



UNIVERSIDAD DEL MAR

CAMPUS PUERTO ÁNGEL

Clorofilas fitoplanctónicas en cinco lagunas de la parte baja del Río Verde, Oaxaca (de junio 2009 a enero 2010)

TESIS

Que para obtener el título de:

Licenciado en Biología Marina

PRESENTA

Eliel Ramírez Barrera

Matrícula: 03020045

DIRECTOR

M. en C. Saúl Jaime Serrano Guzmán

Puerto Ángel, Oaxaca, México.



Universidad del Mar

Campus Puerto Ángel

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber analizado y evaluado la tesis “Clorofilas fitoplanctónicas en cinco lagunas de la parte baja del Río Verde, Oaxaca (de junio 2009 a enero 2010)” presentada por el Pasante de Biología Marina **Eliel Ramírez Barrera**, 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

M. en C. Pedro Cervantes Hernández
Instituto de Recursos, UMAR
Revisor

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

Ocean. Miguel Ángel Ahumada Sempoal
Instituto de Ecología, UMAR
Revisor

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

RESÚMEN

En las lagunas de Chacahua, Pastoría, Palmarito, Miniyua y La Tuza de Monroy, durante lluvias (Junio-agosto 2009) y estiaje (diciembre 2009 – enero 2010), se analizó y caracterizó la variación espacio-temporal de la clorofila *a* ([Cl *a*]), clorofila *b* ([Cl *b*]) y clorofila *c* ([Cl *c*]) por medio del análisis tricromático propuesto por Strickland & Parsons (1972). A partir de la [Cl *a*] se dedujo el estado trófico de cada laguna, siguiendo la clasificación de Contreras-Espinosa *et al.* (1994). Asimismo, con las [Cl *b*] y [Cl *c*] se infirió la presencia y predominancia de los grandes grupos taxonómicos que constituían al fitoplancton lacustre. Se evaluó también la concentración de feofitinas *a*: [Fts *a*], para calcular el cociente [Fts *a*]/[Cl *a*], e inferir el estado fisiológico de la comunidad fitoplanctónica.

Los resultados indican gran variabilidad en las concentraciones de clorofilas, entre y dentro de las lagunas, respecto de las dos temporadas climáticas analizadas. El estado trófico final en Chacahua fue β - oligotrófico, en Pastoría fue γ -oligotrófico, en Palmarito fue β -eutrófica (tendiente a la hipereutrofia), en Miniyua fue α -eutrófico, mientras que en La Tuza de Monroy fue β -mesotrófica. En todos los casos, la [Cl *a*] fue predominante, seguida de la [Cl *c*] y por último de la [Cl *b*] (contribuyendo con > 65%, del 12 al 25 % y del 1 a 16 % de la [Cl_{Total}], respectivamente). Se deduce que en Chacahua y Pastoría el fitoplancton de procedencia marina fue más predominante que el fitoplancton de agua dulce y/o Cianofitas. En Palmarito tanto el fitoplancton marino como las Cianofitas tuvieron predominancia similar. En Miniyua las Cianofitas fueron la comunidad prevaleciente. Por último, en La Tuza de Monroy durante la temporada de lluvias predominó el fitoplancton marino y en estiaje las Cianofitas. El fitoplancton de procedencia dulceacuícola sólo fue representativo durante lluvias. Hubo una amplia variabilidad espacial en todas las lagunas para todos los pigmentos. El estado de “madurez de las comunidades fitoplanctónicas”, tuvo la misma tendencia en todas las lagunas: altas [Fts *a*] o poblaciones “muy maduras” en el primer monitoreo que disminuyó para los posteriores, indicando poblaciones “jóvenes”, tendientes a madurar y en sucesión gradual. En conclusión, las cinco lagunas costeras de la parte baja del Río Verde fueron muy dinámicas y con características singulares que las diferencian entre sí, a pesar de su relativa cercanía, cuya sucesión ocurre bajo el patrón de alternancia entre la época de lluvias y estiaje. Es posible que estén en proceso de eutrofización por diversos factores, sobre todo por la disminución del flujo hídrico que les llega, por lo que es importante realizar estudios complementarios e integrales y tomar decisiones adecuadas, para mantenerlas en buenas condiciones ecológicas.

Dedicatoria

A mis padres, esos seres que trascienden la barrera de lo posible, de lo imaginable, de lo mundano. De quienes aprendí y sigo aprendiendo el valor de la vida y por quienes he llegado hasta aquí. Les regalo este pedacito de mi educación que han forjado, con la certeza de que no será el único, pero sí el primero. Gracias. Los amo.

A ti Yar, porque además de hermana eres la amiga que no podrá ser remplazada, por aguantarme y porque siempre has estado ahí. Te quiero manita.

A toda la familia Ramírez Barrera y hasta donde lleguen sus lazos. Esto también va para ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales y sinceros a mi director de tesis, **M. en C. Saúl Serrano**, por todo su valioso aporte en esta tesis y en general en mi formación en la investigación, por enseñarme a ser analítico y crítico conmigo mismo y su gran paciencia. Gracias profe.

A mi familia, porque me apoyaron por toda una vida y lo siguen haciendo, son lo más importante. Gracias...

A mi H. Comité de Revisión de Tesis. **M. en C. Pedro Cervantes Hernández** por su aporte en la integración estadística, por ingresarme al mundo SIG y sus aportes a este documento; **Ocean. Miguel A. Ahumada Sempoal**, por sus consejos, sus aportes y amistad; **Dra. María Auxilio Esparza Álvarez**, por sus aporte a este documento y su incansable tesón por enseñar y compartir conocimientos y por permitirme realizar esta tesis bajo el proyecto que dirigió; **Dr. Roberto Martínez López**, por sus aportes, observaciones y consejos a este documento, gracias Robert. A todos, gracias por su tiempo.

A la **M. en C. Cecilia Chapa Balcorta**, por permitirme participar en el subproyecto “Caracterización fisicoquímica y calidad del agua” de donde se desprende esta tesis. A la **Universidad del Mar**, por mi formación profesional; a la **Comisión Federal de Electricidad** por el financiamiento 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) el cual dirigió la doctora María Auxilio Esparza. De ahí surgió esta tesis.

A **Alex** “miembro”, **Fer** “bambi”, **Adolfo**, **Idalí**, **M. en C. Mónica Galicia**, **Tomás** y **Xochitl**, por su amistad, colaboración y ayuda en el trabajo de campo. Por hacer más llevaderos los monitoreos y porque sin ustedes no se hubiera terminado este ciclo. A **Pepito Almazán** por su amistad, ayuda y compañía en campo y laboratorio. Gracias por el paro..., nos vemos después carnal.

Al Capi, al Potro, a Leo, Rubén, Sixto, León, porque esta gente es la que realmente hace posible que se lleve a cabo el trabajo de campo, sin ustedes, sólo haríamos investigación teórica. A Vladimir, porque a pesar de todo aguantó hasta el final, nos llevó en su lancha o panga por las lagunas y el mar a pesar del sol, viento y cansancio. Gracias Vlad, nos volveremos a ver.

A los dueños de Cassandra por permitirnos usar su restaurante como laboratorio, por sus pargos, camarones, caldo de pescado y huevos con camarón de desayuno.

A **Jorge Burgos**, **Edgar**, **Edith** (La gordita), **Irenita**, **Teresita**, **Zule**, **Aurorita** por que hicieron que la vida en el laboratorio de investigación del *campus* Pto. Ángel, fuera más fácil.

A **Temo**, **Lalo**, **Topo**, **Ivonne**, **Elio**, **Gabo**, **Willy**, **Elenita**, **Ema**, **Zen**, **Wendo**, **Estre**, **Tato**, **Grey**, **Mare** y demás compañeros y amigos que estuvieron conmigo por más de los cinco años que nos tocaba. Gracias por su amistad.

A ti **Blanca**, por todo lo que me diste, soportaste y compartimos. Gracias nena, te mando un beso grande. Buena suerte y hasta pronto.

A todos, gracias por el tiempo compartido y la buena vibra.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	6
2.1. Zona Nor-oeste del Pacífico mexicano	6
2.2. Zona del Pacífico Sur mexicano.....	8
2.3. Golfo de México y Mar Caribe.	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	10
4. OBJETIVOS.....	11
4.1 General	11
4.2 Particulares.....	11
5. HIPÓTESIS	11
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	12
6.1. Sistema Lagunar Chacahua- Pastoría (SLCHP).....	12
6.2. Laguna de Palmarito (PL).	14
6.3. Laguna de Miniyua (LM).....	14
6.4.Laguna La Tuza de Monroy (TU).	15
7. MATERIALES Y MÉTODOS	15
7.1. Obtención de la información de pigmentos fotosintéticos.....	15
7.2. Cuantificación de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>], [Cl <i>c</i>]y [Fts <i>a</i>].....	16
7.3. Análisis de varianza de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>], [Cl <i>c</i>] y [Fts <i>a</i>].....	18
7.4. Estimación de la procedencia del fitoplancton.....	18
7.5. Deducción del estado fisiológico del fitoplancton	19
7.6. Estado de eutroficación de las lagunas costeras.....	20
7.7. Georreferenciación de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>], [Cl <i>c</i>] y [Fts <i>a</i>].....	20
8. RESULTADOS	21
8.1. Concentraciones de clorofilas (Cl <i>a</i> ,Cl <i>b</i> , Cl <i>c</i>) y feofitinas (Fts <i>a</i>).	21
8.2. Regresiones lineales simples para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] con respecto a [Cl _{Tot}].....	32
8.3. Estado fisiológico del fitoplancton.....	47
9. DISCUSIONES	57
9.1. Laguna de Chacahua.	60
9.2. Laguna de Pastoría.	65
9.3. Laguna de Palmarito.....	70
9.4. Laguna de Miniyua.....	74
9.5. Laguna la Tuza de Monroy.	78
10. CONCLUSIONES	82
11. RECOMENDACIONES	84
12. REFERENCIAS	85
13. ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química de la molécula de: a) Clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i>) y b) Clorofila <i>b</i> (Cl <i>b</i>).....	4
Figura 2. a) Estructura química de la molécula de Feofitina <i>a</i> y b) Espectro de absorción de la clorofila <i>a</i> , clorofila <i>b</i> y feofitinas <i>a</i> (respectivamente Chl <i>a</i> , Chl <i>b</i> ,Pheo <i>a</i> , por sus siglas en inglés) del fitoplancton de agua dulce (Boletín 111 de Turner Designs 998 – 5101,de las Notas de Aplicación).....	5
Figura 3. Área de estudio y estaciones para recolecta de muestras de agua, en las lagunas representadas (Chacahua, Pastoría, Palmarito, Miniyua y La Tuza de Monroy). Las estaciones de recolecta se diferencian por las claves: CH (Laguna de Chacahua), CORRAL (estación dentro del Canal El Corral), PA (Laguna de Pastoría), PL (Laguna de Palmarito), LM (Laguna de Miniyua) y TU (Laguna de La Tuza de Monroy).	13
Figura 4. Ejemplo de un modelo de promedios móviles generado con el programa ILWIS® versión 3.6. La superficie coloreada representa el resultado del modelado y los colores los valores de probabilidad asignados (azules: valores bajos; verdes: valores intermedios; rojos: valores altos).....	20
Figura 5. Tendencias de variación conjunta de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de [Cl Tot] en la Laguna de Chacahua, durante el primer periodo de recolecta (29 de junio a 4 de julio 2009). .	32
Figura 6. Tendencias de variación conjunta de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de [Cl Tot] en la Laguna de Pastoría, durante el primer periodo de recolecta (29 de junio a 4 de julio 2009).	33
Figura 7. Tendencias de variación conjunta de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de [Cl Tot], en la Laguna de Miniyua, durante el primer periodo de recolecta (29 de junio a 4 de julio 2009).....	34
Figura 8. Tendencias de variación conjunta de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de [Cl Tot], en la Laguna La Tuza de Monroy, en el primer periodo de recolecta (29 de junio a 4de julio 2009).35	
Figura 9. Tendencias de variación conjunta de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>]en función de[Cl Tot] en la Laguna de Chacahua, durante el segundo periodo de recolecta (del 24 al 30 de agosto 2009).....	36
Figura 10. Tendencias de variación conjunta de [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de Pastoría, durante el segundo periodo de recolecta (del 24 al 30 de agosto 2009). ...	37
Figura 11. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de Palmarito, durante el segundo periodo de recolecta (del 24 al 30 de agosto 2009)..	37
Figura 12. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de Miniyua, durante el segundo periodo de recolecta (del 24 al 30 de agosto 2009)....	38
Figura 13. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de [Cl Tot] en la Laguna de La Tuza, durante el segundo periodo de recolecta (del 24 al 30 de agosto 2009). ...	39
Figura 14. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de Chacahua, durante el tercer periodo de recolecta (del 01 al 05 de diciembre 2009).40	
Figura 15. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de Pastoría, durante el tercer periodo de recolecta (del 01 al 05 de diciembre 2009). ...	40
Figura 16. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de Palmarito, durante el tercer periodo de recolecta (del 01 al 05 de diciembre 2009).41	
Figura 17. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot]en la Laguna de Miniyua, durante el tercer periodo de recolecta (del 01 al 05 de diciembre 2009). .	42
Figura 18. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de La Tuza de Monroy, durante el tercer periodo de recolecta (del 01 al 05 de diciembre 2009).	43
Figura 19. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl Tot] en la Laguna de Chacahua, durante el cuarto periodo de recolecta (del 11 al 16 de enero 2010).	44

Figura 20. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl <i>Tot</i>], en la Laguna de Pastoría, durante el cuarto periodo de recolecta (del 11 al 16 de enero 2010).	44
Figura 21. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl <i>Tot</i>], en la Laguna de Palmarito, durante el cuarto periodo de recolecta (del 11 al 16 de enero 2010).....	45
Figura 22. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl <i>Tot</i>] en la Laguna de Miniyua, durante el cuarto periodo de recolecta (del 11 al 16 de enero 2010).....	46
Figura 23. Tendencias de variación conjunta para [Cl <i>a</i>], [Cl <i>b</i>] y [Cl <i>c</i>] en función de la [Cl <i>Tot</i>] en la Laguna de La Tuza de Monroy, durante el cuarto periodo de recolecta (del 11 al 16 de enero 2010).	47
Figura 24. Correlaciones lineales entre clorofila <i>a</i> [Cl <i>a</i>] y feofitinas <i>a</i> [Fts <i>a</i>] para las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría y c) Miniyua, durante el período de 29 de junio al 4 de julio de 2009. Las elipses en rojo circunscriben al 95 % de los datos.....	48
Figura 25. Proporción o cociente de [Fts <i>a</i>]/[Cl <i>a</i>], por estación y laguna, del 29 de junio al 4 de julio 2009.	49
Figura 26. Correlaciones lineales entre clorofila <i>a</i> [Cl <i>a</i>] y feofitinas <i>a</i> [Fts <i>a</i>] para las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría, c) Palmarito, d) Miniyua y e) La Tuza de Monroy, para el período de 24 a 30 de agosto de 2009. Las elipses en rojo, delimitan al 95 % de los datos.....	50
Figura 27. Proporción o cociente de [Fts <i>a</i>]/[Cl <i>a</i>], por estación y laguna, del 24 al 30 de agosto 2009.	51
Figura 28. Correlaciones lineales entre clorofila <i>a</i> [Cl <i>a</i>] y feofitinas <i>a</i> [Fts <i>a</i>] para las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría, c) Palmarito, d) Miniyua y e) La Tuza de Monroy, durante el período del 1 al 5 de diciembre de 2009. Las elipses en rojo delimitan al 95 % de los datos.	52
Figura 29. Proporción o cociente de [Fts <i>a</i>]/[Cl <i>a</i>], por estación y laguna, del 01 al 05 de diciembre 2009.	53
Figura 30. Correlaciones lineales entre Clorofila <i>a</i> [Cl <i>a</i>] y feofitinas <i>a</i> [Fts <i>a</i>] para las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría, c) Palmarito, d) Miniyua y e) La Tuza de Monroy, para el período del 11 al 16 de enero de 2010. Las elipses en rojo delimitan al 95 % de los datos.	55
Figura 31. Proporción o cociente de [Fts <i>a</i>]/[Cl <i>a</i>], por estación y laguna, del 11 al 16 de enero 2010.	56
Figura 32. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>a</i> ([Cl <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH) - Pastoría (PA), (Palmarito -PL-), Miniyua -LM- y La Tuza de Monroy -(TU)-, del 29 de junio al 4 de julio de 2009.	95
Figura 33. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>a</i> ([Cl <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 24 al 30 de agosto de 2009.	98
Figura 34. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>a</i> ([Cl <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 1 al 5 de diciembre de 2009.	100
Figura 35. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>a</i> ([Cl <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 11 al 16 de enero de 2010.....	102
Figura 36. Concentración superficial de clorofila <i>a</i> ([Cl <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría, c) Palmarito, d) Miniyua y e) La Tuza de Monroy, para los cuatro periodos de estudio. Las escalas de colores son independientes entre sí y sólo representan a la laguna correspondiente.	103
Figura 37. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>b</i> ([Cl <i>b</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 29 de junio al 4 de julio de 2009.	105

Figura 38. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>b</i> ([Cl <i>b</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 24 al 30 de agosto de 2009.	107
Figura 39. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>b</i> ([Cl <i>b</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 1 al 5 de diciembre de 2009.	109
Figura 40. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>b</i> ([Cl <i>b</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 11 al 16 de enero de 2010.	111
Figura 41. Concentración superficial de clorofila <i>b</i> ([Cl <i>b</i>], mg/m ³) en las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría, c) Palmarito, d) Miniyua y e) La Tuza de Monroy, para los cuatro periodos de estudio. Las escalas de colores son independientes entre sí y sólo representan a la laguna correspondiente.	112
Figura 42. Concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>c</i> ([Cl <i>c</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 29 de junio al 4 de julio de 2009.	114
Figura 43. Concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>c</i> ([Cl <i>c</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 24 al 30 de agosto de 2009.	116
Figura 44. Concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>c</i> ([Cl <i>c</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 1 al 5 de diciembre de 2009.	117
Figura 45. Concentración superficial (0.25 m de profundidad) de clorofila <i>c</i> ([Cl <i>c</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 11 al 16 de enero de 2010.	119
Figura 46. Concentración superficial de clorofila <i>c</i> ([Cl <i>c</i>], mg/m ³) en las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría, c) Palmarito, d) Miniyua y e) La Tuza de Monroy, para los cuatro periodos de estudio. Las escalas de colores son independientes entre sí y sólo representan a la laguna correspondiente.	120
Figura 47. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de Feofitinas <i>a</i> ([Fts <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 29 de junio al 4 de julio de 2009.	122
Figura 48. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de feofitinas <i>a</i> ([Fts <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 24 al 30 de agosto de 2009.	123
Figura 49. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de feofitinas <i>a</i> ([Fts <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 1 al 5 de diciembre de 2009.	125
Figura 50. Cambios en la concentración superficial (0.25 m de profundidad) de feofitinas <i>a</i> ([Fts <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: Chacahua (CH), Pastoría (PA), Palmarito (PL), Miniyua (LM) y La Tuza de Monroy (TU), del 11 al 16 de enero de 2010.	128
Figura 51. Concentración superficial de feofitinas <i>a</i> ([Fts <i>a</i>], mg/m ³) en las lagunas de: a) Chacahua, b) Pastoría, c) Palmarito, d) Miniyua y e) La Tuza de Monroy, para los cuatro periodos de monitoreo. Las escalas de colores son independientes entre sí y sólo representan a la laguna correspondiente.	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Composición de pigmentos fotosintéticos en el fitoplancton.	3
Tabla II. Estados tróficos lacustres propuestos por Contreras-Espinosa <i>et al.</i> (1994).....	5
Tabla III. Periodos de recolecta en cinco lagunas de la parte baja del Río Verde, Oaxaca.	15
Tabla IV. Intervalos de variación mediana (mínimos –Min–, máximos –Max– y medianas –Med–) para la [Cl <i>a</i>] en cada laguna. Se destacan las concentraciones máximas extremas (en verde), las mínimas extremas (en azul) y medianas (en negritas).....	21
Tabla V. Estados tróficos de las lagunas costeras para cada período de recolecta, de acuerdo con las [Cl <i>a</i>] y el criterio propuesto por Contreras-Espinosa <i>et al.</i> (1994).	24
Tabla VI. Intervalos de variación mediana (mínimos –Min–, máximos –Max– y medianas –Med–) para la [Cl <i>b</i>] en cada laguna. Se destacan las concentraciones máximas extremas (en verde), las mínimas extremas (en azul) y medianas (en negritas).	25
Tabla VII. Intervalos de variación mediana (mínimos –Min–, máximos –Max– y medianas –Med–) para la [Cl <i>c</i>] en cada laguna. Se destacan las concentraciones máximas extremas (en verde), las mínimas extremas (en azul) y medianas (en negritas).	28
Tabla VIII. Intervalos de variación mediana (mínimos –Min–, máximos –Max– y medianas –Med–) para la [Fts <i>a</i>] en cada laguna. Se destacan las concentraciones máximas extremas (en verde), las mínimas extremas (en azul) y las medianas (en negritas).....	30