



UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA MARINA

**El papel del esqueleto de coral en la variación de la capacidad y
eficiencia de absorción de luz de dos especies del género
Montastraea (Scleractinia:Faviidae)**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LIC. EN BIOLOGÍA MARINA

PRESENTA:

CLAUDIA TATIANA GALINDO MARTÍNEZ

DIRECTOR:

Dr. Roberto Iglesias Prieto

Puerto Ángel, Oaxaca, México

Julio 2010

Dedicatoria

A mis abuelitos:

Pánfila Antonia Martínez Jiménez† y Vicente Gabriel Galindo Martínez,

A mis papás:

María Rita Martínez Gómez y Delfino Arturo Galindo Martínez

A mis hermanos:

Mario Arturo, Rita Gabriela y Edward.

A mi pequeña:

Isabel Gabriela Zurita Galindo Martínez.

Los amo.

Agradecimientos

A mi director Dr. Roberto Iglesias Prieto por haberme aceptado desde el primer día. Es un enorme placer trabajar contigo. Gracias por el apoyo y todo lo que me has enseñado.

A todo el grupo de fotobiología de la Unidad de Sistemas Arrecifales, ICMYL, UNAM: Dra. Susana Enriquez, Dra. Florencia Colombo, Dra. Nadine Schubert, Dr. Robin Smith, M en C. Xavier Pech, M. en C. Román Vázquez, Biol. Luis Alejandro González Guerrero y Biol. Mar. Miguel Ángel Pérez-Castro. Así como a los técnicos Claudia Morera Román y Laura Celis por todo el apoyo brindado a lo largo de este proyecto.

A la Dra. Susana Enríquez Domínguez por todo el tiempo dedicado, el apoyo, las explicaciones y todos los comentarios que contribuyeron a la realización de este trabajo.

A mis revisores: Dr. Ramón Andrés López-Pérez, M en C. Leticia Sánchez y Dr. Francisco Benítez Villalobos. Por la disposición y tiempo dedicado.

A mi “Dear Boss”, Dr. Andrés López-Pérez por guiar mis pasos, ayudarme a hacer este sueño realidad y perdonar mi abandono. De todo corazón GRACIAS!!.

A la Dra. Ania T. Banaszak por haberme adoptado como otra hija más.

A mi pequeña familia: María Rita Martínez Gómez y Delfino Arturo Galindo Martínez, Mario Arturito y Gaby. Gracias por amarme, educarme, tratar de entenderme y darme siempre su apoyo, sé que no ha sido tarea fácil pero siempre lo han hecho. A Isabel Zurita (Japatito), gracias nena por llegar de manera tan sorpresiva a la familia, eres la chispa que siempre nos mantiene felices.

A Edward mi amigo incondicional, gracias corazón por todo, todo, todo el amor que siempre me das.

A Sergio David Guendulain-García (Bicho), hombre de pocas palabras entiende con pocas palabras. Gracias, gracias, gracias, por el tiempo, las enseñanzas y el cariño brindado.

A mis compañeritos y grandes amigos del Coral Reef Team 🐠 (UMar): Becky Granja, Laura Rowlan, Moly López Pérez Maldonado, Cuauhtémoc Aparicio Cid, Daniel Alberto López López, Sergio Guendulain y Ronald Zepeta. Chicos, con ustedes compartí una hermosa etapa de mi vida, me enseñaron mucho y aunque “los abandoné” no dejo de quererlos y extrañarlos.

Al Dr. Edgar López Zavala, por creer en mí, se que a pesar del tiempo y la distancia siempre conté con su apoyo.

A los amigos que dejé en Puerto Ángel que a pesar de la distancia no me han olvidado.

A Claudia, Gina, Luisito, Román, Javi, Marian, Edgardo, Miguel, Robin, Tim y Pedro. Gracias, su compañía ha hecho menos difícil este proceso.

A Dra. Nadine Schubert y M en C. Manu, gracias chicas por su cariño, su apoyo y por todas las noches de terapia que tuvimos, siempre fueron en el momento preciso,

A todos los que han dejado una huella en mi vida y por mi falta de memoria no los menciono, saben que están en mi corazón.

Resumen

Los corales escleractinios son los organismos responsables de la formación y mantenimiento de la estructura arrecifal. Estos mantienen una simbiosis mutualista obligada con dinoflagelados endosimbiontes del género *Symbiodinium*. En esta simbiosis alga-coral, el alga aprovecha los desechos del coral en forma de CO₂ y amonio, además existen evidencias de que la actividad fotosintética de los simbiosites mantiene altas tasas de calcificación por parte del hospedero. Debido a la importancia de esta simbiosis, la luz es la fuente de energía clave para los corales hermatípicos; se ha encontrado que los corales son uno de los colectores de energía solar más eficientes en la naturaleza, ya que son capaces de captar la misma cantidad de radiación incidente que las hojas de las plantas terrestres con una densidad de pigmentos seis veces menor. El esqueleto del coral es pieza clave en la captación de luz ya que actúa como un gran dispersor de luz que alarga su paso óptico efectivo y aumenta la probabilidad de encontrar un pigmento y ser absorbida. A pesar de esto, poco se sabe acerca del efecto que provocan los cambios en la micromorfología del esqueleto en la eficiencia de absorción de luz. En este sentido, la presente investigación tuvo como objetivo describir las propiedades ópticas (capacidad y eficiencia de absorción de luz) de los tejidos intactos de *Montastraea faveolata* y *M. annularis* y determinar el efecto de la morfología del esqueleto sobre su variación. Los principales resultados obtenidos señalan que existen diferencias en la morfología del esqueleto, en la densidad de células, en la concentración de clorofila *a* por célula y en el patrón de colonización de algas endolíticas en el esqueleto, pero no en el patrón de variación del porcentaje de luz incidente absorbida (absorptancia), ni en el de la eficiencia de absorción de luz en función de la densidad de clorofila *a*. Lo cual sugiere que a pesar que variaciones en la morfología del esqueleto no producen diferencias en las propiedades ópticas de los corales, si producen diferencias en sus respuestas biológicas, por lo cual resulta necesario el estudio de las propiedades ópticas en especies de coral con diferencias morfológicas marcadas.

Palabras clave: absorción de luz, coeficiente específico de absorción, morfología de coral.

Contenido

I. Introducción.....	1
II. Objetivos:.....	3
II. 1 General.....	3
II. 2 Específicos.....	4
III. Área de Estudio.....	4
IV. Materiales y Métodos.....	5
IV.1 Colecta de muestras y aclimatación.....	6
IV.2 Determinación del espectro de reflectancia de los corales	6
IV.3 Extracción de simbioses y análisis de pigmentos.....	7
IV.4 Extracción de pigmentos de las algas endolíticas	10
IV.5 Determinación de los descriptores de la capacidad y eficiencia de absorción	10
IV.6 Morfometría del cáliz	11
IV.7 Análisis de datos	11
V. Resultados.....	12
V.1 Densidad de pigmentos y de células simbioses	12
V.2 Espectros de reflectancia (R) obtenidos y espectros de absorbancia (D*) estimados.	13
V.3 Absorptancia (A).....	15
V.4 Coeficiente específico de absorción ($a^*_{\text{Chl a}}$)	18
V.5 Contribución de la variación del número de células y pigmentos por célula en la capacidad y eficiencia de absorción de luz.....	23
V.6 Variación en la morfología del esqueleto de coral entre <i>M. faveolata</i> y <i>M. annularis</i>	25
V.7 Variación de las propiedades ópticas de los esqueletos de <i>M. faveolata</i> y <i>M.</i> <i>annularis</i> colonizados por algas endolíticas.....	26
VI. Discusión	28
VIII. Conclusiones.....	32
IX. Literatura Citada	34
Anexo I. Características morfológicas, ecológicas y biológicas de <i>Montastraea annularis</i> y <i>M. faveolata</i> . (Tomado de Szmant <i>et al.</i> 1997).....	39
Anexo II. Glosario de términos	40

Índice de figuras

Figura 1. Micro morfología del cáliz. (A) <i>Montastraea annularis</i> . (B) <i>M. faveolata</i> . CL, columnela, CN, coenosteum; PC, costa primaria; PS, septo primario; T, diente del septo; TC, costa terciaria; TS, septo terciario. Tomado de Budd & Klaus (2001).	3
Figura 2. Área de colecta en el Arrecife de Puerto Morelos, Quintana Roo.	5
Figura 3. Espectro de irradianza de la lámpara de halógeno utilizada en las mediciones de reflectancia.	7
Figura 4. Medición de reflectancia. (A). Arreglo geométrico utilizado, orientación de la lámpara y la fibra óptica. (B). <i>Montastraea faveolata</i> , la parte iluminada del coral indica el área en la cual se mide el haz de luz reflejado (reflectancia).	8
Figura 5. Intervalos de valores encontrados. (A) Densidad de clorofila <i>a</i> . (B) Densidad de células. (C) concentración de clorofila <i>a</i> por célula.	13
Figura 6. Espectros de reflectancia obtenidos de corales intactos. (A) <i>M. annularis</i> . (B) <i>M. faveolata</i> . Espectros de absorbancia (D^*) estimados. (C) <i>M. annularis</i> . (D) <i>M. faveolata</i> . ..	14
Figura 7. Comparación del espectro de reflectancia de los corales intactos con diferentes densidades de clorofila <i>a</i> . (A) <i>M. annularis</i> . (a) $0.073 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$. (b) $264.38 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$. (B) <i>M. faveolata</i> (c) $1.020 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$. (d) $258.05 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$. (C) Comparación del espectro de reflectancia de los corales intactos y los esqueletos de coral. (a) Esqueleto <i>M. faveolata</i> ($1.020 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$). (b) <i>M. faveolata</i> ($1.020 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$). (c) Esqueleto <i>M. faveolata</i> ($258.05 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$). (d) <i>M. faveolata</i> ($258.05 \text{ mg}_{\text{Chla}} \text{ m}^{-2}$).	15
Figura 8. Intervalo de variación de la absorptancia en <i>M. faveolata</i> y <i>M. annularis</i>	16
Figura 9. Comparación de la absorptancia del coral en función de la densidad de clorofila <i>a</i> para \circ <i>M. annularis</i> y \bullet <i>M. faveolata</i>	17
Figura 10. Comparación de la absorptancia del coral intacto para densidades de Chl <i>a</i> menores a 20 mg m^{-2} para \circ <i>M. annularis</i> y \bullet <i>M. faveolata</i> . (A) Datos originales. (B) Datos transformados logarítmicamente. Comparación de la absorptancia del coral para densidades de Chl <i>a</i> mayores a 20 mg m^{-2} para \circ <i>M. annularis</i> y \bullet <i>M. faveolata</i> . (C) Datos originales. (D) Promedios DS.	18
Figura 11. Variación del coeficiente específico de absorción (a^*) en <i>M. annularis</i> y <i>M. faveolata</i>	19
Figura 12. Variación del coeficiente específico de absorción (a^*) en función a la densidad de clorofila <i>a</i> para \circ <i>M. annularis</i> y \bullet <i>M. faveolata</i> . (A) Datos normales. (B) Datos transformados logarítmicamente.	20
Figura 13. Variación del coeficiente específico de absorción (a^*) de \circ <i>M. annularis</i> y \bullet <i>M. faveolata</i> a densidades de clorofila <i>a</i> superiores a 1 mg m^{-2} e inferiores a 20 mg m^{-2} y a densidades superiores a 20 mg m^{-2} . (A) y (C) Datos originales. (B) y (D) Datos transformados logarítmicamente.	21

Figura 14. Coeficiente específico de absorción de □ <i>M. annularis</i> , ⊞ <i>M. faveolata</i> , ● <i>Porites braneri</i> (Enríquez <i>et al.</i> 2005) y ■ <i>Montipora monasteriata</i> (Enríquez, datos no publicados)	22
Figura 15. Esquema del cáliz. (A) <i>M. annularis</i> . (B). <i>M. faveolata</i> . CL, columnela; SP, septo primario; ST, septo terciario	25
Figura 16. Variación de las mediciones del cáliz. (A) Diámetro del cáliz. (B) Diámetro de la columnela. (C) Ancho de los septos.....	26
Figura 17. Variación de la Absorptancia medida en los esqueletos de coral. ○ <i>M annularis</i> y ● <i>M. faveolata</i> (A). Promedio de la ✕ densidad de pigmentos y ∖ Absorptancia en los esqueletos colonizados por algas endolíticas (B).	27
Figura 18. Variación del coeficiente específico de absorción en función de la densidad de clorofila <i>a</i> en los esqueleto de coral colonizados por algas endolíticas. (A) Datos normales. (B) Datos transformados logarítmicamente. ○ <i>M annularis</i> y ● <i>M. faveolata</i>	28

Índice de tablas

Tabla I. Correlación de Pearson entre los descriptores de absorción de luz y descriptores del coral.....	16
Tabla II. Correlación de Pearson entre los descriptores de absorción de luz y descriptores de la densidad de clorofila <i>a</i>	24
Tabla III. Correlación de Pearson entre los descriptores de absorción de luz del esqueleto de coral colonizado por algas endolíticas y los descriptores del esqueleto de coral.	27