*Universidad Autónoma de Nuevo León*

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS**

**Subdirección de Postgrado**

# REFORESTACION EXPERIMENTAL DE MANGLARES EN ECOSISTEMAS LAGUNARES ESTUARINOS DE LA COSTA NOROCCIDENTAL DE MEXICO.

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS
( Especialidad en Ecología Acuática )

PRESENTA:

**CLAUDIA MARICUSA AGRAZ HERNANDEZ**

DIRECTOR DE TESIS :

**DR. FRANCISCO J. FLORES VERDUGO**

ASESOR INTERNO :

**DR. GUILLERMO A. COMPEAN JIMENEZ**

MONTERREY, NUEVO LEON, 13 DE ABRIL DE 1999 .

TD
QH541
.5
.M27
A3
1999
c.1

1080124453

TD
QL 541
.5
.M27
A3
1999

B U Raúl Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS DOCTORADO

B U Raúl Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS DOCTORADO

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

## FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS

### SUBDIRECCION DE POSTGRADO

# REFORESTACION EXPERIMENTAL DE MANGLARES EN ECOSISTEMAS LAGUNARES ESTUARINOS DE LA COSTA NOROCCIDENTAL DE MEXICO

# TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL EN OPCION A LA OBTENCION DEL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN ECOLOGIA

PRESENTA

**M.C. CLAUDIA MARICUSA AGRAZ HERNANDEZ**

COMISION DE TESIS

DR. FRANCISCO J. FLORES VERDUGO
DIRECTOR
PRESIDENTE

DR. GUILLERMO A. COMPEAN JIMENEZ
CO-DIRECTOR
SECRETARIO

DR. MOHAMMAD H. BADII
VOCAL

DRA. ADRIANA E. FLORES SUAREZ
VOCAL

DRA. MARIA JULIA VERDE STAR
VOCAL

MONTERREY, NUEVO LEON

JUNIO DE 1999

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Estación Mazatlán. UNAM. por el apoyo recibido para mí formación académica durante 12 años. En especial a la Biblioteca y a la Mapoteca.

A la Universidad Autónoma de Nuevo Léon por todo el apoyo y enseñanzas para poder ser un verdadero académico. Así como a su eficiente Postgrado en la Facultad de Ciencias Biológicas.

Al CONACyT por el apoyo económico para la realización de este trabajo a través de fondos del proyecto titulado: "Dinámica del Carbono y Nitrogeno proveniente de los efluentes de estanques camaronícolas en los humedales tropicales. Clave: 1202p-t9507. Asi como el apoyo ecónomico a través de sus becas de mantenimiento.

Al Dr. Francisco Javier Flores Verdugo por prepararme para la vida académica a través de 8 años, por darme la oportunidad de realizar mi tésis doctoral de un tema que me apasiono siempre y por hacer tan divertida, placentera y llena de felicidad mi formación académica a través de su paciente dirección y de su valiosa amistad.

Al Dr. Guillermo Alberto Compean Jimenez por toda su confianza, asesoría y apoyo para poder realizar este trabajo.

A la Técnica Virginia Velarde García por todo su gran apoyo técnico para la realización de este trabajo.

Al Ing. José Alejandro Aguilar Sepúlveda por todo el apoyo y paciencia a lo largo de 12 años.

A Francisco Flores de Santiago por su apoyo para poder realizar este trabajo y amistad.

A mi madre y mi padre que gracias a todas sus enseñanzas, restricciones y sacrificios contribuyeron para poder empezar a ser alguien, a dar el primer fruto y ser siempre feliz en mi vida.

Al Dr. Reymundo Hernández Gonzalez por todo el apoyo y cariño.

A mis hermanos Carlos Abraham Agraz Hernández y José Luiz Agraz Hernández por toda su paciencia, compresion, enseñanzas y cariño.

A las siguientes personas que pusieron un granito de arena tanto para mi formación académica como para que mi vida siempre estuviera llena de felicidad.

M.C. Ana María Puello.
Dra. Julia Verde Star.
Dra. Emilia Gutierrez.
Lic. Victoria Montes Montes.
Biol.Francesc X. Llaurado Moran
Dr. Marco Escalante Cavazos.
Dr. Mohammad H. Badii .
Dr. A.Vazquez Botello
Dr. Francisco J. Martínez Cordero
M.C. Hector Placencia Gonzalez
M.C. Raquel Briseño.
Dr. Alberto Abreu Grobois.
Biol. Vicente Arreaga.
Dra. Adriana E. Flores Suarez.

# CONTENIDO


## I. INTRODUCCIÓN

**1.1** Importancia económica, ecológica y social de los humedales costeros tropicales. ..... 1

**1.2** Servicios, usos y funciones de los ecosistemas de manglar y lagunares-estuarinos. ..... 3

**1.3** Distribución de los manglares en México. ..... 7

**1.4** Antecedentes sobre reforestación con manglares. ..... 8

**1.5** Interacción de la acuicultura con el medio ambiente. ..... 9

**1.6** Descripciónes de las áreas de estudio: El Estero de Urías (Mazatlán, Sinaloa), y Boca Cegada, Nayarit. México. ..... 10

**1.6.1** Estero de Urías, Sinaloa.

**1.6.2** Boca Cegada, Nayarit.

## II. OBJETIVOS ..... 12

**2.1** Objetivos específicos

## III. MATERIAL Y METODOS

**3.1** Determinación de la superficie de las diferentes unidades ambientales del Estero de Urías, Sinaloa (1977 y 1995) y Boca Cegada, Nayarit (1970,1995 y 1998). ..... 14

**3.1.2** Determinación de las áreas de manglar afectadas.

**3.2** Metodología para la determinación de la estructura forestal. ..... 15

**3.2.1** Estero de Urías. Se realizaron cuatro transectos a lo largo del sistema y en una zona adyacente a una granja acuícola (1996).

**3.2.1.1.** En 1996:

**3.2.2** Boca Cegada, Nayarit (1995 y 1998)

**3.2.2.1** En 1995.

**3.2.2.2** En 1998.

**3.3** Determinación de la productividad primaria de los manglares. ..... 16

**3.3.1** Producción de hojarasca en El Estero de Urías, Sinaloa.

**3.3.2** Tasa de degradación en el Estero de Urías, Sinaloa.

**3.3.3** Tasa de crecimiento del área basal de los fustes de adultos en el Estero de Urías, Sinaloa, a través de dos ciclos anuales (junio de 1996 al julio de 1998).

**3.4** Variación estacional de la biomasa de macroalgas en el Estero de Urías, Sinaloa. ..... 17

**3.4.1** Determinación de la tasa de remoción/ mortalidad de plántulas por el efecto abrasivo del detritus de macroalgas acarreado por las mareas.

**3.5** Determinación de las áreas potenciales de reforestación y zonación de los manglares. Análisis topográfico en El Estero de Urías, Sinaloa (1996) y Boca Cegada, Nayarit (1995). ..... 18

**3.5.1** Estero de Urías, Sinaloa.

**3.5.2** Distribución topográfica de la marisma y áreas de manglares en Boca Cegada, Nayarit (1995 ) y variación de niveles de mareas en las venas Los Olotes y La Diabla (1998).

**3.6** Descripción y criterios para la instalación de las plataformas en El Estero de Urías, Sinaloa. ..... 19

**3.7** Técnicas de extracción y trasplante de plántulas para las plataformas artificiales y vivero experimental. Monitoreo del crecimiento y mortalidad de plántulas transplantadas y sin transplantar en el Estero de Urías. ..... 20

**3.8** Determinación del crecimiento y mortalidad de plántulas e hipocotilos en las plataformas artificiales en el Estero de Urías, Sinaloa. ..... 20

**3.8.1** Intensidad de luminosa.

**3.9** Determinación de granulometría, materia orgánica particulada, salinidad y pH del sedimento del agua interstical del área de extracción de plántulas y/o semillas en El Estero de Urías, Sinaloa ..... 21

.

**3.10** Determinación de la clorofila, pH, temperatura y salinidad en el Estero de Urías, Sinaloa 1996-1997 y en el sistema de Boca Cegada, Nayarit en 1995 y 1998. ..... 21

**3.11** Determinación de la unidades de reforestación en Boca Cegada, Nayarit. ..... 22

**3.12** Vivero experimental con sistema de circulación de agua cerrado y con simulación de inundación para manglares. ..... 23

**3.12.1** Diseño del estanque experimental.

**3.12.2** Crecimiento de plántulas bajo dos condiciones de 65% de atenuación de la luz.

**3.12.3** Factibilidad en la aplicación de técnicas de fusiones y reproducción vegetativa para manglares.

**3.12.3.1** Experimentos de fusión en un vivero experimental.

**3.12.3.2** Reproducción vegetativa "fustes" con A. germinans.

**3.12.4** Monitoreo de los parámetros físicos y químicos.

**3.13** Dendrocronología en árboles adultos del bosque de manglar en Boca Cegada, Nayarit (1998). ..... 27

**3.13.1** Método de Campo.

**3.14** Análisis estadístico. ..... 29

## IV. RESULTADOS

**4.1** Superficie y cambios en la distribución de las diferentes unidades ambientales del Estero de Urías,Sinaloa (1977-1995). ..... 31

**4.2** Superficie de las diferentes unidades ambientales y sus variaciones de 1970 y 1995 en el ecosistema de Boca Cegada Nayarit. ..... 32

**4.3** Superficie de las diferentes unidades ambientales de Boca Cegada, Nayarit (1997). ..... 34

**4.4** Estructura forestal de los manglares y su relación con los parámetros ambientales. ..... 35

**4.4.1** Estructura forestal en el Estero de Urías, Sinaloa,1996 .

**4.5** Distribución de los manglares en base al nivel topográfico. ..... 37

**4.5.1** Distribución y zonación de los manglares respecto al Nivel Medio del Mar en el Estero de Urías, Sinaloa.

**4.5.2** Distribución de los manglares, unidades ambientales, estructura forestal, salinidad intersticial y topografía en Boca Cegada, Nayarit .

**4.6**. Determinación de la productividad primaria de los manglares del Estero de Urías,Sinaloa. ..... 40

**4.6.1** Producción de hojarasca en peso seco durante de dos ciclos anuales.

**4.6.2** Tasa de degradación de hojas de manglar.

**4.7** Impacto secundario de la eutroficación (biomasa de macroalgas) en la colonización por hipocotilos, semillas y propágulos. ..... 45

**4.8** Determinación de las áreas potenciales de reforestación en el ecosistema de Boca Cegada, Nayarit (1995). ..... 49

**4.8.1** Marisma aledaña al complejo Boca Cegada, Nayarit.

**4.8.2** Determinación de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en el Estero Los Olotes. Boca Cegada, Nayarit de 1995.

**4.9** Técnicas de extracción y transplante.
**4.9.1** Efecto del traumatismo por extracción. .....50

**4.10** Crecimiento de hipocótilos y plántulas de manglar (R. mangle y A. germinans) en plataformas artificiales. ..... 50

**4.11** Características físicas, químicas del sedimento y agua superficial e intersticial en dos bosque de manglar ( A.germinans y R. mangle) y bajo de mareas el Estero de Urías, Sinaloa. ..... 55

**4.12** Intensidad luminosa en el bosque de *R.mangle* y *A.germinans*, y en las plataformas artificiales. ..... 56

**4.13** Ciclo anual de las características físicas, químicas y biológicas del agua en el Estero de Urías, Sinaloa. ..... 56

**4.14** Diseño del vivero experimental.
**4.14.1** Estimación del volúmen de agua dezplazado por los materiales del filtro biológico ..... 57
**4.14.2** Crecimiento experimental de plántulas bajo diferentes condiciones de intensidad luminosa (Vivero experimental).
**4.14.2.1** Condiciones de intensidad luminosa durante el periodo de luz (12 hrs) en un ciclo anual.
**4.14.3** Factibilidad en la aplicación de las técnicas de fusión con dos especies de manglar: R.mangle y A.germinans y fustes con A. germinans.
**4.14.3.1** Experimentos de fusión en un vivero

experimental.

**4.14.3.2** Aplicación de la técnica de reproducción vegetativa.

**4.15** Dendrocronología. ..... 60

**V. DISCUSION**

**5.1** Distribución, estructura e impacto ambiental en manglares de dos ecosistemas lagunares estuarinos de la costa noroccidental de México. ..... 63

**5.1.1** Análisis fotográfico del Estero de Urías, Sinaloa (1977 a 1995).

**5.1.2** Análisis fotográfico de Boca Cegada, Nayarit de 1970 a 1998.

**5.1.3** Comparación de estructuras forestales con respecto a otras regiones geográficas.

**5.1.4** Impacto en manglares de Boca Cegada, Nayarit (1970-1998).

**5.1.4.1** Impacto por construcción de presas.

**5.1.4.2** Impacto de la acuacultura.

**5.2** Productividad de hojarasca, degradación y crecimiento de área basal en el Estero de Urías, Sinaloa. ..... 70

**5.2.1** Producción de hojarasca.

**5.2.2** Tasa de degradación de hojas de manglar.

**5.2.3** Comparaciones de la tasa de crecimiento en área basal en fustes de adultos.

**5.3** Consideraciones ambientales para la reforestación con manglares. ..... 81

**5.3.1** Determinación de las áreas potenciales

de reforestación en el ecosistema de Boca Cegada, Nayarit (1995). Unidades de reforestación.

**5.3.1.1** Características de la unidades de reforestación en Boca Cegada, Nayarit.

**5.3.2** Distribución topográfica de los manglares respecto al Nivel Medio del Mar en el Estero deUrías,Sinaloa.

**5.3.3** Plataformas artificiales y tasas de crecimiento.

**5.3.3.1** Intensidad luminosa en el bosque y plataformas artificiales.

**5.4.** Características físicas y químicas del sedimento y del agua superficial e intersticial en bosques de manglar, bajo de mareas y estero. ..... 88

**5.5** Impacto de macroalgas en los procesos de colonización de manglar en un ecosistema eutroficado (Estero de Urías, Sinaloa). ..... 92

**5.6** Vivero experimental con sistema circulación cerrado y periodos de inundación simulados para manglares. ..... 96

**5.6.1.** Influencia de la intensidad luminosa en el crecimiento de plántulas manglar en el vivero experimental y el medio natural.

**5.7.** Factibilidad en la aplicación de las técnicas de fusion y fustes en manglares. ..... 103

**5.7.1** Experimentos de fusion

**5.7.2** Técnica de reproducción vegetativa.

**5.8** Dendrocronología. ..... 104

MAPAS ..... 108

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS: Fotografías, Lista de contenido de Tablas, Figuras y Fotografías.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Estación Mazatlán. UNAM. por el apoyo recibido para mí formación académica durante 12 años. En especial a la Biblioteca y a la Mapoteca.

A la Universidad Autónoma de Nuevo Léon por todo el apoyo y enseñanzas para poder ser un verdadero académico. Así como a su eficiente Postgrado en la Facultad de Ciencias Biológicas.

Al CONACyT por el apoyo económico para la realización de este trabajo a través de fondos del proyecto titulado: "Dinámica del Carbono y Nitrogeno proveniente de los efluentes de estanques camaronícolas en los humedales tropicales. Clave: 1202p-t9507. Asi como el apoyo ecónomico a través de sus becas de mantenimiento.

Al Dr. Francisco Javier Flores Verdugo por prepararme para la vida académica a través de 8 años, por darme la oportunidad de realizar mi tésis doctoral de un tema que me apasiono siempre y por hacer tan divertida, placentera y llena de felicidad mi formación académica a través de su paciente dirección y de su valiosa amistad.

Al Dr. Guillermo Alberto Compean Jimenez por toda su confianza, asesoría y apoyo para poder realizar este trabajo.

A la Técnica Virginia Velarde García por todo su gran apoyo técnico para la realización de este trabajo.

Al Ing. José Alejandro Aguilar Sepúlveda por todo el apoyo y paciencia a lo largo de 12 años.

A Francisco Flores de Santiago por su apoyo para poder realizar este trabajo y amistad.

A mi madre y mi padre que gracias a todas sus enseñanzas, restricciones y sacrificios contribuyeron para poder empezar a ser alguien, a dar el primer fruto y ser siempre feliz en mi vida.

Al Dr. Reymundo Hernández Gonzalez por todo el apoyo y cariño.

A mis hermanos Carlos Abraham Agraz Hernández y José Luiz Agraz Hernández por toda su paciencia, compresion, enseñanzas y cariño.

A las siguientes personas que pusieron un granito de arena tanto para mi formación académica como para que mi vida siempre estuviera llena de felicidad.

M.C. Ana María Puello.
Dra. Julia Verde Star.
Dra. Emilia Gutierrez.
Lic. Victoria Montes Montes.
Biol.Francesc X. Llaurado Moran
Dr. Marco Escalante Cavazos.
Dr. Mohammad H. Badii .
Dr. A.Vazquez Botello
Dr. Francisco J. Martínez Cordero
M.C. Hector Placencia Gonzalez
M.C. Raquel Briseño.
Dr. Alberto Abreu Grobois.
Biol. Vicente Arreaga.
Dra. Adriana E. Flores Suarez.

# CONTENIDO


## I. INTRODUCCIÓN

**1.1** Importancia económica, ecológica y social de los humedales costeros tropicales. ..... 1

**1.2** Servicios, usos y funciones de los ecosistemas de manglar y lagunares-estuarinos. ..... 3

**1.3** Distribución de los manglares en México. ..... 7

**1.4** Antecedentes sobre reforestación con manglares. ..... 8

**1.5** Interacción de la acuicultura con el medio ambiente. ..... 9

**1.6** Descripciónes de las áreas de estudio: El Estero de Urías (Mazatlán, Sinaloa), y Boca Cegada, Nayarit. México. ..... 10

**1.6.1** Estero de Urías, Sinaloa.

**1.6.2** Boca Cegada, Nayarit.

## II. OBJETIVOS ..... 12

**2.1** Objetivos específicos