



Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León  
Facultad de Ciencias y Tecnología  
Departamento de Biología  
Maestría en Salud de los Cuerpos de Agua



Memoria de investigación para optar al título de  
Magister Scientiae en Salud de los Cuerpos de Agua.

**Ritmo de crecimiento y capacidad reproductiva de pargo lunarejo  
(*Lutjanus guttatus*) en condiciones de laboratorio, en el periodo de  
octubre 2021 a septiembre 2022.**

**Autor**

**Juan Carlos López Dimas**

**Tutores**

Dr. Ariel José Aguilar  
M.Sc. Katherinne Osorio Urtecho

**Asesores**

M.Sc. Karen Palacios  
M.Sc. Po-Yuan Hsieh

León, 2022

**“A la libertad por la Universidad”**

## CERTIFICADO

ARIEL JOSÉ AGUILAR, Profesor Titular del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua- León (UNAN-León) y Katherinne del Rosario Osorio Urtecho, Profesor Asistente del Departamento de Acuicola.

CERTIFICA QUE:

La presente memoria titulada “*Ritmo de crecimiento y capacidad reproductiva de pargo lunarejo (Lutjanus guttatus) en condiciones de laboratorio, en el periodo de octubre 2021 a septiembre 2022.*” presentada por el Ing. Juan Carlos López Dimas para optar al grado de Magister Scientiae en Salud de los Cuerpos de Agua, por la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León, ha sido realizada bajo nuestra dirección y que hallándose concluida.

AUTORIZAMOS:

Su presentación para que pueda ser juzgada por el tribunal correspondiente.

Dado en la ciudad de León, Departamento de León, el de 14 de noviembre 2022

**Dr. Ariel José Aguilar**

**M. Sc. Katherinne Osorio Urtecho**

## FINANCIACIÓN

El presente trabajo de investigación ha sido realizado en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA), Departamento de Biología, Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, bajo la dirección del Dr. Ariel José Aguilar. La investigación desarrollada en esta Tesis, ha sido realizada con el apoyo de:

1. Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA) a través del Proyecto de Maricultura con el que se acondicionó y amplió la infraestructura del LIMA para reproducir al pargo lunarejo. Asimismo, se fortalecieron las áreas de investigación con equipos y reactivos para el desarrollo de las investigaciones.
2. Laboratorio de Semillas Acuáticas por donar camarón para alimento de los reproductores y, además, colaborar con la mejora de la infraestructura.
3. Al grupo CAMANICA-PESCANOVA por apoyarnos con el mantenimiento del sistema de bombeo.

# DEDICATORIA

Le dedico este trabajo investigativo a:

## **A Dios.**

*Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.*

## **A mis padres.**

*Por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

## **A mis hermanos.**

*por todo su apoyo incondicional, espero les sirva de ejemplo de que todo se puede lograr.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por su perfecto amor por darnos la vida, salud y la sabiduría necesaria para poder alcanzar nuestros objetivos y desarrollarnos como profesionales.

A mis padres por todo su esfuerzo y apoyo incondicional para proveer de todo lo necesario para culminar esta etapa de nuestra formación.

A la MSc. Katherinne Osorio Urtecho, MSc. Karen Palacios y MSc Po-Yuan Hsieh por ayudarme incondicionalmente en la recopilación de datos, así como a realizar los análisis estadísticos de cada uno de ellos sin su apoyo este trabajo no habría sido posible.

Al Dr. Ariel Aguilar por su apoyo durante la realización de este trabajo.

¡A todos muchas Gracias!

## ABREVIATURAS

**ANOVA:** Análisis de varianza con un factor

**mg:** Miligramos

**gr:** Gramos

**ml:** Mililitros

**ppm:** Partes por millón

**LT:** Longitud total

**PC:** Peso corporal

**°C:** Temperatura

**‰:** Salinidad,

**K:** factor de condición

**INPESCA:** Instituto Nicaragüense de la Pesca Y Acuicultura.

**MARENA:** Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

**UNAN-León:** Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León.

**LIMA:** Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícola

**EPC:** Extracto de pituitaria de carpa

**hCG:** Gonadotropina coriónica humana

**LHRHa:** Hormona luteinizante

**GnRH<sub>a</sub>:** Hormona liberadora de la gonadotropina

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Variación mensual del Índice Gonadosomático de *L. guttatus* en el Golfo de Nicoya. Tomado de Rojas (1994)..... - 12 -
- Figura 2. Transporte de peces de las Jaulas de cultivo de pargo Lunarejo (*Lutjanus guttatus*) al Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de UNAN-León..... - 13 -
- Figura 3. A: Recambio de agua. B: Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos (T°, O<sub>2</sub>, pH y salinidad). C: alimentación en el LIMA, UNAN-León. .... - 14 -
- Figura 4. Estado de maduración de los machos (LIMA, UNAN-León). ..... - 14 -
- Figura 5. A: Medición de peces y B: pesado de peces en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA)..... - 15 -
- Figura 6. A: Huevos de pargo Lunarejo (*Lutjanus guttatus*) colectados, B: Determinación de huevos viables y no viables. LIMA-UNAN-León ..... - 16 -
- Figura 7. Porcentaje de machos maduros en el tiempo ..... - 18 -
- Figura 8. Porcentaje de ocurrencias de desove en los doce meses de estudio. - 18 -
- Figura 9. Relación de pesos promedio con la talla promedio de los pargos. - 20 -
- Figura 10. Relación entre el peso promedio de *Lutjanus guttatus* con la producción de huevos y el factor de condición de Fulton (K)..... - 21 -

## LISTA DE TABLA

**Tabla 1. Cantidad y porcentaje de frecuencia acumulada de huevos de pargo lunarejo, desovados de manera espontánea en condiciones de laboratorio. .... - 19 -**



## ABSTRACT

The aim of this research is to evaluate the rate of growth and egg production in spotted snappers (*Lutjanus guttatus*), average weight  $800\pm 21$ g, under laboratory conditions. Consequently, this research was conducted in the spotted snapper breeding area of the Marine and Aquaculture Research Laboratory of UNAN - León (LIMA-UNAN-León), located in Las Peñitas-León. The fish were kept in 20-ton concrete piles with permanent air flow and food was offered every day. Every twelve hours, water exchange and measurement of physicochemical parameters (temperature, oxygen, pH and salinity) and biological parameters (ectoparasites) were carried out. Once a month, prophylactic treatment was carried out on the fish, they were weighed, the total length (TL) was measured and the state of maturation of the males was assessed by means of a massage in the abdominal part, from the cardioventral part to the anus. Our results show that the highest percentage of mature males was found between the months of November 2021 - April 2022 and that from October 2021 to January 2022 was the period of spontaneous spawning, with a last spawning in May 2022. 91% of the amount Total eggs were produced in October, November and December 2021. Likewise, it was observed that from October 2021 to September 2022 the snappers increased 4 cm in size and a decrease in body weight in the months of November and December, probably due to the release of eggs, denoting an inverse growth rate between body weights – spawning of eggs. In conclusion, our results show that spotted snapper can adapt to living under laboratory conditions and spawning spontaneously, ruling out spawning induced with hormonal drugs.

Keywords: Reproductive, Maturation, Egg, Spawning, Growth

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar el ritmo de crecimiento y producción de huevos en pargos lunarejo (*Lutjanus guttatus*), peso promedio  $800 \pm 21$ gr, bajo condiciones de Laboratorio. En consecuencia, esta investigación se realizó en el área de reproducción de pargo lunarejo del Laboratorio de Investigaciones Marina y Acuícolas de la UNAN - León (LIMA-UNAN-León), ubicado en Las Peñitas-León. Los peces se mantuvieron en pilas de concreto de 20 toneladas con flujo de aire permanente y todos los días se ofreció alimento. Cada doce horas se realizó recambio de agua y medición de los parámetros fisicoquímicos (temperatura, oxígeno, pH y salinidad) y biológicos (ectoparásitos). Una vez al mes, se realizó tratamiento profiláctico a los peces, se pesaron, midió la longitud total (LT) y se valoró el estado de maduración de los machos mediante un masaje en la parte abdominal, de la parte cardioventral hasta el ano. Nuestros resultados muestran que el mayor porcentaje de machos maduros se encontró entre los meses de noviembre 2021 – abril 2022 y que de octubre 2021 a enero 2022 fue el periodo de desoves espontáneos, realizando un último desove en mayo 2022. El 91% de la cantidad total de huevos se produjeron en octubre, noviembre y diciembre 2021. Asimismo, se observó que de octubre 2021 a septiembre 2022 los pargos incrementaron 4 cm de talla y una disminución del peso corporal en los meses de noviembre y diciembre, probablemente debido a la liberación de los huevos, denotando un ritmo de crecimiento inverso entre peso corporal – desove de huevos. En conclusión, nuestros resultados muestran que el pargo lunarejo puede adaptarse a vivir en condiciones de laboratorio y realizar desoves espontáneos, descartando el desove inducido con fármacos hormonales.

**Palabras clave:** Reproductor, Maduración, Huevo, Desove, Crecimiento

# ÍNDICE

CERTIFICADO.....	I
FINANCIACIÓN .....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ABREVIATURAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	VI
LISTA DE TABLA.....	VII
ABSTRACT .....	VIII
RESUMEN .....	IX
ÍNDICE .....	X
1. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
2. OBJETIVOS .....	- 3 -
2.1. Objetivo general.....	- 3 -
2.2. Objetivos específicos .....	- 3 -
3. MARCO TEORICO.....	- 4 -
3.1. Taxonomía.....	- 4 -
3.2. Distribución.....	- 4 -
3.3. Anatomía .....	- 5 -

3.4.	Hábitat .....	- 5 -
3.5.	Hábitos alimenticios.....	- 5 -
3.6.	Principales parámetros físico-químicos para peces en cultivo.....	- 7 -
3.7.	Reproductores .....	- 9 -
3.8.	Aclimatación de reproductores .....	- 9 -
3.9.	Control de la reproducción .....	- 10 -
3.10.	Actividad reproductiva de hembras.....	- 11 -
4.	MATERIALES Y METODOS .....	- 13 -
4.1.	Animales de estudio.....	- 13 -
4.2.	Condiciones de estudio .....	- 13 -
4.3.	Parámetros evaluados .....	- 15 -
4.4.	Manejo de huevos.....	- 15 -
4.5.	Análisis estadísticos .....	- 16 -
5.	RESULTADOS .....	- 17 -
5.1.	Porcentajes de machos maduros.....	- 17 -
5.2.	Ocurrencias de desoves espontáneos .....	- 18 -
5.3.	Cantidad y porcentaje de huevos desovados .....	- 18 -
5.4.	Crecimiento de <i>Lutjanus guttatus</i> en condiciones de laboratorio .....	- 19 -
6.	DISCUSIÓN.....	- 22 -
6.1.	Caracterización preliminar del experimento .....	- 22 -

6.2. Maduración de reproductores .....	- 23 -
6.3. Ocurrencias de desoves y cantidad de huevos .....	- 23 -
6.4. Crecimiento de <i>Lutjanus guttatus</i> y relación talla, peso y Factor de Fulton (K) en condiciones de laboratorio .....	- 24 -
7. CONCLUSIONES.....	- 26 -
8. RECOMENDACIONES .....	- 27 -
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	- 28 -

# 1. INTRODUCCIÓN

El pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) es una especie nativa de las costas del Océano Pacífico de Nicaragua y es una de las más explotadas comercialmente (Allen, 1985; Fischer et al., 1995). Sin embargo, los pescadores artesanales Nicaragüenses reportan descensos en sus capturas por unidad de esfuerzo que los ha obligado a alejarse más de la línea costera, incrementando el riesgo de muerte por volcamiento de sus lanchas debido a los fuertes oleajes. Ante tal situación, en el año 2009, el Gobierno de la República de Nicaragua, a través del Instituto Nicaragüense de la Pesca y Acuicultura (INPESCA) y el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) promovió el engorde de pargo lunarejo en jaulas flotantes debido a la viabilidad de cultivo y alta demanda en los mercados internacionales (Valverde y Boza, 1999). En ese sentido, la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León) se suma a este esfuerzo gubernamental e iniciamos investigaciones para evaluar la salud de los cuerpos de agua del Estero Real (Aguilar et al., 2014) y esteros de Padre Ramos y Salinas Grandes, encontrando que los dos últimos esteros presentan condiciones para el bienestar animal (Rojo et al., 2021). Sin embargo, independientemente que las condiciones de calidad de agua sean idóneas para el cultivo de peces, todavía no se puede incrementar el número de jaulas flotantes debido a la falta de laboratorios de reproducción que ofrezcan alevines de pargo a los pescadores artesanales.

Por tal razón, con el apoyo de INPESCA y MARENA, el grupo de investigación del proyecto pargo de la UNAN-León, en el Laboratorio de Investigaciones Marina y Acuícolas (LIMA), ha desarrollado investigaciones sobre cultivo de alimento vivo para alimentar larvas de pargo lunarejo que permitan la generación de condiciones idóneas para la obtención de alevines (Osorio et al., 2020 y 2021), además, ha inducido la reproducción de los pargos usando hormonas Gonadotropina Coriónica Humana (HCG) a razón de 400 UI\*kg<sup>-1</sup> peso para machos y 1000 UI\*kg<sup>-1</sup> peso para hembras (datos no publicados, LIMA) obteniendo resultados similares a lo realizado por otros investigadores para inducir la ovulación y formación de esperma de peces marinos (Zohar y Mylonas, 2001). En contraste, el presente trabajo muestra los

resultados del comportamiento reproductivo de *L. guttatus* sin la aplicación de hormonas exógenas

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo general

Evaluar el ritmo de crecimiento y la capacidad reproductiva de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*) en condiciones de laboratorio, en el periodo de octubre 2021 a septiembre 2022.

### 2.2. Objetivos específicos

Evaluar el porcentaje machos de *Lutjanus guttatus* maduros sexualmente en el periodo de octubre 2021 a septiembre 2022.

Establecer el periodo de desove de hembras de *Lutjanus guttatus* en el periodo de octubre 2021 a septiembre 2022.

Registrar mensualmente el número de huevos desovados por *L. guttatus* en el periodo de octubre 2021-septiembre 2022.

Determinar el ritmo de crecimiento de la talla y peso de los reproductores de *L. guttatus*, en el periodo de octubre 2021 a septiembre 2022.

Definir el valor del Factor de Condición de Fulton (k) durante el periodo de estudio en los reproductores de *L. guttatus*.



## 3. MARCO TEORICO

### 3.1. Taxonomía

Clase: Teleósteos

Orden: Perciformes

Suborden: Percordei

Superfamilia: Percoidae

Familia: Lutjanidae

Subfamilia: Lutjaninae

Género: *Lutjanus* (Bloch)

Especie: *L. guttatus* (Steindachner, 1869)

### 3.2. Distribución

La familia Lutjanidae se distribuye ampliamente en muchos mares tropicales y subtropicales del mundo (Thomson, et al., 1987). Se han reportado 9 especies de *Lutjanus* para el Pacífico mexicano: *L. aratus*, *L. argentiventris*, *L. colorado*, *L. guttatus*, *L. inermis*, *L. jordani*, *L. novemfasciatus*, *L. peru* y *L. viridis* (Espino-Barr, et al., 2004) y en el caso de *L. guttatus* existen evidencias que se distribuye en el Pacífico Oriental, desde México hasta Perú (Fischer et al., 1995). Se encuentra frecuentemente en bahías costeras de México, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá y Perú, éste último incluye las islas de Cocos y Malpelo (Allen, 1985). Asimismo, *L. guttatus* se encuentra al sur de la Península de Baja California y Golfo de California y en mayor abundancia en los estados de Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Guerrero y Oaxaca (CONAPESCA, 2010).

### **3.3. Anatomía**

El pargo lunarejo (*L. guttatus*) se caracteriza por tener 12 a 13 radios en la aleta dorsal, 3 espinas y 8 radios en la aleta anal, 17 radios en la aleta pectoral y 1 espina y 5 o 6 radios en la aleta pélvica. La aleta caudal es truncada o ligeramente emarginada, las escamas sobre la línea lateral se encuentran imbricadas, estas forman una línea oblicua sobre la parte dorsal. Posee 14 dientes cónicos o caniniformes con los dientes frontales agrandados. Presenta un parche de dientes vomerinos en forma de media luna o triangular y el primer arco branquial cuenta con 14 branquiespinas (Allen, 1985). Asimismo, esta especie se caracteriza por poseer una mancha negruzca ovalada a lo que se asemeja a un lunar en el dorso bajo las espinas superiores de la aleta dorsal y logra alcanzar una talla máxima de 80cm, aunque se han reportado tamaños más grandes su talla comercial más común es de 40cm (Espino-Barr, et al., 2004; FAO, 2010).

Esta especie es conocida en México con el nombre de pargo lunarejo, pargo flamenco, pargo chivato, pargo aleta negra, pargo prieto; en inglés se denomina "spotted rose snapper". En Costa Rica se conoce como pargo de la mancha y en Nicaragua como pargo lunarejo.

### **3.4. Hábitat**

El pargo lunarejo vive en bahías costeras de sustratos duros arenosos y rocosos, hasta los 30 m de profundidad o más. Los organismos adultos ocasionalmente forman cardúmenes, pero por lo regular son peces solitarios o se agregan en grupos pequeños (Allen, 1995). Los juveniles pueden entrar a esteros y bocas de ríos, encontrarse alrededor de pilares de muelles, espigones, rompeolas, rocas, pozas de marea, zonas amplias de manglar y aguas someras arrecifales (Arenas-Téllez, 2009).

### **3.5. Hábitos alimenticios**

*L. guttatus* se alimenta de peces pequeños, crustáceos, moluscos y anélidos. Sus hábitos alimentarios pueden cambiar entre individuos, dependiendo de la localidad, las condiciones del alimento, la estacionalidad, la edad o el sexo. Asimismo,

investigaciones realizadas en Jalisco y Colima muestran evidencias de que estos organismos se desplazan por toda la zona del Pacífico en dependencia de la disponibilidad y composición del alimento (Saucedo, et al., 2006). Por otro lado, en Costa Rica y el Salvador se encontró gran cantidad de *L. guttatus* alimentándose básicamente de peces (Rojas, 1997). En El Salvador, encontraron pargos lunarejos alimentándose principalmente de crustáceos durante todo el año, alternándolo con peces y moluscos. Es más, estos autores muestran que los juveniles de pargo lunarejo pueden presentar diferencias alimenticias dependientes de la talla, clasificaron a los peces en tres categorías diferentes (menores a 20cm, de 20 a 25cm y mayores a 50cm) y observaron que en dependencia del rango de talla se alimentaban de presas distintas, situación que puede estar vinculada al tipo de requerimiento nutricional, necesario en cada etapa de crecimiento, lo cual propicia la sintonía del equilibrio eco sistémico de poblaciones y reduce o evita la competencia interespecífica e intraespecífica, permitiendo la coexistencia de los individuos de diferentes edades y especie en la misma área (Rojas, et al. 2004; Rojas-Herrera y Chiappa, 2002).

Se registran estudios realizados para evaluar el tipo de alimentación en *L. peru* y *L. guttatus* y encontraron una gran variedad de presas entre las que destacan los peces de las familias Engraulidae y Clupeidae, estomatópodos, penéidos, portúnidos y larvas de crustáceos (zoea y megalopas) (Rojas-Herrera et al., 2003). Similares resultados muestra Santamaría-Miranda (1996) sobre la alimentación de *L. peru* en la costa de Guerrero y Saucedo-Lozano y Chiappa-Carrara (2000) en juveniles de *L. guttatus* de las costas de Jalisco y Colima. Por otro lado, otros investigadores reportan que *L. peru* se alimenta principalmente de organismos planctónicos, casi exclusivamente de colonias de urocordados (doliólidos y salpas) y de crustáceos (principalmente eufáusidos en el caso de los organismos adultos y carídeos, misidáceos y estomatópodos en el de los juveniles) (Díaz-Uribe, 1994).

En el caso de *L. guttatus*, investigaciones realizadas en el Golfo de Nicoya reportan que esta especie se alimenta principalmente de tres familias de peces (Engraulidae,

Centropomidae y Ophychthidae) y 5 familias de crustáceos, entre las que domina Penaeidae (Rojas, 1997a).

Bajo este contexto, algunos autores afirman que *L. guttatus* se comporta como un depredador béntico. No obstante, este hecho puede estar relacionado con las variaciones geográficas de la abundancia y disponibilidad de las presas de las que se alimenta esta especie (Rojas-Herrera et al., 2003). Es más, a pesar de la similitud existente en los componentes alimentarios de *L. guttatus* y *L. peru* no existe un alto grado de competencia interespecífica por el alimento, lo cual fortalece de que la condición multidimensional del nicho determina la aptitud de una especie con relación a la otra, concordando con lo propuesto por Sierra (1997) para las especies de lutjánidos que habitan en el Golfo de Batabanó, Cuba.

### **3.6. Principales parámetros físico-químicos para peces en cultivo**

#### **• Temperatura**

Influye directamente sobre las necesidades de oxígeno de los organismos acuáticos y modifica los procesos físico-químicos, biológicos y las concentraciones de otras variables (oxígeno, nitrógeno). A mayor temperatura, menor contenido de gases disueltos, mayor respiración ocasionando mayor consumo de oxígeno y descomposición de materia orgánica, incremento del fitoplancton y turbidez. Los peces marinos están adaptados a valores de temperatura que oscilan entre 28-30 grados centígrados (Roldán, 1992).

#### **• Oxígeno**

El oxígeno disuelto es uno de los gases más importantes en la dinámica y caracterización de los sistemas acuáticos. La difusión de este en un ecosistema acuático se lleva a cabo por medio de la circulación y movimiento del agua provocados por diferencia de densidad de las capas de agua o por los vientos

(Roldán, 1992). El contenido de oxígeno varía estacional y diariamente en relación con la actividad biológica, la temperatura, salinidad, altitud o turbulencia. La presencia de concentraciones en determinados rangos de oxígeno disuelto (4-6 mg/l), denota buena calidad en las aguas y su ausencia indica sistemas anaeróbicos por contaminación o procesos biológicos (Roldán, 1992).

#### • **Potencial Hidrógeno (pH)**

Se define como la concentración de iones hidrógeno concentrados en el agua. Una alteración en el pH del medio acuático provoca grandes cambios con respecto a otros aspectos fisicoquímicos del agua, debido a que el ambiente químico para los organismos acuáticos está fuertemente influenciado por el pH, en el caso de *Lutjanus guttatus* su valor de pH idóneo fluctúa entre 8-8.5 (Roldán, 1992).

#### • **Fósforo**

El fósforo es utilizado por los organismos para la transferencia de energía dentro de la célula, para algunos sistemas enzimáticos y para otras funciones celulares. Este se encuentra en varias formas en los sistemas acuáticos siendo los más importantes: fósforo inorgánico soluble, fósforo orgánico soluble y fósforo orgánico en partículas. Las reacciones químicas del fósforo son dependientes del pH por lo que se considera que la química del fósforo en los sistemas acuáticos es muy variable (Wheaton, 1982). El fósforo es el elemento biogénico que juega el papel más importante en el metabolismo biológico, es el menos abundante y al mismo tiempo es el factor más limitante en la productividad primaria. La forma más importante es la de ortofosfato pues es la manera como las plantas acuáticas y el fitoplancton pueden absorberlo (Roldán, 1992).

#### • **Nitrógeno**

El nitrógeno es un elemento necesario en la estructura de las proteínas, para realizar funciones como la fotosíntesis, respiración, síntesis de proteínas, formación de genes y crecimiento (Roldán, 1992). Este se encuentra en varias formas en los cuerpos de agua siendo las más comunes el nitrato ( $\text{NO}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), amonio

(NH<sub>4</sub>), nitrógeno como gas libre (N<sub>2</sub>) y en formas orgánicas como aminoácidos y proteínas. La conversión de una forma a otra ocurre por reacciones químicas pero generalmente son resultado de acciones biológicas (Roldán, 1992).

De todas estas formas de nitrógeno, los nitratos y el ion amonio son los más importantes para los ecosistemas acuáticos, ya que constituyen la fuente principal para los organismos residentes en este medio (Roldán, 1992).

### **3.7. Reproductores**

Los Lutjanidos son especies con sexos separados y características gonocóricas, sin cuidado paternal, fertilización externa, y sin dimorfismo sexual aparente. Su desarrollo gonadal es asincrónico con desoves parciales por la presencia de ovocitos con desarrollo avanzado y folículos posovulatorios (Cruz-Romero et al., 1996).

La actividad reproductiva ocurre todo el año con máximo en abril - mayo y octubre – noviembre, disminuyendo totalmente en enero y febrero (Rojas, 1997). La madurez sexual de *Lutjanus guttatus* ocurre aproximadamente cuando alcanzan los 17-18cm de longitud estándar ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)). Los peces de esta familia son desovadores nocturnos (Grimes, 1987). Debido a que *Lutjanus guttatus* no presenta características morfológicas de dimorfismo sexual la determinación de sexo se lleva a cabo solo a partir del análisis de gónadas, incluso en organismos inmaduros (Rojas, 1997). El ovario de *L. guttatus* se compone de dos lóbulos cilíndrico-cónicos rodeados de músculo liso y tejido conectivo, se ubica entre las paredes dorso lateral de la cavidad abdominal, en donde se encuentra sostenido por un mesenterio dorsal denominado mesovario. En su porción anterior los lóbulos son libres y fusionados en su porción posterior, formando un seno común que desemboca en un ducto corto y grueso, llamado oviducto, que abre al exterior por la papila genital. La gónada de la hembra presenta una textura firme granulosa y mayor tamaño con respecto a la de los machos (Arellano-Martínez et al., 2001).

### **3.8. Aclimatación de reproductores**

Los reproductores pueden ser trasladados del medio natural y se pueden capturar con la ayuda de chinchorros, anzuelos y palangres por pescadores artesanales o

miembros del grupo de investigación del laboratorio, a una profundidad de 30 – 50 metros (Benetti y Feeley, 1999). En el momento de la captura si se diere el caso de abultamiento de la vejiga gaseosa debido a cambios de presión durante el ascenso se le puede realizar una punción a la vejiga gaseosa, usando una aguja hipodérmica para eliminar el exceso de gas y estabilizar al animal en la columna de agua.

Por otro lado, algunos investigadores han demostrado que es posible mantener un banco de reproductores obtenidos en el laboratorio (Ibarra Castro, 2012). Asimismo, en el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas de la UNAN-León se han obtenido peces de las jaulas flotantes y se han mantenido por largos periodos de tiempo sin presentar mortalidades (Datos no publicados).

### **3.9. Control de la reproducción**

La reproducción de peces marinos requiere la producción sostenida de huevos de calidad (Bromage, 1995). Algunos investigadores afirman que los peces capturados en las zonas marinas o los criados en cautiverio, reciben condiciones medioambientales inapropiadas para tener buena maduración final y liberación de gametos; por lo cual, consideran necesario aplicar tratamientos hormonales para lograrlo. A partir de los años 30 se han utilizado hormonas exógenas para estimular el proceso reproductivo e inducir a la ovulación, espermiación y desove de peces marinos (Zohar y Mylonas, 2001). Para establecer los protocolos de inducción a la maduración final del pargo flamenco, se han realizado diversos estudios: Valverde y Boza (1999) inyectaron a hembras silvestres con 4 mg de extracto de pituitaria de carpa (EPC) de peso por kg corporal (PC), y después de 24 h las hembras desovaron. Boza-Abarca et al. (2008) indujeron el desove de *L. guttatus*, engordado en jaulas, utilizando dos inyecciones de gonadotropina coriónica humana (hCG): la primera de 4,5 mg hCG kg<sup>-1</sup> PC y la segunda de 3,5 mg hCG kg<sup>-1</sup> PC; después de 9 a 12 h las hembras desovaron. Boza-Abarca et al. (2011), confirmaron que la dosis de 4 mg kg<sup>-1</sup> PC de EPC aplicada en una sola inyección es adecuada para inducir al desove a las hembras de esta especie. Por su parte, Ibarra et al. (2004) indujeron el desove de *L. guttatus* utilizando implantes del análogo de la hormona liberadora de la hormona

luteinizante (LHRHa), con dosis de 25 ó 75 mg kg<sup>-1</sup> PC. Ibarra-Castro y Duncan (2007) evaluaron implantes en pargos silvestres con 25, 50, 75 y 100 µg del análogo de la hormona liberadora de la gonadotropina (GnRHa) y determinaron que el implante de 75 µg fue el más efectivo para la liberación de los huevos. Ibarra-Castro y Alvarez-Lajonchère (2011) demostraron la eficiencia de los implantes de GnRHa tanto en pargos silvestres como de cautiverio y desarrollaron un monográfico para estimar la dosis requerida de GnRHa para la inducción al desove de hembras de pargo flamenco.

En el Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas de la UNAN-León (LIMA-UNAN-León), se ha avanzado en los protocolos de reproducción y actualmente los reproductores realizan desoves de manera natural y espontánea a lo largo de todo el año (Datos no publicados), concordando con lo expresado por algunos investigadores donde plantean la posibilidad de obtener desoves espontáneos durante la época de reproducción del pargo lunarejo, con peces adaptados a las condiciones de cautiverio propicias para su maduración y desove (Cano, 2003; Boza-Abarca et al., 2008; Alvarez-Lajonchère et al., 2011; Ibarra-Castro y Alvarez-Lajonchère, 2011).

### **3.10. Actividad reproductiva de hembras**

Se sabe que el pargo lunarejo presenta un periodo reproductivo durante todo el año (Arellano-Martínez et al., 2001; Herrera-Ulloa et al., 2010) y los meses reportados como de máxima actividad reproductiva son abril-mayo y octubre-noviembre, meses donde se presentan los máximos valores del Índice Gonadosomático (IGS) en las hembras (Figura 1). Este periodo de tiempo, donde se observa la máxima actividad reproductiva se corresponde con los meses del final de la época seca y época de más alta precipitación.



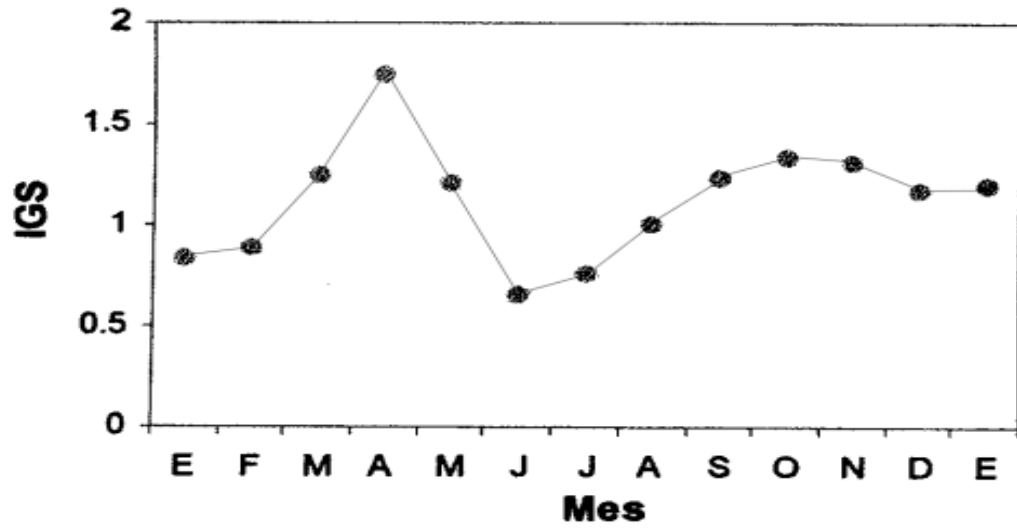


FIGURA 1. VARIACIÓN MENSUAL DEL ÍNDICE GONADOSOMÁTICO DE *L. GUTTATUS* EN EL GOLFO DE NICOYA. TOMADO DE ROJAS (1994)

## 4. MATERIALES Y METODOS

### 4.1. Animales de estudio

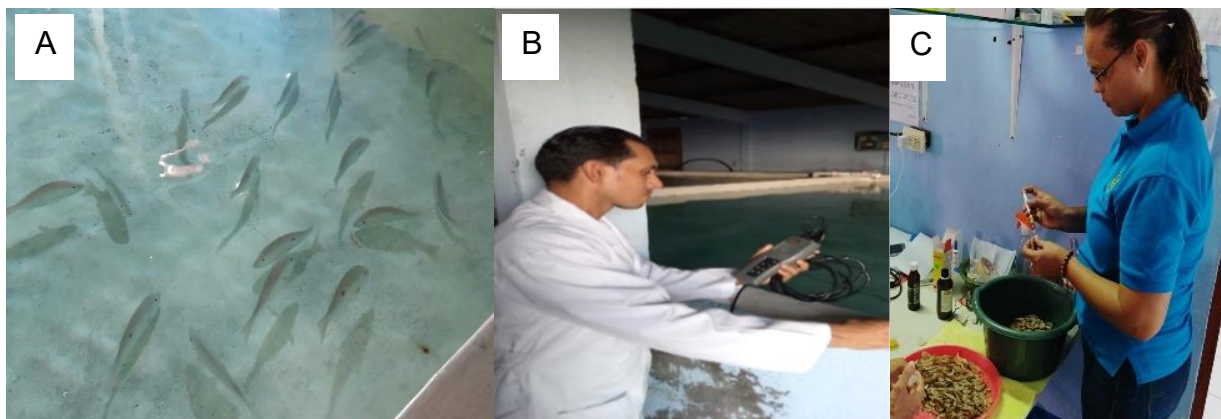
Se usaron peces reproductores de pargo Lunarejo (*Lutjanus guttatus*) obtenidos en las jaulas flotantes de cultivo de pargo en los esteros de Aserradores y Padre Ramos Municipio El Viejo del Departamento de Chinandega. (Ver figura 2)



FIGURA 2. TRANSPORTE DE PECES DE LAS JAULAS DE CULTIVO DE PARGO LUNAREJO (*LUTJANUS GUTTATUS*) AL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y ACUÍCOLAS (LIMA) DE UNAN-LEÓN.

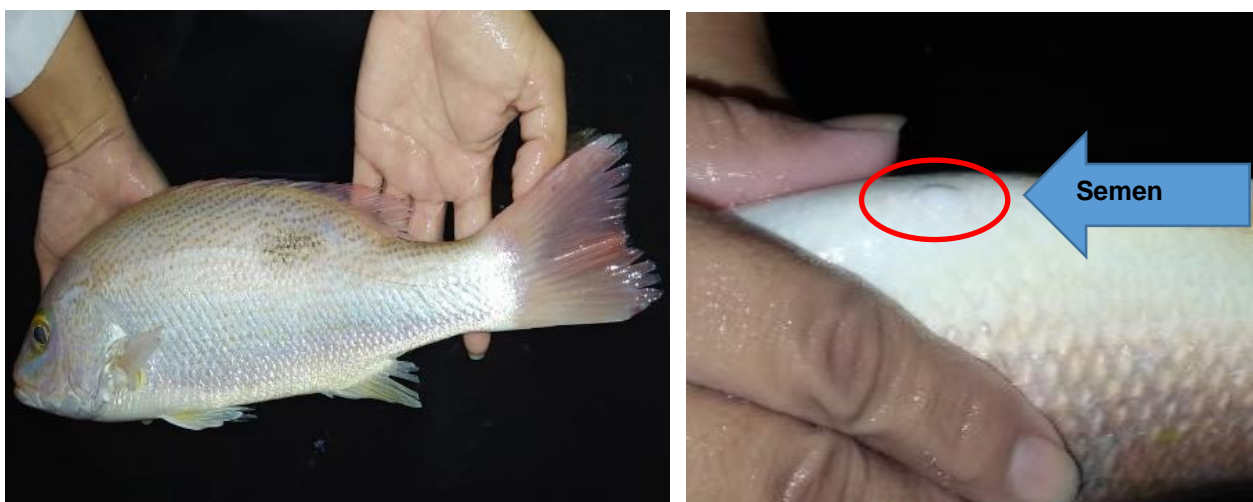
### 4.2. Condiciones de estudio

En el Laboratorio de Investigaciones Marina y Acuícolas de la UNAN - León (LIMA-UNAN-León) se ubicaron 30 peces (proporción 1:1) en una pila de concreto con capacidad de 20 toneladas de agua, con flujo de aire permanente y se ofreció alimento con un plus conformado por complejo vitamínico, de lunes a sábado, para estimular el metabolismo nutricional y propiciar la gonadogénesis, ovogénesis, vitelogénesis y espermiogénesis. Cada doce horas se realizó recambio de agua y se evaluaron los parámetros fisicoquímicos (temperatura, oxígeno, pH y salinidad). (Ver figura 3)



**FIGURA 3. A: RECAMBIO DE AGUA. B: MONITOREO DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS (T°, O<sub>2</sub>, PH Y SALINIDAD). C: ALIMENTACIÓN EN EL LIMA, UNAN-LEÓN.**

Una vez al mes, se realizó tratamiento profiláctico que consistió en sumergir a todos los peces en agua dulce para provocar la liberación de ectoparásitos. Al 30% de los peces se les realizaron un frotis para obtener mucus de las partes: lateral, ventral y caudal para búsqueda e identificación de ectoparásitos. Asimismo, se evaluó el estado de maduración de los machos mediante un masaje ventral en dirección de la cabeza hacia la cola, para obtener semen y observar la motilidad de los espermatozoides, usando un microscopio óptico. A los peces se les midió la longitud total (LT) y se pesaron usando una balanza digital con capacidad de 5 kilogramos. (Ver figura 4).



**FIGURA 4. ESTADO DE MADURACIÓN DE LOS MACHOS (LIMA, UNAN-LEÓN).**

### 4.3. Parámetros evaluados

- a) **Longitud total:** los 30 peces se colocaron lo más extendido posible sobre un ictiometro, midiendo desde el hocico hasta la mayor proyección de la aleta caudal. (Ver figura 5A).
- b) **Peso del pez:** los 30 peces se pesaron en una balanza digital con capacidad de 5 kilogramos. (Ver figura 5B).

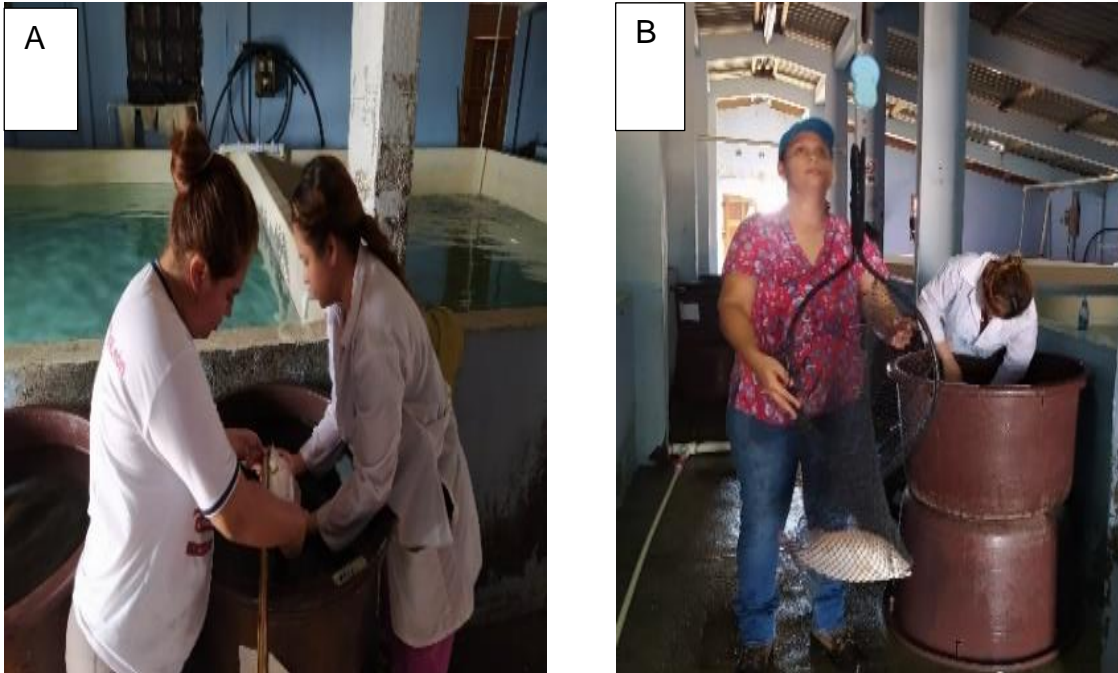


FIGURA 5. A: MEDICIÓN DE PECES Y B: PESADO DE PECES EN EL LABORATORIO DE INVESTIGACIONES MARINAS Y ACUÍCOLAS (LIMA)

### 4.4. Manejo de huevos

Los huevos se colectaron de las pilas de 20 toneladas donde se encuentran los reproductores con la ayuda de un chayo de luz de malla de 100  $\mu$  y se depositaron en tinajas de 20 litros con agua marina y aireación permanente. Seguido, se trataron con formalina 20 ppm (partes por millón) y se enjuagaron con agua dulce durante 15 segundos. Posterior, se depositaron en una probeta para evaluar el porcentaje de fertilidad y conteo de huevos totales. Se tomó una muestra para conocer el estado del desarrollo embrionario usando microscopio ocular. (Ver figura 6).

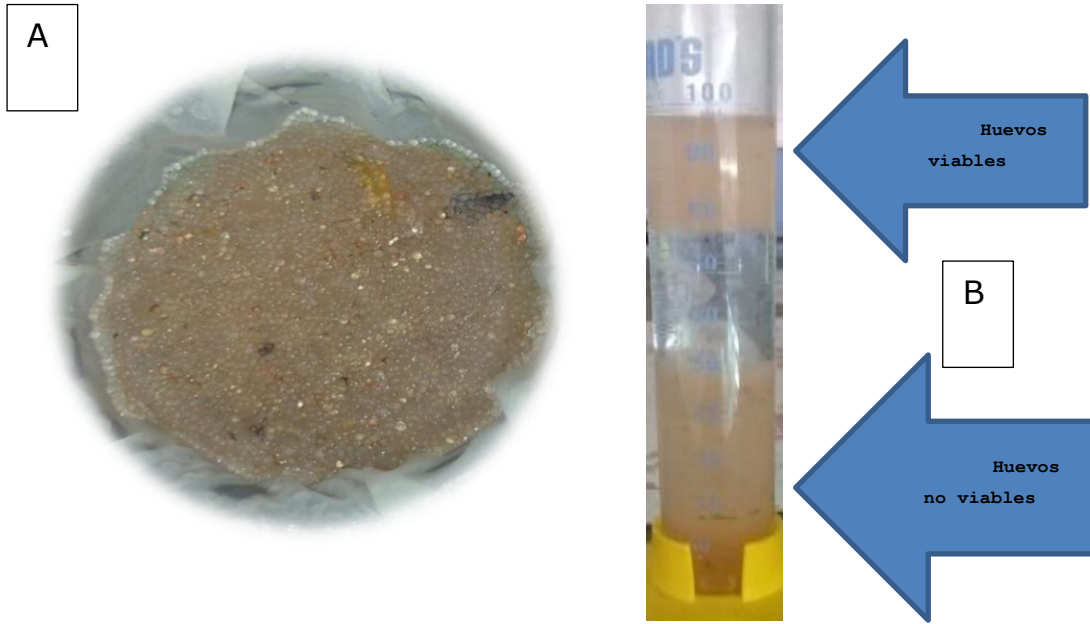


FIGURA 6. A: HUEVOS DE PARGO LUNAREJO (*LUTJANUS GUTTATUS*) COLECTADOS, B: DETERMINACIÓN DE HUEVOS VIABLES Y NO VIABLES. LIMA-UNAN-LEÓN

#### 4.5. Análisis estadísticos

Se aplicó estadística descriptiva para la obtención del promedio de peso y talla de los peces y la determinación de la frecuencia acumulada del porcentaje de desoves y porcentaje de huevos en el tiempo de estudio, usando el programa estadístico Sigma Stat (SPSS Inc., Chicago, IL). Asimismo, se evaluó el Factor de Condición de Fulton ( $k$ ) (King, 1995) para evaluar la relación peso y talla, utilizando la siguiente fórmula:

$$k = \frac{\text{Peso total (g)}}{[\text{Longitud total (cm)}]^3}$$

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Porcentajes de machos maduros

La figura 7 muestra, de manera general que los machos de *L. guttatus* usados como reproductores en las instalaciones del Laboratorio de investigaciones Marinas y Acuícolas (LIMA) de la UNAN-León estuvieron con un razonable porcentaje de madurez sexual a lo largo de todo el periodo de estudio, a excepción del mes de julio 2022. Los meses donde se observó mayor porcentaje de machos maduros se correspondieron a noviembre y diciembre 2021 y enero, febrero y marzo 2022, y el máximo porcentaje se observó en el mes de diciembre (67%). Por otro lado, los meses de junio, agosto y septiembre tuvieron un razonable porcentaje de madurez (33%), seguido del mes mayo (20%) y octubre 2021 (13%).

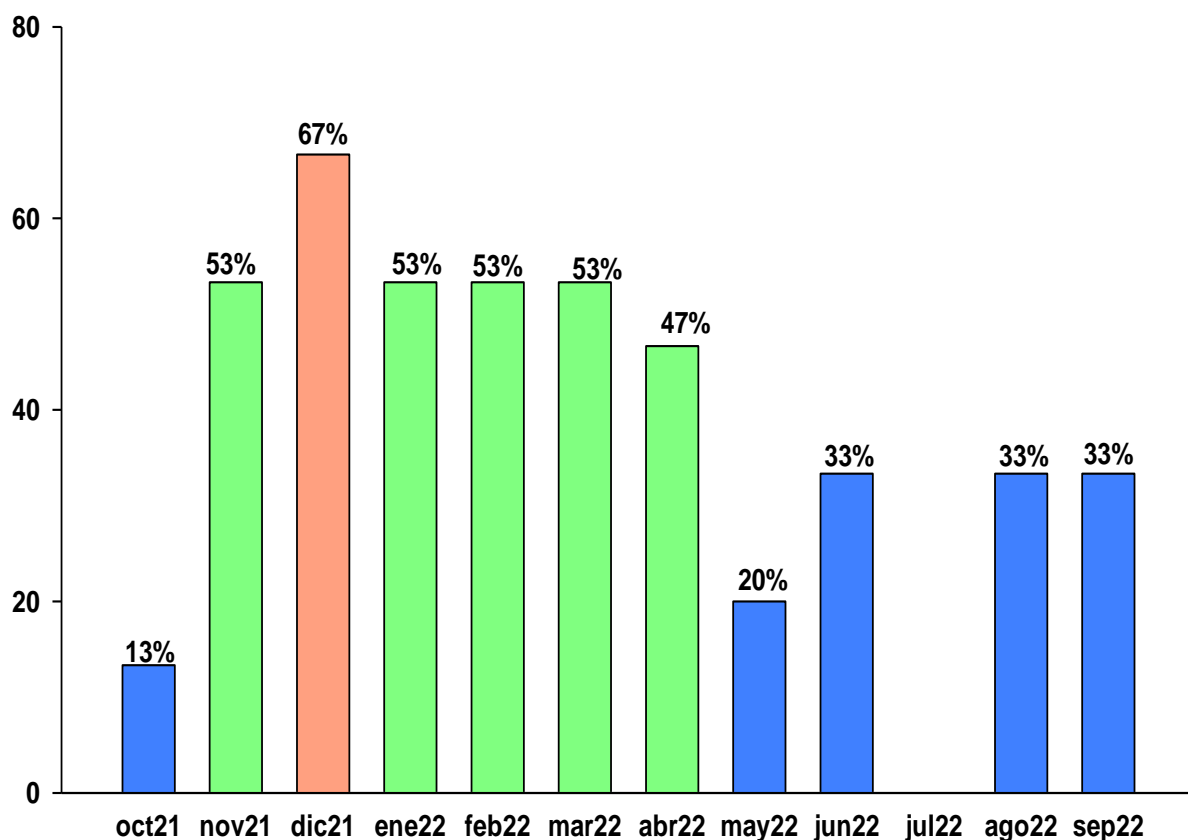


FIGURA 7. PORCENTAJE DE MACHOS MADUROS EN EL TIEMPO

### 5.2. Ocurrencias de desoves espontáneos

Los reproductores de *L. guttatus* presentaron un porcentaje de ocurrencias de desove en los 12 meses del año del 41.7 %. Los meses donde ocurrieron los desoves espontáneos fueron octubre, noviembre y diciembre 2021 y enero y mayo 2022. El resto de meses donde no ocurrió desove se corresponden a los meses de febrero, marzo, abril, junio, julio, agosto y septiembre con un 58.3%.(figura 8)

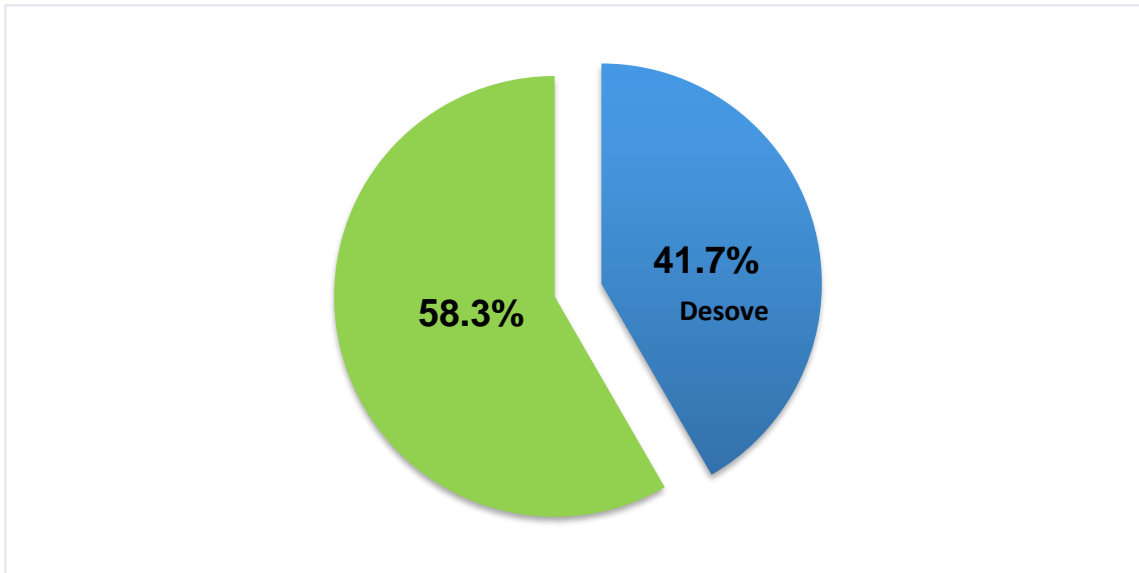


FIGURA 8. PORCENTAJE DE OCURRENCIAS DE DESOVE EN LOS DOCE MESES DE ESTUDIO

### 5.3. Cantidad y porcentaje de huevos desovados

El periodo de tiempo de mayor desove de *Lutjanus guttatus* en el LIMA-UNAN-León se encontró en los meses de octubre, noviembre y diciembre 2021, y en conjunto abarcan el mayor porcentaje de frecuencia acumulada con un 91% del total de todos los huevos desovados. De estos tres meses, noviembre presenta el 51% de la cantidad total (ver tabla 1).

**Tabla 1. Cantidad y porcentaje de frecuencia acumulada de huevos de pargo lunarejo, desovados de manera espontánea en condiciones de laboratorio.**

<b>Meses</b>	<b>Peso total de huevos (g)</b>	<b>Huevos totales</b>	<b>% de Huevos</b>	<b>% acumulado</b>
21-oct-21	125	162,500	22	22
19-nov-21	<b>287.92</b>	<b>374,296</b>	<b>51</b>	<b>73</b>
16-dic-21	100	130,000	18	91
15-ene-22	10	13,000	2	93
17-may-22	42	54,600	7	100

#### **5.4. Crecimiento de *Lutjanus guttatus* en condiciones de laboratorio**

La figura 9, muestra que *Lutjanus guttatus* en condiciones de laboratorio y ofreciéndole una cantidad de alimento, entre el 5% y el 7 % de su peso corporal, con un plus de complejo vitamínico, presento un crecimiento en su talla de 4.5 cm. El peso promedio inicial de los peces era de 34 cm y al finalizar el experimento la talla fue de 38.5. Los meses de octubre, noviembre y diciembre 2021 y enero 2022 fue el periodo de tiempo en que los peces incrementaron, en promedio, 1 cm de talla cada mes y los siguientes meses, hasta llegar a septiembre 2022 los peces disminuyeron su tasa de crecimiento.



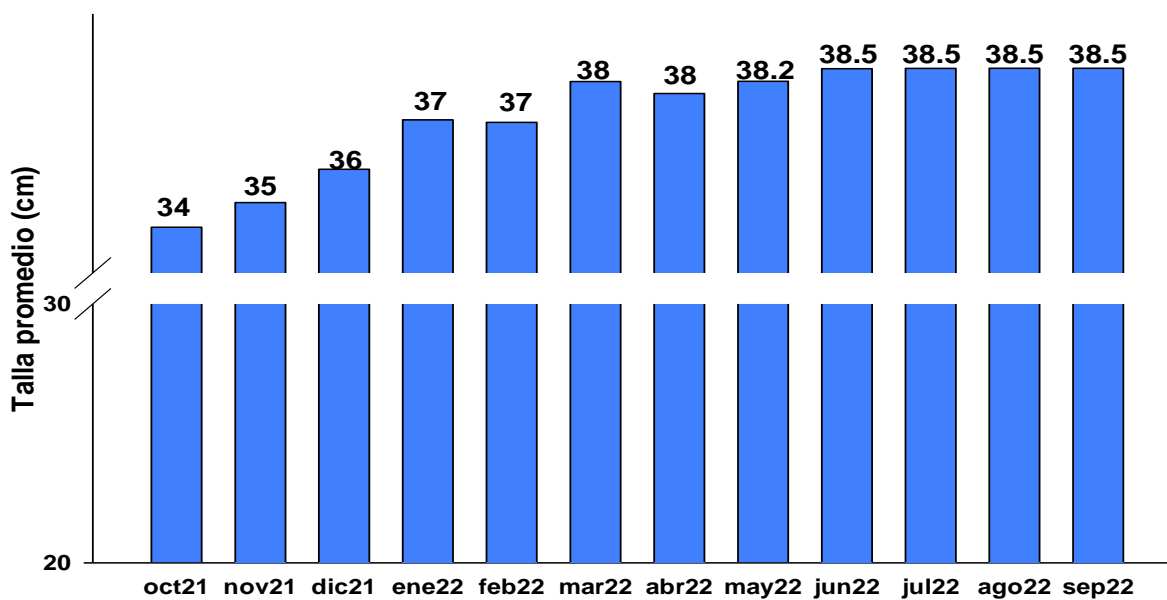


FIGURA 9. RELACIÓN DE PESOS PROMEDIO CON LA TALLA PROMEDIO DE LOS PARGOS

Al evaluar la relación entre el promedio de peso corporal de *Lutjanus guttatus* con la producción de huevos y el factor de condición de Fulton podemos denotar cambios fisiológicos en el comportamiento de *Lutjanus guttatus*, en su periodo reproductivo. En los meses de octubre a diciembre 2021 y enero 2022 se observa un comportamiento inverso entre el peso corporal de los peces con la cantidad de huevos desovados y el valor de Condición de Fulton. En noviembre 2021 los peces desovaron el 50% del total de los huevos en el año y, en ese mismo mes, se observó una disminución significativa del peso corporal y del Factor de Condición. (Ver figura 10)

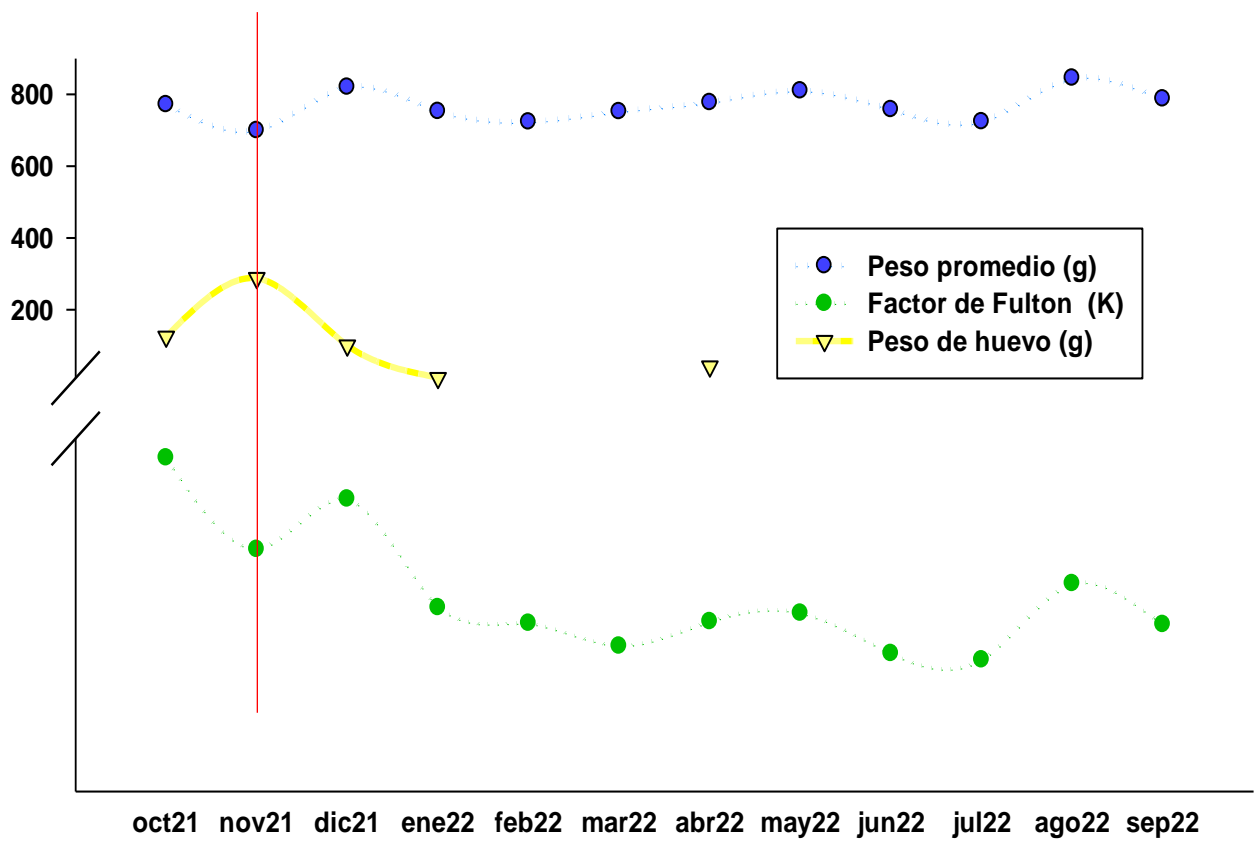


FIGURA 10. RELACIÓN ENTRE EL PESO PROMEDIO DE LUTJANUS GUTTATUS CON LA PRODUCCIÓN DE HUEVOS Y EL FACTOR DE CONDICIÓN DE FULTON (K).

## 6. DISCUSIÓN

### 6.1. Caracterización preliminar del experimento

El objetivo consistió en obtener evidencias, por primera vez en Nicaragua, que muestren la capacidad reproductiva del pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), en condiciones de laboratorio y sin uso de hormonas para inducir el desove de huevos de manera artificial. En consecuencia, se diseñó un experimento para analizar el ritmo de crecimiento del pargo Lunarejo desde una talla inicial promedio de 34 cm y determinar los periodos de mayor actividad reproductiva; así como para evaluar la capacidad de adaptación de esta especie a las condiciones de cautiverio. Para ello, se mantuvieron 30 peces (proporción 1 macho: 1 hembra) en pilas con capacidad de 20 toneladas de agua y se les brindó las mejores condiciones de bienestar animal en base a la capacidad del Laboratorio de Investigaciones Marinas y Acuícolas de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León).

A los reproductores de pargo Lunarejo usados en este experimento, se les ofreció una dieta alimenticia conformada por peces pelágicos (10%), sardina (10%) y camarón (80%) y en algunas circunstancias se les ofreció calamar y raya. La dieta alimenticia ofrecida a nuestros reproductores conlleva las mismas especies que han reportado otros autores, tras evaluaciones estomacales donde encuentran que peces y crustáceos son los organismos que más ingiere *Lutjanus guttatus* (Rojas-Herrera, 2003); No obstante, los componentes de la dieta ofrecida a nuestros reproductores de pargo Lunarejo, no concuerda con lo referido a la afinidad porcentual de ingesta de estas especies, debido a que nuestro alimento se basó porcentualmente en el 80% de camarón y 20% de peces; a diferencia de lo observado en el estómago de pargos silvestres donde se han encontrado 88 componentes, y de estos los peces forman parte del 50.8% de especies ingeridas, seguido de crustáceos con un 43.4% (Rojas-Herrera, 2003)

## **6.2. Maduración de reproductores**

De manera general, nuestros resultados muestran que los machos de *Lutjanus guttatus* presentaron estado de maduración durante todo el periodo de estudio, a excepción del mes de julio 2022. Sin embargo, el mayor porcentaje de machos maduros (mayor al 50%) se encontró de noviembre 2021 a abril 2022 y los menores porcentaje de madures se encontraron de mayo 2022 a septiembre 2022, incluido octubre 2021, coincidiendo con lo reportado por otros investigadores para el periodo de madurez sexual de *Lutjanus guttatus* (Rojas, 1997). Se han realizado diversas investigaciones en algunos sitios de Costa Rica donde se reporta que el periodo de reproducción del pargo Lunarejo, en el Golfo de Nicoya, se presenta durante todo el año, con dos máximos importantes: en marzo y septiembre, lo cual coincide con la época seca, y lluviosa, respectivamente. Bajo este contexto, nuestros resultados invitan a sugerir, que aunque existe un porcentaje razonable de la población de pargo Lunarejo maduro sexualmente en los 12 meses del año (ver figura 7), los meses de máxima reproducción de los pargos Lunarejos observados en el estudio realizado en el en el Golfo de Nicoya (Soto, 2009) se deben, principalmente, al desarrollo gonadal de las hembras, lo cual nos permite sugerir que las hembras son las responsables de regular el periodo reproductivo del pargo lunarejo.

## **6.3. Ocurrencias de desoves y cantidad de huevos**

Algunos investigadores reportan que las hembras de *Lutjanus guttatus* presentan sus mayores índices de desarrollo gonadal en los meses de marzo y septiembre (Soto, 2009). Rojas (1994 y 1997) y Boza-Abarca et al. (2011) reportan que las hembras de *Lutjanus guttatus* presentan un margen más amplio del periodo de madures gonadal (marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre). En nuestros resultados se observa que la actividad reproductiva se realizó en un 41.7% de los meses del año (5 meses); por tanto, los resultados reportados por Rojas (1994 y 1997) tiene una alta coincidencia con el porcentaje de tiempo definido para la actividad reproductiva del pargo lunarejo Es más, la coincidencia de nuestros resultados con lo reportado por otros autores es mayor debido a que concordamos con que la actividad reproductiva del pargo lunarejo está presente

en todo el año; coincidiendo con lo observado en el estado de madures de los machos usados en nuestro experimento. Asimismo, lo reportado para el periodo de desarrollo gonadal de las hembras, donde definen que períodos reproductivos principales están entre marzo-abril y agosto-noviembre (Arellano-Martínez et al., 2001; Herrera-Ulloa et al., 2010) coinciden con nuestros resultados debido a que los meses de mayor desove fueron octubre, noviembre y diciembre 2021 y enero y mayo 2022. Siendo noviembre el mes de mayor cantidad de huevos colectados (374,296 huevos) de las 15 hembras de estudio.

Por lo tanto, en el presente estudio mostramos que con solo ofrecer alimento con la alta concentración de lípidos presentes en los camarones y un plus de complejo vitamínico permite llegar a obtener machos de *Lutjanus guttatus* con un razonable nivel de maduración en el 90% de los meses del año e influye en la obtención de huevos de mayor calidad debido a las excelentes condiciones de índice gonadosomatico (IGS) en el 41.7% de los meses del año, similar a lo reportado por otros investigadores cuando relacionan el contenido nutricional de alimento con el desarrollo del IGS (Watanabe y Kiron 1995).

#### **6.4. Crecimiento de *Lutjanus guttatus* y relación talla, peso y Factor de Fulton (K) en condiciones de laboratorio**

Algunos autores reportan que el pargo Lunarejo presenta su primer estado de madures sexual cuando ha alcanzado tallas entre los 31,7 cm y los 34,3 cm (Rojas 1994), talla correspondida para peces de aproximadamente de 3 años cuando se encuentran en ambiente natural (Siefke 1995). No obstante, hemos observado un alto IGS en hembras que miden entre 29cm y 30cm, cultivadas en jaulas flotantes. Por consiguiente, son capaces de realizar desoves espontáneos sin necesidad de aplicación de hormonas (Datos no publicados LIMA).

Bajo ese contexto, si nos basamos en lo reportado por Siefke (1995) los peces usados en nuestro estudio tienen una edad entre 3 y 3.5 años, lo cual nos indica que estos organismos han realizado desoves con anterioridad y que su periodo de madures sexual está en su condición óptima, debido a que han tenido un

comportamiento reproductivo similar a lo reportado para pargos silvestres (Soto, 2009).

El periodo de desove realizado por las hembras en los meses de octubre, noviembre y diciembre 2021 y enero y mayo 2022 y el razonable porcentaje de madures de los machos durante todo el año nos permite sugerir que alimento ofrecido a los reproductores contiene alta calidad nutricional y pudiese ser denotado si evaluáramos el índice hepatosomático (IH), de manera similar a lo realizado por Arellano-Martínez et al. (2001) en peces de las costas de Guerrero, México. No obstante, independientemente que nuestro estudio no realizamos la evaluación del IH observamos similar comportamiento entre el peso de los reproductores y el factor de Condición de Fulton (K) en los meses de mayor actividad reproductiva (ver figura 10), coincidiendo con lo reportado por otros investigadores (Arellano-Martínez et al., 2001)

Por tal razón, independientemente que en este trabajo de investigación no realizamos evaluaciones del estadio gonadal de las hembras, nuestros resultados muestran que las hembras de pargo lunarejo bajo nuestras condiciones experimentales obtuvieron un máximo pico de maduración gonadal en los meses de octubre a diciembre 2021 y un subsecuente segundo pico de madures en los meses de enero y mayo 2022. Por consiguiente, nuestros resultados invitan a sugerir, que independientemente que exista un porcentaje razonable de machos maduros a lo largo de todo el año (Figura 7), las hembras podrían regular el periodo reproductivo de *Lutjanus guttatus*.

## 7. CONCLUSIONES

1. Los machos de *Lutjanus guttatus* presentaron niveles razonables de madures gonadal en los 12 meses del año, a excepción del mes de julio 2022.
2. Más del 50% de los machos de *Lutjanus guttatus* se encontraron maduros sexualmente entre los meses de noviembre 2021 – abril 2022.
3. Los meses de octubre a diciembre 2021 y enero y mayo 2022, que equivale al 41.7% de los meses del año fue el periodo de desoves de *Lutjanus guttatus*, en el LIMA.
4. De octubre a diciembre 2021 fue el periodo con mayor porcentaje de huevos desovados (91%) y, específicamente, el 50% de todos los huevos, se desovaron el mes de noviembre.
5. En todo el año de estudio los peces incrementaron de 34 cm a 38.5 cm de talla.
6. Se observó una relación inversa entre el peso corporal y el volumen de desove; así como la relación entre el peso corporal y el Factor de Fulton (K), en los meses de octubre a diciembre 2021, lo cual indica que el incremento del peso corporal en ese periodo fue debido al incremento del tamaño de sus gónadas.

En resumen, nuestros resultados muestran que *Lutjanus guttatus* pueden realizar desoves espontáneos, con huevos de alta calidad con solo ofrecerle alimento con alto contenido nutricional y condiciones de bienestar animal. Asimismo, nuestros resultados muestran que los meses de octubre a diciembre 2021 y enero y mayo 2022 se corresponden a los periodos de desove con su pico máximo en el mes de noviembre.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Mantener a los reproductores en sitios con poca luminosidad y bajo nivel de ruido.
2. Mantener monitoreo permanente sobre los reproductores por efecto de cualquier desove debido a que los pargos son desovadores nocturnos y si detectamos el desove en horas de la tarde podríamos encontrar larvas tras la eclosión.



## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A., Osorio, K., Prado, M., Dios, R., Sierra, P. y Zúniga, C. (2014). Efectos de la ineficiencia técnica ambiental en la salud del cuerpo de agua del Estero Real: Caso Nicaragua. En Palomares, R. y Roldán J. (Eds). VI congreso de Eficiencia y Productividad. Córdoba, España. ISBN: 978-84-697-0110-2
- Álvarez-Lajonchère, L., Ibarra-Castro, L y García-Aguilar, N. (2011). Reproducción controlada. In: L.S. Álvarez-Lajonchère y A. Puello-Cruz (eds.). El pargo flamenco: *Lutjanus guttatus*. Producción controlada de huevos, larvas y juveniles. Clave Editorial, México, pp. 25-58.
- Allen, G. R. (1985). FAO species catalogue. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of Lutjanid species known to date. FAO Fisheries Synopsis 125, vol. 6, 208 p.
- Arenas-Téllez, P (2009). Biología y Cultivo de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en jaulas flotantes en Bahía Falsa Baja California Sur. Tesis de Licenciatura. UABCS La Paz. 76pp.
- Arellano-Martínez, M., Rojas-Herrera, A., García-Domínguez, F., Ceballos-Vásquez, B. y Villalejo-Fuerte, M. (2001). Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. Rev. Biol. Mar. Oceanogr. 36: 1-8.
- Benetti, D. y Feeley, M. (1999). The capture, transport, handling, prophylaxis, quarantine, and sampling of broodstock marine fish. World Aquacult., 30(3): 54- 57
- Boza-Abarca, J., Calvo-Vargas, E., Solís-Ortiz, N y Komen, J. (2008). Induced spawning and larval rearing of spotted rose snapper, *Lutjanus guttatus*, at the Marine Biology Station, Puntarenas, Costa Rica. Cienc. Mar., 34: 239-252.
- Boza-Abarca, J., Valverde-Chavarría, S., Calvo-Vargas, E., Ramírez-Alvarado, M y Rodríguez-Gómez, E. (2011). Hormone-induced spawning of wild and captive-grown spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* using carp pituitary suspension and human chorionic gonadotropin. Ciencias Marinas 37(2): 125–139
- Bromage, N. (1995). Broodstock management and seed quality-general considerations. In: N.R. Bromage y R.J. Roberts (eds.). Broodstock management, egg, and larval quality. Blackwell Science, Oxford, pp. 1-24.

- Cano, A. (2003). Reproduction in captivity and cultivation of the Pacific rose spotted snapper *Lutjanus guttatus* in the Republic of Panama. World Aquaculture 2003. Proceedings WAS, pp. 153.
- CONAPESCA. (2006). El CIAD Mazatlán cumple compromiso con CONAPESCA de entregar 20,000 juveniles de botete diana. Panorama Acuícola Magazine. <http://www.panoramaacuicola.com/noticias/2006/07/24/>
- Cruz-Romero, M., Chávez, E., Espino, E y Garcia, A. (1996). Assessment of a snapper complex (*Lutjanus spp.*) of the eastern tropical Pacific. In: F. Arreguín Sánchez, J.L. Munro, M.C. Balgos y D. Pauly (eds.). Biology and culture of tropical groupers and snappers. ICLARM Conf. Proc., 48: 331-337.
- Díaz-Uribe, J.C. (1994). Análisis trofodinámico del huachi-nango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) en las bahías de La Paz y La Ventana, B.C.S. México. Tesis de maestría, Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada, México. 57 p.
- Espino-Barr, E., Cabral, S.E., García, B. A. y Puente, G. M. (2004). Especies marinas con valor comercial de la costa de Jalisco, México. SAGARPAINP-CRIP Manzanillo. 145pp.
- Fischer, W., Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. y Niem, V. (1995). Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro-Oriental, Volumen II Vertebrados Parte 1. FAO, Roma, 646 pp.
- FAO. (2010). El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura. FAO. Roma. 219pp.
- Grimes, C. (1987). Reproductive biology of the Lutjanidae: A review. In: J.J. POLOVINA y S. RALSTON (eds.), Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management. Westview Press, London, pp. 239– 294.
- Herrera-Ulloa, A., Chacón-Guzmán, J., Zúñiga-Calero, G. y Jiménez-Montealegre, R. (2010). Spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) aquaculture research and development as socio-economic alternative for Costa Rican fisheries communities. World Aquacult., 41: 20- 22.
- Ibarra, L., Dumas, S y Duncan, N. (2004). Gonad development and LHRHa-induced spawning in female spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. In: 5th International Symposium on Fish Endocrinology, 5-9 September, Castellón, pp. 1.
- Ibarra-Castro, L. y Duncan, N. (2007). GnRHa-induced spawning of wild-caught spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. Aquaculture, 272: 737-746.

- Ibarra-Castro, L. y Alvarez-Lajonchère, L. (2011). GnRHa induced multiple spawns and volition spawning of captive spotted rose snapper, *Lutjanus guttatus*, at Mazatlan, Mexico. *JWAS*, 42: 564-574.
- Ibarra-Castro, L., Lizárraga-Osuna, C., Gómez-Gill, B. y Alvarez-Lajonchère, L. (2012). Tratamientos profilácticos para desinfectar la superficie de huevos del pargo flamenco *Lutjanus guttatus*. *Rev. Bio. Mar. Oceanogr.*, 47(1): 155-160.
- Osorio, K., Palacios, K., Lumbi, D., Hsieh, P y Aguilar, A. (2021). Salinity variation affect population growth rate and reproductive capacity of *Brachionus plicatilis*: an approach to climate change *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* vol. 7, núm. 14, DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i13.11872>
- Osorio, K., Palacios, K., Lumbi, D., Hsieh, P., Zúniga, C., y Aguilar, A. (2020). Reproductive capacity of *Nannochloropsis oculata* in different concentrations of salinity and fertilizer: an approach to the aquaculture bioeconomy. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.* 6 (12), 1440-1455. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v6i12.9977>
- Rojas, J. (1994). Fecundidad, épocas de reproducción y hábitos alimenticios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner) (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Biológicas. 89 p.
- Rojas, J.R. (1997). Fecundidad y época de reproducción del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 44/45: 477-487.
- Rojas, M., José, M., y Chicas, B. (2004). Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Los Cóbano y Puerto La Libertad, El Salvador. *Rev. biol. trop.*, vol.52, no.1 p.163-170.
- Rojas-Herrera, A. y Chiappa, C. (2002). Feeding habits of the spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) in the coast of Guerrero, Mexico. *Cienc. Mar.* 28: 133-147.
- Rojas-Herrera, A., Mascaró, M. y Chiappa-Carrara, X. (2003). Hábitos alimentarios de los peces *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México
- Rojo, C.; Lumbi, D.; Aguilar, A.; Palacios, K.; Osorio, K.; Ruiz, P. (2021). The River Influence Controls Water Quality and Spatio-Temporal Microalgal Distribution

- in Pacific Estuaries (Padre Ramos and Salinas Grandes) of Nicaragua. *Water* 13, 1712. <https://doi.org/10.3390/w13121712>
- Roldan, G. (1992).- Fundamentos de Limnología Neotropical. Colección Ciencia y Tecnología Universidad de Antioquia. Medellín. Vol. 1. p. 128
- Santamaría-Miranda, A. (1996). Hábitos alimenticios del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Murphy, 1922) de la Costa Chica de Guerrero. Mem. X Congreso Nacional de Oceanografía, Manzanillo, México. p. 59.
- Saucedo-Lozano, M. y Chiappa-Carrara, X. (2000). Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol.* 34: 159-180.
- Saucedo, L., Raymundo, H. y Valadez G. (2006). Comparación de los Hábitos Alimentarios de juveniles de *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* en la costa de Colima y Jalisco, México. Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco y Michoacán. 209-218pp.
- Siefke, K. (1995). Zur Fischerei und Populations dynamik des "pargo de la mancha" (*Lutjanus guttatus*) im Golf von Nicoya, Costa Rica. Tesis de Maestría. Centro de Ecología Marina Tropical. Universidad de Bremen, Alemania. 72 p.
- Soto-Rojas, R., Mejía-Arana, F., Palacios, J. y Hiramatsu, K. (2009). Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 57 (1-2): 125-131.
- Thomson, D., Findley, L. y Kerstitch, A. (1987). Reef Fishes of the Sea of Cortez. The University of Arizona Press. 302pp.
- Valverde, S. y Boza, J. (1999). Inducción al desove en hembras del pargo mancha, *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). *Uniciencia*, 15-16: 65-69.
- .Watanabe, T. y Kiron, V. (1995) Broodstock management and nutritional approaches for quality offsprings in the red sea bream. In: Broodstock management and larval quality (ed. by N.R. Bromage y R.J. Roberts), pp. 398- 413. Blackwell Science Ltd., Oxford.
- Zohar, Y. y Mylonas, C. (2001). Endocrine manipulations of spawning in cultured fish: from hormones to genes. *Aquaculture*, 197: 99-136