



# UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ÁNGEL

**“COMPOSICIÓN y VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL  
MICROSESTON, EN LOS ECOSISTEMAS LAGUNARES DE:  
CHACAHUA, PASTORÍA, PALMARITO, MINIYUA Y LA TUZA DE  
MONROY, OAXACA (ENTRE JUNIO DE 2009 Y ENERO DE 2010)”**

**T E S I S**

**Que para obtener el título de:**

**Licenciado en Biología Marina**

**PRESENTA:**

**Grecia Cruz Paz**

**DIRECTOR:**

**M. en C. Saúl Jaime Serrano Guzmán**

**Puerto Ángel, Oaxaca, 2014**



## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber analizado y evaluado la tesis titulada: **“Composición y Variación Espacio-Temporal del Microseston, en los Ecosistemas Lagunares de: Chacahua, Pastoría, Palmarito, Miniyua y La Tuza de Monroy, Oaxaca (entre Junio de 2009 y Enero de 2010)”** presentada por la Pasante de Biología Marina **Grecia Cruz Paz**, se considera que cumple con los requisitos académicos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

### Comisión revisora

---

M. en C. Saúl Jaime Serrano Guzmán  
Instituto de Industrias, UMAR  
Director

---

Dra. María Auxilio Esparza Alvarez  
Instituto de Recursos, UMAR  
Revisor

---

Dr. Roberto Esteban Martínez López  
Instituto de Recursos, UMAR  
Revisor

---

M. en C. Jorge Eduardo Herrera Galindo  
Instituto de Industrias, UMAR  
Revisor

---

M.A.I.A. Eduardo Juventino Ramírez Chávez  
Instituto de Ecología, UMAR  
Revisor

Puerto Ángel, Oaxaca, 2014

## Resumen

En las lagunas costeras de Chacahua, Pastoría, Palmarito, Miniyua y La Tuza de Monroy, se realizaron tres monitoreos, uno durante lluvias (del 29 de junio al 4 julio de 2009) y dos en época de estiaje (del 01 al 05 de diciembre de 2009 y del 11 al 16 de enero de 2010), con la finalidad de conocer la composición del microseston total (*MST*: orgánico –*MOP*– e inorgánico –*Cz*–, en  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), así como su variación espacio-temporal en los primeros 25 cm de la columna de agua. Los resultados indicaron que las máximas [*MST*], [*Cz*] y [*MOP*] se registraron durante el primer monitoreo (en lluvias) y las mínimas en el segundo (al inicio del estiaje). En orden decreciente, las lagunas con las máximas concentraciones fueron: Miniyua, La Tuza, Palmarito, Pastoría y finalmente Chacahua. Las zonas que persistentemente tuvieron concentraciones máximas, se asociaron a aportes alóctonos; tal fue el caso de Las Salinas en Chacahua, en las cercanías de la comunidad de Zapotalito en Pastoría, El Dren Palmarito 01 en Palmarito y los aportes de agua intermitente en Miniyua; mientras que las mínimas se asociaron a la boca de Chacahua, la bocabarra de Pastoría y el Canal El Corral. En los tres períodos de monitoreo las Lagunas de Chacahua, Pastoría y el Canal del Corral tuvieron [*MOP*]  $\leq 20 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , diferenciándose de las Lagunas de Palmarito, Miniyua y La Tuza de Monroy, donde se cuantificaron [ $> 20 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ]. En Chacahua y Pastoría la *Cz* siempre fue la que aportó más al cambio del *MST*, sobre todo durante lluvias. En Palmarito la *Cz* tuvo un cambio mayor en el primer y tercer monitoreo, aunque en el segundo, la *MOP* fue superior. En Miniyua durante el primer y segundo monitoreo, la *MOP* siempre aportó más al cambio de la [*MST*], aunque en La Tuza la *Cz* siempre fue dominante. En Chacahua, durante lluvias, ambas fracciones aumentaron su rapidez de cambio (*b*'s), diferenciándose del estiaje, donde la *MOP* disminuyó conforme la *Cz* aumentaba. En Pastoría las fracciones fueron directamente proporcionales a lo largo de todo el período de estudio. En Palmarito la tendencia fue positiva durante el primer y último monitoreo, así como negativa el segundo. En Miniyua y La Tuza, para los primeros dos monitoreos, la tendencia fue inversa y directamente proporcional. Siempre hubo un reservorio o excedente de *MOP*, en cada una de las lagunas; aquellas con las mayores concentraciones fueron Miniyua y Palmarito, seguidas de La Tuza y Pastoría y finalmente Chacahua. El fitoplancton fue un componente mayoritario de la *MOP* en Pastoría durante los dos primeros monitoreos, diferenciándose de Chacahua y Palmarito donde solo fue durante el segundo. En Miniyua, durante el primer monitoreo, tanto el fitoplancton como el material particulado no fitoplanctónico, aportaron a la *MOP*, mientras que en el segundo, la *MOP* estuvo constituida en su mayoría por *MO* no fitoplanctónica. En La Tuza, durante el primer monitoreo, los aportes alóctonos de feofitinas fueron muy importantes, por lo que en su mayoría, la *MO* estuvo compuesta por *MO* no fitoplanctónica.

## **Dedicatoria**

Para mi madre, padre y hermana.

## **Agradecimientos**

A la **Universidad del Mar**, por mi formación profesional.

A mi director, el **M. en C. Saúl J. Serrano Guzmán**, por su paciencia e invaluable enseñanzas.

A los revisores. **Dra. María Auxilio Esparza Álvarez**, **Dr. Roberto Esteban Martínez López**, **M. en C. Jorge Eduardo Herrera Galindo** y **M.A.I.A. Eduardo Ramírez Chávez**, por sus oportunas observaciones.

A la **M. en C. Cecilia Chapa Balcorta**, responsable del subproyecto “Caracterización físicoquímica y calidad del agua”, el cual formó parte del proyecto: “Caracterización de la fauna y calidad del agua del sistema de humedales y sistema lagunar estuarino y zona costera de la región baja del Río Verde, Oaxaca” CUP (2IR0807) a cargo de la **Dra. María Auxilio Esparza Alvarez**; por permitir la obtención de muestras durante las campañas de campo. A la **Comisión Federal de Electricidad** por el financiamiento otorgado al proyecto.

A mi familia. A mi madre, padre y hermana, por su confianza.

A mis amigos. Lucero, Jessie, Ana, Ania y Heber, por su amistad incondicional.

## INDICE

|  |      |
|--|------|
| Resumen .....  | iii  |
| Dedicatoria.....   | iv   |
| Agradecimientos.....   | v    |
| INDICE.....  | vi   |
| INDICE DE FIGURAS .....  | vii  |
| INDICE DE TABLAS.....  | viii |
| INDICE DE APÉNDICES .....  | viii |
| I.INTRODUCCIÓN .....   | 1    |
| II. ANTECEDENTES .....   | 5    |
| II.1 Generalidades de las lagunas costeras y del área de estudio .....   | 5    |
| II.2 El seston y sus fracciones en el Pacífico Mexicano.....   | 5    |
| III. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....   | 10   |
| IV. OBJETIVOS.....   | 11   |
| V. METODOLOGÍA.....  | 12   |
| V.1 Área de estudio .....  | 12   |
| V.2 Trabajo de campo.....  | 14   |
| V. 3 Trabajo de laboratorio.....   | 15   |
| V.4 Análisis estadísticos .....  | 16   |
| V.4.1 Análisis de prerrequisitos .....   | 16   |
| V.4.2. Análisis de Varianza de una vía ( <i>ANdeVA I</i> ) .....   | 17   |
| V.4.3. Análisis de correlación lineal simple ( <i>ACLS</i> ) y regresión lineal simple ( <i>ARLS</i> )   | 18   |
| V.5 Representación espacial de las concentraciones .....   | 19   |
| VI. RESULTADOS.....  | 20   |
| VI.1 Concentración de Microseston Total ( <i>MST</i> ), Cenizas ( <i>Cz</i> ) y Materia Orgánica Particulada ( <i>MOP</i> ) y su persistencia..... | 20   |
| VI.2 Análisis de correlación y regresión lineal simple ( <i>ACLS</i> y <i>ARLS</i> ).....  | 31   |
| VI.3 <i>ARLS</i> para todo el período de estudio (del 29 de junio al 16 de enero de 2010).....   | 43   |
| VII. DISCUSIONES.....  | 52   |
| VIII. CONCLUSIONES.....  | 69   |
| IX. RECOMENDACIONES .....  | 71   |
| X. LITERATURA CITADA .....   | 72   |
| XI. APÉNDICES .....  | 76   |

## INDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Macro y micro localización del Sistema Lagunar Chacahua (Cha) – Pastoría (Pas) – Palmarito (Pal), y las lagunas de: Charco Espejo, Miniyua (Min) y La Tuza de Monroy (Tuz), con la ubicación de las estaciones para la recolecta de muestras de agua. ..   | 12 |
| <b>Figura 2.</b> Tendencias de variación y variabilidad de a) microseston total ( <i>MST</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), b) cenizas ( <i>Cz</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y c) materia orgánica particulada ( <i>MOP</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), entre las estaciones de la Laguna de Chacahua, Canal El Corral, Laguna de Pastoría, Laguna Palmarito, Laguna de Miniyua y la laguna La Tuza de Monroy, durante el primer período de monitoreo (del 29 de junio al 4 julio de 2009).....  | 27 |
| <b>Figura 3.</b> Tendencias de variación y variabilidad de a) microseston total ( <i>MST</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), b) Ceniza ( <i>Cz</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y c) materia orgánica particulada ( <i>MOP</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), entre las estaciones de la Laguna de Chacahua, Canal El Corral, Laguna de Pastoría, Laguna Palmarito, Laguna de Miniyua y la laguna La Tuza de Monroy, durante el segundo período de monitoreo (del 01 al 05 de diciembre de 2009). ..... | 28 |
| <b>Figura 4.</b> Tendencias de variación y variabilidad de a) microseston total ( <i>MST</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), b) Ceniza ( <i>Cz</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y c) materia orgánica particulada ( <i>MOP</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), entre las estaciones de la Laguna de Chacahua, Canal El Corral, Laguna de Pastoría, Laguna Palmarito, Laguna de Miniyua y la laguna La Tuza de Monroy, durante el tercer período de monitoreo (del 11 al 16 de enero de 2010). .....      | 29 |
| <b>Figura 5.</b> Componente I del <i>ACP</i> para las [ <i>MST</i> , <i>Cz</i> y <i>MOP</i> ] en: a) Laguna de Chacahua y el Canal El Corral, b) Canal El Corral, Laguna de Pastoría y Laguna Palmarito, c) Laguna de Miniyua y d) Laguna La Tuza de Monroy, durante todo el período de estudio (del 29 de junio de 2009, al 16 de enero de 2010).....  | 30 |
| <b>Figura 6.</b> Tendencias bivariadas de [ <i>Cz</i> – <i>MST</i> ], [ <i>MOP</i> – <i>MST</i> ] y [ <i>MOP</i> – <i>Cz</i> ], para los datos superficiales (0.25 m de profundidad) de: a) Primer período de monitoreo (del 29 de junio al 4 julio de 2009), b) Segundo período de monitoreo (del 01 al 05 de diciembre de 2009) y c) Tercer período de monitoreo (del 11 al 16 de enero de 2010). .....   | 48 |
| <b>Figura 7.</b> Tendencias bivariadas de [ <i>Cz</i> – <i>MST</i> ], [ <i>MOP</i> – <i>MST</i> ] y [ <i>MOP</i> – <i>Cz</i> ], para los datos superficiales (0.25 m de profundidad) durante todo el período de estudio (del 29 de junio al 16 de enero de 2010). .....   | 49 |
| <b>Figura 8.</b> Concentración de materia orgánica particulada ( <i>MOP</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) en las estaciones lagunares durante el primer (del 29 de junio al 4 julio de 2009), segundo (del 01 al 05 de diciembre de 2009) y tercer período de monitoreo (del 11 al 16 de enero de 2010).....  | 49 |
| <b>Figura 9.</b> Tendencias bivariadas de [ <i>MOP</i> – <i>Cz</i> ], para los datos superficiales (0.25 m de profundidad) durante: a) Primer período de monitoreo (del 29 de junio a 4 julio de 2009), b) Segundo período de monitoreo (del 01 al 05 de diciembre de 2009) y c) Tercer período de monitoreo (del 11 al 16 de enero de 2010). .....   | 50 |
| <b>Figura 10.</b> Tendencias bivariadas de [ <i>MOP</i> – <i>Cz</i> ], para los datos superficiales (0.25 m de profundidad) durante todo el período de monitoreo (del 29 de junio 2009 al 16 de enero de 2010).....   | 51 |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla I.</b> Porcentaje de varianza conjunta explicada por la componente I del <i>ACP</i> para las [ <i>MST</i> , <i>Cz</i> y <i>MOP</i> ], en los cuerpos lagunares del área de estudio (del 29 de junio de 2009 al 16 de enero de 2010). ..... | 21 |
|---|----|

## INDICE DE APÉNDICES

|   |     |
|---|-----|
| <b>Apéndice I.</b> Gráfico de precipitación diaria y tablas de marea para mayo de 2009 a febrero de 2010 en la zona norte de la sub-provincia Costa del Sur, Oaxaca durante las fechas de recolecta de muestras para la evaluación de la composición y distribución del Microseston y sus fracciones.....   | 76  |
| <b>Apéndice II.</b> Estaciones de monitoreo de la región lagunar.....   | 77  |
| <b>Apéndice III.</b> Concentración de Microseston Total ( <i>MST</i> ), Cenizas ( <i>Cz</i> ) y Materia Orgánica Particulada ( <i>MOP</i> ) .....   | 78  |
| <b>Apéndice IV.</b> Tablas de Análisis de Varianza de una vía ( <i>ANdeVA</i> I) para el microseston total ( <i>MST</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ), y sus fracciones: mineral ( <i>Cz</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) y materia orgánica particulada ( <i>MOP</i> , $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) entre las estaciones que constituyeron la muestra analizada, dentro de cada laguna y período de recolecta de muestras de agua (monitoreo)..... | 96  |
| <b>Apéndice V.</b> Figuras de tendencias de variación (entre las lagunas) y variabilidad (dentro de cada laguna) de los distintos cuerpos de agua comprendidos en de la región lagunar de estudio, de acuerdo con cada período de monitoreo.....  | 99  |
| <b>Apéndice VI.</b> Diagramas bivariados de microseston total ( <i>MST</i> ), y su fracción inorgánica o cenizas ( <i>Cz</i> ) y/o materia orgánica particulada ( <i>MOP</i> ) (en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) .....  | 108 |
| <b>Apéndice VII.</b> Variables de interés ( <i>MST</i> , <i>Cz</i> y <i>MOP</i> ), variaciones concomitantes ( <i>Cz-MST</i> , <i>MOP-MST</i> y <i>MOP-Cz</i> ), correlaciones (Sperman $-s-$ y Pearson $-r-$ ), para cada periodo de monitoreo y laguna. ....  | 111 |
| <b>Apéndice VIII.</b> Diagramas del <i>ARLS</i> de <i>MST</i> , <i>Cz</i> y/o <i>MOP</i> (en $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ).....   | 118 |
| <b>Apéndice IX.</b> Modelos alternativos al <i>ARLS</i> para las tendencias [ <i>MOP</i> – <i>Cz</i> ] .....  | 123 |