

UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



“Detección de áreas potenciales para el cultivo de "camarón blanco" *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), en el Sistema Lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México”.

TESIS

Que para obtener el título de:

Ingeniero en Acuicultura

Presenta:

Uriel Castrejón Rodríguez

(05030002)

Director:

M.en C. Pedro Cervantes Hernández

Puerto Ángel, Pochutla, Oaxaca, febrero 2014



Ciudad Universitaria, Puerto Ángel, Oaxaca, febrero 2014

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber analizado y evaluado la tesis “Detección de áreas potenciales para el cultivo de "camarón blanco” *Litopenaeus vannamei* (Boone 1931), en el Sistema Lagunar Mar Muerto, Oaxaca-Chiapas, México”, presentada por el pasante de Ingeniería en Acuicultura Uriel Castrejón Rodríguez con número de matrícula 05030002, por este conducto le comunicamos que la tesis cumple con la calidad académica necesaria para ser defendida en el examen profesional.

COMISIÓN REVISORA

M. en C. Pedro Cervantes Hernández
Universidad del Mar
Director

M. en C. José Arturo Martínez Vega
Universidad del Mar
Revisor

Ocean. Pablo Antonio Pintos Terán
Universidad del Mar
Revisor

M. en C. Alejandro Gómez Ponce
Universidad Nacional Autónoma de México
Revisor

M. en C. María del Rocío Gutiérrez Ortiz
Universidad del Mar
Revisor

RESUMEN

Al interior del Sistema Lagunar Mar Muerto (SLMM), fueron simuladas: a) la probabilidad de encuentro $P(e)$ para *Litopenaeus vannamei* (del 12 de mayo 2005 al 16 de febrero 2006) y b) la variabilidad mensual para la temperatura superficial lagunar (TSL), la salinidad y el oxígeno disuelto (OD) (del 26 de septiembre 2001 al 16 de enero a marzo 2002). Con base en un análisis integral de la información anterior y considerando la división del SLMM, en tres sub-zonas: "Noreste", "Centro" y "Sureste", se identificaron en cada una de éstas, considerando la infraestructura existente, las áreas potenciales para el cultivo de camarón blanco. Los óptimos para el cultivo de esta especie, están documentados entre 28 a 30°C, de 25 a 35 UPS y mayor a 4 mg/L de OD. La sub-zona "Noreste", registró un intervalo de TSL (de 30.9-32.1°C), salinidad (38.3-42.2 UPS) y mayor a 14.2 mg/L de OD; en ésta, la $P(e)$ resultó ser la más baja (de 0.48 a 1.52%). La sub-zona "Centro", registró un intervalo de TSL (32-34°C), salinidad (42-49 UPS) y 13-14 mg/L de OD; en ésta, la $P(e)$ resultó ser la más alta (de 3.18 a 6.23%). La sub-zona "Sureste", registró un intervalo de TSL (34.4-36.7°C), salinidad (49.9-57.6 UPS) y mayor a 11.8 mg/L de OD; en ésta, la $P(e)$ resultó de (de 0.48 a 2.5%). En la sub-zona "Centro", se evidenció un variabilidad mensual de TSL, salinidad y OD, dentro de los intervalos óptimos para el cultivo de *L. vannamei*, lo que indirectamente pudo visualizarse, con el incremento de la $P(e)$ y en donde la población mostró una distribución agregada ($S^2=10.70$, $\bar{Y}=3.95$, $S^2 > \bar{Y}$, $ji^2 = 22.36$, $ji^2_{0.05} = 24$ y $P < 0.05$). A diferencia de las sub-zonas "Noreste" y "Sureste", la sub-zona "Centro" tiene la infraestructura básica necesaria para apoyar logísticamente el desarrollo de proyectos en acuicultura (vías de transporte, red eléctrica, cercanía de localidades rurales y urbanas). Particularmente, en la sub-zona "Centro", se evidenció que entre la Isla Palizada y el Arroyo la Línea, están delimitadas las áreas con mayor potencial para la acuicultura de *L. vannamei*, en donde se visualizó una extensa superficie de manglar, indispensable para el desarrollo de las post-larvas que ingresan al SLMM entre octubre 2001 y marzo 2002.

Palabras clave: cultivo, camarón, Mar Muerto, distribución, hidrológica.

ABSTRACT

In the interior Sistema Lagunar Mar Muerto (SLMM), the following were simulated a) the probability of encountering $P(e)$ for *Litopenaeus vannamei* (from 12th of may 2005 to 16th of February 2006) and b) the monthly variability for the superficial lagunar temperature (TSL), the salinity and dissolved oxygen (OD) (from 26th of september 2001 to 16th of january at march 2002). Based on a complete analysis of the previous information and considering the division of SLMM, on three sub-zones: "North-east", "Center" and "South-east", each is identified, considering the existing infrastructure, the potential areas for growth of the "White shrimp". The most ideal conditions for cultivation of this species are documented between 28 and 30°C, from 25 to 35 UPS and above 4 mg/L of OD. The "North-east" sub-zone, registered and interval of TSL (from 30.9-32.1°C), salinity (38.3-42.2 UPS) and above 14.2 mg/L of OD; on this, the $P(e)$ turned out to be lowest (0.48 to 1.52%). The "Center" sub-zone registered and interval of TSL (32-34°C), salinity (42-49 UPS) and 13-14 mg/L of OD; on this, the $P(e)$ turned out to be the highest (3.18 to 6.23%). The "South-east" sub-zone registered and interval of TSL (34.4-36.7°C), salinity (49.9-57.6 UPS) and above 11.8 mg/L of OD; on this, the $P(e)$ turned out to be (of 0.48 to 2.5%). In the "Center" sub-zone, there was evidence of a monthly variability of TSL, salinity and OD, within the optimal intervals for growth of *L. vannamei*, which was visualized indirectly, with the increase of $P(e)$ and were the population showed a attached distribution ($S^2=10.70$, $\bar{Y}=3.95$, $S^2 > \bar{Y}$, $ji_i^2=22.36$, $ji_{0.05}^2=24$ y $P<0.05$). The difference in the sub-zones "North-east" and "South-east", the "Center" sub-zone has the basic infrastructure necessary to logistically support the development of the aquaculture projects (transport routes, mains, proximity the rural and urban tows). Particularly, on the "Center" sub-zone, there was evidence that between the Isla Palizada and the Arroyo la Línea, where areas are defined with major potential for aquaculture of *L. vannamei*, where and extensive surface of swamp was displayed, necessary for the development of post-larvas which are deposited to the SLMM between october 2001 march 2002.

Key word: grow, shrimp, Mar Muerto, hydrologic and distribution.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos.....

“Siempre hay un tiempo para marchar aunque no haya sitio a donde ir”.
Tennessee, Williams

"Es una enorme desgracia no tener talento para hablar bien, ni la sabiduría necesaria para cerrar la boca". Bruyere, Jean

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar doy gracias a mis padres, por haberme dado fuerzas, confianza y apoyo, que sin duda en el trayecto de mi vida me han demostrado su amor y apoyo, ayudándome a corregir mis fracasos y celebrando mis triunfos.

A mis hermanos Elder, Vianey, Alejandra Karina y Kevin Jesús, que con sus consejos me ayudaron a afrontar los obstáculos que se me han presentado a lo largo de mi vida, además de su apoyo incondicional en todos los sentidos.

A mis amigos que me brindaron su amistad durante este transcurso en la UMAR y compartieron momentos difíciles, alegrías y las fiestas. También a ti que compartiste un momento de tu vida, gracias.

A Pedro Cervantes Hernández, porque con cada una de sus valiosas aportaciones hizo posible este proyecto, por su empeño, y por la gran calidad humana que me ha demostrado con su amistad.

A mis revisores, porque gracias a sus comentarios y conocimientos afinaron esta tesis.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

ÍNDICE	Página
I. - INTRODUCCIÓN	1
II.- ANTECEDENTES	5
2.1 ESTUDIOS SOBRE POBLACIONES DE CAMARÓN	5
2.2 ESTUDIOS SOBRE ACUICULTURA	7
2.3 CALIDAD HIDROLÓGICA DEL AGUA.	10
III.- JUSTIFICACIÓN	12
IV. – OBJETIVOS	13
4.1-OBJETIVO GENERAL.....	13
4.2 -OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
V. - HIPÓTESIS.	14
VI. –ÁREA DE ESTUDIO.	15
VII. - MATERIAL Y MÉTODOS	17
7.1. - OBTENCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	17
7.2- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	22
7.2.1. - Estimación del tipo de distribución ecológica	23
7.2.2. - Estimación de la P(e).	26
7.2.3. -Análisis Geo-Estadísticos	27
7.2.4.- Regionalización.....	28
VIII.- RESULTADOS	31
8.1. - ESTIMACIÓN DEL TIPO DE DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA.....	31
8.2. - ANÁLISIS DEL RECLUTAMIENTO Y REGIONALIZACIÓN DE P(E) EN EL SLMM.	31
8.3. VARIACIÓN MENSUAL Y REGIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS.	33
8.3.1 – Conclusiones derivadas de los modelos de regionalización.....	43
8.4– OBTENCIÓN DEL MAPA DE INFRAESTRUCTURA.	43
IX. DISCUSIÓN	45
X. CONCLUSIONES	59
XI. RECOMENDACIONES.	60
XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	61
XII.- ANEXOS	75
12.1. – CLASIFICACIÓN.	75
12.2. - MORFOLOGÍA EXTERNA.....	76
12.3. - ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE CAMARÓN.	77
12.4. - CICLO DE VIDA.	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de la zona 90 de pesca en el Golfo de Tehuantepec; sub-sectores (de S-91 a S-95). Los Sistemas Lagunares son: (1) Huave, (2) Mar Muerto, (3) Cabeza de Toro-La joya Buenavista, (4) Los Patos-Solo Dios, (5) Carretas-Pereyra y (6) Chantuto-Panzacola. Tomado de Cervantes-Hernández <i>et al.</i> , 2010.	2
Figura 2. Mapa de potencial acuícola costera de camarón en el entorno del SLMM. Tomado de Díaz-Salgado y López-Blanco (2000).	8
Figura 3. Localización geográfica del SLMM, con ríos, arroyos, pampas y estrechos.	17
Figura 4. Cartografía del SLMM, señalando la ubicación geográfica de las estaciones de colecta para la captura de camarón blanco. (EST) es estación, (N) es Norte, (O) es Oeste.	18
Figura 5. Cartografía del SLMM, señalando la ubicación geográfica de las estaciones de colecta para la TSL, salinidad y OD. (EST) es estación, (N) es Norte, (O) es Oeste.	20
Figura 6. Ejemplo de un compuesto mensual de “promedios móviles” de la P(e) para camarón blanco, mediante ILWIS. Donde la superficie coloreada representa el resultado del modelo de interpolación y los colores los niveles asignados a éste.	28
Figura 7. Cartografía del SLMM, señalando la ubicación geográfica de las sub-zonas arbitradas consideradas en este trabajo (“Sureste”, “Centro” y “Noreste”). (N) es Norte, (O) es Oeste.	30
Figura 9. Cartográfica del componente principal uno en la regionalización de la P(e), ejemplificando la distribución ecológica agregada de los juveniles de camarón blanco al interior del SLMM. La agregación no fue máxima, el valor de k resultó de 0.67.	33
Figura 11. Cartográfica del componente principal uno en la regionalización de la TSL en el SLMM, de septiembre 2001 a marzo 2002.	34
Figura 13. Cartográfica del componente principal uno en la regionalización de la salinidad en el SLMM, de septiembre 2001 a marzo 2002.	36
Figura 15. Cartográfica del componente principal uno en la regionalización del OD en el SLMM, de septiembre 2001 a marzo 2002.	38

Figura 8. Salidas interpoladas mensuales de “promedios móviles” para la P(e) del camarón blanco (reclutamiento), periodo de 12 de mayo 2005 al 16 de febrero 2006.	39
Figura 10. Salidas interpoladas mensuales de “promedios móviles” para la TSL en °C, en el SLMM, de septiembre 2001 a marzo 2002.	40
Figura 12. Salidas interpoladas mensuales de “promedios móviles” para la Salinidad en UPS, en el SLMM, de septiembre 2001 a marzo 2002.	41
Figura 14. Salidas interpoladas mensuales de “promedios móviles” para el OD en mg/L, en el SLMM, de septiembre 2001 a marzo 2002.	42
Figura 16. Capas temáticas de CONABIO existentes y actualizadas para describir la infraestructura presente en el SLMM.	44
Figura 17. Evolución del proceso de reclutamiento para camarón blanco (a) y camarón café (b), desde la perspectiva de la P(e) en el SLMM. Modificado de Cervantes-Hernández (2013). Los colores indican la P(e): rojo alta, verde media, azul baja.	47
Figura 18. Regionalización de la P(e) de los juveniles de <i>L. vannamei</i> (Fig. 18a) y regionalización de la P(e) de <i>F. californiensis</i> en SLMM (Fig. 18b).	48
Figura 19. Cartográfica fusionada de los componente principal uno para evidenciar la distribución ecológica agregada de los juveniles de camarón blanco y camarón café al interior del SLMM, del 12 de mayo 2005 al 16 de febrero 2006.	49
Figura 20. Disposición espacial de las poblaciones de de <i>F. duorarum</i> y <i>L. setiferus</i> en la Laguna de Términos. Período anual julio 1979 a julio 1980. Modificado de Gracia y Soto (1990).	50
Figura 21. Modelo de vulnerabilidad para el SLMM, periodo 2000 - 2002. Modificado de Serrano-Guzmán <i>et al.</i> , (2004).	55
Figura 22. Salida interpolada de “promedios móviles” para el ICA en el SLMM de septiembre 2001 a marzo 2002.	56
Figura 23. Morfología de un camarón peneido adulto. Tomado de Pérez-Farfante y Kensley (1997).	77
Figura 24. Ciclo biológico de los camarones del género <i>Penaeus</i> . (a) adulto, (b) huevo, (c)	

nauplio, (d) protozoa, (e) mysis, (f) postlarva planctónica, (g) postlarva bentónica y (h) juvenil. Cervantes-Hernández y Gómez-Ponce. Inédito (2007)..... 80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización geográfica de las 15 estaciones de colecta con el registro del número de camarones capturados (N_t) en el SLMM. (N) es Norte, (O) es Oeste, (-) significa sin registro, Y_j es la suma total de N_t para la matriz N_i	19
Tabla 2. Localización geográfica de las 10 estaciones de colecta con el registro de TSL en el SLMM. Información en °C. (N) es Norte, (O) es Oeste, (-) significa sin registro.	21
Tabla 3. Registros de la salinidad en 10 estaciones georeferidas al interior del SLMM. Información en UPS.	22
Tabla 4. Registros del OD en 10 estaciones georeferidas al interior del SLMM. Información en mg/L.	22
Tabla 5. Fichero ILWIS con los valores de la $P(e)$, para los camarones de <i>L. vannamei</i> en las 15 estaciones en el SLMM.	32
Tabla 6. Escala de calificación y usos de la calidad del agua (SEDUE, 1986). Tomado de Suárez-Bohórquez, 2010.	58