

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



ACLIMATACIÓN DE PECES JUVENILES DE PARGO LUNAREJO *Lutjanus guttatus* A CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN LA ESTACIÓN DE MARICULTURA LOS CÓBANOS, DEPARTAMENTO DE SONSONATE, EL SALVADOR, DURANTE LOS MESES DE ENERO A JUNIO DEL AÑO 2016.

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:
SAMAYOA ZEPEDA, CINDY MASSIELLE

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA

DOCENTE DIRECTOR:
Lic. CARLOS MAURICIO LINARES HERNANDEZ

DIRECTOR EXTERNO:
MSc. JAIME JAVIER ESPINOZA NAVARRETE

OCTUBRE, 2016

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



ACLIMATACIÓN DE PECES JUVENILES DE PARGO LUNAREJO *Lutjanus guttatus* A CONDICIONES DE CAUTIVERIO EN LA ESTACIÓN DE MARICULTURA LOS CÓBANOS, DEPARTAMENTO DE SONSONATE, EL SALVADOR, DURANTE LOS MESES DE ENERO A JUNIO DEL AÑO 2016.

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:
SAMAYOA ZEPEDA, CINDY MASSIELLE

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA

COORDINADOR GENERAL DE PROCESO DE GRADO:
Msc. RICARDO FIGUEROA CERNA

DOCENTES DIRECTORES:

LIC. CARLOS MAURICIO LINARES HERNANDEZ F: _____

Msc. JAIME JAVIER ESPINOZA NAVARRETE F: _____

OCTUBRE, 2016

SANTA ANA

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

AUTORIDADES CENTRALES

LICDO. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN

RECTOR INTERINO

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

VICE-RECTOR ACADÉMICO INTERINO

ING. CARLOS ARMANDO VILLALTA

VICE-RECTOR ADMINISTRATIVO INTERINO

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

SECRETARIA GENERAL

Mdh. CLAUDIA MARIA MELGAR DE ZAMBRANA

DEFENSORA DE LOS DERECHOS UNIVERSITARIOS

LICDA. NORA BEATRIZ MELÉNDEZ

FISCAL GENERAL INTERINA

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA DE OCCIDENTE

AUTORIDADES

ING. JORGE WILLIAM ORTIZ SÁNCHEZ

DECANO INTERINO

LICDO. JAIME ERNESTO SERMEÑO DE LA PEÑA

VICE-DECANO INTERINO

LICDO. DAVID ALFONSO MATA ALDANA

SECRETARIO INTERINO DE LA FACULTAD

LICDO. CARLOS MAURICIO LINARES HERNANDEZ

JEFE INTERINO DEL DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura (CENDEPESCA) por el apoyo brindado para la realización de esta investigación.

A la División de Investigaciones Pesqueras y Acuícolas, especialmente a Msc. Jaime Ezpinoza, Msc. Jasmin Cardenas y Msc. Numa Hernández por brindarme su ayuda incondicional, por su esfuerzo y dedicación durante la fase de campo.

A los trabajadores de la Estación de Maricultura Los Cóbano por su amabilidad, colaboración y por hacer posible mi estancia en las instalaciones.

A la Misión Técnica de Taiwán por su cooperación, por compartir valiosos conocimientos y por impulsar la investigación del *Lutjanus guttatus* en El Salvador.

A Msc. Jaime Espinoza por la oportunidad de trabajar a su lado, por transferirme su valiosa experiencia, por su orientación y sus múltiples consejos; especialmente por contribuir en la elaboración del documento como director externo.

A Lic. Carlos Linares por su importante papel como docente director, complementando con sus observaciones la realización del presente documento.

Al jurado calificador Msc. Delfina Ábrego y Lic. Max Carranza, por haber participado durante el proceso y contribuir con sus indicaciones para mejorar la calidad del documento.

DEDICATORIA

A Dios, el cual siempre ha sido bueno.

A mis padres María de los Ángeles Zepeda y Oscar Armando Samayoa, por permitirme la oportunidad de realizar mis estudios y culminar la carrera; por su gran apoyo y amor incondicional.

A mis hermanas Wendy y Tatiana, por compartir tantos bellos momentos, por estar siempre en las buenas y en las malas a mi lado.

A esa personita especial que alegra mis días, la cual me ha apoyado siempre, me ha regalado su amor y su compañía; a ese ser maravilloso el cual me inspira y me motiva a ser una mejor persona.

A la mejor amiga de la vida Blanca Ramírez alias gemm, por ser tan buena conmigo, por siempre regalarme una sonrisa y por ser un ejemplo de superación.

A todos mis amigos y amigas, que son una pieza fundamental en mi vida, a los cuales les agradezco tan hermosa amistad.

A mis abuelos y abuelas, por ser unas personas magnificas, por sus valiosas enseñanzas y por siempre darme el buen ejemplo.

A mis tías y primas, por ser unas mujeres luchadoras, alegres y de buen corazón.

A la memoria de mi abuelito Salvador, mi abuelita Rosa y mi primo Johnny.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS	X
LISTA DE FIGURAS	XI
RESUMEN.....	XII
1. INTRODUCCIÓN	13
2. REVISION DE LITERATURA.....	14
2.1 Generalidades de la especie	14
2.1.2 Taxonomía.....	14
2.1.3 Caracteres distintivos	15
2.1.4 Distribución geográfica.....	15
2.1.5 Hábitat y biología.....	16
2.1.6 Alimentación	17
2.1.7 Biología reproductiva.....	18
2.1.8 Cultivo.....	19
2.1.9 Pesca y utilización.....	22
2.2 Aclimatación	22
2.3 Crecimiento	23
2.4 Crecimiento en cautiverio	23
2.5 Antecedentes en El Salvador de <i>Lutjanus guttatus</i>	25
3. METODOLOGÍA	27
3.1 Tipo de investigación	27
3.2 Descripción del área de estudio.....	27
3.3 Universo, población y muestra.....	28
3.4 Instrumentos y técnicas de la investigación	28
3.4.1 Estanques	28

3.4.2 Captura de organismos.....	29
3.4.3 Siembra	29
3.4.4 Alimento.....	30
3.4.5 Medición de Parámetros Físico-Químicos	31
3.4.6 Mantenimiento de los estanques	31
3.4.7 Muestras	32
3.5 Recolección de datos.....	33
3.6 Análisis de los datos.....	34
4. RESULTADOS.....	37
4.1 Aclimatación	37
4.2 Desplazamiento	38
4.3 Tipo de Alimentación.....	38
4.4 Agresividad	38
4.5 Canibalismo	39
4.6 Patologías	39
4.7 Coloración	40
4.8 Parámetros Físico-Químicos del agua.....	40
4.9 Tasa de conversión alimenticia	42
4.10 Crecimiento	43
4.11 Factor de condición	46
4.12 Supervivencia.....	47
5. DISCUSIÓN	49
5.1 Aclimatación del pargo lunarejo a condiciones de cautiverio	49
5.2 Parámetros Físico-Químicos del agua.....	51
5.3 Crecimiento	51

5.4 Factor de condición.....	54
5.5 Supervivencia.....	54
6. CONCLUSIONES	55
7. RECOMENDACIONES.....	56
LITERATURA CITADA.....	57
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Ingredientes para producir 10 libras de alimento artesanal.
- Tabla 2. Análisis bromatológico del concentrado artesanal utilizado para alimentar a la especie *Lutjanus guttatus*.
- Tabla 3. Guía de observación I para comportamiento de *L. guttatus*.
- Tabla 4. Guía de medición II para parámetros físico-químicos y mortalidad de *L. guttatus*.
- Tabla 5. Guía de medición III para alimentación de *L. guttatus*.
- Tabla 6. Guía de medición IV para variables morfométricas de *L. guttatus*.
- Tabla 7. Variables promedio mensuales de la especie *Lutjanus guttatus* observadas durante el proceso de aclimatación.
- Tabla 8. Valores promedio de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, del agua dentro de los estanques, durante la aclimatación de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* para el estanque 8.
- Tabla 9. Valores promedio de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, del agua dentro de los estanques, durante la aclimatación de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* para el estanque 9.
- Tabla 10. Valores promedio de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, del agua dentro de los estanques, durante la aclimatación de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* para el estanque 10.
- Tabla 11. Rango promedio de las variaciones de Temperatura, Oxígeno disuelto y salinidad en los 3 estanques de concreto.
- Tabla 12. Alimento en gramos proporcionado mensualmente al *Lutjanus guttatus* durante la fase de campo de la investigación en los 3 estanques.
- Tabla 13. Parámetros de crecimiento en estanques de concreto de *Lutjanus guttatus*.
- Tabla 14. Porcentaje de supervivencia del *Lutjanus guttatus* durante la línea de tiempo de la fase de campo para cada muestreo.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Morfología del pargo lunarejo *L. guttatus*.
- Figura 2. Distribución mundial del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*.
- Figura 3. Mediciones patrón para evaluar el crecimiento de un pez.
- Figura 4. Curva de crecimiento exponencial de *L. guttatus* para el estanque 8.
- Figura 5. Relación peso-talla total promedio de *L. guttatus* para el estanque 8.
- Figura 6. Curva de crecimiento exponencial de *L. guttatus* para el estanque 9.
- Figura 7. Relación peso-talla total promedio de *L. guttatus* para el estanque 9.
- Figura 8. Curva de crecimiento exponencial de *L. guttatus* para el estanque 10.
- Figura 9. Relación peso-talla total promedio de *L. guttatus* para el estanque 10.
- Figura 10. Factor de condición de la especie *Lutjanus guttatus*.

RESUMEN

La presente investigación se basó en la Aclimatación de peces juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* a condiciones de cautiverio en la Estación de Maricultura Los Cóbanos, en el Departamento de Sonsonate, El Salvador.

Se capturaron en mar abierto una importante cantidad de pargos lunarejos, de los cuales se escogieron 150 juveniles para evaluar el proceso de su aclimatación a condiciones de cautiverio en 3 estanques de concreto con un área cada uno de 20 m², una profundidad de 1.40 metros y con una capacidad de 1,000 litros de agua.

Los estanques se encuentran ubicados en el área "B" de la estación Los Cóbanos y con una numeración asignada consecutivamente del 8 al 10. En cada uno de ellos, se sembraron 50 individuos, lo que equivale a una densidad poblacional de 2.5 peces por m². La fase de campo se llevó a cabo durante 145 días, desde el 28 de Enero hasta el 20 de Junio del año 2016.

El alimento proporcionado fue un concentrado artesanal, elaborado para esta investigación con un contenido de 45% de proteína. Durante el proceso de aclimatación se efectuaron 5 biometrías, tomando en cada medición, al azar, un 20% de la población de los 3 estanques; medición, que también se realizó con todos los individuos al inicio y al final del estudio.

De acuerdo a los resultados, se obtuvo un incremento en peso lento pero constante, a diferencia del aumento en talla, que fue mínimo en comparación con el reportado para el peso. Esto indica que el *Lutjanus guttatus* tiene potencial para adaptarse a condiciones de cautiverio, por lo que se sugiere realizar más investigaciones.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio, es un aporte inicial para la Acuicultura de El Salvador, en lo que respecta a la aclimatación de especies comerciales de peces marinos a condiciones de cautiverio. Este tipo de investigación a futuro, podría servir para la preservación de las mismas, lo que significaría para el Centro de Desarrollo de la Pesca y Acuicultura poder contar con nuevas alternativas en la dieta de la población salvadoreña.

En la investigación, se evaluó la aclimatación del pez marino *Lutjanus guttatus* a condiciones de cautiverio, a partir de la observación del consumo de alimento, canibalismo, agresividad, patologías y coloración, también a través de la medición de las variables morfométricas de los especímenes. Se determinó además, el porcentaje de sobrevivencia y el factor de condición de la especie.

A la vez, se obtuvieron y analizaron las variaciones de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad en los estanques en los que se llevó a cabo este estudio.

La investigación se llevó a cabo en dos fases: la primera consistió en la extracción de los individuos de su medio natural, para luego ser trasladados a la Estación de Maricultura los Cóbano, ubicada en el municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, El Salvador.

La segunda fase se desarrolló en estanques de concreto (estanques 8, 9 y 10) ubicados en el área "B" de la estación. Esta fase se llevó a cabo durante 145 días desde el 28 de Enero hasta el 20 de Junio del año 2016.

El estudio se inició con 150 individuos y sobrevivieron 62, que equivale a un 40% de sobrevivencia en los 3 estanques. El peso inicial promedio fue de 27.87 gr y el final de 49.11 gr. La talla total inicial promedio fue de 12.77 cm y la final de 14.77 cm.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la especie

2.1.2 Taxonomía

Moreno en 1995 reporto la siguiente clasificación:

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Superclase: Piscis

Clase: Teleostomi

División: Teleostei

Orden: Perciformes

Familia: Lutjanidae

Género: Lutjanus

Especie: *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869)



Fuente: FAO, 1995.

Figura 1. Morfología del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*.

Diferentes autores, señalan para la especie los nombres comunes: pargo lunarejo, pargo mancha, pargo manchado, pargo flamenco, pargueta, Spotted rose snapper (Inglés).

2.1.3 Caracteres distintivos

La FAO en 1995 describe al pargo lunarejo con las siguientes características:

Preopérculo con escotadura y tubérculo poco acentuados. Aleta dorsal con X espinas y 12 o 13 radios blandos; aleta anal con III espinas y 8 radios blandos; perfil posterior de aletas dorsal y anal redondeado; aletas pectorales con 17 radios; aleta caudal truncada o levemente emarginada. Color: cabeza con manchas y líneas discontinuas azuladas, especialmente en la mejilla; flancos carmín claro, a menudo con reflejos plateados, e hileras de manchas azuladas; una gran mancha negra en el dorso bajo las espinas posteriores de la aleta dorsal; aletas a veces rojas, excepto la anal y las pélvicas que son doradas; borde posterior de la caudal ocasionalmente oscuro.

La mancha oscura en el dorso, comienza a hacerse más difusa en los adultos, y puede desaparecer u oscurecerse rápidamente dependiendo del comportamiento del pez (Thomson, Findley, & Kerstich, 1987).

2.1.4 Distribución geográfica

La familia Lutjanidae es grande, consiste de 17 géneros y 103 especies encontradas en las regiones cálidas de los océanos del mundo; tiene distribución circumtropical que coincide estrechamente con la de los arrecifes coralinos. Es aceptada la hipótesis de que el origen de los pargos tuvo lugar en la región del Indo-Pacífico, donde se encuentran la mayor cantidad de géneros, diversidad de especies y endémicos (Druzhinin, 1970).

El pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* se distribuye desde las zonas costeras de la parte central y baja del Golfo de California hasta las costas de Perú (Allen, 1985) principalmente sobre fondos arrecifales, rocosos o coralinos (Moreno, 1995).

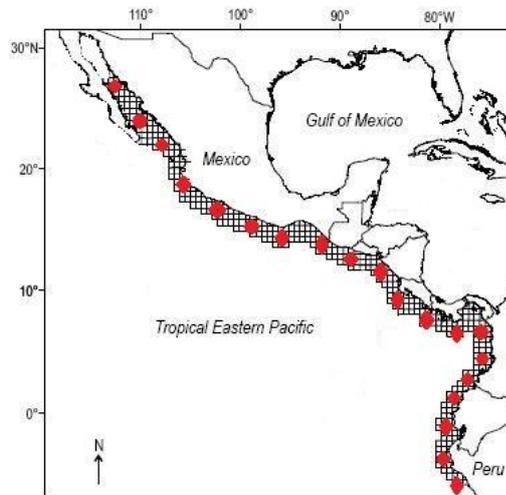


Figura 2. Distribución mundial del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*.

2.1.5 Hábitat y biología

La mayoría de los organismos suelen mostrar distribuciones especiales predecibles de acuerdo a las características propias que poseen (Sebens, 1990).

Para los peces marinos habitantes de arrecifes y comunidades coralinas este hecho resulta particularmente cierto. La estructuración del hábitat juega un rol muy importante en las comunidades ecológicas, sin embargo su papel ha sido poco reportado en la literatura debido a la dificultad de separar la influencia del sustrato con otras características propias del ambiente, como el reclutamiento, la disponibilidad de alimentos o condiciones propias del agua (McCoy & Bell, 1991).

El pargo mancha es una especie demersal, carnívora que se alimenta de invertebrados y peces; vive especialmente en mares tropicales, se encuentra frecuentemente a profundidades de 4.6 a 12 metros, no siendo común a profundidades mayores de 30 metros, está presente principalmente en fondos rocosos, aunque pueden encontrarse en zonas arenosas. Generalmente solitario o en pequeños grupos, pero ocasionalmente forma grandes cardúmenes (FAO, 1995).

Durante la fase juvenil pueden vivir en estuarios salobres pudiendo incluso penetrar hasta la boca de los ríos. La vida máxima de los lutjánidos se estima entre 4 a 20 años, basada en estudios de crecimiento de estructuras óseas como otolitos y vértebras. En general las especies más grandes tienen expectativas mayores de vida, tal vez en el ámbito de 15 a 21 años (Sornoza, 2011).

2.1.6 Alimentación

Lutjanus guttatus es de hábitos carnívoros. Es un predador nocturno que se refugia en cuevas y grietas durante el día, aunque en ocasiones sale a incursionar durante las horas del día. En la noche se alimenta de crustáceos y cardúmenes de peces juveniles. A menudo la especie ha sido caracterizada como carnívora oportunista (Herrera, 1994).

En El Salvador se realizó un trabajo de investigación por Rojas, Maravilla y Chicas en 2004 para determinar los hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus*:

A partir del contenido estomacal de 175 ejemplares (9.8 y 58.0 cm de longitud total), recolectados entre enero y diciembre del año 2000 en Los Cóbano y Puerto La Libertad. La biomasa total fue de 260.5g.

Los crustáceos, representados por seis familias, constituyeron el 50.4% de la biomasa total. Numéricamente, la especie que más consumió el pargo mancha fue *Portunus asper*. Especímenes menores de 16 cm consumen preferentemente crustáceos.

Después de los 24 cm y hasta los 44 cm el espectro alimenticio se ve diversificado con la inclusión de peces y moluscos. El 59.5% de los estómagos contenían restos (escamas, exoesqueletos y rostros de camarones) con una biomasa de 47.8 g.

Concluyendo que *L. guttatus* presenta un amplio espectro alimenticio, con preferencia hacia el consumo de crustáceos (6 familias, 11 especies), en menor grado de peces (2 familias, 2 géneros y 2 especies) y ocasionalmente de moluscos (Cefalopoda y Bivalvia).

2.1.7 Biología reproductiva

Según la investigación de Baldetti en 1999:

Son aparentemente gonorísticos. Su madurez sexual ocurre al tener de 40 a 50% de su longitud máxima. Son altamente fecundos, con hembras grandes produciendo de 5 a 7 millones de huevos.

El sexo permanece a través de la vida de los lutjánidos; técnicas histológicas para examinar gónadas y análisis de radios sexuales sugieren que no hay evidencia de hermafroditismo. El dimorfismo sexual es aparentemente raro entre los lutjánidos.

Los lutjánidos como muchos otros peces de arrecife, han desarrollado un número de mecanismos reproductivos que ayudan a asegurar la sobrevivencia temporalmente constante, pero irregular en el hábitat donde la depredación es una fuerza estructural importante.

En el trabajo realizado por Ocampo en 1990 sobre el crecimiento y ciclo sexual del *Lutjanus guttatus* en el Pacífico colombiano, se hacen las siguientes anotaciones sobre su biología reproductiva:

Los pargos lunarejos son organismos dioicos que presentan poco o ningún dimorfismo sexual. No se observó maduración gonadal en la zona estuarina en individuos menores a 22 cm de longitud estándar. Mar afuera se halló ejemplares con tallas superiores madurando y en fase desovante. Esto sugiere que el pargo lunarejo, al igual que otras especies de pargos, requiere para su reproducción, temperaturas y

salinidades superiores a las encontradas en los estuarios durante gran parte del año.

Se cree que cuando el *Lutjanus guttatus* alcanza tallas entre 20 y 24 cm de longitud estándar (tallas poco frecuentes en zonas estuarinas) inicia una migración mar afuera para su reproducción, la cual posiblemente comienza en el mes de julio. El desove se extiende durante los meses de septiembre a noviembre y se puede catalogar como sincrónico, lo cual sugiere una sola época de desove en el año que podría coincidir con picos de fuerte pluviosidad.

Con respecto a la fecundidad los pocos análisis efectuados muestran una especie de gran fecundidad con una estrategia típica “r” (gran cantidad de gametos sin cuidado parental).

También se tiene referencia sobre la reproducción de *Lutjanus guttatus* en cautiverio en algunos trabajos realizados en el Pacífico mexicano (Muhlia, Guerrero, Rodríguez, Arrizu & Gutiérrez, 1996). En Panamá (Cano, 1997) y en el Pacífico colombiano (Gamboa & Valverde, 2005) donde se ha logrado la reproducción de esta especie hasta la obtención de alevines.

2.1.8 Cultivo

Lutjanus guttatus es una especie con alto potencial para diversificar la maricultura en los países con litoral del Pacífico donde se encuentra naturalmente. Es un pez de carne blanca, muy atractivo al consumidor por su coloración rojo intensa. A partir de la década pasada se iniciaron los primeros estudios para lograr su reproducción en cautiverio y la producción masiva de juveniles que puedan sustentar el cultivo completo (Domínguez & Domínguez, s. f.).

Ya que es una especie de pargo que habita aguas someras y varios ambientes, incluidos las zonas estuarinas, su mantenimiento en cautiverio supone menores dificultades que el de las especies de pargos de aguas más profundas, por lo tanto es una alternativa viable para el cultivo en jaulas y estanques (Mosquera, 1999).

A nivel mundial, el cultivo experimental de diferentes especies de pargos (Familia Lutjanidae) se realiza con relativo éxito en Asia y en algunos países americanos, como Estados Unidos (Thouard, Soletchnik & Marion, 1989), Cuba y Venezuela (Colura, Henderson & Macrososki, 1991), siendo una realidad comercial en Singapur, Filipinas y Tailandia, donde se cultivan en jaulas y estanques el pargo manglero *Lutjanus argentimaculatus* y el pargo dorado *Lutjanus johni* con excelentes resultados (Garret, 1994).

Se reporta que estas especies crecen bien a densidades de 100-200 ind/m³ y que se reproducen en cautiverio, ya sea espontáneamente o por medio de hormonas (Emata, Eullaran & Bagarinao, 1994). La cría larvaria de estas especies se ha realizado en forma exitosa utilizando rotíferos y copépodos como primer alimento, produciendo miles de juveniles para su engorde en la actividad comercial (Duray, Alpasan & Estudillo, 1996).

Algunos ejemplos de cultivos exitosos y con historial de reproducciones inducidas en Latinoamérica son:

En Costa Rica uno de los cultivos más sobresalientes es la granja de cultivo de *Lutjanus guttatus* en el Golfo de Nicoya, la granja marina se diseñó con un objetivo mixto de producción y turismo rural, con un efecto positivo directo en el medio ambiente al disminuir el esfuerzo pesquero, y social al cambiar a los pescadores su actividad hacia un cultivo y manejo de un proyecto sostenible. Los resultados en laboratorio muestran un claro potencial y factibilidad para que el pargo pueda desarrollarse en cultivos comerciales (Herrera, Guzmán, Calero, Fajardo & Montealegre, 2009).

En México para el año 2014 debido a su importancia se inició su cultivo en jaulas flotantes usando juveniles silvestres. Se comprobó que los reproductores maduran y se reproducen en cautiverio por inducción hormonal y dándoles las condiciones medioambientales para tal efecto. La tasa de fertilización es alta cuando se dan las condiciones adecuadas; así como el porcentaje de eclosión. Uno de los grandes logros hasta la fecha ha sido elevar la supervivencia de las larvas al final del cultivo (45 días) de 1,5 a 12.0% a escala piloto; por lo que será factible producir, en un futuro cercano, de manera confiable y continua, juveniles de pargo flamenco en laboratorio para realizar su engorda en jaulas y detonar el crecimiento de esta industria en Latinoamérica (Parra, Ibarra, Rodríguez, Blanco & Casto, 2015).

En Ecuador, fue la cooperativa CINCO S.A. (San Pablo) quien ha hecho los primeros intentos con esta especie, logrando capturar y acondicionar reproductores de *Lutjanus guttatus*, realizando muestreos periódicos del estado de desarrollo gonadal y finalmente induciendo a desove mediante el uso de hormonas. Entre las desventajas de esta especie está su tasa de crecimiento, reportado como lento para otras especies de lutjánidos, por lo que es necesario revisar muchos documentos científicos sobre el cultivo para poder determinar cuál de las especies según la distribución geográfica es la que mejor tasa de crecimiento presenta (Domínguez & Domínguez, s. f.).

La literatura descriptiva sobre el cultivo, biología, reproducción, es escasa, aunque en tiempos actuales ya hay algunos estudios hechos en otros países con esta especie, en El Salvador no se cuenta con registro alguno de experimentos realizados con *Lutjanus guttatus*.

2.1.9 Pesca y utilización

Se captura con redes de arrastre, varios tipos de redes artesanales y líneas de mano, principalmente en áreas costeras, hasta unos 40 m de profundidad. Se comercializa en fresco y congelado (FAO, 1995).

2.2 Aclimatación

La adaptación fisiológica se refiere a un ajuste funcional, el cual favorece la actividad biológica normal en un ambiente alterado o estresado (Hochachka, s.f).

El estudio de Prosser en 1978 menciona lo siguiente:

Hay numerosos casos de adaptaciones fisiológicas que ocurren dentro del tiempo de vida de un individuo y que normalmente requiere de horas o meses para ser completado, estos procesos son denominados como ambientación o aclimatación cuando se trata de un cambio fisiológico, bioquímico o anatómico de un organismo expuesto a una nueva condición ambiental, la cual es causada por una alteración en su entorno natural. Durante la aclimatación se observa el mismo proceso pero los cambios son inducidos experimentalmente, ya sea en condiciones de laboratorio o de campo.

Los principios de la teoría evolucionista subyacen en la fisiología, y es la razón por lo cual las características estructural y funcional de un organismo frecuentemente parecen estar especialmente diseñadas para aumentar la oportunidad de éxito en un hábitat particular, estas características son llamadas adaptaciones ambientales (Hill, 1976).

Han sido estudiadas a todos los niveles de la organización biológica. El ambiente es una suma que incluye factores bióticos y abióticos actuando constantemente donde los organismos son una parte de esta compleja fluctuación dinámica (Randall, Burggren & French, 1998).

2.3 Crecimiento

El crecimiento es una de las actividades más complejas de los peces. Este representa la salida neta de una serie de procesos fisiológicos y de comportamiento que inician con el consumo de alimento y finalizan con incrementos en longitud y peso (Brett, 1979).

El máximo crecimiento en términos de incremento en peso y talla está determinado por la nutrición y un régimen óptimo nutricional. La alimentación con dietas bien balanceadas y su adecuado suministro son los factores más importantes para el éxito del cultivo de peces. Sin el consumo de alimentos adecuados los peces no tienen la capacidad de mantener su salud y de incrementar su peso corporal (Watanabe, 1988) cit. por (Silva, 2004).

2.4 Crecimiento en cautiverio

Algunas especies de pargos han sido objeto de investigaciones para la medición de su crecimiento en cautiverio por ejemplo:

En el centro de investigación de alimentación y desarrollo, unidad Mazatlán Sinaloa, México. Se experimentó con el efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos en la dieta sobre el crecimiento de juveniles de *Lutjanus guttatus* (peso promedio = $2,2 \pm 0,1$ g) durante 8 semanas. Se formularon 9 dietas semipuras, con tres niveles de proteína (40, 45 y 50%) y cada una con 3 niveles de lípidos (9, 12 y 15%), como resultado se reportó un incremento en peso (IP) final entre 15.6 hasta 22.8 y una supervivencia superior al 85 % (De la Parra et al., 2010).

En el centro interdisciplinario de ciencias marinas de Ensenada La Paz se ha experimentado con *Lutjanus argentiventris* en el golfo de california donde se llevó a cabo su engorda dentro de jaulas en un estanque intermareal durante un periodo de 125 días, dando como resultado el análisis de crecimiento del pargo amarillo en condiciones de cautiverio, finalizando

con un incremento de 2.13 a 3.29 mm/semana, una ganancia en peso de 2.11 a 3.79 g/semana y una supervivencia superior al 50 % (Guerrero, 1997).

En la estación de Biología Marina Universidad Nacional Puntarenas, Costa Rica se trabajó con el crecimiento de juveniles de *Lutjanus guttatus* con peso inicial de 42 gramos se alimentaron con concentrado granulado, evaluando la dependencia de la ración alimenticia por un periodo de 14 días. Las tasas de crecimiento optima y máxima fueron de 1.09 y 2.05 % Peso Corporal/día y una supervivencia del 100% (Paulette & Abarca, 1999).

En Colombia, se realizó un cultivo experimental de juveniles de *Lutjanus analis* con el fin de evaluar el potencial de crecimiento y su adaptabilidad a condiciones de cautiverio. Los juveniles con peso individual entre 125 y 178 g fueron mantenidos en jaulas flotantes y alimentados con concentrado artificial de 45% de proteína durante un periodo de 118 días. Los resultados arrojaron un incremento diario de peso individual de 3.16 g/día y una tasa específica de crecimiento de 1.06 %/día y la supervivencia durante el cultivo alcanzo el 97.6 % (Botero & Ospina, 2002).

En Puerto Vicente Guerrero México, en el 2008 se capturaron 1,200 peces juveniles silvestres de *Lutjanus peru* que se acopiaron en una jaula flotante 125 m³ donde fueron mantenidos durante 4 meses con alimento balanceado Camaronina 35 y sardina, en raciones equivalentes a 5% y 2% de la biomasa estimada. Las tasas promedio de crecimiento en peso y crecimiento específico fueron de 2.643 g día y 1.075 g día, respectivamente (Garduño, Unzueta, Hernández, Loran & Martínez, 2010).

En la costa de Lerma, México, Se capturaron un total de 90 organismos de *Lutjanus Synagris* colocándose en jaulas flotantes, la dieta utilizada en el experimento fue la sardina *Harengula jaguana* durante los 2 meses que duro el experimento. La densidad de siembra con 5 organismos/jaula de 1.5 m³ en *Lutjanus synagris* presentó el mejor crecimiento en biomasa con 92.97% y la

densidad de siembra con 15 organismos/jaula el menor crecimiento con 66.42% y la supervivencia durante el cultivo alcanzo el 98.89 % (García, Cervantes & Ancona, 2006).

2.5 Antecedentes en El Salvador de *Lutjanus guttatus*

Lutjanus guttatus es una de las especies con mayor importancia en la pesquería artesanal salvadoreña (Maravilla, 2001).

Siendo una especie con un alto valor comercial en el mercado tanto salvadoreño como internacional ya que su carne es muy apreciada por su excelente sabor (FAO, 1995).

En la actualidad la acuicultura se ha convertido en una actividad económicamente relevante aportando el 13% al PIB primario de El Salvador; aproximadamente el 89% de la población consume productos pesqueros y acuícolas, contribuyendo significativamente a la dieta alimenticia salvadoreña (OSPESCA, 2009).

La familia Lutjanidae es uno de los principales recursos pesqueros gracias a su alto valor en el mercado. En el caso de El Salvador las capturas realizadas por pescadores artesanales, asociados e independientes, fueron del orden de los 12, 683,557 kilogramos, de los cuales 1, 590,445 corresponden a pargos, cantidad que representa el 12.54% de los desembarques de la pesca artesanal. (CENDEPESCA, 2006).

Siendo un buen aporte a la seguridad alimentaria de nuestro país, como una alternativa de generación de alimento de alta calidad nutricional dado que la carne de pescado es una buena fuente de proteínas de alto valor biológico. También es rica en ácidos grasos poliinsaturados (Omega 3) cuyo beneficio para la salud cada vez es más patente (Villarino, Moreno & Ortuño, 2005).

En El Salvador la mayoría de cultivos de especies dulceacuícolas son especialmente de tilapia del género *Oreochromis ssp.* Por ello en los últimos años se ha evidenciado la necesidad de diversificar la acuicultura, así también el estudio de nuevas especies, principalmente marinas, ya que en la actualidad no hay muchas experiencias en El Salvador en acuicultura marina a excepción principalmente del cultivo de camarón *Litopenaeus vannamei*, de la ostra japonesa *Crassostrea gigas* o la introducción reciente del molusco *Anadara spp.* Considerando la importancia de buscar mejores alternativas económicas y productivas que favorezcan las condiciones de calidad de vida de los salvadoreños es trascendental incidir con nuevas opciones de cultivos.

Mayormente en el área costera donde el constante crecimiento de la población es cada vez más frecuente, aumentando así el número de personas que dependen de los recursos marinos para trabajar. Para el año 2009 OSPESCA¹ reportaba solo para pescadores artesanales 27, 600 de los cuales 19, 200 eran para el área marina, así cada año va en aumento el número de pescadores en consecuencia también incrementa la explotación de los recursos marinos. Generando un mayor impacto sobre las especies comerciales y deteriorando más el ecosistema marino salvadoreño.

¹ Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano.

3. METODOLOGÍA

3.1 Tipo de investigación

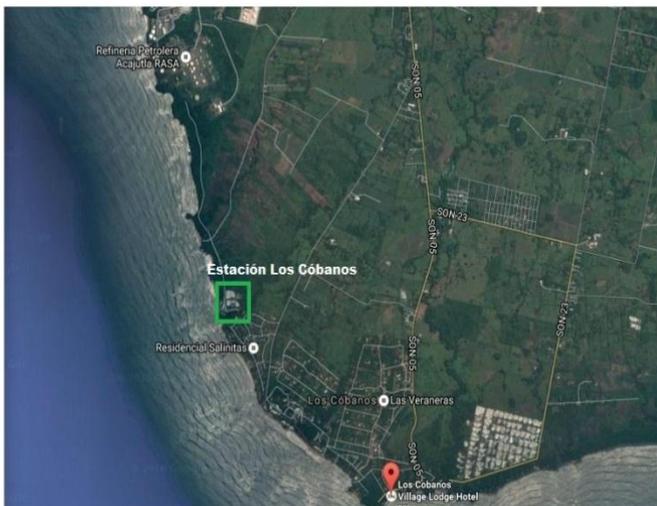
Tomando como base a Sampieri, Collado y Baptista en 2006, la investigación fue del tipo Mixto, con un diseño No Experimental y Longitudinal.

3.2 Descripción del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Estación de Maricultura Los Cóbano, dependencia del Centro de Desarrollo Pesquero, del Ministerio de Agricultura y Ganadería, ubicada en el municipio de Acajutla, departamento de Sonsonate, El Salvador.

La estación se encuentra ubicada entre los $13^{\circ}32'40.61''N$ y $89^{\circ}49'23.70''O$.

La temperatura promedio anual oscila entre los 29 y $34^{\circ}C$ (SNET, 2015), además presenta dos estaciones anuales, una lluviosa, de mayo a octubre, con precipitaciones de 80 y 390 mm; y una estación seca, de noviembre a abril, con precipitaciones entre ausencia de lluvia igual a 40 mm (MAG, 1996).



Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth en el año 2016.

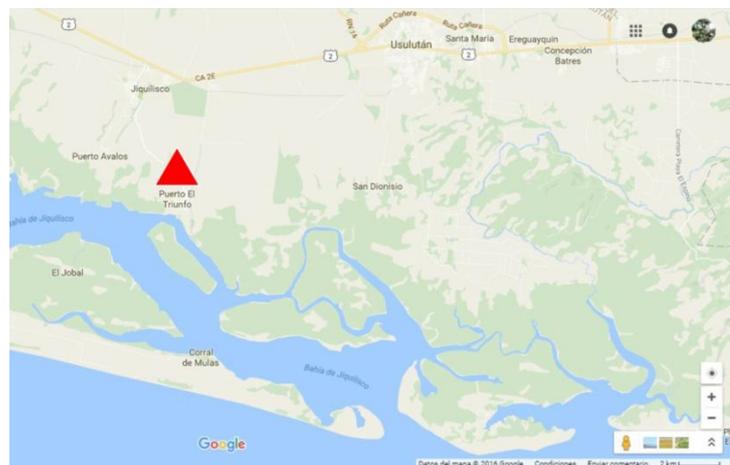
3.3 Universo, población y muestra

Para fines de este estudio se consideraron los siguientes criterios:

Universo: *Lutjanus guttatus* de la costa salvadoreña

Población: *Lutjanus guttatus* de la costa del área de Usulután

Muestra: *Lutjanus guttatus* capturados en bahía de Jiquilisco, Puerto el Triunfo.



Fuente: Imagen satelital tomada de Google Earth en el año 2016.

3.4 Instrumentos y técnicas de la investigación

3.4.1 Estanques

La investigación tuvo a disposición tres estanques de concreto, ubicados en el área "B" de la estación Los Cóbano, numerados del 8 al 10, cada uno de ellos con un área de 20 m², una profundidad de 1.40 metros y con una capacidad de 1,000 litros de agua.

Preparación de los estanques: los estanques se llenaron con agua de mar que se extrae de la playa El Zope en la estación de Los Cóbano por medio de una bomba de 8 hp, de manera gradual hasta alcanzar el volumen requerido para la siembra de los peces.

3.4.2 Captura de organismos

Esta actividad se trabajó conjuntamente con pescadores locales, se realizó una recolección del medio natural de la especie *Lutjanus guttatus* en la bahía de Jiquilisco, área de Puerto el Triunfo a través de “líneas de mano”. Seleccionando organismos saludables con una longitud total desde los 7 cm hasta los 16 cm.

Cuando los pescadores sacaban los pargos del mar los colocaban en una hielera con un equipo de aireación, en un mínimo de 50 litros de agua en los que se añadía 2 ml de anestésico 2PE (2-Phenylethanol) aproximadamente a 40 ppm para causar el menor estrés posible en los peces.

Para el traslado hacia la estación de maricultura Los Cóbano, los peces ingresaron a un tanque de 450 litros, con un equipo de aireación para mantener altos los niveles de oxígeno y aplicando 2 ppm de Furazolidona por cada 50 litros de agua como tratamiento bactericida para los pargos, hasta llevar a cabo la siembra en los estanques correspondientes.

3.4.3 Siembra

Después de la captura se seleccionaron individuos aparentemente sanos y libres de malformaciones de diferentes tallas, descartando especímenes enfermos.

Los peces fueron introducidos al estanque después de aclimatarlos a los parámetros del nuevo ambiente este proceso puede durar de 15 a 30 minutos dependiendo de lo drástico del cambio del medio de donde provienen a su nuevo ambiente, en este caso fueron solamente 15 minutos, una vez familiarizados al entorno se llevó a cabo la siembra a una densidad de 2.5 peces por metro cuadrado en los 3 estanques de concreto, haciendo un total de 50 peces en cada estanque.

3.4.4 Alimento

La dieta proporcionada a los peces durante la fase de campo, fue a base de alimento artesanal elaborado con pulimento de arroz, harina de crustáceos, harina de pescado, suplemento vitamínico, aceite de pescado y agua.

El alimento fue suministrado dos veces al día según la tabla de conversión alimenticia de la población actual en el estanque, una ración a las 7:30 am y la segunda a las 3:30 pm; esta se proporcionó en medio del estanque procurando que siempre fuese en el mismo lugar. Antes de darles el alimento se suspendía la aireación para evitar la pérdida del alimento a través del drenaje y para poder observar si los peces estaban alimentándose; si los peces no comían se detenía la alimentación para evitar así el desperdicio del concentrado y la contaminación del estanque.

Elaboración de alimento artesanal:

Paso 1: Se pesaron los ingredientes según la cantidad de alimento a preparar.

Tabla 1. Ingredientes para producir 10 libras de alimento artesanal.

Ingrediente	Cantidad
Harina de pescado	7 libras
Harina de crustáceos	1 libra
Pulimento de arroz	1 libra
Suplemento vitamínico	10 gramos
Aceite de pescado	1 libra
Agua	1 libra

Paso 2: Se mezcló en un recipiente plástico las harinas con el pulimento de arroz y las vitaminas, sin dejar grumos.

Paso 3: Se agregó poco a poco el aceite de pescado al mismo tiempo se añadió el agua caliente para integrarlos más fácilmente, hasta lograr una consistencia firme, no muy húmeda ni tampoco demasiado seca.

Paso 4: Una vez la consistencia fuese la correcta se colocó la mezcla en el molino para generar pellets en forma de churritos del tamaño que se necesitara de acuerdo al tamiz (1.5 mm, 3 mm, 5 mm) dependiendo de la etapa de crecimiento en la que se encontrara el pez.

Paso 5: Después los pellets se colocaron al sol en una base plástica para secarse en un mínimo de 8 horas.

Paso 6: Una vez el alimento estaba seco, se pesaba, se etiquetaba con la fecha de producción y se almacenaba en bolsas plásticas, guardándose en un lugar fresco hasta la hora de alimentar a los peces.

Tabla 2: Resultado de análisis bromatológico del concentrado artesanal utilizado para alimentar a la especie *Lutjanus guttatus* (Ver Anexo I).

Componente	Contenido	Unidades
Proteína	47.02	g/100 g muestra
Grasa muestra húmeda	19.47	g/100 g muestra
Fibra cruda	2.92	g/100 g muestra
Ceniza	17.47	%
Calcio	4,858.89	mg/100 g
Fosforo	7,726.87	mg/100 g
Carbohidratos	11.70	%
Humedad	4.34	%

Fuente: Análisis físico-químico hecho en Laboratorio FUSADES.

3.4.5 Medición de Parámetros Físico-Químicos

Se midieron las variaciones de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad por medio de los instrumentos YSI Prob. 20. y HANNA HI 9829; diariamente en el fondo del estanque, para verificar las condiciones físico-químicas de los estanques durante la investigación.

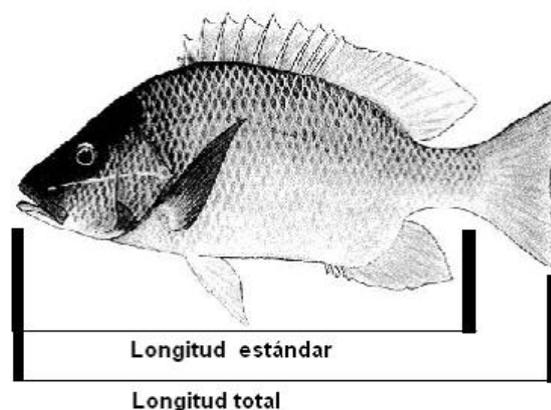
3.4.6 Mantenimiento de los estanques

La limpieza de los estanques se realizó cada 15 días si era necesario cada 7 días, eliminando asociaciones de algas de las paredes, el excremento de los peces y los restos de comida del fondo para evitar la contaminación del medio, al mismo tiempo se realizaban los recambios de agua.

Para llevar a cabo la limpieza del estanque se necesita cambiar el tubo original por un tubo PVC de 150 mm con pequeñas perforaciones que permita la salida del agua dejando siempre agua suficiente para los peces. Una vez haya descendido el nivel de agua se inicia lavando las paredes, después se lava el fondo sacando toda la materia orgánica por el drenaje y se coloca nuevamente el tubo original, posteriormente se abre la llave del agua para que el estanque se vuelva a llenar hasta el nivel deseado.

3.4.7 Muestreos

Durante los 145 días de la investigación, se evaluó la aclimatación de los pargos a su nuevo ambiente por medio de una guía de observación para determinar en la especie: desplazamiento, agresividad, canibalismo, patologías, coloración y consumo de alimento. Los muestreos se realizaron aproximadamente cada 25 días tomando un 20% de la población actual del estanque para medir en cada espécimen las siguientes variables morfométricas a lo largo de la investigación: longitud estándar (Le) y longitud total (Lt) a través de una regla graduada en centímetros y con la ayuda de una bandeja plástica; y el peso total (Pt) a través de una balanza electrónica portátil de precisión en gramos de marca DHAUS.



Fuente: Rinze, Arenales, Alfaro y García, 2009.

Figura 3. Mediciones patrón para evaluar el crecimiento de un pez.

Procedimiento para realizar los muestreos: Primeramente se debe bajar el nivel del agua a la mitad de la capacidad del estanque para poder capturar los peces a muestrear, estos se capturaron con la ayuda de una jaula y un lumpe, una vez capturados se dejan en la jaula hasta la hora de tomar las medidas.

Para la medición el pez debe ser colocado sobre el costado derecho midiendo desde la punta de la boca hasta donde termina la aleta caudal (Lt), midiendo también hasta donde comienza la aleta caudal (Le), finalmente se pesan.

Cada medición debe ser lo más rápida posible para evitar estresar al pez, tomándolo cuidadosamente para no lastimarlo desprendiendo aletas, escamas o espinas, una vez se hayan tomado las medidas el organismo es devuelto inmediatamente al estanque.

3.5 Recolección de datos

Los datos cualitativos se recopilaban en campo por medio de una guía de observación ya establecida utilizada para organizar las variables y obtener los resultados del *Lutjanus guttatus* durante el proceso de su aclimatación a cautiverio, sintetizando así la información para poder interpretarla posteriormente con mayor facilidad.

Tabla 3. Guía de observación I para comportamiento de *L. guttatus*.

Fecha:	Variables	<i>Lutjanus guttatus</i>	Comentarios
N° de pila:	Desplazamiento		
	Alimentación		
	Agresividad		
	Canibalismo		
	Patologías		
	Coloración		

Fuente: Trabajo de campo (Castro & García, 2011)

Para la toma de los datos cuantitativos se utilizaron guías de medición realizadas para recopilar los datos del trabajo de campo las cuales fueron las siguientes:

Tabla 4. Guía de medición II para parámetros físico-químicos y mortalidad de *L. guttatus*.

N° de pila:				
Mes:				
Día	Peces muertos	Temperatura	Oxígeno disuelto	Salinidad
1				
Total de peces muertos				

Tabla 5. Guía de medición III para alimentación de *L. guttatus*.

Mes	Alimentación	Tamaño (mm)	Ración 1 (g) (am)	Ración 2 (g) (pm)	Gramos por día
Semana 1					
Semana 2					

Tabla 6. Guía de medición IV para variables morfométricas de *L. guttatus*.

N°	Peso (g)	Longitud estándar (cm)	Longitud total (cm)
1			
2			

3.6 Análisis de los datos

Una vez los datos estadísticos fueron recopilados se analizaron por medio de las siguientes formulas:

1. Porcentaje de supervivencia: indicador de la resistencia de los organismos al manejo y al confinamiento, expresado como porcentaje.

$$S=100 (Nf/Ni)$$

Dónde= S: % de supervivencia, Nf: número final de la población, Ni: número inicial de la población.

2. Factor de condición: Indica el estado de bienestar para los peces de tipo fusiforme, expresando la relación isométrica existente en función del peso.

$$K = P_t / L_t^3 \times 100$$

Donde= K: factor de condición, P_t: Peso promedio de los peces al tiempo t.,
L_t: Longitud promedio de los peces al tiempo t.

3. Biomasa total: Representa el peso total en gramos producido por los organismos en un tiempo determinado.

$$B_t = P_t * N_t$$

Dónde: B_t: biomasa total, P_t: Peso promedio en gramos de los organismos al tiempo t, N_t: Número de organismos al tiempo t.

4. Ganancia en biomasa: Expresa el incremento en biomasa en un período de tiempo.

$$G = B_f / B_i$$

Dónde: G: ganancia en biomasa, B_f: Biomasa final, B_i: Biomasa inicial.

5. Tasa de crecimiento absoluta: La relación expresa la ganancia en peso del organismo en gramos al día.

$$TCA = (P_f - P_i) / \text{días}$$

Dónde: TCA: tasa de crecimiento absoluta, P_f: Peso promedio final de los peces, P_i: Peso promedio inicial de los peces.

6. Incremento en peso: Determina el incremento de peso en un periodo de tiempo.

$$IP = Pf - Pi$$

Dónde: IP: Incremento en peso, Pf: peso promedio final en gramos, Pi: peso promedio inicial en gramos.

7. Tasa de conversión alimenticia: Expresa la cantidad de alimento al día con la que debe alimentarse a los peces con una tasa de alimentación al 10%, cambiando según el peso promedio actual y el número de peces en el estanque brindado en cada muestreo.

- a. Número de peces = Área (m²) x Densidad de siembra
- b. Peso promedio = peso total de la muestra/número de individuos de la muestra
- c. Biomasa= número de peces x peso promedio
- d. Cantidad de alimento/día= Biomasa x tasa de alimentación

4. RESULTADOS

4.1 Aclimatación

Durante la etapa de aclimatación el pargo lunarejo demostró ser un pez con potencial para adaptarse a las condiciones en cautiverio, al aceptar consumir concentrado artificial, al mantenerse con buena actividad dentro del estanque, preservar sus mecanismos de defensa y al observarle en una actividad de grupo en los 3 estanques.

Tabla 7. Variables promedio mensuales de la especie *Lutjanus guttatus* observadas durante el proceso de aclimatación.

<i>Lutjanus guttatus</i> Estanque: 8	Variables Cualitativas	Meses				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	Desplazamiento	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio
	Alimentación	Consumo moderado	Consumo moderado	Consumo	Consumo	Consumo
	Agresividad	Agresiva	Agresiva	No Agresiva	No Agresiva	No Agresiva
	Canibalismo	Si	Si	No	No	No
	Parásitos	No	No	No	No	No
	Coloración	Poca coloración	Poca coloración	Buena coloración	Buena coloración	Buena coloración
<i>Lutjanus guttatus</i> Estanque: 9	Variables Cualitativas	Meses				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	Desplazamiento	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio	
	Alimentación	Consumo moderado	Consumo	Consumo	Consumo	
	Agresividad	Agresiva	No Agresiva	No Agresiva	No Agresiva	
	Canibalismo	Si	No	No	No	
	Parásitos	No	No	No	No	
	Coloración	Poca coloración	Poca coloración	Buena coloración	Buena coloración	
<i>Lutjanus guttatus</i> Estanque: 10	Variables Cualitativas	Meses				
		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	Desplazamiento	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio	Oscilatorio
	Alimentación	Consumo moderado	Consumo	Consumo	Consumo	Consumo
	Agresividad	Agresiva	No Agresiva	No Agresiva	No Agresiva	No Agresiva
	Canibalismo	Si	No	No	No	No
	Parásitos	No	No	No	No	No
	Coloración	Poca coloración	Poca coloración	Buena coloración	Buena coloración	Buena coloración

4.2 Desplazamiento

El desplazamiento siempre fue oscilatorio normalmente nadando en el fondo del estanque, presentando una actividad grupal durante todo el estudio. Los primeros 15 días nadando en 1 o 2 grupos que se formaban dentro del estanque posteriormente logrando incorporarse en un solo cardumen similar a como lo hacen en vida silvestre.

4.3 Tipo de Alimentación

Se presentaron 3 tipos de consumo, consumo total de la ración alimenticia, consumo moderado y no consumo.

El consumo total se daba cuando todos los peces del estanque se alimentaban y los parámetros físico químicos entraban dentro de los rangos normales establecidos para la especie. El estanque 10 fue el que presentó mayor consumo total durante el estudio.

El consumo moderado fue provocado en ocasiones por cambios inusuales en el clima del lugar o por contaminación excesiva de materia orgánica en el estanque causando que no todos los peces se alimentaran. El estanque 8 fue el que más frecuentemente presentó este tipo de consumo.

El no consumo fue causado por la falta de apetito debido a temperaturas en el agua fuera del límite de lo normal.

4.4 Agresividad

Los peces no mostraron un comportamiento agresivo entre ellos sino de cardumen a excepción de los casos de canibalismo presente en los estanques al inicio de la investigación. Durante los muestreos se podía notar que aún eran muy agresivos a la hora de ser capturados manteniendo sus mecanismos de defensa, colocando sus espinas tanto dorsales como ventrales alzadas para evitar ser atrapados.

4.5 Canibalismo

El primer mes es donde el canibalismo se hizo más presente ya que si notaban a un individuo débil y alejado del cardumen, este se convertía en presa fácil y era atacado por los demás peces. Muestra de ello es que la mayoría de peces muertos que fueron sacados durante ese tiempo se encontraban con las aletas dañadas, gran pérdida de sus colas y señales de mordeduras en el cuerpo (Ver Anexo II). En una ocasión inclusive solo se encontró el esqueleto de la cabeza, comiéndose casi en su totalidad el resto del cuerpo del pez. El estanque 8 fue en el que más se observó canibalismo causando más del 50% de mortalidad.

4.6 Patologías

No presentaron parásitos externos ni enfermedades de la piel, manteniendo una piel saludable sin descamación ni laceraciones, conservando su viscosidad característica que les sirve contra parásitos y bacterias.

La única deformación que se observó en algunos especímenes fue un abultamiento exagerado de uno de sus ojos (Ver Anexo III) independientemente si es el ojo izquierdo o derecho y en algunos casos presentaban coloración blanquecina en el ojo, síntomas que se le atribuyen a la enfermedad *Streptococcosis* la cual es causada por la bacteria *Streptococcus iniae* (Humphrey, Benedict & Small, 2010).

El primer estanque en presentar esta anomalía fue el 8 con 3 peces con uno de sus ojos hinchado para el día 69 de la investigación. Para el día 91 solo se encontró un pez con el ojo hinchado y para el día 112 se halló un pez con el ojo hinchado y otro ciego de uno de sus ojos. En el muestreo final se encontró un pez que había perdido el ojo y otro con el ojo reducido. Presentando un total de 5 individuos enfermos para el estanque 8.

El estanque 9 no presento este problema y en el estanque 10 se halló el primer caso en el día 91 donde a un pez se le noto el ojo muy inflamado

muriendo un día después. El día 112 se encontró otro pez con el ojo hinchado. Presentando un total de 2 individuos enfermos para el estanque 10.

4.7 Coloración

La mayoría de organismos mantienen su color a lo largo del cuerpo líneas horizontales grises, blancas, amarillas y se comenzó a notar en los peces más grandes (16-17 cm) la aparición de las líneas rojas que posteriormente dan el color característico de la especie (Ver Anexo IV).

4.8 Parámetros Físico-Químicos del agua

Se obtuvieron en fase de campo los valores diarios de los parámetros físico-químicos del agua en los estanques de concreto para cada uno de los estanques por medio de la guía II de medición (Tabla 4).

En el caso del estanque 8, la temperatura mínima promedio del agua se registró en el mes de febrero siendo de 20.4 °C y la temperatura más alta de 35.85 °C se presentó en Mayo. Durante la investigación se registró un intervalo de Oxígeno disuelto entre 3.1-8.19 mg/l, mientras que la salinidad se encontró entre 24.5-34.93 ppm.

Tabla 8. Valores promedio de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, del agua dentro de los estanques, durante la aclimatación de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* para el estanque 8.

Mes	Temperatura (°C)	Mín.	Máx.	Oxígeno disuelto (mg/l)	Mín.	Máx.	Salinidad (ppm)	Mín.	Máx.
Febrero	28.33	20.4	31.9	4.32	3.1	6	31.6	24.5	34.93
Marzo	30.6	24.5	34.3	3.87	3.3	5.92	32.85	28.7	34.5
Abril	31.98	29.31	34.4	4.06	3.2	5.37	31.64	29.7	33.5
Mayo	32.38	29.76	35.85	5.32	3.8	8.19	32.09	30.2	33.48
Junio	31.58	30.2	35.8	5.91	4.2	7.8	30.93	28.4	34.6

Para el estanque 9 la temperatura mínima promedio del agua se registró en el mes de Febrero siendo de 20.3 °C y la temperatura más alta de 36.95 °C se presentó en Mayo. Durante la investigación se registró un intervalo de Oxígeno disuelto entre 3.1-7.79 mg/l, mientras que la salinidad se encontró entre 28.7-34.98 ppm.

Tabla 9. Valores promedio de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, del agua dentro de los estanques, durante la aclimatación de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* para el estanque 9.

Mes	Temperatura (°C)	Mín.	Máx.	Oxígeno disuelto (mg/l)	Mín.	Máx.	Salinidad (ppm)	Mín.	Máx.
Febrero	28.26	20.3	32.1	4.11	3.5	5.8	31.9	29.6	34.98
Marzo	30.56	24.8	35.1	3.98	3.2	5.8	32.77	30	34.63
Abril	31.79	29.87	34.1	4.19	3.1	5.16	31.25	28.7	33.3
Mayo	32.65	29.61	36.95	5.45	3.4	7.79	32.19	30.4	33.71

Para estanque 10 la temperatura mínima promedio del agua se registró en el mes de Febrero siendo de 20.3 °C y la temperatura más alta de 35.95 °C se presentó en Mayo. Durante la investigación se registró un intervalo de Oxígeno disuelto entre 2.76-8.41 mg/l, mientras que la salinidad entre se encontró 28.2-34.98 ppm.

Tabla 10. Valores promedio de temperatura, oxígeno disuelto y salinidad, del agua dentro de los estanques, durante la aclimatación de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* para el estanque 10.

Mes	Temperatura (°C)	Mín.	Máx.	Oxígeno disuelto (mg/l)	Mín.	Máx.	Salinidad (ppm)	Mín.	Máx.
Febrero	28.26	20.3	32.1	4.11	3.5	5.8	31.9	29.6	34.98
Marzo	30.3	24.5	35.1	3.91	3	5.57	32.77	28.5	34.83
Abril	31.95	29.77	33.4	4.12	2.76	4.89	32.21	30.5	34.54
Mayo	32.49	29.59	35.95	5.3	4.1	7.47	32.29	30.2	34.1
Junio	31.28	29.62	34.1	6.21	4.1	8.41	30.9	28.2	34.72

En los 3 estanques el valor promedio que se obtuvo durante la investigación fue para la temperatura un rango de 20.3-36.95 °C, el oxígeno disuelto entre 2.76-8.41 mg/l y la salinidad entre 24.5-34.98 partes por mil.

Tabla 11. Rango promedio de las variaciones de Temperatura, Oxígeno disuelto y salinidad en los 3 estanques de concreto.

Estanque	Temperatura (°C)		Oxígeno Disuelto (mg/l)		Salinidad (ppm)	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
8	20.4	35.85	3.1	8.19	24.5	34.93
9	20.3	36.95	3.1	7.79	28.7	34.98
10	20.3	35.95	2.76	8.41	28.2	34.98

4.9 Tasa de conversión alimenticia

Para la cantidad de alimento en gramos por día se multiplico la biomasa total por el 10% de la tasa de alimentación que se utilizó en la investigación. Gracias a la tasa de conversión alimenticia se determinó la cantidad de alimento por día en gramos, esta se dividió en 2 para sacar las porciones diarias (Ver Anexo V) correspondiente para cada estanque.

Dando un total de consumo de alimento aproximado de 16269.66 g. (35 libras) para el estanque 8, 21856.01 g. (48 libras) para el estanque 9 y 30640.64 g. (67 libras) para el estanque 10 disminuyendo y aumentando las cantidades debido a la mortalidad de peces en los estanques.

Tabla 12. Alimento en gramos proporcionado mensualmente al *Lutjanus guttatus* durante la fase de campo de la investigación en los 3 estanques.

Estanque	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
8	3712.14	3345.87	2861.7	2600.1	3349.85	16269.66
9	5019.28	5133.68	5210.4	6092.65	-	21856.01
10	3809.46	5907.57	7290.6	7628.42	5604.59	30640.64

Durante la investigación el mayor consumo se presentó en el estanque 10 ya que siempre tuvo el mayor número de individuos y también eran los de mejor apetito; el menor consumo se dio en la estanque 8 siendo el que menor número de individuos mantenía de los 3 estanques disminuyendo su alimentación constantemente.

4.10 Crecimiento

Se realizaron 7 muestreos para evaluar el crecimiento en estanques de concreto durante un periodo de 145 días.

Tabla 13. Parámetros de crecimiento en estanques de concreto de *Lutjanus guttatus*.

Estanque	Lugar	Especie	Ganancia en peso (gr/día)	Tiempo de la investigación (días)	Peso final (por individuo)
8	Los Cóbanos	<i>Lutjanus guttatus</i>	0.180	145	26.1
9	Los Cóbanos	<i>Lutjanus guttatus</i>	0.079	119	11.45
10	Los Cóbanos	<i>Lutjanus guttatus</i>	0.179	145	25.95

Para el estanque 8 el incremento en peso fue de 26.24 gramos creciendo 0.180 gramos al día con una ganancia en biomasa de 0.935 gramos por individuo de una biomasa total del estanque de 1,103.08 gramos.

En la figura 4 se presenta la curva de crecimiento durante los 145 días del estudio la cual resulto en una ecuación de tipo exponencial $y=26.358e^{0.005x}$ con coeficiente de relación $r^2= 0.9242$.

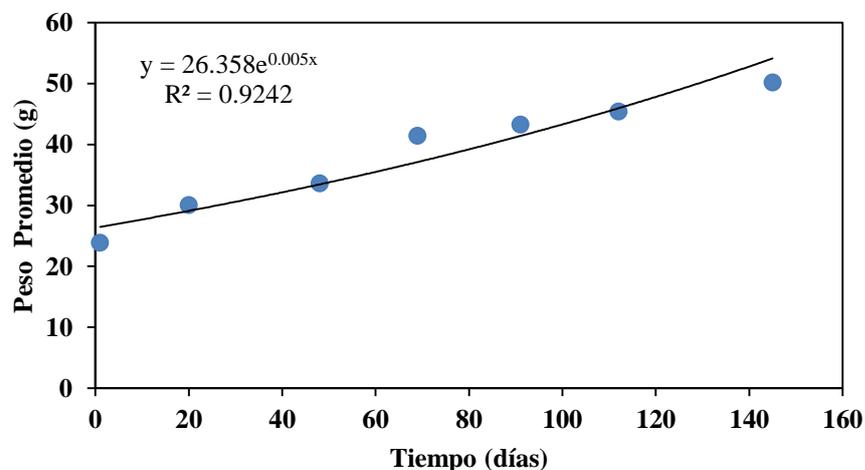


Figura 4. Curva de crecimiento exponencial de *L. guttatus* para el estanque 8.

En la figura 5 se presenta la relación peso-talla total promedio de los peces al final del experimento en una ecuación de tipo exponencial donde $y = 18.003x^{0.379}$ y $r^2 = 0.0458$.

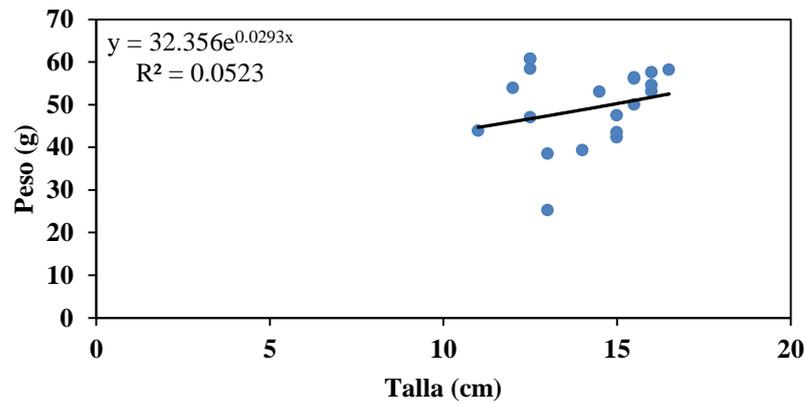


Figura 5. Relación peso-talla total promedio de *L. guttatus* para el estanque 8.

Para el estanque 9 el incremento en peso fue de 11,51 gramos, creciendo 0.079 gramos al día con una ganancia en biomasa por individuo de 0,255 gramos de una biomasa total del estanque de 324.17 gramos.

En la figura 6 se presenta la curva de crecimiento durante los 119 días del estudio la cual resulto en una ecuación de tipo exponencial $y = 33.868e^{0.0035x}$ con coeficiente de relación $r^2 = 0.8964$.

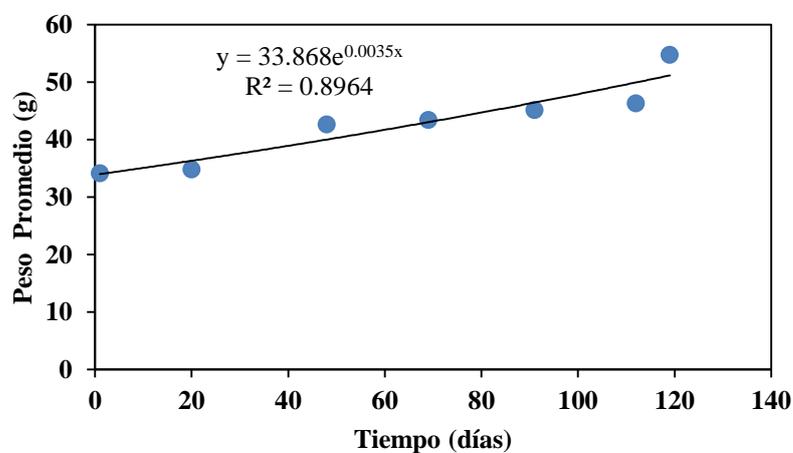


Figura 6. Curva de crecimiento exponencial de *L. guttatus* para el estanque 9.

En la figura 7 se presenta la relación peso-talla total promedio de los peces al final del experimento en una ecuación de tipo potencial donde $y = 0.0133x^{3.0324}$ y $r^2 = 0.9526$.

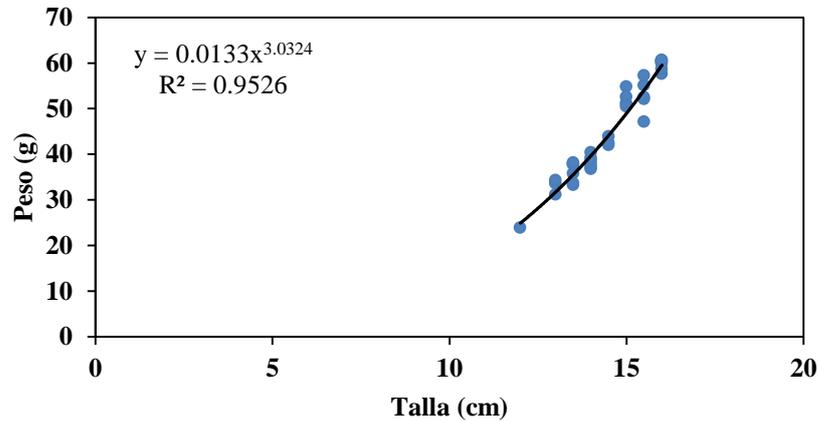


Figura 7. Relación peso-talla total promedio de *L. guttatus* para el estanque 9.

Para el estanque 10 el incremento en peso fue de 25,97 gramos, creciendo 0.179 gramos al día con una ganancia en biomasa por individuo de 1.30 gramos de una biomasa total del estanque de 1,627.84 gramos.

En la figura 8 se presenta la curva de crecimiento durante los 145 días del estudio la cual resulto en una ecuación de tipo exponencial $y = 29.504e^{0.0054x}$ con coeficiente de relación $r^2 = 0.8123$.

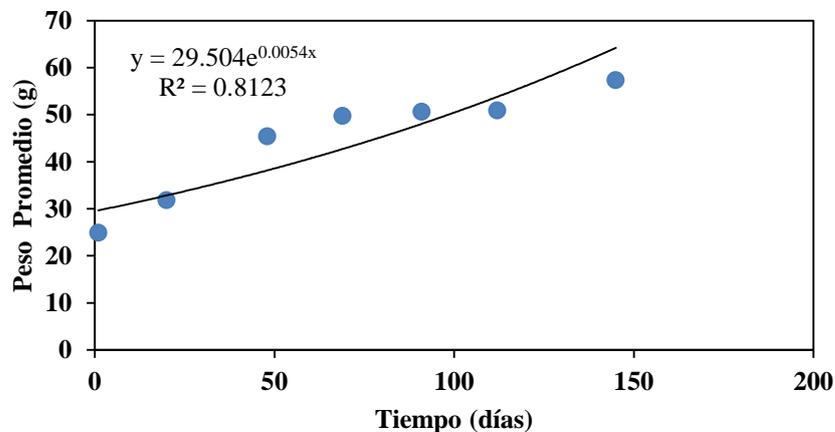


Figura 8. Curva de crecimiento exponencial de *L. guttatus* para e estanque 10.

En la figura 9 se presenta la relación peso-talla total promedio de los peces al final del experimento en una ecuación de tipo potencial donde $y = 0.0173x^{2.9061}$ y $r^2 = 0.823$.

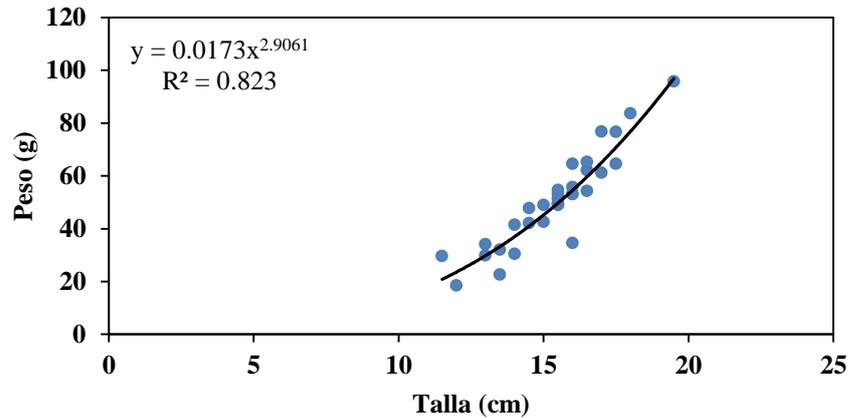


Figura 9. Relación peso-talla total promedio de *L. guttatus* para el estanque 10.

4.11 Factor de condición

El factor de condición del pargo lunarejo se representa esquemáticamente para los 3 estanques, el valor mínimo de 1.05 se encontró en el estanque 10 y el valor máximo de 1.9 se encontró en el estanque 9. Se observó un incremento desde el inicio hasta el final de la investigación y dado que el factor de condición siempre se mantuvo arriba de 1 se puede asociar a un estado saludable de los organismos.

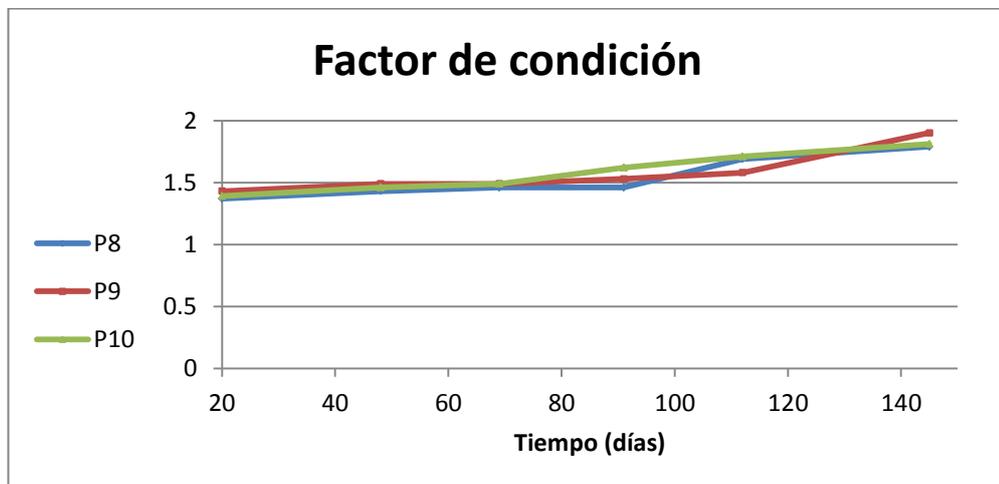


Figura 10. Factor de condición de la especie *Lutjanus guttatus*.

4.12 Supervivencia

En el muestreo 2 realizado en el día 20 se puede observar como la supervivencia en los 3 estanques aún es del 100%.

Tabla 14. Porcentaje de supervivencia del *Lutjanus guttatus* durante la línea de tiempo de la fase de campo para cada muestreo.

Muestreo	Día	Estanque 8	Estanque 9	Estanque 10
1	1	100%	100%	100%
2	20	100%	100%	100%
3	48	46%	76%	96%
4	69	42%	80%	96%
5	91	40%	82%	96%
6	112	40%	84%	92%
7	145	44%	14%	64%

La pérdida más significativa del estanque 8 se nota en el muestreo 3 cuando ya se ha perdido más del 50% de su población asociado al consumo moderado de alimento y al alto índice de canibalismo presente en este estanque. Finalizando con una sobrevivencia del 46% de su población.

Para el estanque 9 su primera disminución de individuos se nota para el muestreo 3 cuando se queda con un 76% de su población debido a la inadaptación inicial de los individuos a su nuevo ambiente pero la mayor pérdida la obtiene en el muestreo final para este estanque, que es provocado por un aumento considerable en la temperatura a finales de Mayo arrasando así con el 70% de su población, finalizando con un 14% de supervivencia, siendo el estanque con el porcentaje de supervivencia más bajo.

Los organismos sobrevivientes del estanque 9 fueron trasladados al estanque 8 como medida preventiva para evitar su muerte, ya que desde el aumento de temperatura se habían rehusado a comer. En un intento porque sobrevivieran se integraron al nuevo estanque.

El estanque 10 fue el más constante en sus niveles de supervivencia presentando bajas mortalidades a lo largo de la investigación, pero igual que

el estanque 9 presento una pérdida significativa para el muestreo 7 debido a altas temperaturas presente en el agua del estanque, finalizando con un 64% de la población; pese a este problema fue el estanque con mayor sobrevivencia de los 3 estanques en investigación.

5. DISCUSIÓN

5.1 Aclimatación del pargo lunarejo a condiciones de cautiverio

Para ser un pez de vida libre el pargo lunarejo demostró tener potencial para adaptarse a la vida en cautiverio. Mostrando una actividad grupal dentro de los estanques de concreto, probando que puede convivir junto a más individuos de su misma especie, hecho que también fue observado por Silva en 2004, en investigaciones realizadas con *Lutjanus argentiventris*.

También emitiendo una señal de alerta al observar a un individuo fuera del cardumen ya que se manifiesta enfermo o que no se está alimentando como el resto de la población del estanque. Indicando que puede morir en cuestión de horas o días.

La alimentación brindada fue bien aceptada por los pargos desde la primera semana, teniendo buena consistencia y un olor agradable que llamaba la atención de los organismos a la hora de alimentarse. Los valores nutricionales fueron aceptables ya que aportaron a la buena salud del pargo durante el estudio. La especie también demostró ser resistente a la falta de alimento, logrando sobrevivir sin alimentarse de 2 hasta 3 días. Los eventos climáticos fuera de lo normal y la contaminación de materia orgánica en los estanques provocaban que la especie consumiera poco alimento o que definitivamente dejara de comer.

El canibalismo se presentó con mayor frecuencia el primer mes del estudio, se atribuye a que la especie no se separó en tallas iguales a su ingreso en los estanques, provocando que los peces de mayor tamaño atacaran a los más pequeños. Excepto en los casos de canibalismo el comportamiento agresivo entre ellos fue muy raro ya que siempre se mantenían todos juntos inclusive a la hora de alimentarse.

Durante los muestreos se les notaba muy estresados y agresivos, haciendo uso de sus mecanismos de defensa, por ello deben manipularse cuidadosamente para evitar dañar al pez ya que algunos perdían parte de sus espinas dorsales, sus aletas delanteras, escamas y daños en aletas ventrales.

No se observaron parásitos externos ni enfermedades en la piel conservando una piel saludable y con buena coloración. La única deformación que se observó fue la del ojo presente en algunos individuos en el estanque 8 y el estanque 10 debido a la bacteria *Streptococcus iniae* la cual inflama el ojo de los peces, dejándolos posteriormente ciegos, después el ojo se reduce y al final en algunos casos pierden totalmente el ojo. Los peces enfermos actúan normal, nadan en cardumen, se alimentan y aumentan de peso como los demás peces sanos del estanque, al parecer no muestran más síntomas visibles de su enfermedad a parte del daño de uno de sus ojos. Y debido a que solo uno de diez de los peces que presentaron esta deformación murió no se puede asegurar que sea causa de muerte en esta investigación. Pero según Humphrey et. al., en el 2010, la enfermedad en su etapa más avanzada si puede causar la muerte en los peces. También la permanencia de peces enfermos puede generar que los demás individuos del estanque se contagien y enfermen también causando mayores pérdidas.

La coloración de *Lutjanus guttatus* no es completamente rojiza en estado juvenil sino es más grisácea. En los especímenes de tallas entre 16-17 cm se apreció muy bien el inicio de líneas horizontales rojas entre las líneas blancas, grises y amarillas que posteriormente pasarían a ser todas rojas dándole el color característico al cuerpo del pargo lunarejo. Cuando están muy estresados pueden llegar a verse muy pálidos ocultando hasta su famosa mancha oscura dorsal.

5.2 Parámetros Físico-Químicos del agua

La temperatura más baja se registró en el mes de Febrero marcando 20.3 °C, esto se debió al ingreso de un frente frío en el país provocando fuertes vientos y temperaturas bajas durante ese periodo, influyendo en el cuerpo de agua de los estanques. Las temperaturas más altas se registraron en Mayo con 35.85 °C para el estanque 8, para el estanque 9 fue de 36.95 °C y 35.95 °C para el estanque 10, generando una diferencia de 5°C más de lo normal en los estanques de concreto provocando un cambio en los parámetros físico químicos del agua que fue asociado a la muerte de una parte importante de la población en estudio.

En el caso de investigaciones realizadas en jaulas los parámetros físicos y químicos del mar en la zona de cultivo han sido óptimos según García et. al., (2006) con una temperatura promedio de 28.47 °C, salinidad de 41.08 ppm y oxígeno disuelto de 6.61 mg/l. Similar a la reportada por Botero & Ospina (2002) temperatura promedio de 28.4 °C, salinidad de 36 ppm y oxígeno disuelto de 6.5 mg/l.

Si comparamos temperaturas, en los estanques de concreto pueden llegar a ser más altas que las registradas en el medio natural, causando en casos extraordinarios malestar en los organismos pero acoplándose a los parámetros normales de la estación Los Cóbano.

Mientras que la salinidad y el O₂ se mantuvieron en niveles más bajos que los reportados en los cultivos en jaulas pero fueron similares a los parámetros que se presentan en el mar por lo tanto fueron tolerados por la especie.

5.3 Crecimiento

El estanque 8 presento con 50 individuos una biomasa inicial de 1195 gramos, finalizando con una biomasa de 1117,4 gramos de los 23 individuos sobrevivientes. Siendo casi la mitad de especímenes los que sobrevivieron se nota que duplicaron su peso en los 145 días del estudio.

El peso promedio (Fig. 4) más bajo se presentó en el muestreo inicial de 23.9 gramos de la población, aumentando constantemente durante los siguientes muestreos, con una terminación de 50.14 gramos.

La talla total promedio inicial fue de 11.85 cm y la final de 14.35, siendo el largo del cuerpo 2.5 cm más largo que al principio notando un lento crecimiento longitudinal. La talla estándar inicial fue de 9.55 cm y la final fue de 12.17 cm, creciendo el largo de cola de 2.3 cm a 2.18 cm.

La relación talla-peso (Fig. 5) aunque fue una de las más constantes en su crecimiento, al final de la investigación fue muy dispareja ya que tallas similares poseían pesos muy diferentes entre los individuos.

El estanque 9 presento con 50 individuos una biomasa inicial de 1740 gramos, finalizando con una biomasa de 1953,9 gramos de los 42 individuos presentes en el muestreo final. Dando como resultado entre la biomasa inicial y la final una diferencia no muy amplia en los 119 días del estudio interrumpido de este estanque.

El peso promedio (Fig. 6) más bajo se presentó en el muestreo inicial de 34.8 gramos de la población, el mayor para el muestreo 6 con 54.75 gramos y con una terminación en el muestreo final de 46.31 gramos.

La talla total promedio inicial fue de 13.15 cm y la final de 14.58, siendo el largo del cuerpo 1.43 cm más largo que al principio notando un lento crecimiento longitudinal. La talla estándar inicial fue de 10.6 cm y la final fue de 11.86 cm, creciendo el largo de cola de 2.55 cm a 2.72 cm.

La relación talla-peso (Fig. 7) al final de la investigación fue más igualitaria ya que tallas similares poseían pesos similares entre los organismos.

El estanque 10 presento con 50 individuos una biomasa inicial de 1245 gramos, finalizando con una biomasa de 1628.1 gramos de los 32 individuos

sobrevivientes. Dando como resultado entre la biomasa inicial y la final una diferencia no muy amplia en los 145 días del estudio.

El peso promedio (Fig. 8) más bajo se presentó en el muestreo inicial de 24.9 gramos de la población, el mayor para el muestreo 6 con 57.35 gramos y con una terminación en el muestreo final de 50.87 gramos.

La talla total promedio inicial fue de 13.3 cm y la final de 15.39, siendo el largo del cuerpo 2.09 cm más largo que al principio notando un lento crecimiento longitudinal. La talla estándar inicial fue de 10.65 cm y la final fue de 12.39 cm, creciendo el largo de cola de 2.65 cm a 3 cm.

La relación talla-peso (Fig. 9) al final de la investigación fue más igualitaria ya que tallas similares poseían pesos similares entre los individuos.

La especie *Lutjanus guttatus* obtuvo al final de esta investigación una ganancia en peso de 0.180 gramos por día (Tabla 13) para el estanque 8, para el estanque 9 de 0.079 gramos por día y para el 10 de 0.179 gramos por día. Siendo el incremento en peso mayor que lo reportado en México por Garduño et. al., (2010) en su investigación con *Lutjanus peru* con una ganancia en peso de 0,071 gramos al día al final de su investigación.

Mientras que el incremento en peso en esta investigación fue muy bajo si los comparamos con los presentados por De la parra et. al., (2010) en investigaciones con *Lutjanus guttatus* (0.278 gramos/día) al igual que Guerrero (1997) con *Lutjanus argentiventris* (0.54 gramos/día) y que Botero & Ospina (2002) con *Lutjanus analis* (3.16 gramos/día).

La disminución en general de pesos promedios y tallas promedios en los estanques se vio afectada gracias a que los organismos más pequeños les restaban valor a los individuos más grandes. Debido a este factor es necesario hacer una separación por tallas tanto al inicio como a lo largo de la investigación.

5.4 Factor de condición

De acuerdo al factor de condición de Fulton (K) podemos decir que la especie *Lutjanus guttatus* mantuvo un buen estado de salud y que la alimentación aportó en gran medida a su desarrollo debido a que el valor de K siempre fue igual o mayor a 1, ya que si el valor es menor a 1 la especie presenta una deficiencia nutricional. Este valor puede variar según la especie y dependiendo de la dieta proporcionada junto a las condiciones de cultivo (Steffens, 1989).

5.5 Supervivencia

El estanque 8 con una supervivencia del 46% (Tabla 14) al final del estudio, el deceso de los especímenes se debe en su mayoría al alto índice de canibalismo al inicio de la investigación.

El estanque 9 con una supervivencia del 14% antes de la finalización del estudio, el deceso de los especímenes se asocia en su mayoría al incremento de temperaturas fuera de lo normal a finales de Mayo. Llegando a su máximo punto el 25 de Mayo con 36.95 °C casi 37 °C, saliéndose de lo tolerable para el pargo lunarejo.

El estanque 10 con una supervivencia del 64% al final del estudio, el deceso de una parte importante de los especímenes se asocia también a temperaturas extremas presentes en el agua del estanque. Alcanzando una temperatura máxima de 35.95 °C para el día 26 de Mayo.

Las temperaturas máximas registradas en el estanque 9, para el día 25 de Mayo y para el estanque 10, el día 26 de Mayo se relacionan a que esos días se llevó a cabo su limpieza, ingresando a los estanques agua caliente durante el proceso de lavado provocando un cambio brusco, por lo que se vincula a los incrementos de temperatura presentes en ambos estanques.

6. CONCLUSIONES

- El pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* demostró ser un pez con potencial para adaptarse a condiciones de cautiverio, logrando aclimatarse a los estanques de concreto durante la investigación.
- Durante el primer mes el canibalismo se convirtió en una de las principales causas de mortalidad en la investigación.
- La bacteria *Streptococcus iniae* provocó exoftalmia dañando la visión de los pargos pero no se considera causa de muerte en esta etapa de la enfermedad.
- La alimentación brindada fue bien aceptada y según el factor de condición aportó a la buena salud de los pargos durante el estudio.
- La materia orgánica excesiva como heces del pez y restos de comida en el estanque dificulta la alimentación de los especímenes.
- El peso de la población de *Lutjanus guttatus* aumentó lentamente pero presentó un incremento respecto al tiempo de la investigación.
- La especie *Lutjanus guttatus* presenta un crecimiento longitudinal mínimo en comparación con el aumento de peso.
- Temperaturas bajas de hasta 20.3 °C son tolerables por el pargo lunarejo pero las temperaturas arriba de 36 °C se consideran causa de muerte.
- La supervivencia del 40% indica que no es viable su cultivo en estanques de concreto.

7. RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones de la vida del pargo lunarejo en cautiverio para determinar si el cultivo puede ser autosustentable.
- En el cultivo, sembrar especímenes de tallas iguales, e ir cambiando a los individuos de mayor tamaño a estanques que compartan sus mismas tallas para evitar que pueda darse el canibalismo.
- Se recomienda poner en confinamiento a los animales enfermos, trasladarlos y tratarlos en un estanque diferente para evitar contagiar a los peces sanos, evitando así una mayor mortalidad.
- Utilizar el concentrado artesanal de 45% de proteína hecho por técnicos de CENDEPESCA para futuras investigaciones con *Lutjanus guttatus* o con otras especies de hábitos carnívoros.
- En investigaciones o en cultivo la limpieza de los estanques debe hacerse en un máximo de cada 15 días, enriqueciendo nuevamente el medio con agua limpia.
- Para futuros investigadores se recomienda estudiar otras especies de lutjánidos presentes en el país para determinar si las tasas de crecimiento son más altas comparadas con las que obtuvo el *Lutjanus guttatus*.
- Investigar cuanto tiempo necesitaría un organismo de 23 cm que es la talla mínima de captura permitida actualmente en El Salvador para alcanzar una talla comercial de 45 cm en condiciones de cautiverio.
- Se recomienda medir la temperatura del agua antes que ingrese a los estanques para evitar que puedan presentarse cambios bruscos de temperatura.
- Realizar una investigación en jaulas flotantes ubicadas en el mar para determinar si los porcentajes de supervivencia son más altos que los generados en los estanques de concreto.

LITERATURA CITADA

- Allen, G. 1985, Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanidae specie known to date. FAO Fish. 208 p.
- Baldetti Herrera, C. A., 1999, Caracterización biológica y pesquera de las especies de pargo capturadas por la pesca industrial y artesanal en el litoral del pacifico de Guatemala. [Tesis]: Guatemala, Universidad de San Carlos, 115 p.
- Botero, J., & Ospina, J., 2002, Crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* en jaulas flotantes en islas del rosario, caribe colombiano. Boletín de investigaciones marinas y costeras. Santa Marta Colombia. 14 p.
- Brett, J.R., 1979, Enviromental factors and growth. p. 599-675.
- Cano, A., 1997, Informe de la cooperación técnica de Japón para la producción de semilla de pargo *Lutjanus guttatus* en la República de Panamá. 33 p.
- CENDEPESCA, 2006, Anuario de estadísticas pesqueras. Ministerio de agricultura y Ganadería, El Salvador. Estadísticas Pesqueras y Acuícolas, Año 2006, Vol. 33. 88 p.
- Colura, R. L., Henderson A. & Macrososki. F., 1991, Culture of read drum *Sciaenopsocellatus*. Mckey, J. P. (Ed.). Hand Book of Mariculture. Boca Ratón, Florida, vol. 2: 149-166.
- De la Parra, I., Rodríguez, E., Hernández, C., Hernández, K., Rodríguez, B., Rodríguez, I., Ortega, I., 2010, Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos totales en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus*. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Unidad Mazatlán. Sinaloa México.

- Domínguez, L., & Domínguez, N., (Sin fecha), Proyecto para el desarrollo del cultivo de especies marinas en instalaciones en mar abierto. Universidad politécnica de Madrid, España. 350 p.
- Druzhinin, A. D., 1970, The range and biology of snappers (Family Lutjanidae). J. Ichthyol. 10: 715-735.
- Duray, M. N., Alpasan L., & Estudillo C. B., 1996, Improved hatcher yearling of mangrove red snapper *Lutjanus argentimaculatus* in large tanks with small rotifer (*Brachionus plicatilis*) and artemia. Aquaculture. Bamidgeh. Vol. 48.
- Emata, A. C., Eullaran B., & Bagarinao T., 1994, Induced spawning and early life description of the mangrove red snapper, *Lutjanus argentimaculatus*. Aquaculture. Vol. 121 (4): 381-387.
- FAO, 1995, Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca, Pacífico Centro-Oriental, Vertebrados parte II, Volumen III, Italia, 624 p.
- Gamboa, J., & Valverde J., 2005, Reproducción de los peces en el trópico: Aspectos básicos para reproducción inducida del pargo lunarejo *Lutjanus*. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 246 p.
- García, R., Cervantes, M., & Ancona, A., 2006, Evaluación del crecimiento de Pargo Canane *Ocyurus chrysurus* y Biajaiba *Lutjanus synagris* cultivadas en jaulas flotantes en la costa de Lerma, Campeche, México. Departamento de Ingeniería en Pesquerías del Instituto Tecnológico de Lerma. 8 p.
- Garduño, M., Unzueta, M., Hernández, M., Loran, R., & Martínez, F., 2010, Crecimiento de huachinangos juveniles silvestres (*Lutjanus peru*) en

- un encierro de engorda en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero, México. 6 p.
- Garret, R. N., 1994, Hatchery breeding of mangrove Jack *Lutjanus argentimaculatus* and barramundi *Lates calcarifer* Australian barramundi farming. Australia. 16 p.
- Guerrero, D., 1997, Efecto de la densidad de siembra de juveniles del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* cultivado en jaulas. [Tesis]: Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 97 p.
- Herrera, A., Guzmán, J., Calero, G., Fajardo, O., & Montealegre, R., 2009, Acuicultura de pargo la mancha *Lutjanus guttatus* en costa rica dentro de un enfoque ecosistémico. Departamento de Acuicultura, Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura, San José, Costa Rica. 16 p.
- Herrera, M., 1994, Desarrollo científico y tecnológico para el cultivo de pargos (*Lutjanus* sp.) en jaulas flotantes. Secretaría de pesca. Instituto de Acuicultura del Estado de Sonora, México. 84 p.
- Hill, R., 1976, Comparative physiology of animals. Edit. Harper and Row Publishers. 656 p.
- Hochachka, P., & Somero, G. (Sin fecha), Strategies of biochemical adaptation. Edit. Cambridge. 358 p.
- Humphrey, J. D. Benedict, S. and Small, L. (2010). Streptococcosis, Trypanosomiasis, Vibriosis and Bacterial Gill Disease in Sea-caged Barramundi at Port Hurd, Bathurst Island, July - August 2005. Northern Territory Government, Australia. Fishery Report No. 98..
- MAG, 1996, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA, Almanaque Metereológico Salvadoreño. Dirección General de Recursos Naturales

- Renovables. División de Meteorología e Hidrología. San Salvador, El Salvador, CA. 96 pp.
- Maravilla, E., 2001, Determinación de la época reproductiva, hábitos alimentarios, edad y crecimiento de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) utilizando incrementos diarios en sus otolitos sagitales. Tesis de licenciatura. Universidad de El Salvador, El Salvador, 89 p.
- McCoy, D., & Bell, B., 1991, Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. *Habitat structure*. 3-27 pp.
- Moreno Hernández, D. M., 1995, Catálogo de la familia Lutjanidae (pisces: perciformes) peces de importancia comercial, en la región sur de la costa del estado de Jalisco, México [Tesis]: Guadalajara Jalisco, Universidad de Guadalajara, 111 p.
- Mosquera, C. W., 1999, Cultivo experimental de pargos (*Lutjanus* sp.) en jaulas flotantes en un sistema de encierros naturales en el Golfo de Tortugas. Pacífico colombiano. Tesis de grado. Universidad del Valle. Cali. Colombia. 80 p.
- Muhlia, M. A., Guerrero D., Rodríguez J., Arrizu J., Gutiérrez F., 1996, Growth and survival of the *Lutjanus argentiventris* related to density in experimental conditions in tidal ponds in La Paz. Baja California. México. *World Aquaculture*. Thailandia. 265 p.
- Ocampo, P., 1990, Aplicación de técnicas de cultivo en jaulas flotantes para peces y camarones en zonas estuarinas de Bahía Málaga. Pacífico colombiano. 10 p.
- OSPESCA, 2009, Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano, Propuesta de Reformas a la Ley de General de Ordenación y Promoción de Pesca y Acuicultura. Sitio web: Sica.int.

URL: <http://www.sica.int/ospesca/>. Fecha de consulta: 04 de Agosto de 2015.

- Parra, M., Ibarra, E., Rodríguez, G., Blanco, G., & Casto, L., 2015, Estado actual del cultivo de larvas del pargo flamenco (*Lutjanus guttatus*). Mazatlán, México. 9 p.
- Paulette, O., & Abarca, J., 1999, Crecimiento de juveniles de pargo mancha (*Lutjanus guttatus*) utilizando alimento granulado en condiciones de laboratorio. Estación de biología marina, Universidad Nacional Puntarenas, Costa rica. 4 p.
- Prosser L., 1978, Comparative animal physiology. Edit. Saunders College Publishing, 3a.edic. 966 p.
- Randall, D., Burggren W., & French K., 1998, Fisiología animal. Edit. Mc. Graw Hill-Interamericana. 4a. Edic. 795 pp.
- Rinze, M., Arenales, I., Alfaro, A., Garcia, J., 2009, Evaluacion del pargo amarillo (*Lutjanus argentiventris*) para cultivo en condiciones controladas. Proyecto de investigación. Universidad San Carlos de Guatemala. 44 p.
- Rojas, M., Maravilla, E., & Chicas, F., 2004, Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* en Los Cóbano y Puerto La Libertad, El Salvador. Rev. Biol. Trop, p. 164-165.
- Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, P., 2006, Metodología de la investigación. Capítulo 5. Edit. Mc. Graw Hill. 4ta edición. 805 pp.
- Sebens, K. P., 1990, Distribution and ecology of sponges at a subtidal rock ledge in the central Gulf of Maine. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Silva, M., 2004, Efecto de la densidad de confinamiento sobre el crecimiento y la supervivencia del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* cultivado

en jaulas flotantes. [Tesis]: México, Instituto Politécnico Nacional, 121 p.

SNET, 2015, Servicio nacional de estudios territoriales, Ministerio de medio ambiente y recursos naturales. Boletín climático anual. Sitio web: [snet.gob.sv.URL:http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/climatico+anual](http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/climatico+anual).Fecha de consulta: 12de Agosto de 2016.

Sornoza Anchundia, D., 2011, Evaluación de la población de la familia Lutjanidae en el parque nacional Machalilla en la zona del arrecife de Drake isla de La Plata, y en la costa de Manta Arrecife del perpetuo Socorro de Manta. [Tesis]: Manta Ecuador, Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, 68 p.

Thomson, D. A., Findley L. T., and Kerstich A. N. 1987. Reeffishes of the sea of Cortez. University Arizona Press, Tucson, 302 p.

Thouar D. E., Soletchnik P., & Marion J. P., 1989, Selection of fin fish species for Acuaculture development in Martinique. In: Advances in Tropical Acuaculture. Tahiti.

Villarino, A., Moreno, P., & Ortuño, I., 2005, Nutrición y salud, El Pescado en la dieta. Tomo VI. Capitulo IV. Valor nutritivo del pescado. Instituto de salud pública. Universidad complutense de Madrid. España. 15 p.

Watanabe, T., 1988, Fish Nutrition and Mariculture. JICA Textbook. The General aquaculture Course. Kanagawa International Fisheries Training Centre. Japan International Cooperation Agency, 233 p.

ANEXOS

Anexo I. Análisis bromatológico del concentrado artesanal.



UNIDAD DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

Pag. 1 / 1

INFORME DE ANÁLISIS VARIOS

MUESTRA 160302028 - 01

DATOS GENERALES

Muestra: CONCENTRADO DE PECES, T4: HARINA DE camarón

Solicitante: MISION TECNICA DE TAIWAN

Responsable: HSIE PO - YUAN

Dirección: EMBAJADA DE CHINA (TAIWAN)

Teléfono: 7240-9967

Fax:

Correo Electronico: b700503@gmail.com

FECHAS

Recibido: 01/03/2016

Análisis: 15/03/2016

Reporte: 13/04/2016

ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
C063 Proteína	47.02	g/100 g muestra	Digestión en Bloque modifc	960.52 16 Ed AOAC 2008
C063 Grasa muestra húmeda	19.47	g/100g muestra	Soxhlet	920.39 AOAC 16 Ed 2005
C063 Fibra cruda	2.92	g/100 g muestra	Gravimétrico Modificado	962.09 AOAC 16 Ed 2010
C063 Ceniza	17.47	%	Gravimétrico Modificado	923.03 AOAC 16 Ed 2005
C063 Calcio	4,858.89	mg/100 g	Espectrofotometría Absorc	AOAC, 16 Ed. 1995
C063 Fósforo	7,726.87	mg/100 g	Espectrofotometría UV-VIS	948.09, AOAC, 16 Ed. 1995
C063 Carbohidratos	11.70	%	Cálculo por diferencia	Menchú, MT INCAP 2006
C063 Humedad	4.34	%	Analizador Halógeno HR73	Mettler Toledo, 02/2001

OBSERVACIONES



Cerente Unidad Físico Químico de Alimentos
Lic. Ana María Villalta Novoa

Nota: Esta muestra fue tomada o remitida por Cliente

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.

No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

FSC 36.01 V.6 25/02/2015

Urbanización y Bulevar Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C.A.

E-mail: laboratorio@fusades.org - Tel.: (503) 2248 5681, Fax: (503) 2248 5669

www.fusades.org

Anexo II. Fotografías de peces víctimas de canibalismo.



Anexo III. Fotografías de peces con ojos dañados debido a la bacteria *Streptococcus iniae*.



Anexo IV. Fotografías del inicio de la coloración rojiza en el pargo lunarejo.



Anexo V. Raciones diarias de alimento por mes (Guía 3 de medición)

Estanque 8				
Mes	Tamaño (mm)	Ración 1 (g)	Ración 2 (g)	Gramos por día
Enero	1,5	50	50	100
Febrero	1,5	59,75	59,75	119,5
	3	75,16	75,16	150,33
Marzo	3	75,16	75,16	150,33
	3	38,65	38,65	77,31
Abril	5	47,69	47,69	95,39
Mayo	5	41,4	41,4	82,8
	5	43,25	43,25	86,5
Junio	5	56,22	56,22	112,45
	5	55,15	55,15	110,3
Total		542,43	542,43	1084,91
Estanque 9				
Mes	Tamaño (mm)	Ración 1 (g)	Ración 2 (g)	Gramos por día
Enero	1,5	50	50	100
Febrero	1,5	87	87	174
	3	85,33	85,33	170,66
Marzo	3	85,33	85,33	170,66
	3	80,97	80,97	161,95
Abril	5	86,84	86,84	173,68
Mayo	5	92,55	92,55	185,11
	5	112,23	112,23	224,47
Total		680,25	680,25	1360,53
Estanque 10				
Mes	Tamaño (mm)	Ración 1 (g)	Ración 2 (g)	Gramos por día
Enero	1,5	50	50	100
Febrero	1,5	62,25	62,25	124,5
	3	74,68	74,68	149,37
Marzo	3	74,68	74,68	149,37
	3	110,16	110,16	220,32
Abril	5	121,51	121,5	243,02
Mayo	5	119,41	119,41	238,82
	5	131,91	131,91	263,82
Junio	5	100,36	100,36	200,72
	5	81,4	81,4	162,81
Total		926,36	926,35	1852,75

Anexo VI. Presupuesto de alimento.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Harina de pescado	50 Kg	\$1,30	\$65
Pulimento de arroz	7 Kg	\$0,80	\$5,6
Aceite de pescado	7 Kg	\$1,30	\$9,1
Suplemento vitamínico	1 Lb	\$3	\$3
Agua	7 Lt	\$0,35	\$2,45
Total			\$85,15