



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

CLASES DE TALLAS Y ESTRUCTURAS GONÁDICAS DE
Sphoeroides testudineus (Linnaeus, 1758) (TETRAODONTIDAE)
EN LA LAGUNA DE TÉRMINOS DE CAMPECHE, MÉXICO.

Tesis que para obtener el título de

LICENCIADA EN BIÓLOGIA

PRESENTA:

GUADALUPE SOLANO ROMÁN

DIRECTOR:

DR. AMEZCUA LINARES FELIPE

OCTUBRE 2023



Las ideas son como los peces

Sí quieres pescar pececitos, puedes permanecer en aguas poco profundas.

Pero sí quieres pescar un gran pez tienes que adentrarte en aguas más profundas.

David Lynch

Agradecimientos

Este trabajo de tesis que fue realizado en la Universidad Nacional Autónoma de México en el instituto de Limnología que no solo me abrió sus puertas, si no que tuve el debido seguimiento y asesoramiento del personal de laboratorio, en el que me dieron sus opiniones, me corrigieron y sobre todo me tuvieron la paciencia para acompañarme en este camino. Este trabajo me permitió aprender y experimentar otros métodos, así como obtener experiencia y me dieron bastantes ánimos de varias personas a las que agradezco de antemano.

En primer lugar, a mi director de Tesis, Dr. Felipe Amezcua Linares al cual debo mi respeto y admiración, así como un amplio agradecimiento de haberme recibido y el haberme tenido toda la confianza para poder sacar adelante esta tesis ya que con su debido apoyo, paciencia y preocupación constante no llegue a perderme al rehacer una tesis desde cero y sobre todo porque me dio alternativas a la idea original, debido a su constancia a no desanimarme, pero sobre todo quiero decirle que con su experiencia y educación que me brindo pude valorarlo más y darme ese empujón a lograr ser una persona que se fijara una meta de ser una profesora como usted y valorar cada consejo como un jalón de vez en cuando. Le agradeceré por siempre.

También agradezco al personal del Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina, en especial a la Dr. Zoila Graciela Castillo Rodríguez por brindarme la oportunidad de aprender y darme un espacio, como su tiempo, por estar siempre al pendiente, haberme guiado en varias actividades para el procesamiento de los individuos y la utilización de su laboratorio, les estaré eternamente agradecida ya que era una desconocida para el lugar y sin duda la buena disposición como el trato agradable hicieron una estancia más liviana. Su debido agradecimiento hasta donde estén.

A todos mis compañeros y amigos donde quiera que se encuentren hoy les agradezco por permitirme conocerlos y aprender de ellos como ellos de mí, así como los buenos y malos momentos que compartimos en clases, laboratorios y salidas a campo, y sobre todo para decirles que estamos cada día más cerca de nuestras metas y sueños que nos fijamos al inicio de la carrera. Les doy las gracias por todo.

Un especial agradecimiento a todos los maestros que tuve desde el inicio de la carrera y que gracias a ellos pude cada día emocionarme, aprender y amar la biología, ya que sin todos

estos profesores no habría llegado a retarme y a demostrar hasta donde soy capaz de llegar. Muchas gracias.

También un especial agradecimiento a mis seres queridos, a mi novio Javier quien me apoyo y alentó desde la distancia para no rendirme, quien me acompaño en mi aprendizaje y le enseñaba día a día lo nuevo que aprendía. A mi hermana Jhovanna que, con su duro carácter y determinación para tener la fe en mí, fue quien me brindo los mejores consejos y sin duda un gran ejemplo de amor y duro trabajo, de la cual no habría podido elegir mejor hermana.

Dedicatoria

Mi más grande agradecimiento y el hecho de que pudiera haber realizado esta tesis es a mis padres ya que con su cariño, confianza, dedicación y crianza es que yo pude seguir mis metas y sueños. Gracias por ser los promotores y primeros maestros que tuve ya que me hicieron confiar en mí y creer en mí, ya que son los que siempre me acompañaron en mis logros y fracasos. También gracias por hacerme una buena hija, una buena persona y una futura excelente profesionista.

Les estaré eternamente agradecida pero también bendecida por tenerlos en mi vida, por haberme dado estos padres tan maravillosos, que son las personas que más amo y que me aman, que gozan de salud y que puedan seguir conmigo muchos años más o hasta que la misma vida me permita tenerlos.

Gracias a ustedes por este nuevo triunfo y que pudiera concluir mi tesis.

ÍNDICE

PORTADA	1
AGRADECIMIENTOS.....	3
DEDICATORIA	4
ÍNDICE.....	5
RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
ANTECEDENTES.....	10
Características generales de la especie.....	10
Distribución y habitat.....	10
Alimentación	10
Tipo de Crecimiento.....	11
Reproducción.....	11
OBJETIVOS.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Particulares	12
ÁREA DE ESTUDIO.....	13
Clima	15
Hidrografía.....	16
Salinidad.....	16

Vegetación.....	16
METODOLOGÍA.....	17
Actividades de campo.....	17
Actividades de laboratorio.....	17
Modelo de longitud/peso.....	18
Fases de madurez gonadal.....	20
Sexo e índice gonadosomatico.....	22
RESULTADOS.....	24
DISCUSIÓN.....	47
CONCLUSIÓN.....	48
Recomendaciones para trabajos futuros.....	49
LITERATURA CITADA.....	50
ANEXOS.....	54

Resumen

En este trabajo se analizó a la especie *Sphoeroides testudineus*, que son conocidos comúnmente como peces globos, fue seleccionada ya que es una especie adaptativa en varios ambientes, se realizó un análisis a un total de 275 ejemplares localizados en 5 estaciones de la Laguna Términos de Campeche en México, esta colecta fue efectuada en el año de 1980, se realizó un análisis a los ejemplares para establecer un índice de tallas a lo largo de los meses y por localizaciones de sitios, y establecer una correlación hacia la madurez gonádica.

De acuerdo con los resultados se discute la distribución y abundancia sobre las relaciones de longitud/peso, proporción de sexos, madurez gonádica, respecto a la época del año y los distintos ambientes que existen dentro de la Laguna de Términos.

Se destaca la variable del sexo; donde los machos el porcentaje es de 52% y las hembras con 48% del total de los individuos, pero las tallas de las hembras fueron mayores, así que también se determinó el tipo de crecimiento que presenta la especie de acuerdo con la relación peso/longitud, donde presentan un tipo de crecimiento alométrico el que dice que el cuerpo es más largo que robusto. Para las fases gonádicas se utilizaron las escalas propuestas por Nikolsky (1963) y Brown-Peterson (2011), las 5 fases de madurez gonádica; en las hembras solo estuvieron presentes 4 fases, que en conjunto a los ovocitos se identificó el estadio y para los machos solo se identificaron 3 fases, se obtuvo que para hembras y machos ahí más individuos en la fase de Desarrollo en todos los meses; debido a la poca frecuencia de desovaciones no fue posible determinar una temporada de reproducción ya que solo se registraron muy pocos individuos en los meses de Abril a Agosto, por lo que la fase de reproducción se deberá de realizar en mar abierto ya que la laguna es una estación para el desarrollo, alimentación y relación de la especie.

Se destacó el número de tallas obtenidas a nivel de especie en la cual haciendo diferentes análisis y comparándolos con estudios tomados de Davalos, obteniendo resultados relativamente cercanos para establecer la primera madurez de la especie.

Introducción

El estudio de la ictiología se debe a los esfuerzos de todos estos científicos que han hecho numerosos trabajos y han desempeñado un papel importante para que hoy en día sea mucho más integral. Los peces son conocidos como los vertebrados más numerosos, son 35,300 especies aceptadas en el registro taxonómico (FISHBASE,2023). Los peces son tan diversos en formas y tamaños (Helfman et al, 1997).

Los peces además de constituir recursos pesqueros valiosos que prestan muchos servicios al ecosistema como: ser reguladores de los flujos de carbono entre el agua y atmósfera, transportar y reciclar nutrientes (carbono, minerales y energía), redistribuir los sedimentos, reguladores de las redes tróficas, enlazan diferentes ecosistemas acuáticos y terrestres ya que presentan una alta adaptabilidad, son bioindicadores de ambientes sanos y poseen una gran motilidad que les permite colonizar diversos espacios y tienen múltiples interacciones biológicas (Yáñez, 1985). También los peces proporcionan alimento debido a la pesca, producen compuestos activos utilizados en la medicina y participan en el control de enfermedades peligrosas, son una fuente de valor estético y de actividades recreativas.

Han sido un excelente sujeto de estudio para variados proyectos taxonómicos, biológicos, ecológicos etc. Adicionalmente, el estudio de los peces permite evaluar el nivel de estrés y de resiliencia del ecosistema, para revalorar las pistas evolutivas y proveer información histórica, científica y educativa (Holmlund y Hammer, 1999).

En el laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM), se han realizado varios años estudios sobre ecología de comunidades de peces en la Laguna de Términos de Campeche, para obtener una interpretación integral de su ecología y ciclo natural, así como conocer aspectos de la estructura de las comunidades ictiológicas.

Para esta investigación se tomó como modelo principal de estudio a los Tetraodontiformes que es un Orden perteneciente a los Actinoptergios; la familia Tetraodontidae que es considerada como un componente importante para la ecología de la Laguna de Términos en Campeche, debido a su diversidad, distribución, frecuencia y su alta abundancia.

El estudio de la relación que se tiene del peso-longitud es vital ya que proporciona información sobre el crecimiento de la especie, madurez, reproducción y el estado de salud de la población.

La relación de peso-longitud es utilizada también para evidenciar las tendencias de la biomasa de las tallas y estas son muy utilizadas para especies de importancia económica o comercial.

Evidenciando esto se sabe que la mayoría de las especies poseen un crecimiento isométrico o más bien una tendencia a engrosar en relación a su tallas durante el crecimiento, por lo que este trabajo se encargará de presentar las relaciones de las tallas de los peces y su distribución a lo largo de los canales de la laguna y como estos pueden determinar la distribución de los individuos a lo largo de sus fases de desarrollo, también se establece un estudio solo dedicado a la especie *Sphoeroides testudineus* con métodos que se le fueron adquiriendo y complementando para poder hacer varias relaciones. También se ejemplifica que es uno de los pocos que aun sigue usando el método de peso-longitud como análisis inicial ya que no solo nos permite detallarnos su crecimiento como individuos y por especie, sino que también se le pueden hacer comparativas a nuevos estudios muestreados en la laguna o en otras lagunas, y hasta poderse efectuar relaciones hacia los comportamientos de otras especies.

En el presente estudio se incluyen aspectos morfológicos, fisiológicos, ecológicos y geográficos de forma general, relacionados con las tallas de *Sphoeroides testudineus*, así como el seguimiento por temporada gonádica a través de la observación microscópica.

Antecedentes

Características generales de la especie

La familia Tetraodontidae cuenta con 28 géneros y 203 especies (de acuerdo a FISHBASE,2023). La característica particular es que los huesos de la mandíbula están fusionados en una especie de "pico" o "dientes", que es la característica principal para diferenciar a las familias. La especie que se eligió para este trabajo fue a *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus, 1758) conocido como "Pez globo" o "Tambor", de cuerpo robusto y un poco largo, cabeza grande, hocico largo y ojos pequeños. La piel del dorso, flancos y vientre cubierta con espinitas, el color dorsal es olivo oscuro, con líneas delgadas blanquecinas que se engrosan proporcionalmente con la edad, vientre pálido. Aleta caudal oscura hacia la parte distal. Pectorales con una banda oscura en la base y las otras aletas son pálidas.



Figura 1. *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus, 1758).

Distribución y hábitat

Se encuentra en el Atlántico desde Estados Unidos hasta el sureste de Brasil, en México se encuentra en Tampico y Campeche, fue reportada en la laguna Términos por: Castro-Aguirre (1978), Bravo-Núñez y Yáñez-Arancibia (1979), Amezcua Linares y Yáñez-Arancibia (1980), Yáñez-Arancibia et al. (1980 y 1982), Yáñez-Arancibia (1981) y Vargas Maldonado et al. (1981), se asocian con ambientes de fondos suaves, muchos entran y habitan en agua dulce-salobre y carece de importancia pesquera o económica.

Alimentación

La preferencia alimentaria de *Sphoeroides testudineus* está dominada por los grupos de bivalvos, gasterópodos, crustáceos (camarones o cangrejos) y macrófitas. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Targett (1978), Mallard-Colmenero et al. (1982), Vega-Cendejas (1998), Chiaverini (2008) y Palacios-Sánchez & Vega-Cendejas (2010), los cuales encontraron altas frecuencias de gasterópodos y bivalvos en la dieta de esta especie.

Para nuestro estudio se tomaron en cuenta varios artículos de otros proyectos, el principal fue el de 1980 de la cual se obtuvieron las muestras, los artículos que sirvieron como fueron varios artículos que se enfocaron en las medidas del crecimiento y algunos que lo relacionaron con los ciclos de reproducción:

Tipo de Crecimiento

Bonilla G. J. (2014)

Método de crecimiento de la Longitud-peso para varias especies de peces en la laguna carbonera de Yucatán, agregando variables ambientales, usando la ecuación de Von Bertalanffy como frecuencias de longitudes, da como resultado un crecimiento isométrico donde el peso y la longitud crecen en la misma proporción.

Palacios-Sánchez, S. et all. (2010)

Se confirma que *Sphoeroides testudineus* posee un rango de 52-203mm de Longitud, demostrando que es una especie exitosa para sobreponerse a cambios del ambiente como el caso de huracán Isidoro Bocana de la Carbonera en Yucatán, es capaz de competir y desplazar a las especies que son ecológicamente cercanas en áreas.

Teniendo en cuenta estos dos artículos principales se complementa que las medidas registradas para la especie son de una longitud máxima de 38.8 cm de longitud total (LT) y 400g de peso máximo, aunque comúnmente se les encuentra con 20 cm LT.

Reproducción

Rebeca Sánchez Cárdenas (2007)

Caracterizo a las especies de *S.testudineus* y *S.greeleyi* en relación a *S.annulatus* para obtener las fases de desarrollo gonádico, primera madurez poblacional, época de reproducción y crecimiento de los ovocitos, esta base será utilizada para poder comparar los resultados utilizando a *Sphoeroides testudineus* como modelo principal.

Froese y Pauly (2010)

Se realizaron estudios en Florida que permitieron considerarlos como una especie dioica con fertilización externa y ubican su periodo de desove entre los meses de junio a septiembre, evento que ocurre en aguas abiertas, también lograron registrar la primera madurez cerca de los 13 cm de LT y una fecundidad de 1,146 huevos por gramo de peso del cuerpo

Teresa Dávalos Navarro (2018)

Se detallo a la reproducción en la zona de Cancún donde la especie *Sphoeroides annualtus* obtuvo la talla de la primera madurez de 27-29 cm de longitud total y los comparo con *S. testudineus* de 10.8 cm y *S. greeleyi* de 7.02 cm, especifica que para determinar su época de reproducción es a las incrementaciones del fotoperiodo y temperatura.

Actualmente se sabe que las gónadas de la familia Tetraodontidae son simétricas, el color varía según el estadio sexual en el que se encuentren, por lo que existe una clara diferenciación en las gónadas de hembras y machos.

En este estudio se examinaron 275 ejemplares de 6.7 a 25 cm de longitud total, muestra tomada del Laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina del Inst. de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Objetivos

Objetivo General

Clases de talla y reproducción de la especie *Sphoeroides testudineus* en la Laguna de Términos, Campeche.

Objetivos Particulares

Analizar y establecer una la relación entre el peso/longitud utilizando las mediciones macroscópicas y pruebas estadísticas.

Correlacionar la madurez gonádica haciendo un análisis macro y microscópico para la obtención de la proporción de sexos de la población y establecer una temporada de reproducción usando el tamaño de los ovocitos.

Área de estudio

La Laguna Términos de Campeche en México, ha sido una gran muestra para ejecutar variadas investigaciones a nivel taxonómico, ecológico, de distribución, reproducción, cadenas tróficas, para medir variables ambientales y etc. Es de gran importancia ya que es un lugar adecuado para el desarrollo de muchas especies en distintas etapas de su vida como: reproducción, alimentación y crianza.

La laguna ha sido tema de investigaciones y monitoreos intensos desde mediados de la década de 1960, por lo que representa quizá uno de los ecosistemas más estudiados del país o si no de todo el Caribe, sin embargo, dada su dinámica y procesos de interacción, resulta todavía un gran atractivo científico desde muchos puntos de vista (Yáñez-Arancibia 1988; Lara-Domínguez et al. 1990). Estos trabajos se deben en cierta medida a las investigaciones de Bravo-Núñez, Yáñez-Arancibia, Amezcua Linares, Vargas Maldonado y a muchos más investigadores en esta línea.

La laguna de Términos se encuentra localizada entre los meridianos $91^{\circ}10'$ y $92^{\circ}00'$ de longitud oeste y los paralelos $18^{\circ}20'$ y $19^{\circ}00'$ de latitud norte, tiene una forma elipsoide en sentido Este a Oeste, su longitud es de 70 km la parte más ancha es de 30km. El área aproximada es de 2500km^2 y solo es separada del golfo por la Isla del Carmen, en sus extremos laterales también se ubican dos bocas que comunican al mar, la Boca del Carmen y la Boca de Puerto Real en el estado de Campeche. Es una de las lagunas costeras más grande en el Golfo de México, este delta es el segundo por su tamaño después del Mississippi ya que contiene un conjunto similar de impactos antropogénicos y desafíos en el manejo de los recursos, que incluyen la fragmentación de los humedales por canales abiertos por la industria petrolera, la subsidencia del suelo, alteraciones a la distribución de las aguas de río, el depósito de contaminantes provenientes de la cuenca y la sobreexplotación de las poblaciones de peces y de crustáceos (Contreras, 2010).

La laguna es un sistema estuarino somero con aguas poco profundas por lo que su profundidad media es de 3.5 m y en áreas protegidas es de 1.9m o menos, es muy rico en lechos de pastos marinos, arrecifes de ostras y humedales de manglar. Cuenta con dos bocas que conectan a la laguna Términos con el mar; la boca de Puerto Real, con un ancho promedio de 3.2 km; presenta aguas marinas transparentes, aquí los lechos de pastos marinos son más densos que en la zona que rodea a la Isla del Carmen y la segunda sería la boca del Carmen,

con un ancho promedio de 3.8 km; recibe la mayor parte del desagüe de los ríos, predominan los sedimentos lodosos, es la parte productiva, bien mezclada y de baja salinidad que no favorecen el crecimiento de pastos marinos, por lo que están ausentes en esta parte.

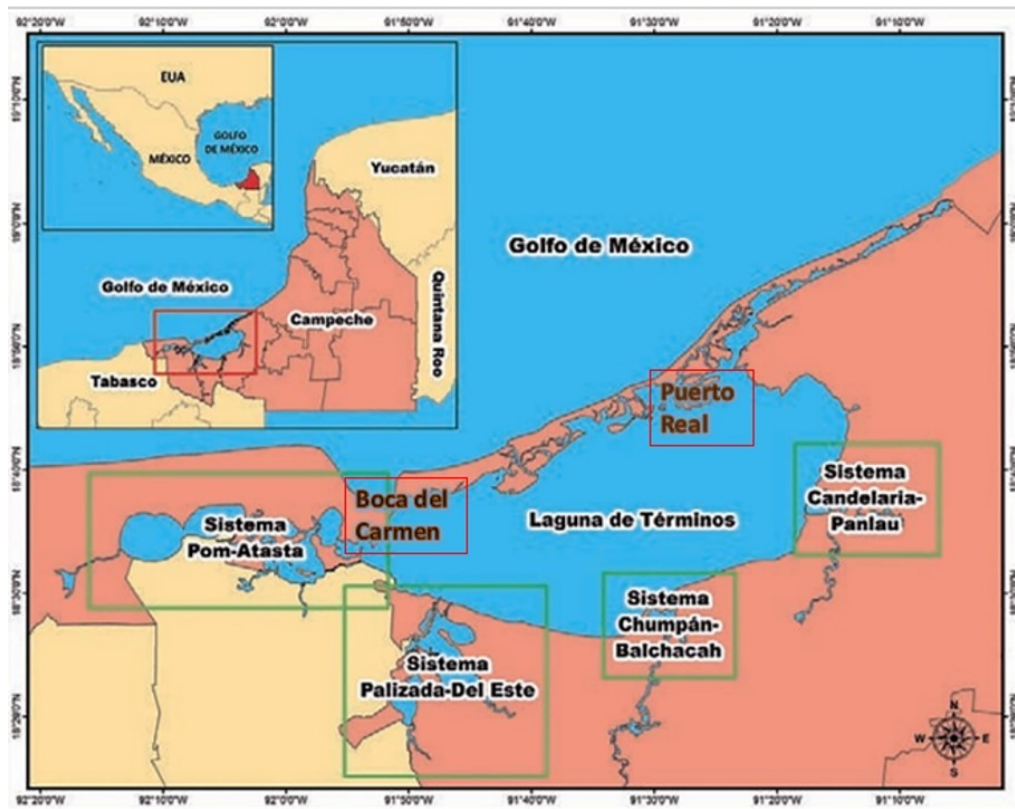


Figura 2. Laguna de Términos, Campeche de México. Se identifican las dos bocas que conectan la laguna al mar: Boca del Carmen y Puerto Real. También indica los cuatro sistemas fluvio-lagunares: Pom-Atasta, Palizada-del Este, Chumpan-Balchacah y Candelaria-Panlau.

El río Chumpam vierte sus aguas en la laguna de Balchacah y se comunica con la laguna de Términos, por medio de una boca de aproximadamente 80 m de ancho, presentando un fondo somero, debido a la presencia de bancos de ostión. El río Palizada, vierte sus aguas en la laguna del Este y San Francisco, para luego viajar a la laguna de Términos, por medio de una boca de 75 m de ancho y 15 m de profundidad aproximadamente, así como a través de otra boca en proceso de azolve (Cruz-Orozco et al., 1969). Existe un fuerte flujo de agua hacia el oeste causado por los vientos predominantes del este. Por este patrón de circulación, se presenta un gradiente semipermanente de salinidad, turbidez, niveles de nutrientes, tipo de sedimento, asociaciones de foraminíferos, macrobentos, migración de peces y camarones.

Hay un flujo neto desde el mar que penetra a la laguna a través de la boca de Puerto Real y sale de la laguna hacia el mar a través de la boca del Carmen.

De acuerdo con el trabajo realizado en 1980 las muestras ya habían sido capturadas de distintos sitios para distintas especies, pero para la especie que se está trabajando solo se encontraron en 5 sitios de los 18 sitios de muestreos ya establecidos como se marcan en la Figura 3.

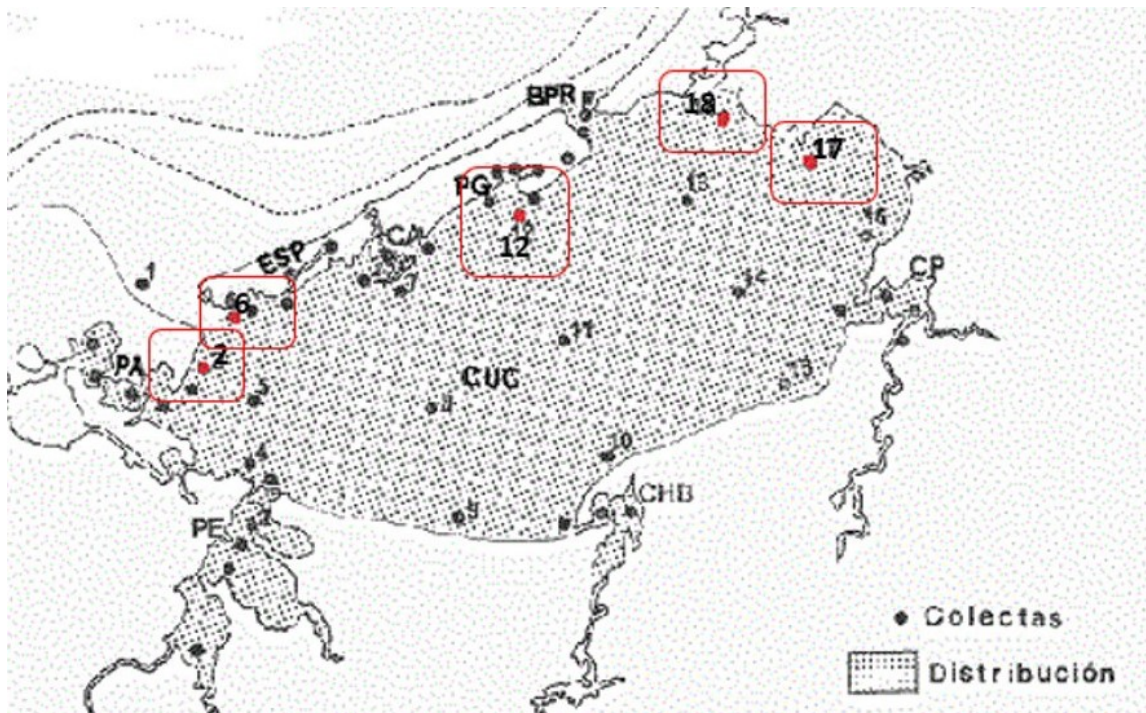


Figura 3. Área de estudio. Mapa de distribución de *Spherooides testudineus* en la Laguna de Términos, en relación con las 5 estaciones marcadas.

De acuerdo con el mapa original de las 18 estaciones se extrajeron las coordenadas de los 5 sitios muestreados para *Spherooides testudineus*; sitio 2 (Latitud 18°34'59.8 N, Longitud 91°51'48.4 W), sitio 6 (Latitud 18°37'13.9 N, Longitud 91°49'47.3 W), sitio 12 (Latitud 18°41'49.1 N, Longitud 91°33'52 W), sitio 17 (Latitud 18°45'37.3 N, Longitud 91°19'38.1 W) y sitio 18 (Latitud 18°47'56 N, Longitud 91°23'23.5 W).

Clima

Su clima es cálido-húmedo, con abundantes lluvias en el verano, su precipitación varía en las tres zonas climáticas; en la parte sur es la más alta con un rango entre 1500 y 1800 mm/año; la porción intermedia con 1100 a 1500 mm/año y menor precipitación es de 1000 a 1100 mm

(Ramos Miranda et al., 2006). La temperatura máxima registrada es de 40°C en verano y la mínima de 17° C en invierno. De acuerdo con Yáñez-Arancibia y Day (1982) se definieron tres épocas climáticas: Secas de febrero a mayo, Lluvias de junio a octubre y Nortes de noviembre a enero la estación de Nortes se asocia regularmente a lluvias. Aunque actualmente se han modificado los meses de épocas climáticas como: Secas de febrero a mayo, Lluvias de junio a septiembre y Nortes de octubre a marzo, e igual la temperatura aumento con una máxima de 45°C y una mínima de 18°C.

Hidrografía

La hidrografía la constituyen tres ríos que contribuyen con la mayor de agua dulce al sistema lagunar, el Palizada al sur-oeste, Chumpán al sur y Candelaria al este. El río Palizada es el brazo más caudaloso y estrecho oriental del Usumacinta, una planicie aluvial baja y pantanosa, cubierta por vegetación. El río Chumpán se forma por la unión de varios arroyos siendo los principales: Salsipuedes, San Joaquín y Piedad; corre en dirección sur-norte y desemboca por la boca de Balchacah. El río Candelaria se forma en la región del Petén, en Guatemala, con orientación de sur a norte.

Salinidad

Es determinada por la circulación, flujo de los ríos y la biología de la laguna. Diversos autores reportan rangos distintos de salinidad que van de 25 a 36.5 ppm cerca de puerto real y de 28 ppm en el oeste y sur; de 26 a 39 ppm en puerto real; 33 a 33.5 ppm en época de secas y 21.9 a 26 ppm en lluvias.

Vegetación

Su vegetación se le puede ligar mucho a que tengan aguas claras debido a su transparencia al CaCO₃, la vegetación se representa como los mangles con salinidad elevada; diferenciándose los rojos para áreas con más salinidad y los negros cercanos a los ríos. La vegetación sumergida es de praderas de *Thalassia testudinum*, grandes extensiones de macroalgas, lirios acuáticos y pastos.

Material y Métodos

Las muestras procedieron de la Colección Ictiológica del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología del laboratorio de Ictiología y Ecología Estuarina, son muestras obtenidas del año de 1980, preservadas en alcohol al 70%, los especímenes se determinaron hasta el nivel de especie con base a las claves taxonómicas.

Actividades de campo

Su forma de captura fue diurna, a profundidades no mayores de los 4 m. Se empleó una embarcación de fibra de vidrio de 7 m de eslora, equipada con un motor de 48 HP, se empleó el arte de pesca con una red camaronera de 10 m de largo y 9 m de boca (abertura de trabajo de 5 m), puertas de 0.8 por 0.5 m y luz de malla de 3/4 de pulgada. Los arrastres fueron de 15 a 30 min de duración.

El esfuerzo de muestreo fue realizado en 18 estaciones seleccionadas, que median la riqueza de las especies en la Laguna Términos de Campeche, la captura de la especie *Spherooides testudineus* fue con más apariciones en solo 5 estaciones con un total de muestra de 275 individuos para poder realizar el debido procesamiento de tallas y gónadas de este trabajo.

Actividades de laboratorio

Los ejemplares fueron seleccionados de varios frascos de vidrios con alcohol al 70%, se realizó una separación y re-etiquetado para cada individuo. Las mediciones de longitud fueron hechas con un Ictiómetro convencional de 30 cm y las mediciones de pesos en una balanza Ohaus Triple Beam de 0.1 g de precisión y 2,610 g de capacidad.

Las medidas tomadas para cada ejemplar fueron las siguientes variables: la longitud total (Lt), longitud patrón (Lp), el peso total (Pt); como se muestran en la figura 4, las medidas de las gónadas fueron las siguientes: longitud de las gónadas (Lg1 y Lg2), ancho de las gónadas (Ag1 y Ag2), y peso seco de las (Pg) que fueron medidas con una balanza Analítica con una precisión de 0.1g.

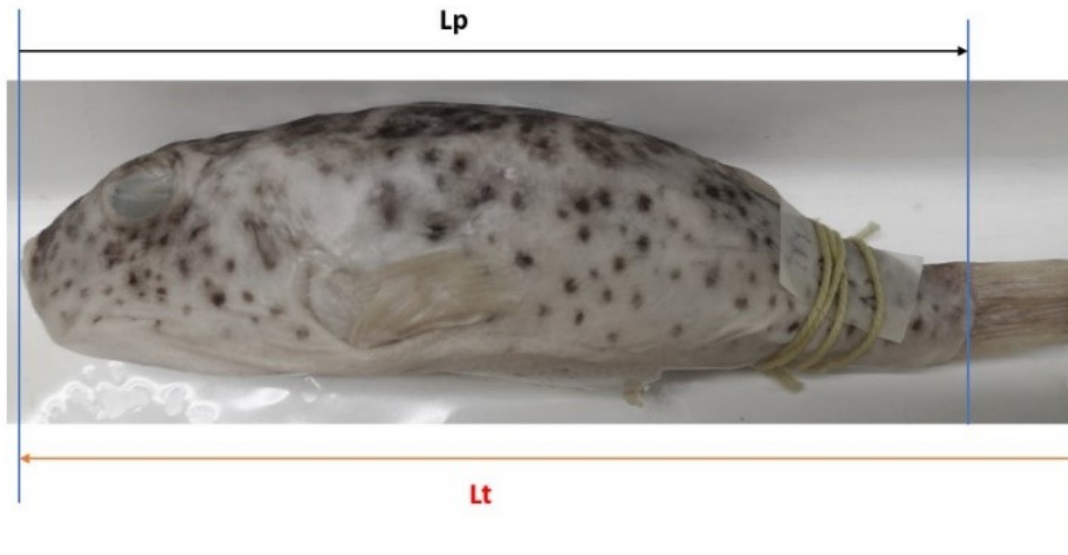


Figura 4. Medidas de tallas de Lt (Longitud total) y Lp (Longitud patrón) para *Spheroides testudineus*.

Modelo de longitud-peso

Por demasiados años la determinación del crecimiento en los peces ha sido por las medidas peso y longitud y su relacionan de ambas, fue considerado como un análisis de rutina en los resultados pero estos no justificaban para una publicación o se menospreciaban al tener poco valor, sin embargo al hacer la revisión de los métodos y los análisis a una cantidad de relaciones longitud-peso por Froese (2006) nos demostró que con un análisis sintético de las relaciones longitud y peso logran proporcionar una información importante para la ecología.

Esta relación de longitud/peso se usó inicialmente para obtener información sobre la condición de crecimiento de los peces y determinar si el crecimiento somático era isométrico (el peso incrementa en forma proporcional a la longitud) (Le Cren, 1951).

Hay dos razones por las cuales no se puede aplicar la modelación de relación talla peso a través de una regresión lineal simple, la primera razón es porque la relación entre estas variables es a menudo no-lineal ya que esta no linealidad agregan una gran cantidad lineal de longitud con el paso del tiempo mientras que el peso o masa es tridimensional y la segunda razón es que la variabilidad en el peso incrementa con la longitud lo que nos dice que la variabilidad en el peso es menor en peces chicos.

Con estas dos características no es posible aplicar la linealidad y homocedacidad de la regresión y lo que nos dice que los peces siguen una relación tipo exponencial (Le Cren 1951, Froesen 2006).

Se decidió ajustar este modelo de regresión transformándolos a logaritmos de la siguiente ecuación:

$$Pt = a(Lt)^b$$

Donde:

Pt = peso en gramos, Lt = longitud total en centímetros, a = ordenada del origen y b = pendiente de la recta.

a y b = constantes a determinar en la que se calcula el coeficiente de regresión R.

Este modelo será transformado aplicando logaritmo en ambos términos de la ecuación:

$$\log Pt = \log a + b \log Lt$$

Esta transformación tiene un beneficio ya que hace que los errores se estabilicen en el modelo.

De acuerdo con esto también podríamos conocer el tipo de crecimiento para macho/hembras solo que se usara una prueba *t-student* con el nivel de significancia de 0.05 evaluando los coeficientes respecto a H_0 y usando el tipo de crecimiento isométrico es $b = 3$, lo que se entiende como lo siguiente para las hipótesis:

$H_0 : \beta = 3$ crecimiento isométrico

$H_0 : \beta \neq 3$ crecimiento alométrico

Lo que nos indicaran que al seguir un tipo de patrón en los datos estos pueden ser negativo ($b < 3$) donde las especies con mayor talla son más elongadas que los pequeños o el positivo ($b > 3$) donde en etapas tempranas son más robustos que elongados, este es un fenómeno muy común en los peces. (Froese 2006).

La ecuación es la siguiente: $t = \frac{b - \beta_0}{ES_b}$

Fases de madurez gonadal

Para la especie *Sphoeroides testudineus* se tomaron en cuenta la determinación de las etapas de madurez en las gónadas para machos y hembras, fueron determinadas macroscópicamente por las cinco etapas de madurez en los peces: inmaduro, en reposo, desarrollo, maduro y evacuados (Holden y Raitt 1975).

Sobre las cinco fases se caracterizó el de crecimiento de los ovocitos: crecimiento primario, alveolo cortical, vitelogénesis y maduración. Para el estado de madurez gonadal se usarán las escalas propuestas por Nikolsky (1963) y las aportaciones de Brown-Peterson (2011).

Fase	Estado	Criterio de etapa de madurez de la gónada	Estado de desarrollo de los ovocitos
I	Inmaduros Y En descanso	Individuos jóvenes que nunca han desovado. Gónadas de tamaño muy pequeño, por lo que el sexo es indeterminado.	Ovogonias y ovocitos primarios o pequeños
II	En desarrollo o maduración	Las gónadas aumentan de tamaño o incrementan de peso muy rápidamente, aumentan de tamaño los ovarios, vasos sanguíneos cada vez más visibles	Ovocitos primarios y alveolos corticales
III	Maduros en reproducción, Desove	Las gónadas han alcanzado su peso máximo, ocupando una gran porción de la cavidad abdominal. Los gametos son expulsados al presionar ligeramente la región torácica. Desde el principio del desove, hasta el final de dicho proceso, las gónadas disminuyen rápidamente su peso	Ovocitos visibles macroscópicamente Y ruptura de la vesícula germinal
IV	Regresión O	Gónadas con apariencia de sacos desinflamados o flácidos debido a que los gametos han sido	Ovocitos grandes o maduros, primarios y

	desgastados	expulsados;	alveolos corticales
V	Regeneración O recuperación	Gametos pequeños, vasos sanguíneos presentes pero reducidos	Ovogonias y ovocitos con crecimiento primario

Tabla 1. Modificación del estado de madurez gonadal a partir de la tabla de Nikolsky (1963) y la tabla de fases del ciclo reproductor femenino de acuerdo con Brown-Peterson et al. (2011).

Para las fases en el ciclo masculino la duración de cada una puede variar de acuerdo con la especie, en este criterio nos basamos solo en los aportes de Brown-Peterson et al. (2011).

Fase	Estado	Criterios de etapa	Rasgos histológicos y macroscópicos
I	Inmaduros	Nunca ha desovado por lo que es virgen	Testículos pequeños, alargados, de color claro y solo ahí espermatogonias primarias
II	En desarrollo	Se desarrollan y maduran las gónadas	Testículos pequeños un poco más grandes. Ya ahí espermatocitos primarios, secundarios, espermatogonias primarias, secundarias, espermátida y espermatozoides.
III	Eyacuador capaz	Están en desarrollo las gónadas y pueden ser capaces de eyacular	Testículos grandes y firmes. Todas las etapas de la espermatogénesis pueden estar presentes. Subfase de eyacuación activa: Semen liberado con una ligera presión sobre el abdomen.
IV	Regresión	Termina la eyacuación y se empiezan a regenerar	Testículos pequeños y flácidos, sin liberación de semen con la presión. Espermatocitos dispersos, poca o ninguna actividad de espermatogénesis.

V	Regeneración	Son sexualmente maduros, pero se encuentran inactivos	Testículos pequeños, a menudo delgados. No hay espermatocitos.
---	--------------	---	---

Tabla 2. Madurez gonádica basada solo en los trabajos de Brown-Peterson et al. (2011).

Sexo e índice gonadosomático

En general para muchos peces no existen caracteres sexuales externos evidentes por lo que es necesario proceder a disectarlos para reconocer el sexo. En las hembras las gónadas son de mayor tamaño y de forma de saco, presentando una luz central. En los machos las gónadas son consistentes, es decir no presentan luz. Para determinar fases de madurez gonádica considerada en el presente trabajo, se siguió el criterio de Nikolsky (1963).

La proporción de sexos observados se determinó mediante observaciones macroscópicas de las gónadas, se estableció que para la muestra total por los meses y el intervalo de peso se usara la prueba de Chi-cuadrado (X^2) para determinar diferencias significativas.

Índice gonádico y ovocitario

Para el ciclo reproductor y delimitar la época de desove se obtuvo el índice gonadosomático, tomado como la relación entre el peso del organismo y peso de la gónada, se considerará que los valores promedio altos indican madurez gonádica y que la disminución de ellos indica el desove. Usaremos la siguiente expresión:

$$IGS = \frac{Pg}{Pt} * 100$$

Donde: Pg= peso de la gónada (seca) y Pt= peso del organismo

Este método es efectivo, pero pierde su precisión cuando tenemos a individuos que ya hayan desovado con anterioridad. Por lo que nuestro objetivo ahora será el determinar los estadios de madurez gonádica y calcular los porcentajes en cada fase, por lo que se utilizaron las pruebas de Fisher y la de Shapiro.

La prueba de Shapiro-Wilks es para estimar si las muestras siguen una distribución normal o no y la prueba de Fisher se utiliza para determinar si existe o no una asociación significativa entre dos variables categóricas.

El diámetro para los ovocitos fue medido para las 132 hembras de los organismos muestreados, diferenciándolos por fases de crecimiento. El diámetro fue obtenido por el programa ImageJ que es para la digitalización de imágenes, se trazó el perímetro de los ovocitos y calculando el área, el diámetro se calculó con esta fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Donde: D = diámetro, A = área y $\pi = 3.1416$

Después se calculó el promedio y el error estándar de la temporada por fase de crecimiento del ovocito.

Resultados

Se obtuvo un total de 275 individuos procesados de la especie *Spherooides testudineus*, se estableció una relación de abundancia, en el que los meses con más individuos colectados fueron en Noviembre y Julio. Se compararon a los meses y los sitios de muestreo, mostrando que para los meses el índice fue de 0.1076 y para el índice por sitios fue de 0.2425 lo que nos dice que para ambas presentaron alta diversidad.

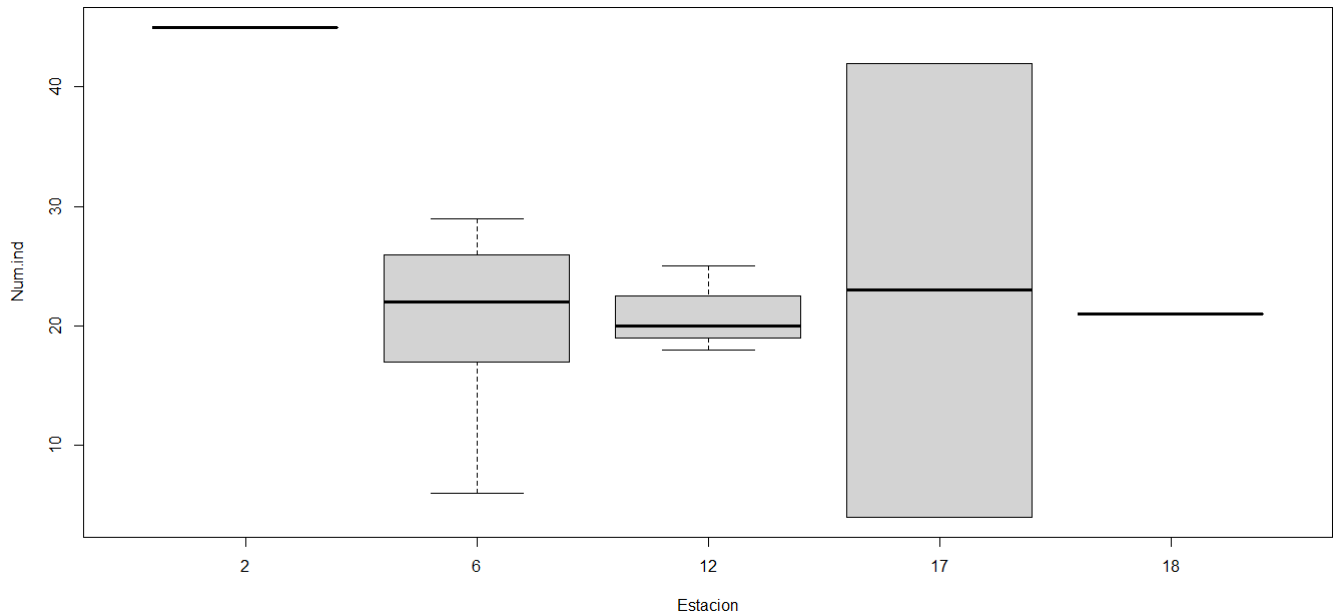


Figura 5. Grafica de abundancia de individuos de *Spherooides testudineus* a lo largo del año por los sitios de muestreo.

Esto nos dice que la especie al tener una alta abundancia no resultara un impedimento para los futuros muestreos o colectas efectuadas a lo largo del año.

Continuando con el enfoque los datos se sometieron a un análisis de normalidad a través de Shapiro-Wilk, donde se tuvo en cuenta las variables de importancia como: las variables de las tallas y de la gónada. Se obtuvieron variados histogramas con semejanzas en los patrones, en otros un poco diferentes, pero la prueba nos dio que todos nuestros datos se comportaban de una forma normal al tener $p < 0.05$ ya que ninguno de los datos pasaba del 0.001.

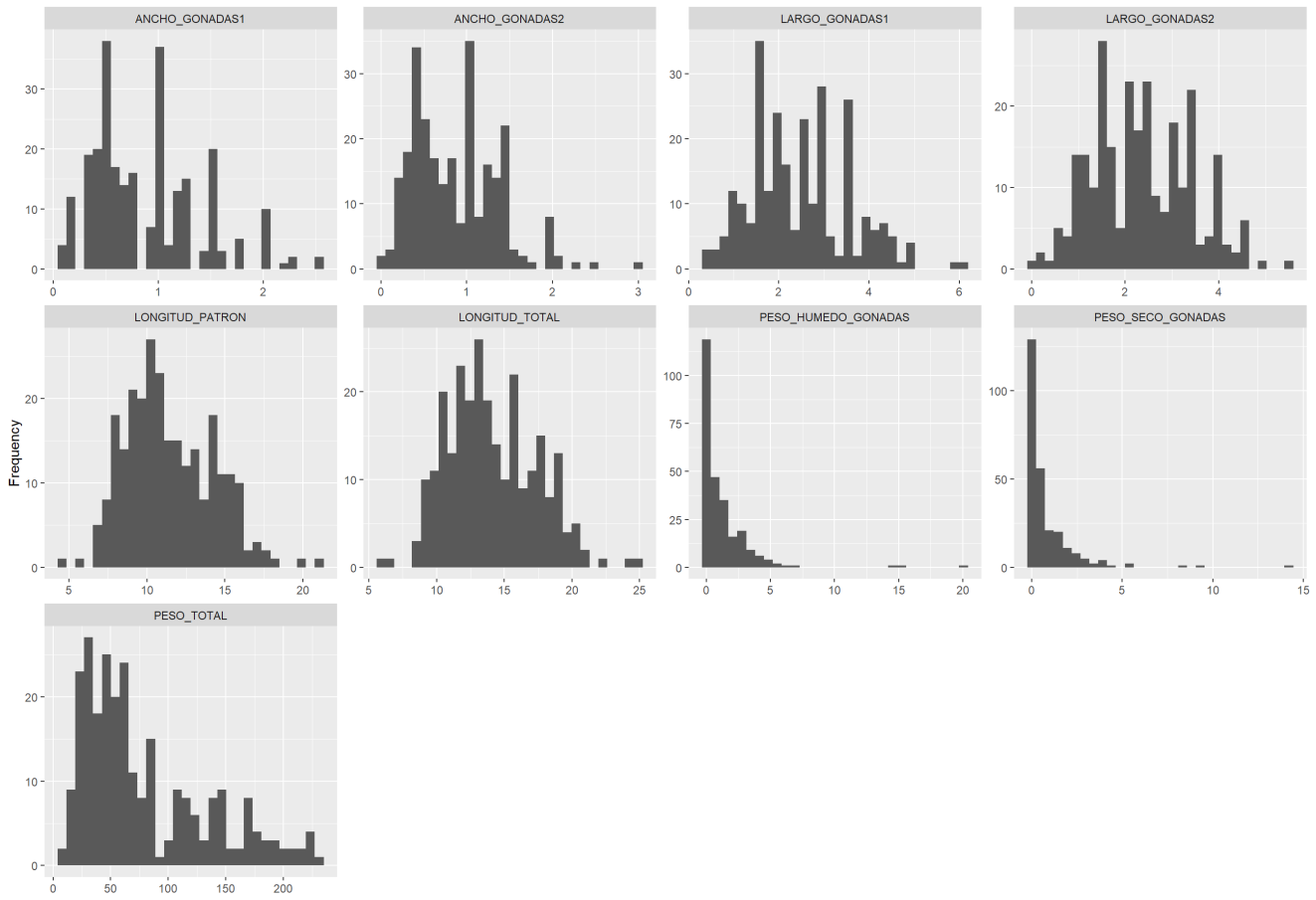


Figura 6. Histograma de líneas de frecuencias de la distribución normal y regresión lineal. Presentan las variables de LT (longitud total), LP (longitud patrón) y P (peso total) de los individuos, como también las variables de las gónadas de AG (ancho de la gónada), LG (largo de la gónada) y PG (peso de la gónada) a lo largo de la temporada.

De acuerdo con los histogramas nos muestran la normalidad de los datos y las regresiones lineales para cada variable, nos dan a entender mejor la distribución de cada una y que la mayoría se ajusta. Estos datos nos demuestran que tienen una línea de tendencia lineal y que se ajustan a una distribución normal, pero a algunos se les podría ajustar la logarítmica.

Para explicar mejor las relaciones de las variables, se sometieron a un análisis de correlación de variables, para determinar si algunas de ellas se encuentran más estrechamente relacionadas o no, como nos muestra la figura 7.

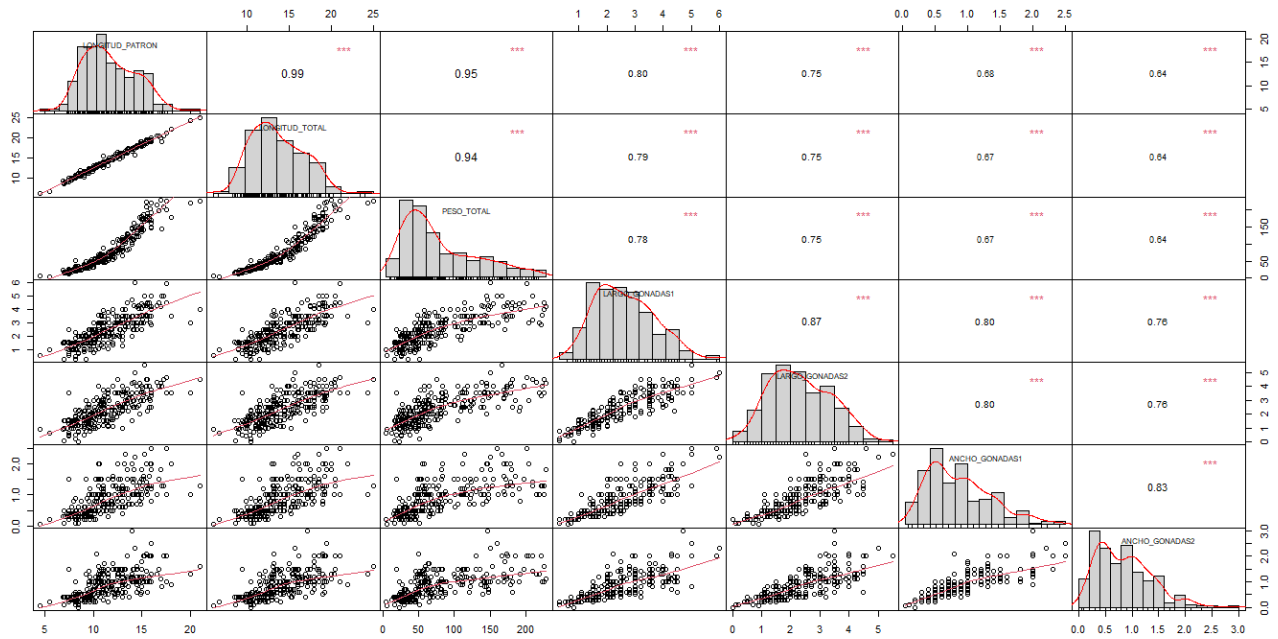
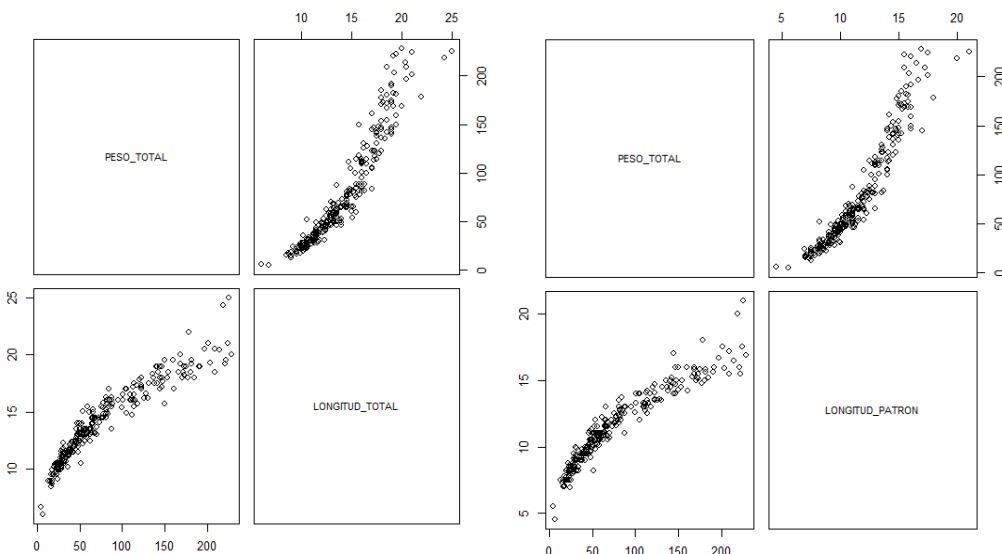


Figura 7. Matriz de correlación y gráficos de dispersión entre las variables, se muestran las variables con más y menos relación.

De las variables nos indica que tanto la longitud patrón, total y el peso del individuo, no se relacionan con el peso de la gónada al marcarnos de un 40% de relación, por otra parte, nos dice que tienen más relación hacia la longitud y el ancho de las gónadas con un 75% y por último nos dice que solo tienen una estrecha relación la longitud del cuerpo y el peso del individuo. Las variables con mayor porcentaje se sometieron a un análisis en conjunto.



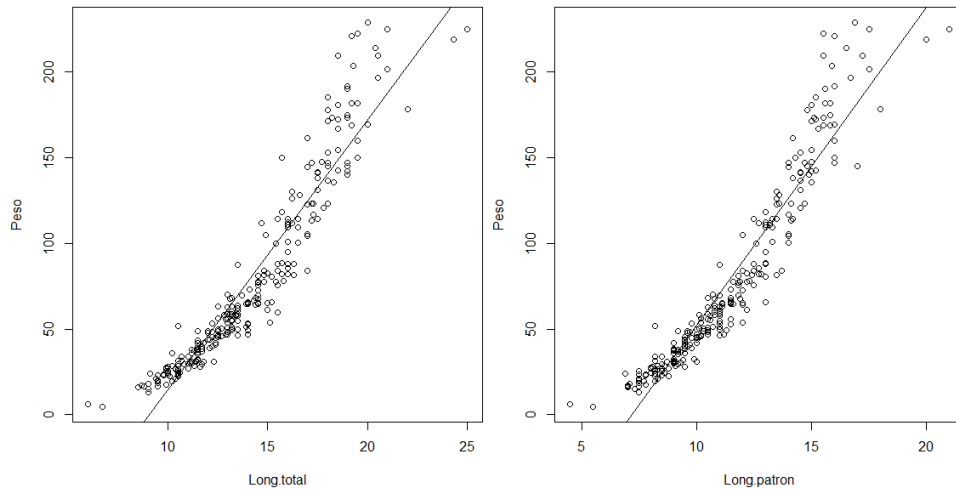


Figura 8. Matrices de diagramas de la regresion lineal entre el peso y la longitud.

Se efectuó un Análisis de regresión lineal donde salió positiva entre los datos de peso y longitud, por lo que después se sometió a la correlación lineal de Pearson obteniendo que entre las variables fue positiva y alta de peso-long patrón = 0.949 y peso-long total =0.944.

Después de obtener estos resultados se procedió a la identificación por sexo de los ejemplares en el cual 143 fueron machos y 132 hembras. Se presenta una demostración grafica de los niveles de abundancia respecto a los sexos a lo largo del año como lo presenta la Figura 9.

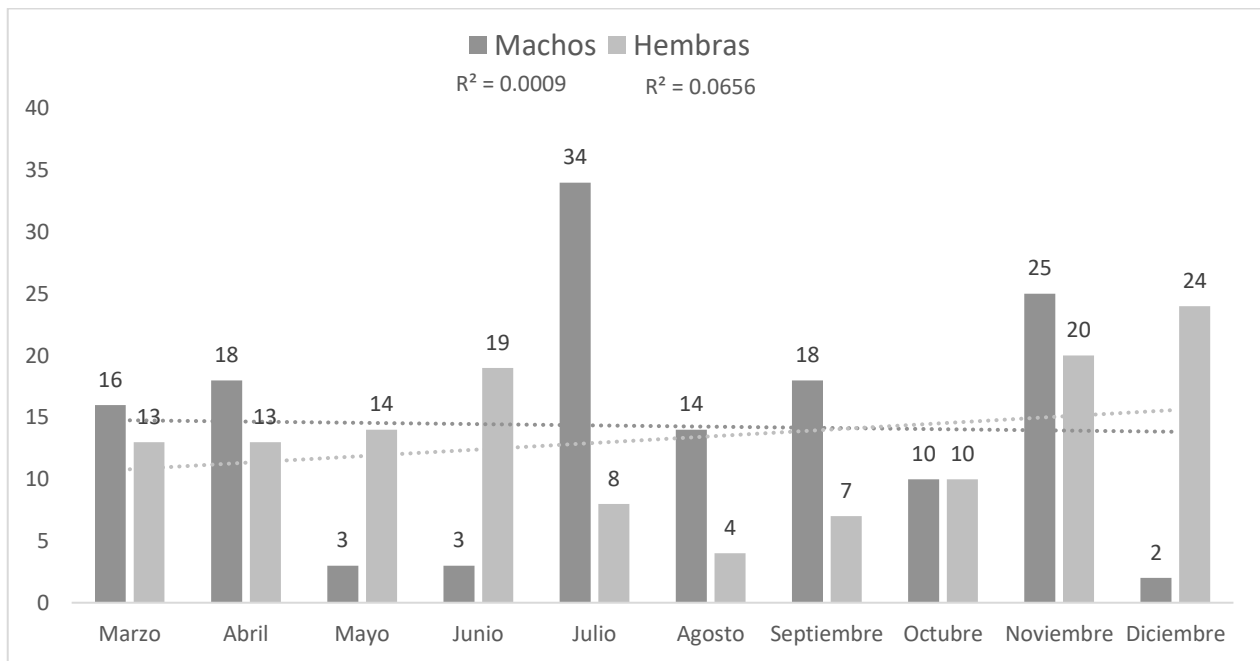


Figura 9. Niveles de abundancia del sexo respecto a los meses del año utilizando el coeficiente de regresion.

Lo que nos muestra es que para los machos ahí una gran cantidad de individuos y su concentración fue encontrada para los meses de Julio y Noviembre, y la menos frecuencia para los meses de Mayo, Junio y Diciembre, sin embargo, las hembras nos muestran una abundancia muy distinta ya que se encontraron picos en Junio y otro de Noviembre-Diciembre, y el único mes bajo fue de Agosto, por lo cual estas graficas de frecuencias y puntos nos explican las relaciones de los datos a lo largo del año en el que los machos presentan un coeficiente cercano al 0 dando a entender que la variabilidad es muy baja comparada a la de las hembras que solo tiene una pequeña línea de tendencia cerca al 0.06.

Teniendo en cuenta estos resultados se estableció una línea de tendencia para los machos usando los datos para que pudieran tener la relación de probabilidad normal como lo presenta la figura 10, en la cual se creó la línea de tendencia de las apariciones de los individuos a lo largo del año a la cual ahora se pudo establecer que el coeficiente de regresión donde nos muestra que las variables se mueven en el mismo sentido.

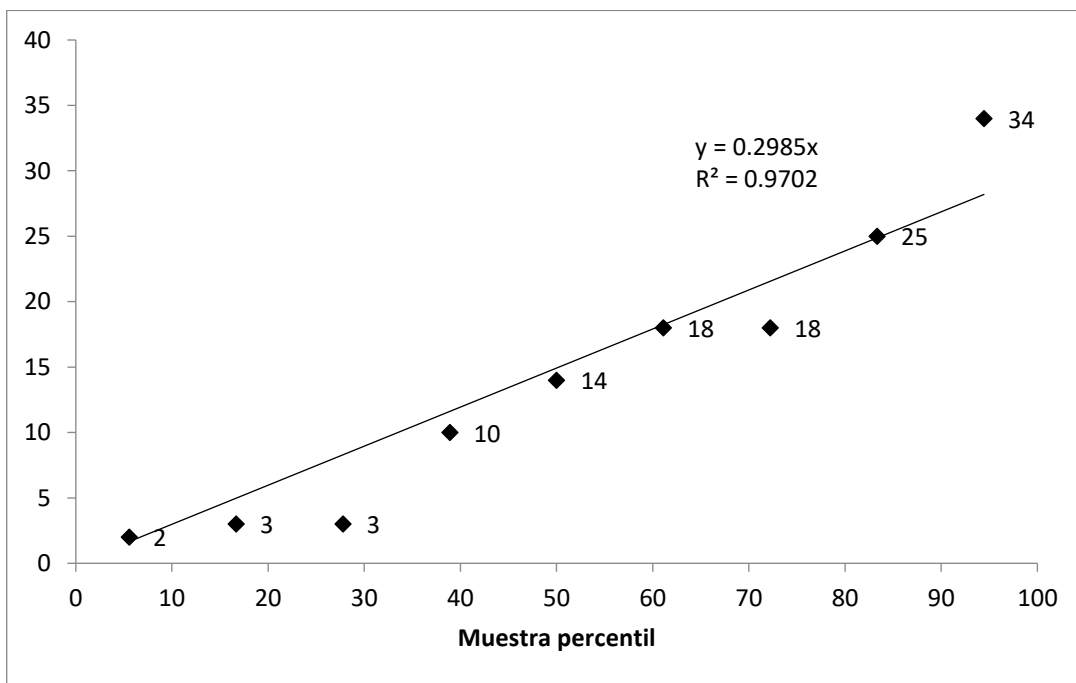


Figura 10. Grafica de coeficiente de correlacion modificado.

Después se agregó una gráfica (figura 11), en la que nos muestra los sitios de muestreo con más abundancia, se identificó que cuando los modificamos por abundancia de sitios cambia mucho más la línea de tendencia ya que las hembras en el sitio 6 presentan un aumento mayor

con un coeficiente de 0.3, mientras que los machos se logran distribuir homogéneamente a lo largo de los 5 sitios del muestreo y presentar un coeficiente muy cercano al 0.

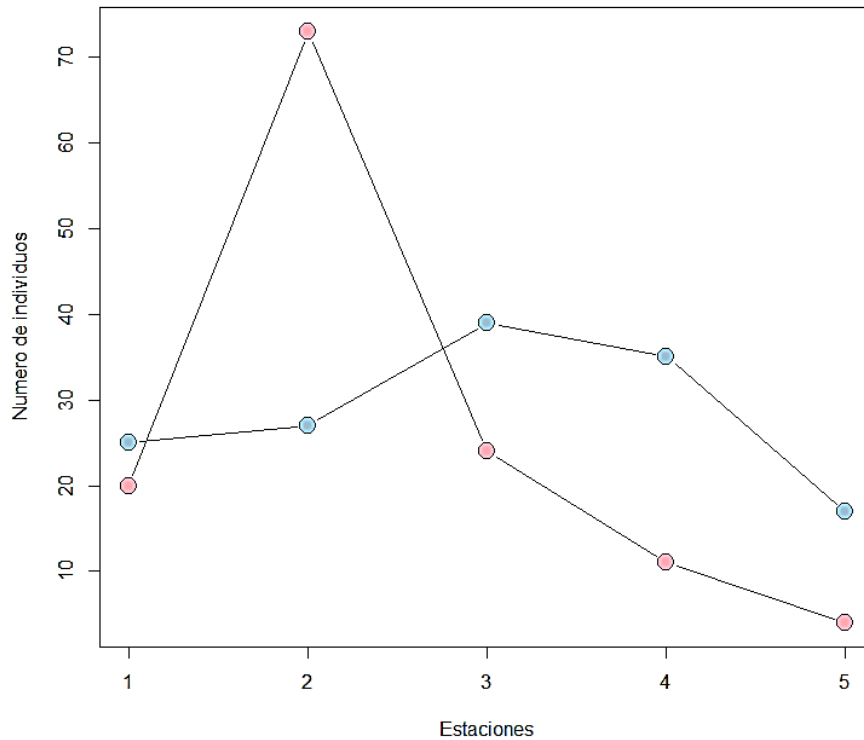


Figura 11. Número de individuos divididos por sexo (rosa-hembras, azul-machos) colectados por los sitios de muestreo (1-estación 2, 2-estación 6, 3-estación 12, 4-estación 17, 5-estación 18).

Se anexo la tabla para identificar las épocas en las que se tomaron las muestras y se tomó la variable del sexo para identificar la abundancia por grupos.

Sexo	Periodo de secas	Periodo de lluvias	Nortes	Total
Machos	37	79	27	143
Hebras	40	48	44	132
				275
Sitios	6 y 12	6,12,17 y 18	6 y 2	

Tabla 3. Relación del número de ejemplares capturados, por sexo y época climática.

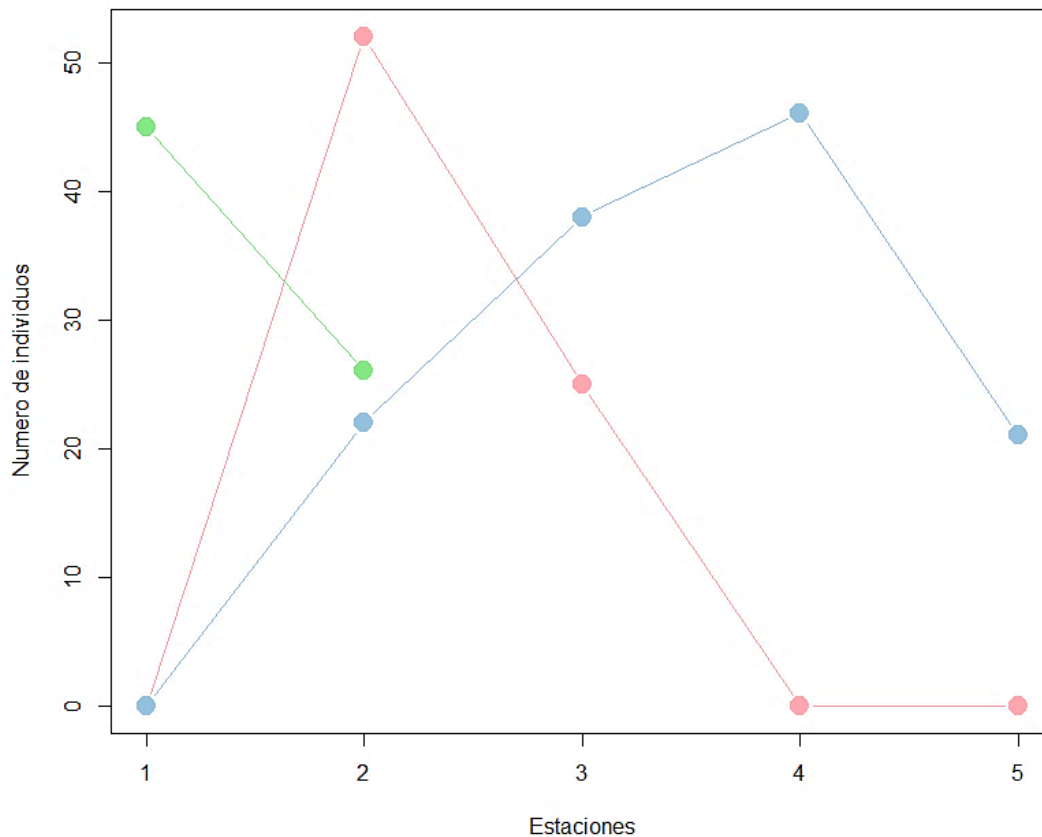


Figura 12. Grafica de niveles de abundancia de los individuos por epoca de temporada (rosa-Secas, azul-Lluvias y verde-Nortes), la una estacion con las 3 temporadas es la estacion numero 6.

Para las 5 estaciones de muestreo la de mayor abundancia por individuos fue para la estación 6 con 100 individuos y la de menor abundancia fue para la estación 18 con 21 individuos.

De acuerdo con la riqueza que presentan, la estación 6 presento mayores niveles de acuerdo en relación con la temporada (figura 12) la convierte en un lugar ideal donde la especie se encuentra en las 3 épocas del año, ya que el sitio 2 esta con Norte, sitio 12 con Lluvias y Norte, y los sitios 17 y 18 Lluvias.

Al tener las temporadas de las estaciones se hizo también una relación a identificar en que temporada llegan a tener mayor y menos tamaño-peso, se analizó de forma gráfica con las cajas de bigotes.

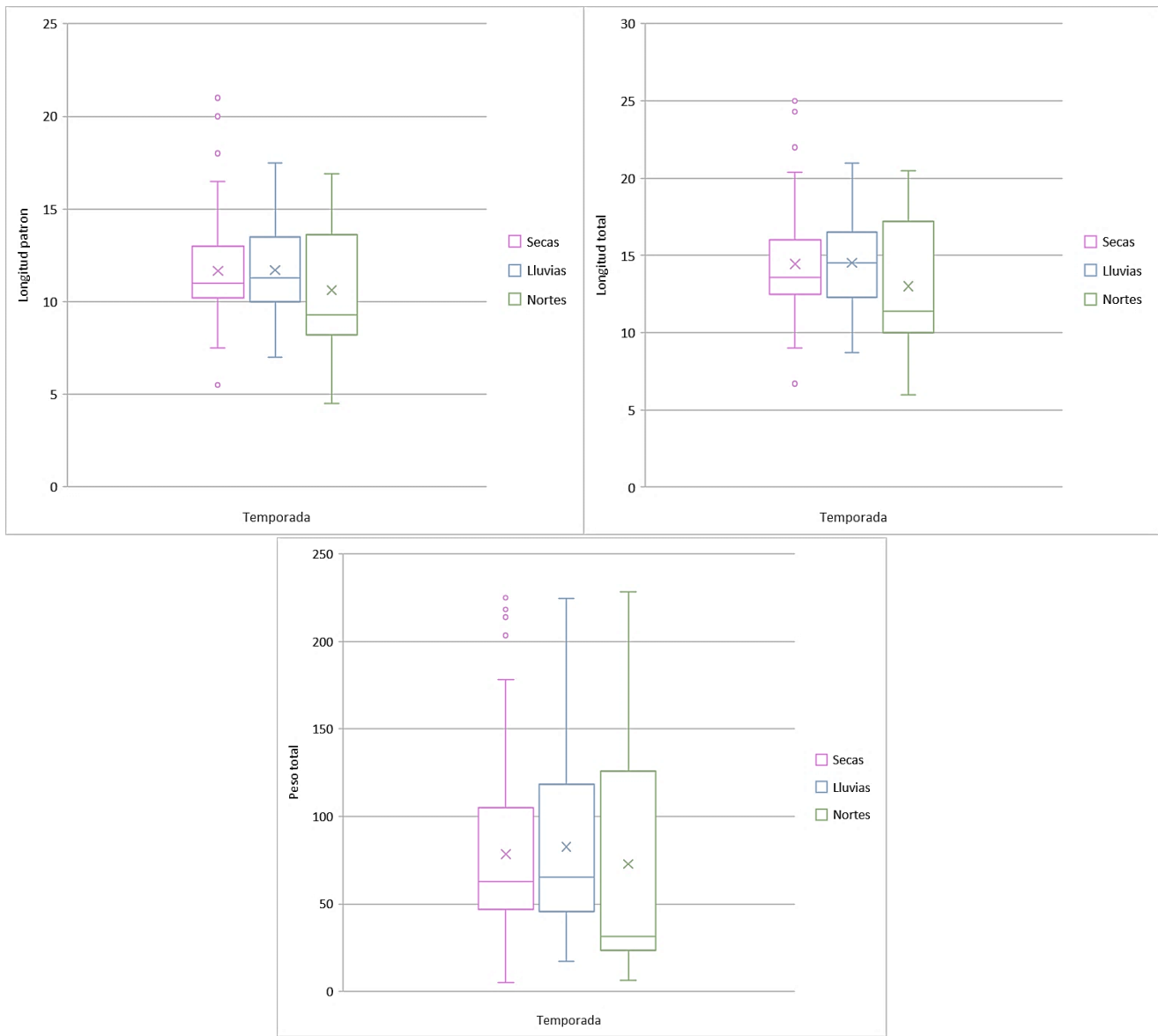


Figura 13. Cajas de bigotes de cajas por sitios de muestreo, utilizando como medida el largo-peso.

Estos resultados nos hacen darnos cuenta de que no se distinguen mucho las diferencias solo un poco el error estándar para el Norte ya que nos muestra que los tamaños más pequeños son encontrados en los meses de con norte.

Continuando con este punto ahora se sabe la linea de tendencia con el tamaño y peso que suelen ser mucho menores a comparación de la época de secas y lluvias

por lo cual a continuación se anexo la tabla detallada de las medidas (máximas y mínimas) para los machos que fueron: Lt (6.7-20.4 cm), Lp (4.5-16.2 cm), Pt (4.9-172.9 g) y para las hembras que fueron: Lt (8.5-26.9 cm), Lp (6.9-22.9 cm), Pt (13-259 g).

Estación	Mes	Número de individuos	Peso Mínimo	Peso Máximo	Longitud Mínima	Longitud Máxima
6	Marzo	29	30.5	135.6	11	18.3
	Abril	6	53.2	214	13.4	20.4
	Mayo	17	4.9	224.9	6.7	25
	Junio	22	88	224.7	14.5	21
	Diciembre	26	64.8	228.5	13.9	20
12	Abril	25	32.3	84	11.5	17
	Agosto	18	52.5	181.5	13.1	19.5
	Octubre	20	35.2	201.2	11.5	21
17	Julio	42	24	149.8	10.5	15.7
	Septiembre	4	48	154.2	12	18.5
18	Septiembre	21	18.7	58.2	9.5	12.8
2	Noviembre	45	17.5	87.2	9.9	13.5

Tabla 4. Tabla de abundancia estimada para *Spherooides testudineus* de acuerdo con las estaciones de muestreo y las tallas máximas y mínimas.

Al haber tenido un alto grado la relación de las variables longitud-peso se tomó en cuenta el Modelo ajustado de longitud/peso a la especie ya que intervienen algunas variables, se realizaron los logaritmos en el programa estadístico R, dando los siguientes datos:

Se observó que la frecuencia del peso es explicada en un 94.8% ($R^2 = 0.948$) por la longitud total, la regresión es altamente significativa ($F_{1,260} = 4849$, $p\text{-valor} < 0.00001$) y la pendiente ($t\text{-valor} = 69.63$, $p\text{-valor} < 0.0001$) como el intercepto ($t\text{-valor} = -32.91$, $p\text{-valor} < 0.0001$) son estadísticamente diferentes de cero.

La fórmula de la línea que mejor se ajusta es:

$\log(Pt) = -1.616 + 2.996 * \log(Lt)$ en la escala transformada y $Pt = 5.033 Lt^{2.996}$ en la escala original, note que el intercepto es -3.664α .

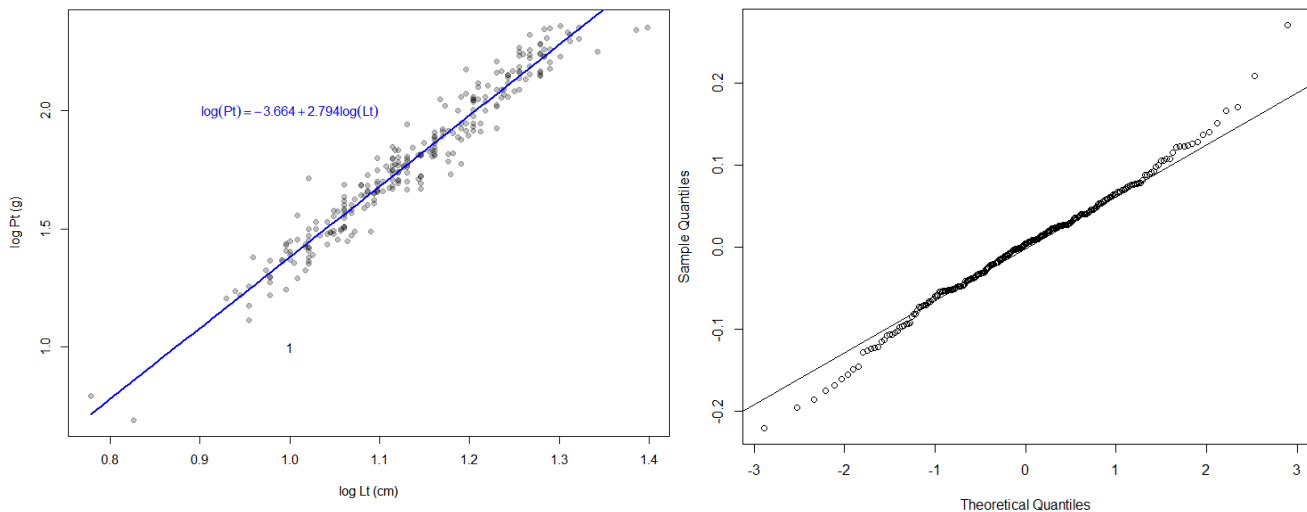


Figura 14. Graficas que demuestran el ajuste de los datos con el logaritmo de la relación peso/longitud para la especie.

Para saber qué tipo de crecimiento tiene, ya sea isométrico o alométrico se aplicó la prueba de hipótesis e intervalo de confianza para la pendiente, demostrando que se rechaza la hipótesis nula ya que presenta un crecimiento alométrico (con una confianza del 97% la pendiente se encuentra entre 2.912134 y 3.081634), aunque también tienen una pequeña tendencia a poder ser isométrico.

En cuanto a la proporción de machos y hembras, no se encontraron diferencias significativas ya que hubo una dominancia similar de cada sexo, para las tallas se tomaron en cuenta las medidas de Longitud total, Longitud patrón y Peso total, solo se observaron pequeñas diferencias en los intervalos ya que la mayor proporción de machos fueron de tallas pequeñas

y la talla máxima registrada fue de 19.5, dejándoles la dominancia a las hembras en los intervalos de mayor longitud, como lo muestran la tabla 5 y la figura 15.

Tallas	Intervalos	Machos	Hembras	Total	x²	P
1	[6 - 7.8]	2	0	2	9.9	0.909
2	[7.8 - 9.6]	10	3	13	12.6	0.818
3	[9.6 - 11.4]	26	17	43	15.3	0.727
4	[11.4 - 13.2]	51	20	71	18	0.636
5	[13.2 - 15]	29	17	46	20.7	0.545
6	[15 - 16.8]	15	18	33	23.4	0.454
7	[16.8 - 18.6]	5	31	36	26.1	0.363
8	[18.6 - 20.4]	5	19	24	28.8	0.272
9	[20.4 - 22.2]	0	5	5	31.5	0.181
10	[22.2 - 24]	0	0	0	34.2	0.090
11	[24 - 25.8]	0	2	2	36.9	-

Tabla 5. Proporción de sexos de *Spherooides testudineus* a lo largo del año. Se indica la proporción 1:1 con base en X² (P<0.05).

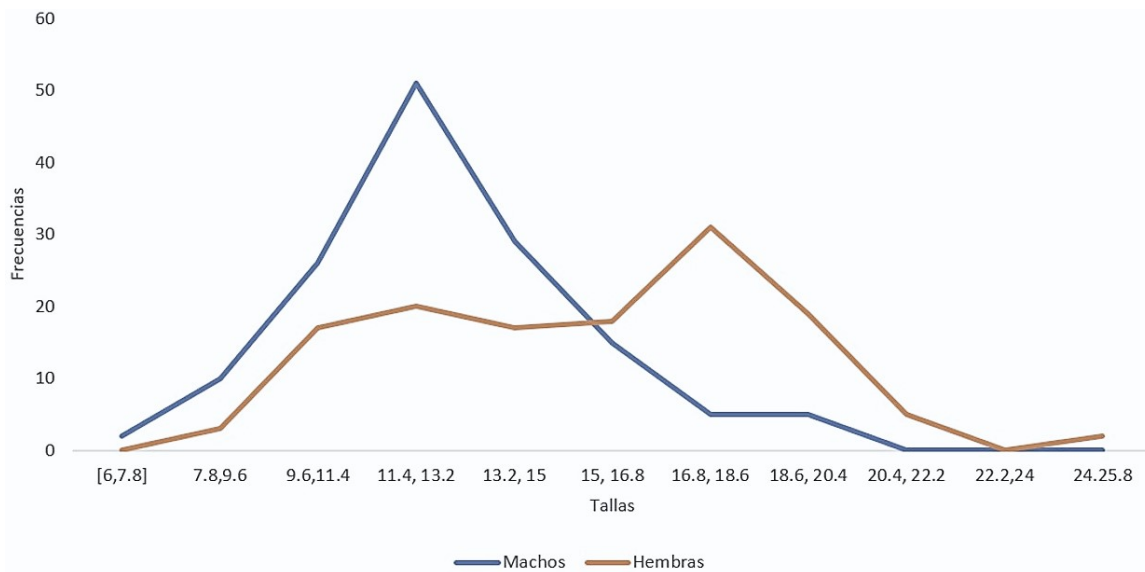


Figura 15. Grafica de frecuencias para los machos y hembras, utilizando 11 intervalos de tallas.

Los intervalos de tallas demuestran que el coeficiente de relación para los machos demuestra una tendencia de 0.2 y las hembras de forma homogénea con 0.005 lo que nos dice que la variación es baja y continua casi llegando al 0. Se encontraron que las tallas dominantes para machos y hembras se encuentran entre los intervalos 11.4-13.2 y 16.8-18.6, y para la especie la talla promedio fue de 14.09. Después de encontradas las tallas de interés, se buscó encontrar una línea de tendencia entre los meses y por estaciones de muestreo obteniendo las siguientes tablas.

Meses	Talla	Estación	Talla
Marzo	14.03	2	10.42
Abril	13.81	6	15.73
Mayo	16.11	12	15.29
Junio	18.01	17	13.74
Julio	13.44	18	11.11
Agosto	15.87		
Septiembre	11.94		
Octubre	14.77		
Noviembre	10.42		
Diciembre	17.46		

Tabla 6. Tablas obtenidas para la talla promedio de cada mes y por estación o sitio de muestreo.

De acuerdo con los datos obtenidos para determinar la relación entre las tallas se determina que para los meses la de mayor proporción es de junio y la de menor la de noviembre, para las que son por estaciones de muestreo las tallas promedio más grandes son para las estaciones 6 y 12 y la de menor para la 2.

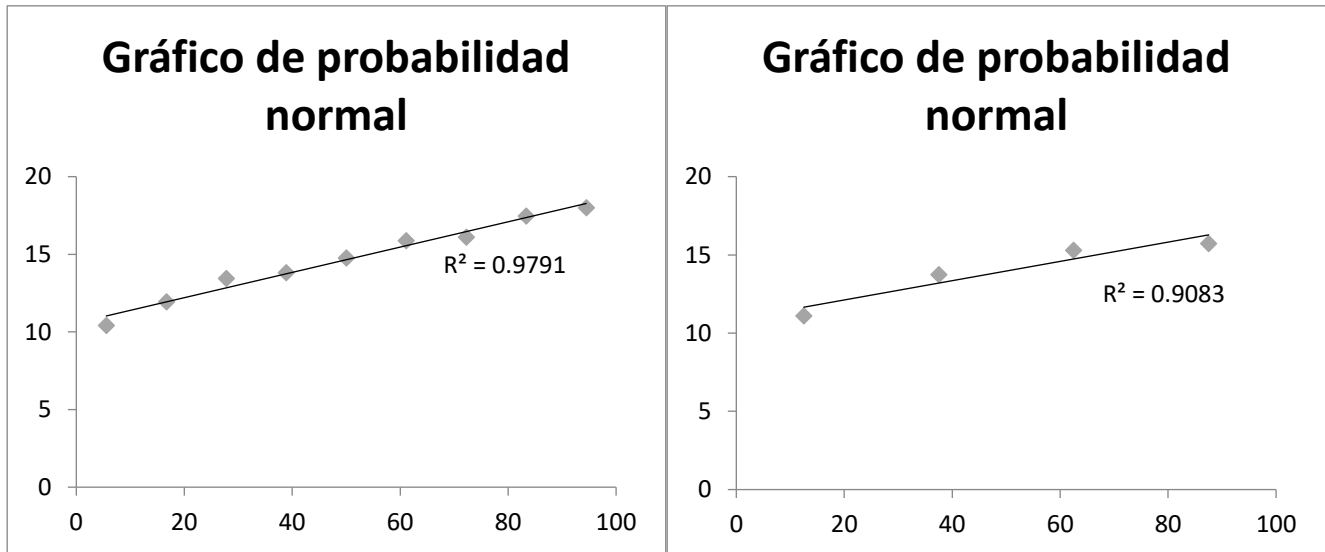


Figura 16. Graficas de coeficiente de correlacion. Izquierda por meses y derecha por estaciones o sitios de muestreo.

Estas relaciones nos muestran una gran relación entre las variables y una tendencia positiva hacia algunos meses en proporción y por estaciones de muestreo, donde nos indica que las tallas más grandes encontradas entre ciertos meses se encuentran en la estación 6.

Se sabe que la talla establecida para la primera madurez se encuentra a variando en diversos estudios donde se dedujo que para E.U es de 13 cm, pero para Cancún y Mazatlán demostraron que ha sido de 10.8 utilizando de Rocha, Favaro y Spach del 2002, por lo que se hicieron comparaciones de la talla en hembras y machos e identificar si la primera madurez se encontraría en intervalos cercanos. Se logro identificar la talla de la primera madurez tomando en cuenta al 50% de la población en maduración.

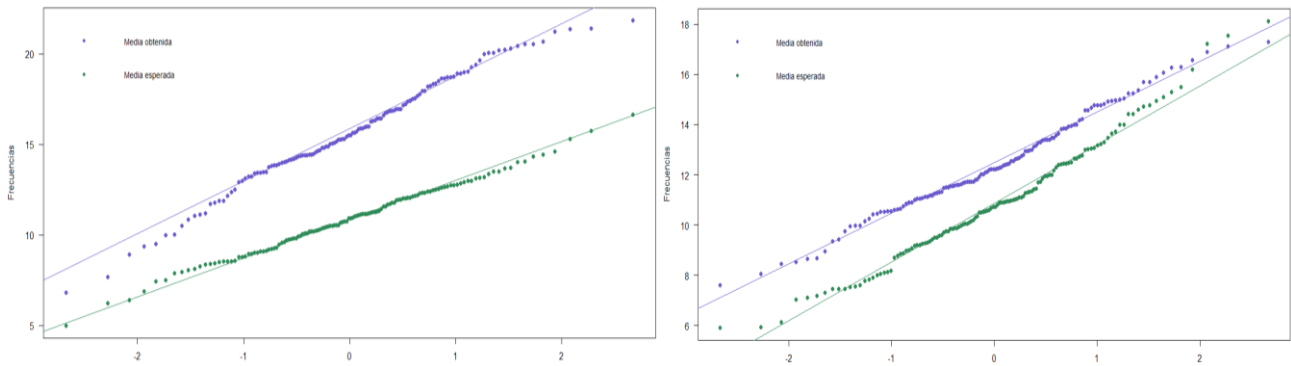


Figura 17. Grafica de la media esperada y obtenida de la muestra para hembras (izquierda) y machos (derecha).

De acuerdo con estas graficas obtenidas las correlacionamos a la figura 15, se estableció un patrón y una linea de tendencia obteniendo como la primera madurez para la especie fue de 12.3, medida que conectaría bien con los intervalos iniciales de aumento en la especie con el mismo par de hembras y machos teniendo líneas de tendencia hasta llegar a 14.2, medida que podría ser muy cercana a los resultados obtenidos en el otro estudio.

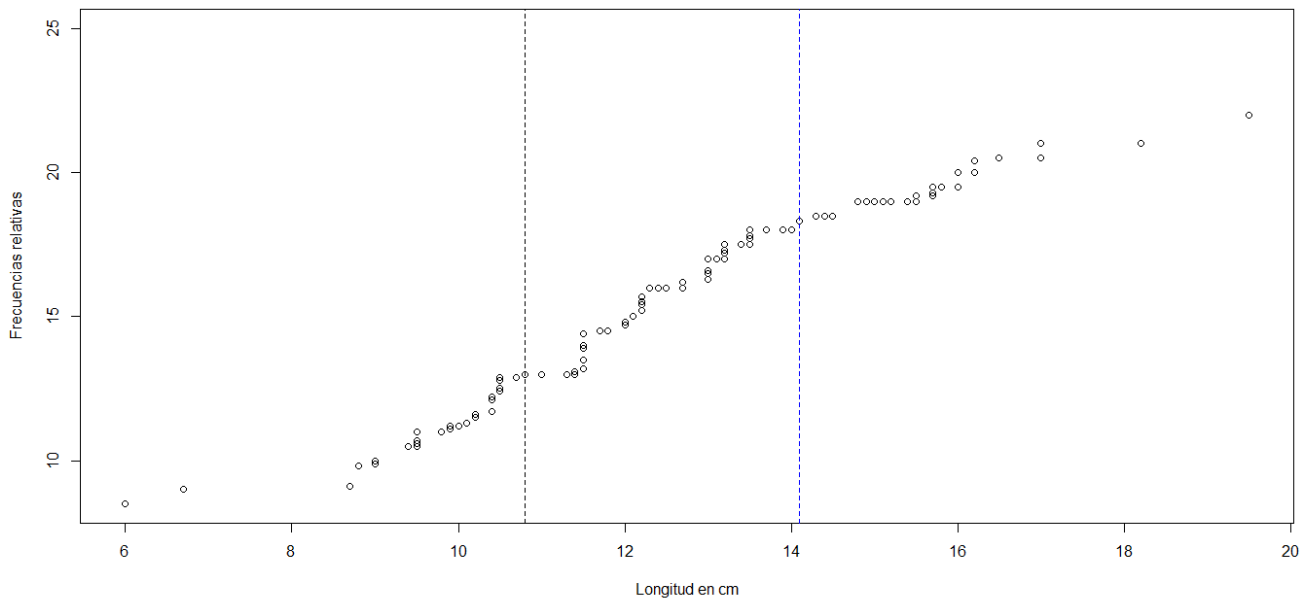


Figura 18. Grafica de la talla para la primera madurez en la especie.

Para las 5 fases de crecimiento gonádico en la especie se identificaron en las hembras solo 4 fases del desarrollo que fueron: Inmaduros o en descanso, en desarrollo o maduración, maduros en desove y regresión o desgastados, aunque para el crecimiento gonádico en machos solo se encontraron solo 3 etapas: Inmaduros o en descanso, en desarrollo o maduración y maduros.



Figura 19. Ovarios (arriba) y testículos (abajo) de *Spherooides testudineus*.

Se efectuó una relación de las gónadas respecto a las fases de desarrollo a lo largo del año, por sitios de muestreo y sus temporadas (Secas, Lluvias y Nortes).

Se obtuvo la riqueza o abundancia de las fases gonádicas para macho y hembras (Figura 20). De las cuales se ve un claro aumento en las fases de Desarrollo para machos y hembras, a comparación de las otras fases.

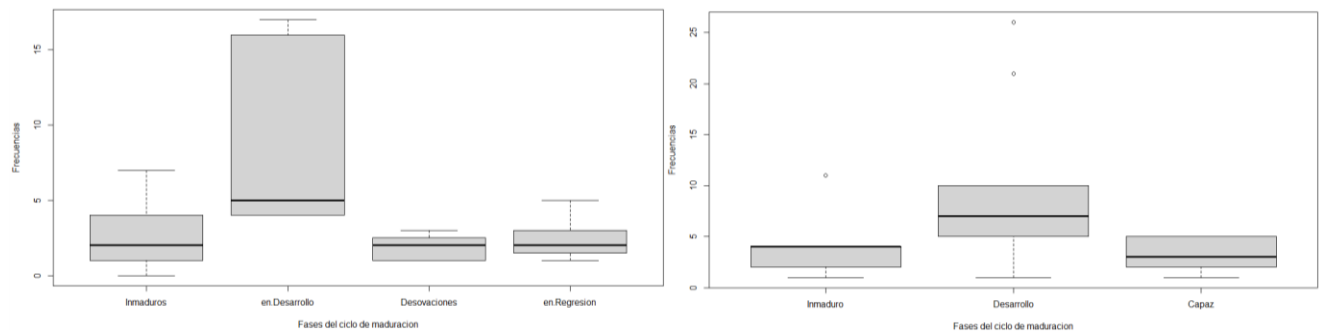


Figura 20. Grafica de cajas de bigotes, mostrando las frecuencias de las fases en desarrollo de las gónadas. Izquierda hembras y derecha machos.

La principal distinción de los datos fue obtener la normalidad de estos, usando la prueba de Shapiro con un nivel de confianza al 95% y una $p=0.05$, la prueba aceptó la normalidad de los datos al mantenerse con una P valor=de 0.05 a 0.18. Se evaluaron los datos en conjunto con la prueba de Fisher ya que se quería saber si tenían similitudes las fases de Desarrollo en machos y hembras, obteniendo una P valor= de 0.10 a 0.52 dándonos como resultado que su relación es similar para cada caso, independiente al número de incidencias.

De acuerdo con las fases de desarrollo para machos y hembras se relacionaron hacia los meses del año, se creó en una línea de frecuencia de los datos, donde se comparan las frecuencias por meses, para las hembras los picos más altos son en junio, noviembre y diciembre, para la fase en Desarrollo, y para los machos los picos más altos son en julio y noviembre y presentaron ausencia solo en el mes de diciembre. (Figura 21).

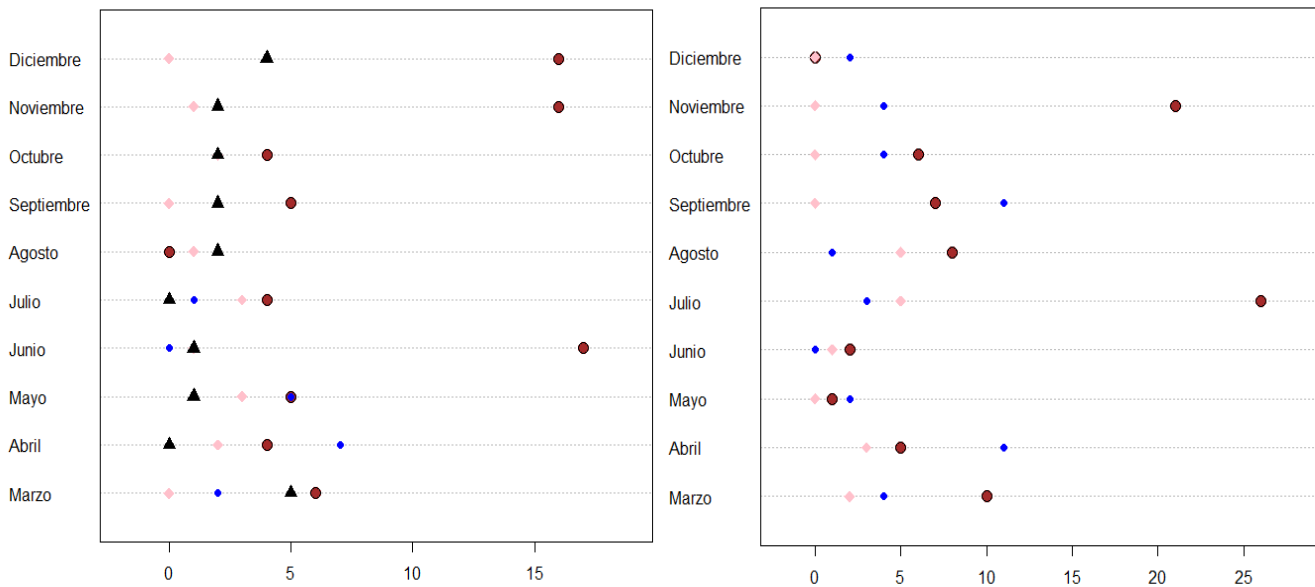


Figura 21. Grafica de puntos de frecuencia de las fases de desarrollo. Izquierda hembras Inmaduros (puntos azules), Desarrollo (puntos cafés), Desovados (rombos rosas), Regresión (triángulos negros). Derecha machos Inmaduros (puntos azules), Desarrollo (puntos cafés), Capaz (rombos rosas).

También se analizaron las otras fases de las gónadas; Inmaduras, Desove o Capaz y Regresión. Estos resultados con las líneas de regresión nos aclaran que la fase en Desarrollo presenta una línea de variabilidad mayor en comparación a las otras fases, la única fase con menor variabilidad para las hembras fue de la Regresión y la fase con menor variabilidad de los machos fue en la fase inmadura hecho por el cual se encuentra menos de 0.05, haciendo con esto la fase de desarrollo la más dominante a lo largo del año (Figura 22).

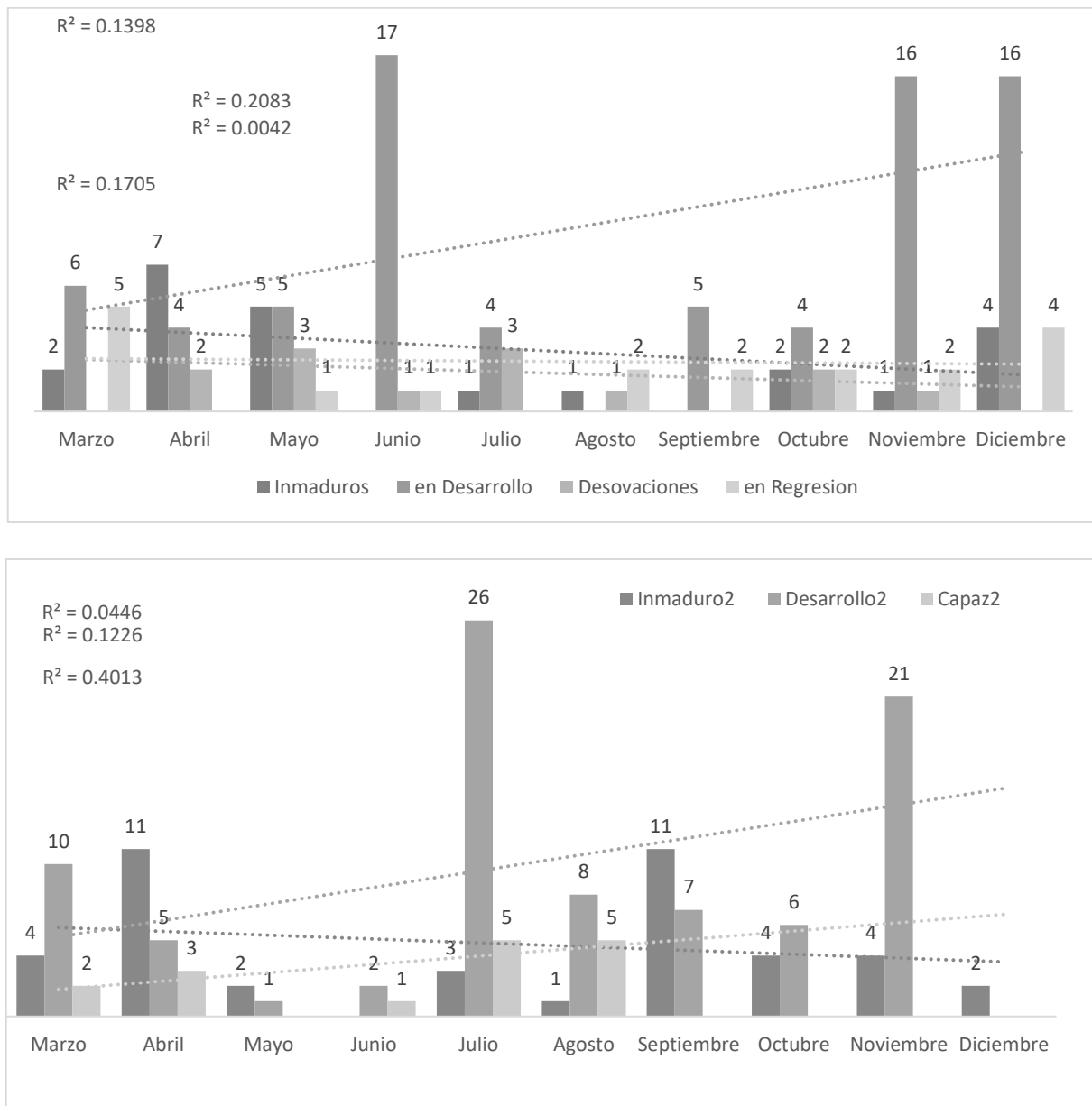


Figura 22. Graficas de histogramas de las fases gonádicas a lo largo del año. Arriba hembras y abajo machos.

Identificada la fase dominante y la fase con menor incidencia, se analizaron estos resultados en relación con los sitios de muestreo para identificar también las temporadas (Secas, Lluvias y Nortes).

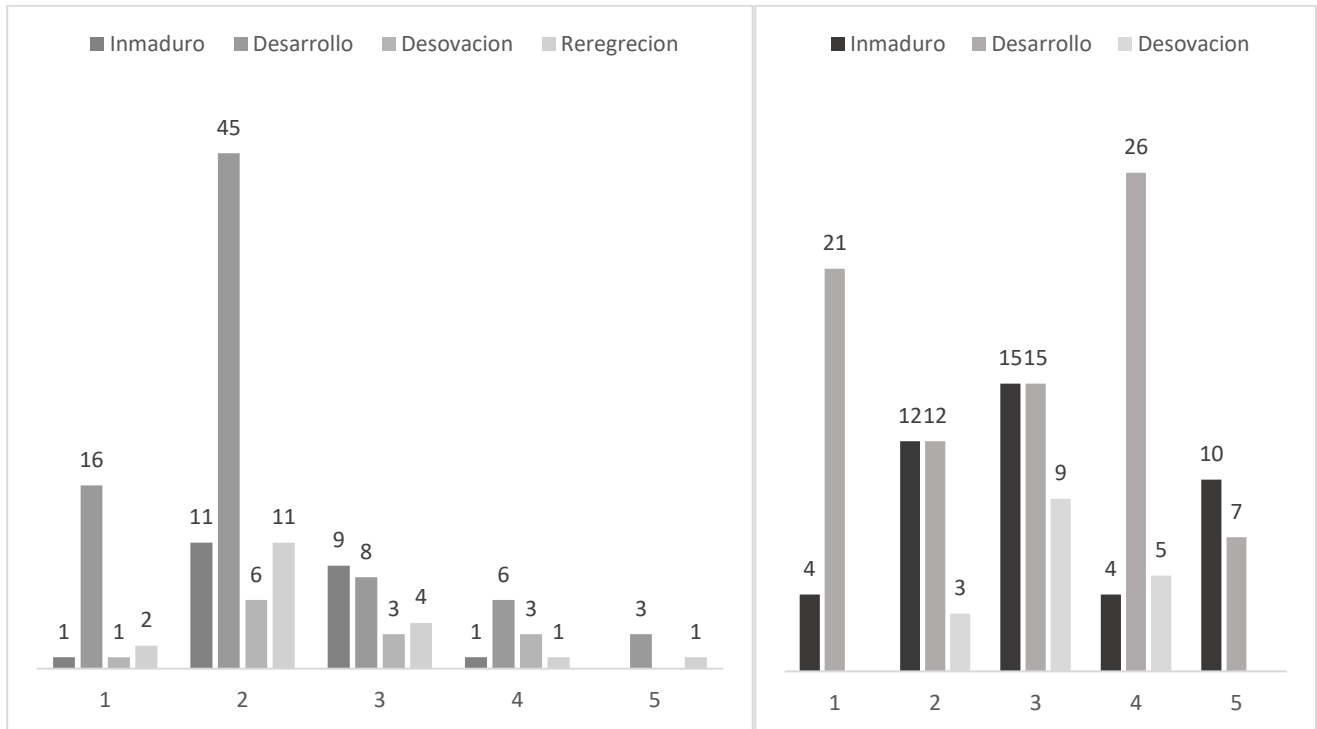


Figura 23. Graficas de histogramas combinadas sobre las fases gonádicas por los sitios muestreados. Izquierda hembras y Derecha machos.

(1-sitio2, 2-sitio6, 3-sitio12, 4-siti17,5-sitio18).

Las gráficas nos muestran una línea de frecuencia exponencial para las hembras y una alta variabilidad para los machos. Para las hembras se encuentran las 4 fases de desarrollo de las gónadas en 4 de los 5 sitios de muestreo, el sitio 18 es el único que presento solo las fases Desarrollo y Regresión. Para los machos de las 3 fases de desarrollo de las gónadas estuvieron presentes en 3 de los 5 sitios de muestreo, el sitio 2 y 18 presentaron las fases Inmaduras y en Desarrollo. Obteniendo estos resultados se relacionaron por último a las temporadas (Secas, Lluvias y Nortes).

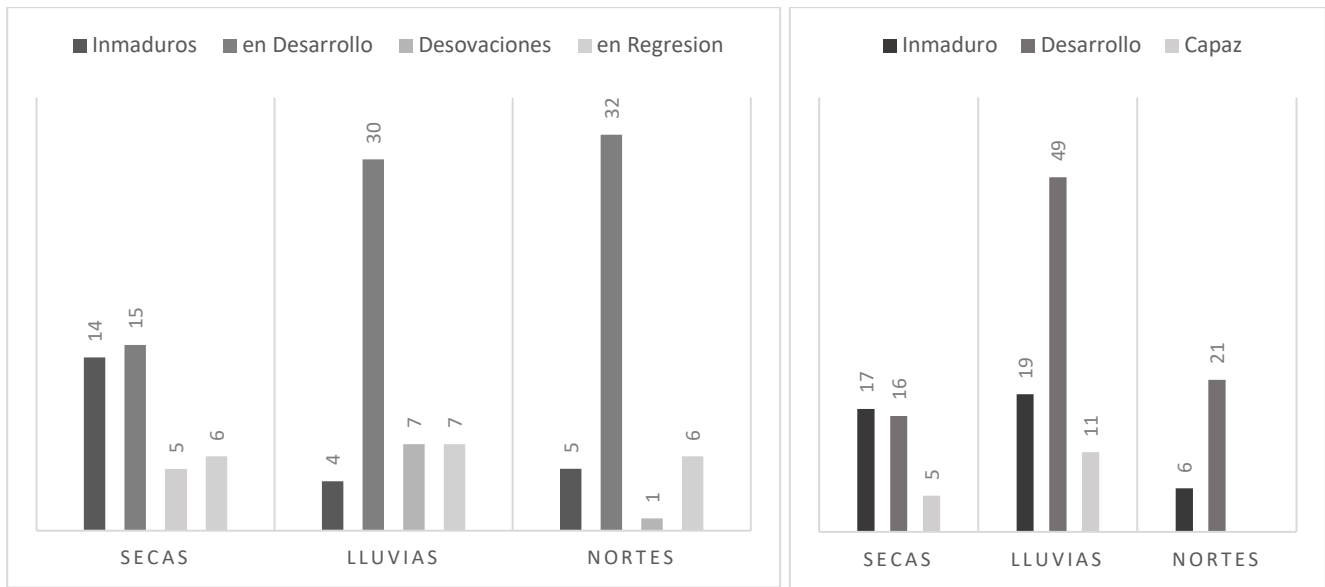


Figura 24. Grafica de frecuencias de las fases gonádicas en relación con la temporada. Izquierda hembras y Derecha machos.

También se vieron internamente relacionándolos con las temporadas que al igual solo nos refuerza que la temporada de reproducción es hacia la temporada de secas.

La estación 6 es la única que presenta las 3 temporadas y todas las fases gonádicas de machos y hembras. La estación 12 presenta secas y lluvias con todas las fases gonádicas de machos y hembras. La estación 27 solo lluvias y con todas las fases gonádicas de machos y hembras. La estación 18 solo lluvias, para machos las fases de inmaduros y desarrollo, para las hembras las fases de desarrollo y regresión. La estación 2 solo norte, para machos las fases de inmaduros y desarrollo, para las hembras las 4 fases de desarrollo gonádico.

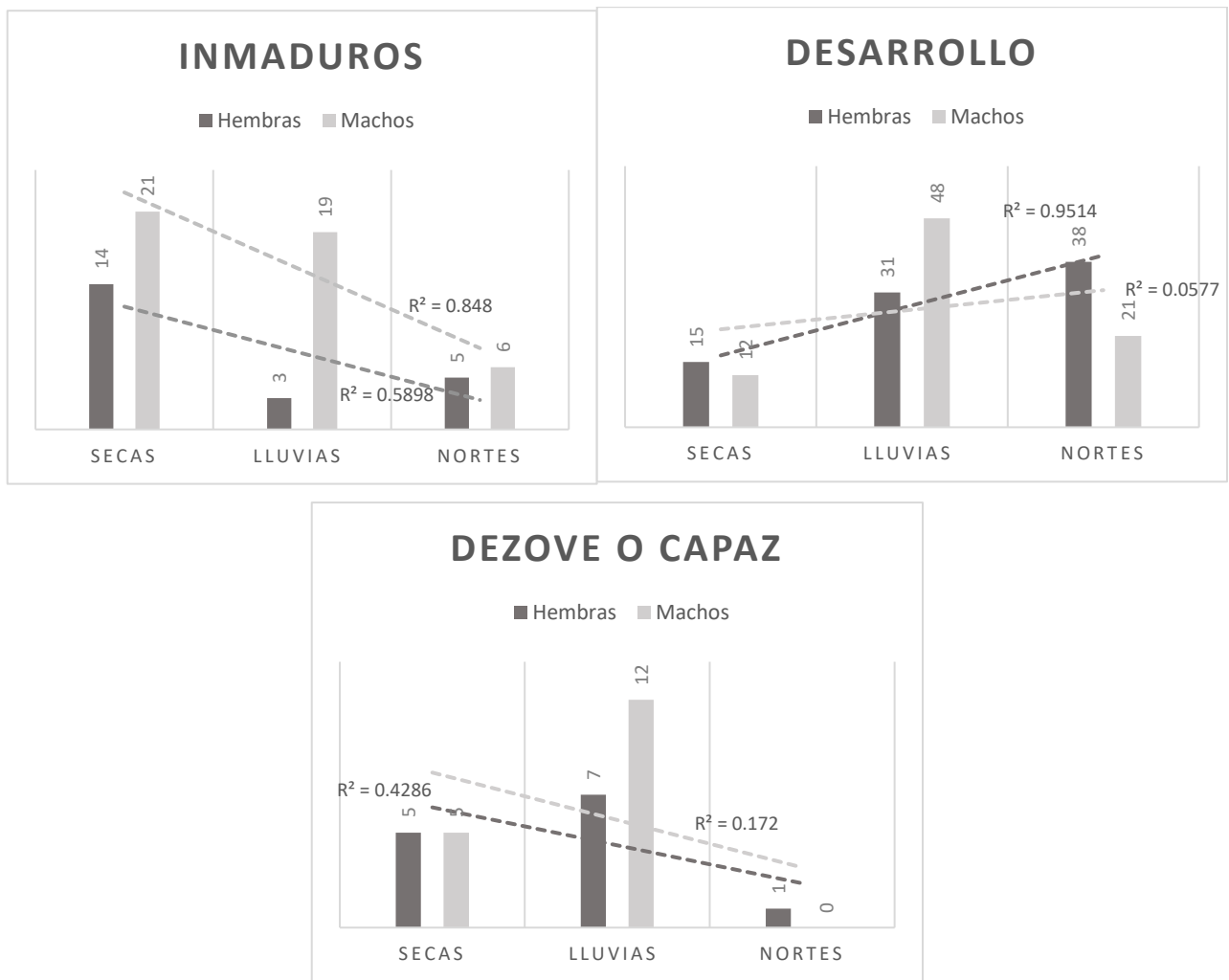


Figura 25. Graficas de relación de las fases de desarrollo gonádico para hembras y machos.

Se realizaron con coeficientes de relación para las fases gonádicas en machos y hembras relacionados a las temporadas; inmaduros decrecieron, desarrolló una línea creciente proporcional y en desove o capaz una línea paralela a la depresión.

En las gráficas indican hacia donde se mueven más los individuos por las numerosas cantidades de frecuencias obtenidas, estos patrones y la poca aparición de individuos en etapa reproductiva nos podría orientar a que la mayoría de los individuos en épocas de lluvia están madurando para las épocas de secas y poder desovar en mar abierto

En las fases de crecimiento en los ovocitos se caracterizaron 4 etapas o fases: crecimiento primario, alveolo cortical, vitelogenesis y maduración (Tab.6).


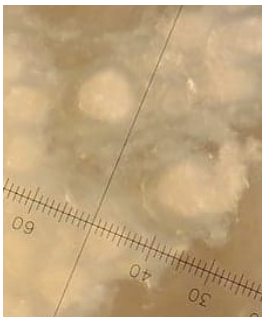
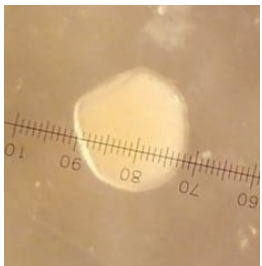
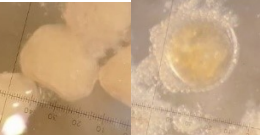
Fase	Descripción	Diámetro (μ)	
Crecimiento primario	Ovocitos muy pequeños con coloración transparente. El núcleo se encuentra al centro y el ovoplasma basófilo incrementan de poco a poco.	10 a 70	
Alveolo cortical	Ovocitos un poco más grandes con una coloración de transparente a blanco. Ovoplasma no tan intenso y contiene vesículas llamadas alveolos corticales que van aumentando de tamaño.	80 a 100	
Vitelogenesis	Ovocitos con mayor capacidad apariencia granulosa con una ración blanca. Incrementan de tamaño el ovoplasma al igual que los alveolos corticales.	150 a 280	
Maduración	Ovocitos bastante grandes coloración naranja. Forma de grano, ovoplasma totalmente lleno y los alveolos corticales parecen fusionarse.	300 a 350	

Tabla 7. Descripción de las fases de crecimiento en los ovocitos.

Los ovocitos fueron medidos y procesados en los programas de medición de estructuras para determinar el perímetro, área y diámetro de estos.

Sus medidas fueron por normalidad de los datos a través a la prueba de Shapiro donde estos datos con una $p < 0.05$ dándonos sin normalidad procedimos a realizar la prueba de Kruskal-Wallis para así tener una correcta relación de las variables teniendo una $p < 0.05$ que nos enseña que no hay diferencias estadísticas entre los grupos.

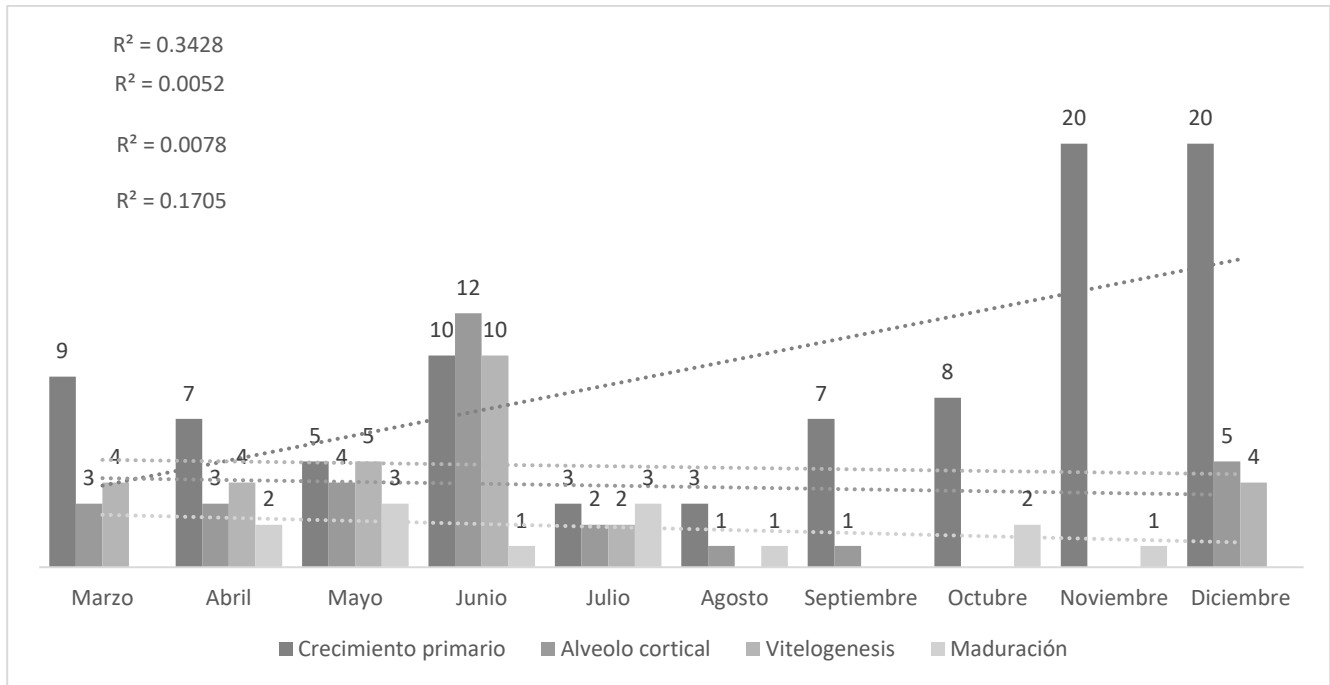


Figura 26. Histograma y coeficientes de las variables para las cuatro fases de los ovocitos.

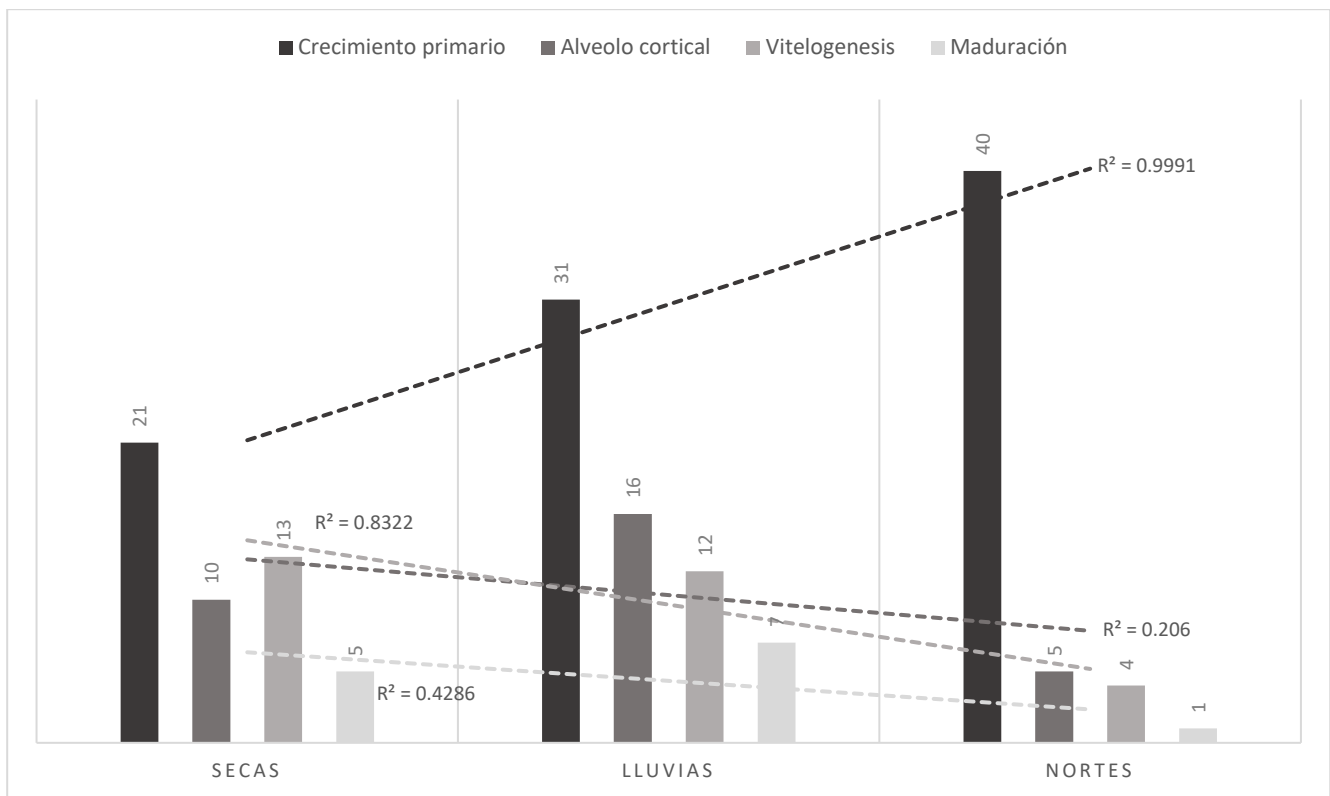


Figura 27. Grafica de las fases de crecimiento en los ovocitos respecto a las temporadas.

Lo que resulta de estas relaciones de fases a lo largo de los meses presentan casi el mismo patrón que las fases del ciclo de las gónadas, lo que nos da a entender en relación a las fases de desarrollo que ahí una línea de tendencia que los que estén en fase de desarrollo se encuentran con una más estrecha relación a que tengan crecimiento primario y alveolo cortical, las primeras etapas donde ellos empiezan a formar ovocitos pero no viables aun para la reproducción, por lo que no podemos establecer un periodo de reproducción al tener un número reducido o pocas incidencias del estadio de desoves o capaz, lo que se podría deducir es que el ciclo del desarrollo de la especie se lleva a cabo en la laguna con un gran número de individuos o tasa de desarrollo en etapas juveniles.

Discusión

La abundancia de la especie resultó muy variada a lo largo del año teniendo meses con mucha incidencia y otros con escasez, para la proporción de los sexos 1:1 del 100% el 52% fue de machos y 48% de hembras, en relación a los sitios muestreados en un principio se creía una distribución de los individuos más proporcional u homogénea, pero los resultados obtenidos nos demostró que ahí una línea de tendencia hacia algunos sitios que son más ideales, por lo que no en todos los sitios habrá la misma distribución de individuos debido a los recursos y las entradas o desembocaduras de la laguna, aunque también la especie tiene distintas variables que podrían jugar un papel importante para establecer las áreas de distribución hacia ciertas partes de la laguna como las características ecológicas del lugar, la alimentación y la temporada que se relaciona con el ciclo de reproducción al expulsar los ovocitos mar abierto.

La relación de longitud y peso en hembras y machos se realizó a nivel general donde por poco casi sería un crecimiento isométrico, puede deberse a que la especie es dioica, por otro lado, si se hubieran hecho por separado tal vez los resultados hubieran sido muy distintos ya que los machos tienden a ser más largos que robustos, esto nos daría a entender que sigue un crecimiento alométrico negativo y positivo a las hembras ya que tienden a ser más robustas, pero esta razón también estaría equivocada ya que para obtener las mediciones de longitud-peso debe de hacerse a nivel de especie y no por género. Se determinaron las tallas por especie, por cada mes y por sitios de muestreo, dándonos como resultados de líneas de frecuencias y tendencias de la especie que en otros estudios no se especificaban a fondo.

Ya sean tallas pequeñas o grandes, se nos demostró que las gónadas más grandes también pueden habitar en tallas pequeñas, lo que nos dice que a lo largo del año pueden tallas grandes o chicas estar en la misma etapa gonádica, aunque exteriormente pueden parecer lo contrario, lo que se encontró en la muestra fue que la mayor parte de los individuos se encontraban en la etapa de desarrollo debido a que todos los resultados que se arrojaban que las gónadas inmaduras ingresaban al inicio del año con buenos números pero a lo largo del año realizó una tendencia de decadencia al pasar los meses, caso casi igual para la etapa de desové o capaz, pero para la fase en desarrollo tenemos al inicio del año pocos y luego van creciendo a lo largo del año. También se nos podría sugerir que las pocas incidencias de los organismos en etapas reproductivas o desove podrían hacer un recorrido de salida de la laguna hacia mas abierto, hecho que ocurre en muchas especies.

Conclusión

Nuestro muestreo al proceder de una captura de hace muchos años nos ha demostrado que los datos obtenidos son valiosos al poder plantear la organización de las tallas de la especie en un cuerpo de agua que esta comunicada a áreas de transición humana.

La muestra obtenida de los 275 individuos nos ha demostrado que la especie posee una amplia distribución y que el incremento de peso/longitud reflejan comportamientos, interacciones, ciclos y desarrollos de la especie.

La riqueza del lugar nos ha demostrado que la especie tiende a tener mas abundancia hacia los meses de julio y noviembre, meses en los que la cantidad de machos y hembras son mayores y que presentan la temporada de lluvias y nortes, esto puede indicar que la especie utiliza el sistema lagunar como área de desarrollo para las actividades básicas.

También nos demostraron los resultados que las hembras suelen tener una línea cambiante para los sitios de muestreo y que los machos presentan una consistencia homogénea.

El sitio 6 fue aquel que cumple con la mayor parte de riqueza en la especie al tener más número de individuos y estar presente en las 3 temporadas.

Las tallas más grandes que se capturaron se encuentran en la época de lluvias y nortes, teniendo en cuenta que la talla máxima para la especie de acuerdo con la bibliografía es de 38.8 cm en la laguna términos de campeche y la talla más grande hallada para nosotros fue de 26.9, se pudo establecer el tipo de crecimiento alométrico utilizando la relación del peso-longitud para la especie. También gracias a las tallas se obtuvo la primera madurez en la especie, resultados que no se alejaron a los resultados obtenidos en otros artículos ya que nuestro intervalo era de 11.4 a 14.2, resultados que concuerdan con lo obtenidos de las gónadas ya que se identificaron las fases gonádicas, que en su mayoría eran organismos en fase en desarrollo, esto aumento el alcance del intervalo para identificar la primera madurez.

Las fases del desarrollo gonádico (Hembras; inmaduros, desarrollo, desove y regresión, Machos; inmaduros, desarrollo y capaz) fue importante para determinar que la especie a través de los meses y temporadas (secas, lluvias y nortes) identificar que la mayoría solo presentaban la fase en desarrollo y que no se puede identificar la temporada de reproducción por los escasos de individuos en desove o capaz, por lo que se puede inferir que debido a la

escases de ellos es debido a las descargas en mar abierto y una pequeña relación hacia el aumento de la regresión y los ovocitos nos esclareció que aunque tengamos muchos individuos en desarrollo no todos están desarrollados ya que los ovocitos se encuentran en las primeras fases del crecimiento y razón por la cual nos explicaría los datos para la primera madurez y también lo relacionamos al hecho de que no tengamos una buena muestra de organismos en desove o capaz.

Para finalizar podría decir que a pesar de que no fuera una muestra muy robusta es una muestra con buenos resultados y conocimiento para obtener patrones y dominancia de las que nos ayudan a inferir, determinar las variables y enfocarnos a como se puede desarrollar la especie ante distintos factores, tanto como poder continuar con su ciclo de vida.

Recomendación para trabajos futuros

Nuestro muestreo presento limitantes se pudo realizar una muestra estable para lo de un año, este estudio podría ser el precedente a futuros trabajos para generar un índice de la talla en la población se requieren también muchos más datos, se pueden establecer periodos cortos o largos para los muestreos y así identificar si la especie ha generado cambios, ya sea en su distribución por los sitios de muestreo, modificaciones ecológicas, de comportamiento, de alimentación, por modificaciones de su hábitad, por la competencia y depredación y sobre todo identificar si estos cambios han generado un cambio al modo de crecimiento respecto a las tallas.

Literatura Citada

Le Cren, C.D. (1951) The Length-Weight Relationship and Seasonal Cycle in Gonad Weight and Condition in Perch, *Perca fluviatilis*. *Journal of Animal Ecology*, 20, 201-219.

Nikolsky, G. V. (1963). *The Ecology of Fishes*. Academic Press Inc. London.

Cruz-Orozco R., F. Rey-Lou, A. Machado Navarro y V.M Cornejo. 1969. Resumen de las condiciones meteorológicas registradas en las estaciones de investigación marina "el carmen" durante el año 1979. *An. Inst. Geof.*, 25: 39-48.

Holden, M.J. and Raitt, D.F.S., Eds., (1975) *Manual de ciencia pesquera. parte 2. Métodos para investigar los recursos y su aplicación*. Doc Tec FAO Pesca, 115, 211.

Castro-Aguirre, J.L. 1978. Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. *Dir. Gral. Inst. Nal. Pesca, Ser. Cien. 19*. México, D.F. 298 p

Targett, T. 1978. Food resource partitioning by the pufferfishes *Sphoeroides spengleri* and *Sphoeroides testudineus* from Biscayne Bay. Florida. *Mar. Biol.* 49: 83-91.

Bravo-Núñez, E. & A. Yáñez-Arancibia. 1979. Ecología de la Boca de Puerto Real, Laguna de Términos I. Descripción del área y análisis estructural de las comunidades de peces. *An. Centro Cien. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón, México* 6: 125-182.

Amezcu-Linares, F. & A. Yáñez-Arancibia. 1980. Ecología de los sistemas fluvio-lagunares asociados a la Laguna de Términos. El hábitat y estructura de las comunidades de peces. *An Ins.Cien.I Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 7: 69-118.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, P. Sánchez-Gil, I. Vargas Maldonado, P. Chavance, H. Álvarez Guillen, F. Amezcu Linares, M.C. García-Abad, D. Flores Hernández, M. Álvarez Rubio, M. Tapia García, S. Díaz Ruiz, A. Aguirre-León & J.L. Rojas Galaviz. 1981. Las comunidades de peces y el hábitat de la Laguna de Términos y de la Sonda de Campeche, durante los cruceros de febrero de 1980 a abril de 1981: Comparación y caracterización de las interacciones Laguna-Sonda. Proyecto de Investigación: Análisis Comparativo de las Poblaciones de Peces de la Sonda de Campeche y de la Laguna de Términos antes y después del derrame Petrolero del Pozo IXTOC-12 (tercer informe) PCEES/UNAM/CCML (Ti). 466 p. 337 tablas, 74 figs.

Vargas-Maldonado, I., A. Yáñez-Arancibia & F. Amezcua-Linares. 1981. Ecología y estructura de las comunidades de peces en áreas de *Rhizophora mangle* y *Thalassia testudinum* de la Isla del Carmen, Laguna de Términos sur del Golfo de México. *An. Inst. Cien. Mar Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 8: 241-266.

Aguirre-León A., A. Yáñez-Arancibia & F. Amezcua-Linares. 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarras de la Laguna de Términos sur del Golfo de México, (Pisces: Gerreidae). *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nal. Autón. México* 9: 213-250.

Mallard-Colmenero, L., A. Yáñez-Arancibia & F. Amezcua-Linares. 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de los tetraodontidos de la Laguna de Términos, sur del Golfo de México. (Pisces: Tetraodontidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mex.* 9: 161-212.

Day, Jr., J. W. y A. Yáñez-Arancibia, 1982. Coastal lagoons and estuaries : Ecosystem approach , *Ciencia Interamericana (Mar. ScL)*, OEA Washington D, C" 22 (1 Y 2): 11-26,

Yáñez-Arancibia, A., P. Sánchez-Gil, M. Tapia García y Ma. De la C. García Abad. *Cahiers de Biologie Marine Ecology, community structure and evaluation of tropical demersal fishes in the Southern Gulf of México.* 1986. (El año de publicación es 1985). 137-163. 26.

Yáñez-Arancibia, A. & A.L. Lara-Domínguez. 1988. Ecology of three sea catfish (Ariidae) in a tropical coastal ecosystem, southern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 49: 215-230.

Yáñez-Arancibia A. & J.W. Day Jr. (eds.). 1988. *Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos.* Inst. Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. *Coast. Ecol. Inst. Louisiana State University. Ed. Universitaria.* México. 518 p.

Yáñez-Arancibia, A. & A. Aguirre-León. 1988. Pesquerías en la región de la Laguna de Términos. 431-452. In A. Yáñez-Arancibia & J.W. Day Jr. (eds.). *Ecología de los ecosistemas costeros en el sur del Golfo de México: La región de la Laguna de Términos.* Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM. *Coast. Ecol. Inst. LSU. Ed. Universitaria.* México.

Yáñez-Arancibia, A., A.L. Lara-Domínguez, J.L. Rojas-Galaviz, P. Sánchez-Gil, J.W. Day Jr. & C.J. Madden. 1988. Seasonal biomass and diversity of estuarine fishes coupled with tropical habitat heterogeneity (southern Gulf of Mexico). *J. Fish Biol.* 33: 191-200.

Lara-Domínguez, A.L., G.J. Villalobos-Zapata & E. Rivera-Arriaga. 1990. Catálogo bibliográfico de la región de la Sonda de Campeche. SEP – Univ. Autón. Campeche. Epomex Serie Científica 1. 161p.

Helfman, G.S., Collette, B.B., & Facey, D.E. (1997). The Diversity of Fishes.

Vega-Cendejas, M.E. 1998. Trama trófica de la comunidad neotónica asociada al ecosistema de manglar en el litoral norte de Yucatán. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, México.

Cecilia M. Holmlund y Monica Hammer , (1999), Servicios ecosistémicos generados por poblaciones de peces , Ecological Economics , 29 , (2), 253-268.

Froese R. & Pauly D. (2006). FishBase World Wide Web electronic publication. Disponible en www.fishbase.org.

Ramos–Miranda, J., D. Flores–Hernández, L. A. Ayala–Pérez, J. Rendón–Von Hosten, G. Villalobos–Zapata y A. Sosa–López. 2006. Atlas hidrológico e ictiológico de la laguna de Términos. Centro de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX)–Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, Campeche. 173 p.

Sánchez, R. (2007). Estrategia reproductiva de *Sphoeroides annulatus* (Jenyns, 1842) (Tetraodontidae) en la costa de Mazatlán, Sinaloa, México. México: Instituto Politécnico Nacional.

Chiaverini, A. 2008. Ecología trófica de *Sphoeroides testudineus* (Linnaeus 1758). *Sphoeroides greeleyi* (Gilbert 1900) Da Gamboa Do Perequê, Pontal Do Sul, Paraná, Brasil. Tesis de Maestría, Universidad Federal de Paraná, Paraná, Brasil.

Contreras, F., 2010. Ecosistemas costeros mexicanos una actualización, Universidad Autónoma Metropolitana, México D.F., 514p.

Palacios-Sánchez, S. et al. (2010). Cambios alimenticios en tres especies de *Sphoeroides* (Tetraodontiformes: Tetraodontidae) posterior al huracán Isidoro en Bocana de la Carbonera, Sureste del Golfo de México. Rev. Biol. Trop, (58), 1223-1235.

Froese, R. & D. Pauly, Eds. (2010). FishBase. World Wide Web electronic publication.

Nancy J. Brown-Peterson, David M. Wyanski, Fran Saborido-Rey, Beverly J. Macewicz y Susan K. Lowerre-Barbieri (2011) Terminología estandarizada para describir el desarrollo reproductivo en peces, pesquerías marinas y costeras, 3:1, 52-70,

F. Santini, L. Sorenson, M. Alfaro. (11-10-2013). A new phylogeny of tetraodontiform fishes (Tetraodontiformes, Acanthomorpha) based on 22 loci, Molecular Phylogenetics and Evolution. ScienceDirect, vol 69, páginas 177-187.

F. Santini, & M. Nguyen, & L. Sorenson, & T. Waltzek, & J. Lynch Alfaro, & J. Eastman, & M. Alfaro,. (2013). Do habitat shifts drive the diversity in teleost fishes? An example from the pufferfishes (Tetraodontidae). Journal of Evolutionary Biology.

Bonilla G. J. (2014). Distribución espacio-temporal y estructura trófica de peces costeros en relación a la dinámica ambiental en la laguna de la carbonera, península de Yucatán. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Davalos, T. (2018). Caracterización de un Sistema Lagunar como Hábitat de Crianza para la Ictiofauna en la Zona Norte del Caribe Mexicano. México: CICY

Geoportal del sistema nacional de información sobre la biodiversidad. (2022). Portal de Geo información. 2022, de SNIB Sitio web: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.

Anexos

Marzo



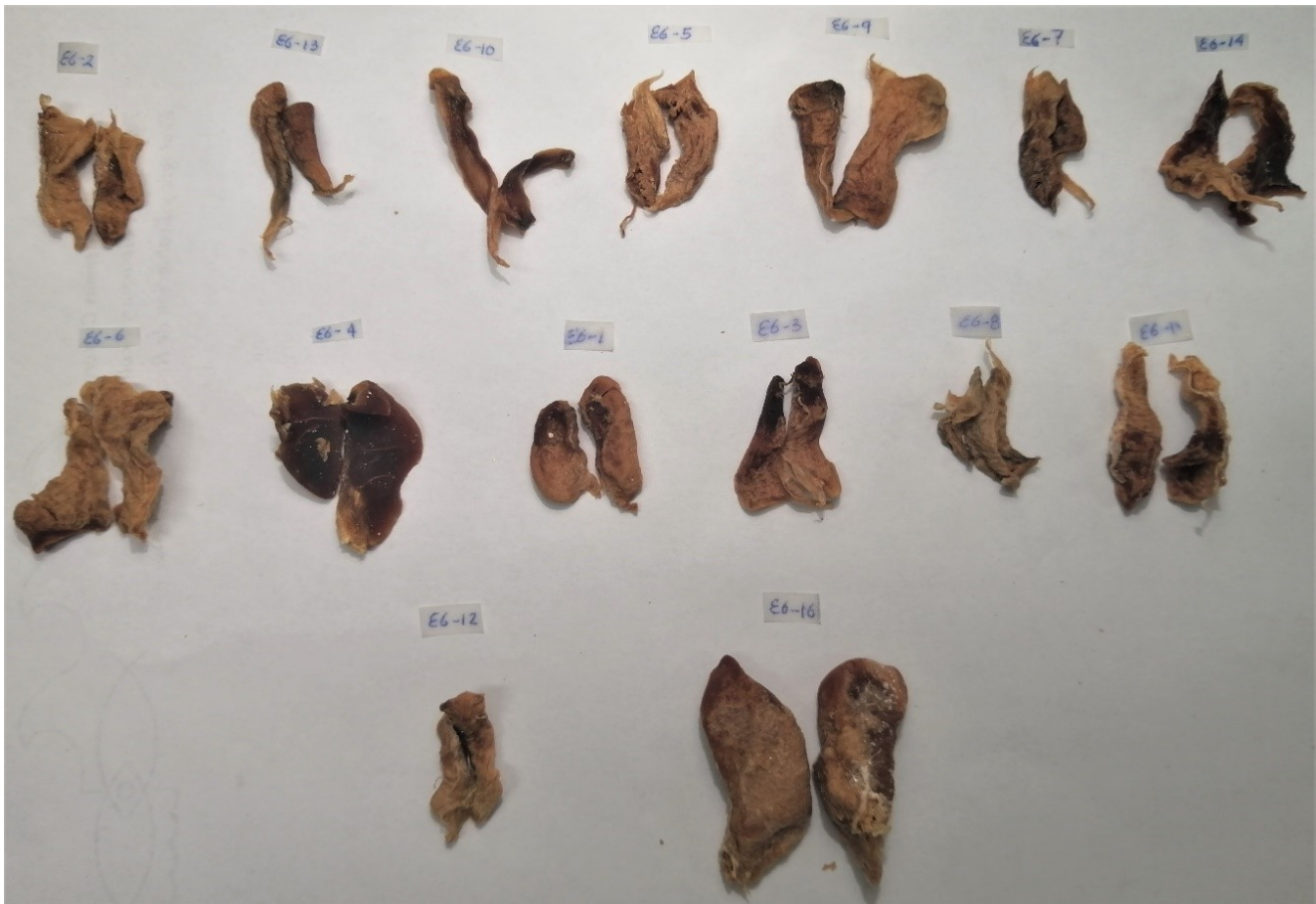
Abril



Mayo



Junio



Julio



Agosto



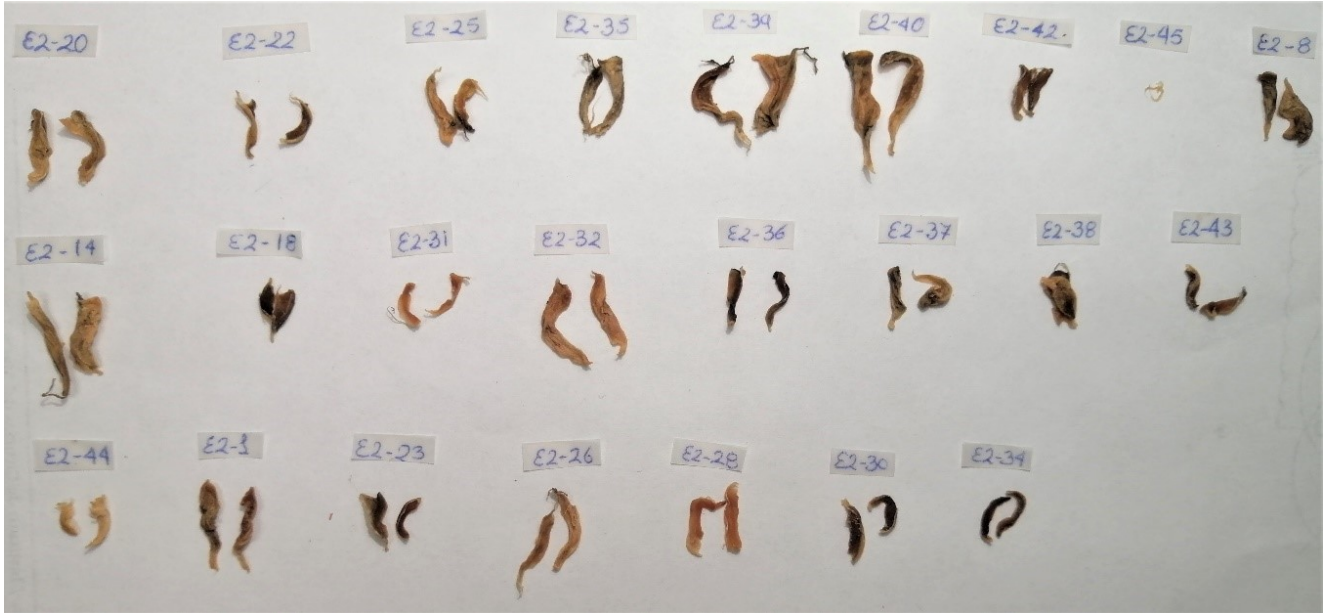
Septiembre



Octubre



Noviembre



Diciembre

