



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ÁNGEL

“PRE-ENGORDA DE DIPLOIDES Y TRIPLOIDES
DEL OSTIÓN *Crassostrea gigas* (THUNBERG, 1793)
EN LA BOQUILLA, PUERTO ÁNGEL, OAXACA”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN ACUICULTURA

PRESENTA:

ALFONSO CERVANTES ALCÁNTARA

DIRECTOR DE TESIS:

OCEAN. ÁNGEL CUEVAS AGUIRRE

PUERTO ÁNGEL, OAXACA, FEBRERO DE 2011

Puerto Ángel, Oaxaca, Febrero de 2011



UNIVERSIDAD DEL MAR

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la tesis “Pre-engorda de diploides y triploides del ostión *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) en la Boquilla, Puerto Ángel, Oaxaca” presentada por el Pasante de Ingeniería en Acuicultura Alfonso Cervantes Alcántara se considera que cumple con los requisitos y calidad necesarios para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

Ocean. Ángel Cuevas Aguirre
Universidad del Mar
Director.

M. en C. Saúl J. Serrano Guzmán
Universidad del Mar
Revisor.

Ocean. Pablo Pintos Terán
Universidad del Mar
Revisor.

I.B.Q. Amado Jorge Shaín Mercado
Universidad del Mar
Revisor.

M. en C. Alejandra Torres Ariño
Universidad del Mar
Revisora.

DEDICATORIA

A mis padres Alfonso Cervantes Durán y Elsa R. Alcántara Guzmán, quienes me dieron la oportunidad de prepararme profesionalmente, manteniendo su confianza en mí en todo momento.

A mi esposa Acela Edith por su amor y apoyo incondicional para alcanzar éste objetivo en mi vida.

A mis hermanos Brisa y Sócrates, sin su cariño y sustento no sería una realidad.

Y a mi hijo ponchín, que es el nuevo motor que me impulsa a seguir superándome.

AGRADECIMIENTOS

Para realizar el presente trabajo, conté con el apoyo y asesoría de varias personas a las que deseo dar las gracias, ya que cada una de sus aportaciones se ve reflejada en ésta tesis, así como a las personas que convivieron conmigo durante la carrera y son también parte de mi formación.

En primer lugar, pongo de manifiesto que el presente trabajo contó con una beca del proyecto “Estado de salud de los moluscos bivalvos en cultivo y poblaciones silvestres de bivalvos de interés acuícola en la costa de Oaxaca” Clave: SAGARPA- CONACYT 2003 – C01 – 125.

Agradezco a mi director Ocean. Ángel Cuevas Aguirre, por no dejar de respaldarme a pesar del tiempo que me tomó terminar la tesis y sus enseñanzas en el cultivo de moluscos, fruto de su experiencia en este campo de la acuicultura.

Al M. C. Saúl J. Serrano Guzmán por su asesoría en los análisis estadísticos y tomarme en consideración para formar parte de su grupo de trabajo en varios proyectos, así como por su disposición para la impresión del documento.

A la M. C. Alejandra Torres Ariño que mejoró radicalmente el formato de la tesis con sus sugerencias detalladas y por facilitar la traducción de mi resumen.

A mis revisores: Ocean. Pablo A. Pintos Terán e I.B.Q. Amado J. Shaín Mercado, por sus observaciones que me dieron otra perspectiva de la interpretación de los resultados y su discusión.

Al M. C. Miguel Córdoba Matson por la traducción del resumen al idioma inglés.

A Heladio Espíndola , Andrés Pacheco y Leónides Aquino por todo lo que aprendí de “su mundo” y por las mañas que se me pegaron.

A Gersan Tenorio, Mario Valdez y Alfredo Castellanos por su apoyo en el trabajo de campo y por ser grandes compañeros de buceo; a Carmen Arrazate por su valiosísima aportación en el análisis de endoparásitos y también en las asoleadas en La Boquilla; y a Ramón Sánchez por su apoyo para la obtención de los perfiles de clorofila.

A mi esposa Acela Edith que sin deberla ni temerla también le toco darle a las biometrías en laboratorio y por ser mi confidente durante toda la carrera, te amo.

A mis compañeros de la carrera, Alfredo Collí, Adriana Vázquez, Francisco Melendez, Gersan Tenorio, Elna Manzanarez, Julio Navarro, Gabriela Nucamendi y Daniel Vargas, grandes amigos y compañeros

A mis amigos de generación Dario, Gil, Brenda, Emanuel, Miguel, Fleury, Hugo, Francisco, Marco, Luis, Ramón, Douglas, Chayo y los que se me están olvidando, por todos los buenos momentos.

A los profesores de la carrera de Ingeniería en Acuicultura por su aportación en mi formación profesional y especialmente a los que perdonaron mis inasistencias.

A la banda de mantenimiento de la UMAR, que sin ellos no se podría subir y bajar la lancha para los trabajos en campo.

A mi familia por su sustento para terminar mis estudios.

También a mis amigos Luis Alberto Arredondo y Denis A. Canul por su amistad y su aliento para finalizar con mi titulación

Y finalmente a mi nueva familia Guadalupe, Gabriel y José quienes me aceptaron en su vida.

¡GRACIAS A TODOS!

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	7
III. BIOLOGÍA DE LA ESPECIE	9
III.1. Taxonomía	13
III.2. Morfología	13
III.3. Ciclo de vida	14
III.3.1. Fisiología reproductiva	14
III.3.2. Desove	14
III.3.3. Estadios larvales	14
IV. JUSTIFICACIÓN	16
V. HIPÓTESIS	17
VI. OBJETIVOS	18
VI.1. General	18
VI.2. Particulares	18
VII. ÁREA DE ESTUDIO	19
VII.1. Macrolocalización	19
VII.2. Microlocalización	19
VII.3. Geomorfología	21
VII.4. Características oceanográficas costeras	21
VII.5. Características meteorológicas	23
VII.6. Características hidrológicas	25
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS	25
VIII.1. Descripción general de los sistemas y artes de cultivo	25
VIII.1.1. Cultivo suspendido	26
VIII.1.2. Cultivo en fondo	27
VIII.2. Descripción de las etapas de cultivo	27
VIII.2.1. Actividades previas a la siembra	28
VIII.2.2. Aclimatación	29
VIII.2.3. Crianza	29
VIII.2.4. Cultivo intermedio	30
VIII.3. Diseño experimental	30
VIII.4. Trabajo de campo	33
VIII.4.1. Mantenimiento y muestreo	34
VIII.4.2. Biomasa en cultivo y evaluación de mortalidad	36
VIII.4.3. Toma de muestras de los genotipos de <i>C. gigas</i>	36
VIII.5. Trabajo de laboratorio	37
VIII.5.1. Morfometrías	37
VIII.5.2. Epibiontes y prevalencia de endoparásitos	38
VIII.5.3. Concentración de clorofilas	41
VIII.6. Análisis de datos	42
VIII.6.1. Biomasa cultivada	43

VIII.6.2. Tendencia de crecimiento	43
VIII.6.3. Tasa absoluta de crecimiento (TAC)	44
VIII.6.4. Tasa intrínseca de crecimiento (TIC)	45
VIII.6.5. Mortalidad	47
VIII.6.6. Índice de condición	49
VIII.6.7. Epibiontes y Prevalencia de endoparásitos	50
VIII.6.8. Concentración de clorofilas	51
IX. RESULTADOS	52
IX.1. Temperatura del agua de mar	52
IX.2. Variación y variabilidad de la clorofila	53
IX.3. Biomasa cultivada	54
IX.4. Análisis exploratorio de datos	55
IX.5. Tendencia de crecimiento	55
IX.5.1. Tendencia de crecimiento en Largo (La, en cm)	56
IX.5.2. Tendencia de crecimiento en Peso Seco (Ps, en g)	57
IX.6. Tasa absoluta de crecimiento (TAC)	59
IX.6.1. Tasa absoluta de crecimiento (TAC) en Largo ($\text{mm}\cdot\text{semana}^{-1}$)	59
IX.6.2. Tasa Absoluta de crecimiento (TAC) en Peso seco ($\text{g}\cdot\text{semana}^{-1}$)	62
IX.7. Tasa intrínseca de crecimiento (TIC)	65
IX.7.1. Tasa intrínseca de crecimiento (TIC) en largo ($\text{mm}\cdot\text{día}^{-1}$)	65
IX.7.2. Tasa intrínseca de crecimiento (TIC) en Peso seco	67
IX.8. Mortalidad	68
IX.8.1. Mortalidad acumulada	68
IX.8.2. Mortalidad por manejo, natural y total	69
IX.9. Índice de condición (IC)	72
IX.9.1. Índice de condición en cultivo suspendido	73
IX.9.2. Índice de condición en cultivo de fondo	74
IX.10. Epibiontes y endoparásitos	75
IX.10.1. Epibiontes	75
IX.10.2. Endoparásitos	76
X. DISCUSIÓN	79
X.1. Temperatura del agua y perfiles de clorofila total	79
X.2. Crecimiento	82
X.2.1. Tasa absoluta de crecimiento (TAC)	84
X.2.2. Tasa intrínseca de crecimiento (TIC).	88
X.3. Mortalidad	94
X.3.1. Mortalidad acumulada	94
X.3.2. Mortalidad natural	95
X.3.3. Mortalidad por manejo	96
X.3.4. Mortalidad por etapas de cultivo	97
X.4. Índice de condición (IC)	99
X.5. Epibiontes	102
X.6. Parásitos	105
XI. CONCLUSIONES	108
XII. RECOMENDACIONES	109
XIII. LITERATURA CITADA	111
XIV. ANEXOS	118

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa nacional de producción de ostión en México. Fuente: Sistema Producto Ostión Nacional, 2009. 3

Figura 2. Serie histórica de la producción por pesquería de ostión en peso vivo en Oaxaca. Fuente: Anuario estadístico de pesca SAGARPA-CONAPESCA, 2008. 5

Figura 3. Anatomía externa de la valva derecha de *C. gigas* (Tomado de Pauley *et al.*, 1988). 13

Figura 4. Diagrama del ciclo de vida del ostión *C. gigas* (Modificado de DFAA, 2005). 15

Figura 5. Localización de playa La Boquilla y la línea de cultivo del ostión *C. gigas*. 20

Figura 6. Vista de la playa La Boquilla desde la parte norte de la línea larga sumergida. 20

Figura 7. Esquema de línea larga sumergida y componentes en La Boquilla, Oaxaca. (Modificado de Vite, 2002). 25

Figura 8. Sistemas y artes de cultivo utilizados con *C. gigas* en La Boquilla, Oaxaca. 26

Figura 9. Limpieza de “poches” en el cultivo de fondo mediante buceo autónomo. Tomada por: Castellanos-Hernández, 2004. 35

Figura 10. Redes “linterna” antes y después de la limpieza con cepillo. 35

Figura 11. Principales medidas morfométricas de *C. gigas* (Modificado de Pauley *et al.*, 1988). 37

Figura 12. Etiquetado de muestras de ostión para su procesamiento. 39

Figura 13. Corte transversal de *C. gigas*, mostrando los principales órganos (Tomado de Arrazate-Rodríguez *et al.*, en proceso). 40

Figura 14. Temperatura del mar en La Boquilla, Oaxaca a media agua (8-10 m) y fondo (21-22 m) durante el periodo de cultivo de ostión *C. gigas* (agosto a diciembre, 2004). 52

Figura 15. Perfiles de Clorofila. A) Clorofila *a*; B) Clorofila *b*; C) Clorofila *c*; D) Clorofila total. 53

Figura 16. Biomasa fitoplanctónica en La Boquilla (como clorofila total, $\bar{y} \pm s$) en cuatro fechas de muestreo durante el cultivo de *C. gigas*, a profundidades similares a las del cultivo. 54

Figura 17. Tendencia de crecimiento promedio ($\bar{y} \pm S\bar{y}$) en largo (La), de ostiones triploides (baja y alta densidad) y diploides (baja densidad). A: cultivo suspendido, B: fondo. 56

Figura 18. Tendencia de crecimiento en peso seco (Ps), de ostiones diploides (baja densidad) y triploides (baja y alta densidad) A: cultivo suspendido, B: fondo. 58

Figura 19. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC) en largo (La), de ostiones diploides (baja densidad) y triploides (baja y alta densidad). A: cultivo suspendido, B: fondo. 61

Figura 20. Tasa Absoluta de Crecimiento (TAC), en peso seco (Ps), de ostiones diploides (baja densidad) y triploides (baja y alta densidad) A: cultivo suspendido, B: fondo. 63

Figura 21. Porcentajes de mortalidad acumulada de ostiones diploides (baja densidad) y triploides (baja y alta densidad) A: cultivo suspendido, B: fondo. 69

Figura 22. Porcentajes de mortalidad natural ($\bar{y} \pm s$) de ostiones diploides (baja) y triploides (baja y alta densidad). A: cultivo suspendido, B: fondo. 70

Figura 23. Perforación en la concha del ostión *C. gigas* en cultivo en La Boquilla, evidencia de depredación. 72

Figura 24. A) Depredadores y fauna de acompañamiento del ostión *C. gigas*, en redes linterna y pochos. B) Huevos de gasterópodo sobre las valvas del ostión. 72

Figura 25. Índice de condición (IC) de ostiones diploides (baja densidad) y triploides (baja y alta densidad) de *C. gigas* A: cultivo suspendido, B: fondo. 73

Figura 26. Ostiones con epibiontes, en cultivo suspendido y fondo, al final del cultivo intermedio, (113 días). 75

Figura 27. Revisión macroscópica de branquias de muestras de ostiones adultos de *C. gigas*. 76

Figura 28. Cortes histológicos de *C. gigas* (Hematoxilina-Eosina) mostrando inclusión de células del protozooario esporulado x (PEX). (A) Branquias (10x), B) Estómago (10x), C) Intestino (40x), D) Manto (40x), E) Divertículo digestivo (20x), F) Palpo labial (10x). Fotos: Arrazate-Rodríguez, 2005. 78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Volumen (Ton) de la producción pesquera de acuicultura en peso vivo, por principales especies, según litoral y entidad federativa, 2008.....4

Tabla II. Diseño experimental del cultivo de *C. gigas* en La Boquilla, Oaxaca.....32

Tabla III. Actividades realizadas durante el cultivo experimental de *C. gigas* en La Boquilla del 26 de agosto al 17 de diciembre de 2004.....33

Tabla IV. Biomasa fresca en cultivo (Kg).....55

Tabla V. Resultados de las regresiones exponenciales en largo y pruebas de comparación de Tasas intrínsecas de crecimiento (b) \pm error de estimación (S_b), entre tratamientos y profundidades para *C. gigas*.....66

Tabla VI. Resultados de la regresión exponencial en peso seco y prueba de diferencias de Tasas intrínsecas de crecimiento (TIC) entre tratamientos y profundidades para *C. gigas*.....67

Tabla VII. Mortalidad total, natural y por pérdidas ($\bar{y} \pm s$) por tratamiento para el ostión *C. gigas*, a diferentes profundidades y densidades de cultivo.71