



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

“ESTUDIO EN LA DUDA. ACCION EN LA FE”



DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE PESQUERÍAS

“Aspectos de la ecología trófica de la escifomedusa Bola de Cañón *Stomolophus meleagris* en el sistema lagunar Mecoacán del estado de Tabasco, México”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Presenta

Biol. Moisés Burelo García

Director de Tesis

Dr. Arturo Garrido Mora

Co-director de Tesis

Dr. Francisco Javier Félix Torres

Villahermosa, Tabasco, México. 2020.



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



2020
LEONA VICARIO
BENEDICTA MADRE DE LA PATRIA

SEPTIEMBRE 14 DE 2020

**C. MOISÉS BURELO GARCÍA
PAS. DE LA MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES
PRESENTE**

En virtud de haber cumplido con lo establecido en los Arts. 80 al 85 del Cap. III del Reglamento de titulación de esta Universidad, tengo a bien comunicarle que se le autoriza la impresión de su Trabajo Recepcional, en la Modalidad de Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales titulado: **"ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA ESCIFOMÉDUSA BOLA DE CAÑÓN *Stomolophus meteagris* EN EL SISTEMA LAGUNA MECOACÁN DEL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO"**, asesorado por el Dr. Arturo Garrido Mora sobre el cual sustentará su Examen de Grado, cuyo jurado integrado por el M. en C. Leonardo Cruz Rosado, Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna, Dr. Arturo Garrido Mora, Dr. Francisco Javier Félix Torres y M. en C. Yessenia Sánchez Alcudia.

Por lo cual puede proceder a concluir con los trámites finales para fijar la fecha de examen.

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE
ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE

**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR**

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p.- Expediente del Alumno.
C.c.p.- Archivo



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIRECCIÓN**



2020
LEONA VICARIO
PRINCIPAL DE LAS CIENCIAS

Villahermosa, Tab., a 14 de Septiembre de 2020

ASUNTO: Autorización de Modalidad de Titulación

**C. LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFE DEL DEPTO. DE CERTIFICACIÓN Y TITULACION
DIRECCIÓN DE SERVICIOS ESCOLARES
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado, informo a usted, que en base al reglamento de titulación vigente en esta Universidad, ésta Dirección a mi cargo, autoriza al **C. MOISÉS BURELO GARCÍA** egresado de la Maestría en **CIENCIAS AMBIENTALES** de la División Académica de **CIENCIAS BIOLÓGICAS** la opción de titularse bajo la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **"ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA ESCIFOMEDUSA BOLA DE CAÑÓN *Stomolophus meteagris* EN EL SISTEMA LAGUNA MECOACÁN DEL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarle afectuosamente.

A T E N T A M E N T E


**DR. ARTURO GARRIDO MORA
DIRECTOR DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

UJAT
DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



DIRECCIÓN

C.c.p. - Expediente Alumno de la División Académica
C.c.p.- Interesado

CARTA AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente el Trabajo Recepcional en la modalidad de Tesis de Maestría denominado: **“ASPECTOS DE LA ECOLOGÍA TRÓFICA DE LA ESCIFOMEDUSA BOLA DE CAÑÓN *Stomolophus meteagris* EN EL SISTEMA LAGUNA MECOACÁN DEL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO”**, de la cual soy autor y titular de los Derechos de Autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco el Trabajo Recepcional antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa más no limitativa para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la Universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco el día 14 de Septiembre del dos mil veinte.

AUTORIZO



MOISÉS BURELO GARCÍA

DEDICATORIA

A Dios:

Porque de él, y por él, y para él, son todas las cosas. A él sea la gloria. Por darme la sabiduría que proviene de él y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia; por su fidelidad y gracia en los momentos adversos.

A mis padres:

Moisés Burelo Vargas y Patricia García Fuentes, a quienes debo la enseñanza, por su apoyo incondicional y por confiar en mí en todo momento.

A mis hermanas:

Karen y Paola, por su compañía, afecto y cariño permanente.

A mis abuelitos:

Leonel Burelo +, Elvia Vargas + y María de Carmen Fuentes +, por el gran amor y ejemplo.

A mis amigos:

Deidy, Elení, Ana y Santiago, por sus consejos, compañía y amistad.

AGRADECIMIENTO

La presente investigación fue realizada gracias a la colaboración de distintas personas quienes contribuyeron aportando de sus conocimientos en mi formación para mejorar este trabajo de tesis; al Laboratorio de Pesquerías de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y al Centro de Investigaciones Pesqueras de la Habana, Cuba por respaldar esta investigación. Asimismo agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo de beca otorgada; con número (CVU/Becario): 930430.

Al Dr. Arturo Garrido Mora, a quien manifiesto mi más sincero agradecimiento por ser mi director de tesis y que además ha sido mi guía académicamente dándome la oportunidad de realizar esta investigación; gracias por compartir sus experiencias y por su amistad al confiar una vez más en mi persona.

Al Dr. Francisco Javier Félix Torres, como co-director de tesis, muchísimas gracias por su confianza y amistad al transmitir sus conocimientos y consejos que ahora son una experiencia valiosa en mi desarrollo profesional.

A los integrantes del jurado, gracias por la dedicación y sugerencias que me ayudaron para mejorar esta investigación.

M en C. Leonardo Cruz Rosado

Dra. Ana Rosa Rodríguez Luna

Dr. Arturo Garrido Mora

Dr. Francisco Javier Félix Torres

M en C. Yessenia Sánchez Alcudia

Agradezco asimismo a los profesores que fueron una guía en mi formación y a mis compañeros del Laboratorio de Pesquerías por su amistad y participación en esta investigación; Julio, Luis, Eider, Iván, Aarón y Carlos Eduardo. A mis amikos Graciela, Mi tia y Cesar, gracias por su constante amistad.

ÍNDICE

CONTENIDO	PÁGINA
Introducción	1
Justificación	5
Antecedentes	7
Objetivos	10
Objetivo General.....	10
Objetivos particulares.....	10
Área de estudio	11
Metodología	13
Comparación trófica de la escifomedusa bola de cañón.....	13
Método de Frecuencia de Aparición (FA).....	14
Método Numérico (N).....	14
Análisis de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$)	14
Fluctuación de parámetros fisicoquímicos.....	15
Referencias Bibliográficas	16
Artículo en extenso. Ecología trófica de la escifomedusa <i>Stomolophus meleagris</i> (Rhizostomae: Stomolophidae) en la laguna Mecoacán, Tabasco, México.....	22



INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son importantes por mostrar una alta producción primaria y secundaria, al igual por ser una zona de protección, reproducción, crecimiento y alimentación para especies de origen marino, estuarino y dulceacuícolas, son caracterizadas por una gran cantidad de fronteras, reciben energía de múltiples suministros entre los que destacan las mareas, con la aportación de agua de mar, los vientos que en los cuerpos de agua somera determinan la circulación del agua y la influencia de los ríos que vierten agua dulce y materia particulada disuelta y grandes cantidades de nutrientes; estos ecosistemas son cuerpos de agua con poca profundidad, semicerrados, de volúmenes variables dependiendo de las condiciones locales (Yáñez-Arancibia, 1986). Estas particularidades de las lagunas son benéficas por la gran diversidad de organismos en el zooplancton (Odum 1972).

Para comprender la función de un ecosistema, es primordial conocer la estructura y función de las comunidades que estén compuestas (Proulx 2005). Se han observado diversos enfoques metodológicos que permiten cuantificar la magnitud de las relaciones entre las especies o grupos de especies, y evaluar la importancia relativa que cada componente tiene para tener una idea general del sistema (Becker & Ghimire, 2003). Estos enfoques permiten estudiar los atributos relacionados con los flujos de energía que se mueven dentro de una red trófica (Plagányi, 2007).

La ecología trófica es una disciplina que contiene varios aspectos como: los comportamientos y estrategias para obtener el alimento; las relaciones tróficas intra e interespecíficas, al igual estudios más desarrollados como es la dieta (Bó *et al.*, 2007). El conocer los hábitos alimenticios, nos ayuda a tener una información fundamental y necesaria para entender la parte biológica y ecológica que desempeña un organismo dentro del ecosistema, ya que el alimento es un factor esencial porque regula o afecta su crecimiento y reproducción, así como la forma en que se desarrolla su ciclo de vida, proceso que se da a expensas de la energía que el organismo recibe del exterior (Nikolsky, 1963). El conocimiento de los hábitos de alimentación de los organismos permite evaluar la posición de la



comunidad, al señalar su nivel trófico, sus posibles relaciones con otras especies o grupos que pueden proporcionar una idea aproximada del entorno donde esta y por tanto el efecto que puede producir en cualquier tipo de uso y gestión del mismo (explotación, manejo, control de calidad del agua, ausencia de presas, introducción de especies exóticas, ausencia de depredadores, etc.), (Granado, 1996; Aguirre, 2000).

El plancton es una forma de vida muy marcada en ambientes acuáticos y tiene una gran importancia en el funcionamiento de la biosfera en términos de producción primaria y secundaria (Boero *et al.*, 2008). En el plancton encontramos el zooplancton que es una acumulación de animales donde la mayoría son consumidores primarios y tienen un papel importante dentro de la cadena trófica de un ecosistema acuático (Verity y Smetacek, 1996). En este grupo se incluyen cuatro especies distintas pertenecientes a cuatro Phylum (Cnidaria, Ctenophora, Chordata y Mollusca).

Las medusas pertenecen al Phylum de los Cnidarios y son organismos que realizan un papel importante en el ambiente marino por ser depredadores y pueden competir con otros organismos (peces y crustáceos) por alimento (Alvariño, 1977; Russell, 1970) y devoran a diversos organismos del zooplancton como copépodos, quetognatos, larvas y huevos de peces, apendiculares y otras medusas (Félix, 2017). Su distribución va desde las aguas polares hasta tropicales y en la columna de agua pueden encontrarse hasta a 2000 m de profundidad. (Ramírez y Zamponi, 1981). Su distribución y abundancia depende de factores como salinidad, temperatura, disponibilidad de nutrientes, naturaleza del fondo, régimen de corrientes, tipo de reproducción, luz, presión e interacciones biológicas (Graham *et al.*, 2001) y ciclos de vida (Mills, 2001).

Para el estudio de las relaciones tróficas entre y dentro de las poblaciones biológicas, se utilizan distintos métodos como análisis del contenido estomacal, análisis de excretas mediante la identificación de estructuras duras o identificación de presas mediante análisis de ADN, ácidos grasos, isótopos estables, entre otros (Bowen e Iverson 2013).



En cuanto a los hábitos alimenticios, se están aplicando métodos que aporten conocimientos de las presas ingeridas recientemente por el organismo depredador, así como métodos que ayuden a dar información del alimento asimilado para no perder de vista los cambios de dieta en el tiempo. Los estudios de análisis de contenidos gástricos son utilizados para ver las presas que fueron recientemente ingeridas por el organismo, mientras que en los análisis de isótopos de carbono y nitrógeno aportan una estimación del alimento asimilado en el tiempo (Créach *et.al* 1997).

Los isótopos estables del carbono y nitrógeno, se utilizan como trazadores químicos naturales de procesos ecológicos, que permiten trazar flujos de energía, cambios de hábitat, o caracterizar los hábitos de alimentación de una población. De este modo se puede estudiar el flujo de nutrientes en ambientes acuáticos e identificar las fuentes de producción primaria que mantiene una cadena alimenticia y determinar un nivel trófico de un consumidor y evaluar los patrones de migración (Herzka, 2003).

La utilidad de los isótopos estables permite conocer el origen del alimento asimilado, dando importancia al ecosistema en donde el depredador está alimentándose de un alimento en especial. El valor del isótopo de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) se utiliza para establecer las relaciones alimenticias y tróficas entre animales y sus presas, ya que existe un incremento significativo de $\delta^{15}\text{N}$ entre el organismo y su dieta (alrededor de 2-4 ‰). Los valores de delta $\delta^{13}\text{C}$ son empleados para la determinación de las fuentes de energía, ya que el $\delta^{13}\text{C}$ presente en un organismo muestra el carbono que contiene su dieta (Créach *op. cit.*). La medida de las razones de isótopos estables de carbono ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$; $\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$; $\delta^{15}\text{N}$) han aumentado el significado de sitios de alimentación y el flujo de energía en ambientes acuáticos. Existe un enriquecimiento de las razones de isótopos de nitrógeno en niveles tróficos sucesivos, de tal modo que permite estimar la posición trófica del consumidor.

Los trabajos de contenidos estomacales muestran el método que detalla el periodo de ingesta y digestión del alimento de forma rápida y puede que no sea la forma



adecuada para la explicación de los patrones de alimentación a largo plazo, lo que puede ser una limitante en su aplicación para determinar las interacciones tróficas en los ecosistemas. El análisis de los isótopos estables aporta una amplia representación de las fuentes nutricionales (desde la base de la cadena alimenticia), están siendo utilizados para proporcionar una descripción integra en el tiempo de las relaciones tróficas fundamentadas en la dieta asimilada a largo plazo (Chipps y Garvey, 2006). El estudio y uso de esta técnica es importante para determinar la dieta asimilada por estos organismos en un ecosistema acuático.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.



JUSTIFICACIÓN

Las medusas son organismos pertenecientes al plancton y se caracterizan por tener tentáculos, existen dos tipos, uno sésil como pólipo (etapa de vida que pasa en el meroplancton) y el otro de nado libre que recibe el nombre de medusa, que vive en el plancton (Álvarez *et al.*, 2003).

La escifomedusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* juega un papel muy importante dentro de los ecosistemas acuáticos como consumidor secundario al ser depredador de muchos organismos del zooplancton alimentándose principalmente de crustáceos, moluscos, anélidos, quetognatos, ctenóforos, copépodos, huevos y larvas de peces, camarones y otras especies de medusas, ya que son abundantes en las aguas cercanas a la costa (Félix, *op. cit.*). Por la naturaleza depredadora de este organismo afecta directamente a otras pesquerías, por su distribución y abundancia implica una importancia económica. De igual forma tiene importancia ecológica por ser depredadoras ya que participan en la dinámica poblacional de otras comunidades planctónicas y forman parte del eslabón superior de la cadena alimenticia en diferentes ambientes marinos (Ramírez y Zamponi, *op. cit.*) por ser la base principal de alimento de la tortuga *Dermochelys coriacea*, y conserva una relación simbiótica con las formas juveniles de los peces mariposa, quienes necesitan de las medusas para ser protegidos (Griffin, 1994).

Las medusas del orden Rhizostomae son las únicas que se cosechan para el consumo y se capturan aproximadamente desde hace 1000 años en los países asiáticos y desde entonces se utiliza como fuente de alimento, es cotizada por sus grandes propiedades medicas porque antiguamente fue utilizado para el tratamiento de artritis, bronquitis e hipertensión. En otras partes del mundo en los años setentas desarrollaron pesquerías para capturar estos organismos abundantes. En los países asiáticos las medusas se aprovechan por la gran importancia como fuente de alimento, así también en las industrias farmacéuticas y cosmetológicas por el alto contenido de colágeno, se comercializa en el Medio Oriente, Europa, Estados Unidos y Japón, por tener un delicioso sabor y alto



contenido de colágeno tipo I y II. La medusa bola de cañón tiene un alto valor en el mercado, en Japón la suma total en dólares es de \$25 M.D. (López *et. al.*, 2001)

En México estas especies son poco conocidas pero han conseguido una importancia comercial en los últimos años como pesca de fomento en los estados de Sonora, Sinaloa, Tamaulipas, Tabasco, Oaxaca y Chiapas. Esta pesquería ha resultado favorable en cuanto al desarrollo de tecnologías en el que se pueden procesar y ponerlas a disposición del mercado internacional (Castello-Bautista, 2012).

La laguna Mecoacán está situada en el municipio de Paraíso, Tabasco y se han desarrollado diversos estudios acuáticos, pero muy pocos con enfoque específico de las medusas, por esta razón la mayoría desconoce la utilidad de estos organismos y no reciben ningún uso, por tal motivo es importante determinar los hábitos alimenticios, ya que representan una integración de componentes ecológicos y con el análisis de dieta podemos estimar la importancia como depredador o presa dentro de los ecosistemas acuáticos.



ANTECEDENTES

En México son escasos los estudios realizados de las medusas, se pueden mencionar los estudios de Chávez, 1966 y Signoret, 1969, determinados en las lagunas costeras del Golfo de México, asimismo estudios realizados de biología, morfología y sistemática de la medusa, dirigidos a un valor como indicadores oceanográficos (Alvariño, 1969, 1977; Segura, 1984). En el cual el objetivo principal es determinar especies que no han sido registradas. El estudio de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* es desconocido en gran parte ya que los estudios que se han efectuado se dirigen más a la fase medusa, y aspectos biológicos, ecológicos y pesqueros (Gutsell, 1928, Tello, 2007).

Los isótopos estables de carbono y nitrógeno se han utilizado en otras partes del mundo para estudiar la ecología trófica de ballenas (Abend y Smith, 1997; Hoekstra *et al.*, 2002), tortugas marinas (Godley *et al.*, 1998; y delfines oceánicos (Das *et al.*, 2003).

Alvariño (1977). Muestra que algunas especies de medusas se alimentan de estados larvales y de peces juveniles.

Carvalho *et al.* 2012. En su estudio de la fecundidad de la medusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomeae: Stomolophidae) en el Golfo de California; mostraron que la medusa bola de cañón *S. meleagris*, se considerada como un recurso de alto valor comercial, pero con pocas investigaciones biológicas. Se analizó la fecundidad, con base en la estimación del número de ovocitos en vitelogenésis la gónada y se evaluaron la relación con la longitud del cuerpo de la medusa, el diámetro y el peso húmedo, y establecieron la relación del índice gonadosomático (IGS) con el diámetro y la longitud de las medusas; encontrando que la fecundidad aumentó con la longitud de las medusas, diámetro y peso en húmedo total. Las tasas de fecundidad más bajas ocurrieron en febrero y las más altas en mayo. Además del IGS aumentó con la longitud y el diámetro de los especímenes, en su valor máximo de 3,7% se observó en mayo. La alta fecundidad observada en *S. meleagris*, aborda la importancia de estos estudios por la probabilidad de consolidar a la medusa como una especie con posible pesquería.



Díaz-Gamboa 2003. Efectuó un estudio donde se expresa que la variación en la composición de isótopos estables puede ser útil para distinguir las dos formas de *Tursiops truncatus* encontradas en el Golfo de California. Las diferencias en los valores de $\delta^{13}\text{C}$ de individuos identificados como ecotipos costero u oceánico (12.9‰ , $\text{SD}= 0.38$ y -15.7‰ , $\text{SD}= 0.39$, respectivamente) fueron significantes. Confirmando que los ecosistemas costeros presentan valores de ^{13}C enriquecidos en comparación con los ecosistemas oceánicos. Si bien no existieron diferencias significativas entre ecotipos para $\delta^{15}\text{N}$ (costero = 18.4‰ , $\text{SD}= 0.07$, oceánico = 18.8‰ , $\text{SD}= 0.56$), la posición trófica relativa de los tursiones oceánicos fue parecida a la de los grupos de hembras y jóvenes de cachalote (*Physeter macrocephalus*) ($\delta^{13}\text{C} = -15.3\text{‰}$, $\text{SD} = 0.69$, $\delta^{15}\text{N} = 19.3\text{‰}$, $\text{SD} = 0.65$), con los cuáles se relacionan y también indicó que los ecotipos costero y oceánico de tursión en el Golfo de California se alimentan en un nivel trófico similar pero que derivan de diferentes ecosistemas.

Félix, (2009). Trabajó los aspectos ecológico de la escifomedusa bola de cañón *S. meleagris* en los sistemas estuarinos del estado de Tabasco; indicó que los factores ambientales más importantes de estos organismos es la salinidad y temperatura respectivamente; además la temporada con mayor abundancia se dio en las épocas con los mayores niveles de salinidad y temperatura, esto se debe a la confluencia de las condiciones de los factores geológicos, oceanográficos y biológicos para la proliferación de esta especie.

Fraser, (1969). En su investigación con referencia a la voracidad: indica que una medusa puede capturar 80 larvas de peces en 6.5 horas.

Gómez Aguirre, (1991)a. Aportó sobre la contribución al estudio faunístico de celenterados y ctenóforos del plancton estuarino del noreste de México, observándose serios impactos en la trama trófica del plancton estuarino, en la cual las hidromedusas depredan especialmente microzooplancton; los sifonóforos se alimentan del ictioplancton y las Scyphomedusas y ctenóforos se alimentan del zooplancton.



Gómez, (1991)b. Realizó un trabajo de Larva éfira y la diferencia de *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa Rhizostomeae) en plantón de las lagunas costeras de Tabasco, México, en el cual se observó la presencias de larvas éfiras y otros estadios de diferenciación de *S. meleagris* de debe primordialmente a las condiciones de salinidad del sistema de lagunas costeras del estado de Tabasco.

Hsieh et al, 2001. En su estudio abordan el potencial de explotación y comercialización de la escifomedusa *S. meleagris* como fuente de alimento, indicando que se compone 95% de agua y un 5% de proteínas, siendo una fuente de alimento bajo en calorías, igual mencionan que es rica en colágeno tipo II que son supresores de la artritis.

Lynam, 2006. Reporta en su estudio la variabilidad interanual de la abundancia de las especies *Aurelia aurita*, *Cyanea lamarckii* y *Cyanea capillata* (Fillum Cnidaria, Clase Scyphozoa) en el mar del norte. En donde las oscilaciones de abundancia de estas medusas podrían ser asociadas por los efectos hidroclimaticos que incitaron estos efectos, así como la disponibilidad importante de alimento, salinidad y temperatura que son esenciales en el desarrollo de estos organismos.

MacNeil et al. 2005. Midieron las diferencias isotópicas entre tejidos como son el hígado, músculo y cartílago de tres especies de tiburón (*Prionace glauca*, *Isurus oxyrinchus* y *Alopias vulpinus*) provenientes del Atlántico noroccidental para demostrar el comportamiento de los tejidos con los cambios de dieta.

Omori y Nakano, (2001). Las medusas son celenterados cuya distribución abarca todos los océanos del mundo y diferentes profundidades. Muchas especies tienen marcadas migraciones estacionales, generalmente sus máximas abundancias o afloramientos se presentan estacionalmente, cuando el alimento planctónico es más abundante.



OBJETIVOS

GENERAL

- ✚ Determinar la dieta trófica de la escifomedusa Bola de Cañón (*Stomolophus meleagris*) en el sistema lagunar Mecoacán del estado de Tabasco.

ESPECÍFICOS

- ✚ Determinar hábitos alimenticios en base al análisis de contenido gástrico y razón de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$).
- ✚ Establecer el nivel trófico en base al contenido gástrico y razón de isótopos estables.



ÁREA DE ESTUDIO

El estado de Tabasco, cuenta con una gran diversidad de ecosistemas acuáticos, siendo su litoral una extensión de 192 Km., su plataforma continental se estima en una superficie de 60 Km² y los sistemas lagunares litorales en 29,800 hectáreas. El estado cuenta además, con alrededor de 570,000 mil hectáreas de zonas inundables (SEPESCA, 1984).

La gran extensión de las lagunas costeras y el aporte de las aguas de los ríos, ricos en nutrientes, que vierten sus aguas tanto a las lagunas costeras como directamente al mar, provocando que se formen ecosistemas de agua salobre que funcionan como polo de atracción para aquellos organismos que realizan migraciones en busca de alimento y áreas para reproducirse (SEPESCA *op.cit.*).

El Estado de Tabasco está situado entre los 17° 51' y 18° 39' N y los 90° 59' y 94° 97' W. Se ubica en la región sureste del país, sobre la llanura costera del Golfo de México, limitada al norte por el propio Golfo, al este con el Estado de Campeche y con Guatemala, al sur con el Estado de Chiapas y Guatemala y al oeste con el Estado de Veracruz (Figura 1) ocupa una superficie territorial de 24 455 km² (Anónimo, 1988).

El clima en el estado de Tabasco es tropical húmedo, la temperatura asciende desde los 120 a los 150 °C en los meses más fríos (enero y diciembre), hasta los 420 °C en los más calurosos. Puede decirse que en virtud de su escasa altitud sobre el nivel del mar, las temperaturas permanecen uniformes, el promedio anual es de 260 C.

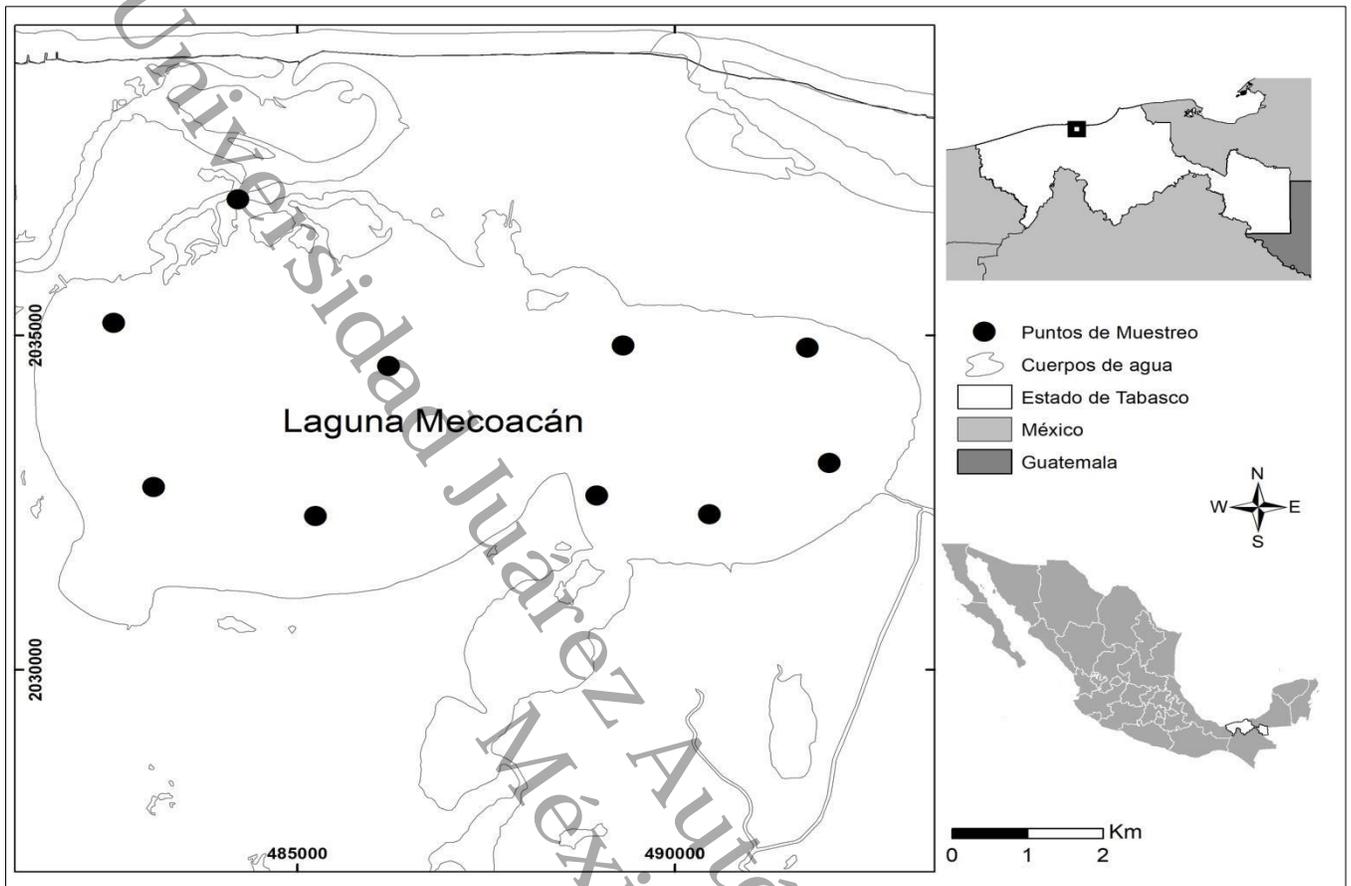


Figura 1. Área de estudio



METODOLOGÍA

La realización del siguiente trabajo se llevó a cabo en 10 puntos específicos del sistema lagunar Mecoacán del estado de Tabasco, México. En un periodo comprendido de Agosto de 2018 a julio de 2019. (Figura 2).

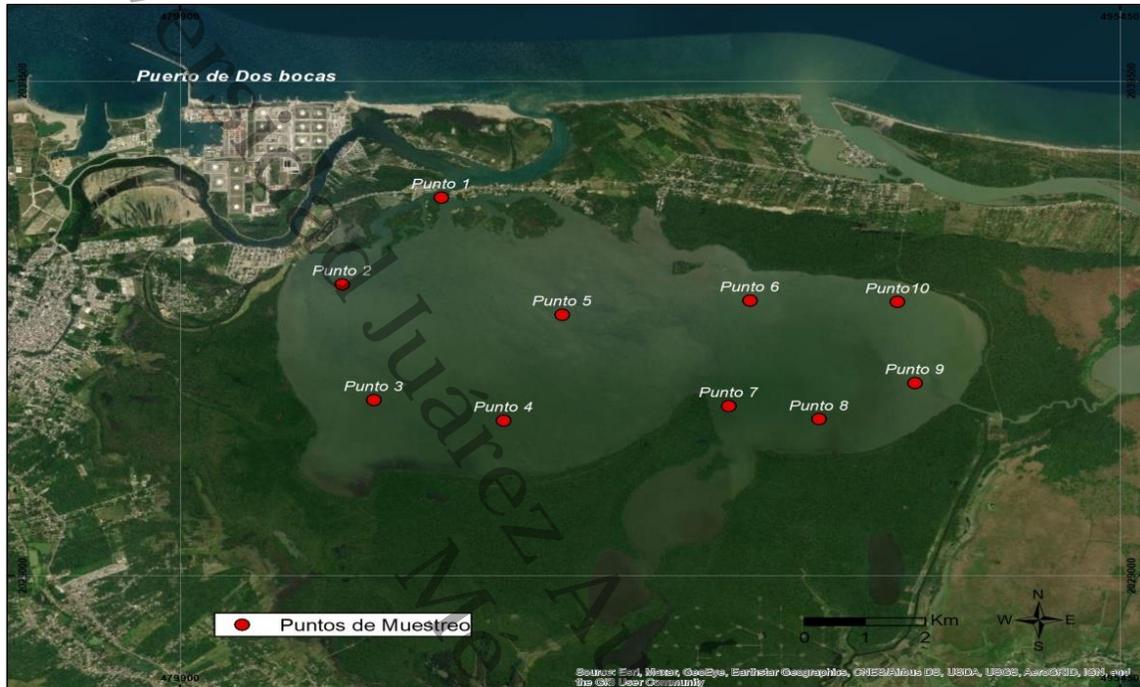


Figura 2. Sistema lagunar Mecoacán

COMPARACIÓN TRÓFICA DE LA ESCIFOMEDUSA BOLA DE CAÑÓN

El contenido estomacal se fijó con formol al 10 % en el laboratorio, se procedió a separar cada una de las presas encontradas y se identificarán mediante claves especializadas, cuando se encontraron especies de peces completo se utilizó las claves de Fisher *et al.* (1995), Allen y Robertson (1998) y Thomson *et al.* (2000). Para organismos incompletos se utilizaron las claves de Clothier y Baxter (1969), y las de Clarke (1986). Para invertebrados se utilizaron los de Smith y Carlton (1975), Wolff (1984), Fisher *op. cit.*, Luego de identificar el contenido gástrico, para la cual se realizó la identificación de las presas al nivel taxonómico más específico posible.



Análisis cuantitativo de la dieta – (espectro trófico).

De acuerdo a los hábitos alimentarios de la especie y al tipo de presas que se observaron en los estómagos, se realizó un análisis cuantitativo aplicando los siguientes métodos: Numérico (%N) y Frecuencia de Aparición (%FA) (Hyslop, 1980), los cuales se utilizaron para estimar el Índice de Importancia Relativa (IIR) de acuerdo con Pinkas *et al.* (1971).

Método de Frecuencia de Aparición (FA)

Se registró el número de estómagos en la cual apareció determinado el tipo de presa. Los resultados son expresados como porcentaje de una especie con respecto al número total de estómagos con alimento.

$$\%FA = N/NE * 100$$

Dónde: N= Número de estómagos en la cual aparece un determinado tipo de presa. NT= Número total de estómagos con alimento.

Método Numérico (N)

Con este método se contó el número de individuos en cada tipo de presa en el total de estómagos analizados. Se obtuvo la proporción del número de individuos de cada presa con respecto al número total de ejemplares de presa, y se expresó en porcentaje mediante la fórmula:

$$N = \frac{n}{NT} * 100$$

Dónde:

N= sumatoria del número de cada una de las presas.

NT= sumatoria del número de todos los componentes alimenticios.

Análisis de isótopos estables de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$).

Se obtuvieron muestras de tejido de medusa y se colocaron en viales previamente lavados y esterilizados para realizar la extracción de humedad del músculo mediante una liofilizadora, a temperatura promedio de $-50^{\circ}C$ en vacío durante un periodo aproximado de 24 horas Kaehler & Pakhomov (2001). Con los resultados



del espectrómetro se calculó las proporciones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, las cuales son expresadas en (‰) de acuerdo a la fórmula:

$$\delta X (\text{‰}) = \left[\left(\frac{R_{\text{muestra}}}{R_{\text{estándar}}} \right) - 1 \right] \times 100$$

Dónde: X= ^{13}C o ^{15}N R_{muestra} = $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ o $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ de la muestra.

$R_{\text{estándar}}$ = para ^{13}C es "PeeDee Belemnita" (PDB) y para ^{15}N es N^2 atmosférico.

Se realizó la prueba de distribución normal (Kolmogorov-Smirnov), se aplicó el estadístico de U de Mann-Whitney para comparar los valores entre las zonas y temporadas, para analizar las comparaciones entre los valores obtenidos de isótopos, se aplicó el software estadístico (IBM SPSS Statistics 21 utilizando un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, Moran 2003).

Fluctuación de parámetros fisicoquímicos

Se tomaron muestras mensuales durante un ciclo anual de los principales parámetros y para poder establecer la caracterización ambiental del sistema lagunar Mecoacán, se tomaron datos de manera temporal y espacial del, OD, Salinidad, temperatura, pH y transparencia.

- Oxígeno disuelto (mg/Lt) se evaluó con un Oxímetro marca YSI DO-200.
- Salinidad (UPS) se obtuvo por medio de un refractómetro marca Atago.
- Temperatura (T °C) se tomó por medio de un termómetro UEI PDT300A.
- El pH se obtuvo con un potenciómetro Ph-100 marca Ysi
- Transparencia (cm). Se midió con el disco de Secchi.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abend, A. G. y T. D. Smith. (1997).** Differences in stable isotope ratios of carbon and nitrogen between long-finned pilot whales (*Globicephala melus*) and their primary prey in the western north Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*. 54: 500-503.
- Aguirre, V. H., Sánchez, Z. P., & Lombarte, C. A. (2000).** *Aspectos biológicos y ecológicos del salmonete de fango *Mullus barbatus* L. 1758 y del salmonete de roca *Mullus sumuletus* L. 1758 del Mediterráneo noroccidental.*
- Alvariño, A. (1969).** Zoogeografía del Mar de Cortés. Quetognatos, Sifonóforos y Medusas. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Ciencias del Mar y Limnología* 1:11-54.
- Alvariño, A. (1977).** Los indicadores planctónicos: Distribución batimétrica de algunas especies. *Memorias II Simposio Latino-Americano de Oceanografía Biológica, Venezuela*. 24-28 noviembre, 1975, 1:139-160.
- Allen, G. R., and D. R. Robertson. (1998).** *Peces del Pacífico oriental tropical*. CONABIO, México.
- Anónimo, (1988).** *Memoria Sexenal 1983-1988*. Ed. Servicios cartográficos y editoriales HFET. México 213p.
- Becker, C.D. & K. Ghimire. (2003).** Synergy between traditional ecological knowledge and conservation science supports forest preservation in Ecuador. *Conserv. Ecol.*, 8(1): 1
- Bó, M. S.; Baladrón, A. V.; Biondi, L. M. (2007)** Ecología trófica de Falconiformes y Strigiformes: tiempo de síntesis. *Hornero* 022 (02): 097-115.
- Boero F, Bouillon J, Piraino S. 2005.** The role of Cnidaria in evolution and ecology. *Ital. J. Zool.* 72: 65 – 71
- Bowen, W. D., & Iverson, S. J. (2013).** Methods of estimating marine mammal diets: A review of validation experiments and sources of bias and uncertainty. *Marine Mammal Science*, 29, 4, 719-754.



- Carvalho, L. S. López M J. García D. F. (2012).** Fecundidad de la medusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomeae: Stomolophidae) en el Golfo de California. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 60 (4): 1721-1729
- Castello-Bautista, (2012).** Efecto de la temperatura en el metabolismo respiratorio en la fase pólipo de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1890 (Scyphozoa, Rhizostomida). Tesis de licenciatura. Área de Conocimiento de Ciencias del Mar Departamento Académico de Biología Marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 50p.
- Chávez, E. A. 1966.** Estudio ecológico parcial de un sistema estuarino en la costa oriental de México. Tesis Profesional Esc. Nal. Cienc. Biol. IPN. México. 65 pp
- Chipps, S.R. y J.E. Garvey. (2006).** Quantitative assessment of food habits and feeding patterns, 41-85. En: Brown, M.L. & C.S. Guy (Eds.). *Analysis and interpretation of freshwater fisheries data.* American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 961p.
- Clarke, M. R., (1986).** Marine Biological Association of the United Kingdom., & Natural Environment Research Council (Great Britain). *A Handbook for the identification of cephalopod beaks.* Oxford [Oxfordshire: Clarendon Press. 273 p.
- Clothier C & J Baxter (1969).** Vertebral characters of some California fishes with notes on other Eastern Pacific species, 32 pp. Department of Fish and Game. Marine Resources Operations, Sacramento.
- Créach, V., M.T. Schricke, G. Bertru y A. Mariotti. 1997.** Stable isotopes and gut analyses to determine feeding relationships in saltmarsh macroconsumers. *Estuarine Coastal Shelf Science.* 44:599-611.
- Das, K., C. Beans, L. Holsbeek, G. Mauger, S. D. Berrow, E. Rogan y J. M. Bouquegneau. (2003).** Marine mammals from northeast atlantic: relationship between their trophic status as determined by d13C and d15N measurements and their trace metal concentrations. *Marine Environmental Research.* 56: 349–365



- Díaz G., R. E. (2003).** Diferencia entre Tursiones *Tursiops truncatus* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno. Tesis de Maestría. CICIMAR. 62 pp.
- Fraser, J. H. (1969).** Experimental Feeding of Some Medusae and Chaetognatha. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26, 1743.
- Félix T, F. J. (2009).** Aspectos ecológicos de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) en ecosistemas lagunares estuarinos del estado de Tabasco, México. (Tesis de maestría) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- Félix T, F.J. (2017).** Aspectos ecológicos, pesqueros y biológicos de la Escifomedusa Bola de Cañón (*Stomolophus meleagris*), en el sistema lagunar estuarino Arrastradero-Redonda del estado de Tabasco, México. (Tesis de Doctorado) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- Fischer W, F Krupp, W. Schneirder, C. Sommer, KE. Carpenter & VH Niem. (1995).** Guía F.A.O. para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Roma FAO Vol. 1 y 2. 1635 pp
- Godley B. J., Thompson D. R., Waldron S., Furness R. W. (1998).** The trophic status of marine turtles as determined by stable isotope analysis. Marine Ecology Progress Series 166: 277–284.
- Gómez A., S. (1991^a).** Contribución al estudio faunístico de celenterados y ctenóforos del plancton estuarino del noroeste de México Anales Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Zoología 62(1): 1-10 pp.
- Gómez A., S. (1991^b).** Larva éfira y diferenciación de *Stomolophus meleagris* (Scyphozoa: Rhizostomeae) en plancton de lagunas costeras de Tabasco, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 62, 383-389 pp.
- Granado, L. C., & Universidad de Sevilla. (2002).** Ecología de peces. Sevilla: Universidad de Sevilla, Secretariado de Publicaciones.



- Graham, M. W., Pagés, F. & Hammer W. M. (2001).** A physical context for gelatinous zooplankton aggregations: a review. *Hydrobiologia* 451: 199-212 pp.
- Griffin D. B. Murphy T. M. (1994).** Cannonball Jellyfish *Journal of the Marine Biological Association UK* 40:7-469 pp.
- Gutsell, J. S. (1928).** The Spider Crab, *Libinia dubia*, and the Jelly-fish, *Stomolophus meleagris*, found Associated at Beauford, North Carolina. *Ecology*. 9(3):358-
- Hyslop, E. J. (1980).** Stomach contents analysis—a review of methods and their application. *Journal of fish biology*, 17(4), 411-429 pp.
- Hsieh, Y- H. P., F.M. Leong, and J. Rudloe. (2001).** Jellyfish as food. *Hydrobiology* 451:11-17 pp.
- Herzka, S.Z., (2003).** Ecología de isótopos estables; Departamento de Ecología CICESE.. En: <http://ecologia.cicese.mx/~sherzka/>
- Hoekstra, P.F., Dehn, L.A., George, J.C., Solomon, K.R., Muir, D.C.G., O'Hara, T.M., (2002).** Trophic ecology of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) compared with that of other Arctic marine biota as interpreted from carbon-, nitrogen-, and sulfur-isotope signatures. *Can. J. Zoo.* 80, 223–231.
- Kaehler, S. & E.A. Pakhomov. (2001).** Effects of storage and preservation on the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ signatures of selected marine organisms. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 219: 299- 304.
- López Martínez, J.; Ocampo V.L; Rodríguez R.J.; Hernández S.N. (2001).** Medusa bola de cañón: un recurso con potencial pesquero. *BIOSIS*.(1) pp.6.
- Mills, C. E. (2001).** Jellyfish blooms: are populations increasing globally in response to changing ocean condition. *Hydrobiology*. 451: 55-68 pp.
- Nikolsky, G.V. (1963).** The ecology of fishes. Academic Press. New York, EUA. 352pp.
- Odum, E. P., 1972.** Ecología. Editorial Interamericana, México. 600 págs}
- Omori, M. Nakano, E. (2001).** Jellyfish fisheries in southeast Asia. *Hydrobiology*. 451:19-26 pp



- Pinkas, L., Oliphant, M. S., & Iverson, I. L. (1971).** Food habits study. *Fish Bull*, 152(10).
- Plagányi, E. E. (2007).** *Models for an ecosystem approach to fisheries*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Proulx, S.R., D.E.L. Promislow & P.C. Phillips. (2005).** Network thinking in ecology and evolution. *Trends Ecol. Evol.*, 20(6): 345-353.
- Ramírez, F.C. & M.O. Zamponi. (1981).** Hydromedusae. In: D. Boltovskoy (Ed.). *Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. Publ. Especial de INIDEP. Mar del Plata. Argentina. 443-936 pp.
- Russell, F.S. (1970).** The medusae of the British isles. II. Pelagic Scyphozoa with a supplement to the first volume on Hydromedusae. Cambridge University Press. London, Great Britain, 283 p.
- Sepesca. (1984).** Catálogo de Especies Acuáticas de importancia comercial en el Estado de Tabasco, Artes y Métodos de Captura. Secretaria de pesca y Gobierno del estado de Tabasco. 357 págs.
- Segura P. L. Ordóñez L. U. (1994).** Análisis de la comunidad de medusas (Cnidaria) de la región oriental del Banco de Campeche y el Caribe Mexicano. *Carib. J. Sci.* 30:104-115 pp.
- Signoret, P. A. (1969).** Contribución al conocimiento de las medusas de las lagunas de Tamialma y Alvarado, Veracruz. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias, UNAM, México. 52 pp.
- Smith, Ralph I. and James T. Carlton, (1975).** Light's Manual: Intertidal Invertebrates of the Central California Coast. 3rd. ed. 721 pp
- Tello. A. F.J. (2007).** La Pesquería de la Medusa Bola de Cañón (*Stomolophus meleagris*) en la Región de Bahía de Kino-el Choyudo, Sonora, Durante 2006. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Tecnológico de Guaymas, Sonora, México, 74 págs.
- Thomson, D. A., L. T. Findley and A. N. Kerstitch. (2000).** Reef fishes of the Sea of Cortez. The University of Texas Press, Austin. 353 p



Verity P. G, Smetacek V. 1996. Organism life cycles, predation, and the structure of marine pelagic ecosystems. Marine Ecology Progress Series 130: 277 – 293

Wolff, G. A., & United States. (1984). Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of Cephalopods from the Pacific Ocean. Seattle, Wash.: U.S. Dept. Of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.

Yáñez, A, A., (1986). Ecología de la zona costera análisis de siete tópicos. AGT Editor, S.A., México, D.F. 189 pp.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.



Ecología trófica de la escifomedusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomae: Stomolophidae) en la laguna Mecoacán, Tabasco, México

Trophic ecology of the scyphomedusa *Stomolophus meleagris* (Rhizostomae: Stomolophidae) in the Mecoacán lagoon, Tabasco, Mexico

Moisés Burelo García¹, Arturo Garrido Mora¹, Francisco Javier Félix Torres^{1*} & Miguel Ángel Salcedo Meza²

1. Laboratorio de Pesquerías, Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART). División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. Moy_1894@hotmail.com, garri5609@hotmail.com, francisco7933@gmail.com
2. Laboratorio de Humedales, Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART). División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Tabasco, México. mzalcedo@gmail.com

*Correspondence

Abstract. Introduction. The Cannonball Scyphomedusa *Stomolophus meleagris* plays an important role within aquatic ecosystems as it is a predator of zooplankton organisms, forming a fundamental part in the upper link of trophic ecology. **Objectives.** The main reason for this research is to determine the trophic ecology of the scyphomedusa by quantitative analysis of the gastric content and perform the isotopic analysis $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ and to establish if there is variation in food assimilation. **Methods.** The environmental parameters of the Mecoacán lagoon system were recorded, from August 2018 to July 2019, and the organisms were captured to determine the trophic composition in gastric cavities of *S. meleagris*. **Results.** 86 organisms of *S. meleagris* were obtained, 16 organisms were used for isotopic analysis. To the 70 remaining organisms the gastric cavity were analyzed, finding 12 of these organisms empty (six per season), the remaining 58 organisms (29 for each rainy and dry season), distributed in representative areas of the lagoon system, were they determined the trophic levels within the gastric cavities. The results obtained on the revision of the gastric cavities by zones indicate that eight types of prey were ingested most frequently in the rainy season and eleven during the dry season, mainly constituted by the Copepoda subclass. Followed by Brachiopoda belonging to the Cladocera order, as well as Amphipods, Crustaceans, Ctenophores, Gastropods Eggs and fish larvae, Jellyfish, Fish and Rotifers. It was determined that the isotopic analysis of the assimilation of food ingested by means of $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ analyzed from the samples of *S. meleagris*, coincides with the organisms found through quantitative analysis in the contents of gastric cavities. The data obtained in the analysis of the measure of values of $\delta^{15}\text{N}$ ranged from 10.5 ‰ to 16.8 ‰, and from 13.5 ‰ to 19.0 ‰, and the $\delta^{13}\text{C}$ values ranged



from -24.5 ‰ to 17.5 ‰ and from -19.3 ‰ to -11.6 ‰ in the rainy and dry season, these data establish the potential of possible prey for food preference to the scifomedusa. The zone with the greatest variability of prey present is the polyhaline in the dry season, where the highest salinities were recorded of 15 to 17 UPS and it is the domain zone of coastal environments. **Conclusions.** It can be indicated that with the use of the two techniques applied, these organisms assimilate food mainly from zooplankton organisms, followed by primary carnivorous organisms present in this lagoon system. The study on stable isotope analysis is necessary and important, for the study of trophic networks and apply it in filter feeders organisms such as jellyfish, this tends to be relevant in ecosystems, since they act as indicators of environmental changes.

Key words: Trophic ecology, *Stomolophus meleagris*, scyphomedusa, gastric cavity, zooplankton, Mecoacán, Tabasco.

Las lagunas costeras son ecosistemas de gran importancia debido a la mezcla que se forma por la aportación del agua de los ríos y la entrada del agua de mar, esto permite que se desarrolle una alta producción primaria y secundaria, ya que estos hábitats proporcionan protección, alimentación y reproducción a cada una de las especies acuáticas para realizar sus funciones vitales, estas características son benéficas en estos sistemas por la variedad de organismos zooplanctónicos (Odum 1972). El estado de Tabasco es una región potencialmente rica debido a la gran extensión de lagunas costeras, al recibir descargas de los ríos que se alimentan de escurrimientos y sedimentos aluviales, ricos en nutrientes permitiendo que un gran número de organismos habiten en estos ecosistemas por las peculiaridades que esta ofrece, algunos de estos organismos acuáticos han provocado intereses en las actividades pesqueras para su aprovechamiento ya que existen una variedad de especies lo que hace que sea muy interesante principalmente como fuente de alimento para la humanidad (Escamilla *et al*, 2001). La ecología trófica es una disciplina que relaciona aspectos como son los comportamientos y estrategias que utilizan los organismos para obtener los alimentos, el conocer los hábitos de alimentación permite apreciar con más facilidad el estado en que se encuentra la comunidad a evaluar, al conocer los niveles tróficos, sus relaciones con otras especies o comunidades que aporten una idea aproximada del medio donde esta y por lo tanto los resultados que puede generar en cualquier tipo de uso y gestión del mismo como es la explotación, manejo, control de calidad del agua, ausencia de presas, ausencia de depredadores,(Granado, 1996). Como también ofrece



información fundamental y necesaria para entender la parte biológica y ecológica que desempeña un organismo en un ecosistema acuático, el ingerir el alimento es de suma importancia porque de esto dependen ciertos procesos como es el ciclo de vida a través de la energía que el organismo toma del ecosistema como también regular su crecimiento y reproducción (Nikolsky, 1963). El plancton es muy marcado en ambientes acuáticos y de gran importancia en el funcionamiento de la biosfera en términos de producción primaria y secundaria, dentro del plancton se encuentra el zooplancton que es una acumulación de organismos que son principalmente consumidores primarios y es de suma importancia en la cadena trófica de un ecosistema acuático (Boero *et al.*, 2008), dentro de este grupo están incluidos cuatro Phylum (Cnidaria, Ctenophora, Chordata y Mollusca). La escifomedusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* perteneciente al Phylum de los Cnidarios realiza funciones importantes en los ecosistemas marinos y salobres por ser depredadores al competir con otros organismos por alimento y devoran diversos organismos del zooplancton como son copépodos, cladóceros, quetognatos, larvas y huevos de peces, etc. (Félix, 2017). La utilidad de los isótopos estables permite conocer el origen del alimento asimilado, dando importancia al ecosistema en donde el depredador está alimentándose de un alimento en especial. El valor del isótopo de nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) se utiliza para establecer las relaciones alimenticias y tróficas entre animales y sus presas, ya que existe un incremento significativo de $\delta^{15}\text{N}$ entre el organismo y su dieta (alrededor de 2-4 ‰). Los valores de delta $\delta^{13}\text{C}$ son empleados para la determinación de las fuentes de energía, ya que el $\delta^{13}\text{C}$ presente en un organismo muestra el carbono que contiene su dieta; por este motivo es de suma importancia realizar investigaciones de contenidos estomacales a través de la utilidad de técnicas como es la utilidad de isótopos estables ya que aporta un gran valor fundamental al realizar estos estudios por la transcendencia ecológica y de esta forma se obtiene información necesaria para realizar estudios que estipulen el potencial de este recurso (Créach *et al.*, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estado de Tabasco se localiza en la llanura costera del sureste mexicano, limita al norte con el golfo de México, al este con el estado de Campeche y la República de Guatemala, al sur con el estado de Chiapas y al oeste con Veracruz. Ubicado entre los ($18^{\circ} 12' 47'' \text{N}$ - $94^{\circ} 7' 46'' \text{W}$ y $18^{\circ} 39' 0.9'' \text{N}$ - $92^{\circ} 28' 9'' \text{W}$). El agua predomina en la planicie del estado ya que por ella escurre un 30% del agua superficial de México y está representado por ríos,



laguna costeras e interiores y un gran número de zonas inundables, el litoral costero ocupa 192 Km (INEGI, 2010). En el interior de la planicie costera es bajo lo cual forma ecosistemas lagunares como es la laguna Mecoacán que se ubica en el litoral del golfo de México, entre los meridianos 93° 04' y 93° 14' y los paralelos 18° 16' y 18° 28', formando parte del cuerpo deltaico de los Río Grijalva y Usumacinta (Contreras, 1985) esta laguna presenta un área aproximada de 50 Km² (Figura 1).

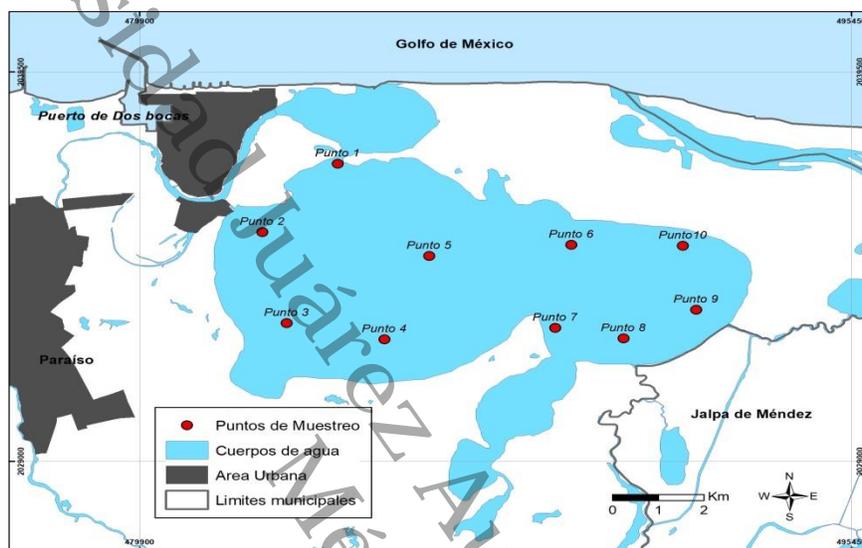


Figura 1. Área de estudio Sistema lagunar Mecoacán.

El presente trabajo sobre la ecología trófica de la escifomedusa *Stomolophus meleagris* se realizó en la laguna Mecoacán, Tabasco, México, para determinar la ecología trófica de la escifomedusa mediante el análisis cuantitativo del contenido gástrico y el análisis isotópico para establecer los valores de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$) en este organismo, mediante la asimilación y así poder comparar la presencia de organismos dentro de la cavidad gástricas de *S. meleagris*, para esto se realizaron recorridos mensuales en un periodo comprendido de agosto de 2018 a julio de 2019 en 10 puntos de muestreo distribuidos en el ecosistema lagunar con una red cuchara, asimismo tomando los principales parámetros ambientales del sistema lagunar para establecer la caracterización ambiental: Oxígeno disuelto (mg/Lt) se tomó con un Oxímetro marca YSI DO-200; el pH con un potenciómetro Ph-100 marca Ysi; la Salinidad (UPS) con un refractómetro marca Atago; Temperatura (T °C) con un termómetro UEI PDT300A y la Transparencia (cm) se midió con el disco de Secchi. La comparación trófica se tomó en dos épocas del año (lluvias y secas) en tres zonas de la laguna Mecoacán, oligohalina, mesohalina y polihalina, analizando el contenido estomacal de cavidades gástricas de 86 organismos muestreados,



este análisis reflejo el material ingerido en las últimas horas lo cual proporciona una información cercana sobre la composición de especies disponibles en el sistema lagunar que son fuente de alimentos para las medusas. El contenido encontrado en las cavidades gástricas de *Stomolophus meleagris* se fijó con formol al 10 % en el laboratorio, se procedió a separar cada una de las presas encontradas y se identificaron mediante claves especializadas, cuando se encontraron especies de peces completo se utilizó las claves de Fisher *et al.* (1995), Allen y Robertson (1998) y Thomson *et al.* (2000). Para organismos incompletos se utilizaron las claves de Clothier (1950), Clothier y Baxter (1969), y las de Clarke (1962 y 1986). Para invertebrados se utilizaron los de Smith y Carlton (1975), Wolff (1982, 1984), Fisher *et al.* (1995). Luego de identificar el contenido gástrico, para la cual se realizó la identificación de las presas al nivel taxonómico más específico posible. Después de identificar el componente alimenticio de los organismos se utilizó el análisis cuantitativo del contenido gástrico utilizando los siguientes métodos:

Método de Frecuencia de Aparición (FA).

Se registró el número de estómagos, los cuales presentaron determinado tipo de presa. Los resultados fueron expresados como porcentaje de una especie con respecto al número total de estómagos con alimento.

$$\%FA = N/NE * 100$$

Dónde:

N= Número de estómagos en la cual aparece un determinado tipo de presa.

NT= Número total de estómagos con alimento.

Método Numérico (N).

Con este método, se contabilizó el número de individuos en cada tipo de presa en el total de estómagos analizados. Se obtuvo la proporción del número de individuos de cada presa con respecto al número total de ejemplares de presa, y se expresó en porcentaje mediante la fórmula:

$$N = \frac{n}{NT} * 100$$

Dónde:

N= Sumatoria del número de cada una de las presas.

NT= Sumatoria del número de todos los componentes alimenticios.



Dieta asimilada por medio de los isótopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$). Se obtuvieron muestras de tejido de medusa y se colocaron en viales previamente lavados y esterilizados para realizar la extracción de humedad del músculo mediante una liofilizadora, a temperatura promedio de -50°C en vacío durante un periodo aproximado de 24 horas Kaehler & Pakhomov (2001). Una vez secadas las muestras, cada una fue reducida a polvo fino utilizando un mortero de ágata, el uso de morteros de porcelana puede contaminar las muestras con residuos de carbonatos (Roman-Reyes, 2004). Las muestras secas se mantuvieron en un desecador antes de su análisis. No se preservó las muestras con formol o alcohol porque esto pueda alterar la señal isotópica del C y N. De la muestra pulverizada se pesó 0.3 mg en una balanza analítica y fue colocado en cápsulas de estaño, para ser analizadas en el espectrómetro de masas de razones isotópicas en interfase con un analizador elemental. Este último permitió cuantificar la proporción de isótopos estables de carbono y nitrógeno que contiene la muestra y su composición elemental (Bode *et al.*, 2003). Con los resultados del espectrómetro se calculó las proporciones isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, las cuales son expresadas en (‰) de acuerdo a la fórmula:

$$\delta X (\text{‰}) = \left(\frac{R_{\text{muestra}}}{R_{\text{standard}}} - 1 \right) \times 1000$$

Dónde: $X = {}^{13}\text{C}$ o ${}^{15}\text{N}$ $R_{\text{muestra}} = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$ o ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ de la muestra.

Restándar = para ${}^{13}\text{C}$ es "PeeDee Belemnita" (PDB) y para ${}^{15}\text{N}$ es N_2 atmosférico.

Se realizó la prueba de distribución normal (Kolgomorov-Smirnov), se aplicó el estadístico de U de Mann-Whitney para comparar los valores entre las zonas y temporadas, para analizar las comparaciones entre los valores obtenidos de isótopos, se aplicó el software estadístico (IBM SPSS Statistics 21 utilizando un nivel de significancia de $\alpha=0.05$, Moran 2003).

RESULTADOS

Se tomaron los parámetros fisicoquímicos del sistema lagunar en el ciclo anual de agosto 2018 a julio 2019, para determinar la composición trófica en cavidades gástricas de la escifomedusa *Stomolophus meleagris* en la laguna Mecoacán, se obtuvieron 86 organismos de *S. meleagris*, 16 organismos se utilizaron para el análisis isotópico. A los 70 organismos restantes se les analizó la cavidad gástrica, encontrándose 12 de estos organismos vacíos (seis por temporada), a los 58 organismos restantes (29 por cada temporada de lluvia y



seca), repartidas en las zonas representativas del sistema lagunar, para determinar el nivel trófico en cavidades gástricas.

Fluctuación de parámetros fisicoquímicos en el sistema lagunar Mecoacán. Los resultados de los factores ambientales evaluados en el sistema lagunar Mecoacán, expresaron poca variabilidad estacional, pero se registraron cambios temporales significativos. Se observó que para la salinidad el valor más alto fue de 17.6 UPS durante el mes de mayo de 2019 en la estación 1 y el menor valor promedio fue de 10.3 UPS durante el mes de enero de 2019 en la estación 10. En cuanto a la temperatura, el mayor promedio fue de 24.7 °C durante el mes de mayo de 2019 en la estación 4 y el menor valor promedio fue de 18.2 °C registrado durante el mes de enero del 2019 correspondiendo a la estación 7. (Figura 2).

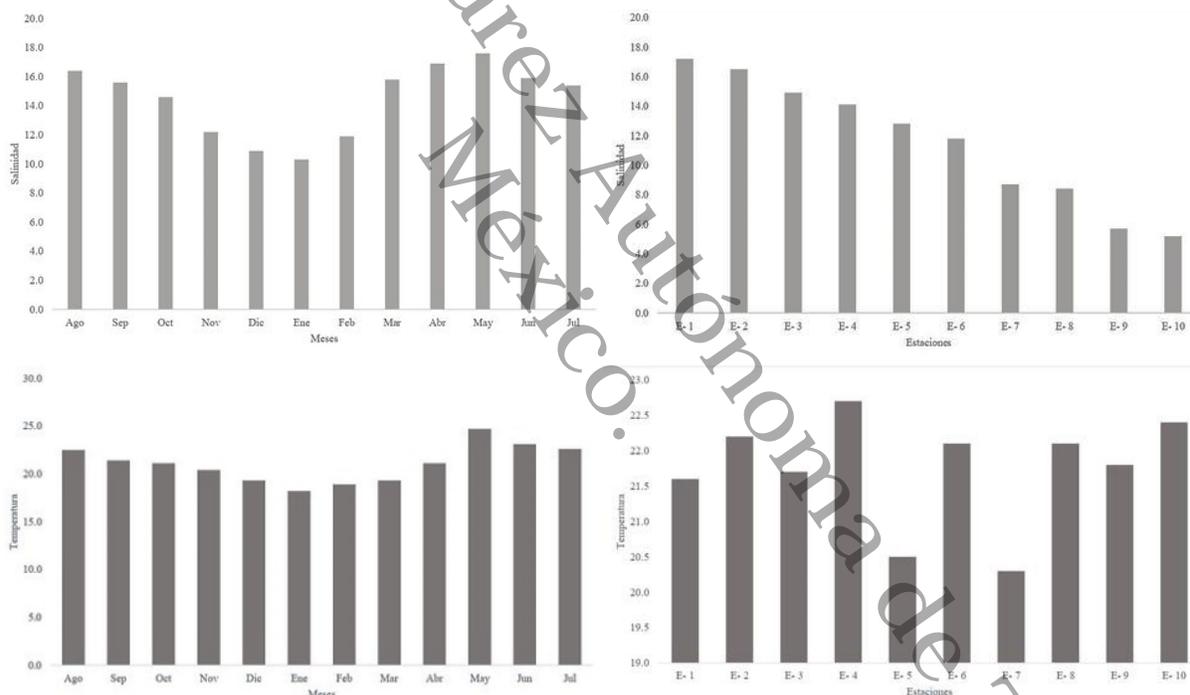


Fig. 2. Fluctuaciones de los valores promedios (\pm SE) de los factores ambientales (Salinidad y Temperatura) registrados en el sistema lagunar Mecoacán.

En cuanto a la concentración de Oxígeno Disuelto (OD) en este sistema lagunar se observó que el mayor promedio se presentó durante el mes de noviembre del 2018 con 7.9 mg/l, en la estación 2, mientras que el menor valor promedio fue de 7.5 mg/l y se presentó durante el mes de septiembre del 2018. En relación a los valores promedio anuales del Potencial de



Hidrógeno (pH), el valor más alto fue de 8.4 y se presentó durante el mes de septiembre del 2018 en la estación 6, mientras que el más bajo fue de 7.4 y se registró durante el mes de diciembre del 2018. Las oscilaciones de transparencia durante el ciclo anual de muestreo mostraron que el mayor promedio fue de 50.2 cm durante el mes de noviembre del 2018, mientras que el menor valor promedio fue de 41.3 cm. y se registró en el mes de abril del 2019 (Figura 3).

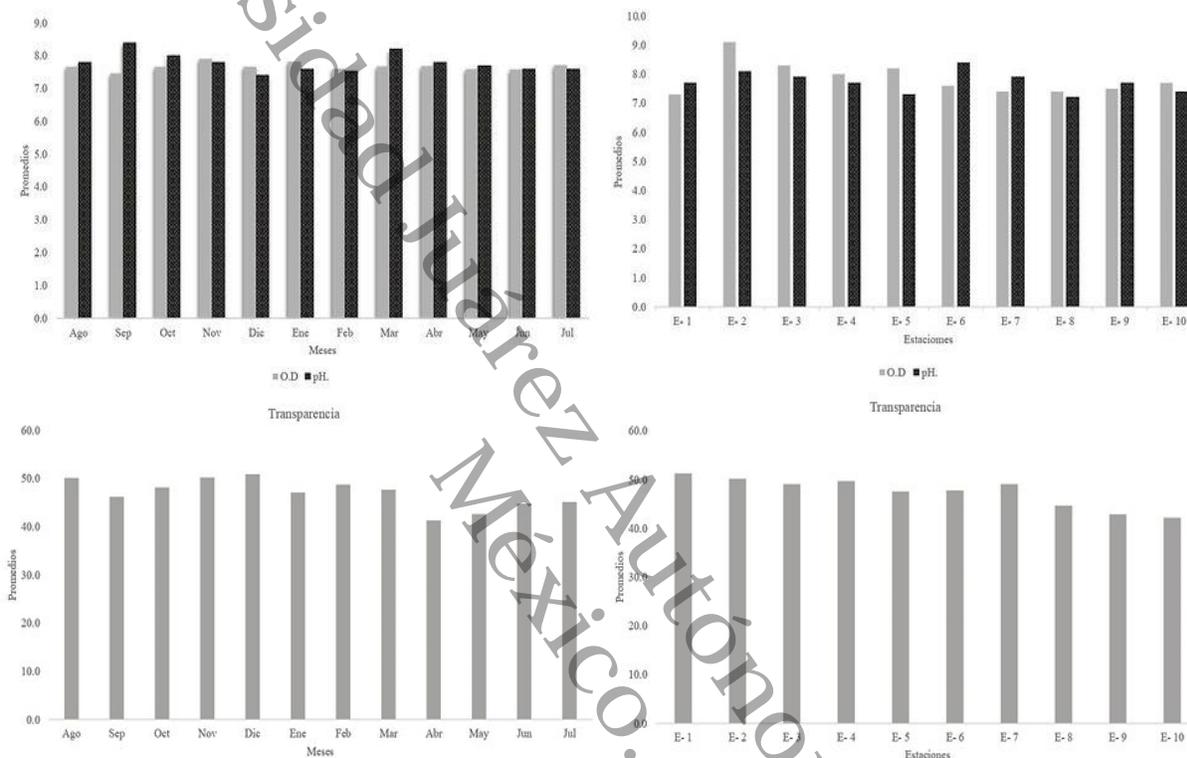


Fig. 3. Fluctuaciones de los valores promedios (\pm SE) de los factores ambientales OD, pH y Transparencia registrado en el sistema lagunar Mecoacán.

COMPARACIÓN TRÓFICA

Análisis cuantitativo del contenido gástrico utilizando los métodos de acuerdo a Pinkas *et al.* (1971) y Hyslop (1980). Del método numérico (N) en la temporada lluvia, se obtuvieron ocho grupos funcionales. La mayor abundancia fue la subclase copépoda (61.97%), seguida del orden cladóceros con 11.97 %, asimismo de anfípodos con un 8.4 % y de larvas de crustáceos con un 4.9 %, así como el 4.8% de huevos de peces, seguido de larvas de peces con un 3.4 %, así como ctenóforos representando el 2.9 % y peces juveniles con un 1.7 %. Las especies de presas con mayor frecuencia de aparición en las cavidades



gástricas de la escifomedusa *S. meleagris*, fueron los copépodos, se identificaron organismos de los órdenes calanoida, cyclopoida y harpacticoida representando un 63 %, seguido la subclase brachiopoda perteneciente al orden cladócera con 16 %, y los anfípodos con un 12%. Así como el 5.5 % de crustáceos y el resto de los organismos representó un 3.6% (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis del método numérico (N) y porcentaje de frecuencia de aparición (% FA) por presa de zooplancton encontrada en cavidades gástricas de *Stomolophus meleagris*, durante la temporada de lluvia en el sistema lagunar Mecoacán.

Grupo funcional	N	% FA
Anfípodos	8.4	12
Cladócera	11.97	16
Copépoda	61.97	63
Crustácea	4.9	5.5
Ctenoforo	2.9	
Huevos de peces	4.8	
Larvas de peces	3.4	3.6
Peces Juveniles	1.7	

En la temporada de seca, se obtuvieron 13 tipos de presas. La de mayor abundancia corresponde a la subclase copépoda con 52.2 %, posteriormente de brachiopoda perteneciente al orden cladócera con un 11.3 %, las larvas de crustáceos como *luciferidae*, *paguridae*, *diogenidae*, *penaeidae* y *euphausiidae* con un 10 %. Se hallaron huevos y larvas de peces, representando un 9.6 %, de la abundancia, anfípodos con un 4.2 %, seguidos de larvas de ostión con 4.1 %, medusas y ctenoforos con un 3.3 %, gasterópodos con el 1.4 %, peces juveniles con 2.3 %, quetognatos con 0.92% y rotíferos con 0.68% de abundancia (Tabla 2).



Tabla 2. Análisis del método numérico (N) y porcentaje de frecuencia de aparición (% FA) por presa de zooplancton encontrada en cavidades gástricas de *Stomolophus meleagris*, durante la temporada de seca en el sistema lagunar Mecoacán.

Grupo funcional	N	% FA
Anfípodos	4.2	10
Cladóceras	11.3	29
Copépoda	52.2	61
Crustácea	10	24
Huevos de peces y Larvas de peces	9.6	21
Gasterópodos	1.4	
Larvas de ostión	4.1	
Medusas y Ctenoforo	3.3	
Peces Juveniles	2.3	8
Quetognatos	0.92	
Rotíferos	0.68	

Las especies de presas más frecuentes en las cavidades gástricas de la escifomedusa bola de cañón *S. meleagris*, se presentaron en la época de seca, donde se identificaron organismos pertenecientes a la subclase copépoda principalmente de los orden calanoida, cyclopoida y harpacticoida, de los cuales representó el 61 %, seguido la subclase brachiopoda perteneciente al orden cladóceras, con 29 %, 24 % de crustáceos, el 21% correspondió a huevos y larvas de peces, anfípodos representando un 10% y el resto de los organismos con un 8 %.

En la descripción general de presas presentes en las cavidades gástricas por zonas, se obtuvieron 8 tipos de presas en temporada de lluvia y 11 para la temporada de seca, representado principalmente por la subclase copépoda, zoeas y larvas de crustáceos como luciferidae, paguridae, diogenidae, penaeidae y euphausiidae, seguida de brachiopoda perteneciente al orden cladóceras, anfípodos, huevos y larvas de peces, medusas, ctenoforo, gasterópodos, peces juveniles, quetognatos y rotíferos. (Tabla 3 y 4).



Tabla 3. Análisis del método numérico (N) y porcentaje de frecuencia de aparición (% FA) por presas de zooplancton encontradas en cavidades gástricas de *Stomolophus meleagris* en las diferentes zonas en temporada de lluvia en el sistema lagunar Mecoacán.

LLUVIA		
Oligohalina	N	% FA
Copépodos	45.8	61
Cladóceros	23.3	29
Huevos de peces	19.4	23
Larvas de peces	11.5	9
Mesohalina	N	% FA
Copépodos	42.6	39
Cladóceros	19.8	27
Crustáceos	14.6	23
Ctenoforo	5.8	8
Huevos de peces	6.9	31
Larvas de peces	5.7	12
Medusas	3.1	21
Quetognatos	1.5	4

Tabla 4. Análisis del método numérico (N) y porcentaje de frecuencia de aparición (% FA) por presas de zooplancton encontradas en cavidades gástricas de *Stomolophus meleagris* en las diferentes zonas en temporada de seca en el sistema lagunar Mecoacán.

SECA		
Oligohalina	N	% FA
Copépodos	41.7	50
Cladóceros	29.2	35
Crustáceos	24.3	25
Huevos de peces	4.8	10
Mesohalina	N	% FA
Copépodos	54.1	39
Cladóceros	15.7	27
Crustáceos	11.5	24
Huevos de peces	6.9	22
Larvas de peces	4.1	38
Medusas	4.8	25
Rotífero	2.9	9
Polihalina	N	% FA
Anfípodos	3.8	20
Copépodos	47.6	43
Cladóceros	13.9	30
Crustáceos	11.1	35
Ctenoforo	3.8	10
Gasterópodos	1.9	2
Huevos de peces	4.8	35
Larvas de peces	4.7	35
Medusas	3	30
Peces Juveniles	2.5	15
Rotífero	2.9	4



En la época de lluvia, en la zona oligohalina del sistema lagunar Mecoacán se encontraron 4 tipos de presas, la subclase copépoda con el 61% de frecuencia de aparición, seguida de branchiopoda perteneciente al orden cladóceras con un 29%; huevos de peces 23% y larvas de peces con 9% de frecuencia de aparición. En la zona mesohalina se encontraron 8 presas en donde la subclase copépoda es la frecuencia más representativa con un 39% de frecuencia de aparición, y seguidamente huevos de peces con un 31%, seguida de branchiopoda perteneciente al orden cladóceras con un 27%, crustáceos con un 23%, medusas con un 21%, larvas de peces 12% ctenóforos 8%, y quetognatos un 4%. La zona con mayor variedad fue la Mesohalina con rangos de salinidades de 8 a 14 UPS.

Para la época de seca, en la zona oligohalina se encontraron 4 tipos de presas, siendo la subclase copépoda con un 50 % de frecuencia de aparición en las cavidades gástricas, seguida de branchiopoda del orden cladóceras con 35 %, crustáceos con 25%, y huevos de peces 10% de frecuencia de aparición. En la zona mesohalina se encontraron 7 presas, resultando principalmente la subclase copépoda de los órdenes calanoida, cyclopoida los más abundantes con un 39%, las larvas de peces 38% de frecuencia de aparición, seguida de branchiopoda perteneciente al orden cladóceras con un 27%, las medusas con un 25%, seguida por larvas de crustáceos principalmente luciferidae, paguridae, diogenidae con el 24% al igual que huevos de peces con un 22% y rotíferos con un 9% de frecuencia de aparición. Con referencia a la zona polihalina se encontraron 11 presas influyendo principalmente la subclase copépoda de los órdenes calanoida, cyclopoida y harpacticoida con un 43%, seguida de huevos y larvas de peces con el 35% de la frecuencia de aparición, crustáceos con el 35%, el grupo branchiopoda perteneciente al orden cladóceras con un 30%, medusas con el 30% de frecuencia de aparición, anfípodos 20%; peces juveniles 15%, ctenóforos 10%, rotíferos con el 4% y gasterópodos 2% de frecuencia de aparición. La zona de mayor variabilidad de presas presente en las cavidades gástricas fue la Polihalina donde la salinidad fue entre 15 y 17 UPS, correspondiendo está a la zona de influencia marina del sistema lagunar Mecoacán (Tabla 4).

Dieta asimilada por medio de los isótopos estables de carbono ($\delta^{13}C$) y nitrógeno ($\delta^{15}N$). Se realizó el análisis de 16 muestras de *Stomolophus meleagris* (ocho para temporada lluvias y ocho para secas), y se dividió en tres zonas (Oligohalina, Mesohalina y Polihalina) para evaluar las condiciones del sistema lagunar Mecoacán, donde los resultados obtenidos del análisis isotópico se ajustaron con las especies observadas en los



contenidos estomacales. Los datos obtenidos en *Stomolophus meleagris* en cuanto al promedio de los valores de $\delta^{15}\text{N}$ fue de 10.5‰ a 16.8‰, en tanto que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ aplicando el factor de corrección de lípidos utilizando la ecuación de Post (2002), fue desde -24.5‰ hasta los 17.5‰, en la temporada de lluvia. En cuanto a la temporada de seca la media de los valores del $\delta^{15}\text{N}$ fue de 13.5‰ a 19.0‰, los valores de $\delta^{13}\text{C}$ aplicando el factor de corrección de lípidos, fue de -19.3‰ hasta los -11.6‰. Los valores de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ tuvieron variación con la época del año, expresando un patrón específico. No se halló diferencias significativas en isótopos entre el muestreo realizado en lluvias y secas, [$\delta^{13}\text{C}$ ($U = 1.00$, $P < 0.05$); $\delta^{15}\text{N}$ ($U = 0.00$, $P < 0.05$)] (Figura 3).

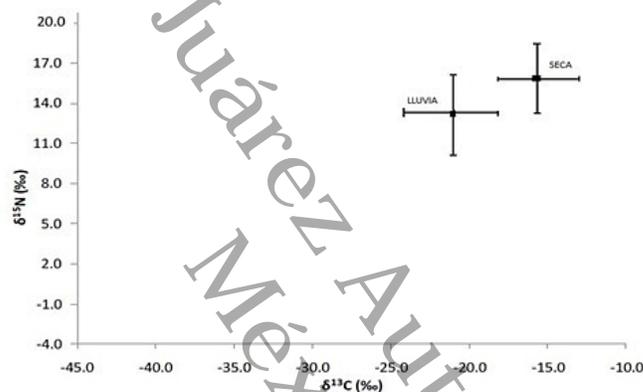


Figura 3. Valores de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ promedio en lluvia y seca de *Stomolophus meleagris* en el sistema lagunar Mecoacán. Barras de error equivalen a una desviación estándar.

Con referencia al valor obtenido de isotopos de las zonas indicó el comportamiento alimenticio de la escifomedusa Bola de cañón *Stomolophus meleagris*, donde se observó que este organismo se alimenta preferentemente de organismos zooplanctónicos en zonas lagunares, registrándose una firma isotópica de valores promedios representando para $\delta^{13}\text{C}$ con un valor de $-17,85 \pm 4,16$ y de $13,0 \pm 3,49$ para $\delta^{15}\text{N}$ presente principalmente en la zona mesohalina a polihalina. Los datos registrados tuvieron una distribución normal (Kolgomorov-Smirnov, $p < 0.05$), por esta razón se aplicó el estadístico de U de Mann-Whitney para comparar los valores entre zonas y temporadas. Se encontró una diferencia significativa entre las zonas, del $\delta^{15}\text{N}$ como para el $\delta^{13}\text{C}$ (U de Mann-Whitney, $p < 0.05$) (Figura 4).

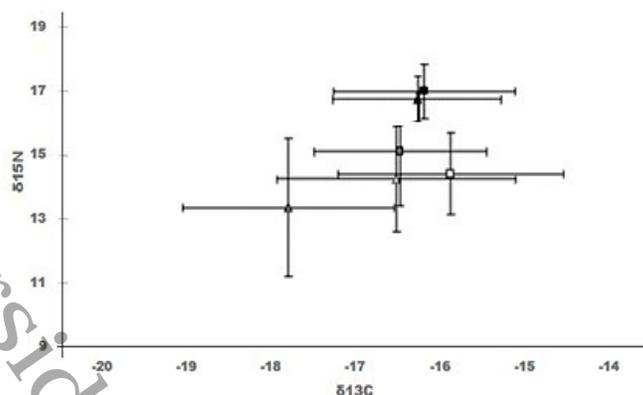


Figura 4. Valores promedios de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en las diferentes zonas para *Stomolophus meleagris*, en el sistema lagunar Mecoacán. Barras de error equivalente a una desviación estándar.

Los valores registrados de isotopos de $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ en las zonas y durante la temporada de lluvia determina un patrón de alimentación de la escifomedusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* en el sistema lagunar Mecoacán, indicando que estos organismos asimilan principalmente a los organismos del zooplankton, seguido de organismos carnívoros primarios, ya que comparando los datos obtenidos del análisis realizado en cavidades gástricas se observó que la primordial fuente de alimentación de estos organismos son los copépodos, cladóceros y en segundo plano crustáceos y peces en menor proporción, por tal modo se puede indicar que ambas técnicas se ajustan en la fuente de alimentación. Además, se estableció que la zona más importante de alimentación de estos organismos se encuentra en la zona mesohalina y polihalina del sistema lagunar Mecoacán en la época de seca que es cuando existe una mayor concentración de alimentos disponibles por las características que el sistema lagunar presenta.

DISCUSIÓN

Es importante mencionar que el estudio sobre la dieta de estos organismos representa la integración de componentes ecológicos fundamentales como comportamiento, uso del hábitat, interacciones interespecíficas e intraespecíficas, condición del organismo y aporte de energía. El plantear conocer el comportamiento de la estructura trófica, basado en análisis de contenidos estomacales estima la importancia que tiene el organismo como depredador o presa del ecosistema. (Chipps & Garvey, 2006). El uso de isótopos estables



permite argumentar la dieta de los organismos durante un instante de tiempo que depende de la muestra analizada, mientras que el análisis de las cavidades gástricas determina el alimento ingerido en las últimas horas (Rau *et al.*, 1983). El análisis isotópico permite evitar los inconvenientes presentados por el análisis del contenido gástrico, ya que la rapidez con que son digeridos los alimentos no afecta los resultados (Post, 2002). Al igual, permite establecer la posición de los organismos dentro de las redes tróficas, tomando en cuenta todos los aportes de energía que llegan a un determinado nivel trófico (Purcell 2009).

Para la determinación de asimilación de alimento por medio $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$, se analizaron 16 muestras de *Stomolophus meleagris*. En el cual se observó que los resultados obtenidos del análisis isotópico realizado, coincidieron con las especies encontradas dentro de las cavidades gástricas. Para los datos encontrados en el análisis la media de los valores del $\delta^{15}\text{N}$ fue de 10.5‰ a los 16.8‰, y de 13‰ a 19.5‰; mientras que los valores de $\delta^{13}\text{C}$ fueron de -24.5‰ a -17.5‰ y de -19.3‰ hasta los -11.6‰, en temporada de lluvia y seca respectivamente. Con estos resultados se puede establecer el potencial de las posibles presas ingeridas por esta especie, dichos valores son similares a los indicados por autores como Pitt *et al* 2008 y Frost *et al* 2012. En donde, muestran que la determinación isotópica de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$, en especies como la escifomedusa son interpretados utilizando estándares en los cambios tróficos de los niveles altos de la cadena trófica pero difieren a lo indicado por D' Ambra 2012, donde establece que los niveles tróficos bajos en el que se encuentra la disposición de alimento en medusas, además es necesario definir con claridad las relaciones tróficas de la escifomedusa, para poder establecer un comportamiento del consumo dentro de la cadena trófica. Del mismo modo, la determinación isotópica de la asimilación de alimento en organismos de rápido crecimiento y alta tasa digestiva es significativa debido a que es importante conocer la dinámica trófica, para establecer medidas del uso y aprovechamiento, (Pitt *et al* 2008). Asociado a esto, al comparar los datos con los del análisis cuantitativo del contenido gástrico permite identificar y cuantificar las posibles presas y sus vínculos presentes porque es importante desde el punto de vista del manejo de las poblaciones, ya que la depredación es uno de los factores más significativos para la regulación de la abundancia poblacional (Cortés, 1997). Es necesario conocer la relación que existe entre las especies con potencial en las zonas y temporadas del sistema lagunar en que la especie está almacenando energía para realizar sus procesos vitales como son el



crecimiento y/o reproducción, y lograr establecer si la disponibilidad y tipo de alimento que ingiere son elementos determinantes en su abundancia (Pauly *et al.* 2009).

En el presente trabajo se determinó que los elementos fundamentales en la dieta de la escifomedusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* provenientes del sistema lagunar Mecoacán en temporadas de lluvia y seca en las zonas oligohalinas, mesohalinas y polihalina, hallándose dentro de los contenidos estomacales de ocho a once presas presentes en las cavidades gástricas. En la temporada de lluvia se registraron salinidades de 5 a 12 UPS por este motivo se dividió en zona oligohalina y mesohalina en donde las especies de presas más frecuentes dentro de las cavidades gástricas de *Stomolophus meleagris* para estas zonas fue la subclase Copépoda, seguida de Brachiopoda perteneciente al orden cladóceros, crustáceos, medusas, ctenoforo, huevos y larvas de peces. En cuanto a la temporada de seca las presas más frecuentes dentro de las cavidades gástricas fueron de copépodos, cladóceros, crustáceos, huevos y larvas de peces, anfípodos, medusas, ctenoforo, gasterópodos, rotíferos y peces juveniles. Estos datos indican que los ítems dominantes es el zooplancton ya que son los mismos en las dos temporadas y en las zonas, solo defirió en la variedad de presas encontradas, estos datos son similares a los reportados por Aranís *et al.* 2012, Ciancio *et al.* 2008, donde indican los estudios realizados de invertebrados y peces en ecosistemas lagunares sobre la diversidad de presas encontradas en tractos digestivos y son dominadas por copépodos, cladóceros y anfípodos en temporada de lluvia y seca.

El estudio de la comparación trófica de *Stomolophus meleagris* y la determinación de la asimilación de alimento a través de los isotopos estables $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ son técnicas complementarias que dan a conocer e interpretan los diferentes patrones de alimentación, ya sea en las diferentes temporadas o zonas. No obstante, lo complicado de este tipo de análisis es la gran abundancia de estos organismos dada por la dificultad de poder delimitar con exactitud la posición trófica, Pitt *et al.*, 2008. A su vez aportan información exhaustiva sobre el consumo y asimilación de las presas ingeridas en el sistema lagunar.

AGRADECIMIENTO

Esta investigación fue posible gracias a la colaboración del equipo de investigadores que contribuyeron aportando de sus vastos conocimientos. Agradezco a Arturo Garrido Mora, Francisco Javier Félix Torres y Miguel Ángel Salcedo Mesa, por su valiosa participación.



Asimismo, al CONACYT por la beca otorgada, del mismo modo al Laboratorio de Pesquerías de la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, al proveer parte de los equipos utilizados en esta investigación.

Resumen. Introducción. La escifomedusa Bola de Cañón *Stomolophus meleagris* cumple un papel importante dentro de los ecosistemas acuáticos al ser depredador de organismos del zooplancton formando parte fundamental en el eslabón superior de la ecología trófica.

Objetivos. La razón principal de esta investigación es determinar la ecología trófica de la escifomedusa mediante el análisis cuantitativo del contenido gástrico y realizar el análisis isotópico $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ y establecer si existe variación de asimilación de alimento.

Métodos. Se registraron los parámetros ambientales del sistema lagunar Mecoacán, de agosto 2018 a julio 2019, y se capturaron los organismos para determinar la composición trófica en cavidades gástricas de *S. meleagris*. **Resultados.** Se obtuvieron 86 organismos de *S. meleagris*, 16 organismos se utilizaron para el análisis isotópico. A los 70 organismos restantes se les analizó la cavidad gástrica, encontrándose 12 de estos organismos vacíos (seis por temporada), a los 58 organismos restantes (29 por cada temporada de lluvia y seca), repartidas en las zonas representativas del sistema lagunar, se les determinaron los niveles tróficos dentro de las cavidades gástricas. Los resultados obtenidos sobre la revisión de las cavidades gástricas por zonas, indican que fueron ocho tipos de presas las ingeridas con mayor frecuencia en temporada de lluvia y once durante la temporada de seca, constituidas principalmente por la subclase Copépoda. Seguida de Brachiopoda perteneciente al orden Cladóceras, así como Anfípodos, Crustáceos, Ctenoforos, Gasterópodos Huevos y larvas de peces, Medusas, Peces y Rotíferos. Se determinó que el análisis isotópico de la asimilación de alimento ingerido por medio $\delta^{15}\text{N}$ y $\delta^{13}\text{C}$ analizados de las muestras de *S. meleagris*, coinciden con los organismos encontrados por medio del análisis cuantitativo en los contenidos de cavidades gástricas. Los datos que se obtuvieron en el análisis de la media de los valores del $\delta^{15}\text{N}$ van desde los 10.5‰ a 16.8‰, y de 13.5‰ a 19.0‰, y los valores de $\delta^{13}\text{C}$ fueron desde los -24.5‰ hasta los 17.5‰ y de los -19.3‰ hasta los -11.6‰ en temporada de lluvia y seca, estos datos establecen el potencial de las posibles presas de preferencia alimenticia para la escifomedusa. La zona con mayor variabilidad de presas presentes es la polihalina en temporada de seca donde se registraron las salinidades más altas de 15 a 17 UPS y es la zona de dominio de ambientes costeros. **Conclusiones.** Se puede indicar que con el uso de



las dos técnicas empleadas estos organismos asimilan el alimento principalmente de organismos del zooplancton, seguidos de organismos carnívoros primarios presentes en este sistema lagunar. El estudio sobre análisis de isótopos estables es necesario e importante, para el estudio de redes tróficas y aplicarlo en organismos filtradores como las medusas, esto tiende a ser relevante en los ecosistemas, ya que actúan como indicadores en los cambios ambientales.

Palabras clave: Ecología trófica, *Stomolophus meleagris*, escifomedusa, cavidad gástrica, zooplancton, Mecoacán, Tabasco.

REFERENCIAS

- Allen GR & DR Robertson. (1998).** Peces del Pacífico Oriental Tropical. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX, 327 pp.
- Aranis, A., Gómez, A., Muñoz G., Ossa, L., Caballero, L., Cerna, F., López, A., Machuca, C., Vera, C., Eisele G., (2012).** Monitoreo de anchoveta y sardinas en las aguas interiores de la X Región de Los Lagos 2011. Informe Final Pesca de Investigación. IFOP/SUBPESCA. 161 pp.
- Boero F, Bouillon J, Gravili C, Miglietta MP, Parsons TR, Piraino S. (2008).** Gelatinous plankton: irregularities rule the world (sometimes). *Marine Ecology Progress Series* 356: 299 – 310
- Bode, A., Carrera, P., & Lens, S. (2003).** The pelagic foodweb in the upwelling ecosystem of Galicia (NW Spain) during spring: natural abundance of stable carbon and nitrogen isotopes. *ICES Journal of Marine Science*, 60(1), 11-22.
- Clarke M. R. 1986.** A handbook for the identification of cephalopod beaks, Clarendon Press, Oxford. 273 pp.
- Contreras E. F. (1985).** Comparación hidrológica de tres lagunas costeras del estado de Veracruz, México. *Univ. y Ciencia. UJAT* 2: 47-56.
- Cortés, E. (1997).** A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 54: 726–738
- Ciancio, J.E., Pascual, M.A., Botto, F., Frere, E., Iribarne, O., (2008).** Trophic relationships of exotic anadromous salmonids in the southern Patagonian Shelf as inferred from stable isotopes. *Limnology and Oceanography*, 53, 788-798.
- Clothier C y J Baxter (1969).** Vertebral characters of some California fishes with notes on other Eastern Pacific species, 32 pp. Department of Fish and Game. Marine Resources Operations, Sacramento.
- Clarke, M. R., (1986).** Marine Biological Association of the United Kingdom., & Natural Environment Research Council (Great Britain). A Handbook for the identification of cephalopod beaks. Oxford [Oxfordshire: Clarendon Press. 273 p.



- Chipps, S.R. y J.E. Garvey. (2006).** Quantitative assessment of food habits and feeding patterns, 41-85. En: Brown, M.L. & C.S. Guy (Eds.). Analysis and interpretation of freshwater fisheries data. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 961p.
- Créach, V., Schricke, M. T., y Bertru, G. Mariotti (1997)** Stable isotopes and gut analyses to determine feeding relationships in saltmarsh macroconsumers. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 44, 599-611.
- D'Ambra, I. (2012)** Application of stable isotopes in the analysis of trophic interactions between jellyfish and fish. PhD Dissertation. University of South Alabama.
- Escamilla, E.A., (2001).** Métodos para evaluar la calidad de trigos cristalinos, (*Triticum durum*) semolinas y pastas alimenticias. Tesis de Licenciatura de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Félix T, F.J. (2017).** Aspectos ecológicos, pesqueros y biológicos de la Escifomedusa Bola de Cañón (*Stomolophus meleagris*), en el sistema lagunar estuarino Arrastradero-Redonda del estado de Tabasco, México. (Tesis de Doctorado) Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco.
- Fisher W, F Krupp, W Schneider, C Sommer, KE Carpenter y VH Niem. (1995).** Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental. Roma FAO Vol. II y III Parte 1 y 2. Pp. 649-1813.
- Frost, J. R., Jacoby, C. A., Frazer, T. K., & Zimmerman, A. R. (2012).** Pulse perturbations from bacterial decomposition of *Chrysaora quinquecirrha* (Scyphozoa: Pelagiidae). Hydrobiologia, 690(1), 247–256.
- Granado, C. (1996).** Ecología de Peces. Universidad de Sevilla. Secretario de Publicaciones. Serie: Ciencias. Num.45: 353pp.
- Hyslop, E. J. (1980).** Stomach contents analysis—a review of methods and their application. Journal of fish biology, 17(4), 411-429 pp.
- INEGI, (2010).** Modelo del terreno Lidar, México, D.F., Insituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- Kaehler, S., & Pakhomov, E. A. (2001).** Effects of storage and preservation on the $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ signatures of selected marine organisms. Marine Ecology Progress Series, 219, 299-304.
- Morán O, S. (2003).** Uso de Minitab, Estadística y Excel para Contrastar hipótesis estadísticas paramétricas. (Trabajo practico educativo) Universidad Veracruzana.
- Nikolsky, G.V. (1963).** The ecology of fishes. Academic Press. New York, EUA. 352pp.
- Odum, E. P., (1972).** Ecología. Editorial Interamericana, México. 600 págs.
- Pauly, D., W. M. Graham, S. Libralato, L. Morissette & M. L. D. Palomares, (2009).** Jellyfish in ecosystems, online databases, and ecosystem models. Hydrobiologia 616: 67–85.
- Pinkas, L., Oliphant, M. S., & Iverson, I. L. (1971).** Food habits study. Fish Bull, 152(10).
- Pitt K. A., Clement A.-L., Connolly R. M., Thibault- Botha D. (2008).** Predation by jellyfish on large and emergent zooplankton: implications for benthic–pelagic coupling. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76: 827–833.



- Post, D.M., (2002).** Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions. En: Ecology, 83, pp.703-718.
- Purcell J, Hoover R, Schwarck N. (2009).** Interannual variation of strobilation by the scyphozoan *Aurelia labiata* in relation to polyp density, temperature, salinity, and light conditions in situ. Mar Ecol Prog Ser. 375: 139-49.
- Román R, J. Galván M. C., F. y Olson R. (2004).** Stable isotope analysis of yellowfin tuna, spotted, and spinner dolphins in polyspecific aggregations in the Eastern tropical Pacific Ocean. 4th International conference on application of stable isotope techniques to ecological studies. Wellington, New Zealand. April 19-23, 2004.
- Rau, G. H., Mearns, A. J., Young, D. R., Olson, R J., Schafer, H. A., Kaplan, I. R. (1983).** Animal $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ correlates with trophic level in pelagic food webs. Ecology 64: 1314-1318
- Smith, Ralph I. and James T. Carlton, (1975).** Light's Manual: Intertidal Invertebrates of the Central California Coast. 3rd. ed. 721 pp
- Thomson, D. A., L. T. Findley and A. N. Kerstitch. (2000).** Reef fishes of the Sea of Cortez. The University of Texas Press, Austin. 353 p
- Wolff, G. A. (1982).** A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopod species with relationships between their beak dimensions and size. Fish. Bull., U.S. 80: 357-370.
- Wolff, G. A., & United States. (1984).** Identification and estimation of size from the beaks of 18 species of Cephalopods from the Pacific Ocean. Seattle, Wash.: U.S. Dept. Of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service.