



UNIVERSIDAD DEL MAR

Puerto Ángel, Oaxaca, México

**“CAPTACIÓN DE SEMILLA DE MOLUSCOS
BIVALVOS NATIVOS Y ANÁLISIS DE LA
COLONIZACIÓN DE SUSTRATOS ARTIFICIALES EN LA
BAHÍA TANGOLUNDA, OAX., DURANTE EL PERÍODO
DE DICIEMBRE DE 2000 A JUNIO DEL 2001”**

T E S I S

Que para obtener el título de
LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA

PRESENTA

ADRIANA TORRES ORTIZ

SEPTIEMBRE DEL 2002



Puerto Ángel, Oaxaca, septiembre de 2002.

UNIVERSIDAD DEL MAR

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de realizar una revisión detallada de la tesis **“Captación de semilla de moluscos bivalvos y análisis de la colonización de sustratos artificiales en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el periodo de diciembre de 2000 a junio de 2001”**, presentada por la Pasante de Biología Marina Adriana Torres Ortiz, se considera que cumple con los requisitos y calidad necesarios para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA



M. en C. Saul J. Serrano Guzmán.
Universidad del Mar
Director



M. en C. Denhi Salinas Ordaz
Regiduría de Pesca y Acuacultura
H. Ayuntamiento del Municipio de Santa
María Huatulco, Oax.
Revisora



Oc. Miguel Ángel Ahumada Sempoal
Universidad del Mar
Revisor



M. en C. Humberto Wright López
Universidad del Mar
Revisor



Oc. Ángel Cuevas Aguirre
Universidad del Mar
Revisor

DEDICATORIA

A mis abuelos, Zenaido y Felipa, que han sido como mis padres.

A mis tíos y tías, Victoria y Humberto, Lourdes y Gaudencio, Rosario y Mario y Idelfonso por su gran apoyo.

A el compañero que luchó conmigo contra la corriente, con todo mi amor para Alejandro.

A doña Vicky, Carol, Ana y Julio (a sus hijos, Fabiola y Julito), Julia y Pancho (a su hija, Lobanna), quienes han sido madre, hermanos y me han dado la oportunidad de formar parte de su familia.

A mi padre, Felipe. por su apoyo y su paciencia.

A Lola, que ha sido como una madre.

A mis hermanas Denisse y Alejandra.

A todos mis compañeros y amigos.

A todos ellos, con mucho amor.

AGRADECIMIENTOS

A Saúl J. Serrano G., por la acertada dirección hacia este trabajo, por sus enseñanzas, paciencia, por el gran apoyo y confianza, así como por la dedicación y aportaciones de la tesis hasta su terminación.

A Denhí Salinas O., por su amistad, por las aportaciones y seguimiento del trabajo.

A Miguel A. Ahumada S., por las aportaciones, enseñanzas y seguimiento de la tesis desde el principio hasta el final.

A Humberto Wright L., por su amistad, sus consejos, por el apoyo incondicional, por las enseñanzas y correcciones de este trabajo, reforzándolo y haciéndolo posible.

A Ángel Cuevas A., por el apoyo en el trabajo colecta y por de las correcciones oportunas del trabajo escrito.

A Alejandro Olivera, que sin conocerme me apoyo en la consulta de bibliografía para la realización de este trabajo.

A el capi, Heladio Espíndola y al marinero Andrés Pacheco, por los apoyos en el trabajo de campo, así como por las experiencias en el mar.

A la Umar, por haberme dado la oportunidad de realizar mi carrera y mis sueños profesionales.

A mis viejitos, Zenaido y Felipa, que no son mis abuelos, sino mis padres, porque no solo es padre el que engendra sino aquel que cuida, apoya, esta contigo en las buenas y en las malas, por darme una segunda oportunidad de vivir, por sus noches de angustia y desvelos y porque siempre han confiado en mi.

A mis tíos y tías, Victoria y Humberto, Lourdes y Gaudencio, Rosario y Mario e Idelfonso, que también fueron como unos padres y me dieron su cuidados, apoyo y desvelos.

A Alejandro que ha sido el brazo fuerte del que me he apoyado, por darme comprensión y amor, por haber soportado tanto, por hacerme sentir segura en mis decisiones, por darme la fuerza para seguir con mis ideales.

A doña Vicky, Carol, Ana y Julio, Julia y Pancho, por haberme dado la dicha de entrar en sus vidas, haciéndome parte de su familia al ser hija y hermana, porque me han apoyado e impulsado hacia la finalización de este gran logro.

A la Señora Lulú, a Don Walter y a toda su familia, por darme la confianza y apoyo cuando más lo necesitaba.

A mi padre, Felipe, por darme la vida, por su gran apoyo económico y paciencia.

A Lola, por haberme dado la oportunidad de ser una más de sus hijas, así como a mis hermanas Denisse y Alejandra.

A la abuela Rosenda y el abuelo Hugo, que me dieron apoyo incondicional.

A todos los "Suckis", compañeros y amigos de generación: Alejandro, Baruch, Betzabeth, Edgar, Fabriccio, Hector, José Alberto (Oso), Josué, Lobato, Luis (Vallín), Miriam (Lupis), Norma, Tania y Zoe, por todos los momentos que pasamos juntos.

A todos los profesores que nos formaron y nos dieron las herramientas para seguir adelante con nuestra carrera profesional.

A mis grandes amigos, Saúl, Denhí, Humberto, Miguel, Angel, Eduardo Herrera, Chain, Gamboa, Ayax, Tania y Ana Laura, Amada y su esposo Francisco, por sus consejos, convivencias y por sus apoyo incondicionales en el momento que los necesitaba.

A Jorge Humberto "Jor-Jitsu" y Carlos Eliud por su ayuda en la selección, compra, arreglo y mantenimiento de mi herramienta de trabajo ("Compu").

A Mario Fuente por gran apoyo en la otorgada beca-tesis.

A Raúl Ulloa, por su apoyo con el material de impresión.

A la Señora Teresa por haberme dado la dicha de llegar a este mundo.

A Dios por lo tanto que me ha dado, aunque a veces sienta que no me lo merezca.

Y a todos aquellos que en este momento no llegan a mi mente pero que ayudaron a la realización de este trabajo.

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la colonización de la comunidad de macroinvertebrados epibentónicos sobre sustratos artificiales, dando énfasis a la captación de semilla de moluscos bivalvos instalados en un sistema de cultivo en suspensión sumergida (línea larga), en la Bahía Tangolunda, Oax. El período de muestreo comprendió del 1° de diciembre del 2000 al 29 de junio del 2001, con muestreos de dos, cuatro y seis semanas, con el objeto de comparar y analizar la composición y estructura de especies durante dos procesos de colonización (uno de dos semanas de exposición y otra de cuatro semanas), así como el efecto de la profundidad entre cada uno de estos procesos (0-2 m, 12-14 m y 22-24 m), también se hace una comparación de la similitud entre profundidades; para la sección de moluscos bivalvos se evaluó la disponibilidad de juveniles en relación a la profundidad y tiempo de permanencia de los colectores. Se elaboró un listado de especies de juveniles captados, de importancia tanto económica como ecológica, se determinó la existencia de asociaciones entre pares de especies de bivalvos reclutados, así como el tipo e intensidad de la asociación, además se analiza la sucesión de las especies de juveniles de bivalvos recolectados durante todo el período de estudio.

Para el análisis de las comunidades se aplicaron los índices de riqueza específica de Margalef [R1] y Menhinick [R2]; diversidad de Simpson [Ds], Shannon-Wiener [H'] y Brillouin [H]; dominancia de Simpson [I] y Pielou [Dp]; equitatividad de Pielou [J'] y Heip [Hp]; la comparación de la diversidad se realizó mediante una Prueba t; en la similitud entre profundidades se utilizaron los coeficientes de Jaccard [Cj] y Sorensen [Cs] para datos cualitativos, Morisita-Horn [Cm-h] y Sorensen modificado [Cs mod.] para datos cuantitativos. Para el caso de la captación de semilla de moluscos bivalvos, el análisis de asociación entre profundidades para cada muestreo se basó en el método de coeficientes de distancias de Bray-Curtis; en la asociación interespecifica se utilizaron tablas de contingencia, la Prueba Chi-Cuadrada con la corrección propuesta por Yate, la intensidad de asociación se estimó mediante el coeficiente de Kendall, también se utilizaron índices de asociación de Ochiai [OI], Dice [DI] y Jaccard [JI].

Se registró una mayor epibiosis a las cuatro semanas de exposición (640 individuos), predominando los crustáceos (34.1 %), después los bivalvos (20.6 %), gasterópodos (17.7 %), urocordados (ascidias con 17.3 %) y finalmente los peces (0.3 %). La mayor riqueza de especies se observó en el fondo tras cuatro semanas de exposición de los colectores. La muestra de cuatro semanas presentó mayor diversidad y equitatividad ($D_s=10.72$, $H'=3.58$ y $H=1$; $J'=1.74$ y $H_p=0.81$ a media agua, respectivamente), mostrando por lo tanto menor dominancia ($I=0.185$ y $D_p=0.102$), con respecto a la muestra de dos semanas, debido a que los resultados sugieren que el proceso de depredación disminuye las abundancias de las especies más competitivas, aumentando la posibilidad de crear nuevos nichos ecológicos, llevando a un incremento de la heterogeneidad espacial. Las comparaciones de diversidad por profundidad, 0-15, 0-22 y 15-22 no revelaron diferencias estadísticas significativas, es decir presentaron una diversidad similar, asociadas a las diferencias en el ambiente físico como puede ser una disturbio intermedio a las dos semanas, llevando a una estabilidad ambiental a las cuatro semanas de tal forma que no existen diferencias de la diversidad entre profundidades (a las cuatro semanas). La mayor captación de semilla se dio en las profundidades de media agua y fondo, durante todo el período de muestreo y con mayores abundancias a seis semanas de inmersión de los colectores. Las especies con potencial uso en acuicultura son: *Pteria sterna*, *Pinctada mazatlanica*, *Pinna rugosa*, *Atrina maura*, *Choromytilus* sp., *Modiolus* sp., *Brachydontes* sp., *Anadara* sp. y la Familia Pectinidae.

INDICE

RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACIÓN	7
III. ANTECEDENTES	8
IV. OBJETIVOS	
4.1 General	20
4.2 Particulares	20
V. HIPÓTESIS	21
VI. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	
6.1 Características generales	22
6.2 Geomorfología	24
6.3 Características oceanográficas costeras	25
6.3.1 Temperatura superficial	26
6.3.2 Salinidad	26
6.3.3 Corrientes oceánicas	27
6.3.4 Mareas	27
6.3.5 Oleaje	27
6.4 Características meteorológicas	28
6.4.1 Clima	28
6.4.2 Radiación solar	28
6.4.3 Temperatura ambiental	28
6.4.4 Precipitación	29
6.4.5 Vientos	29
6.4.6 Huracanes	30
6.5 Características hidrológicas	
6.5.1 Gasto y escurrimiento	30
VII. MATERIALES Y METODOS	
7.1 Trabajo de campo	32
7.2 Trabajo de laboratorio	34
7.3 Análisis de datos	35
a) Comunidades epibentónicas colonizantes	35
1. Composición de especies	35
2. Diversidad alfa (α)	35

Curvas de rarefacción	36
Riqueza específica	36
Diversidad	37
Dominancia	39
Equitatividad	40
Comparación de la diversidad	41
3. Diversidad beta (β)	42
Coeficientes de similitud	42
b) Captación de semilla de moluscos bivalvos nativos	44
1. Abundancia	44
2. Coeficientes de distancias	45
3. Asociaciones interespecíficas (pares de especies)	45
4. Sucesión	48
VIII. RESULTADOS	
Mediciones de la temperatura del agua	49
a) Comunidades epibentónicas colonizantes	50
1. Composición de especies	50
2. Diversidad alfa (α)	52
Curvas de rarefacción	52
Riqueza específica	55
Diversidad	56
Dominancia	58
Equitatividad	60
Comparación de la diversidad	62
3. Diversidad beta (β)	63
Coeficientes de similitud	63
Otros grupos asociados a los sustratos	65
b) Captación de semilla de moluscos bivalvos nativos	66
1. Abundancia	66
2. Coeficientes de distancias	73
3. Asociaciones interespecíficas (pares de especies)	75
4. Sucesión	76
IX. DISCUSIONES	
a) Comunidades epibentónicas colonizantes	78

1. Composición de especies	79
2. Diversidad alfa (α)	
Curvas de rarefacción	81
Riqueza específica	83
Diversidad, Dominancia y Equitatividad	84
Comparación de la diversidad	86
3. Diversidad beta (β)	
Coeficientes de similitud	87
b) Captación de semillas de moluscos bivalvos nativos	
1. Abundancia	88
2. Coeficientes de distancias	93
3. Asociaciones interespecíficas (pares de especies)	94
4. Sucesión	95
Temperatura del agua	96
X. CONCLUSIONES	97
XI. RECOMENDACIONES	100
XII. LITERATURA CITADA	101
ANEXOS	
Apéndice I. Tabla de presencia (1) ausencia (0) de los taxa de bivalvos captados en seis meses (1/12/00 al 29/06/01) a tres profundidades. S) superficie, M) media agua y F) fondo.	112
Apéndice II. Tabla de presencia (1) ausencia (0) de los taxas de moluscos bivalvos captados en cada fecha de muestreo.	113
Apéndice III. Resultado de la prueba X^2 en tablas de contingencia de 2 x 2, para la muestra del 1° de diciembre del 2000.	114
Apéndice IV. Resultado de la prueba X^2 en tablas de contingencia de 2 x 2, para la muestra del 19 de diciembre del 2000.	115
Apéndice V. Resultado de la prueba X^2 en tablas de contingencia de 2 x 2, para la muestra del 17 de enero del 2001.	116
Apéndice VI. Resultado de la prueba X^2 en tablas de contingencia de 2 x 2, para la muestra del 23 de febrero del 2001.	117
Apéndice VII. Resultado de la prueba X^2 en tablas de contingencia de 2 x 2, para la muestra del 6 de abril del 2001.	118
Apéndice VIII. Resultado de la prueba X^2 en tablas de contingencia de 2 x 2, para la muestra del 19 de mayo del 2001.	120

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Bahía Tangolunda.	23
Figura 2. Temperatura (°C) y Precipitación (mm) para la época de estudio en las Bahías de Huatulco, Oax.	29
Figura 3. Zona de cultivo de moluscos, donde se llevo acabo la captación de la comunidad epibentónica y semilla de moluscos bivalvos (no esta a escala).	32
Figura 4. Sistema de colecta de juveniles de macroinvertebrados epibentónicos.	33
Figura 5. Composición del reclutamiento epibentónico, después de dos semanas de exposición de los sustratos en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	50
Figura 6. Composición del reclutamiento epibentónico, después de cuatro semanas de exposición de los sustratos en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	51
Figura 7. Curvas de rarefacción para el número de individuos por especie, en la muestra de dos semanas de exposición en el mar, y cuatro profundidades en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	53
Figura 8. Curvas de rarefacción para la biomasa de las especies captadas, en la muestra de dos semanas de exposición en el mar a cuatro profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	53
Figura 9. Curvas de rarefacción para el número de individuos por especie, en la muestra de cuatro semanas de exposición en el mar, a tres profundidades, en la Bahía Tangolunda Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	54
Figura 10. Curvas de rarefacción para la biomasa de las especies captadas, en la muestra de cuatro semanas de exposición en el mar, a tres profundidades, en la Bahía Tangolunda Oax., durante el período diciembre del 2000 a junio del 2001.	55
Figura 11. Riqueza específica para la muestra de dos semanas de exposición en el mar a cuatro profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período diciembre del 2000 a junio del 2001. Según los índices de Margalef [R1] y Menhinick [R2].	55
Figura 12. Riqueza específica para la muestra de cuatro semanas de exposición en el mar a tres profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período diciembre del 2000 a junio del 2001. Según los índices de Margalef [R1] y Menhinick [R2].	56
Figura 13. Diversidad para la muestra de dos semanas de exposición a cuatro profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001. Según los índices de Simpson [Ds], Shannon-Wiener [H'] y Brillouin [H].	57
Figura 14. Diversidad para la muestra de cuatro semanas de exposición a tres profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período diciembre	

del 2000 a junio del 2001. Según Simpson [Ds], Shannon-Wiener [H'] y Brillouin [H].	58
Figura 15. Dominancia para la muestra de dos semanas de exposición a cuatro profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001. Según Simpson [f] y Pielou [Dp].	59
Figura 16. Dominancia para la muestra de cuatro semanas de exposición a tres profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001. Según Simpson [f] y Pielou [Dp].	60
Figura 17. Equitatividad para la muestra de dos semanas de exposición a cuatro profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001. Según los índices de Pielou [J'] y Heip [Hp].	61
Figura 18. Equitatividad para la muestra de cuatro semanas de exposición a tres profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001. Según los índices de Pielou [J'] y Heip [Hp].	61
Figura 19. Dendrograma de similitud obtenido a partir de las abundancias por especie de cada profundidad, para la muestra de dos semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax. durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	64
Figura 20. Dendrograma de similitud obtenido a partir de las abundancias por especie de cada profundidad, para la muestra de cuatro semanas de exposición al mar en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	65
Figura 21. Abundancia de juveniles de bivalvos por costal en relación a la profundidad, para cada período de muestreo. Superficie (Sup), Media agua (Med) y Fondo (Fon).	66
Figura 22. Abundancia de juveniles de bivalvos en la muestra de dos semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período del 1° al 19 de diciembre del 2000 (La clave de las especies y/o morfotipos se presenta en la Tabla XII).	67
Figura 23. Abundancia de taxa de bivalvos en la muestra de cuatro semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período del 19 de diciembre del 2000 al 17 de enero del 2001 (expresada en logaritmo base 10).	68
Figura 24. Abundancia de taxa de bivalvos en la muestra de cuatro semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período del 17 de enero al 23 de febrero del 2001 (expresada en logaritmo base 10).	69
Figura 25. Abundancia de "semilla" de bivalvos en la muestra de seis semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período del 23 de febrero al 6 de abril del 2001 (expresada en logaritmo base 10).	69
Figura 26. Abundancia de "semilla" de bivalvos en la muestra de seis semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período del 6 de abril al 19 de mayo del 2001 (expresada en logaritmo base 10).	70

Figura 27. Abundancia de postlarvas de bivalvos en la muestra de seis semanas de exposición en el mar , en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período del 19 de mayo al 29 de junio del 2001 (expresada en logaritmo base 10).	71
Figura 28. Diagrama de similitud según el método de Bray-Curtis, para las profundidades (S = superficie, M = media agua y F = fondo) en que se capturaron los juveniles de bivalvos.	74
Figura 29. Sucesión de postlarvas y/o morfotipos de juveniles de bivalvos capturados, que colonizan sustratos artificiales de monofilamento, en la Bahía Tangolunda, Oax., del 1 de diciembre del 2000 al 29 de junio del 2001.	77

INDICE DE TABLAS

Tabla I. Datos históricos de gasto y escurrimiento del Río Copalita.	31
Tabla II. Tabla de contingencia.	45
Tabla III. Temperatura del agua (°C) durante el período de estudio, a tres profundidades, en la Bahía Tangolunda, Oax.	49
Tabla IV. Número de individuos, especies y biomasa acumulada en la muestra de dos semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	51
Tabla V. Número de individuos, especies y biomasa acumulada en la muestra de cuatro semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	52
Tabla VI. Valores para la diversidad ponderada y varianza para cada profundidad, en sustratos expuestos dos semanas en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	62
Tabla VII. Prueba t para la comparación de la diversidad ponderada entre profundidades.	62
Tabla VIII. Valores de diversidad ponderada y varianza para cada profundidad, en sustratos expuestos cuatro semanas en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	63
Tabla IX. Prueba t para la comparación de la diversidad ponderada entre profundidades.	63
Tabla X. Valor de los coeficientes de similitud (en grados de similitud) en relación a la profundidad, para la muestra de dos semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	63
Tabla XI. Valores de los índices de similitud (en grados de similitud) en relación a la profundidad, para la muestra de cuatro semanas de exposición en el mar, en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	65
Tabla XII. Especies y/o morfotipos de juveniles de bivalvos captados, así como su clave de referencia.	67
Tabla XIII. Prueba de Kruskal–Wallis para la abundancia de juveniles de bivalvos (A) en función del tiempo de inmersión (TI) o la profundidad (P) de captación, durante sus máximas incidencias.	71
Tabla XIV. Moluscos bivalvos reclutados en la Bahía Tangolunda, Oax., durante el período de diciembre del 2000 a junio del 2001.	72
Tabla XV. Lista de especies de bivalvos reclutados, con importancia ecológica y económica.	73
Tabla XVI. Máximo reclutamiento de semillas por gr de sustrato ofrecido, según diferentes autores.	93