

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**CAMBIOS EN LA DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE LA AVIFAUNA DE LA  
LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS, MÉXICO, DE 1964 AL 2008**

**Por**

**ANA LAURA DOMÍNGUEZ OROZCO**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de  
DOCTOR EN CIENCIAS**

**Julio, 2010**

**CAMBIOS EN LA DIVERSIDAD ALFA Y  
BETA DE LA AVIFAUNA DE LA  
LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS,  
MÉXICO, DE 1964 AL 2008**

**Comité de Tesis**

---

**Dr. Juan Antonio García Salas**  
**Director**

---

**Dr. José María Torres Ayala**  
**Secretario**

---

**Dr. Armando Jesús Contreras Balderas**  
**Vocal**

---

**Dra. María de Lourdes Lozano Vilano**  
**Vocal**

---

**Dra. María Elena García Ramírez**  
**Vocal**

## AGRADECIMIENTOS

Dra. María Elena García Ramírez... siempre recordaré su consejo cuando me encontraba en un momento de terrible indecisión, me preguntaba si había tomado la decisión correcta en elegir escuela, tema y director de tesis. Finalmente sé que hubiese sido un terrible error el tirar la toalla y cambiar de rumbo. Es una excelente maestra.

Dra. María de Lourdes Lozano Vilano... por sus clases, por el ejemplo que da al igual que la Dra. Ma. Elena que es todo un reto el ser mujer, esposa, madre y una excelente profesionista.

Dr. Armando Jesús Contreras Balderas, muchas gracias por las grandes pláticas, por los consejos, por ser un buen amigo, porque me gustó su clase

Dr. José María Torres Ayala, a pesar de que fue poco el tiempo compartido, disfruté y aprendí en su clase.

Finalmente al Dr. Juan Antonio García Salas, mi director de tesis, gracias por su paciencia y dirección. Sé que soy muy impaciente, lo considero un excelente maestro y director de tesis.

Les agradezco sinceramente todo su apoyo, consejos, guía y dirección. Considero que la decisión de realizar mis estudios en la UANL fue una de las mejores decisiones que he tomado en mi vida.

Cada uno de ustedes me ha servido y servirá como una excelente guía, como un excelente ejemplo de constancia y rectitud, como profesionistas y aún más importante, como seres humanos merecen todo mi respeto.

A PRONATURA NORESTE por el valioso apoyo económico y las facilidades que dieron para realizar el presente trabajo, que espero sirva como un valioso antecedente en sus futuros proyectos de conservación y aprovechamiento; en especial al Biól Alfoso Banda Valdez y Biól. Joel Hernández Peña.

A CONACYT por su valioso apoyo económico para la realización del doctorado.

Al Instituto Politécnico Nacional porque me permitió separarme en tiempo y espacio de mis labores académicas.

## **DEDICATORIA**

### **A MIS PADRES.....** Ángeles en la tierra...

Todo lo que soy, lo que he logrado, ha sido siempre, siempre inspirado y guiado por un par de estrellas que por gran fortuna las tengo cerca de mí.... Graciela y Absalón... benditos sean por siempre. Gracias a la vida por haberme otorgado la gloriosa bendición de tenerlos como padres...

Puedo soñar con los ojos abiertos, imagino que estoy en casa, tengo apenas 5 años y espero a que mi mami terminé con las palomitas de maíz... afuera llueve y no podemos salir a jugar.....

Recuerdo el 11 de Julio de 1983... Salía por primera vez sola de casa... me iba a La Paz, B. C. S. a perseguir un sueño... ahora 27 años después, a mi lado corremos por playa y ver que juntos lo hemos logrado.

### **A MI HERMANA Chelita Y HERMANOS Dodô y Hans**

Cuyo esfuerzo y lucha, entrega a la vida me han servido de gran ejemplo. Los extraño... extraño y extrañaré por siempre nuestra vida en familia.

Cada uno de ustedes tiene una historia de lucha, valentía, de coraje por la vida; me han enseñado que las cosas que velen la pena hay que luchar por ellas... que nada es gratis en la vida y vale la pena pagar un precio por ella.

Son guerreros valientes, cada uno de ustedes, a su manera, me han enseñado un estilo único de vida, que bien vale la pena imitar.

### **A MIS AMIGAS Y AMIGOS**

No podría nombrarlos porque podría omitir alguno de ustedes. Cada uno me ha aportado toneladas de cariño, vibras positivas, motivos de superación y me han enseñado que puedes caer a la lona pero la cuestión es levantarse una y otra vez y continuar en la pelea.

### **A LAS AVES**

Animales con ojos brillantes y curiosos, amniotas de sangre caliente, algunas con vistosas alas y elegante caminar, quiénes me dieron la oportunidad de conocerlas, estudiarlas y lo más importante..... quererlas.

Por las que están encerradas, por las que son un orgulloso trofeo de un tonto cazador, por las que gracias al andar humano pierden su hogar... por las que como consecuencia de actividades y codicia humana actualmente más de 1.200 especies están en peligro de extinción. A todas las aves... que me brindaron la oportunidad de conseguir uno de mis sueños más deseados... el doctorado.

A la Selección Natural.... por dejarme ser y existir

Gracias

## TABLA DE CONTENIDO

Sección	Página
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
LISTA DE TABLAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. OBJETIVOS.....	5
3.1 Objetivo general.....	5
3.2 Objetivos particulares.....	5
5. ANTECEDENTES.....	6
5.1 Laguna Madre, Tamaulipas, México.....	6
5.2 Estudios de aves.....	7
5.3 Cambio climático.....	14
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
6.1 Trabajo de campo.....	19
6.2 Análisis estadístico.....	20
6.3 Área de estudio.....	22
6.3.1 Localización geográfica.....	22
6.3.2 Clima.....	23
6.3.3 Geología.....	24
6.3.4 Hidrología.....	24

6.3.5 Vegetación.....	25
7. RESULTADOS.....	27
7.1 Inventario de aves acuáticas y semiacuáticas.....	27
7.2 Valor de la diversidad $\alpha$ y $\beta$ .....	28
7.3 Registro histórico de la temperatura.....	40
7.4 Relación diversidad $\beta$ con la temperatura.....	44
8. DISCUSIÓN.....	45
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	56
LITERATURA CITADA .....	59
APÉNDICES .....	65
RESIDENCIA ESTACIONAL DE LAS ESPECIES EN LA LAGUNA MADRE DE 1964-2008 .....	65
REGISTRO DE PRESENCIA O AUSENCIA DE LAS ESPECIES EN LA LAGUNA MADRE DE 1964-2008 .....	71
RESUMEN BIOGRÀFICO .....	75

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
I. Índice de Shannon-Wiener (1948) para el total de especies de aves reportadas en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.....	29
II. Índice de Shannon-Wiener (1948) solo para las especies del orden Anseriformes en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.....	30
III. Índice de Shannon-Wiener (1948) para todas las especies de aves, excepto Anseriformes, en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.....	31
IV. Valor de la prueba “t” de Shannon para todas las especies de aves reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, de 1964-2008 .....	33
V. Valor de la prueba “t” de Shannon solo para las especies de Anseriformes reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, de 1964-2008.....	34
VI. Valor de la prueba “t” de Shannon para todas las especies de aves, excepto Anseriformes, reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, de 1964-2008.....	35
VII. Valor de la diversidad $\beta$ por el Método de Sorensen (1948) para todas las especies de aves reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, de 1964-2008.....	36
VIII. Valor de la diversidad $\beta$ por el Método de Sorensen (1948) solo para las especies de Anseriformes reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, de 1964-2008.....	37
IX. Valor de la diversidad $\beta$ por el Método de Sorensen (1948) para todas las especies de aves, excepto Anseriformes, reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, de 1964-2008...	38
X. Valor de la diversidad $\beta$ por el Método de Cody (1975) para todas las especies, solo para Anseriformes y para el resto de las especies	

	reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, de 1964-2008.....	39
XI.	Valores de la temperatura media anual en grados centígrados para la parte centro de la Laguna Madre. Estación Meteorológica de San Fernando, Tamaulipas, México.....	41
XII.	Valor del Coeficiente de correlación de Kendall ( $\tau$ ).....	44



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1. Localización geográfica de la Laguna Madre, Tamaulipas, México.....	23
2. Número de órdenes, familias y especies de aves acuáticas y semiacuáticas registradas en la Laguna Madre, Tamaulipas, México de noviembre del 2008 a marzo del 2009.....	27
3. Número de especies acuáticas y semiacuáticas presentes en la Laguna Madre, Tamaulipas, México de noviembre del 2008 a marzo del 2009.....	28
4. Gráfica de temperaturas medias mensuales reportadas de enero a junio por la estación meteorológica de San Fernando, Tamaulipas, México de 1964 al 2009.....	42
5. Gráfica de temperaturas medias mensuales reportadas de julio a diciembre por la estación meteorológica de San Fernando, Tamaulipas, México de 1964 al 2009.....	43

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue caracterizar la riqueza y abundancia de la avifauna acuática y semiacuáticas en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. El área de estudio se dividió en tres zonas: la parte norte (Enramada-Mezquital), centro (Carbonera) y sur (Soto la Marina), cada una fue visitada mensualmente del 2007 al 2008, realizando registros visuales en trayectos específicos. Se hicieron recorridos en lancha sobre la parte continental de la laguna, en el cuerpo de agua y en la parte interna de las barreras, además se recorrió la costa para anotar y georeferenciar a las aves presentes. Se registraron en total ocho órdenes, 16 familias y 41 especies representadas por 302,933 individuos en total. La especie más abundante fue *Aythya americana* con 295,014 especímenes que se localizaron de la Carbonera hacia el norte, en la parte continental de la laguna. Los anátidos constituyeron el 99% de la avifauna asociada a los pastos marinos, siendo éstos característicos de este cuerpo de agua, y de los cuáles la especie más abundante es *Halodule wrightii*. De las especies de aves presentes, *Egretta rufescens* y *Grus americana* están sujetas a protección especial según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001. Se observó que durante los meses de enero y febrero del 2008 solamente se presentó un frente frío de consideración, en el que la temperatura tuvo un mínimo de 4<sup>0</sup>C; por lo que el regreso en especial de pocos anátidos a la laguna se dio a finales del mes de febrero.

## ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the richness and the abundance of the aquatic and semi aquatic birds in Laguna Madre, Tamaulipas, México. The study area was divided in to three areas: the north part (Enramada-Mezquital), center (Carbonera) and south (Soto la Marina). Each one was visited monthly from 2007 to 2008 with sightings recorded over specific spans. Several distance trips were made in boat near the shore of the body lagoon, in the body of water and in the internal zone of the barriers. Moreover we travel out the coast to take note of and georeference the birds present. We observed a total of eight orders, 16 families and 41 species representative by 302,933 individuals in total. The more abundant specie was *Aythya Americana* with 295,014 individual that were founded from La Carbonera in the northward, in the continental part of the lagoon. The *Anatidae* family comprised 99% of the birds associated with marine grass, being these characteristic of this body of water, of which the most abundant species was *Halodule wrightii*. Of the species that were present, *Egretta rufescens* and *Grus Americana* are subject to special protection according to the Mexican Official Standard NOM-059-ECOL-2001. We observed that during the months of January and February of 2008 only one cold front of consideration, in which the temperature had a minimum of 4°C, entered the area that's why only a few birds returned to the lagoon at the end of February.

## I. INTRODUCCIÓN

México es un país privilegiado no solo por su diversidad cultural, sino por su enorme diversidad biológica, producto de su heterogeneidad topográfica, situación geográfica, mosaico ecológico, que son consecuencia de distintos procesos evolutivos. Además es considerada como una nación megadiversa. Sin embargo, producto de la sobrepoblación derivan problemas como la deforestación, pérdida del hábitat, contaminación, etc., que son serias amenazas a la biodiversidad, lo que obliga a conocer no solo en detalle a las especies que existen sino también los factores que permiten la coexistencia de las mismas y mantienen la diversidad.

La información anterior resolvería una de las preguntas más importantes de la sociedad ¿Cómo conservar la biodiversidad sin afectar los procesos que la mantienen? Uno de los mecanismos propuestos es el establecimiento de áreas naturales protegidas, que representan la enorme variedad de ecosistemas con los que cuenta el país. Sin embargo, para desarrollar esta idea de una manera eficiente, es necesario conocer la historia natural de los diferentes organismos, su distribución geográfica, estimar sus abundancias y los tipos de hábitat en los que se establecen sus poblaciones.

Los inventarios de los diferentes taxones, constituyen una manera rápida de lograr esto.

Tradicionalmente la diversidad biológica ha sido dividida en tres componentes: alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) y gamma ( $\gamma$ ), sin embargo la relación que existe entre ellos es tema de debate en la actualidad. La diversidad alfa es definida como el número de especies de una localidad, un área relativamente homogénea y delimitada.

La diversidad beta se refiere al recambio en la composición de especies al cambiar de una localidad a otra y expresa la diversidad de hábitats en una región, así como la amplitud del nicho de las especies. Los estudios de diversidad beta involucran gradientes ecológicos y/o ambientales. Finalmente la diversidad gamma es el número total de especies de una región geográfica discreta; e involucra las tres formas de biodiversidad. Sin embargo, el conocer como los factores bióticos y abióticos promueven el recambio de las especies requiere de estudios más detallados.

La Laguna Madre, Tamaulipas, México es una excelente área geográfica para estudiar la influencia de la temperatura en el recambio en la composición de especies de aves. En este caso, se analizan los años de 1964 al 2009, lo anterior, se debe a que posee un gradiente ecológico y ambiental de gran importancia por el uso que se le da a esta Laguna. Es un área natural protegida lo que garantiza que con un muestreo adecuado y representativo de la diversidad avifaunística, principal objetivo de este trabajo, se podrán encontrar y recomendar acciones que permitan su conservación.

## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El cambio climático es un fenómeno mundial, cuyas causas y efectos en los organismos y el ambiente se empezaron a analizar de forma intensiva a partir del año 2000. La diversidad y abundancia de la ornitofauna migratoria, acuática y semiacuática son de los parámetros poblacionales más afectados por el fenómeno anterior. El presente trabajo representa uno de los primeros estudios en México y el primero en La Laguna Madre que analiza el recambio de la diversidad a través del tiempo y la relaciona con las variaciones estacionales de temperatura; ya que es el factor más importante en la migración de las aves.

### 3. HIPÓTESIS

$H_0$ : La diversidad  $\beta$  de las aves acuáticas y semiacuáticas presentes en la Laguna Madre de 1950 al 2009 no es afectada por la temperatura.

$H_a$ : La diversidad  $\beta$  de las aves acuáticas y semiacuáticas presentes en la Laguna Madre de 1950 al 2009 si es afectada por la temperatura.

## OBJETIVOS

### 4.1 Objetivo general

Analizar el efecto del factor temperatura en la diversidad  $\beta$  de la ornitofauna acuática y semiacuática de la Laguna Madre, Tamaulipas, México de 1964 al 2009.

### 4.2 Objetivos particulares

4.2.1. Obtener el inventario de las aves acuáticas y semiacuáticas de la Laguna Madre, Tamaulipas, México en 2009.

4.2.2. Calcular la diversidad  $\alpha$  y  $\beta$  de las aves acuáticas y semiacuáticas de los diferentes estudios realizados en la Laguna Madre.

4.2.3. Analizar el registro histórico del factor temperatura en el área de estudio.

4.2.4. Relacionar la diversidad  $\beta$  y las temperaturas presentes en el área de estudio desde 1964 al 2009.



## 5. ANTECEDENTES

Para este estudio, la información se dividió en los siguientes grupos: a) los referentes a la Laguna Madre; b) los trabajos de aves en esta región y c) los que mencionan el cambio climático como una de las principales causas en la variación de la distribución y abundancia de las aves, principalmente las acuáticas y semiacuáticas.

### 5.1. Laguna Madre, Tamaulipas

INEGI (1983) menciona que la Laguna Madre es el cuerpo de agua más grande de México que tiene un área de 9,055 km<sup>2</sup> aproximadamente y es considerada un humedal de gran importancia ecológica para plantas y animales.

Dentro de la geomorfológicamente, la Laguna Madre esta dividida dentro de dos lagunas separadas por el delta del rio Grande: Laguna Madre de Texas U.S.A. al norte y la Laguna Madre de Tamaulipas, al sur. Estos ecosistemas costeros forman uno de los cinco ecosistemas hipersalinos en el mundo (Javor, 1989).

Reed, *et al.*, (2003) señalaron que la migración estacional de las aves es uno de los fenómenos más espectaculares de la naturaleza y que cada otoño aproximadamente 5 billones de individuos de 300 especies aproximadamente migran de América del Norte a Centro América y Sudamérica.

García en el 2004, señaló que México con la finalidad de conservar y hacer un uso racional de los humedales se adhiere a la Convención Ramsar el 4 de noviembre de 1986 y que el 2 de Febrero del 2004 la Laguna Madre fue declarada el sitio Ramsar No. 1,362. (RAMSAR, 2009) y posteriormente el 14 de abril del 2005 se declaró Área Natural Protegida (Conamp, 2005).

CONAMP (2009) reportó que en esta zona confluye la migración de más de 450 especies de aves acuáticas, semiacuáticas y terrestres, que aquí inverna el 15% del total de las aves migratorias que llegan a México provenientes de Canadá y los Estados Unidos de América, que es un área de refugio, alimentación y anidación de manera permanente para 144 especies de aves residentes, de las cuales 2.7% son endémicas de México. Lo que representa la mayor diversidad de aves probables a observar en algunos grupos como las aves playeras y acuáticas y la posibilidad de observar aves tropicales exclusivas a México.

Gregory, *et al.*, (2009) indicaron que la Laguna Madre, al igual que todos los ecosistemas del planeta, está siendo modificada por el cambio climático y que durante la segunda mitad del siglo XX ha causado un incremento en la temperatura global de 0.6 °C que ha alterado el crecimiento, la reproducción y migración de los organismos.

## 5.2. Estudios de aves

En la Laguna Madre se han realizado escasos trabajos formales sobre las aves acuáticas y semiacuáticas desde 1950 a la fecha.

Friedman, *et al.*, (1950) reportaron cinco órdenes: Anseriformes, Gaviiformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes y 12 familias: Anatidae, Gaviidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Rallidae, Gruidae, Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Jacanidae, Scolopacidae y Laridae, con 62 especies: *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Anser albifrons*, *Chen caerulescens*, *Branta canadensis*, *Cygnus buccinator*, *Cairina moschata*, *Anas americana*, *A. discors*, *A. clypeata*, *A. crecca*, *Aythya valisineria*, *A. affinis*, *Bucephala albeola*, *Lophodytes cucullatus*, *Oxyura jamaicensis*, *Gavia immer*, *Tigrisoma mexicanum*, *Ardea herodias*, *A. alba*, *Egretta*

*thula*, *E. caerulea*, *E. tricolor*, *Butorides virescens*, *Nycticorax nycticorax*, *Nyctanassa violacea*, *Cochlearius cochlearius*, *Plegadis falcinellus*, *Platalea ajaja*, *Laterallus ruber*, *Aramides cajanea*, *Porzana carolina*, *Porphyrio Martinica*, *Gallinula chloropus*, *Fulica americana*, *Grus americana*, *Pluvialis squatarola*, *Charadrius alexandrinus*, *Ch. montanus*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Recurvirostra americana*, *Jacana spinosa*, *Tringa solitaria*, *T. semipalmata*, *T. flavipes*, *Numenius phaeopus*, *N. americanus*, *Calidris alba*, *C. pusilla*, *C. minutilla*, *C. alpina*, *Limnodromus griseus*, *Gallinago gallinago*, *Larus atricilla*, *L. argentatus*, *Sternula albifrons*, *Gelochelidon nilotica*, *Hydropogone caspia*, *Chlidonias niger*, *Sterna hirundo* y *Rynchops niger*.

Rojas (1954), en su trabajo sobre el orden Anseriformes y la familia Anatidae, reportó 10 especies: *Cairina moschata*, *Chaulelasmus strepera*, *Mareca americana*, *Anas platyrhynchos*, *A. fulvigula maculosa*, *A. discors*, *A. cyanoptera*, *A. acuta*, *A. creca carolinensis* y *Spatula clypeata*.

Leopold (1964, 1965, 1966, 1967 y 1970) realizó diversos estudios y reportó dos órdenes (Anseriformes, Gruiformes), dos familias (Anatidae, Gruidae) y 20 especies *Dendrodygna bicolor*, *Anser albifrons*, *Chen caerulescens*, *Branta canadensis*, *Anas strepera*, *A. americana*, *A. platyrhynchos*, *A. fulvigula*, *A. discors*, *Spatula clypeata*, *Anas acuta*, *A. caroliensis*, *Aythya valisineria*, *A. americana*, *A. collaris*, *Aythya affinis*, *Melanitta fusca*, *Bucephala albeola*, *Mergus merganser* y *Oxyura jamaicensis*.

Edwards (1968) observó seis órdenes: Anseriformes, Gaviiformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes, con 13 familias: Anatidae, Gaviidae, Anhingidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Ciconiidae, Rallidae, Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Jacanidae, Scolopacidae y Laridae y 43 especies: *Anas strepera*, *A. americana*, *A. discors*, *A. clypeata*, *A. acuta*, *Aythya affinis*, *Mergus*

*merganser, Gavia immer, Anhinga anhinga, Ardea herodias, A. alba, Egretta thula, E. tricolor, Bubulcus ibis, Butorides virescens, Nyctanassa violacea, Platalea ajaja, Mycteria americana, Laterallus ruber, Aramides cajanea, Pluvialis squatarola, Haematopus palliatus, Himantopus mexicanus, Recurvirostra americana, Actitis macularius, Tringa melanoleuca, Tringa semipalmata, Tringa flavipes, Numenius americanus, Arenaria interpres, Calidris minutilla, Tryngites subruficollis, Limnodromus scolopaceus, Larus atricilla, Larus delawarensis, Larus argentatus, Sternula albifrons, Gelochelidon nilotica, Hydroprogne caspia, Chlidonias niger, Sterna forsteri, Thalasseus sandvicensis y Rynchops niger.*

El mismo autor en 1972, observó cuatro órdenes: Anseriformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes, con 8 familias: Anatidae, Ardeidae, Rallidae, Charadriidae, Recurvirostridae, Jacanidae, Scolopacidae y Laridae, con 25 especies: *Dendrocygna bicolor, Aix sponsa, Anas cyanoptera, Aythya fulvigula, Bucephala albeola, B. clangula, Mergus serrator, Oxyura jamaicensis, Laterallus ruber, Rallus longirostris, R. elegans, Aramides cajanea, Porzana carolina, Charadrius alexandrinus, Ch. vociferus, Himantopus mexicanus, Jacana spinosa, Tringa semipalmata, Calidris minutilla, C. alpina, Larus delawarensis, L. argentatus, Gelochelidon nilotica, Sterna forsteri y Rynchops niger.*

Davis (1972) reportó en su trabajo cinco órdenes: Anseriformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes; con 7 familias: Anatidae, Anhingidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Rallidae, Gruidae y Laridae, y 51 especies: *Dendrocygna autumnalis, D. bicolor, Anser albifrons, Branta canadensis, Cygnus buccinator, Cairina moschata, Anas strepera, A. americana, A. rubripes, A. platyrhynchos, A. discors, A. cyanoptera, A. clypeata, A. acuta, A. crecca, Aythya valisineria, A. americana, A.*

*collaris*, *A. fulvigula*, *A. affinis*, *Melanitta perspicillata*, *Bucephala albeola*, *B. clangula*, *Lophodytes cucullatus*, *Mergus merganser*, *M. serrator*, *Nomonyx dominicus*, *Oxyura jamaicensis*, *Gavia immer*, *Anhinga anhinga*, *Botaurus lentiginosus*, *Ardea herodias*, *A. alba*, *Egretta thula*, *E. caerulea*, *E. tricolor*, *E. rufescens*, *Bubulcus ibis*, *Butorides virescens*, *Cochlearius cochlearius*, *Eudocimus albus*, *Laterallus ruber*, *Grus canadensis*, *Gelochelidon nilotica*, *Hydroprogne caspia*, *Chlidonias niger*, *Sterna hirundo*, *S. forsteri*, *Thalasseus maximus*, *T. sandvicensis* y *Rynchops niger*.

Petersen y Chalif (1973) encontraron cuatro órdenes: Anseriformes, Gaviiformes, Pelecaniformes y Ciconiiformes; con ocho familias: Anatidae, Gaviidae, Podicipedidae, Sulidae, Pelecanidae, Ardeidae, Threskiornithidae y Ciconiidae, con 14 especies: *Dendrocygna autumnalis*, *Branta canadensis*, *Cygnus buccinator*, *Gavia immer*, *Podiceps dominicus*, *Sula dactylatra*, *Pelecanus erythrorhynchus*, *Tigrisoma mexicanum*, *Florida caerulea*, *Nyctanassa violacea*, *Cochlearius cochlearius*, *Eudocimus albus*, *Platalea ajaja* y *Mycteria americana*.

Bellrose (1980) reportó 7 especies: *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Anser albifrons*, *Chen caerulescens caerulescens*, *Branta canadensis*, *Cygnus buccinator* y *Anas cyanoptera* dentro del Orden Anseriformes y la Familia Anatidae.

Saunders, *et al.*, (1981) reportaron 16 especies: *Dendrocyna automnalis*, *D. bicolor*, *Anser albifrons*, *Anas strepera*, *A. americana*, *A. fulvigula*, *A. discors*, *A. clypeata*, *A. acuta*, *A. creca carolinensis*, *Aythya valisineria*, *A. americana*, *A. collares*, *A. affinis*, *Bucephala albeola* y *Oxyura jamicensis* dentro del orden Anseriformes y la familia Anatidae.

Perales Flores (1981), en su trabajo reportó 6 órdenes: Anseriformes, Podicipediformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes con 14

familias: Anatidae, Podicipedidae, Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Ardeidae, Threskionithidae, Ciconiidae, Rallidae, Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Jacanidae, Scolopacidae y Laridae, con 57 especies: *Dendrocygna autumnalis*, *Chen caerulescens*, *Anas strepera*, *A. americana*, *A. rubripes*, *A. discors*, *A. clypeata*, *A. acuta*, *A. crecca*, *Aythya americana*, *A. affinis*, *Podilymbus podiceps*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *P. occidentalis*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Botaurus lentiginosus*, *Ardea herodias*, *Egretta thula*, *E. tricolor*, *E. rufescens*, *Bubulcus ibis*, *Butorides virescens*, *Nycticorax nycticorax*, *Nyctanassa violacea*, *Eudocimus albus*, *Plegadis falcinellus*, *Mycteria americana*, *Fulica americana*, *Pluvialis squatarola*, *P. dominica*, *Charadrius alexandrinus*, *Ch. wilsonia*, *Ch. vociferus*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Recurvirostra americana*, *Jacana spinosa*, *Tringa melanoleuca*, *T. semipalmata*, *Numenius americanus*, *Arenaria interpres*, *Calidris alba*, *C. auri*, *C. minutilla*, *C. melanotos*, *Limnodromus griseus*, *L. scolopaceus*, *Larus atricilla*, *L. philadelphia*, *L. delawarensis*, *L. argentatus*, *Sternula albifrons*, *Gelochelidon nilotica*, *Hydroprogne caspia*, *Thalasseus Maximus*, *T. sandvicensis* y *Rynchos niger*.

Contreras-Balderas, *et al.*, (1990) reportaron 6 órdenes: Anseriformes Podicipediformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes con 13 familias: *Anatidae*, *Podicipedidae*, *Pelecanidae*, *Phalacrocoracidae*, *Ardeidae*, *Threskionithidae*, *Rallidae*, *Gruidae*, *Charadriidae*, *Haematopodidae*, *Recurvirostridae*, *Scolopacidae* y *Laridae*, con un total de 58 especies: *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Anser albifrons*, *Cairina moschata*, *Anas strepera*, *A. americana*, *A. discors*, *A. cyanoptera*, *A. clypeata*, *A. acuta*, *A. crecca*, *Aythya valisineria*, *A. americana*, *A. collaris*, *A. affinis*, *Bucephala albeola*, *Mergus merganser*, *M. serrator*, *Oxyura jamaicensis*, *Podilymbus podiceps*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *P. occidentalis*,

*Phalacrocorax brasilianus*, *Ardea herodias*, *A. alba*, *Egretta thula*, *E. caerulea*, *E. tricolor*, *E. rufescens*, *Bubulcus ibis*, *Nyctanassa violacea*, *Eudocimus albus*, *Plegadis chihi*, *Platalea ajaja*, *Rallus limicola*, *Fulica americana*, *Grus canadensis*, *Pluvialis dominica*, *Charadrius wilsonia*, *Ch. vociferus*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Actitis macularius*, *Tringa semipalmata*, *T. flavipes*, *Numenius phaeopus*, *N. americanus*, *Calidris alba*, *C. minutilla*, *C. himantopus*, *Limnodromus griseus*, *L. scolopaceus*, *Gallinago gallinago*, *Larus atricilla*, *L. delawarensis*, *L. argentatus*, *Hydropogone caspia* y *Sterna forsteri*.

Contreras-Balderas (1994) registro 5 ordenes: Anseriformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes, con 12 familias: Anatidae, Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Rallidae, Gruidae, Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Scolopacidae y Laridae, con un total de 44 especies: *Anser albifrons*, *Chen caerulescens*, *Branta canadensis*, *A. americana*, *A. platyrhynchos*, *A. fulvigula*, *A. discors*, *A. clypeata*, *A. acuta*, *A. crecca*, *Aythya valisineria*, *A. americana*, *A. affinis*, *Bucephala albeola*, *Mergus merganser*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Ardea herodias*, *A. alba*, *Egretta thula*, *E. caerulea*, *E. tricolor*, *E. rufescens*, *Nycticorax nycticorax*, *Eudocimus albus*, *Platalea ajaja*, *Fulica americana*, *Grus canadensis*, *Pluvialis squatarola*, *Charadrius semipalmatus*, *Ch. vociferus*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Tringa Solitaria*, *T. semipalmata*, *T. flavipes*, *Numenius americanus*, *Calidris minutilla*, *C. himantopus*, *Limnodromus griseus*, *Larus atricilla*, *L. argentatus*, *Hydropogone caspia* y *Sterna forsteri*.

Garza Torres (2001) realizó un amplio trabajo donde incluyó aves acuáticas, semiacuáticas y terrestres de la Laguna Madre, y reportó 17 órdenes, 52 familias y 220

especies, donde solo corresponden a las aves acuáticas y semiacuáticas, 5 ordenes (Anseriformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes), familias (Anatidae Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Rallidae, Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Scolopacidae y Laridae) y 42 especies (*Anas discors*, *A. acuta*, *Aythya americana*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *P. occidentalis*, *Phalacrocorax auritus*, *Ardea herodias*, *A. alba*, *Egretta thula*, *E. caerulea*, *E. tricolor*, *E. rufescens*, *Bubulcus ibis*, *Nycticorax nycticorax*, *Nyctanassa violacea*, *Eudocimus albus*, *Plegadis chihi*, *Platalea ajaja*, *Fulica americana*, *Pluvialis squatarola*, *Charadrius semipalmatus*, *Ch. vociferus*, *Ch. montanus*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Recurvirostra americana*, *Tringa semipalmata*, *T. flavipes*, *Numenius americanus*, *Arenaria interpres*, *Calidris alba*, *C. pusilla*, *C. minutilla*, *Larus atricilla*, *L. delawarensis*, *L. argentatus*, *Gelochelidon nilotica*, *Hydroprogne caspia*, *Sterna forsteri*, *Thalasseus Maximus*, *T. sandvicensis* y *Rynchos niger*).

Olalla Kerstrupp (2003) registró 31,881 individuos del Orden Charadriiformes, con 4 familias: Charadiidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Scolopacidae y 29 especies *Pluvialis squatarola*, *Charadrius alexandrinus*, *Ch. wilsonia*, *Ch. semipalmatus*, *Ch. melodus*, *Ch. vociferus*, *Ch. montanus*, *Haematopus palliatus*, *Himantopus mexicanus*, *Recurvirostra americana*, *Actitis macularius*, *Tringa solitaria*, *T. melanoleuca*, *T. semipalmata*, *T. flavipes*, *Numenius phaeopus*, *N. americanus*, *Limosa haemastica*, *L. fedoa*, *Arenaria interpres*, *Calidris canutus*, *C. alba*, *C. mauri*, *C. minutilla*, *C. alpina*, *C. himantopus*, *Limnodromus griseus*, *L. scolopaceus* y *Phalaropus tricolor*.

García Salas, *et al.*, (2009) reportaron seis órdenes: Anseriformes, Gaviiformes, Pelecaniformes, Ciconiiformes, Gruiformes y Charadriiformes, con 16 familias:



Anatidae, Gaviidae, Pelecanidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae, Ardeidae, Threskiornithidae, Rallidae, Gruidae, Charadriidae, Haematopodidae, Recurvirostridae, Scolopacidae y Laridae y 37 especies: *Anas americana*, *A. discors*, *A. clypeata*, *A. acuta*, *Aythya americana*, *Bucephala albeola*, *Mergus merganser*, *M. serrator*, *Oxyura jamaicensis*, *Gavia immer*, *Pelecanus erythrorhynchos*, *P. occidentalis*, *Phalacrocorax brasilianus*, *Anhinga anhinga*, *Ardea herodias*, *Egretta thula*, *E. caerulea*, *E. tricolor*, *E. rufescens*, *Nycticorax nycticorax*, *Eudocimus albus*, *Platalea ajaja*, *Fulica americana*, *Grus canadensis*, *Charadrius alexandrinus*, *Ch. semipalmatus*, *Haematopus palliatus*, *Recurvirostra americana*, *Tringa flavipes*, *Numenius americanus*, *Limosa fedoa*, *Arenaria interpres*, *Calidris alba*, *C. minutilla*, *Larus atricilla*, *Larus argentatus* e *Hydroprogne caspia*.

### 5.3. Cambio climático

No se conocen trabajos en el área de estudio relacionados con el fenómeno del cambio climático, sin embargo, a nivel mundial algunos de los trabajos que han analizado este fenómeno son:

Lukas, *et al.*, (2003) observaron que algunas aves adelantaron sus épocas reproductivas y la migración como una respuesta al incremento de la temperatura en la primavera en años recientes, en especial en climas templados. Se utilizaron datos de un periodo de 42 años, analizando un cambio a través del tiempo en 65 especies de aves migratorias de Europa Occidental. El paso otoñal de los migrantes invernales del sur del Sahara se adelantó presuntamente como resultado de la presión de la selección de cruzar el Sahara antes del periodo seco. En contraste, migrantes invernales nortños del Sahara han demorado su pasaje otoñal.

Cotton (2003) indicó que se tiene evidencia de que los cambios en los patrones climáticos alteran el comportamiento biológico, tales como patrones de floración en plantas, cría y migración en aves.; además reportó que 20 especies de aves migratorias arribaron a África más tarde de lo regular: *Acrocephalus schoenobaenus*, *A. scirpaceus*, *Apus apus*, *Cuculus canorus*, *Charadrius dubius*, *Delichon urbica*, *Falco subbuteo*, *Hirundo rustica*, *Locustella naevia*, *Motacilla flava*, *Muscicapa striata*, *Oenanthe oenanthe*, *Phoenicurus phoenicurus*, *Phylloscopus trochilus*, *Riparia riparia*, *Saxiola rubetra*, *Streptopelia turtur*, *Sylvia borin*, *S. communis* y *S. corruca*.

Coppack, *et al.*, (2003) señalaron que los cambios climáticos recientes han provocado que eventos que ocurren durante la primavera se vean modificados, como por ejemplo, el arribo tardío de las aves migratorias que regresan de lugares tropicales invernales, lo que provoca que no tomen ventaja del suplemento alimenticio en las áreas de crianza. Bajo estas condiciones, la selección favorecerá al arribo temprano primaveral que podría ser alcanzado por invierno cercano a los campos de crianza. Se muestra como en tres especies de aves canoras paleárticas africano (*Sylvia borin*, *Phoenicurus phoenicurus* y *Ficedula hypoleuca*) los cambios en la duración del día dieron como consecuencia la inducción de actividades como la migración y el desarrollo testicular precoz.

Both (2004) señaló que las aves migratorias son uno de los principales organismos afectados por el cambio climático. En su estudio realizado en Europa, nueve de 25 poblaciones y 20 de 25 mostraron un efecto significativo de la temperatura de primavera en la puesta tardía. En áreas que fueron frías la puesta fue demorada y en áreas cálidas la puesta se adelantó.

Visser, *et al.*, (2005) indicaron que el cambio climático no opera a la misma velocidad en todas las regiones del globo, actúa más lento en las zonas tropicales, por lo que las señales que inducen la migración de las aves en estas zonas no están ligadas al clima como en las latitudes medias; además, en muchos casos, estas señales no son dependientes del clima, sino que se rigen por la duración de la luz del día, con lo que el descontrol es aún mayor; sin embargo, el calentamiento global está ocurriendo a una velocidad mayor a la que pueden adaptarse muchos organismos; por lo actualmente actividades estacionales como el florecimiento y la época de crianza, de muchas especies de plantas y animales relacionado con el cambio del clima.

Barbraud, *et al.*, (2006) estudiaron una serie de datos de los primeros arribos y puesta de los primeros huevos durante un periodo de 55 años para una comunidad de aves marinas en el Antártico, lo cual demostró una tendencia general no esperada hacia el arribo y postura tardía y una tendencia inversa en los mismos procesos en el hemisferio Norte. En general, las especies ahora llegan a sus colonias 9.1 días tarde, en promedio y dejan sus huevos en promedio 2.1 días después que en los años 50s; es más, estos retrasos están relacionados con el descenso del hielo marino que ocurrió en Ártico del este, lo cual refuerza los efectos contrastantes del cambio climático global en las especies en la Antártica.

Miller, *et al.*, (2006) reportaron que el fenómeno del calentamiento global afecta procesos naturales alrededor del mundo, por ejemplo, en Massachusetts, E.U. se ha observado que tiene incidencia en el proceso de floración temprana de plantas, así como en los cambios en los patrones de migraciones de las aves y en las épocas de reproducción de las ranas.

Spottiswoode, *et al.*, (2006) analizaron los cambios en los tiempos de migración con respecto a los cambios en las variables climáticas, distancia de migración, selección en la fecha de cría y la productividad, concluyendo que el calentamiento global ha provocado migraciones tempranas de aves, lo que es una respuesta adaptativa microevolutiva de las especies a las condiciones ambientales.

Pape, *et al.*, (2008) mencionaron que los recientes cambios climáticos se asocian con dramáticos cambios en plantas y animales, con tiempos óptimos de reproducción los cuales se adelantan en el hemisferio Norte, sin embargo, algunas especies no modificaron sus tiempos de crianza lo suficiente como para continuar reproduciéndose óptimamente durante los picos de abundancia del alimento; además, señalaron que las plantas y animales han respondido de manera diferente a estos cambios climáticos, por ejemplo, al analizar estudios previos sobre las aves migratorias se encontró que en los últimos 40 años tienen avances muy rápidos en los tiempos de migración, sobre todo asociado al principio de primavera; lo anterior, está produciendo un desajuste temporal que afecta muy gravemente las cadenas alimenticias.

Donnelly, *et al.*, (2009) señalaron que las temperaturas de primavera se han incrementado en el oeste de Europa en los pasados 30 años, esto ha demostrado ser la causa de cambios en plantas y animales. El análisis de datos (1969-1999) revela que fenómenos climáticos independientes producen respuestas diferentes en especies migrantes de verano. Primero, un número de migrantes de grandes distancias muestran una tendencia significativa a arribar de manera anticipada, esta tendencia fue evidente en algunas especies y se encontró de ser la respuesta a un incremento de la temperatura del aire particularmente en el mes de Marzo; segundo, un paso en el cambio de patrones de acontecimientos en especies que no estaban criando.

Gregory, *et al.*, (2009) señalaron que los rápidos cambios climáticos representan una amenaza a la diversidad global. Hay una evidencia extensiva que recientes cambios climáticos han afectado a las poblaciones de plantas y animales, pero no existe indicadores de los impactos sobre las especies y sobre determinadas áreas. Se encontró una relación significativa entre la variación de una tendencia interespecífica y el cambio en los rangos potenciales existentes entre el siglo XX y el XXI.

## 6. MATERIAL Y MÉTODOS

### 6.1 Trabajo de campo

El presente trabajo se llevo a cabo en la Laguna Madre, Tamaulipas, México durante el año 2008 y 2009. Con el propósito de optimizar los recursos humanos, económicos y el tiempo la Laguna Madre se dividió en tres zonas; Norte (comprende el área de El Mezquital en Matamoros), Centro (se ubica en La Carbonera en el municipio de San Fernando) y Sur (comprendiendo La Pesca, Soto la Marina). Antes de iniciar el muestreo formal se realizaron visitas previas al área de estudio para el reconocimiento en campo de las especies de aves acuáticas y semiacuáticas presentes; para facilitar su identificación y aumentar la certeza del trabajo.

El muestreo se inicio formalmente en el mes de noviembre del 2008 y termino en marzo del 2009, realizando una visita mensual con cinco días de duración en los cuales se efectuaban recorridos a pie por la orilla de la Laguna y en las barras y en lancha en el interior del cuerpo de agua. El registro y conteo de las aves se inicio desde el amanecer y se continúo durante el resto del día. Las variables registradas en cada salida fueron día, mes, año, estación, hora, nubosidad, velocidad del viento, temperatura, especie, numero de individuos y georeferenciación.

La observación de las especies se realizó con el apoyo de binoculares Bushnell (10x50) y Pentax (10 x 40). La identificación de las especies fue con base a las guías de campo de aves de Bellrose (1980) y a las guías de Aves de Howell y Webb (1995); National Geographic (2002).

Para el Arreglo sistemático de las especie se siguió el criterio de la American Ornithologist's Union (1998) y sus suplementos.

Para georeferenciar se utilizó un GPS (eTrex H-Garmin); para determinar la permanencia estacional se siguió el criterio de Howell y Webb (1995) y la zoogeografía fue en base a Darlington (1982) y Gill (2001). Con los datos obtenidos en cada salida se creó una base de datos relacional en Excell y Past (2009).

Los datos de temperatura fueron obtenidos de la Estación Meteorológica de San Fernando Tamaulipas, México y son valores mensuales promedio para los años de 1964, 1965, 1966, 1967, 1981, 1990, 1994, 2001, 2003, 2008 y 2009.

## 6.2 Análisis estadístico

Los datos fueron analizados primero para obtener la diversidad  $\alpha$  mediante el Índice de Shannon-Wiener (1948).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Donde:

$P_i$  = es la proporción de individuos hallados en la especie  $i$ -ésima

Se aplicó la prueba “t” de Shannon para establecer si existe diferencia significativa entre los valores obtenidos de diversidad  $\alpha$  para cada uno de los estudios realizados.

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{(\text{Var } H'_1 + \text{Var } H'_2)^{1/2}}$$

Donde:

$H'_1$  y  $H'_2$  = es la diversidad de Shannon para la muestra 1 y 2.

$\text{Var } H'_1$  y  $\text{Var } H'_2$  = es la varianza de la diversidad de Shannon para la muestra 1 y 2.

La diversidad  $\beta$  o recambio de especies se midió cualitativamente con el índice de Sorensen (1948) que analiza la presencia/ausencia de las especies. Este índice adopta los valores de 1 a 0 en caso de similaridad completa y sin especies en común respectivamente. Relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Magurran, 1988 in: Moreno, 2001).

$$CC_s = 2C / (S_A + S_B)$$

Donde:

A = Corresponde al número de especies, en el tiempo A.

B = Corresponde al número de especies, en el tiempo B.

C = es el número de especies que están presentes en los tiempos A y B.

Otro índice utilizado para medir el recambio de especies en el tiempo es el Índice de Cody (1975) desarrollado con base en los estudios clásicos de Whitaker en transectos. Estima la variación de la composición de especies en un gradiente y tiene la característica de no tener un valor máximo. Entre más alto sea el valor del índice  $\beta$ , menor es el número de especies compartidas.

$$\beta_w = \frac{S}{\alpha - 1}$$

Donde:

$g(H)$  = número de especies que se ganan de muestreo a otro.

$l(H)$  = número de especies que se pierden de un muestreo a otro.

Para relacionar los registros de diversidad con los de temperatura media anual de 1964, 1965, 1966, 1967, 1981, 1990, 1994, 2001, 2003 y 2009 se utilizó el Coeficiente de Correlación de Kendall ( $\tau$ ).



## 6.3 Área de estudio

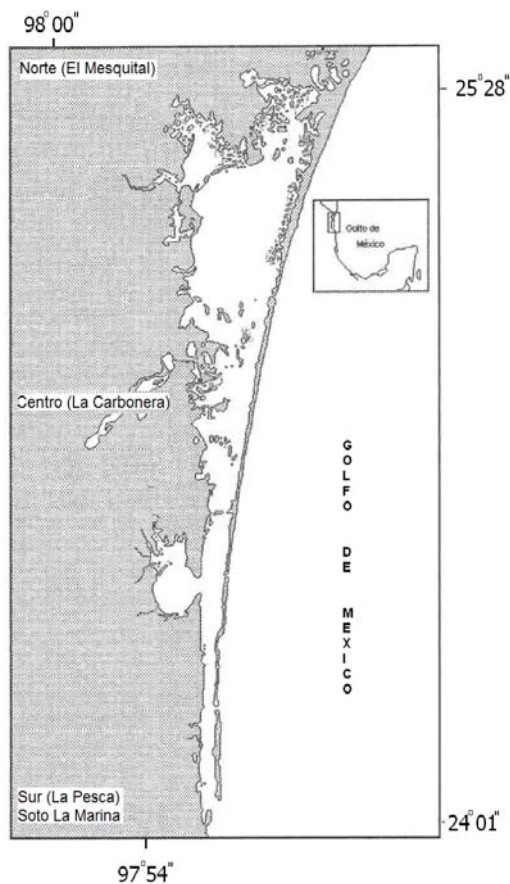
### 6.3.1 Localización geográfica

El área de estudio se localiza en el Noroeste del Golfo de México de México en los municipios de Matamoros, San Fernando, Soto la Marina y Valle Hermoso, Tamaulipas (Regiones prioritarias de México, 2008). Sus coordenadas geográficas son 24°35'13.56'' y 25°33'06.1'' de LN y 97°58'27.19'' y 97°20'01.32'' de LW, colinda al sur con la Laguna Morales por la boca del Río Soto La Marina, al norte con la Laguna Madre de Texas por el delta del Río Bravo, al este con el Golfo de México y al Oeste con la parte continental (UNAM, 2008), ver Fig. 1.

La Laguna Madre es el cuerpo de agua costero de mayor tamaño, dentro de los sistemas lagunares y estuarinos que se agrupan en la zona litoral de México. La Laguna Madre se encuentra entre dos regiones biogeográficas (Nearctica y Neotropical), esto la hace biológicamente muy importante con respecto a la diversidad de especies. Es una zona altamente productiva por sus características geomorfológicas, hidrológicas, climatológicas y de vegetación.

El área total de su superficie es de 272,844.6 ha, con una longitud norte-sur de 185 km y una anchura de 30 y 3 km en la parte norte y sur respectivamente, tiene una profundidad media de 1.5–4.5m. (Regiones prioritarias de México, 2008).

La Laguna Madre es hipersalina ( $S = 42$  o/oo como promedio anual), a excepción de su extremo sur donde presentan características estuarinas por la influencia del río Soto la Marina. Estas condiciones son muy estables a lo largo del año.



**Figura 1.** Localización geográfica de la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

### 6.3.2 Clima

Climatológicamente (según Köppen modificado por García en 1987) se caracteriza por el tipo BS1(h´)hw(e)w’’ que presenta nortes en invierno, así como vientos alisos y ciclones en verano. Existen dos porciones térmicas por la presencia del Trópico de Cáncer; al norte de la laguna existen 2 subtipos de climas: BS1 hw(w), semiárido con régimen pluvial de verano y BS h’ (h)x’ semiárido con régimen pluvial intermedio. En el centro y sur predomina el tipo BS1 (h’) w semiárido cálido y muy cálido (Rendón, *et al.*, 1996). La temperatura es un factor que presenta variaciones marcadas durante el año, presenta dos tipos de clima, semicálido y templado

subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18° centígrados, (18-22° C), precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm (Regiones prioritarias de México, 2008).

### 6.3.3 Geología

Las rocas sedimentarias comunes en la laguna son de arenas, limos y arcillas. La Laguna ocupa una cuenca superficial separada del océano por una barrera arenosa larga, angosta y formada como resultado del fuerte transporte eólico. Está dividida virtualmente en dos cuencas, por los sedimentos del río San Fernando. Las numerosas bocas son muy inestables y tienden a cerrarse por efecto de las corrientes del litoral; todas estaban cerradas hasta que el ciclón "Beulah" abrió varias de ellas. Existen, cerca de Carbajal, playas antiguas a 4 m sobre el nivel actual del mar, que según datos radiométricos tienen una edad aproximada de 1940 años (Ayala, *et al.*, 1968).

Tormentas, viento, temperatura, lluvias tropicales y los huracanes tienen un efecto significativo sobre la biota de la zona y ellos son importante influencia sobre la hidrografía y procesos geológicos de la región (Brown, *et al.*, 1976).

### 6.3.3 Hidrología

La presencia de corrientes tipo lazo y la circulación de las aguas es originada por las mareas y el viento y en ocasiones a procesos naturales extraordinarios como nortes y tormentas tropicales, huracanes. Los huracanes se presentan en verano y los nortes en invierno (Leija Tristán, *et al.*, 1997). Después de los huracanes la salinidad se reduce por las lluvias y apertura de las bocas. Sin embargo, el clima y la falta de aporte de agua de ríos o marina, tienden a incrementar progresivamente la salinidad y como

consecuencia se seca la mayor parte del área y en las llanuras marginales, en especial del N, se depositan yeso y sal, transformándose gran parte de la región en estanques de salmuera. El rango de mareas es pequeño, en su mayoría diurno; sin importancia cuando se cierran las bocas. La circulación del agua no se conoce bien, se considera típica de cuencas cerradas y está controlada por el viento. Vegetación circundante; no existen marismas bien desarrolladas; en la porción sur se encuentran parches aislados de manglar negro. Durante todo el ciclo anual, las corrientes características de las lagunas costeras en Tamaulipas son de tipo marginal hacia los bordes, tanto continental como en las barreras de islas presentándose en dos ciclos, característica propiciada por la marea mixta. El tipo de marea con la costa tamaulipeca es predominantemente diurna, variando la pleamar máxima de Matamoros a Ciudad Madero apenas unos 30 cm, y sus rangos máximos de 1.37m a 1.64m, respectivamente (Ficha informativa Ramsar, 2009).

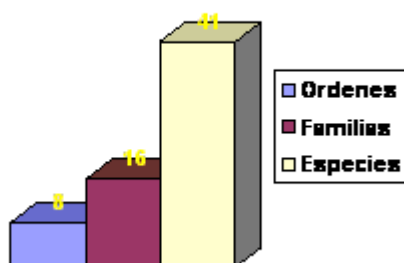
#### 6.3.4 Vegetación

En la Laguna Madre existen diferentes tipos de vegetación como a) la vegetación acuática sumergida o de pastos marinos; b) humedal con vegetación acuática emergente con miembros de la familia *Cyperaceae*, principalmente *Eleocharis* y *Typha* spp; c) humedal con vegetación sumergida con *Naja* spp. y *Naja guadalupensis* d) Humedal forestal caracterizado por individuos de especies leñosas, principalmente *Acacia rigidula*, asociadas con diferentes especies acuáticas como *Heteranthera dubia* y *Sagittaria latifolia* y e) Humedal sin vegetación (Garcia, 1993).

## 7. RESULTADOS

### 7.1 Inventario de aves acuáticas y semiacuáticas

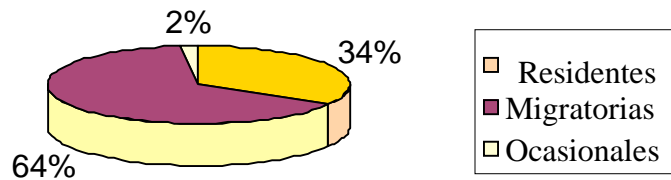
Una vez llevada a cabo los muestreos preliminares, para la identificación y reconocimiento de las especies de aves acuáticas y semiacuáticas de la Laguna Madre, Tamaulipas, México, se realizaron los muestreos sistemáticos de noviembre del 2008 a marzo del 2009. En total, se registraron 8 órdenes, 16 familias, 41 especies y 302, 993 individuos (Figura 2).



**Figura 2.** Número de órdenes, familias y especies de aves acuáticas y semiacuáticas registradas en la Laguna Madre, Tamaulipas, México de noviembre del 2008 a marzo del 2009.

El número de órdenes, familias y especies reportadas por Leopold (1964, 1975, 1966, 1967 y 1970), Perales (1981), Contreras Balderas, *et al.*, (1990), Contreras Balderas (1994), Garza (2001) y Olaya Kerstrupp (2003) y el listado de aves observadas u escuchadas en el presente trabajo de noviembre del 2008 a marzo del 2009 se encuentra en el Tabla I.

Al analizar la permanencia estacional y temporal que se determinó en función de las observaciones de campo y en lo descrito por Howell y Webb (1995), se obtuvieron valores para las especies Residentes, Migratorias y Ocasionales (Figura 3).



**Figura 3.** Número de especies acuáticas y semiacuáticas presentes en la Laguna madre, Tamaulipas, México, de noviembre del 2008 a marzo del 2009.

## 7.2 Valor de la diversidad $\alpha$ y $\beta$

Al calcular la diversidad  $\alpha$  mediante el Índice de Shannon-Wiener (1948), para cada uno de los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México, desde 1964 al 2008-2009, considerando el total de especies se obtuvo valores de la Tabla I.

Sin embargo y debido a los resultados obtenidos en la diversidad  $\alpha$  al considerar el total de especies; se obtuvo también el mismo índice solo para el orden Anseriformes y familia Anatidae presente en nueve de los trabajos en la Tabla II.

De igual forma, en la Tabla III, se obtuvo el mismo índice para el resto de las especies, excluyendo el Orden Anseriformes y la familia Anatidae.

Tabla I

Índice de Shannon –Wiener (1948) para el total de las especies de aves reportadas en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Autor	Índice de Shannon-Wiener
Leopold (1964)	1.65
Leopold (1965)	1.63
Leopold (1966)	2.28
Leopold (1967)	1.76
Leopold (1970)	2.08
<b>Perales F. (1981)</b>	<b>3.89</b>
Contreras B. <i>et al.</i> , (1990)	2.28
Contreras B. (1994)	1.30
<b>Garza (2001)</b>	<b>3.72</b>
Olaya K. (2003)	2.229
García S. (2009)	0.15

Tabla II

Índice de Shannon –Wiener (1948) solo para las especies del Orden Anseriformes en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Autor	Índice de Shannon-Wiener
Leopold (1964)	1.65
Leopold (1965)	1.63
Leopold (1966)	2.28
Leopold (1967)	1.67
Leopold (1970)	2.07
<b>Perales F. (1981)</b>	<b>2.28</b>
Contreras B. <i>et al.</i> , (1990)	0.95
Contreras B. (1994)	0.61
Garza (2001)	1.09
García S. (2009)	0.06



Tabla III

Índice de Shannon –Wiener (1948) para todas las especies de aves, excepto Anseriformes, en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Autor	Índice de Shannon-Wiener
<b>Perales F. (1981)</b>	<b>3.67</b>
Contreras B. <i>et al.</i> , (1990)	2.01
Contreras B. (1994)	1.42
<b>Garza (2001)</b>	<b>3.65</b>
Olaya K. (2003)	2.23
García S. (2009)	1.91

Al aplicar la prueba “t” de Shannon para establecer si existe diferencia significativa entre los valores obtenidos de diversidad  $\alpha$  se obtuvo los siguientes resultados para todas Tabla IV; solo para las especies de Anseriformes Tabla V y para todas las demas especies, excepto Anseriformes Tabla VI.

Los resultados obtenidos para la diversidad  $\beta$  por el Método de Sorensen (1948) en las aves acuáticas y/o semiacuáticas en la Laguna Madre Tamaulipas, México, de 1964 al 2008-2009, se presentan bajo el mismo análisis que el índice anterior; primero para todas las especies Tabla VII; solo para Anseriformes Tabla VIII y para el resto de las especies Tabla IX.

La diversidad  $\beta$ , calculada con el índice de Cody (1975) se obtuvo, para todas las especies, solo para Anseriformes y para el resto de las especies, excepto Anseriformes en la Tabla X.

Tabla IV

Valor de la Prueba “t” de Shannon para todas las especies de aves reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México de 1964-2008.

	LEO <sup>1</sup> (1964)	LEO <sup>1</sup> (1965)	LEO <sup>1</sup> (1966)	LEO <sup>1</sup> (1967)	LEO <sup>1</sup> (1970)	Perales (1981)	Contreras B., <i>et al.</i> , (1990)	Contreras B. (1994)	Garza (2001)	Olaya K. (2003)	García S. (2009)
Leopold (1964)	----	2.58	-92.24	-27.23	-96.92	-26.86	-85.38	39.39	-253.63	-81.23	434.17
Leopold (1965)	----	----	-77.69	-17.99	-68.33	-27.03	-73.42	33.07	-219.59	-69.21	251.31
Leopold (1966)	----	----	----	70.46	29.73	-18.26	0.82	94.84	-146.45	6.79	336.96
Leopold (1967)	----	----	----	----	-60.65	-25.35	-65.65	49.34	-225.91	-60.92	361.01
Leopold (1970)	----	----	----	----	----	-21.07	-26.85	87.05	-199.29	-20.47	547.06
Perales F. (1981)	----	----	----	----	----	----	18.35	31.44	-0.90	19.06	47.13
Contreras B., <i>et al.</i> , (1990)	----	----	----	----	----	----	----	91.37	-142.34	5.71	311.17
Contreras B. (1994)	----	----	----	----	----	----	----	----	-213.67	-87.98	134.54
Garza (2001)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	150.51	462.31
Olaya K. (2003)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	317.05
García S. (2009)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

<sup>1</sup> Leopold.

Tabla V

Valor de la Prueba “t” de Shannon solo para las especies de Anseriformes reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México de 1964-2008.

	LEO <sup>1</sup> (1964)	LEO <sup>1</sup> (1965)	LEO <sup>1</sup> (1966)	LEO <sup>1</sup> (1967)	LEO <sup>1</sup> (1970)	Perales (1981)	Contreras B., <i>et al.</i> , (1990)	Contreras B. (1994)	Garza (2001)	García S. (2009)
Leopold (1964)	----	2.58	-92.24	-21.23	-93.92	-3.13	44.81	138.37	32.77	480.39
Leopold (1965)	----	----	-77.69	-17.99	-67.40	-3.25	41.89	114.90	30.69	267.76
Leopold (1966)	----	----	----	70.46	30.92	1.39	80.86	94.84	65.96	353.36
Leopold (1967)	----	----	----	----	-59.52	-2.34	51.11	181.91	38.57	388.97
Leopold (1970)	----	----	----	----	----	-0.12	71.75	143.3	56.76	603.81
Perales F. (1981)	----	----	----	----	----	----	8.11	193.93	7.19	14.35
Contreras B., <i>et al.</i> , (1990)	----	----	----	----	----	----	----	10.58	-5.52	56.29
Contreras B. (1994)	----	----	----	----	----	----	----	----	-25.15	75.67
Garza (2001)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	462.31
García S. (2009)	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

<sup>1</sup> Leopold.

Tabla VI

Valor de la Prueba “t” de Shannon para todas las especies de aves, excepto Anseriformes, reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México de 1964-2008.

	Perales (1981)	Contreras B., <i>et al.</i> , (1990)	Contreras B. (1994)	Garza (2001)	Olaya K. (2003)	García S. (2009)
Leopold (1970)	-39.97	-279.26	-79.06	-492.55	-351.09	-69.04
Perales F. (1981)	----	16.37	22.85	-2.65	13.84	16.80
Contreras B., <i>et al.</i> , (1990)	----	----	30.54	-158.01	-22.66	3.67
Contreras B. (1994)	----	----	----	-114.4	-42.25	-14.76
Garza (2001)	----	----	----	----	145.03	60.72
Olaya K. (2003)	----	----	----	----	----	11.37
García S. (2009)	----	----	----	----	----	----

Tabla VII

Valor de la diversidad  $\beta$  por el Método de Sorensen (1948) para todas las especies de aves reportadas en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Autor	Índice de Sorensen
Leopold (1964) - Leopold (1965)	0.88
Leopold (1965) - Leopold (1966)	0.91
Leopold (1966) - Leopold (1967)	0.88
Leopold (1967) - Leopold (1970)	0.88
Leopold (1970) – Perales F. (1981)	0.17
Perales F. (1981) – Contreras, B., <i>et al.</i> , (1990)	0.63
Contreras B., <i>et al.</i> , (1990) – Contreras B. (1994)	0.72
Contreras B. (1994) - Garza (2001)	0.65
Garza (2001) – Olaya K. (2003)	0.37
Olaya K. (2003) – García S. (2009)	0.38

Tabla VIII

Valor de la diversidad  $\beta$  por el Método de Sorensen (1948) solo para las especies de Anseriformes reportadas en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Autor	Índice de Sorensen
Leopold (1964) - Leopold (1965)	0.88
Leopold (1965) - Leopold (1966)	0.91
Leopold (1966) - Leopold (1967)	0.88
Leopold (1967) - Leopold (1970)	0.91
Leopold (1970) – Perales F. (1981)	0.48
Perales F. (1981) – Contreras, B., <i>et al.</i> , (1990)	0.64
Contreras B., <i>et al.</i> , (1990) – Contreras B. (1994)	0.64
Contreras B. (1994) - Garza (2001)	0.33
Garza (2001) – García S. (2009)	0.50

Tabla IX

Valor de la diversidad  $\beta$  por el Método de Sorensen (1948) para todas las especies de aves, excepto Anseriformes, reportadas en los trabajos realizados de 1964-2008 en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Autor	Índice de Sorensen
Perales F. (1981) – Contreras, B., <i>et al.</i> , (1990)	0.63
Contreras B., <i>et al.</i> , (1990) – Contreras B. (1994)	0.76
Contreras B. (1994) - Garza (2001)	0.73
Garza (2001) – Olaya K. (2003)	0.38
Olaya K. (2003) – García S. (2009)	0.44

Tabla X

Valor de la diversidad  $\beta$  por el Método de Cody (1975) para todas las especies de aves, solo para Anseriformes y para el resto de las especies reportadas en los trabajos realizados en la Laguna Madre, Tamaulipas, México de 1964-2008.

Autor	Diversidad $\beta_c$
Para todas las especies	52.5
Para Anseriformes	16.0
Para resto de especies, excepto Anseriformes	36.5

### 7.3 Registro histórico de la temperatura

Para analizar el registro histórico de la temperatura media en el área de estudio se obtuvieron los datos de este factor de la estación meteorológica de San Fernando Tamaulipas, México; ya que las de Nuevo Laredo, Matamoros y Soto La Marina solo tienen registros parciales Tabla XI.

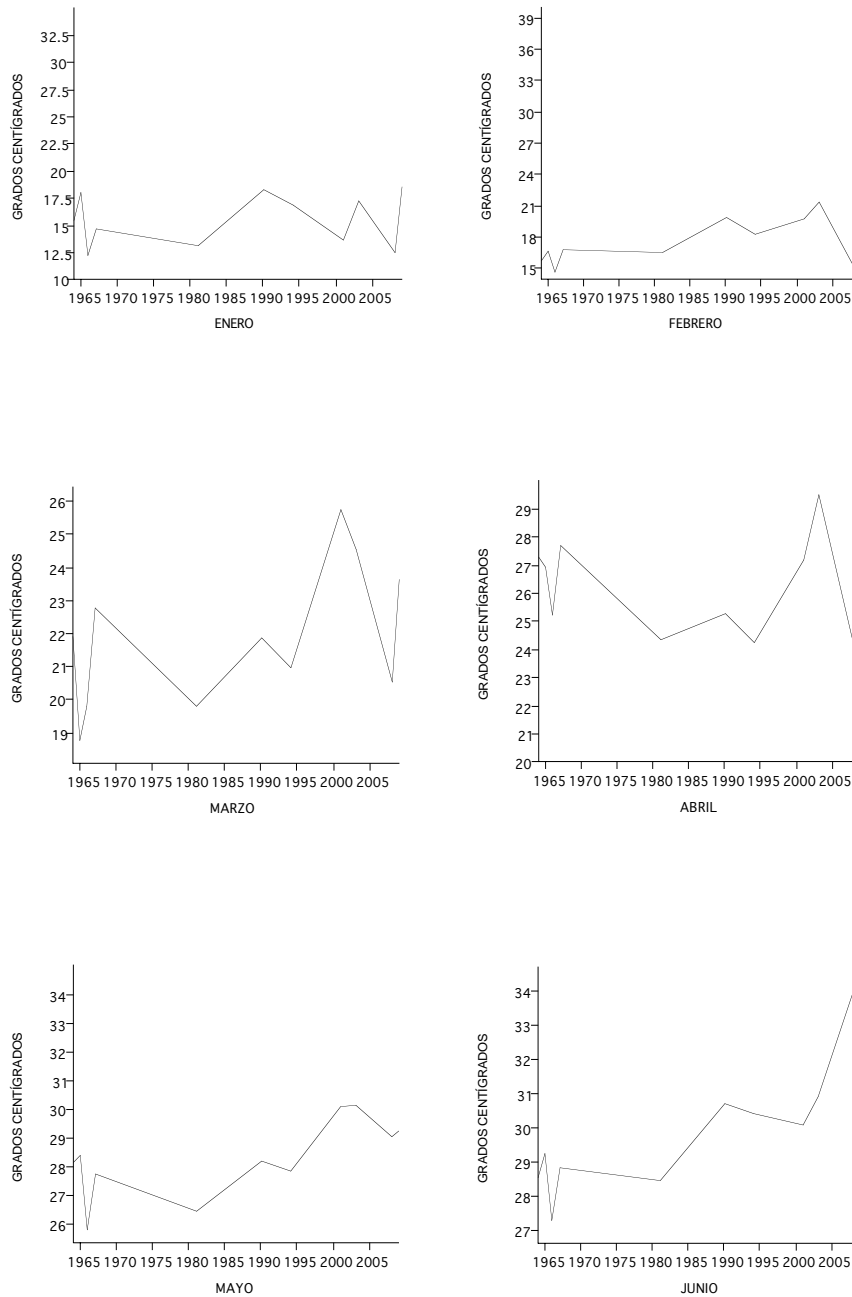
Al graficar los datos anteriores se observó una tendencia a incrementarse la temperatura media anual de 1 a 3 grados centígrados de 1990 al año 2009. Cabe mencionar que al realizar el presente trabajo fue importante la ausencia de frentes fríos; que solo se presentaron en el mes de diciembre con una temperatura mínima de 15 °C; Figuras 4 y 5.



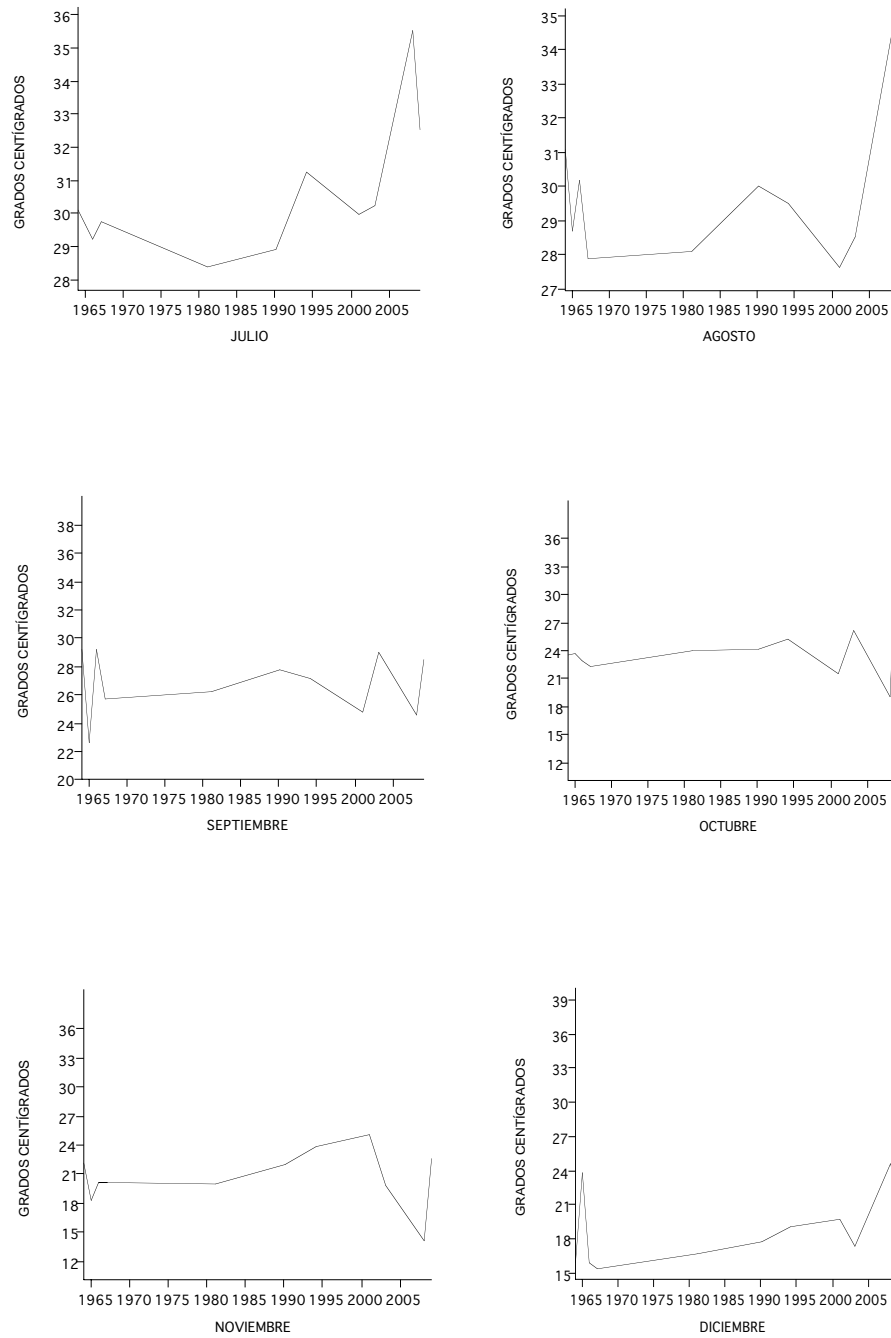
Tabla XI

Valores de la temperatura media anual en grados centígrados para la parte centro de la Laguna Madre. Estación Meteorológica de San Fernando Tamaulipas, México.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1964	15.37	15.62	21.90	27.28	28.08	28.53	30.08	31.08	29.13	23.47	22.03	15.87
1965	17.93	16.64	18.75	26.92	28.37	29.24	29.66	28.67	22.53	23.54	18.18	23.7
1966	12.25	14.60	19.77	25.20	25.74	27.29	29.18	30.15	29.16	22.77	20.10	15.84
1967	14.62	16.66	22.77	27.7	27.68	28.82	29.75	27.88	25.62	22.25	19.98	15.29
1981	13.11	16.47	19.79	24.31	26.38	28.45	28.37	28.06	26.21	23.85	19.94	16.63
1990	18.21	19.78	21.83	25.27	28.13	30.67	28.88	29.99	27.77	24.13	21.86	17.61
1994	16.82	18.14	20.95	24.23	27.78	30.4	31.23	29.49	27.1	25.08	23.72	19
2001	13.58	19.66	25.72	27.16	30.04	30.06	29.93	27.62	24.76	21.5	25.0	19.63
2003	17.24	21.33	24.52	29.48	30.11	30.9	30.2	28.5	29	26.1	19.8	17.3
2008	12.5	15	20.5	24	29	34	35.5	34.5	24.5	19	14	24.5
2009	18.5	21.8	23.6	26.7	29.2	30.4	32.5	31.1	28.5	37.6	22.5	



**Figura 4.** Gráfica de las temperaturas medias mensual reportadas de enero a junio por la estación meteorológica de San Fernando, Tamaulipas México; de 1964 al 2009.



**Figura 5.** Gráfica de las temperaturas medias mensual reportadas de julio a diciembre por la estación meteorológica de San Fernando, Tamaulipas México; de 1964 al 2009.

#### 7.4 Relación diversidad $\beta$ con la temperatura

El valor del Coeficiente de Correlación de Kendall ( $\tau$ ) se ubica en el intervalo de:  $-1 \leq \tau \leq 1$ ; obteniendo los siguientes valores al relacionar valor de la diversidad con la temperatura media anual de los años que se realizaron los trabajos en la Laguna Madre, Tamaulipas, México.

Tabla XII

Valor del Coeficiente de correlación de Kendall ( $\tau$ )

	Valor de $\tau$
Todas las especies	0
Anátidos	-0.65608
Resto de las especies	0.07785

## 8. DISCUSIÓN

De las 98 especies de aves acuáticas y semiacuáticas de la Laguna Madre, Tamaulipas, México registradas por Leopold (1964, 1965, 1966, 1967, 1970); Perales Flores (1981); Contreras Balderas, *et al.*, (1990); Contreras Balderas (1994); Garza (2001); Olaya Kerstrupp (2003) y García Salas (2009), se confirmó la presencia de 39 especies (40%) Las especies que no fueron corroboradas son: *Dendrocygna autumnalis*, *D. bicolor*, *Anser albifrons*, *Chen caerulescens*, *Branta canadensis*, *Cairina moschata*, *Anas strepera*, *A. rubripes*, *A. platyrhynchos*, *A. fulvigula*, *A. cyanoptera*, *A. crecca*, *Aythya valisineria*, *A. collaris*, *A. affinis*, *Melanitta fusca*, *A. carolinensis*, *Podylimbus podiceps*, *P. nigricollis*, *Phalacrocorax auritus*, *Botaurus lentiginosus*, *Ardea alba*, *Bubulcus ibis*, *Butorides virescens*, *Nyctanassa violacea*, *Plegadis falcinellus*, *Plegadis chihi*, *Mycteria americana*, *Cathartes aura*, *Rallus limicola*, *Pluvialis squatarola*, *P. dominica*, *Charadrius wilsonia*, *Ch. montanus*, *Jacana spinosa*, *Actitis macularius*, *Tringa solitaria*, *T. semipalmata*, *Numenius phaeopus*, *Limosa haemastica*, *Calidris canutus*, *C. mauri*, *C. melanotos*, *C. alpina*, *C. himatopus*, *Limnodromus griseus*, *L. scolopaceus*, *Gallinago gallinago*, *Phalaropus tricolor*, *Chroicocephalus philadelphia*, *Larus delawarensis*, *Sternula albifrons*, *Gelochelidon nilótica*, *Sterna forsteri*, *Thalasseus maximus*, *T. sandvicensis* y *Rhynchops niger*.

En el caso de las especies no observadas esto probablemente este relacionado con tres factores: el hábitat preferencial que tienen algunas de ellas; la migración, y la densidad población de las mismas. La AOU (1998) reporta a *Dendrocygna autumnalis* como una especie que se localiza en pequeños cuerpos de agua y que descansa en árboles y se alimenta durante la noche de vegetación acuática, granos y semillas;

*Dendrocygna bicolor* se alimenta durante la noche se pastos y semillas y forrajea en los cultivos; durante el día descansa en vegetación densa; *Anser albifrons*, *Chen caerulescens* y *Branta canadensis* son especies migratorias en el área de estudio se encuentran en pastizales y campos de cultivo, se alimenta de pastos granos, plantas acuáticas e insectos localizados en cuerpos de agua dulce o pantanos.

*Cairina moschata* es una especie residente habita en los bosques de galería donde descansa durante el día y anida en cavidades naturales, se alimenta de vegetales como las semillas que forrajea en los cuerpos de agua, ríos o campos de cultivo, otra característica es que es una especie solitaria y muy rara vez esta en pequeñas parvadas; *Anas strepera*, *A. rubripes*, *A. platyrhynchos*, *A. cyanoptera* y *A. crecca*, son especies migratorias que habitan en pantanos, lagos de poca profundidad, ríos, playas, marismas, estanques o pastizales y bosques de galería, su dieta incluye plantas, semillas se plantas acuáticas, insectos, moluscos, crustáceos y que en forma general sus observaciones son muy escasas, excepto en *A. strepera* donde Leopold en sus trabajos reporta poblaciones de cerca de 2000 individuos y el resto de los autores solo algunos individuos o ninguno debido a que son poblaciones poco comunes.

*A. fulvigula* es una especie residente en el área de estudio que tiene poblaciones pequeñas, se alimenta de moluscos, crustáceos e insectos y su hábitat son los pastizales, lagunas costeras y pantanos; *Aythya valisineria*, *A. collaris*, *A. affinis* son especies migratorias que sus observaciones han disminuido desde 1990 a la fecha probablemente debido a la pérdida de hábitat y por contaminación de pantanos, lagos, ríos o playas, marismas o estanques donde se alimentan preferentemente de materia vegetal.

*Melanita fusca* es una especie migratoria marina que solo fue reportada por Leopold hasta el año de 1970, quizás debido al hábitat de la especie ninguno de los otros

autores la volvió a observar, se alimenta de mariscos en inmersiones profundas de hasta casi metros; *Bucephala alveola* es un pato buzo migratorio, que habita en lagos, ríos, playas, marismas y estanques donde se alimenta de insectos acuáticos, larvas, caracoles, peces pequeños y de semillas de plantas acuáticas, sus poblaciones tienden a declinar debido a la cacería y a la pérdida del hábitat.

*Mergus merganser* y *M. serrator* son especies migratorias que se alimentan de peces y que prefieren los cuerpos de agua abiertos, son especies con pocas observaciones en el área de estudio; *Podylimbus podiceps* algunos autores la consideran una especie residente sin embargo los individuos en el área de estudio tienen un comportamiento migratorio, se alimenta de insectos, peces pequeños y crustáceos, su población tiende a declinar debido a la pérdida del hábitat; *P. nigricollis* es una especie migratoria que los inviernos los pasa en ambientes marinos donde se alimenta preferentemente de crustáceos; *Phalacrocorax auritus* es una especie migratoria solo reportada por Garza en el 2001, bucea para conseguir su alimento que son peces, crustáceos y anfibios.

En la segunda década del siglo XX fue cazada por los pescadores ya que la consideran una competencia y en los años 60 y 70 sus poblaciones declinaron fuertemente debido al DDT; *Botaurus lentiginosus*, es una especie migratoria que habita en pantanos donde permanece, sin moverse, oculto en la vegetación, sobre el suelo o en el agua para atrapar sapos, anguilas pequeñas peces pequeños, serpientes, salamandras, roedores pequeños y chinches de agua; *Ardea alba* es una especie residente, sin embargo algunos autores la consideran migratoria, es una especie diurna que vuela sola o en grupos y percha en árboles durante la noche, se alimenta de una amplia variedad de

animales acuáticos pequeños, de organismos de humedales como peces, sapos, serpientes, cangrejos de río y de insectos grandes.

Es una especie que fue protegida y actualmente esta en expansión aunque afectada por la contaminación y la desecación de los humedales; *Bubulcus ibis* es una especie residente asociada a la presencia de ganado, se alimenta de insectos y su hábitat son los pastizales con escasa vegetación arbórea y durante la noche percha en conjunto con otras garzas en árboles o matorrales; *Butorides virescens* es una especie residente con algunos individuos migratorios, es diurna y percha sobre árboles o arbustos y durante la noche se localiza en el campo o cerca de él, se alimenta de peces.

*Nyctanassa violacea* es una especie residente nocturna, aunque en ocasiones se activa durante el día, se alimenta de crustáceos y una amplia variedad de organismos acuáticos desde peces hasta mariscos; *Plegadis falcinellus* es una especie residente en el área de estudio, aunque en los antecedentes y algunos autores la consideran migratoria y solo presente al norte del Río Bravo, habita en lagos, ríos, playas arenosas, marismas y estanques de agua dulce o salada, se alimenta preferentemente de cangrejos o culebras, es una especie gregaria y es común verla con otras especies como garzas y garcetas.

*Plegadis chihi* es una especie migratoria, gregaria, de marismas de agua dulce, donde se alimenta de cangrejos y otros invertebrados, también de sapos y peces; los individuos que habitan en la costa también se alimentan de cangrejos, sus poblaciones disminuyeron en los años 70 debido a la acumulación de pesticidas en la cadena alimenticia.

*Mycteria americana* la cigüeña es una especie migratoria que camina y vadea en pantanos, marismas o estanques poco profundos, sus poblaciones están declinando y está considerada una especie en peligro por la destrucción del hábitat reproductivo; *Cathartes*



*aura* es una especie residente que puede presentar movimientos locales y se alimenta de carroña; *Rallus limicola* es una especie migratoria solo ha sido observada por Contreras Balderas, *et al.*, en 1990, no es voladora y habita en los humedales de agua dulce y salada en verano e invierno respectivamente, se alimenta de insectos, animales acuáticos, incluyendo lombrices, crustáceos y peces pequeños, subpoblación disminuyó debido a la pérdida de los humedales.

*Pluvialis squatarola* es una especie migratoria de marismas y se alimenta a lo largo de las costas de lombrices, insectos, moluscos crustáceos marinos, sus poblaciones declinan por la destrucción de sus áreas de alimentación; *Pluvialis dominica* prefiere las praderas de pastos cortos, pastizales, pantanos, playas y orillas de lagos, se alimentan de insectos, moluscos pequeños y crustáceos; *Charadrius wilsonia* es una especie residente reportada como migratoria, vive en costas y marismas y se alimenta de crustáceos pequeños, gusanos marinos, moluscos pequeños y larvas acuáticas.

*Ch. montanus* es una especie migratoria que habita en pastizales con escasos elementos arbóreos, se alimenta de saltamontes, escarabajos, mariposas, grillos y otros insectos; *Jacana spinosa* es una especie neotropical considerada como ocasional que utiliza los cuerpos de agua dulce y vegetación flotante para reproducirse, sin embargo, la observación de adultos y juveniles indica su reproducción en el área, lo que cambia su estatus estacional a residente; *Actitis macularius* es una especie migratoria de costas rocosas u arenosas y de marismas, ríos y pastizales se alimenta de insectos y sus larvas y en ocasiones de peces pequeños.

*Tringa solitaria* es una especie migratoria que ocupa una amplia diversidad de hábitats, sin embargo, busca su alimento agitando el agua estancada con las patas o el pico, se alimenta de insectos y sus larvas, peces y crustáceos pequeños y de otros

invertebrados; *Tringa semipalmata* es una especie residente en el área de estudio, es generalista y del agua toma insectos acuáticos, gusanos marinos, moluscos y peces pequeños; en la tierra se alimenta de semillas, brotes de plantas y arroz.

*Numenius phaeopus* es una especie migratoria que durante su migración hace alto en marismas, playas y cuerpos de agua dulce, se alimenta de insectos y sus larvas, lombrices, moluscos pequeños, arañas, crustáceos y bayas, es comúnmente observado en las zona de mareas y marismas, campos y lagos durante su migración; *Limosa haemástica* es una especie migratoria que habita en pantanos, pastizales, bosques, cuerpos de agua, se alimenta de moluscos, gusanos marinos, crustáceos e insectos; *Calidris canutus*, *C. mauri*, *C. melanotos*, *C. alpina*, *C. himatopus* son especies migratorias difíciles de observar que habitan en praderas, pastizales, ríos, zona de mareas, marismas y se alimentan de ítems diversos.

*Limnodromus griseus* y *L. scolopaceus* son especies migratorias localizadas en pastizales, zonas de marismas o cuerpos de agua de poca profundidad durante su migración, se alimentan de insectos y sus larvas, crustáceos, moluscos y semillas de plantas; *Gallinago gallinago*, es una especie de áreas húmedas con pasto, durante el invierno y su migración busca campos húmedos e inundados, marismas, ciénegas y áreas lodosas de ríos y lagos.

*Chroicocephalus philadelphia* es una especie residente considerada como migratoria por algunos autores que durante el verano se alimenta de insectos y durante el invierno toma peces, crustáceos y gusanos marinos; *Larus delawarensis* es una especie migratoria que habita en lagos, ríos, marismas, costas rocosas y arenosas, es una especie omnívora y abundante que se ha visto beneficiada con las alteraciones del hábitat;

*Gelochelidon nilótica* es una especie residente propia de pastizales y de costas rocosas y arenosas, se alimenta principalmente de insectos, sapos, lombrices y crustáceos.

La especie más abundante fue *Aythya americana* con 295,014 individuos observados lo cual concuerda con Leopold (1964, 1965, 1966, 1967 y 1970), Perales Flores (1981), Contreras Balderas, *et al.*, (1990), Contreras Balderas (1994), Garza (2001) y García Salas, (2009). A este respecto cabe mencionar que los valores de abundancia más altos corresponden al Orden Anseriformes y a la familia Anatidae y fueron descritos por Leopold (Op. Cit.); quien únicamente monitoreo esta familia a través del tiempo.

Sin embargo, en todos los demás trabajos, excepto en el de Olaya Kerstrupp (2003), la mayoría de las abundancias de la familia han ido disminuyendo de 1964 al 2009; las razones pueden ser varias: a) los demás autores están considerando otros ordenes y familias para conocer la avifauna de la Laguna Madre, b) no utilizaron, como en el caso de Leopold (*op. cit.*), el avión como forma de monitoreo; sino los recorridos a pie, carro o en lancha a las orillas de la Laguna o en su interior; c) la variación de la temperatura en las especies migratorias y d) la contaminación, actividades cinegéticas que han favorecido al establecimiento de ciertas especies como las gaviotas y golondrinas de mar y han eliminado los hábitat de otras.

Al analizar la temporalidad de las especies encontradas, se concuerda en lo descrito por Corven (2001) al referirse a esta área como un corredor migratorio para las aves playeras, a través de toda América. Se registró un total de 17 especies residentes y 24 migratorias Cuadro No. 1. Algunas especies como *Pelecanus erythrorhynchos* es una especie residente en la Laguna Madre debido a que existe el reporte de una colonia reproductora en el área de Matamoros (Garza, 2001).

*Charadrius alexandrinus*, *Ch. semipalmatus*, *Tringa melanoleuca* y *Numenius americanus* son reportadas como migratorias por Howell y Webb (1995), sin embargo tienen poblaciones residentes dentro de la Laguna Madre, lo cual concuerda con lo observado por Olaya Kestrupp (2003). El resto de las especies migratorias y residentes no registradas en este trabajo es debido a la posibilidad de establecerse y o pasar el invierno más al norte o sur de la Laguna Madre, o simplemente que las fechas de muestreo o los sitios y horas de observación no coincidieron con su presencia en los sitios.

Para el análisis estadístico se dividió la ornitofauna acuática y semiacuática de la Laguna Madre, Tamaulipas, México en tres grandes grupos: a) el total de las 98 especies b) solo el orden Anseriformes y la familia Anatidae y c) el resto de las especies menos Anatidae. Lo anterior debido a que Leopold (1964, 1965, 1966, 1967 y 1970) solo monitoreo la Familia Anatidae y no el resto de los grupos; lo cual influye sobre el valor de los índices. En el primero al comparar los índices de Diversidad de Shannon (1948) de los antecedentes y este trabajo se tiene que:

- a) Para todas las especies la mayor diversidad esta en Perales Flores (1981) y Garza (2001) con 3.89 y 3.72 respectivamente.
- b) Para anátidos la mayor diversidad la reporta Perales Flores (1981) con 2.28.
- c) Para el resto de las especies los valores más altos son 3.67 y 3.65 de Perales Flores (1981 y Garza (2001).

Esta diferencia, en los valores del índice de diversidad, esta explicada en función de la Equitatividad en el caso de los Anátidos y con el número de especies y Equitatividad para los demás valores.

Al aplicar la prueba “t” para Shannon se tiene que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos para cada uno de los estudios (con un  $\alpha = 0.05$  y con  $gl = \infty$ ) y se puede inferir que esta diferencia se explica en términos de biodiversidad entre los estudios debido a las siguientes causas:

- a) Autor del estudio.
- b) Experiencia del observador.
- c) Objetivos del trabajo.
- d) Duración del estudio.
- e) Estación del trabajo.
- f) Grupo de aves a estudiar.

Usando el Índice de Diversidad  $\beta$  mediante el Coeficiente de Similitud de Sorensen que no considera la abundancia de las especies, tenemos:

Para todas las especies:

- a) Los trabajos de Leopold son los más similares ya que solo trabaja un orden y una familia.
- b) Los trabajos de Perales Flores (1981), Contreras Balderas, *et al.*, (1990), Contreras Balderas (1994), Garza (2001) y García Salas (2009) tienen valores de similitud intermedia.
- c) Los valores más bajos corresponden al trabajo de Olaya Kerstrupp (2003) ya que solo trabajó con el Orden Charadriiformes y sus 5 familias.

Para Anátidos:

Todos tienen una similitud alta; excepto los trabajos de Contreras Balderas (1994) y Garza (2001) por el número de especies que trabajan cada uno. El otro trabajo con un valor bajo es el de Olaya Kerstrupp (2003) porque en su trabajo no incluyó anátidos.

Para las demás especies: único valor bajo es del trabajo sobre playeros de Olaya Kerstrupp (2003); con respecto a los demás.

El Índice de Diversidad  $\beta$  de Cody mide el cambio en la composición de especies en un gradiente temporal. Este índice no presenta un valor máximo; entre más alto sea el valor, menor es el número de especies compartidas y mayor será el recambio específico.

En los tres grupos de análisis (todas las especies, Anátidos y el resto de las especies) existe recambio en las especies a través del gradiente temporal.

- a) Existen 46 especies que se ganan (36 migratorias y 10 residentes).
- b) Existen 59 especies que se pierden (40 migratorias, 16 residentes y dos ocasionales).
- c) El mayor recambio se da en las migratorias.

Al relacionar valor de la diversidad con la temperatura media anual de los años que se realizaron los trabajos en la Laguna Madre, Tamaulipas por el Coeficiente de Correlación de Kendall ( $\tau$ ) se obtuvieron los siguientes valores:

- a) Para todas las especies fue igual a 0, lo que indica que las dos variables analizadas son independientes una de la otra.
- b) Para Anátidos fue de -0.65608, si la correlación es negativa si tiende a -1, lo que significa que al aumentar la temperatura los patos no llegan a la Laguna Madre, debido a que las especies permanecen en el sur o centro de los Estados Unidos de Norteamérica
- c) Para el resto de las especies fue 0.07785; lo cual indica independencia de los valores analizados.

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el inventario, en el presente trabajo se registran 41 especies, 16 familias y 8 órdenes. Las especies con la mayor densidad de individuos fueron de la familia Anatidae, los migratorios *Aythya americana* con 295,014 (97%) y *Anas acuta* con 4,480 (1.48%).

Al analizar la permanencia estacional específica, se reportan 17 especies residentes y 24 migratorias. En base a esto y al análisis global de todas las aves acuáticas y semiacuáticas, se establece que esta área es utilizada por este grupo de aves para su alimentación y descanso durante sus movimientos migratorios.

Al calcular y analizar la Diversidad  $\alpha$  por el índice de Shannon (1948), y aplicar la prueba “t” para Shannon se tiene que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos para cada uno de los estudios (con un  $\alpha = 0.05$  y con  $gl = \infty$ ) y se puede inferir que esta diferencia se explica en términos de biodiversidad entre los estudios en los factores de: a) persona que realizó el estudio; b) su experiencia en la observación e identificación de las aves; c) cuales eran los objetivos de su trabajo; d) la duración del estudio o trabajo de investigación; e) la estación en que fue realizado el trabajo y f) el grupo de aves objeto de estudio.

La diversidad  $\beta$  fue calculada y analizada mediante el Coeficiente de Similitud de Sorensen que no considera la abundancia de las especies, se encontraron diferencias en todos ellos, siendo más significativo para los anátidos.

El recambio de especies a través del tiempo fue medido con el índice de Cody en los tres grupos de análisis (todas las especies, anátidos y el resto de las especies). Concluyendo que 46 especies que se ganan (36 migratorias y 10 residentes), 59 especies

que se pierden(40 migratorias, 16 residentes y dos ocasionales) y que el mayor recambio se da en las migratorias.

Las temperaturas en el área de estudio se han incrementado de 1 a 3 grados en los últimos años y al momento de este trabajo (2008-2009) no se presentó ningún frente frío por debajo de los 10 °C.

Al correlacionar la diversidad con la temperatura solo en Anátidos la correlación es negativa (-0.65608), lo que significa que al aumentar la temperatura la los patos no llegan a la Laguna Madre y permanecen en el sur o centro de los Estados Unidos de Norteamérica.

Si bien es cierto que existen acuerdos y tratados trinacionales para la conservación de las aves migratorias acuáticas y semiacuáticas de la Laguna Madre, Tamaulipas, México; algo más importante que las especies es la conservación del medio en el cual se encuentran y siendo el factor temperatura el más significativo para estos movimientos migratorios, cualquier alteración provocada y acelerada por la actividad del hombre, afecta considerablemente los ciclos.

Por lo anterior, se recomienda la necesidad de continuar más estudios de monitoreo y modelaje para proyectar a futuro sus consecuencias en el medio y en las especies, mayormente sí tomamos en consideración, el incremento de la actividad pesquera, los asentamientos humanos, el turismo y en forma especial los derrames de petróleo que se han venido reportando en el Golfo de México y que potencialmente afectarán la Laguna Madre, y por ende a sus especies, siendo las aves, un grupo excelente para analizar los impactos generados en éste ecosistema.



## LITERATURA CITADA

Ayala CA y R. Segura, 1968. Ecología y distribución de los foraminíferos recientes de la Laguna Madre, Tamps., México. Bol. Inst. Geol. UNAM. 87: 1-89.

Banda V., A. 2008. *Promoción de la Protección y Uso Sustentable de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Pronatura Noroeste*. (En línea). <http://www.semarnat.gob.mx/gestionambiental/vidasilvestre/Documents/NAWCA/Educaci%C3%B3n%20Ambiental,%20Difusi%C3%B3n%20y%20Capacitaci%C3%B3n/PNEBandaLM-1-G941.pdf> [Consulta: 26 de Enero, 2010].

Barbraud, C. and H. Weinner.2006. Antarctic birds breed later in response to climate change. PNAS. April 18, 2006. (103)166: 248–6251.

Bellrose, F. C. 1980. Ducks, geese and swans of North America. Wildlife Management Institute, Third edition. Sackpole books. 135 pp.

Both, C. 2007. Rapid Advance of Spring Arrival Dates in Long-Distance Migratory Birds. Science. 315: 12-13.

Both, C.; Aleksandr V. Artemyev; Bert Blaauw; Richard J. Cowie; Aarnoud J. Dekhuijzen; Tapio Eeva; Anders Enemar; Lars Gustafsson; Elena V. Ivankina; Antero Järvinen; Neil B. Metcalfe; N. Erik I. Nyholm; Jaime Potti; Pierre-Alain Ravussin; Juan Jose Sanz; Bengt Silverin; Fred M. Slater; Leonid V. Sokolov; János Török; Wolfgang Winkel; Jonathan Wright; Herwig Zang and Marcel E. Visser. 2004. Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier. Proc. R. Soc. Lond. B 271:1657-1662.

Brown, L.F.; J.L. Brewton; J.H. Mc-Gowen; T.J. Evans; W.L. Fisher and C.G. Groat.1976. Environmental Geologic Atlas of the Texas Coastal Zone. Corpus Christi Area. Austin: Bureau of Economic Geology, University of Texas 123 pp. + 9 maps. Comisión nacional de áreas naturales protegidas. Humedales de México. 2005. <http://www.conanp.gob.mx/humedales.html> [Consulta: 27 Marzo, 2009].

Contreras-Balderas, A.J.; J.A. García-Salas; J.I. González-Rojas. 1990. Evaluación del aprovechamiento de las aves acuáticas migratorias de la laguna Madre, Tamaulipas, México. 1989-1990. Informe Universidad Autónoma de Nuevo León. 93pp.

Contreras-Balderas, A.J.; J.A. García Salas y J.I. González Rojas. 1990. Aves acuáticas y semiacuáticas de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Otoño-Invierno 1988-1989, su aprovechamiento cinegético. BIOTAM. 2(2):23-29.

Contreras-Balderas, A.J. 1993. Avifauna de la Laguna Madre, Tamaulipas. Biodiversidad Marina y Costera de México. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México. pp. 553-558.

Contreras-Balderas, A.J. 1994. Aprovechamiento cinegético de las aves acuáticas migratorias de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Temporada 89-90 Publicaciones biológicas-F.C.B./ U.A.N.L., México. 7(1 y 2):55-61.

Coppack, T.; F. Pulido; Czisch, M.D.; P. Auer and P. Berthold. 2003. Photoperiodic response may facilitate adaptation to climatic change in long-distance migratory birds. *Proc. R. Soc. Lond. B (Suppl.)* 270: S43-S46.

Cotton, P.A. 2003. Avian migration phenology and global climate change. *PNAS* 100(21):12219-12222.

Davis, I.L. 1972. A field guide to the birds of Mexico and Central America. University of Texas Press, Austin and London. 215 pp.

Donnelly, A.; T. Cooney; E. Jennings; E. Buscardo and M. Jones, 2009. Response of birds to climatic variability; evidence from the western fringe of Europe. *Int. J. Biometeorol.* 53:211-220.

Edwards, P.E. 1968 Finding birds in Mexico. Second edition. J.P. Brll. Co. Inc. USA. 96 pp.

Edwards, E, P. 1972. A field guide to the birds of Mexico. First edition, USA. 108 pp.

El calentamiento global: Efectos biológicos. [Consulta: 20 de Mayo, 2009] <http://mundobiologia.portalmundos.com/el-calentamiento-global-efectos-biologicos>. 2009.

Ficha informativa de los humedales RAMSAR (en línea) <<http://ramsar.conanp.gob.mx/documentos/fichas/49.pdf>> [Consulta: 28 Marzo, 2009].

Friedmann, H.; L. Griscom and R. Moore. 1950. Distributional check- list of the birds of Mexico. Part I. Club Cooper Ornithological. Berkeley, California. 400 pp.

García C., L.L. 2004. (en línea). Laguna Madre. [http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi\\_prodigios/laguna\\_madre-delta\\_rio/laguna\\_madre-delta\\_rio.htm](http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_prodigios/laguna_madre-delta_rio/laguna_madre-delta_rio.htm) [Consulta: 14 de Junio, 2009].

García Gil G.; J. Rendón-von Osten; J. García Guzmán; E. Carrera González; C. Tejada Cruz; F.E. Galán Amaro y B. Ortiz Esoejel. 1993. Diagnóstico ambiental de Laguna Madre, Tamaulipas. pp. 535-552 In Biodiversidad marina y Costera de México. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad y CIQRO, México, 865pp.

García Salas J.A.; A. J. Contreras Balderas; M. A. Santoyo Stephano; O.B. Medrano y G.G. Morales G. 2008. Protección de pastos marinos para conservación de aves acuáticas migratorias en la Laguna Madre, Tamaulipas, México. PRONATURA

NORESTE, A.C. y Laboratorio de Ornitología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 18 pp.

Garza Torres, H.A. 2001. Avifauna de la Laguna Madre, Tamaulipas. CONABIO, Universidad Autónoma de Tamaulipas. 103pp.

Gregory, R.D.; S.G. Willis; F. Jiguet; P. Voisek; A. Klvanova; A.V. Strien; B. Huntley; Y.C. Collingham and D.Couvet. 2009. An indicator of the Impact of Climate Change on European Bird Populations. Plos ONE 4(3):1-6.

INEGI. 1983. Síntesis geográfica del estado de Tamaulipas. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Secretaría de Programación y Presupuesto. 158 pp.

Javor, B. 1989. Hypersaline Environments New York: Springer-Verlag. 328 pp.

Jenni, L. and M. Kery. 2003. Timing of autumn migration under climate change: Advances in Long-distance migrants, delays in short –distance migrants. Proc. R. Soc. Lond. B 270:1467-1471.

Jonze'n, N.; A. Hedenstro and P. Lundberg. 2007. Climate change and the optimal arrival 269 of migratory birds. Proc. R. Soc. Lond. B (2003) 270, 233–240.

Julliard, R.; F. Jiguet and D. Couvet. 2004. Evidence for the impact of global warming on the long-term population dynamics of common birds. Proc. R. Soc. Lond. B. 217: 5490-5492.

Kurt D. Reed, MD, *Clinical Research Center, Marshfield Medical Research Foundation, Marshfield, Wisconsin*. Jennifer K. Meece .2003. *Birds, Migration and Emerging Zoonoses: West Nile Virus, Lyme disease, Influenza A and Enteropathogens*. *Clinical Medicine & Research* 1(5 – 12):5-12.

La Laguna Madre. UNAM. Disponible en el sitio de red: [investigacion.izt.uam.mx/ocl/Tamaulipas/lmadre.doc](http://investigacion.izt.uam.mx/ocl/Tamaulipas/lmadre.doc) [Consulta: 18 de Junio del 2003].

La NOM- 059 – SEMARNAT.2001  
<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/534/cap2.pd> [Consulta: 15 de Enero del 2010].

Leopold, A.S., 1965. Fauna silvestre de México. Aves y mamíferos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. XVIII. 635p.

Leopold, A. S. 1965-1967. Fauna Silvestre de México. Aves y Mamíferos. Instituto Mexicano de Recursos Naturales. XVIII. 645p.

Leija T., A., A. Rodríguez, G. A., 1997. Aspectos taxonómicos y biogeográficos de los crustáceos decápodos de la laguna Madre, Tamaulipas, México. Res. XIV Congreso Nacional de Zoología. 70.

Lukas, J., M. Kery. 2003. Timing of autumn bird migration under climate change: advances in long distance migrants, delays in shortdistance migrants. Proc. R. Soc. Lond. 270, 1467-1471.

Magurran, A. E. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vedral. Barcelona, España. 200pp.

Marra, K.P. and Ch. M. Francis. 2005. The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration. Oecologia. 42:307-315.

Miller, A., J. M. -Rushing, R. Primack, D. Primack, S. Mukunda. Changes in Response to Global Warming American Journal of Botany 93(11): 1667–1674.

Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T – Manuales y Tesis. SEA. Vol. 1. Zaragoza. 84pp.

National Geographic. Field guide to the Birds of North America.1987. Fourth edition. United States of America. 480 pp.

Nuestro futuro común. La región binacional de la Laguna Madre (en línea) <<http://www.texascenter.org/publications/spalaguna.pdf>> [Consulta: 27 Marzo, 2009].

Olaya Kerstupp, A. 2003. Aves playeras de la Laguna Madre, Tamaulipas, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Biología. 149 pp.

Pape, M.; A.D. Rubolini and E. Lehikoinen. 2008. Populations of migratory bird species that did not show a phenological response to climate change are declining. PNAS 105(42):16195-16200.

Perales Flores, L.E. 1981. Las aves acuáticas y semiacuáticas de la región de la Laguna Madre de Tamaulipas, México. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. 68p.

Peterson, R. T., E. Chalif. 1973. A field guide to Mexican birds. First edition. Houghton Mifflin Company Boston. 210 pp.

Pla. L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el Índice de Shannon y la riqueza. Interciencia. Agosto. 31(008):583-590.

Polo U., C.S. 2008. Índices más comunes en biología. Segunda parte, similaridad y riqueza Beta y Gamma. Facultad de Ciencias básicas. ISSN 1900-4699 1(4):135-142.

Porter, W.P.; S. Budaraju; W.E. Stewart and N. Ramankutty. 2000. Calculating climate effects on birds and mammals: Impacts on biodiversity, conservation, population, parameters and global community structure. Amer. Zool., 40:597-630.

RAMSAR, 2009. (En línea): Convención de Ramsar sobre humedales. [http://www.ramsar.org/profile/profiles\\_mexico.html](http://www.ramsar.org/profile/profiles_mexico.html) [Consulta: 28 de Marzo, 2009].

Regiones prioritarias de México. (En línea): [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp\\_083.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_083.pdf) [Consulta: 09 de Junio del 2008].

Regiones terrestres prioritarias de México. (En línea): Laguna Madre. RTP 83 <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html>. Consulta: 31 de Octubre del 2009].

Rendón-von, O. y J. García-Guzmán. 1996. Evaluación del impacto ambiental de las actividades humanas en Laguna Madre, Tamaulipas. *in*: A. V. Botello, J. L. Rojas-Galaviz, J. A. Benítez, D. zarate-Lomeli. (Eds.) Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental. Diagnóstico y Tendencias. Universidad Autónoma de Campeche. Epomex. Serie Científica 5. 666p.

Rojas, M. P. 1954. Los patos silvestres en México (su identificación, distribución y notas relativas a su biología). *Rev. de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. Tomo XV. Nums. 1 – 4 IX. 96-138.

Saunders, G., D. C. Saunders., 1981. Waterfowl and their wintering grounds in Mexico, 1937-64. Depto. Interior, Fish and Wildlife Service Resource. Publ. 138 vi, 151p.

Secretaría de la Convención de Ramsar. 2006. *Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971)*, 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).

Spottiswoode, C.N.; P.A. Tottrup and T. Coppack. 2006. Sexual selection predicts advancement of avian spring migration in response to climate change. *Proc. R. Soc. B*. 273, 3023-3029.

Tooth S. and McCarthy T. 2007. Wetlands in drylands: geomorphological and sedimentological characteristics, with emphasis on examples from southern Africa. *Progress in Physical Geography*. 31(1):3-41.

Yom-Tov, Y. 2001. Global warming and body mass decline in Israel passerine birds. *Proc. R. Soc. Lond. B*. 268:247-952.

Moya, V. 2005. Los humedales ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas*. Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante. ISSN: 0213-4619. No. 37:127-132.

Visseri, M. E. and C. Both. 2005. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proc. R. Soc. B (2005)* 272, 2561–2569.

Wright J., H.Z. and M.E. Visser. 2004. Large-scale geographical variation confirms that climate change causes birds to lay earlier. *Proc. R. Soc. Lond. B* 271, 1657-1662.

APÉNDICE A

ORDENES, FAMILIAS, ESPECIES Y PERMANENCIA ESTACIONAL (RESIDENTE Y M=MIGRATORIA) REGISTRADAS POR LOS DIFERENTES AUTORES EN SUS TRABAJOS DE LA LAGUNA MADRE TAMAULIPAS MÉXICO, DESDE 1964 AL 2008.

ESPECIES	Leopold 1964	Leopold 1965	Leopold 1966	Leopold 1967	Leopold 1970	Perales Flores 1981	Contreras Balderas, <i>et al.</i> , 1990	Contreras Balderas 1994	Garza 2001	Olaya Kerstrupp 2003	García Salas, 2008
<b>Orden ANSERIFORMES</b>											
<b>Familia Anatidae</b>											
<i>Dendrocygna autumnalis (M)</i>	0	0	0	0	0	1	3007	0	0	0	0
<i>Dendrocygna bicolor (M)</i>	0	15	175	0	0	0	12	0	0	0	0
<i>Anser albifrons (M)</i>	1725	207	150	1128	555	0	3	94	0	0	0
<i>Chen caerulescens (M)</i>	100	125	800	740	12	1	0	18283	0	0	0
<i>Branta canadensis (M)</i>	0	127	1200	1226	1725	0	0	189	0	0	0
<i>Cairina moschata (R)</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
<i>Anas strepera (M)</i>	2455	544	245	3595	2285	1	8	0	0	0	0
<i>Anas americana (M)</i>	1025	267	1125	4145	6870	3	10	24	0	0	6
<i>Anas rubripes (M)</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Anas platyrhynchos (M)</i>	0	0	0	45	0	0	0	3	0	0	0
<i>Anas fulvigula (R)</i>	12	4	36	10	726	0	0	5	0	0	0
<i>Anas discors (M)</i>	387	37	0	710	0	6	23	5	22	0	201
<i>Anas cyanoptera (M)</i>	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0
<i>Anas clypeata (M)</i>	31363	1034	2650	3189	855	3	97	10	0	0	92
<i>Anas acuta (M)</i>	6800	1801	290	3768	13905	2	15	3202	26	0	4480
<i>Anas crecca (M)</i>	0	0	0	0	0	1	20	2	0	0	0
<i>Aythya valisineria (M)</i>	545	757	636	790	1065	0	10	9	0	0	0
<i>Aythya americana (M)</i>	45000	17082	2035	2010	3045	3	1699	453	22	0	295014
<i>Aythya collaris (M)</i>	145	0	750	10250	3645	0	25	0	0	0	0
<i>Aythya affinis (M)</i>	1960	1405	2993	3971	11865	5	22	29	0	0	0
<i>Melanitta deglandi (M. fusca) (M)</i>	19415	9959	6080	52710	26550	0	0	0	0	0	0
<i>Bucephala albeola (M)</i>	5	0	10	80	60	0	12	1	0	0	35

APÉNDICE A (continuación)

ESPECIES	Leopold 1964	Leopold 1965	Leopold 1966	Leopold 1967	Leopold 1970	Perales Flores 1981	Contreras Balderas, <i>et al.</i> , 1990	Contreras Balderas 1994	Garza 2001	Olaya Kerstrupp 2003	García Salas, 2008
<i>Mergus merganser (M)</i>	15	65	85	0	15	0	2	4	0	0	27
<i>Mergus serrator (M)</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	23
<i>Oxyura jamaicensis (M)</i>	2500	5125	1880	10900	945	0	3	0	0	0	4
<i>Anas carolinensis (M)</i>	1845	395	582	760	3045	0	0	0	0	0	0
<b>Orden GAVIIFORMES</b>											
<b>Familia Gaviidae</b>											
<i>Gavia immer (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Orden PODICIPEDIFORMES</b>											
<b>Familia Podicipedidae</b>											
<i>Podylimbus podiceps (R)</i>	0	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0
<i>Podylimbus nigricollis (M)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Orden PELECANIFORMES</b>											
<b>Familia Pelecanidae</b>											
<i>Pelecanus erythrorhynchus (R)</i>	0	0	0	0	0	1	3874	3540	36	0	90
<i>Pelecanus occidentalis (R)</i>	0	0	0	0	0	1	3034	0	47	0	4
<b>Familia Phalacrocoracidae</b>											
<i>Phalacrocorax brasilianus (P. olivaceus) (R)</i>	0	0	0	0	0	2	142	41	0	0	123
<i>Phalacrocorax auritus (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
<b>Familia Anhingidae</b>											
<i>Anhinga anhinga (R)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Orden CICONIFORMES</b>											
<b>Familia Ardeidae</b>											
<i>Botaurus lentiginosus (M)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ardea herodias (R)</i>	0	0	0	0	0	1	45	32	51	0	16



APÉNDICE A (continuación)

ESPECIES	Leopold 1964	Leopold 1965	Leopold 1966	Leopold 1967	Leopold 1970	Perales Flores 1981	Contreras Balderas, <i>et al.</i> , 1990	Contreras Balderas 1994	Garza 2001	Olaya Kerstrupp 2003	García Salas, 2008
<i>Ardea alba (R)</i>	0	0	0	0	0	1	790	5	35	0	0
<i>Egretta thula (R)</i>	0	0	0	0	0	2	113	2	47	0	1
<i>Egretta caerulea (R)</i>	0	0	0	0	0	0	25	6	26	0	2
<i>Egretta tricolor (R)</i>	0	0	0	0	0	4	40	5	44	0	1
<i>Egretta rufescens (R)</i>	0	0	0	0	0	1	4	10	41	0	1
<i>Bubulcus ibis (R)</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	24	0	0
<i>Butorides virescens (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Nycticorax nycticorax (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	2	34	0	2
<i>Nyctanassa violacea (N. violacea) (R)</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	34	0	0
<b>Familia Threskiornithidae</b>											
<i>Endocimus albus (R)</i>	0	0	0	0	0	1	195	12	27	0	55
<i>Plegadis falcinellus (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Plegadis Chichi (M)</i>	0	0	0	0	0	0	84	0	21	0	0
<i>Platalea ajaja (M)</i>	0	0	0	0	0	0	138	16	43	0	68
<b>Familia Ciconiidae</b>											
<i>Mycteria americana (M)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Orden FALCONIFORMES</b>											
<b>Familia Cathartidae</b>											
<i>Cathartes aura (R)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0
<b>Familia Accipitridae</b>											
<i>Pandion haliaetus (M)</i>	0	0	0	0	0	0	9	1	28	0	6
<b>Orden GRUIFORMES</b>											
<b>Familia Rallidae</b>											
<i>Rallus limicola (M)</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Fulica americana (M)</i>	0	0	0	0	0	1	3068	32	21	0	1400
<b>Familia Gruidae</b>											
<i>Gruca canadensis (M)</i>	0	0	0	0	120	0	460	11	0	0	80

APÉNDICE A (continuación)

ESPECIES	Leopold 1964	Leopold 1965	Leopold 1966	Leopold 1967	Leopold 1970	Perales Flores 1981	Contreras Balderas, <i>et al.</i> , 1990	Contreras Balderas 1994	Garza 2001	Olaya Kerstrupp 2003	García Salas, 2008
<b>Orden CARADRIFORMES</b>											
<b>Familia Charadriidae</b>											
<i>Pluvialis squatarola (M)</i>	0	0	0	0	0	3	0	3	29	341	0
<i>Pluvialis dominica (M)</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Charadrius alexandrinus (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	126	2
<i>Charadrius wilsonia (R)</i>	0	0	0	0	0	2	5	0	0	394	0
<i>Charadrius semipalmatus (R)</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	42	30	13
<i>Charadrius vociferus (R)</i>	0	0	0	0	0	5	9	13	30	30	1
<i>Charadrius montanus (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<b>Familia Haematopodidae</b>											
<i>Haematopus palliatus (R)</i>	0	0	0	0	0	1	4	3	34	54	9
<b>Familia Recurvirostridae</b>											
<i>Himantopus mexicanus (R)</i>	0	0	0	0	0	2	3714	62	34	378	16
<i>Recurvirostra americana (M)</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	28	320	104
<b>Familia Jacanidae</b>											
<i>Jacana spinosa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<b>Familia Scolopacidae</b>											
<i>Actitis macularius (M)</i>	0	0	0	0	0	0	33	0	0	32	0
<i>Tringa solitaria (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Tringa melanoleuca (M)</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	114	3
<i>Tringa semipalmata (Catoptrophorus semipalmatus) (R)</i>	0	0	0	0	0	3	33	50	50	829	0
<i>Tringa flavipes (M)</i>	0	0	0	0	0	0	3	58	21	65	2
<i>Numenius phaeopus (M)</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	42	0
<i>Numenius americanus (M)</i>	0	0	0	0	0	4	46	62	44	157	165
<i>Limosa haemastica (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Limosa fedoa (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	2
<i>Arenaria interpres (M)</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	31	52	1

APÉNDICE A (continuación)

ESPECIES	Leopold 1964	Leopold 1965	Leopold 1966	Leopold 1967	Leopold 1970	Perales Flores 1981	Contreras Balderas, <i>et al.</i> , 1990	Contreras Balderas 1994	Garza 2001	Olaya Kerstrupp 2003	García Salas, 2008
<i>Calidris canutus (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	0
<i>Calidris alba (M)</i>	0	0	0	0	0	4	20	10	43	1835	250
<i>Calidris mauri (M)</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	21	3596	0
<i>Calidris minutilla (M)</i>	0	0	0	0	0	4	106	197	43	341	200
<i>Calidris melanotos (O)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Calidris alpina (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2397	0
<i>Calidris himantopus (M)</i>	0	0	0	0	0	0	11	4	0	276	0
<i>Limnodromus griseus (M)</i>	0	0	0	0	0	4	58	900	0	7	0
<i>Limnodromus scolopaceus (M)</i>	0	0	0	0	0	3	200	0	0	836	0
<i>Gallinago gallinago (M)</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Phalaropus tricolor (M)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	206	0
<b>Familia Laridae</b>											
<i>Chroicocephalus philadelphia (Larus philadelphia) (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Leucophaeus atricilla (Larus atricilla) (R)</i>	0	0	0	0	0	5	9273	905	52	0	54
<i>Larus delawarensis (M)</i>	0	0	0	0	0	1	603	0	31	0	0
<i>Larus argentatus (M)</i>	0	0	0	0	0	1	70	16	20	0	40
<i>Sternula albifrons (Sterna albifrons) (M)</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Gelochelidon nilotica (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	38	0	0
<i>Hydroprogne caspia (Sterna caspia) (M)</i>	0	0	0	0	0	1	32	8	46	0	6
<i>Sterna forsteri (M)</i>	0	0	0	0	0	0	30	18	38	0	0
<i>Thalasseus maximus (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	46	0	0
<i>Thalasseus sandvicensis (Sterna sandvicensis) (R)</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	28	0	0
<i>Rynchops niger (R)</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	42	0	0
No. TOTAL DE ORGANISMOS	115,297	38,949	21,722	100,027	87,288	119	31,284	28,343	1,494	12,602	302,601

APÉNDICE A (continuación)

ESPECIES	Leopold 1964	Leopold 1965	Leopold 1966	Leopold 1967	Leopold 1970	Perales Flores 1981	Contreras Balderas, <i>et al.</i> , 1990	Contreras Balderas 1994	Garza 2001	Olaya Kerstrupp 2003	García Salas, 2008
No. TOTAL DE ORDENES	1	1	1	1	2	6	7	5	6	1	7
No. TOTAL DE FAMILIAS	1	1	1	1	2	14	14	12	13	4	15
No. TOTAL DE ESPECIES	17	17	18	18	18	60	59	46	43	27	41

APÉNDICE B

REGISTRO DE LA PRESENCIA (1) Y AUSENCIA (0) DE LAS ESPECIES REGISTRADAS POR LEOPOLD 1964 (1), 1965(2), 1966(3), 1967(4) Y 1970(5); PERALES FLORES, 1981(6); CONTRERAS BALDERAS, *ET AL.*, 1990(7); CONTRERAS BALDERAS, 1994(8); GARZA, 2001(9); OLAYA KERSTRUPP, 2003(10) Y GARCÍA SALAS, 2008(11) EN LA LAGUNA MADRE TAMAULIPAS, MÉXICO, DESDE 1964 AL 2008.

AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
ESPECIES												g(H)	l(H)	Muestra
<b>Orden ANSERIFORMES</b>														
<b>Familia Anatidae</b>														
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2
<i>Dendrocygna bicolor</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3
<i>Anser albifrons</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0		1	7
<i>Chen caerulescens</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	.	1	7
<i>Branta canadensis</i>	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	5
<i>Cairina moschata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Anas strepera</i>	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	.	1	7
<i>Anas americana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	6		1	9
<i>Anas rubripes</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
<i>Anas platyrhynchos</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	2
<i>Anas fulvigula</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	.	1	6
<i>Anas discors</i>	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1		8
<i>Anas cyanoptera</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2
<i>Anas clypeata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1		9
<i>Anas acuta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1			10
<i>Anas crecca</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	3
<i>Aythya valisineria</i>	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0		1	7
<i>Aythya americana</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1			10
<i>Aythya collaris</i>	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0		1	5
<i>Aythya affinis</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	.	1	8
<i>Melanitta fusca</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	5
<i>Bucephala albeola</i>	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1		7
<i>Mergus merganser</i>	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1		7
<i>Mergus serrator</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1		2
<i>Oxyura jamaicensis</i>	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1		7
<i>Anas cardinensis</i>	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	.	1	5
<b>Orden GAVIIFORMES</b>														
<b>Familia Gaviidae</b>														

APÉNDICE B (continuación)

AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
ESPECIES												g(H)	l(H)	Muestra
<i>Gavia immer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		1
<b>Orden PODICIPEDIFORMES</b>														
<b>Familia Podicipedidae</b>														
<i>Podilymbus podiceps</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0		1	2
<i>Podilymbus nigricollis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	1	1
<b>Orden PELECANIFORMES</b>														
<b>Familia Pelecanidae</b>														
<i>Pelecanus erythrorhynchus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1			5
<i>Pelecanus occidentalis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1		4
<b>Familia Phalacrocoracidae</b>														
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1		4
<i>Phalacrocorax auritus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
<b>Familia Anhingidae</b>														
<i>Anhinga anhinga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1		1
<b>Orden CICONIFORMES</b>														
<b>Familia Ardeidae</b>														
<i>Botaurus lentiginosus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1
<i>Ardea herodias</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	.		5
<i>Ardea alba</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	.	1	4
<i>Egretta thula</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	.		5
<i>Egretta caerulea</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1		4
<i>Egretta tricolor</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	.		5
<i>Egretta rufescens</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	.		5
<i>Bubulcus ibis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	.	1	3
<i>Butorides virescens</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1		4
<i>Nyctanassa violacea</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	.	1	3
<b>Familia Threskiornithidae</b>														
<i>Eudocimus albus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	.		5
<i>Plegadis falcinellus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1
<i>Plegadis Chichi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	2
<i>Platalea ajaja</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1		4
<b>Familia Ciconiidae</b>														
<i>Mycteria americana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1
<b>Orden FALCONIFORMES</b>														
<b>Familia Cathartidae</b>														
<i>Cathartes aura</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
<b>Familia Accipitridae</b>														
<i>Pandion haliaetus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	.		5
<b>Orden GRUIFORMES</b>														
<b>Familia Rallidae</b>														
<i>Rallus limicola</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
<i>Fulica americana</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	.		5

APÉNDICE B (continuación)

AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
ESPECIES												g(H)	l(H)	Muestra
<b>Familia Gruidae</b>														
<i>Grus canadensis</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1		3
<b>Orden CARADRIFORMES</b>														
<b>Familia Charadriidae</b>														
<i>Pluvialis squatarola</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	.	1	4
<i>Pluvialis dominica</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	.	1	2
<i>Charadrius alexandrinus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1		3
<i>Charadrius wilsonia</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	.	1	3
<i>Charadrius semipalmatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1		4
<i>Charadrius melodus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1	
<i>Charadrius vociferus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.		6
<i>Charadrius montanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
<b>Familia Haematopodidae</b>														
<i>Haematopus palliatus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.		6
<b>Familia Recurvirostridae</b>														
<i>Himantopus mexicanus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.		6
<i>Recurvirostra americana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1		4
<b>Familia Jacanidae</b>														
<i>Jacana spinosa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1
<b>Familia Scolopacidae</b>														
<i>Actitis macularius</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	2
<i>Tringa solitaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
<i>Tringa melanoleuca</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	3
<i>Tringa semipalmata</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	.	1	5
<i>Tringa flavipes</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1		5
<i>Numenius phaeopus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	2
<i>Numenius americanus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.		6
<i>Limosa haemastica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Limosa fedoa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		2
<i>Arenaria interpres</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1		4
<i>Calidris canutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Calidris alba</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.		6
<i>Calidris mauri</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	.	1	3
<i>Calidris minutilla</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	.		6
<i>Calidris melanotos</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1
<i>Calidris alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1
<i>Calidris himantopus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	3
<i>Limnodromus griseus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1		4
<i>Limnodromus scolopaceus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	.	1	3
<i>Gallinago gallinago</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		1	1
<i>Phalaropus tricolor</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	.	1	1
<b>Familia Laridae</b>														
<i>Chroicocephalus philadelphia</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1

APÉNDICE B (continuación)

AUTORES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
ESPECIES												g(H)	l(H)	Muestra
<i>Leucophaeus atricilla</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1		5
<i>Larus delawarensis</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	.	1	3
<i>Larus argentatus</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1		5
<i>Sternula albifrons</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	.	1	1
<i>Gelochelidon nilotica</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	.	1	2
<i>Hydroprogne caspia</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1		5
<i>Sterna forsteri</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	3
<i>Thalasseus Maximus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	.	1	2
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	.	1	2
<i>Rynchops niger</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	.	1	2
												46	59	



## RESUMEN BIOGRÁFICO

Ana Laura Domínguez Orozco

Candidato para el Grado de  
Doctor en Ciencias con acentuación en Manejo de  
Vida Silvestre y Desarrollo Sustentable

Tesis: CAMBIOS EN LA DIVERSIDAD ALFA Y BETA DE LA AVIFAUNA DE LA LAGUNA MADRE, TAMAULIPAS, MÉXICO, DE 1964 AL 2008.

Campo de estudio: Ciencias Naturales.

Datos personales: nacida en Durango, Durango; el 24 de septiembre de 1965.

Educación: egresada de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, grado obtenido es el de Licenciado en Biología Marina. Maestría en Ciencias marinas egresada del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional.

Experiencia profesional: profesor-investigador de tiempo completo en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional