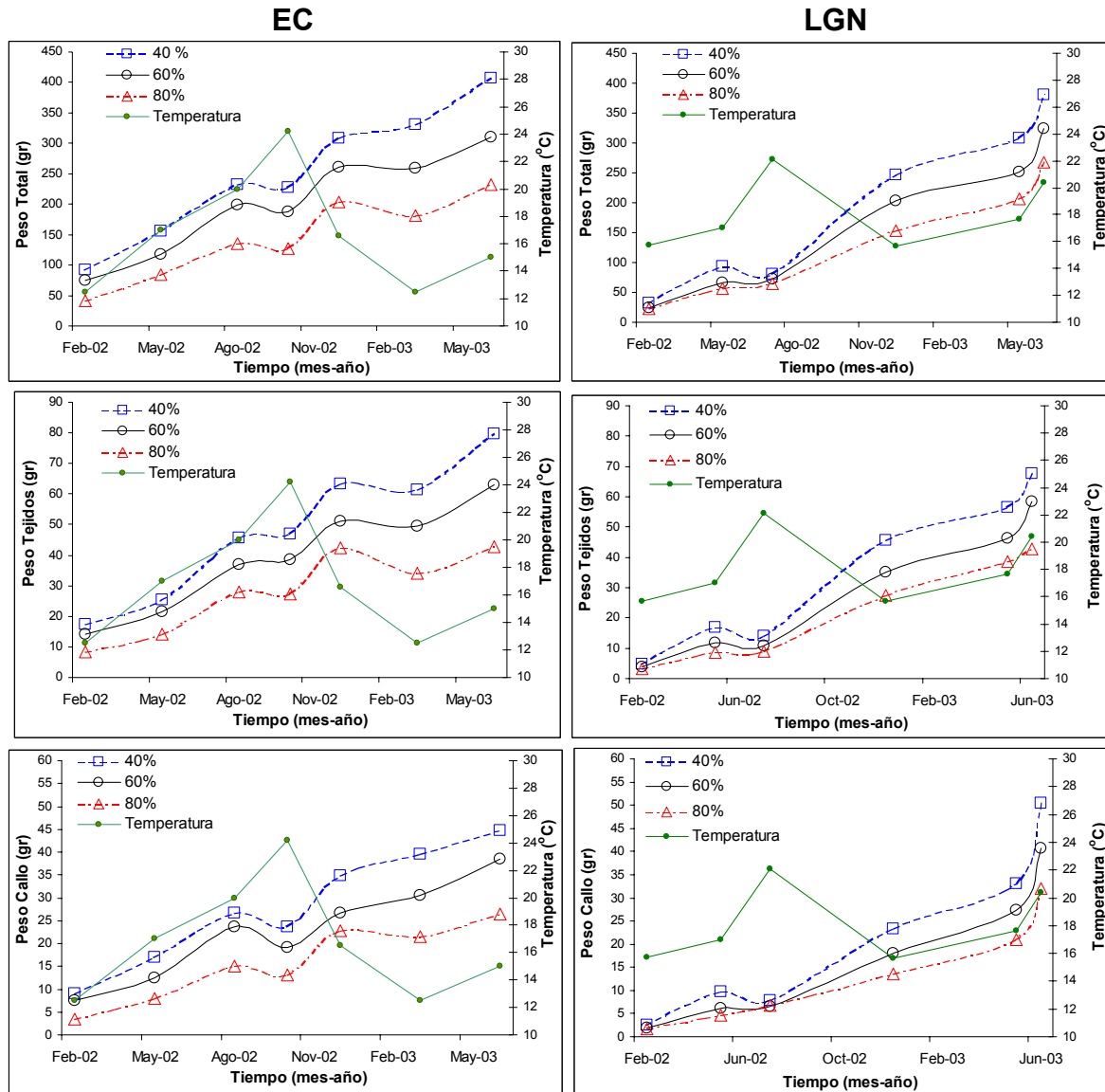


Figura 22. Crecimiento en peso de *Nodipecten subnodosus* cultivado a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en relación a la temperatura, en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.

**6.3.1. Comparación del crecimiento en peso de *N. subnodosus* cultivado en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.**

### Peso total.

Los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el peso total de *N. subnodosus* con relación al sitio de cultivo (Anexo 13). Con base en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p = 0.05$ ) se determinó estadísticamente cuales fueron las mejores densidades de cultivo y la mejor combinación densidad/sitio para obtener los mejores rendimientos en peso total. Se realizó una comparación de peso total final, encontrando cuatro grupos estadísticamente diferentes (Figura 23). El grupo **a** comprende los animales de mayor peso (40%-LGN y 40%-EC), el grupo intermedio corresponde a **b** (60%-LGN y 60%-EC), el grupo **c** (80%-LGN) y grupo **d** (80%-EC) con el menor peso total.

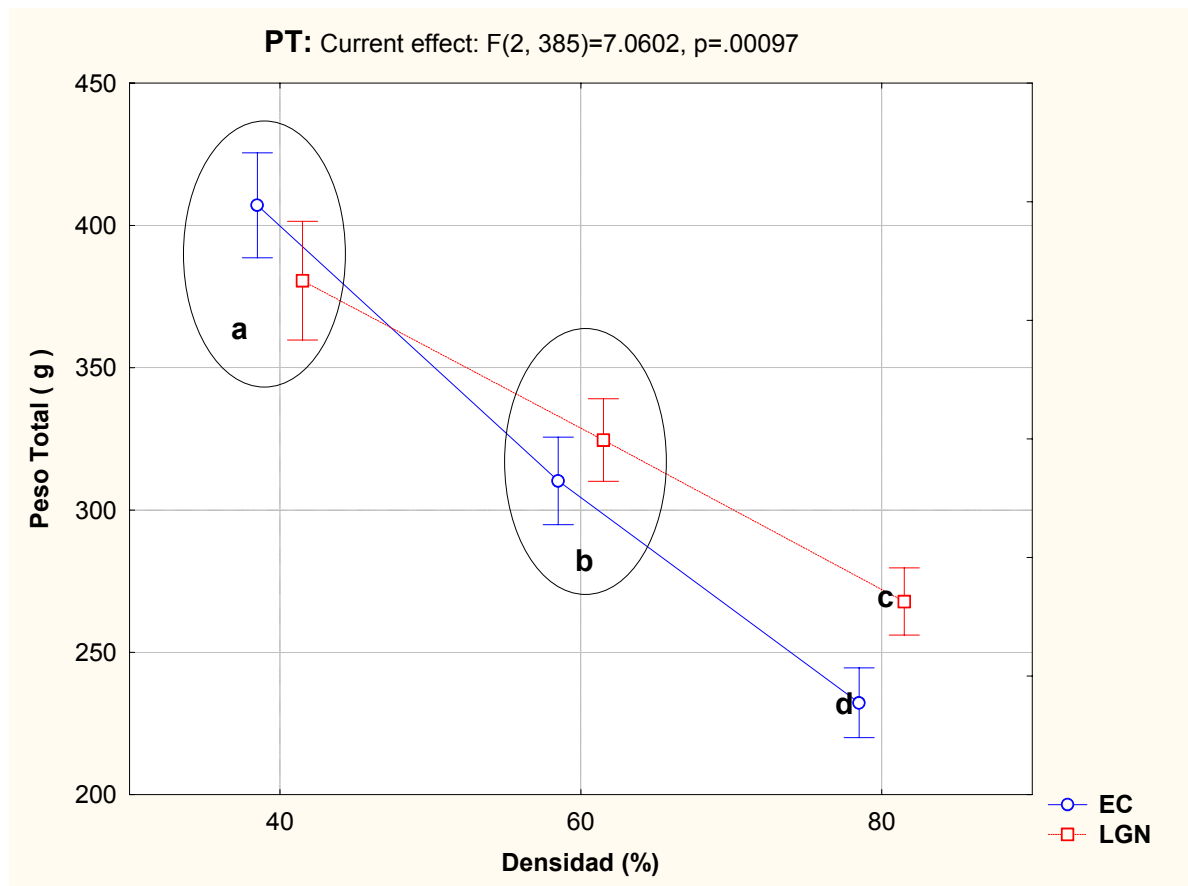


Figura 23. Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el peso total (PTotal) de *Nodipecten subnodosus* obtenido al final del cultivo a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p=0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).

### **Peso de carne menos el callo.**

Los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p<0.05$ ) en el peso de carne menos el callo de *N. subnodosus*, con relación a la densidad (40, 60 y 80%) y al sitio de cultivo (Anexo 14).

Con base en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p=0.05$ ) se determinó estadísticamente cuales fueron las mejores densidades de cultivo y la mejor combinación densidad/sitio. A raíz de la comparación realizada se encontraron cuatro grupos estadísticamente diferentes (Figura 24). El grupo **a** comprende los animales de mayor peso (40%-EC), el grupo **b** (40%-LGN y 60%-EC), el grupo **c** (60%-LGN) y finalmente el grupo **d** (80%-EC y 80%-LGN) con el menor peso.

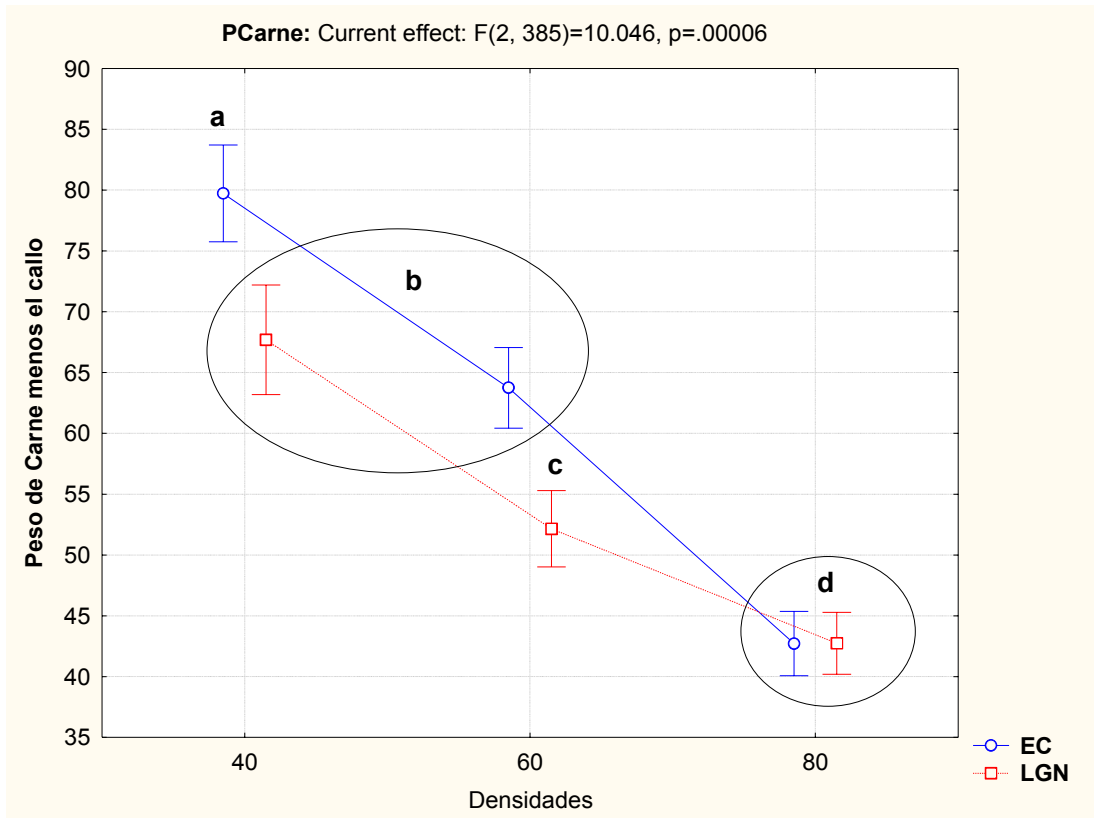


Figura 24. Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el peso de carne menos el callo (PCarne) de *Nodipecten subnodosus* cultivado a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p=0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).

### Peso de callo.

El peso del músculo aductor o callo es uno de los mejores indicadores de la eficiencia del cultivo, ya que se relaciona con los niveles de ingresos económicos derivados de la actividad acuícola.

En este caso, los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p<0.05$ ) en el peso del callo de *N. subnodosus* con respecto a la densidad (40, 60 y 80%) y al sitio de cultivo (Anexo 15). Con base en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p=0.05$ ) se determinó estadísticamente cuales

fueron las mejores densidades de cultivo y la mejor combinación densidad/sitio para obtener los mejores rendimientos del cultivo. Se realizó una comparación de peso final del callo (Figura 25), encontrando que el grupo **a** comprende los animales con mayor peso del callo (40%-LGN y 40%-EC) y le siguen los grupos **ab** (40%-EC y 60%-LGN), **bc** (60%-LGN y 60%-EC), **cd** (60%-EC y 80%-LGN) y **e** (80%-EC), con el menor peso de callo.

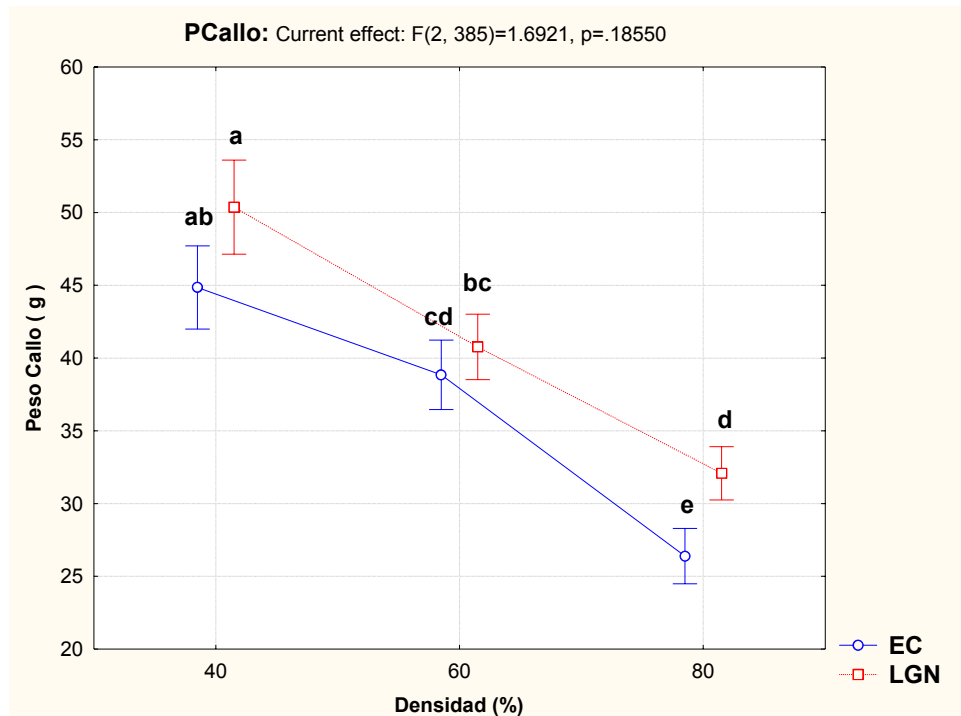


Figura 25. Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el peso del callo (PCallo) de *Nodipecten subnodosus* obtenido al final del cultivo a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a, b y c) indican diferencias significativas entre grupos ( $p=0.05$ ). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).

#### 6.4. Efecto de la densidad de cultivo en la supervivencia de *N. Subnodosus*

se aplicó, para diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey no paramétrica. Los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis indicaron que no existen diferencias significativas en la supervivencia de *N. subnodosus*, con relación a la densidad (40, 60 y 80%). Con base en la prueba de comparaciones



múltiples de Tukey no paramétrica se determinó que si existen diferencias significativas cuando se comparan resultados entre ambos sitios de cultivo, detectando cuáles fueron las mejores densidades de cultivo en función de la supervivencia (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la prueba de comparación múltiple de Tukey no paramétrica aplicado a la supervivencia de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN).

Localidad	Densidad	Supervivencia acumulada final (%)
EC	40%	91.09 ± 0.40 <sup>a</sup>
	60%	86.70 ± 0.80 <sup>a</sup>
	80%	88.09 ± 0.64 <sup>a</sup>
LGN	40%	99.29 ± 0.06 <sup>b</sup>
	60%	99.03 ± 0.06 <sup>b</sup>
	80%	98.59 ± 0.06 <sup>b</sup>

Los valores (Media ± ds) con exponentes iguales en la columna por sitio (a, b y c), no presentan diferencias significativas.

En ambos sitios de cultivo la supervivencia se redujo cuando se presentaron las temperaturas más altas, que se registraron durante las estaciones de verano y otoño. En la laguna Guerrero Negro se redujo un poco durante el verano y a densidad de 80%, mientras que en el estero El Coyote, la supervivencia se redujo drásticamente en todas las densidades, durante verano-otoño, cuando la temperatura va en ascenso hasta su nivel máximo en octubre del 2002 (Figura 26).

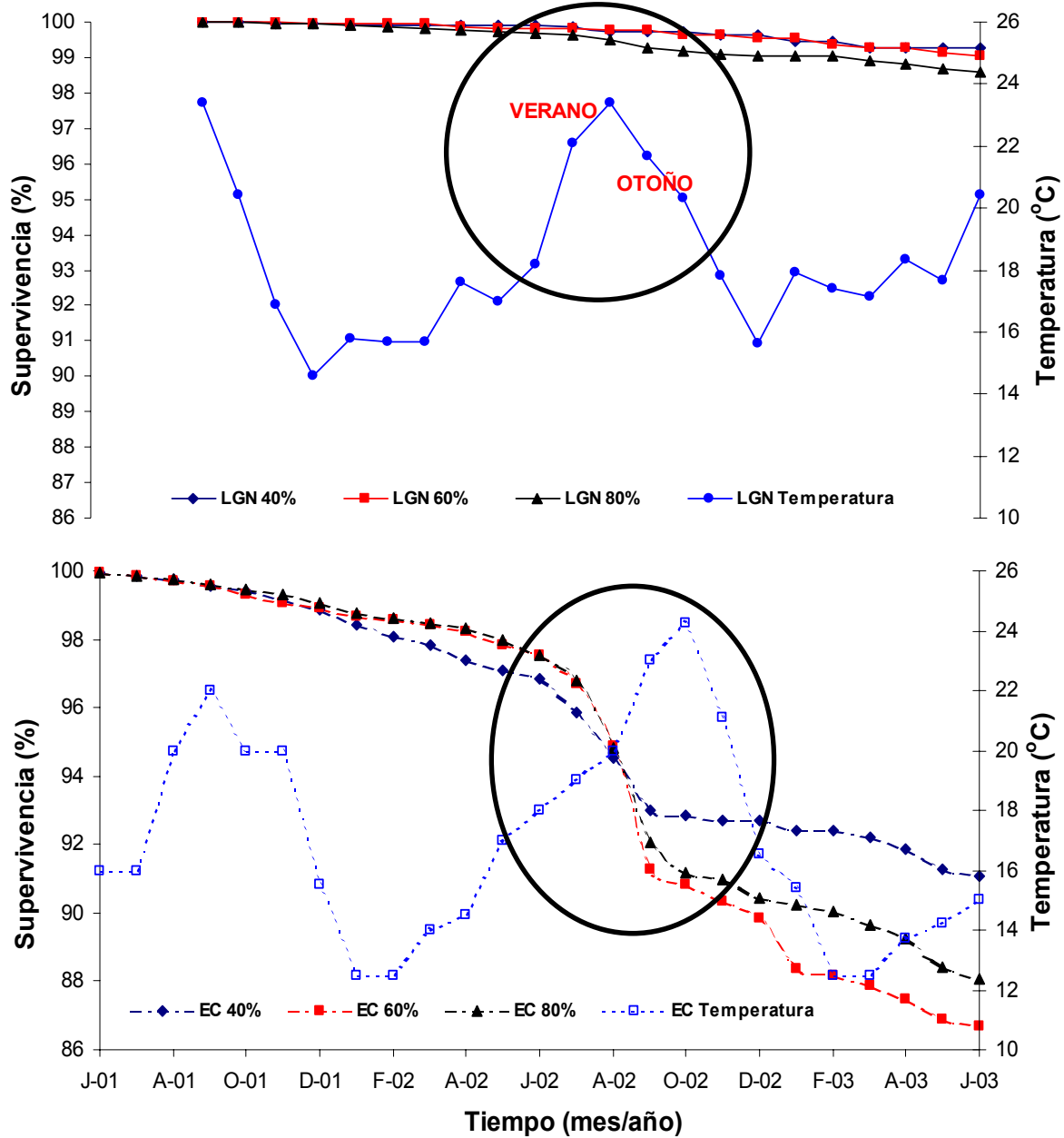


Figura 26. Supervivencia acumulada de *Nodipecten subnodosus* cultivada a tres densidades (40, 60 y 80%) y su relación con la temperatura en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN).

**6.5. Efecto de la densidad en el ciclo de reproducción de *N. Subnodosus***

En el estero El Coyote la primera maduración se presentó en mayo de 2002 a los 313 días de iniciado el cultivo experimental, en los individuos de mayor talla, correspondientes a la densidad de 40%. El primer desove masivo se registró en

octubre del 2002 a los 453 días de cultivo. El segundo desove masivo se presentó en junio de 2003 a los 653 días (Figura 27).

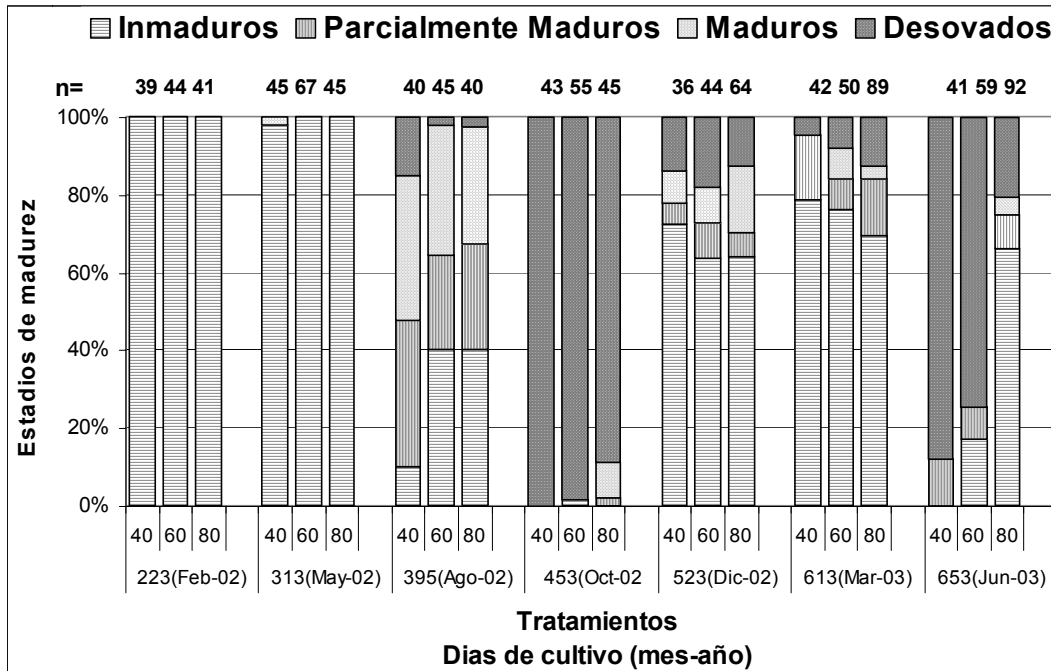


Figura 27. Ciclo reproductivo de *Nodipecten subnodosus*, bajo tres tratamientos o densidades de cultivo (40, 60 y 80%), en el estero El Coyote, B.C.S.

En la laguna Guerrero Negro la primera maduración se presentó en mayo de 2002 a los 223 días de cultivo, en los individuos de mayor talla, correspondientes a la densidad de 40%. Aun cuando no se detectó directamente, se estima que el desove masivo ocurrió en agosto del 2002, tal como sucede en las poblaciones silvestres (Reinecke, 1996). El segundo desove masivo se presentó, al igual que en el estero El Coyote, en junio de 2003 a los 630 días de iniciado el cultivo (Figura 28).

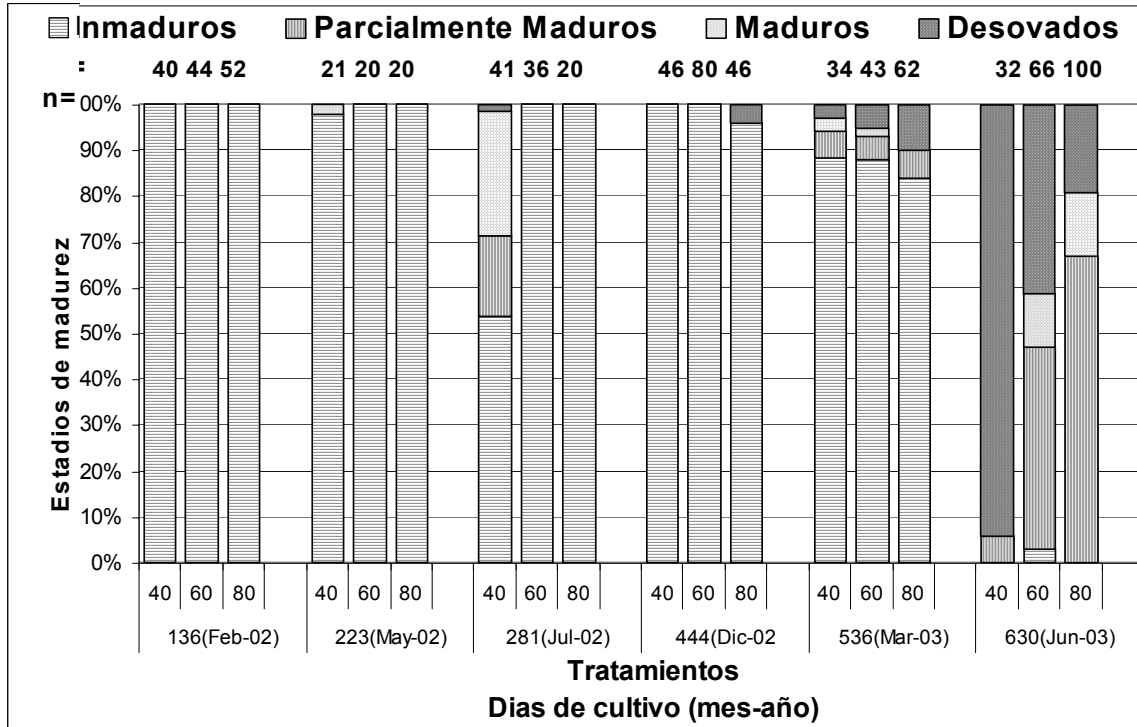


Figura 28. Ciclo reproductivo de *Nodipecten subnodosus*, bajo tres tratamientos o densidades de cultivo (40, 60 y 80%), en la laguna Guerrero Negro, B.C.S.

### 6.6. Efectos de la densidad en el índice rendimiento muscular (IRM)

Los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el IRM de *N. subnodosus* a diferentes densidades de cultivo (40, 60 y 80%). Aplicando la prueba de Duncan se encontró que solo en algunas fechas son diferentes y en la mayor parte del cultivo su comportamiento es homogéneo (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de la prueba de rangos múltiples de Duncan del índice de rendimiento muscular de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha (m/a)	Tiempo (Días)	Tratamientos (Densidad de cultivo)		
		40 %	60 %	80 %
<b>Esterio El Coyote</b>				
Feb-02	223	33.15 ± 0.58 <sup>a</sup>	33.15 ± 0.67 <sup>a</sup>	27.26 ± 0.96 <sup>b</sup>
May-02	313	38.51 ± 0.82 <sup>a</sup>	38.51 ± 0.54 <sup>a</sup>	34.28 ± 0.80 <sup>b</sup>
Ago-02	395	39.26 ± 0.46 <sup>a</sup>	39.26 ± 0.67 <sup>b</sup>	34.88 ± 0.43 <sup>c</sup>
Oct-02	453	33.22 ± 0.46 <sup>a</sup>	33.22 ± 0.50 <sup>a</sup>	32.76 ± 1.12 <sup>a</sup>
Dic-02	523	34.08 ± 1.96 <sup>a</sup>	34.08 ± 0.54 <sup>b</sup>	34.90 ± 0.51 <sup>b</sup>
Mar-03	613	37.59 ± 0.75 <sup>a</sup>	37.59 ± 0.85 <sup>a</sup>	38.27 ± 0.59 <sup>a</sup>
Jun-03	653	37.62 ± 0.98 <sup>a</sup>	37.62 ± 0.52 <sup>a</sup>	37.92 ± 0.98 <sup>a</sup>
<b>Laguna Guerrero Negro</b>				
Feb-02	132	34.16 ± 0.78 <sup>a</sup>	31.72 ± 0.71 <sup>b</sup>	34.18 ± 0.62 <sup>a</sup>
May-02	223	36.39 ± 0.63 <sup>a</sup>	33.91 ± 0.81 <sup>a</sup>	34.94 ± 1.55 <sup>a</sup>
Jul-02	281	36.99 ± 0.81 <sup>a</sup>	37.59 ± 0.62 <sup>a</sup>	43.34 ± 0.95 <sup>b</sup>
Dic-02	444	33.74 ± 0.51 <sup>a</sup>	33.61 ± 0.59 <sup>a</sup>	32.85 ± 0.48 <sup>a</sup>
May-03	536	36.79 ± 0.59 <sup>a</sup>	37.28 ± 0.41 <sup>a</sup>	34.93 ± 0.56 <sup>b</sup>
Jun-03	630	42.56 ± 0.78 <sup>a</sup>	43.89 ± 0.40 <sup>a</sup>	42.70 ± 0.32 <sup>a</sup>

Los valores (Media ± ds ) con exponentes iguales en la fila (a, b y c), no presentan diferencias significativas ( $p= 0.05$ ).

El IRM varía de acuerdo con la edad de los individuos y por lo tanto con su actividad reproductiva, relacionada a su vez con los cambios ambientales y disponibilidad de alimento a lo largo del año (Reinecke, 1996). En términos generales, cuando los valores de IRM se incrementan, el callo se encuentra cercano a su máximo peso, lo que generalmente ocurre antes o inmediatamente después de un desove masivo. Por otro lado, la disminución del IRM confirma que ha ocurrido un desove (Figura 29).

LGN

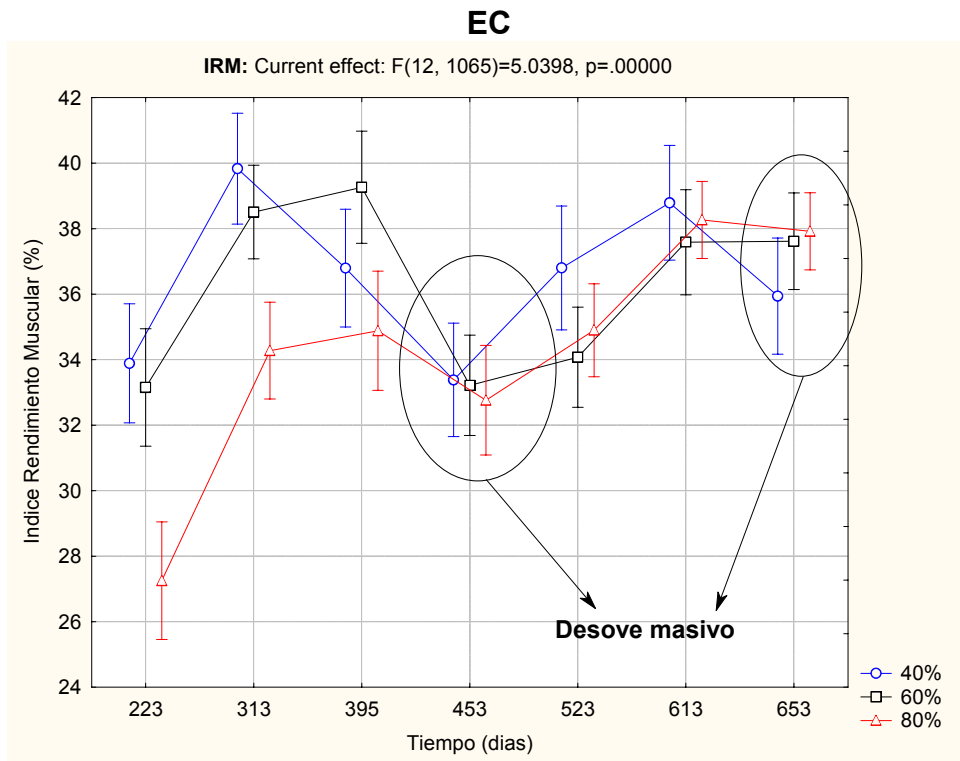
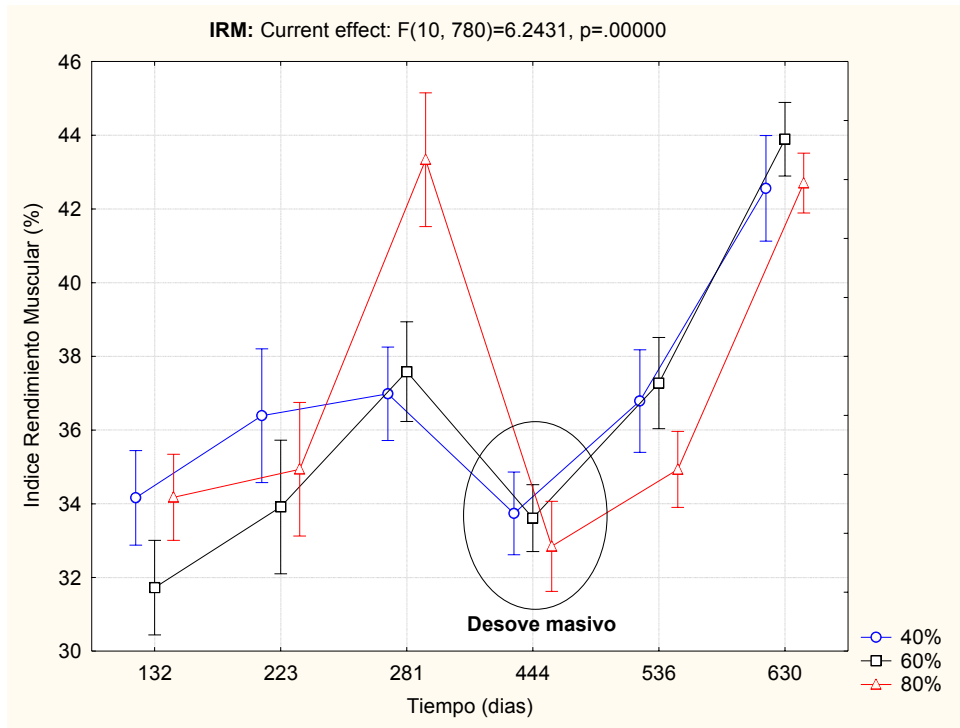


Figura 29. Índice de rendimiento muscular IRM de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN) y en el estero El Coyote, B.C.S. (EC). Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).

### 6.6.1. Comparación del IRM de *N. subnodosus* en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C., al finalizar el cultivo experimental.

Los resultados del ANDEVA indican que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el IRM de *N. subnodosus*, con relación al sitio de cultivo (LGN y EC) (Anexo 16).

Con base en la prueba de comparaciones múltiples de Tukey ( $p = 0.05$ ) se determinó estadísticamente cual fue el sitio con el mejor IRM (Figura 30).

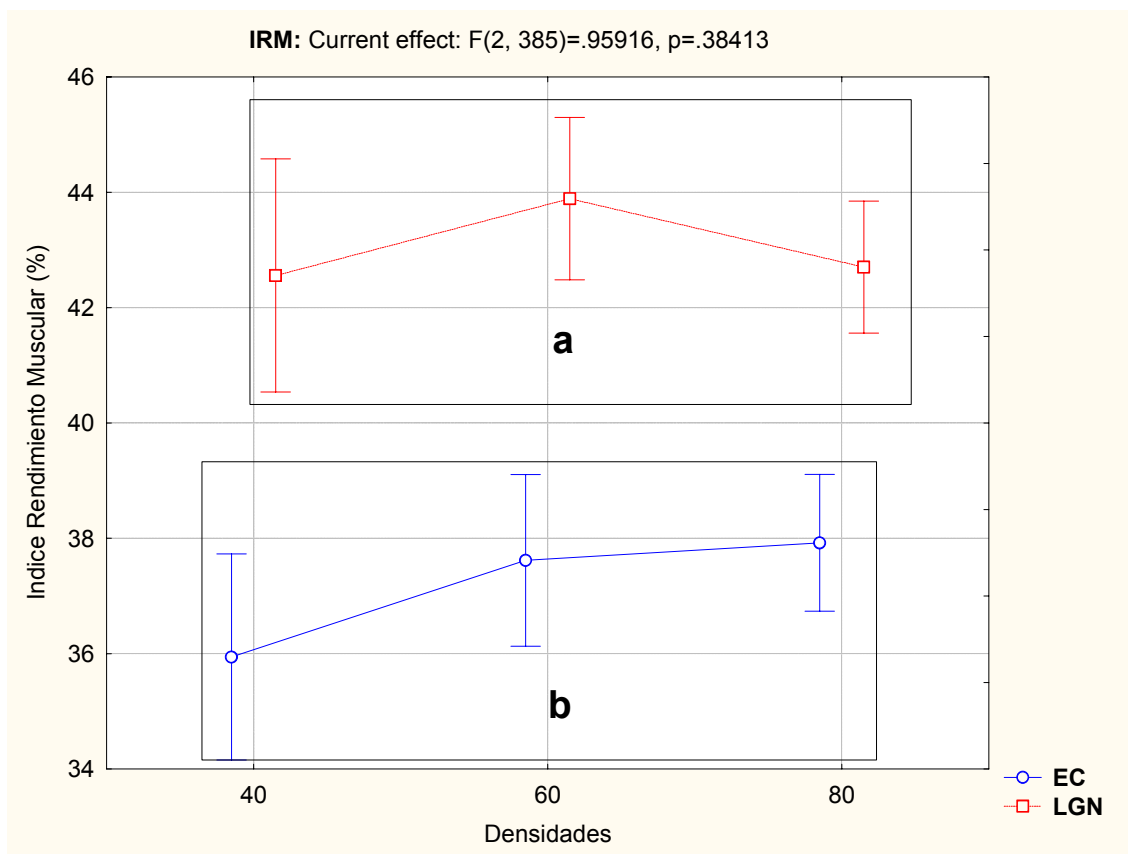


Figura 30. Resultado de la comparación múltiple de Tukey para el índice de rendimiento muscular (IRM) de *Nodipecten subnodosus* obtenido al final de la investigación, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. (EC) y en la laguna Guerrero Negro, B.C. (LGN). Las letras (a,b) distintas indican diferencias significativas ( $p = 0.05$ ) entre sitios. Las líneas verticales muestran la dispersión con respecto a la media (error estándar).

## 7.0. DISCUSIÓN

El presente trabajo se origino de la necesidad de generar alternativas de producción acuícola para la region y una de las opciones es el cultivo de la almeja mano de leon *Nodipecten subnodosus*. Fué necesario realizar la búsqueda de los sistemas y artes de cultivo más utilizados para pectinidos, encontrando que el sistema en suspensión en diversos tipos de contenedores o artes de engorda favorece el rápido crecimiento en peso de carne y el adelgazamiento de la concha, dando como resultado una mayor altura de concha en los individuos cultivados en comparación con los ejemplares silvestres, además de que les brindan protección contra sus depredadores (Ventilla, 1982; MacDonald, 1986).

En la investigación se utilizaron canastas ostrícolas tipo mik pirámide<sup>MR</sup>, debido a que en México el uso de estas, presenta grandes ventajas comparativas con respecto al empleo de otras artes de cultivo como las linternas japonesas utilizadas tradicionalmente en el cultivo de pectínidos. En la península de B.C., existen experiencias que indican que no es rentable el empleo de estas linternas, ya que solo son utilizables en aguas profundas, además su período de vida útil estimado para las linternas es de tan solo 2 años, mientras que las canastas tienen una duración mayor de 6 años (Maeda-Martínez *et al.*, 1997).

Una desventaja observada al utilizar canastas ostrícolas es que requiere de mayor frecuencia de limpieza debido al taponamiento de los orificios y a la fijación de epibiontes en la concha de la especie cultivada. Los problemas de abundancia de epibiontes en ambos sitios de cultivo se minimizaron al mantener



un programa de cambio de canastas limpias por sucias y a un adecuado manejo de la densidad ajustable realizado mensualmente. En este mismo sentido se retiró el exceso de epibiontes, ya que se ha demostrado que afectan el movimiento de las valvas, dificultando la alimentación y la respiración de los pectínidos (Lodeiros y Himmelman, 1996; Moya, 1998).

Los resultados muestran que el crecimiento fue dependiente de la densidad y afectado por la sobrecarga de individuos dentro de los sistemas de confinamiento. Desde los primeros meses de cultivo se determinaron diferencias de crecimiento más claras entre los tratamientos experimentales. Esto sugiere que a partir de una determinada densidad el aumento de la carga biológica causa un incremento en la competencia intraespecífica por espacio, alimento y oxígeno, que son limitantes en el cultivo de organismos filtradores (Chandler, 1983; Maeda-Martinez *et al.*, 1997; Acosta *et al.*, 2000; Avendaño *et al.*, 2001). Quintero-Ojeda (2003), al cultivar *N. subnodosus* en el estero El Cardón, B.C.S., obtuvo un crecimiento de 40-60 mm en 12 meses de cultivo, con una tasa de crecimiento promedio de 3.33 a 5 mm/mes, y encontró diferencias significativas entre las densidades de cultivo mas baja (40%) y la mas alta (80%), pero no así entre 40-60%, y 60-80%.

En el estero El Coyote (EC) se obtuvieron en 21 meses, incrementos variables en talla, de 94.2 mm al 40%, 84.4 mm al 60% y 72.6 mm al 80%, mientras que en la laguna Guerrero Negro (LGN) se obtuvieron en 22 meses, 100.05, 92.55 y 89.04 mm a las densidades de 40, 60 y 80% respectivamente.

Al comparar resultados con el estero El Cardón, la tasa de crecimiento obtenida es menor en el EC (3.30-4.28 mm/mes), ya que se consideran 24 meses de cultivo. En cambio, en la LGN, aun considerando 22 meses de cultivo, se obtuvieron de 4.16-5.45 mm/mes, comparables a la velocidad de crecimiento en El Cardón (Quintero-Ojeda, 2003). Estas diferencias en la tasa de crecimiento pueden explicarse en función de que los individuos juveniles tienen un crecimiento más rápido, pero conforme se acercan a su talla máxima, la velocidad de crecimiento disminuye (Bricelj y Shumway, 1991; Sato, 1994).

Además de que se aprecian diferencias en el crecimiento de los organismos entre sitios de cultivo, también se observaron diferencias significativas en la supervivencia, que pueden asociarse a las diferentes condiciones oceanográficas de cada lugar. De lo anterior se concluye que la LGN es el mejor sitio para el cultivo de la especie.

En lo que respecta a la densidad de cultivo, ésta no afectó de manera significativa la supervivencia. En ambos sitios de cultivo se observa una misma tendencia general, no relacionada directamente con cada densidad. Esto indica que el rango de densidades establecido en la investigación conlleva a un estrés que afecta el crecimiento pero no a la supervivencia y que esta última se relaciona más bien con las altas temperaturas de verano y de manera mucho más evidente en el estero El Coyote que en la laguna Guerrero Negro (Ver figura 26 ; figura 31).

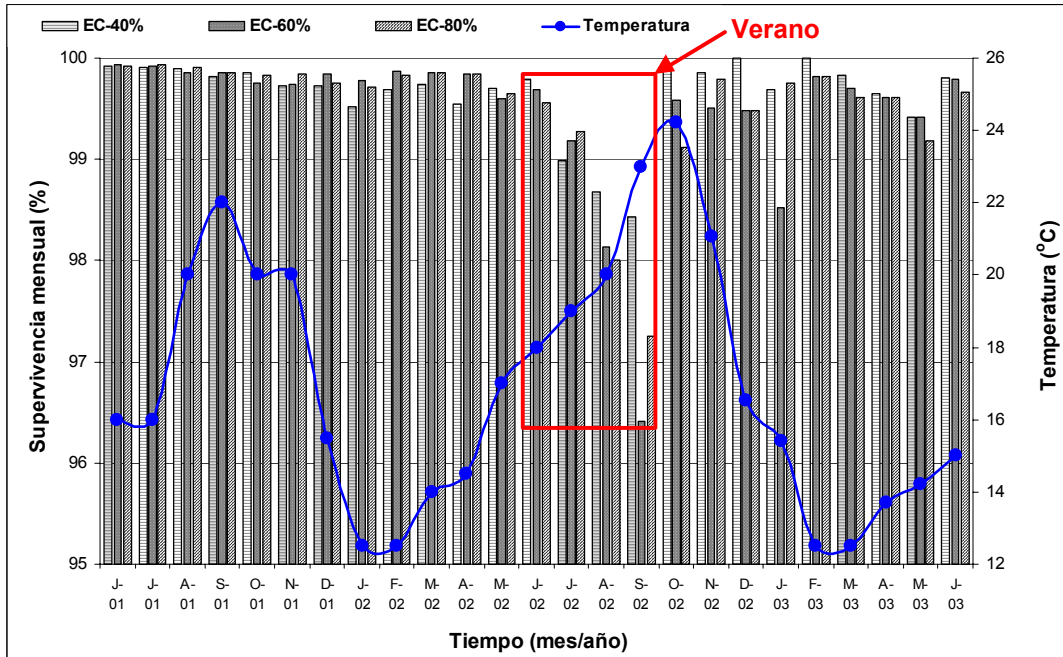


Figura 31. Supervivencia mensual de *Nodipecten subnodosus* y su relación con la temperatura registradas durante el cultivado a tres densidades (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote (EC).

Las características del citiote cultivo definen Quiroga y Mejuto (1983) mostraron en sus estudios que *Euvola ziczac* al ser cultivada en suspensión es afectada por la variación estacional de la temperatura a lo largo del año. A partir de una determinada talla, se presentan un conjunto de variables que afectan el desarrollo del individuo tanto exógenos (epibiontes y baja disponibilidad de alimento) como endógenos (edad de reproducción o actividad gonádica), los cuales junto con factores inherentes al cultivo como es la manipulación (limpieza y desdobles) producen un estrés que causa una disminución del crecimiento y un aumento importante en la mortalidad (Freites *et al.*, 1993; Boadas *et al.*, 1997; Lodeiros y Himmelman, 1994, 1996, 2000).

La temperatura afectó el crecimiento en peso y talla de la concha, pero fué más notorio en el crecimiento somático por ser más sensible a las variaciones

ambientales. En pectínidos se sabe que la producción de tejido puede repercutir a lo largo de su ciclo biológico, pudiendo ser negativo en ciertos casos ya que se requiere un gasto energético de importancia (Griffiths y Griffiths, 1987; Bricelj y Shumway, 1991; Thompson and Macdonald, 1991 y Sato 1994). Esta reducción en la tasa de crecimiento en peso se observa cuando *N. subnodosus* se encontraba en la talla de madurez sexual la cual se determino que inicia a partir de los 80 mm (Reinecke, 1996) y en general en otros pectínidos al año de edad (Reddiaht, 1962; Ozanai, 1975; Beninger y Le Pennec, 1991). En ambos sitios los primeros individuos parcialmente maduros se observaron en mayo de 2002 a los 373 días de cultivo en individuos de 88 mm de altura en el EC y en la LGN a los 283 días de cultivo en individuos de 71 mm, en la densidad del 40% de cobertura de la canasta y continuo en todos los tratamientos hasta alcanzar la época del desove masivo ocurrido en el mes de agosto. Reinecke (1996) encontró que *N. subnodosus* tiene un amplio periodo reproductivo, de agosto a enero, con dos picos de desove uno en octubre y otro en diciembre, lo que explica por que la frecuencia de individuos en diferentes estadios del desarrollo gonádico aparecen en cada uno de los distintos muestreos.

Este efecto se puede observar en la tendencia de las oscilaciones del IRM, que sugiere la fuerte influencia durante los periodos de reproducción observados, almacenando sustancias energéticas en el músculo aductor y utilizándolas durante la gametogénesis, madurez y desove, esto también se ha comprobado en *Argopecten purpuratus* (Martínez *et al.*, 2000), *Nodipecten nodosus* (Acosta *et al.*, 2000) y para *Pecten maximus* (Faveris 1987; Pazos *et al.*, 1997; Sout *et*

al., 1999). Este proceso afectó directamente a la tasa de crecimiento del callo o músculo aductor de *N. subnodosus*, siendo en ocasiones hasta negativo (Figura 33, anexo 17 y 18), principalmente en los meses del desove masivo y posteriores a este.

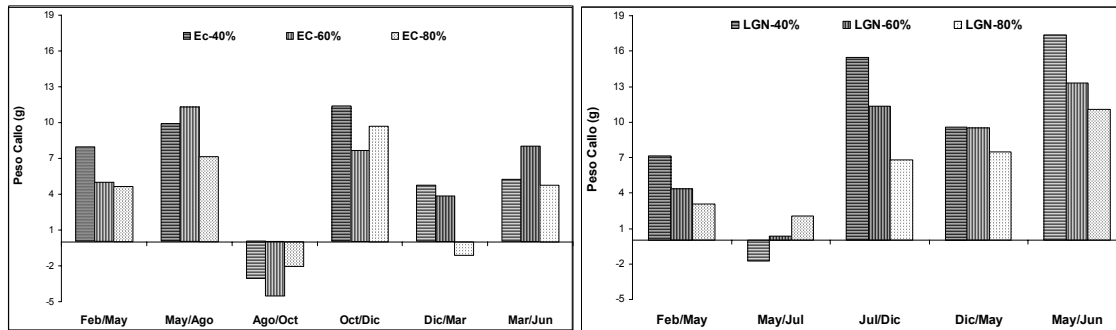


Figura 32. Tasa de crecimiento del peso del callo de *Nodipecten subnodosus* cultivado en el estero El Coyote (EC) y en la laguna Guerrero Negro (LGN) a tres densidades de cobertura de la canasta (40, 60 y 80%).

El crecimiento en peso al final del cultivo fué mayor para los individuos cultivados a la densidad más baja y viceversa, este efecto como ya se menciona anteriormente, fue causado por la competencia por alimento, oxígeno y espacio. Por ejemplo, individuos de la almeja mano de león cultivados a la densidad del 40% de cobertura de la canasta, logran callos de 50 g/ind. en la LGN, en un tiempo de cultivo total de 2 años con una tasa de crecimiento de 2.3 g/mes, pero en cada canasta al final del cultivo a esta densidad tiene 8 ind., en cambio al 80% se tienen 16 ind./canasta con un callo de 32 g/ind. a un crecimiento promedio de 1.5 g/mes (Figura 34). A nivel económico, los resultados obtenidos por Maeda-Martínez *et al.* (1997), en cultivos de *Argopecten venticosus* en canastas a diferentes densidades (150, 250 y 400 ind./m<sup>2</sup>) muestran que a pesar del mayor tiempo que se emplea en los cultivos de alta densidad (398

días) hasta la talla comercial (57 mm), éste resulta 43.3% más barato que cultivar a baja densidad.

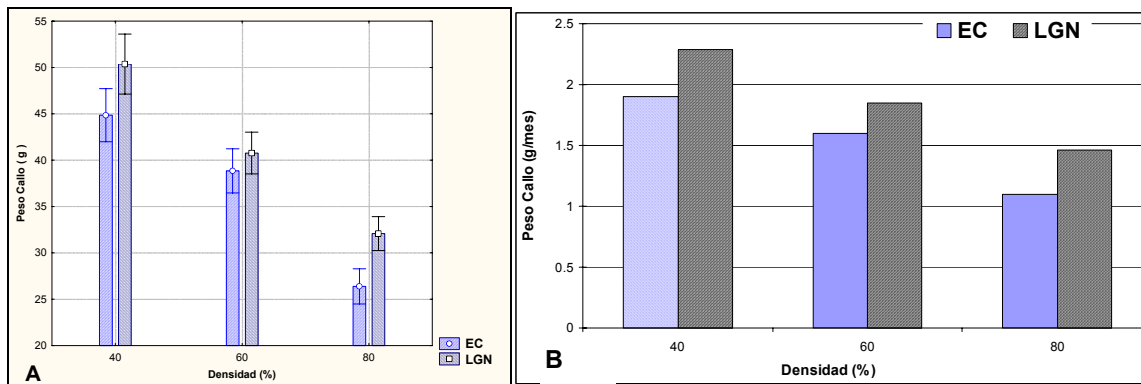


Figura 33. Peso del callo y tasa de crecimiento en peso del callo al final de los cultivos en canastas a tres densidades de cobertura de la canasta (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote (EC) y en la laguna Guerrero Negro (LGN).

Esto podría conducir a establecer cultivos con la máxima densidad, como estrategia para una mayor rentabilidad. Sin embargo, lo atractivo para esta especie la obtención de callos de gran peso (>30 gr) son garantía para obtener los mejores precios unitarios en el mercado (Dore, 1991; Sea Food Price Current, 2001). Lo anterior permite sugerir realizar cultivos de *N. subnodosus* a la densidad mas baja o intermedia (40 y 60% de cobertura de la canasta). No obstante llevar a cabo esta sugerencia conllevaría a realizar mayores gastos de mano de obra, equipos de limpieza, materiales, etc., elevando los costos de producción que disminuyen la rentabilidad económica. En este sentido, se recomienda una estrategia de cultivo de preengorda en bolsas de malla mosquitera dentro de las canastas ostrícolas hasta alcanzar la altura de 2 cm y continuar con la engorda inicial en canastas ostrícolas en suspensión a la densidad del 60% de cobertura de la canasta hasta obtener pre-adultos de 50-70

---

mm de altura y terminar con la etapa de engorda final hasta obtener individuos con la talla comercial o un tiempo total de 20 meses. Es importante señalar que el programa establecido encierra todo lo relativo al cultivo y que en términos generales comprenden la talla de siembra, la densidad de cultivo, un plan de manejo (limpieza y desdobles), la estrategia de cultivo (Pre-engorda, engorda inicial y final) y la época de cosecha que varía al estado fisiológico que comprende la actividad reproductiva, índice de rendimiento muscular y peso del callo, que dependen en gran medida de la estación del año en que se desea realizar dicha cosecha.

## 8.0. CONCLUSIONES

- El crecimiento en talla y peso de *Nodipecten subnodosus* es inversamente proporcional a la densidad de cultivo, ya que a menor densidad se obtiene un mayor crecimiento y viceversa.
- La temperatura tiene un efecto estimulador o inhibitorio sobre el crecimiento y la reproducción de *Nodipecten subnodosus*.
- La temperatura no afectó de manera significativa la sobrevivencia de los individuos entre tratamientos y en ambos sitios pero fue determinante al comparar resultados en ambas localidades.
- La fluctuación del I.R.M. es ocasionada por el almacenamiento y utilización de sustancias energéticas en el músculo aductor durante la gametogénesis, madurez y desove, afectando directamente la tasa de crecimiento en peso del callo.
- Una vez que los organismos tienen un callo mayor de 30 g, un valor de 40% en el I.R.M. será indicativo de la conveniencia de proceder a la cosecha y comercialización, en un mercado donde a menor número de callos/Kg se obtendrá mejores precios de venta.
- El sitio con los mejores resultados en crecimiento y supervivencia fue la laguna Guerrero Negro, B.C.



---

## **9.0. RECOMENDACIONES**

### **SUGERENCIAS PARA TRABAJOS FUTUROS**

Realizar el cultivo en canastas ostrícolas en suspensión, a la densidad del 60% de cobertura de la canasta, con limpieza y desdobles mensuales.

Una vez que se obtengan juveniles de 5-6 cm de altura, realizar cultivos experimentales sobre el fondo marino para reducir costos en materiales y mano de obra.

## 10.0. BIBLIOGRAFÍA.

- Acosta, V., L. Freites y C.J. Lodeiros (2000). Efecto de la densidad sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pectínidos *Lyropecten* (*Nodipecten*) *nodosus* (Pteroida: Pectinidae), bajo condiciones de cultivo suspendido en el Golfo de Cariaco, Venezuela. *Rev. Biol. Trop.*, 48(4), 799-806.
- Avendaño, M. y M. Cantillanez (1996). Efectos de la pesca clandestina, sobre *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819), en el banco de La Rinconada, II Region. *Cienc. Tec. Mar.* 19(1), 57-65.
- Avendaño, M., M. Cantillanez, L. Rodríguez, O. Zúñiga, R. Escribano y M. Olivas (2001). Estudio de base proyecto "Conservación y protección Reserva Marina La Rinconada, Antofogasta: Informe Final, Proyecto Código BIP No.20127869-0. Universidad de Antofogasta. España. 185 pp.
- Baqueiro, E., J.A. Massó y H. Guajardo (1982). Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur. Delegación Federal de Pesca en el estado de B.C.S. Centro de investigaciones pesqueras La Paz B.C.S. *Instituto Nacional de la Pesca*. México. 14 pp.
- Bariles, S. y U. Gaete (1991). Induction of sperm release in the scallop *Argopecten purpuratus* (Bivalvia:Pectinidae) using serotonin (5-hidroxytryptamine). *Malacol. Rev.* 24(1-2), 19-24.
- Barrios-Ruiz, D. J. Chávez-Villalba y C. Cáceres-Martínez (2003). Growth of *Nodipecten subnodosus* (Bivalvia: Pectinidae) in La Paz Bay, Mexico. *Aquaculture research*. 34, 633-639.
- Benninger, P. y M., LePennec (1991). Functional anatomy of scallops *En: S. E. Shumway* (ed.), *Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture*. Developments in Aquaculture and Fisheries Science Elsevier. New York. 21, 133-224.
- Bricelj, V.M. y S.E. Shumway (1991). Physiology: Energy acquisition and utilization. *En: Shumway, S.E.* (ed). *Scallop: Biology, ecology and aquaculture*. Developments in aquaculture and Fisheries Science Vol. 21, Elsevier, New York. Pp. 305-346.

- Caceres-Martinez C., C. Ruiz-Verdugo y C. Rodriguez-Jaramillo (1990). Variación estacional del índice gonádico y muscular de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en la Ensenada de La Paz, B.C.S., Mexico. *Investigaciones Marinas CICIMAR*. 5, 1-6.
- Carvajal-Rascon, M.A. (1987). Cultivo larvario de la almeja mano de león (*Lyropecten subnodosus*, Sowerby, 1833), a partir del crecimiento y maduración gonadal de los reproductores. Tesis. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. 66 pp.
- Cerón-Ortiz, A.N. (2000). Evaluación de tres mezclas de microalgas sobre el crecimiento de la almeja mano de león *Lyropecten (Nodipecten) subnodosus*. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación científica y Educación Superior de Ensenada. Ensenada, B.C. 79 pp.
- Chung, S.L. y J.H. Merritt (1991). Physical measures of sensory texture in thawed sea scallop meat. *Int. J. Food Sci. Technol.* 26, 207-210.
- Coan, E.V., P.H. Scott y F.R. Bernard (2000). Bivalves Seashells of the Scallops in Mexico. *En: Shumway, S.E. (Ed.) Scallops. Biology, Ecology and Aquaculture*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam, The Netherlands, 21, 943-980.
- Danigo, P. (2001). Resultados parciales de engorda de *Nodipecten subnodosus* comparando dos técnicas de cultivo a diferentes densidades. Reunión de CYTED de *Nodipecten*. Florianopolis Brasil. 21- 23 de Noviembre. 45 pp
- Dao, J.C. (1995). L'Exploitation des pectinides dans la mode. 8th Inter. Pectinid Workshop. Actes de Colloques 17, 15-32.
- Dore, I. (1991). Shellfish. A guide to oysters, mussels, scallops, clams and similar products for the commercial user. Ed. Van Nostrand Reinhold. N.Y. USA. 272 pp.
- Emerson, C.W., J. Grant, A. Mallet y C. Carver (1995). Growth and survival of sea scallops *Placopecten magellanicus*: effects of culture depth. *Mar. Ecol. Progress. Ser.* 108, 119-132.

- Epp, J., V.M. Bricelj y R.E. Malouf (1988). Seasonal partitioning and utilization of energy reserves in two age classes of the bay scallop *Argopecten irradians irradians* (Lamarck). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 121, 113-136.
- FAO (2000). Estadísticas Mundiales de Pesca. Roma FAO. 2000.
- FAO (1999). FAO fisheries information, data and statistica unit. Aquaculture production statistics 1988-1997. FAO *fisheries circular*, No. 815, 11-203.
- FAO (2002). Inland capture fishery statistics of Southeast Asia: current status and information needs, por D. Coates. RAP Publication 2002/11. Bangkok, Oficina Regional de la FAO para Asia y el Pacífico. 121 pp.
- Felix-Pico, E. F. (1991). Scallop fisheries and mariculture in México. *En: S.E.Sumway y P.A. Sandifer (eds.). Scallops Biology and Aquaculture. Selected papers of the 7<sup>th</sup> Internatl. Pectinid workshop. The World Acuaculture Soc. Publ. Pp. 287-292.*
- Felix-Pico, E.F. (1991). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture in Mexico. *En: S.E. Shumway (ed.). Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science Elsevier. New York Elsevier. Ámsterdam. Pp. 943-980.*
- Félix-Pico, E. F. (1989) Antecedentes en el cultivo de *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Baja California Sur México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 4 (1), 73-92.
- Felix-Pico, E.F., A. Tripp-Quezada, J. Castro-Ortiz, G. Serrano-Casillas, P. González-Ramírez, M. Villalejo-Fuerte, R. Palomares-García, F. García-Domínguez, M. Mazón-Suastegui, G. Bojorquez-Verástica y G. López-García (1997). Repopulation and culture of the Pacific Calico scallops in Bahía Concepción, Baja California Sur, México. *Aquaculture International* 5(6), 551-563.
- Felix-Pico, E.F., M. Villalejo-Fuerte, A. Tripp-Quezada y O.E. Holguin-Quiñones (1999). Growth and survival of *Lyropecten subnodosus* (Sowerby) in suspended culture at the national marine park of Bahía de Loreto, B.C.S., Mexico. (Abstracts) 12<sup>th</sup> International Pectinid workshop, Bergen, Norway, 5-11 May 1999. Pp. 39-40.

- Felix-Pico, E.F., M. Arellano-Martinez y B.P. Cevallos-Vazquez (2003). Growth of *Nodipecten subnodosus* (Sowerby, 1835) in suspended culture in the Guerrero Negro Lagoon, B.C.S., Mexico. Pp. 11-12.
- Freites, L., A. Velez y C. Lodeiros (1993). Crecimiento y productividad de la vieira *Pecten ziczac* bajo varios sistemas de cultivos suspendidos. *Serie ocasional*. Chile. 2, 259-269.
- Freites, L., B. Vera, C. Lodeiros y A. Vélez (1995). Efecto de la densidad sobre el crecimiento y la producción secundaria de los juveniles de *Pecten ziczac*, bajo condiciones de cultivo suspendido. *Ciencias Marinas* 21: 361-372.
- García-Dominguez, F., P. Castro-Moroyoqui y E.F. Felix-Pico (1992). Spat settlement and early growth of *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1935) in Laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México, 1989-1990.. *En: abstracts of the Aquaculture '92*, Orlando, Fl., USA, May 21-25 (1992). 101 pp.
- García-Esquivel, L., G. Parés-Sierra y L. García-Pamanes (2000). Efecto de la velocidad de flujo y concentración de alimento sobre el crecimiento de juveniles de la escalopa *Nodipecten subnodosus*. *Ciencias Marinas*. 26, 621-641.
- García-Pamanes, L., F. García-Pamanes, G. Chi-Barragan, G. Parés-Sierra, J. García-Pamanes, O. Medina-Hurtado y F. Nuñez-Cabrero (1994). Desarrollo de tecnología para el cultivo integral de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus*. *En: Libro de Resúmenes. Simposium Internacional de Ciencia y Tecnología del Mar*. San Carlos Guaymas, Sonora (17 al 19 de Nov.). SEP/ SEIT, Unidad de Ciencia y Tecnología del Mar (México). 31 pp.
- González-Estrada, F. (2003). Temperaturas letales y temperatura optima para crecimiento en una poblacion de almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus* Sowerby, 1835) Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, BCS. 90 pp
- González-Ramos, H., F. García-Pamanes, L. Garcia-Pamanes, G. Chi-Barragan, J. Garcia-Pamanes y O. Medina-Hurtado (1997). Larval settlement of the scallop *Lyropecten subnodosus* in downwellers. *En: Book of Abstracts*.

- 11<sup>th</sup> International Pectinid Workshop. La Paz, B.C.S., México., 11-15 April, 1997. Pp.118 –119.
- Green G. (1981). El complejo lagunar Ojo de Liebre y Guerrero Negro en Baja California Sur. 1er reunion Nacional sobre la ballena gris. Centro de Estudios Economicos y Sociales del Tercer Mundo. Mexico. 45 pp
- Griffiths, C. y R., Griffiths (1987). Bivalvia *En*: Pandian, J. and F., Vernberg (eds), Animal Energetics, Vol. 2. Academic Press, New York. Pp. 1-88.
- Gruffydd, Ll.D. y A.R. Beaumont (1970). Determination of the optimum concentration of eggs and spermatozoa for the production of normal larvae in *Pecten maximus*. *Helgol. Wiss. Meeresunters.* 20, 486-497.
- Guo, X., S. Ford y F. Chang (1999). Molluscan aquaculture in China. *J. Shellfish Res.* 18, 19-31.
- Gutiérrez, V. y G. Chi-Barragan. (1997). Effect of temperature and feeding ratio on the conditioning of *Lyropecten subnodosus* Sowerby, 1835. Instituto de Investigaciones Oceanológicas UABC. 11<sup>th</sup> International Pectinid Workshop, 11-15 April, La Paz, B.C.S., México. Pp. 73-75.
- Gwynter, D., D.A. Croop, L.M. Joll y C.L. Dredge (1991). Australia. *En*: S.E. Shunway (ed) Scallops: biology, ecology and aquaculture. Developments in aquaculture and fisheries science 21. Elsevier, amsterdam, The Netherlands. Pp. 835-853.
- Kafuku T. y H. Ikenoue (1981). Modern methods of acuaculture in Japan. Scallops (*Patinopecten yessoensis*). *Elsevier Scientific*. Publising Company. New York. Vol. II. 143-152.
- Keen, A. M. (1971). Sea shells of tropical West America. Marine mollusks from Baja California to Perú, *Stanford Univ. Press*. U.S.A. 1065 pp.
- Lodeiros, C. y H. Himmelman (1996). Influence of fouling on the growth and survival of the tropical scallop, *Euvola (Pecten) ziczac* (L. 1758) in suspended culture. *Aquaculture Research* 27, 749-756.
- Lodeiros, C., Rengel, J., Guderley, H., Nusseti, O. y J., Himmelman (2001). Changes in biochemical composition of the tropical scallop *Lyropecten*

- (*Nodipecten*) *nodosus* during growth in suspended culture at three depths. *Aquaculture* 199, 63 –72.
- Lombeida, P. (1999). Cultivo de scallops en mar. *El Mundo Acuícola* 5 (1), 23 pp.
- López-Sanchez, A. (2003). Tasa de filtración y aclaramiento en la almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) a dos tallas en función de la temperatura y cantidad de alimento. Tesis de maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, BCS. 80 pp.
- Luna-Gonzales, A., A. Maeda-Martinez, J.C. Sainz-Hernandez y F. Ascencio-Valle (2002). Comparative susceptibility of veliger larvae of four bivalve mollusks to a *Vibrio alginolyticus* strain. *Diseases Aquatic Indanisms*. 49, 221-226.
- Luna-Gonzales, A., A. Maeda-Martinez, F. Ascencio-Valle y M. Robles-Mungaray (2003). Phenoloxidase activity in larval and juvenile homogenates and adult plasma and haemocytes of bivalve molluscs. *Fish Shellfish Immunol*. 15(4), 275-282.
- Maeda-Martínez, A. y P. Ormart-Castro (1995). Sistema marino para crecimiento y engorda hasta la fase adulta de almeja catarina, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Patentes. 16 pp.
- Maeda-Martinez, A. N. (ed) (2001). Los Moluscos Pectínidos de Iberoamerica: Ciencia y Acuicultura. Editorial Limusa, México. 501 pp.
- Maeda-Martinez, A.N., P. Ormart, L. Mendez, B. Acosta y M.T. Sicard (2000). Scallop growout using a new bottom-culture system. *Aquaculture* 189, 73-84.
- Maeda-Martinez, A.N., T. Reynoso-Granados, P. Monsalvo-Spencer, M.T. Sicard-Gonzalez, J.M. Mazon-Suástegui, O. Hernandez, E. Segovia y R. Morales (1997). Suspension culture of catarina scallop *Argopecten ventricosus* (=circularis) (Sowerby II, 1842), in Bahia Magdalena, México, at different densities. *Aquaculture* 158, 235-246.
- Maeda-Martinez, A.N., M.T. Sicard-Gonzalez y T. Reynoso-Granados (2000). Shipment method for scallops seed. *J. Shellfish Res.* 19(2), 765-770.

- Maguire, J.A. y G.M. Burnell (2000). The effect of stocking density in suspended culture on growth and carbohydrate content of the adductor muscle in two populations of the scallop (*Pecten maximus* L.) in Bantry Bay, Ireland. *Aquaculture* 198, 95-108.
- Maldonado-Amparo, R. (2003). Poliploidía en moluscos de importancia comercial (almeja catarina *Argopecten ventricosus*, *Nodipecten (Lyropecten) subnudosus* y abulón rojo *Haliotis rufescens*) Tesis doctoral (CIBNOR) La Paz, B.C.S. México. 201 pp.
- Martinez, G., C. Aguilera y L. Mettifogo (2000). Interactive effects of diets and temperature on reproductive conditioning of *Argopecten purpuratus* brodstock. *Acuaqulture* 183, 149-159.
- Martinez, G. y L. Mettifogo (1998). Mobilization of energy from adductor muscle for gametogenesis of the scallops, *Argopecten purpuratus* Lamarck. *Journal of shellfish Research*, Vol. 17, No. 1, 113-116.
- Massó-Rojas, J.A. (1996). Pesquería de almeja catarina. En: M. Casas & G. Ponce (eds.). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I. SEMARNAP. FAO. INP. UABCS. CIBNOR. CICIMAR. UECYTM. La Paz, B.C.S., México. Pp. 71-85
- Mazón-Suástegui, J. M. (1996). Cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis*. En: M. Casas & G. Ponce (Eds) Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. II. SEMARNAP. FAO. INP. UABCS. CIBNOR. CICIMAR. UECYTM. La Paz, B.C.S., México. Pp. 513-544.
- Mazón Suástegui, J.M., A. Aviles-Quevedo, R. Rivera L. y V. Rios A. (1991). Advances on the pilot production of catarina scallop (*Argopecten circularis*) seed, in a mexican shellfish hatchery. Proceeding The World Aquaculture Society Conference and Exposition. WAS'91, San Juan, Puerto Rico. 16 p.
- Mazón-Suástegui, J.M., M. Robles-Mungaray, M. Osuna-Garcia y V. Koch (2002). Cultivo de Almeja Mano de León. Apuntes del curso dirigido a



- productores y técnicos del sector social y privado de B. C. Sur. CIBNOR La Paz, México. 30 pp.
- Mazón-Suástegui, J.M., M. Robles-Mungaray y M. Osuna-Garcia (2003-a) Bases Tecnológicas para el Cultivo de la Conchuela *Argopecten ventricosus* en la República de Panamá. Publicación del Ministerio de Desarrollo Agropecuario de Panamá, proyecto de cooperación internacional S.R.E.-IMEXCI-302NP13 "Producción de semilla de moluscos y cultivos en el mar". 54 pp.
- Mazón-Suástegui J.M., M. Robles-Mungaray y M. Osuna-García (2003-b). Informe anual-final de actividades realizadas al amparo de un permiso de acuicultura de fomento, otorgado a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera "Punta Abreojos", S.C.L. Permiso PAF/DGOPA-06/2002. Expediente AF/DGOPA-024/2002. Presentado a SAGARPA-CONAPESCA. La Paz, B.C.S. México, septiembre 2003. 14 pp.
- Mazón-Suástegui J.M., Osuna-García M. y M. Robles-Mungaray (2003-c). Primer informe anual de actividades realizadas al amparo de un permiso de acuicultura de fomento, otorgado a la empresa Acuagron, S. de R.L. de C.V. Permiso PAF/DGOPA-08/2002. Expediente AF/DGOPA-026/2002. Presentado a SAGARPA-CONAPESCA. La Paz, B.C.S. México, octubre 2003. 14 pp.
- Mazón-Suástegui J.M., Osuna-García M. y M. Robles-Mungaray (2003-d). Primer informe anual de actividades realizadas al amparo de un permiso de acuicultura de fomento, otorgado a la Sociedad de Producción Pesquera y Acuícola "Dunas Doradas", S.P.R. de R.L. Permiso PAF/DGOPA-09/2002. Expediente AF/DGOPA-027/2002. Presentado a SAGARPA-CONAPESCA. La Paz, B.C.S. México, octubre 2003. 17 pp.
- Mestre, S. (1992). Ciclo gametogenico y de almacenamiento de reservas en una poblacion natural de *Pecten jacobaeus* (L.) (Bivalvia: Pectinidae) en las costas de Castellon. Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, 411 pp.
- Morales-Hernández, R. y C. Cáceres-Martínez (1996). Pesquería de almeja mano de león *L. subnodosus*. En: M. Casas & G. Ponce (Editores).

- Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I. SEMARNAP. FAO. INP. UABCS. CIBNOR. CICIMAR. UECYTM. La Paz, B.C.S., México. Pp. 87-100.
- Muñetón-Gomez, M.S., M. Villalejo-Fuerte y I. Garate-Lizarraga (2001). Contenido estomacal de *Spondylus leucacanthus* (Bivalvia: Spondylidae) y su relación con la temporada de reproducción y la abundancia de fitoplancton en Isla Danzante, Golfo de California. *Rev. Biol. Trop.* 49, 2 pp
- Gonzalez-Anatvia, C.R.(2001). Mercados y comercialización de pectínidos. *En: Maeda-Martinez A.N. (ed) Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura.* Editorial Limusa, México. 22, 451-468.
- Ocaño-Higuera, V.M. (1999). Caracterización parcial del comportamiento bioquímica postmortem y desarrollo de productos a partir del callo de almeja catarina (*Argopecten ventricosus*) y almeja mano de león (*Nodipecten subnodosus*) de Baja California, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo, A.C. Hermosillo, Son., México. 111 pp.
- Ortiz-Cuel, G., F.A. Garcia-Pamanes, G. Chi-Barragan, L.E. GarciaPamanes y O.J. Medina-Hurtado (1997). Food ration and culture density effect on the larval development of the scallops *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1835). *En: Book of Abstracts, 11th Pectinid Workshop, La Paz, B.C.S. México.* 10-15 april, 1997. Pp 164-165.
- Otter, A. (2001). Native Bivalve Aquaculture in Bahía Magdalena, B.C.S. The effect of cultivation density on the growth rates and mortality of Lion's paw scallop (*Lyropecten subnodosus*). Tesis de maestria University of California. Santa Barbara. 134 pp.
- Ozanai, K. 1975. Seasonal gonad desenvolvimento and sex alteration in the scallop, *Patinopecten yessoensis*. *Bull. Mar. Biol. Stn. Asamushi* 15:81-88.
- Pacheco-Aguilar, R., M.E. Lugo-Sanchez y R. Robles-Burgueño (2000). Postmortem biochemical and functional characteristic of monterrey sardine muscle stored at 0°C *J. Food Sci.* 65,40-47.

- Parés-Sierra, A. (1996). Efecto del flujo y la concentración de alimento sobre el crecimiento, el peso y la tasa de filtración de escalopas juveniles (*Lyropecten subnodosus*). Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Baja California. 80 pp.
- Pazos, A.J., G. Roman, C.P. Acosta, J.L. Sanchez y M Abad (1996). Influence of the gametogenic cycle on the biochemical composition of the ovary of the great scallops. *Aquaculture International* 4, 201-213.
- Peña, J., Canales, J. y S. Mestre (1993). Primeros datos sobre el ciclo reproductor y almacenamiento de reservas de *Aequipecten opercularis* en la costa de Castellón. Actas IV Congreso Nac. Acuicult. Pp 323-328.
- Phleger, C.F., R.B. Holtz, P.W. Grimes, D.L. Leighton y F. Jacobsen (1978). Chemical and sensory analysis of the purple-hinge rock scallop *Hinnites multirugosus* Gale. *J. Food Sci.* 43, 1793-1796.
- Poutiers, J.M. (1995). Bivalvos. *En: W. Fisher, F. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter and V.H. Niem (eds.) Guia FAO para la identificacion de especies para los fines de la pesca. Pacifico Centro-Oriental*. Roma, FAO, Vol. I. 99-222.
- Quintero-Ojeda N.V. (2003). Crecimiento y supervivencia de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1835), en dos artes de cultivo, en el estero El Cardón, laguna de San Ignacio, B.C.S. *Tesis de licenciatura U.A.B.C.S.* 63 pp.
- Racotta, I.S., J.L. Ramírez-Arce, A.M. Ibarra-Humphries, M.C. Rodríguez-Jaramillo, D. Carreño-Leon, E. Palacios-Mechetnov (2003). Growth and gametogenesis in the lion-paw scallop *Nodipecten (Lyropecten) subnodosus*. *Aquaculture*. 217(1-4): 335-349.
- Reddiath, K. 1962. The sexuality and spawning of Manx pectinids. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 42:683-703.
- Reinecke, M. A. (1981). Madurez y desove de *Lyropecten subnodosus*, Sowerby, 1835. (Bivalvia: Pectinidae) en la laguna Ojo de Liebre, B.C.S., 1981. México. Documento Interno. CRIP La Paz. INP SEPESCA. 11 pp.

- Reinecke, M. A. (1996). Madurez y desove de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus*, Sowerby, 1835. (Bivalvia: Pectinidae) en laguna Ojo de Liebre, B.C.S., México. Centro Regional de Investigación Pesquera, La Paz. *Inst. Nal. de Pesca. Biol. Pesq.* 3, 17-20.
- Robles-Mungaray, M., J.M. Mazón-Suástegui, P. Monsalvo-Spencer, M. Osuna-García, F. Flores-Higuera (2001), Antecedentes, estado actual y perspectivas del cultivo de *Nodipecten=Lyropecten subnodosus* en la Península de Baja California, México. *Reunión de CYTED de Nodipecten*. Florianopolis Brasil. 21- 23 de Noviembre. 34 pp.
- Robles-Mungaray, M. y S.J. Serrano-Guzman (1995). Larval growth, survival and spat production of *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) in a mexican commercial hatchery. *Rivista italiana Acquacoltura*, no. 30, 187-193.
- Roman, G., C.P. Acosta, M.J. Campos, A. Pazos y J.L. Sanchez (2001). Interannual variation (1987-1992) in the reproductive cycle of the scallop (*Pecten maximus*) reared on rafts using the ear-hanging culture technique in O Grove, Ria de Arusa, NW Spain. *En: Book of abstracts, 13<sup>th</sup> International Pectinid Workshop*. Coquimbo, Chile. 18-24 April, 2001
- Roman, G., M.J. Campos, J. Cano y C.P. Acosta (2000). Biología y Cultivo de Pectínidos. *En: J. Mendez (ed.) Los moluscos bivalvos: Aspectos citogenéticos, moleculares y aplicados*. Monografías, No. 87. Universidad da Coruña, España. Pp. 215-240.
- Román, R. y A. Pérez (1976). Cultivo de larvas de vieira, *Pecten maximus* (Linnaeus), en laboratorio. *Bol. Inst. Espa. Oceanog.* No. 223, 3-17.
- Rombouts, A. (1991). *Guidebook to Pecten Shells. Recent Pectinidae and Propeamussiidae of the world*. Universal Book services, Dr. W. Backhuys, Oegstgeest, The Netherland. Xiii + 157 pp.
- Ruiz-Verdugo, C.A., J.L. Ramirez, A. Standish K. y A.M. Ibarra (2000). Triploid Catarina Scallops (*Argopecten ventricosus*, Sowerby II, 1842): growth, gametogenesis and suppression of functional hermaphroditism. *Aquaculture*, 186, 13-32.

- Sastry, A.N. (1970). Reproductive physiological variation in latitudinally separated populations of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. *Biol. Bull.* 138: 56-65.
- Sato, S. (1994). Analysis of the relationship between growth and sexual maturation in *Phacosoma japonicus* (Bivalvia: Veneridae). *Mar. Biol.* 118, 663-672.
- Seafood price current. 2001. pagina en línea. Disponible en: [http://shop.urnerbarry.com/Merchant2/merchant.mv?Screen=CTGY&Store\\_Code=ubp&Category\\_Code=Seafood+Price-Current](http://shop.urnerbarry.com/Merchant2/merchant.mv?Screen=CTGY&Store_Code=ubp&Category_Code=Seafood+Price-Current). Con acceso. en septiembre del 2003.
- Stotz, W. y J. Mendo (2001). Pesquerías, repoblamiento y manejo de bancos naturales de pectínidos en Iberoamérica: su interacción con la acuicultura. *En: Maeda-Martinez A.N. (ed) Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Editorial Limusa, México. 18, 357-374.*
- Thompson, R. y B. Macdonald (1991) Physiological integrations and energy partitioning. *En: S. E. Shumway (ed.), Scallops: Biology, Ecology and Aquaculture. Developments in Aquaculture and Fisheries Science. Elsevier. New York. 21, 349-377.*
- Tripp-Quezada, A. (1985). Explotación y cultivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* en B.C.S. Tesis de Maestría. CICIMAR (IPN). La Paz, B.C.S., México.
- Unzueta-Bustamante, M.L. y J.A. Olivas-Valdéz (1997). Evaluación del potencial de cultivo de la almeja mano de león (*Lyropecten subnudosus*) en el municipio de Guaymas, Sonora, México (Manuscrito, documento interno, CIBNOR, S.C. Unidad Guaymas). 22 pp.
- Uriarte, I., G. Rupp y A. Abarca (2001). Producción de Juveniles de Pectínidos Iberoamericanos Bajo Condiciones Controladas. *En: A. N. Maeda-Martínez (ed.). Los Moluscos Pectínidos de Iberoamérica: Ciencia y Acuicultura. Editorial Limusa, México. Pp. 147-172.*
- Velasco-Blanco, G. (1997). Cultivo Larvario a nivel piloto del callo de hacha *Atrina maura* Sowerby y de la almeja mano de león *Lyropecten*

- subnodosus* Sowerby con dos especies de microalgas. *Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada*. 70 pp.
- Velez, A. y C. Lodeiros (1990). El cultivo de moluscos en Venezuela. *En: A. Hernandez (ed) Cultivo de moluscos en America Latina. Red regional de Entidades y Centros de Acuicultura de America Latina. CIID-Canada*. Pp 345-369
- Velez, A. y L. Freitas (1993). Cultivo de semillas de la vieira *Pecten ziczac* bajo condiciones ambientales controladas (Hatchery). Facultad de Ciencias del Mar. Universidad del Norte. *Serie Ocasional*. 2, 311-317.
- Velez, A. (1987). Variación estacional de la composición química de los pectínidos *Pecten ziczac* y *Lyropecten nodosus*. *Bol. Inst. Ocean. Univ. Oriente*. 26 (1:2), 56-61.
- Velez, A., F. Sotillo y J. Perez (1987). Variacion estacional de la composicion quimica de los pectínidos *Pecten ziczac* y *Lyropecten nodosus*. *Biol. Inst. Oceanog. Univ. Oriente*. 26, 67-72.
- Ventilla, R. (1982). The scallop industry in Japan. *Adv. Mar. Biol.* 20, 310-383.
- Villavicencio-Peralta, G. (1997). Acondicionamiento gonadal, desarrollo embrionario y cultivo de larvas de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* (Sowerby, 1835), alimentadas con cuatro especies de microalgas. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico del Mar, Guaymas Unidad La Paz. 93 pp.
- Villalejo-Fuerte, M. y R.I. Ochoa B. (1993). El ciclo reproductivo de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en relación con temperatura y fotoperíodo, en Bahía Concepción, B.C.S., México. *Ciencias Marinas* 19 (2), 181-202.
- Wyllie, J.G. (1960). The water masses of sebastian Vizcaino Bay. *CalCOFI En: M. Casas & G. Ponce (Editores). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Vol. I. SEMARNAP. FAO. INP. UABCS. CIBNOR. CICIMAR. UECYTM. La Paz, B. C. S., México. Rep.,(8), 907-917.*



## 11.0. ANEXOS

Tabla 7. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la longitud de la concha de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Ago-01	47	16.66	2	8.33	68.65	381	0.180	46.24	0.000	*	a	b	c
Oct-01	105	69.70	2	34.85	128.77	380	0.338	102.83	0.000	*	a	b	c
Feb-02	223	140.91	2	70.45	2256.68	358	6.303	11.18	0.000	*	a	a	b
May-02	313	112.41	2	56.20	241.74	294	0.822	68.35	0.000	*	a	b	c
Ago-02	395	152.36	2	76.18	236.77	346	0.684	111.32	0.000	*	a	b	c
Oct-02	453	58.33	2	29.17	166.38	303	0.549	53.16	0.000	*	a	b	c
Dic-02	523	176.90	2	88.45	217.66	396	0.549	160.92	0.000	*	a	b	c
Mar-03	613	305.10	2	152.55	365.47	336	1.087	140.25	0.000	*	a	b	c
Jun-03	653	133.64	2	66.82	172.57	190	0.908	73.57	0.000	*	a	b	c

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 8. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la longitud de la concha de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Oct-01	24	2.354	2	1.18	51.97	365	0.14	8.27	0.000	*	a	b	b
Nov-02	57	8.235	2	4.12	97.37	357	0.27	15.10	0.000	*	a	b	c
Ene-02	113	36.230	2	18.12	145.31	357	0.41	44.50	0.000	*	a	b	c
Feb-02	136	13.239	2	6.62	89.75	285	0.31	21.02	0.000	*	a	b	c
May-02	223	58.378	2	29.19	195.45	357	0.55	53.32	0.000	*	a	b	c
Jul-02	281	16.615	2	8.31	110.92	279	0.40	20.90	0.000	*	a	a	b
Sep-02	342	71.203	2	35.60	114.09	357	0.32	111.40	0.000	*	a	b	c
Nov-02	419	77.394	2	38.70	107.96	357	0.30	127.97	0.000	*	a	b	c
Dic-02	444	87.119	2	43.56	101.26	285	0.36	122.60	0.000	*	a	b	c
Ene-03	488	42.064	2	21.03	87.96	237	0.37	56.67	0.000	*	a	b	b
Mar-03	536	52.480	2	26.24	198.19	337	0.59	44.62	0.000	*	a	b	c
May-03	583	69.793	2	34.90	82.49	237	0.35	100.26	0.000	*	a	b	c
Jun-03	630	24.158	2	12.08	170.36	195	0.87	13.83	0.000	*	a	b	b

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).



Tabla 9. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la altura de la concha de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Ago-01	47	17.01	2	8.50	65.39	381	0.17	49.54	0.000	*	a	b	c
Oct-01	105	71.64	2	35.82	111.79	380	0.29	121.77	0.000	*	a	b	c
Feb-02	223	226.87	2	113.44	327.49	358	0.91	124.00	0.000	*	a	b	c
May-02	313	111.97	2	55.98	238.41	294	0.81	69.04	0.000	*	a	b	c
Ago-02	395	135.46	2	67.73	228.87	346	0.66	102.39	0.000	*	a	b	c
Oct-02	453	59.08	2	29.54	151.77	303	0.50	58.97	0.000	*	a	b	c
Dic-02	523	139.84	2	69.92	202.60	396	0.51	136.66	0.000	*	a	b	c
Mar-03	613	287.12	2	143.56	347.76	336	1.04	138.71	0.000	*	a	b	c
Jun-03	653	144.15	2	72.07	159.61	190	0.84	85.80	0.000	*	a	b	c

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 10. Resultados del análisis de varianza y las diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, de la altura de la concha de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Oct-01	24	2.52	2	1.26	49.73	365	0.14	9.27	0.000	*	a	b	b
Nov-02	57	7.04	2	3.52	91.94	357	0.26	13.66	0.000	*	a	b	c
Ene-02	113	13.51	2	6.75	149.88	357	0.42	16.09	0.000	*	a	b	c
Feb-02	136	13.37	2	6.69	89.56	285	0.31	21.28	0.000	*	a	b	c
May-02	223	50.95	2	25.48	189.78	357	0.53	47.92	0.000	*	a	b	c
Jul-02	281	12.75	2	6.38	112.42	279	0.40	15.83	0.000	*	a	a	b
Sep-02	342	77.32	2	38.66	98.25	357	0.28	140.48	0.000	*	a	b	c
Nov-02	419	83.26	2	41.63	116.37	357	0.33	127.72	0.000	*	a	b	c
Dic-02	444	76.72	2	38.36	100.92	285	0.35	108.32	0.000	*	a	a	b
Ene-03	488	28.67	2	14.34	90.38	237	0.38	37.59	0.000	*	a	b	b
Mar-03	536	51.55	2	25.77	179.24	337	0.53	48.46	0.000	*	a	b	c
May-03	583	76.10	2	38.05	186.16	237	0.79	48.44	0.000	*	a	b	c
Jun-03	630	29.46	2	14.73	159.93	195	0.82	17.96	0.000	*	a	b	b

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 11. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del espesor de la concha de *Nodipecten*

*subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Ago-01	47	2.38	2	1.19	16.74	381	0.04	27.10	0.000	*	a	b	c
Oct-01	105	13.30	2	6.65	21.14	380	0.06	119.53	0.000	*	a	b	c
Feb-02	223	34.12	2	17.06	75.10	358	0.21	81.33	0.000	*	a	b	c
May-02	313	31.08	2	15.54	95.63	294	0.33	47.77	0.000	*	a	b	c
Ago-02	395	30.97	2	15.48	57.44	346	0.17	93.27	0.000	*	a	b	c
Oct-02	453	14.01	2	7.00	38.34	303	0.13	55.35	0.000	*	a	b	c
Dic-02	523	21.33	2	10.67	53.27	396	0.13	79.28	0.000	*	a	b	c
Mar-03	613	67.09	2	33.55	1571.59	336	4.68	7.17	0.000	*	a	b	b
Jun-03	653	27.84	2	13.92	59.76	190	0.31	44.25	0.000	*	a	b	c

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 12. Resultados del análisis de varianza y las diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del espesor de la concha de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Oct-01	24	0.35	2	0.17	5.56	365	0.02	11.44	0.000	*	a	b	a
Nov-02	57	0.63	2	0.32	19.86	357	0.06	5.68	0.004	*	a	a	b
Ene-02	113	4.04	2	2.02	23.37	357	0.07	30.84	0.000	*	a	b	c
Feb-02	136	1.37	2	0.69	19.46	285	0.07	10.05	0.000	*	a	b	b
May-02	223	11.90	2	5.95	33.59	357	0.09	63.23	0.000	*	a	b	c
Jul-02	281	6.16	2	3.08	24.64	279	0.09	34.90	0.000	*	a	b	c
Sep-02	342	10.48	2	5.24	24.16	357	0.07	77.45	0.000	*	a	b	c
Nov-02	419	8.63	2	4.32	30.34	357	0.08	50.79	0.000	*	a	b	c
Dic-02	444	24.51	2	12.25	15.88	285	0.06	219.94	0.000	*	a	b	c
Ene-03	488	20.25	2	10.13	24.16	237	0.10	99.33	0.000	*	a	b	c
Mar-03	536	12.49	2	6.24	39.88	337	0.12	52.77	0.000	*	a	b	c
May-03	583	6.47	2	3.23	28.10	237	0.12	27.26	0.000	*	a	b	c
Jun-03	630	2.99	2	1.49	76.80	195	0.39	3.79	0.024	*	a	b	a

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 13. Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales de la altura de la concha de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fuente de variación	SS	G.L.	MS	F	P
Intercepto	41753.83	1	41753.83	50307.53	0.000 *
Densidad	142.60	2	71.30	85.90	0.000*
Localidad	29.47	1	29.47	35.51	0.000 *
Densidad X Localidad	26.96	2	13.48	16.24	0.000*
Error	319.54	385	0.83		

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Tabla 14. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso total de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)		
										40	60	80
Feb-02	223	51256.27	2	25628.1465596.70116	565.49	45.32	0.000 *	a	b	c		
May-02	313	129815.9	2	64907.94220680.2164	1345.61	48.24	0.000 *	a	b	c		
Ago-02	395	187587.0	2	93793.50228612.3120	1905.10	49.23	0.000 *	a	b	c		
Oct-02	453	223661.1	2	111830.5295014.4141	2092.30	53.45	0.000 *	a	b	c		
Dic-02	523	265837.5	2	132918.8374454.5152	2463.52	53.95	0.000 *	a	b	c		
Mar-03	613	671929.2	2	335964.6767017.6182	4214.38	79.72	0.000 *	a	b	c		
Jun-03	653	894163.9	2	447082.0878416.1190	4623.24	96.70	0.000 *	a	b	c		

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 15. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso total de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)		
										40	60	80
Feb-02	132	2351.55	2	1175.78	8757.06	125	70.06	16.78	0.000 *	a	b	b
May-02	223	14807.37	2	7403.69	18245.10	57	320.09	23.13	0.000 *	a	b	b
Jul-02	281	3922.24	2	1961.12	15837.03	94	168.48	11.64	0.000 *	a	b	c
Dic-02	444	207538.83	2	103769.4203328.0	173	1175.31	88.29	0.000 *	a	b	c	
May-03	536	227725.75	2	113862.9247867.8	136	1822.56	62.47	0.000 *	a	b	c	
Jun-03	630	346007.07	2	173003.5509414.0	195	2612.38	66.22	0.000 *	a	b	c	

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 16. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso de carne menos el callo de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Feb-02	223	1694.48	2	847.24	2074.89	116	17.89	47.37	0.000	*	a	b	c
May-02	313	3503.0	2	1751.48	26724.0	164	162.95	10.75	0.000	*	a	a	b
Ago-02	395	6400.5	2	3200.24	9057.1	120	75.48	42.40	0.000	*	a	b	c
Oct-02	453	8498.1	2	4249.1	13181.3	141	93.48	45.45	0.000	*	a	b	c
Dic-02	523	9054.5	2	4527.3	29307.6	152	192.81	23.48	0.000	*	a	b	c
Mar-03	613	23759.2	2	11879.6	32905.9	182	180.80	65.71	0.000	*	a	b	c
Jun-03	653	42850.3	2	21425.2	45846.9	190	241.30	88.79	0.000	*	a	b	c

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 17. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso del tejido sin el callo de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Feb-02	132	56.91	2	28.46	180.29	125	1.44	19.73	0.000	*	a	b	c
May-02	223	677.33	2	338.66	465.36	57	8.16	41.48	0.000	*	a	b	c
Jul-02	281	381.92	2	190.96	1471.79	94	15.66	12.20	0.001	*	a	b	c
Dic-02	444	8126.95	2	4063.5	8151.5	173	47.12	86.24	0.000	*	a	b	c
May-03	536	6984.96	2	3492.5	10311.8	136	75.82	46.06	0.000	*	a	b	c
Jun-03	630	19227.39	2	9613.7	184915.3	195	948.28	10.14	0.000	*	a	b	c

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 18. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso del callo de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)			
										40	60	80	
Feb-02	223	691.46	2	345.73	1005.81	116	8.67	39.872	0.000	*	a	b	c
May-02	313	2057.0	2	1028.51	3957.0	164	24.13	42.626	0.000	*	a	b	c
Ago-02	395	2916.3	2	1458.16	3903.5	120	32.53	44.826	0.000	*	a	b	c
Oct-02	453	2449.3	2	1224.6	3372.2	141	23.92	51.205	0.000	*	a	b	c
Dic-02	523	3219.9	2	1609.9	5805.8	152	38.20	42.148	0.000	*	a	b	c
Mar-03	613	9789.4	2	4894.7	17563.4	182	96.50	50.720	0.000	*	a	b	c
Jun-03	653	11595.7	2	5797.9	22432.2	190	118.06	49.107	0.000	*	a	b	c

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).  
 Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 19. Resultado del análisis de varianza y diferencias significativas de rangos múltiples de Duncan, del peso del callo de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha	Tiempo (Días)	SS	df	MS	SS	df	MS	F	p	Densidad (%)		
										40	60	80
Feb-02	132	17.92	2	8.96	68.38	125	0.55	16.38	0.000 *	a	b	b
May-02	223	256.15	2	128.08	239.75	57	4.21	30.45	0.000 *	a	b	c
Jul-02	281	38.21	2	19.10	241.58	94	2.57	7.43	0.001 *	a	b	b
Dic-02	444	2351.46	2	1175.7	3935.3	173	22.75	51.66	0.000 *	a	b	c
May-03	536	3269.76	2	1634.9	4570.0	136	33.60	48.65	0.000 *	a	b	c
Jun-03	630	8906.22	2	4453.1	11000.1	195	56.41	78.94	0.000 *	a	b	c

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).  
 Letras iguales en las filas (a, b y c) = No existen diferencias significativas entre densidades ( $p < 0.05$ ).

Tabla 20. Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del peso total de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fuente de variación	SS	G.L.	MS	F	P
Intercepto	34069776	1	34069776	9451.35	0.000 *
Densidad	1150010	2	575005	159.51	0.000 *
Localidad	5081	1	5081	1.41	0.236
Densidad X Localidad	50900	2	25450	7.06	0.186
Error	1387830	385	3605		

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Tabla 21. Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del peso de carne menos el callo de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fuente de variación	SS	G.L.	MS	F	P
Intercepto	1121258	1	1121258	6678.58	0.000 *

Densidad	54204	2	27102	161.43	0.000 *
Localidad	5139	1	5139	30.61	0.000 *
Densidad X Localidad	3373	2	1687	10.05	0.000 *
Error	64637	385	168		

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Tabla 22. Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del peso del callo de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fuente de variación	SS	G.L.	MS	F	P
Intercepto	501647.9	1	501647.9	5776.90	0.000 *
Densidad	20317.9	2	10159.0	116.99	0.000 *
Localidad	1589.2	1	1589.2	18.30	0.000 *
Densidad X Localidad	293.9	2	146.9	1.692	0.186
Error	33432.3	385	86.8		

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Tabla 23. Resultado del análisis de varianza practicado a los valores finales del índice de rendimiento muscular de *Nodipecten subnodosus*, a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S. y en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fuente de variación	SS	G.L.	MS	F	P
Intercepto	1568810	1	1568810	4932.117	0.000 *
Densidad	950	2	475	1.494	0.226
Localidad	18787	1	18787	59.063	0.000 *
Densidad X Localidad	1676	2	838	2.634	0.073

Error 122461 385 318

(\*) = Los efectos son significativos al nivel establecido ( $p < 0.05$ ).

Tabla 24. Tasa de crecimiento del peso total, peso de carne menos el callo y peso del callo de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en el estero El Coyote, B.C.S.

Fecha	Tiempo (No. Días)	Tasa de crecimiento del peso (g/mes)								
		Peso Total			Peso Carne			Peso Callo		
		40%	60%	80%	40%	60%	80%	40%	60%	80%
<b>Feb/May-02</b>	223-313	15.85	10.74	10.59	2.07	1.82	1.51	1.96	1.24	1.15
<b>May/Ago-02</b>	313-395	18.99	20.60	12.87	5.04	3.85	3.45	2.45	2.81	1.79
<b>Ago/Oct-02</b>	395-453	-1.63	-4.03	-2.78	0.41	0.58	-0.19	-1.04	-1.51	-0.68
<b>Oct/Dic-02</b>	453-523	27.08	24.68	25.35	5.41	4.20	5.03	3.78	2.55	3.22
<b>Dic-02/Mar-03</b>	523-613	5.56	-0.62	5.43	-0.43	-0.45	-2.13	1.18	0.95	-0.29
<b>Mar/Jun-03</b>	613-653	19.23	12.83	12.62	4.56	3.41	2.17	1.31	2.01	1.19

Tabla 25. Tasa de crecimiento del peso total, peso de carne menos el callo y peso del callo de *Nodipecten subnodosus* a tres densidades de cultivo (40, 60 y 80%) en la laguna Guerrero Negro, B.C.

Fecha	Tiempo (No. Días)	Tasa de crecimiento del peso (gr/mes)								
		Peso Total			Peso Carne			Peso Callo		
		40%	60%	80%	40%	60%	80%	40%	60%	80%
<b>Feb/May-02</b>	132-223	15.11	10.22	8.34	3.01	1.98	1.37	1.78	1.10	0.77
<b>May/Jul-02</b>	223-281	-3.84	2.43	3.00	-0.97	-0.31	0.07	-0.58	0.12	0.68
<b>Jul/Dic-02</b>	281-444	27.56	21.66	14.77	5.29	4.02	3.10	2.58	1.89	1.13
<b>Dic-02/May-03</b>	444-536	10.12	8.18	8.80	1.80	1.87	1.87	1.59	1.58	1.24
<b>May/Jun-03</b>	536-630	36.62	36.46	30.87	5.62	6.08	2.03	8.70	6.67	5.52