

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT



SISTEMA DE BIBLIOTECAS

EFFECTO DE LA SALINIDAD Y TEMPERATURA SOBRE EL CRECIMIENTO Y
SUPERVIVENCIA EN JUVENILES DE PARGO LUNAREJO
Lutjanus guttatus (Steindachner, 1869).

ING. PESQ. MARIANA ALCALÁ CARRILLO

Tesis que presenta como requisito parcial para la obtención del grado
de: Maestra en Ciencias en el Área de Ciencias Pesqueras.

Xalisco, Nayarit. Abril de 2015.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

CBAP/089/15

Xalisco, Nayarit., 22 de abril de 2015

Ing. Alfredo González Jáuregui
Director de Administración Escolar
Presente.

Con base al oficio de fecha 24 de abril de 2015, enviado por los CC. **Dr. Sergio Gustavo Castillo Vargasmachuca, Dr. Jesús Trinidad Ponce Palafox, Dr. Leonardo Martínez Cárdenas, Dr. Milton Spanopoulos Hernández y Dr. Armando López Sánchez**, donde se nos indica que el trabajo de tesis cumple con lo establecido en forma y contenido, y debido a que ha cumplido con los demás requisitos que pide el Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias, se autoriza a la **C. Mariana Alcalá Carrillo**, continúe con los trámites necesarios para la presentación del examen de grado de Maestro.

Sin más por el momento, me despido de usted y reciba un cordial saludo.

Atentamente
"Por lo Nuestro a lo Universal"


Dr. J. Diego García Paredes
Coordinador del posgrado

Expediente:

xxx

Unidad Académica de Agricultura Carretera Tepic-Compostela Km. 9C.P. 63780, Xalisco
Nayarit Tel. 311211-2478

Xalisco, Nayarit, 22 de Abril de 2015

DR. J. DIEGO GARCÍA PAREDES
COORDINADOR DEL POSGRADO (CBAP)
P R E S E N T E

Los suscritos integrantes del Cuerpo Tutorial para asesorar la Tesis titulada: Efecto de la salinidad y temperatura sobre el crecimiento y supervivencia en juveniles de pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869), que presenta la Ing. Pesq. Mariana Alcalá Carrillo para obtener el Grado de Maestro en Ciencias con opción terminal en Ciencias Pesqueras, damos nuestra aprobación para que continúe con los trámites correspondientes para la obtención de su grado.

Sin otro asunto que tratar, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE



Dr. Sergio G. Castillo V.
Director



Dr. Jesus T. Ponce Palafox
Asesor



Dr. Leonardo Martínez Cárdenas
Asesor



Dr. Milton Rodríguez Hernández
Asesor



Dr. Armando López Sánchez
Asesor

iii

DEDICATORIA:

A Dios:

Por darme la oportunidad de cambiarles la vida a mis padres y ellos a mí en el transcurso de la vida, por darme lo más hermoso; mi hija y mis éxitos en la vida.

A mis padres:

Pablo Alcalá Gómez y Lazara Carrillo Mercado

Por darme la vida y apoyarme en mi formación profesional a pesar de las carencias económicas, por el ejemplo de vida. Es un gran orgullo tenerlos como padres.

A mis hermanos:

Brenda, Pablo, Tania y Chanito

Por apoyarme y soportarme, espero y tomen de ejemplo este documento para que sigan luchando por sus ideales.

A mi esposo:

Angel Ruiz Ibarra

Por su tolerancia y apoyo a pesar de los momentos difíciles.

A mi hija:

Yam Nixie

Motivo en mi vida para salir adelante y realizar la maestría, solo escucharía de dios ánimos de seguir para estar con mi niña.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a la Universidad Autónoma de Nayarit por brindarme la oportunidad de seguir con mi preparación, a la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera por brindarme el apoyo de laboratorio, internado y las instalaciones para realizar este proyecto de investigación.

Al Dr. Sergio G. Castillo Vargasmachuca por su apoyo y dirección de este documento y así obtener un nuevo logro académico.

Al Dr. Leonardo Ibarra Castro por la donación de organismos para este experimento, por sus revisiones y observaciones al presente documento.

Al Dr. Jesús T. Ponce Palafox agradezco su ayuda, revisiones y observaciones al documento.

Al Dr. José Armando López Sánchez por su apoyo y observaciones al documento.

Al Dr. Leonardo Martínez Cárdenas por sus observaciones y revisiones por sus amables consejos al documento. Tanto al doctor como a su esposa la M. C. Edna Fabiola Valdez hago una mención especial; les agradezco por su amistad, confianza, consejos y regaños, amigos que nunca se olvidan.

Al Dr. Milton Spanopoulos Hernández por el apoyo y la confianza que me brindó en el laboratorio de Nutrición Acuicola del Instituto Tecnológico de Mazatlán para la elaboración de este trabajo.

A la M. en C. María del Rosario Tiznado Contreras y M. en C. Jesús Cymbal Sael Gutiérrez Vargas por su apoyo y consejos en el laboratorio de Nutrición Acuicola del Instituto Tecnológico de Mazatlán.

Al personal de laboratorio, por apoyarme en el cuidado de mis peces en los días que tenía que presentarme a clase.

A mis amigos Yohana, Sharis, Cristina, Choco, Alma, Mayte, Diana, El güero, Gil, Israel, Oswaldo y sus padres, Marcos, Peñasco, Juan, Abraham, Pedro y Oscar por brindarme un poco de su tiempo y hacer mis días más cortos.

A mis amigos y compañeros de posgrado.

AGRADECIMIENTOS A FUENTES DE FINANCIAMIENTO:

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico durante los cuatro semestres de la maestría.

Título	i
Oficio de aprobación	ii
Oficio de conformidad del Comité Tutorial	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Agradecimientos a fuentes de financiamiento	vi
Contenido	vii
Índice de Tablas	ix
Índice de Figuras	x
Resumen	xi
Abstract	xii
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.	5
3. JUSTIFICACIÓN.	9
4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.	10
5. MATERIALES Y MÉTODOS.	11
5.1 Área de estudio	11
5.2 Acondicionamiento de laboratorio	11
5.2.1 Entrada de retención de temperatura	12
5.3 Sistema de recirculación	12
5.3.1 Filtros	13
5.3.2 Construcción de reservorios	13
5.4 Aclimatación de organismos	14
5.5 Bioensayos preliminares	15
5.5.1 Exposición a diferentes salinidades por 72 horas	15
5.5.2 Exposición a diferentes temperaturas por 72 horas	16
5.6 Bioensayos a largo plazo	16
5.7 Protocolo de aclimatación previo al ensayo para probar el desempeño de <i>L. guttatus</i> de temperatura-salinidad	18

5.8 Análisis proximales	21
5.8.1 Determinación de proteína	21
5.8.2 Determinación de humedad	21
5.8.3 Determinación de ceniza	22
5.8.4 Determinación de lípidos	23
6. RESULTADOS.	24
6.1 Registro de supervivencia en <i>L. guttatus</i> durante un periodo de 72 horas	24
6.2 Bionensayo a largo plazo	25
6.3 Análisis proximales	32
7. DISCUSIÓN.	34
7.1 Registro de supervivencia durante 72 horas	34
7.2 Bioensayo a largo plazo	34
7.3 Análisis proximales	37
8. CONCLUSIONES.	38
9. LITERATURA CITADA.	39

ÍNDICE DE TABLAS.

Núm.	Contenido	Pág.
I	Valores de calidad de agua (mediasdesvest) a los cuales fue expuesto <i>Luŕjanus guttatus</i> durante 154 días en condiciones experimentales.	27
II	Peso inicial y final, talla inicial y final, supervivencia, tasa de conversión específica, K de Fulton y factor de conversión alimenticia (se utilizaron tres réplicas por tratamiento) de <i>L. guttatus</i> cultivados en cuatro salinidades y tres temperaturas por 154 días empleando una aclimatación de temperatura y salinidad de 2°C y 2g/L cada 24 horas.	28
III	Proximales de músculo en <i>L. guttatus</i> base húmeda, cultivados en temperaturas y salinidades diferentes por 154 días.	33

INDICE DE FIGURAS.

Num.	Contenido	Pag.
1	Ubicación del laboratorio de Bio-ingeniería costera de la Universidad Autónoma de Nayarit (Coordenadas geográficas: 21°29'51.98"N, 105°12'03.09"O).	11
2	Área de bioensayos. a) División de sala climatizada y b) entrada de retención de temperatura.	12
3	Descripción de los sistemas en recirculación para los experimentos de temperatura-salinidad.	13
4	Filtro biológico: a) Filtros y b) reservorio.	14
5	Acimatación de <i>L. guttatus</i> en tanque de fibra de vidrio durante 18 días, con una temperatura ambiente, salinidad de 35g/L y oxígeno disuelto de 4.81mg/L, se alimentó cada cuatro horas.	15
6	Diseño experimental con tres temperaturas (24, 29 y 34°C) y cuatro salinidades (15, 25, 35, y 45g/L) un total de 12 tratamientos, por 154 días.	17
7	Sistema de recirculación utilizado en los ensayos de <i>L. guttatus</i> en sistemas de temperatura-salinidad.	18
8	Evaluación biométrica: a) Pesaje y b) Medida de longitud.	19
9	Determinación de ceniza por el método de calcinación, músculo de <i>L. guttatus</i> .	22
10	Determinación de lípidos con el equipo de Soxhlet por el método propuesto por Olvera <i>et al.</i> (1993).	23
11	Efecto de la exposición por 72 horas a tres temperaturas en la supervivencia de <i>L. guttatus</i> .	24
12	Efecto de la exposición por 72 horas a cinco salinidades en la supervivencia de <i>L. guttatus</i> .	25
13	Relación longitud-peso en juveniles de <i>L. guttatus</i> en sistemas de recirculación por 154 días en condiciones controladas.	29
14	Incremento en longitud y peso de <i>L. guttatus</i> cultivados en cuatro salinidades y tres temperaturas por 154 días empleando una acimatación de temperatura y salinidad de 2°C y 2g/L cada 24 horas. 24°C, b) 29°C y c) 34°C.	30
15	Juveniles de pargo lunarejo <i>L. guttatus</i> ; a) pesos promedios, b) tasa de crecimiento específica (TCE), c) supervivencia, esto en función de la combinación de la temperatura y la salinidad.	31

RESUMEN.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la salinidad y temperatura sobre el crecimiento y la supervivencia de juveniles *Lutjanus guttatus*. Se determinó la resistencia térmica y salina durante 72 horas, empleando peces de 2.28 ± 0.18 g. En el ensayo de temperaturas se emplearon 24, 29 y 34°C con una salinidad de 35g/L, teniendo como resultado una supervivencia superior al 85% para la temperatura de 24°C, se obtuvo una supervivencia del 100% a 29 y 34°C. En el ensayo de las salinidades se probaron 15, 25, 35 45 y 55g/L a temperatura ambiente (28.4 ± 1.25 °C); los resultados mostraron una supervivencia del 100% en salinidades de 15, 25 y 35g/L, mientras que en la salinidad de 45g/L se registró una supervivencia mayor al 60%, respecto al tratamiento de 55g/L se registró mortalidad total después de seis horas.

Con base a los resultados anteriores se desarrolló un tercer experimento. Se determinó el efecto de la interacción entre temperatura (24, 29 y 34°C) y salinidad (15, 25, 35, 45g/L) en juveniles de *L. guttatus* durante 154 días. Se proporcionó alimento balanceado con 45% de proteína y 16% de lípidos y se realizaron biometrías cada 14 días. Los resultados mostraron que los peces cultivados a 29°C-15g/L, 29°C-35g/L, 34°C-15g/L y 34°C-25g/L tuvieron mayor peso y longitud. Sin embargo, los peces cultivados en la temperatura de 29°C-15g/L presentaron mejores condiciones. La mayor supervivencia se presentó en los tratamientos de 24°C en combinación con las salinidades de 15, 25 y 35g/L; en la temperatura de 29°C la mayor supervivencia se presentó en combinación con las salinidades de 15 y 25g/L, obteniendo supervivencias iguales o mayores al 90% en ambas temperaturas. Respecto a los análisis proximales, los resultados en músculo mostraron que la mayor cantidad de proteína se obtuvo en los tratamientos de 29°C y 34°C.

ABSTRACT.

The objective of this study was to evaluate the effect of salinity and temperature on the growth and survival of juveniles of *Lutjanus guttatus*. Thermal and salt resistance is determined for 72 hours, employing 2.28 ± 0.18 g fish. In the trial of temperatures were employed 24, 29 and 34° C with a salinity of 35 g/L, resulting in a survival over 85% in the temperature of 24° C, was obtained a survival of 100% in 29 and 34°C. In the assay of salinities were tested 15, 25, 35, 45 and 55 g/L at room temperature ($28.4 \pm 1.25^\circ\text{C}$); the results showed a survival of 100% in salinities of 15, 25 and 35 g/L, while in 45 g/L salinity was recorded one greater than 60% survival, concerning treatment of 55 g/L was recorded total mortality after six hours.

Based on the above results was developed a third experiment. The effect of the interaction between temperature (24, 29 and 34°C) and salinity (15, 25, 35, 45g/L) in juvenile *L. guttatus* for 154 days was determined. Commercial food with 45% protein and 16% lipids was provided, the measutings were performed every 14 days. The results showed that fish cultivated at 29°C-15g/L, 29°C-35g/L, 34°C-15g/L and 34°C-25g/L had greater weight and length, however those showed better conditions than the fish cultivated in 29°C-15g/L. The greater survival was presented in the treatments of 24°C in combination with the salinities of 15, 25 and 35g/L; in the temperature of 29°C the increased survival was presented in combination with salinities of 15 and 25 g/L, getting equal or greater survivals than 90% in both temperatures. Regarding the proximal analysis, the results in muscle showed that the higher protein content was obtained in the treatments of 29°C and 34°C.

1. INTRODUCCIÓN.

El pargo lunarejo, *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869), es un pez marino teleosteo perteneciente a la familia Lutjanidae del orden perciforme, el cual se distribuye en el Océano Atlántico, Índico y Pacífico. Los juveniles de varias especies de este género frecuentemente habitan esteros salobres y puede penetrar en ríos (Allen, 1995). La composición de la dieta natural de *L. guttatus* varía en relación con la talla, más que con la estación del año y el sexo de los organismos, estudios de contenido estomacal realizados en organismos de las costas de México demuestran que estos organismos se alimentan principalmente de peces pequeños y en menor proporción de crustáceos (Rojas-Herrera y Chiappa-Carrara, 2002). En el Golfo de Nicoya, Costa Rica, consumen principalmente crustáceos y con menos frecuencia peces (Rojas, 1997a). En El Salvador, los juveniles se alimentan de crustáceos y los adultos de crustáceos, peces y moluscos (Rojas *et al.*, 2004).

Algunas especies de lutjanidos son cultivados experimentalmente en México *L. guttatus* y *L. peru* (Castillo-Vargasmachuca *et al.*; 2007, Garduño-Dionate *et al.*; 2010), en Costa Rica el *L. guttatus* (Herrera-Ulloa *et al.*, 2009) y en Colombia el *L. analis* y *L. argentiventris* (Botero y Ospina; 2002, Rubio *et al.*; 2006). No obstante, una de las principales limitantes para llevar a cabo el cultivo a nivel comercial es la producción confiable y constante de juveniles (Álvarez-Lajonchère *et al.*, 2007). Debido a las altas mortalidades en larvicultura, se requieren procedimientos para elevar la supervivencia larval de una producción masiva de juveniles (Ibarra-Castro, 2012).

Los pargos son de gran interés por su alto valor comercial y su demanda en el mercado, la pesquería artesanal es de gran importancia económica a lo largo de la costa del Pacífico de México, las estadísticas oficiales de desembarques de pargo totalizaron 4,445 toneladas en el 2012 (SAGARPA, 2012).

La creciente actividad de la pesca comercial ha originado que poblaciones silvestres se encuentren sobre-explotadas, con captura de organismos que aún no superan la fase juvenil (Díaz-Urbe *et al.*; 2004, Abdo-de la Parra *et al.*; 2011). Los conocimientos acerca de su cultivo y crecimiento en condiciones controladas se hallan en una etapa de experimentación a escala piloto.

Las investigaciones realizadas en *L. guttatus* en México comprende estudios biológicos-pesqueros en su ambiente natural, tales como el ciclo reproductivo (Arellano-Martínez *et al.*, 2001), hábitos alimentarios (Rojas-Herrera; 2001, Rojas-Herrera y Chiappa-Carrara; 2002), reproducción y crecimiento (Soto-Rojas *et al.*, 2009) y dinámica poblacional (Sarabia-Méndez *et al.*, 2010). Los estudios para el cultivo de esta especie, iniciaron en el 2003 en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán (CIAD), enfocados en lograr el control de la reproducción en cautiverio, así como aspectos de sanidad y larvicultura. En el 2006, el Instituto Nacional de Pesca (INAPESCA), a través del Centro Regional de Investigación Pesquera en La Paz, Baja California Sur (CRIP-La Paz, BCS), inició estudios sobre crecimiento de juveniles silvestres en jaulas flotantes en Bahía Concepción, y a partir del 2008 comenzaron los estudios sobre manejo de reproductores y larvicultura. En el 2007, el Centro de Desarrollo Tecnológico de Especies Marinas (CEDETEM) en Jalisco, inició la manipulación de reproductores de pargo y en el 2011 inició la producción de juveniles a escala piloto. Se han reportado cultivos de engorda de juveniles silvestres de baja escala en Baja California Sur, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Oaxaca.

Para considerarse como un cultivo comercial se requiere de las condiciones aptas para la obtención de una mayor producción, en el menor tiempo y costo. No obstante el crecimiento de los peces puede ser afectado por un gran número de factores; la temperatura y la salinidad son las más comunes en el medio acuático que afectan directamente el metabolismo (Abdo-de la Parra *et al.*; 2012, Ahmad *et al.*, 2000).

La capacidad de tolerar diversos rangos de temperatura y salinidad difiere con la especie (Sha-Yen *et al.*, 2013) al igual que la respuesta al fotoperiodo (MacLean *et al.*, 2000), la alimentación (Andron *et al.*, 1973), la competencia y territorialidad (Holtby *et al.*, 1993), el estrés (Kebus *et al.*, 1992) y la densidad de cultivo (Ahmad *et al.*; 2000, Baskerville-Bridges y Kling; 2000), que están relacionados entre sí.

La temperatura actúa como un factor regulador que determina los requerimientos metabólicos y rige los procesos relacionados con la transformación del alimento. La mayoría de especies presentan un rápido crecimiento con el aumento de la temperatura hasta un cierto punto, después de la temperatura óptima, generalmente, el crecimiento desciende precipitadamente, por lo que las altas temperaturas resultan adversas (Steffens, 1987)

La presión osmótica interna de los fluidos de los peces difiere en mayor o menor grado del agua que los rodea. Los peces de agua dulce tienen una concentración osmótica superior a la del medio, mientras que en los peces marinos las sales de sus fluidos corporales se encuentran más diluidas que el agua de mar. La osmoregulación es la capacidad de controlar, tanto el agua como la concentración de electrolitos de los fluidos internos, dentro de límites estrechos cuando el animal se expone a diversas salinidades ambientales (Calderer, 2001).

Los teleosteos marinos sufren pérdida de agua, principalmente a través de piel y branquias y entrada excesiva de sales por difusión. Esta pérdida osmótica de agua es compensada ingiriendo agua de mar y absorbiendo agua por el tubo digestivo. La absorción iónica se inicia al nivel de esófago con lo que el agua que ingresa en el intestino está menos concentrada que el agua de mar, donde la absorción activa de iones (Na^+ , K^+ y Cl^-) permite la entrada pasiva de agua. El exceso de iones Na^+ y Cl^- se excreta de forma activa a través de las branquias mediante las *células del cloruro* (Calderer, 2001).

La interacción de numerosos factores bióticos y abióticos, determinan la tasa de crecimiento a través de las funciones básicas: ingestión, absorción, asimilación, gasto metabólico y excreción (Brett, 1979). Según Stauffer (1973) son al menos tres las variables independientes más importantes implicadas en el crecimiento: la ración de alimento, el tamaño del individuo y la temperatura ambiental.

No se puede considerar el crecimiento con relación a cualquier factor ambiental sin tener en cuenta el consumo de alimento (Calderer, 2001). El crecimiento está ligado inseparablemente a este factor biótico, de tal forma que, cualquier otro factor abiótico interacciona necesariamente entre ambos. Por ejemplo, si la temperatura aumenta, la cantidad de alimento consumido generalmente aumenta al igual que la tasa de digestión. Por lo tanto, es de esperar que los tres factores, alimento, metabolismo y temperatura, interaccionen afectando el crecimiento en una relación progresivamente cambiante, y más aún si interfiere un factor como la salinidad.

El crecimiento es una de las actividades más complejas de cualquier organismo. Es el resultado de una serie de procesos fisiológicos y de comportamiento que, empezando por la ingestión de alimento, termina en la deposición de materia animal. Cuando la cantidad ingerida de alimento sobrepasa las necesidades del cuerpo, se produce el aumento de las dimensiones de los peces (longitud, volumen), lo que recibe el nombre de crecimiento (Steffens, 1987).

La finalidad de este trabajo, fue generar información respecto a las condiciones necesarias para obtener un mejor crecimiento y supervivencia para pre-engorda del pargo lunarejo, tomando como factores abióticos: la temperatura y la salinidad; y como factores bióticos la alimentación, longitud total y el peso.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

En relación con la producción de crías de *Luŕjanus*, se tienen los protocolos de inducción a la reproducción y el cultivo larvario (Ibarra-Castro y Duncan; 2007, Ibarra-Castro y Álvarez-Lajonchère; 2009, Abdo-de la Parra *et al.*; 2010a) así como el protocolo de la determinación de requerimientos nutricionales y desarrollo de dietas prácticas para el pargo lunarejo (García-Ortega; 2009, Abdo-de la Parra *et al.*; 2010b), y recientemente el estudio de las condiciones ambientales óptimas para la incubación de huevos, eclosión y supervivencia de larvas de *Luŕjanus guffatus* (Abdo-de la Parra *et al.*; 2011, Boza-Abarca *et al.*; 2008).

Respecto a estudios realizados en pargos con relación a salinidad y temperatura se encuentra el trabajo de Serrano-Pinto y Caraveo-Patiño (1999), donde determinaron los efectos de la salinidad y la temperatura sobre el crecimiento y supervivencia en larvas de pargo amarillo (*Luŕjanus argentiventris*) con respecto a la supervivencia en diferentes salinidades y la influencia de la misma en el tiempo es significativo, ellos encontraron una tasa de crecimiento mayor en salinidades de 23g/L y mayor supervivencia en salinidades de 23-45g/L.

Chung (2001) estudió la adaptabilidad ecofisiológica de organismos acuáticos tropicales a cambios de salinidad, estos se aclimataron durante cuatro semanas a temperaturas entre 22 y 35°C colocando organismos a varias salinidades (entre 2 y 96‰) para determinar la resistencia salina. Probó en organismos aclimatados a 2g/L un aumento de 5g/L por día para definir el límite de tolerancia a la salinidad letal superior. Determinando que el nivel de aclimatación fue la causa de mayor influencia en la tolerancia salina de los peces. Así mismo, descubrió que el tipo del cambio (gradual o agudo) fue un factor importante para la tolerancia a la salinidad y el máximo salino crítico.

Anguas-Véles *et al.* (2003) realizaron un experimento de crecimiento en el cual se determinó la temperatura y la densidad para el cultivo de juveniles de cabrilla

arenera, *Paralabrax maculatofasciatus*, probaron tres temperaturas (24, 27 y 30°C) y dos densidades (266 y 400 peces/m³). Se colocaron organismos de 2.1g durante 40 días en acuarios con 30L de agua de mar, obteniendo el mayor crecimiento a 27°C con 400 peces/m³. El porcentaje del consumo de alimento solo fue significativamente diferente ($P < 0.05$) entre las dos densidades de la temperatura de 24°C, ni 30°C. Concluyó que la temperatura de 27°C y la densidad de 400 peces/m³ (equivalente a 0.84g/L de biomasa inicial) fueron las condiciones más apropiadas para el crecimiento de juveniles de cabrilla arenera cultivados en laboratorio.

Stewart-Fielder et al. (2005) trabajaron con los efectos de la salinidad y de la temperatura sobre el crecimiento y la supervivencia de pargo australiano, en larvas de *Pagrus auratus*. Realizaron tres experimentos en tanques de 100L con recirculación. En el primer experimento se evaluó el efecto de la salinidad sobre crecimiento y desarrollo de larvas de 3-21 días después de eclosión en ocho tratamientos de salinidad 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, y 45g/L. En los resultados se obtuvo mayor sobrevivencia en intervalos de 20-35g/L, la longitud final de las larvas fue similar en los rangos de 10-35g/L. En el segundo experimento se trabajó con temperaturas partiendo de 21°C y siete tratamientos de temperatura (15, 18, 21, 24, 27, 30 y 33°C) en las larvas de 3 a 21 días después de eclosión. Como resultado, la supervivencia no fue significativamente diferente entre los 15°C y 24°C, el crecimiento de las larvas aumentó conforme la temperatura fue aumentada; las larvas a 24°C (4.8mg) fueron seis veces más pesadas que las larvas en 15°C. En el tercer experimento, se evaluó el rendimiento en combinaciones de dos salinidades (20 y 35g/L) y tres temperaturas (18, 21 y 24°C) en larvas de 3-24 días después de eclosión. Los resultados de supervivencia no fueron significativamente diferentes entre los tratamientos, el crecimiento no se afectó por la salinidad pero las larvas aumentaron en tamaño conforme aumentó la temperatura y no hubo interacción de salinidad y temperatura.

Handeland *et al.* (2008) describieron el efecto de la temperatura en el crecimiento de los peces, consumo de alimento, la eficiencia de conversión alimenticia y la velocidad de evacuación del estómago de salmón del atlántico (*Salmo salar*) post-smolts (momento en el que ha adquirido tolerancia al agua de mar y la parte inicial de la fase de crecimiento en agua salada), dichos organismos se criaron a 6, 10, 14 y 18°C durante 12 semanas. En base a los resultados, la temperatura óptima para crecimiento fue de 12.8°C de 70-150g a 14°C de 150-300g post smolts.

Abdo-de la Parra *et al.* (2011) estudiaron el efecto de la salinidad sobre la incubación de huevos y eclosión de larvas del pargo lunarejo (*L. guttatus*), quienes encontraron un porcentaje de eclosión superior al 70% en salinidades de 15 a 40g/L. En el 2012, estos mismos autores evaluaron el efecto de la temperatura y salinidad del agua en la incubación de huevos de botete "diana" (*Sphoeroides annulatus*) en diferentes temperaturas del agua (22, 25, 28 y 31°C) y salinidades entre 0 y 60g/L (con intervalos de 5g/L). Se observó la tasa más alta de eclosión de larvas normales a 28°C. Las tasas más altas de eclosión se obtuvieron a los 25, 30 y 35g/L.

Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2013) evaluaron el efecto de la temperatura y salinidad sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de huachinango (*L. peru*), en ese trabajo obtuvieron una supervivencia mayor a 75% en salinidades de 35-45g/L y temperaturas de 25° y 30°C.

Sha-Yen *et al.* (2013) probaron la respuesta del mero mármol-marrón (*Epinephelus fuscoguttatus*) a los cambios agudos y graduales en la temperatura y salinidad para entender la respuesta ante el estrés. Se probaron nueve tratamientos (10, 20 y 33g/L combinado con 20, 26 y 32°C). Los peces cultivados en 20°C y una salinidad de 33g/L toleraron temperaturas tan bajas como 10°C cuando esta se disminuyó gradualmente. Los peces aclimatados a salinidades de 10-33g/L y temperaturas de 32°C toleraron salinidades de hasta 75-79g/L. Con

respecto a los cambios agudos, los meros sobrevivieron a salinidades después de transferirlos a 3, 5, 10, y 20g/L.

3. JUSTIFICACIÓN.

El pargo tiene gran potencial para el cultivo por su importancia en el mercado; Sin embargo, solo se tienen cultivos en pruebas piloto debido a la falta de dominio del cultivo a nivel comercial. En la acuicultura los sistemas de recirculación juegan un papel muy importante ya que ayudan a mantener una buena calidad del agua; los factores ambientales son los principales causantes de una baja tasa en crecimiento y supervivencia de los organismos. Este trabajo justifica la necesidad de realizar estudios respecto a condiciones ambientales para la aclimatación de pre-engorda en juveniles de pargo lunarejo en sistemas de recirculación, aportando conocimientos con respecto a la aclimatación de *L. guttatus* a diferentes temperaturas y salinidades comprobando su resistencia y adaptación al medio.

4. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.

Hipótesis:

Las condiciones de salinidad y temperatura en el agua tienen un efecto sobre el crecimiento y supervivencia del pargo lunarejo (*L. guffafus*) en sistemas controlados.

Objetivo general:

Evaluar el efecto de la salinidad y la temperatura sobre el crecimiento y supervivencia del pargo lunarejo *L. guffafus* en sistemas de recirculación.

Objetivos particulares:

Analizar la supervivencia de los organismos mediante pruebas presuntivas (a corto plazo) en salinidades de 15g/L, 25g/L, 35g/L, 45g/L durante 72 horas.

Analizar la supervivencia de los organismos mediante pruebas presuntivas (a corto plazo) en temperaturas de 24°, 29° y 34°C durante 72 horas.

Determinar la supervivencia y crecimiento de los organismos mediante pruebas confirmativas (a largo plazo) en salinidades de 15, 25, 35 y 45 g/L.

Determinar la supervivencia y crecimiento de los organismos mediante pruebas confirmativas (a largo plazo) en temperaturas de 24°, 29° y 34°C.

5. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el Laboratorio de Bio-ingeniería Costera de la Escuela Nacional de Ingeniería Pesquera (Figura 1), dependiente de la Universidad Autónoma de Nayarit, ubicado en el kilómetro 12 de la Bahía de Matanchen, San Blas, Nayarit (Coordenadas geográficas: 21°29'51.98"N, 105°12'03.09"O).



Figura 1. Ubicación del laboratorio de Bio-ingeniería costera de la Universidad Autónoma de Nayarit (Coordenadas geográficas: 21°29'51.98"N, 105°12'03.09"O).

5.2. Acondicionamiento de laboratorio

El laboratorio se dividió en tres secciones, en las cuales se colocó un sistema experimental de salinidades con sus respectivas réplicas. La división de la sala constó de una pared de polietileno negro con duelas de madera (Figura 2a).

5.2.1 Entrada de retención de temperatura

Se construyó una cámara de control de temperatura, con duelas de madera, polietileno negro y cortinas de plástico para evitar fugas de temperatura al abrir la puerta (Figura 2b).

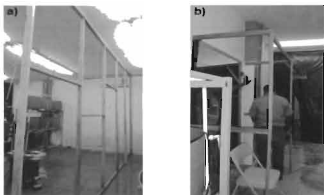


Figura 2. Área de bioensayos: a) División de sala climatizada y b) entrada de retención de temperatura

5.3 Sistemas de recirculación

El sistema de recirculación (Figura 3) se colocó sobre una estructura de fierro galvanizado de 38.1mm. El sistema consistió en tres tanques de polietileno de 100L cada uno, con un volumen de trabajo de 80L. Los tres tanques se conectaron a un desagüe común de tubo de PVC de 12.7mm, que deposita el efluente del sistema en un contenedor de 60L que sirve de reservorio y cuyo volumen de trabajo es de 40L.

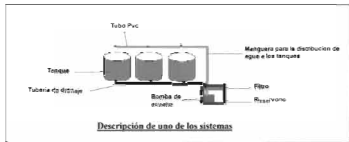


Figura 3. Descripción de los sistemas de recirculación para los experimentos de temperatura-salinidad.

5.3.1 Filtros

Los filtros constaron de tanques de 4L de capacidad (Figura 4a), donde se colocó tejido sintético (fieltro y guata) que permitió tamizar las macropartículas que son extraídas por el flujo del efluente.

5.3.2 Construcción de reservorios

Los reservorios constaron de contenedores rectangulares de 50L con un volumen de trabajo de 40L que se dividen en dos secciones: filtro biológico con conchas de bivalvos y carbón activado (Figura 4a) y el reservorio solo conchas de bivalvos (Figura 4b).

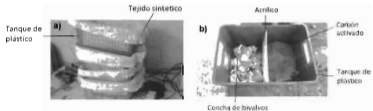


Figura 4. Filtro biológico: a) Filtros y b) reservorio.

El agua de mar fue suministrada a cada sistema experimental después de ser filtrada mecánica y biológicamente, mantenida bajo aireación con un soplador de $\frac{1}{4}$ Hp, con una piedra aireadora en cada tanque.

Los organismos se obtuvieron de huevos de *L. gulfatus* desovados, en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) Unidad Mazatlán, Sinaloa, los organismos fueron transportados vía terrestre hasta el laboratorio de Bioingeniería Costera, los peces tenían un peso promedio de 1.1 ± 0.14 g y talla de 42.2 ± 0.18 mm.

5.4 Aclimatación de los organismos

Llegados los organismos al laboratorio se procedió a la aclimatación de estos. Se verificaron tanto los factores abióticos del contenedor donde venían los peces, como los del tanque donde serían ubicados los organismos. Se redujo el nivel de agua del contenedor donde llegaron los peces a un 20%, reemplazándola con agua del tanque donde fueron colocados los peces, verificando previamente los factores abióticos, esto se realizó hasta obtener una temperatura y salinidad similar, del tanque donde llegaron los peces y contenedor donde fueron colocados los organismos.

Se aclimataron los organismos (Figura 5) durante 18 días a una temperatura ambiente de $28.7 \pm 0.22^\circ\text{C}$ con una salinidad de 35g/L y oxígeno disuelto de $4.81 \pm 0.40\text{mg/L}$, en un tanque de fibra de vidrio de 300L, se alimentó (alimento comercial extruido 52% proteína y 20% lípidos) cada cuatro horas, comenzó entre las 07:00 y 19:00 horas. se mantuvo un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad. Para mantener la calidad del agua se monitorearon las variables físico-químicas (oxígeno, saturación de oxígeno, pH, y temperatura) diariamente.



Figura 5. Aclimatación de *L. guttatus* en tanque de fibra de vidrio durante 18 días, con una temperatura ambiente, una salinidad de 35g/L y oxígeno disuelto de 4.81mg/L y alimentación cada cuatro horas.

5.5 Bioensayos preliminares

5.5.1 Exposición a diferentes salinidades por 72 horas

Se llenaron de agua 24 tanques de polietileno a un volumen de trabajo de 50L, 15 tanques fueron utilizados para salinidades de 15, 25, 35, 45 y 55g/L, (tres réplicas por cada salinidad) a temperatura ambiente ($28.4 \pm 1.25^\circ\text{C}$). Para los tratamientos

de salinidades mayores a 35g/L se prepararon los tratamientos agregando sal de grano sin yodo (PEGASO®). Para las salinidades menores a 35g/L se agregó agua potable al agua de mar, el agua dulce previamente fue dechlorada al ser expuesta al sol por dos días. La salinidad fue monitoreada con un refractómetro (Atago Honey®). Una vez establecidos los niveles de salinidades a experimentar, se procedió a colocar 10 peces en cada uno de los tanques. Al inicio del experimento los organismos tuvieron un peso promedio de 2.28 ± 0.18 g. Se registró la mortalidad de los organismos, durante 72 horas cada media hora.

5.5.2 Exposición a diferentes temperaturas por 72 horas

En este bioensayo se realizó en nueve tanques con temperaturas de 24, 29 y 34°C a una salinidad de 35g/L (cada tratamiento tuvo tres réplicas). Para la temperatura de 24°C se instalaron los tanques correspondientes en una sala con acondicionamiento de aire (Minisplit, Mirage®). La temperatura para los tanques de 29 y 34°C fue incrementada con calentadores con termostatos sumergibles (SUNNY®) de 200 watts. Se realizó el mismo protocolo descrito para salinidad. Al inicio del experimento los organismos tuvieron un peso promedio de 2.28 ± 0.18 g. Se registró la mortalidad de los organismos durante 72 horas cada media hora.

Las salinidades se eligieron de acuerdo con la tolerancia a las salinidades reportadas para especies del mismo género (Anderson; 1987, Castillo-Vargasmachuca *et al.*; 2013), respecto a la temperatura, se tomó en relación al registro de cultivos (DOF, 2013).

5.6 Bioensayos a largo plazo

Efecto de la combinación temperatura-salinidad en el desempeño de *L. guttatus* por cinco meses.

Se llevó a cabo un experimento en sistemas de recirculación, instalados en un laboratorio que fue dividido en tres salas, donde se probaron tres temperaturas (24, 29 y 34°C) una temperatura en cada sección del laboratorio, y en cada temperatura se probaron cuatro salinidades (15, 25, 35 y 45g/L), 12 tratamientos con tres réplicas cada uno, (Figura 6).

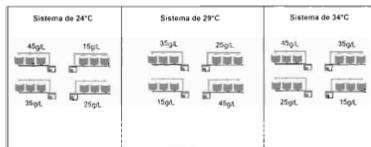


Figura 6. Diseño experimental con tres temperaturas (24, 29 y 34°C) y cuatro salinidades (15, 25, 35, y 45g/L) un total de 12 tratamientos, por 154 días.

El efluente fue dirigido por gravedad hasta el reservorio donde se encontraba un filtro mecánico, que constó de carbón activado, conchas y bioesferas. El agua retornó al sistema mediante una bomba sumergible (Lawn Industri®) de 14 watts, conectada a la tubería de entrada de agua que proporcionó un flujo uniforme de 149L/hora para los tres tanques de cada sistema (Figura 7). En cada sistema se repuso el agua perdida por evaporación con agua de la misma salinidad correspondiente al sistema.



Figura 7. Sistema de recirculación utilizado en los ensayos de *L. guttatus* en sistemas de temperatura-salinidad.

5.7. Protocolo de aclimatación previo al ensayo para probar el desempeño de *Lutjanus guttatus* de temperatura-salinidad

Se colocaron 10 organismos en cada tanque al azar con un peso promedio de $1.77 \pm 0.09\text{g}$ y $51.1 \pm 0.21\text{mm}$ en cada tanque, lo que representa una densidad de 221.25g/m^3 . Esto se realizó dos días previos a la aclimatación de temperatura y salinidad.

Para alcanzar los niveles experimentales la temperatura y salinidad del agua, se aumentó o disminuyó en intervalos de dos grados o partes (respectivamente) cada 24 horas (Wuenschel *et al.*: 2005, Serrano-Pinto y Caraveo-Patiño; 1999). El protocolo de aclimatación de las temperaturas probadas duró tres días y medio mientras que el protocolo de salinidad duró 10 días.

Después de 48 horas de haber alcanzado las temperaturas y salinidades a probar se procedió a realizar una segunda biometría.

Se alimentó a los organismos cuatro veces al día, 07:00, 11:00, 15:00 y 19:00 horas, se dió alimento balanceado extruido tipo minipelets de 2.5mm (SilverCup® 45% de proteína y 16% de lipidos), se ofreció el 10% de la biomasa por tanque. Los desechos no drenados por el sistema fueron extraídos con un sifón, esto se realizó una vez al día. Los organismos fueron expuestos a un fotoperiodo de 12 horas luz y 12 horas oscuridad.

Se midió diariamente la salinidad (refractómetro Atago Honey®), pH (potenciómetro HANNA HI98107®) y oxígeno disuelto y temperatura (Multímetro YSI® 550A) en un tanque al azar de cada sistema. El amonio, los nitritos y los nitratos se monitorearon con un Fotómetro (YSI 9500®), esto una vez por semana.

La evaluación biométrica se realizó al inicio del experimento y posteriormente cada catorce días. Se midieron todos los organismos de cada replica, la talla fue registrada con un ictiómetro con una exactitud de un centímetro y el peso fue registrado con una báscula electrónica (OHAUS®) con una precisión de 0.01g (Figura 8).

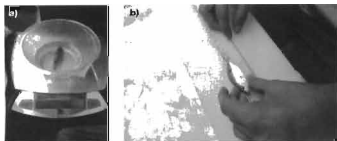


Figura 8. Evaluación biométrica: a) Pesaje y b) Medida de longitud.

Indicadores a evaluar:

Tasa de crecimiento específica (Ricker, 1975).

$$TCE(\%/dia) = \frac{\ln \text{Peso final} - \ln \text{Peso inicial}}{\text{Intervalo de tiempo}} \times 100$$

Supervivencia:

$$\text{Supervivencia}(\%) = \frac{\text{No. Final de organismos}}{\text{No. Inicial de organismos}} \times 100$$

Ganancia en biomasa:

$$G = \frac{\text{Biomasa final}}{\text{Biomasa inicial}}$$

Tasa de crecimiento:

$$TC = \frac{\text{Peso final}}{\text{Tiempo de experimento}}$$

Factor de Conversión Alimenticia, (Hepher, 1993).

$$(FCA) = \frac{\text{Alimento consumido (g)}}{\text{Biomasa final (g)}}$$

Factor de condición de Fulton (K), (Weatherley y Gill, 1987).

$$K = \frac{\text{Peso (g)}}{\text{Longitud (cm)}^3}$$

Análisis estadístico:

En términos generales, para el análisis de los datos de los tratamientos se utilizó un ANDEVA ($\alpha=0.05$) y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (Montgomery, 1984).

5.8 Análisis proximales

Para un mejor entendimiento a la respuesta de los peces ante las variables probadas, se determinó la composición química proximal del *L. gulfatus*. Los análisis se determinaron por triplicado y fueron: lípidos por el método de extracción empleando equipo Soxhlet (Olvera *et al.*, 1993), nitrógeno proteico por el método micro kjeldal (Woyewoda, 1986), humedad y ceniza.

5.8.1 Determinación de proteína

Se procedió a la cuantificación de nitrógeno total presente en el organismo y se resta el contenido de nitrógeno de origen no proteico. La cantidad de nitrógeno restante es multiplicada por el factor de 6.25 para obtener el porcentaje de proteína neta presente en la muestra (Olvera *et al.*, 1993)

Fórmula:

$$\text{Proteína cruda} = \frac{(\text{Gasto HCL muestra} - \text{Gasto HCL Blanco}) \times \text{Normalidad} \times 14.007 \times 100 \times 6.25\%}{\text{Peso de la muestra} \times 1000}$$

5.8.2 Determinación de humedad

Se utilizó el método gravimétrico (Olvera *et al.*, 1993). Este se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación de agua. Es principio operacional del método incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra, se expresó en porcentaje, se utilizó estufa (Felisa[®]) y balanza analítica (Velab[®]).

Fórmula:

$$\% \text{ Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso de crisol con muestra} - \text{Peso final}}{\text{Peso del crisol con muestra} - \text{Peso del crisol limpio}} \times 100$$

5.8.3 Determinación de ceniza

Uno de los métodos que se emplea para determinar el porcentaje de ceniza se basa en el método de la calcinación (Figura 9). En crisoles de porcelana a peso constante se colocó 1.0g de muestra, se calcinó la muestra en una mufla (CAISA[®]) a 550°C por 12 horas aproximadamente. Al final de la calcinación se dejó enfriar en la mufla y se transfirieron los crisoles a un desecador durante una hora. Se volvió a pesar el crisol con la muestra ya calcinada y se realizaron los cálculos con las siguientes fórmulas:

Fórmula:

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{(\text{peso final del crisol} - \text{Peso crisol limpio})}{\text{Peso del crisol con muestra} - \text{Peso del crisol limpio}}$$



Figura 9. Determinación de ceniza por el método de calcinación, a músculo de *L. guttatus*.

5.8.4 Determinación de lípidos

En este trabajo la cuantificación de lípidos se llevó a cabo según el procedimiento propuesto por Olvera *et al.* (1993), este método se basa en la extracción de la grasa con éter de petróleo a partir de una muestra seca. El solvente fue eliminado por evaporación y se pesó el residuo de la grasa (Osborne, 1986). Para ello se pesaron los matraces limpios (previamente a peso constante). En un papel filtro Whatman No.2, se pesó 3g de peso seco de la muestra, colocándose en el extractor tipo trompeta en el equipo Soxhlet, se agregó éter en el matraz para proceder a la extracción de los lípidos mediante la extracción a 10 ciclos por hora durante cuatro horas. Después de terminada la extracción, los matraces se retiraron del equipo y para la evaporación del éter restante se colocaron en estufa a 100°C. Se sacaron los matraces, se dejaron enfriar y pesaron (Figura 10). El porcentaje de lípidos presentes en la muestra se calcularon de la siguiente forma:

Formula:

$$\% \text{ Lípidos} = \frac{\text{Peso del matraz con lípidos} - \text{Peso del matraz limpio} - \text{Peso de lípidos de blancos}}{\text{Peso de la muestra}}$$

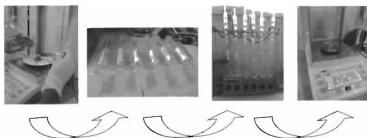


Figura 10. Determinación de lípidos en el equipo de Soxhlet por el método propuesto por Olvera *et al.* (1993).

6. RESULTADOS.

6.1 Registro de supervivencia en *L. guttatus* durante un periodo de 72 horas

En los ensayos preliminares (Figura 11) se obtuvo una supervivencia de 100% para los tratamientos de 29 y 34°C, mientras que en el tratamiento de 24°C se tuvo un descenso de supervivencia en la última hora del experimento, con 85% de supervivencia.

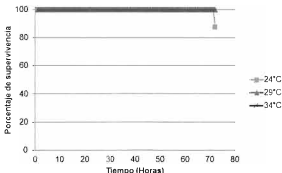


Figura 11. Efecto de la exposición por 72 horas a tres temperaturas en la supervivencia de *L. guttatus*.

En los ensayos preliminares de salinidad se registró una supervivencia de 100% en los tratamientos de 15, 25 y 35g/L, en el tratamiento de 45g/L se registró una supervivencia mayor a 60%, y en el tratamiento de 55g/L se registró mortalidad total después de las seis horas.

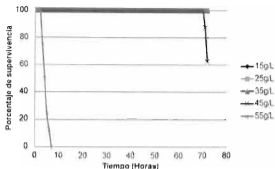


Figura 12. Efecto de la exposición por 72 horas a cinco salinidades en la supervivencia de *L. guiftatus*.

6.2 Bioensayo a largo plazo

La calidad del agua no presentó diferencia significativa durante los 154 días del experimento (media±desvest, se presentan en la Tabla I). De manera general los valores de calidad de agua se mantuvieron dentro del rango de los valores registrados en el Diario Oficial de la Federación en el 2013.

Los porcentajes de supervivencia en juveniles de pargo lunarejo al final del experimento se vieron afectados por la temperatura (24, 29 y 34°C) y la salinidad del agua (15, 25, 35 y 45g/L). Se obtuvo mayor supervivencia en salinidades de 15 y 25g/L con temperaturas de 24, 29, y 34°C. No se encontraron diferencias significativas en la combinación de la temperatura de 29°C con las cuatro salinidades. Disminuyó la supervivencia conforme aumentó la salinidad y la temperatura. En los parámetros de crecimiento (peso final y tasa de crecimiento específico) el análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas entre la interacción de las temperaturas y salinidades evaluadas (Tabla II). El mayor crecimiento de los peces (peso final promedio= 22.4±3.75g) se

obtuvo en la combinación de la salinidad de 15g/L y la temperatura de 34°C. Esta fue significativamente mayor ($P<0.05$) a las combinaciones de temperatura y salinidad (25g/L-29°C, 15g/L-24°C, 25g/L-24°C, 35g/L-24°C y 45g/L-24°C), éste último tratamiento fue significativamente menor respecto a todos los tratamientos. La misma tendencia descrita en el peso final se observó en la tasa de crecimiento específico, donde el mayor crecimiento fue obtenido en el tratamiento con salinidad de 15g/L y temperatura de 34°C, también se observó que conforme aumentó la salinidad y disminuyó la temperatura, el crecimiento del organismo fue lento (Tabla II).

Tabla I. Valores de calidad de agua (mediatdesvest) a los cuales fue expuesto *L. guttatus* durante 154 días en condiciones experimentales.

Temperatura	24°C					28°C					34°C				
	15g/L	25g/L	35g/L	45g/L	15g/L	25g/L	35g/L	45g/L	15g/L	25g/L	35g/L	45g/L	15g/L	25g/L	35g/L
Oxígeno (mg/L)	5.54±0.44 ^a	6.52±0.44 ^a	6.44±0.52 ^a	6.27±0.45 ^a	5.93±0.42 ^{ab}	5.80±0.46 ^b	5.83±0.48 ^b	5.81±0.45 ^b	5.23±0.40 ^c	5.26±0.40 ^c	5.26±0.40 ^c	5.26±0.40 ^c	5.23±0.40 ^c	5.26±0.40 ^c	5.10±0.39 ^d
Temperatura (°C)	24.5±0.90 ^a	24.3±0.75 ^a	24.4±0.75 ^a	24.65±0.8 ^a	28.7±0.12 ^a	28.90±0.17 ^a	29.10±0.14 ^a	28.9±0.30 ^a	33.9±0.26 ^b	33.9±0.26 ^b	33.8±0.40 ^b	33.8±0.40 ^b	33.9±0.26 ^b	33.8±0.40 ^b	34.00±0.28 ^b
pH	7.9±0.16 ^a	7.7±0.13 ^a	7.5±0.14 ^a	7.9±0.10 ^a	8.0±0.24 ^a	7.8±0.23 ^a	7.5±0.24 ^a	7.8±0.26 ^a	7.9±0.21 ^a	7.9±0.21 ^a	7.9±0.20 ^a	7.8±0.26 ^a	7.9±0.21 ^a	7.9±0.20 ^a	7.1±0.27 ^a
Amonio N (mg/L)	0.30±0.32 ^a	0.32±0.09 ^a	0.62±0.25 ^a	0.72±0.21 ^a	0.20±0.15 ^a	0.38±0.17 ^a	0.40±0.14 ^a	0.48±0.29 ^a	0.13±0.14 ^a	0.13±0.14 ^a	0.13±0.14 ^a	0.48±0.29 ^a	0.13±0.14 ^a	0.13±0.14 ^a	1.01±1.91 ^a
Amonio T (mg/L)	0.20±0.17 ^a	0.44±0.13 ^a	0.47±0.33 ^a	0.56±0.39 ^a	0.27±0.23 ^a	0.47±0.10 ^a	0.24±0.19 ^a	0.61±0.33 ^a	0.15±0.16 ^a	0.15±0.16 ^a	0.17±0.17 ^a	0.61±0.33 ^a	0.15±0.16 ^a	0.17±0.17 ^a	0.34±0.21 ^a
Nitratos (mg/L)	0.15±0.01 ^a	0.16±0.03 ^a	0.13±0.04 ^a	0.13±0.04 ^a	0.15±0.01 ^a	0.13±0.03 ^a	0.14±0.03 ^a	0.24±0.21 ^a	0.14±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a	0.24±0.21 ^a	0.14±0.01 ^a	0.14±0.01 ^a	0.15±0.01 ^a
Nitratos (mg/L)	0.81±1.27 ^a	0.83±1.45 ^a	0.20±0.07 ^a	0.30±0.34 ^a	0.23±0.24 ^a	0.24±0.09 ^a	0.45±0.33 ^b	0.45±0.37 ^b	0.30±0.14 ^b	0.30±0.14 ^b	0.30±0.14 ^b	0.45±0.37 ^b	0.30±0.14 ^b	0.30±0.30 ^b	0.42±0.05 ^b

Tabla II. Peso inicial y final, talla inicial y final, supervivencia, tasa de conversión específica, K de Fultón y factor de conversión alimenticia (se utilizaron tres réplicas por tratamiento) de *L. guttatus* cultivados en cuatro salinidades y tres temperaturas por 154 días empleando una aclimatación de temperatura y salinidad de 2°C y 2g/L cada 24 horas.

Salinidad (g/L)	Temperatura (°C)	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Longitud inicial (mm)	Longitud final (mm)	Supervivencia (%)	TCE (%/día)	TC (g/día)	K de Fultón	FCA
15	24	1.86±0.06 ^a	13.06±1.57 ^c	53.4±0.05 ^a	98.9±0.34 ^{oo}	90.00±0.40 ^{oo}	1.27±0.05 ^c	0.08 ^{cc}	1.35 ^a	2.00 ^c
	29	1.89±0.08 ^a	19.88±1.00 ^b	54.4±0.08 ^a	128.7±0.87 ^{oo}	90.00±0.40 ^{oo}	1.53±0.06 ^b	0.13 ^a	0.89 ^a	1.60 ^a
	34	1.63±0.13 ^b	22.43±2.28 ^b	49.7±0.06 ^a	114.3±0.47 ^{oo}	83.33±1.02 ^a	1.70±0.13 ^a	0.14 ^a	1.50 ^a	2.40 ^{ab}
25	24	1.77±0.01 ^a	9.03±1.21 ^c	51.1±0.02 ^a	88.6±0.10 ^{oo}	93.33±0.57 ^a	1.06±0.08 ^c	0.06 ^c	1.30 ^{bc}	2.00 ^c
	29	1.79±0.07 ^a	15.49±1.33 ^b	51.4±0.08 ^a	104.7±0.22 ^{oo}	93.33±0.57 ^a	1.40±0.10 ^b	0.10 ^a	1.51 ^a	1.70 ^c
	34	1.84±0.05 ^a	21.90±2.75 ^b	51.3±0.13 ^a	109.8±0.56 ^{oo}	86.67±1.01 ^b	1.61±0.10 ^a	0.14 ^a	1.65 ^a	2.20 ^b
35	24	1.82±0.06 ^a	7.48±1.12 ^c	50.9±0.10 ^a	82.5±0.27 ^{oo}	96.67±0.42 ^a	0.92±0.13 ^c	0.05 ^c	1.33 ^b	2.30 ^b
	29	1.89±0.03 ^a	18.85±1.48 ^{oo}	52.6±0.03 ^a	111.4±0.44 ^{oo}	86.67±1.01 ^b	1.50±0.18 ^a	0.12 ^{ab}	1.51 ^a	1.80 ^c
	34	1.60±0.08 ^b	14.30±2.60 ^b	48.0±0.10 ^a	99.5±0.41 ^{oo}	86.67±1.01 ^b	1.42±0.20 ^c	0.09 ^c	1.08 ^c	2.60 ^a
45	24	1.69±0.06 ^a	6.97±0.82 ^c	49.8±0.15 ^a	80.0±0.15 ^{oo}	70.00±1.05 ^c	0.92±0.12 ^c	0.05 ^c	1.36 ^b	2.50 ^a
	29	1.80±0.27 ^a	14.43±1.13 ^b	53.9±0.07 ^a	100.5±0.15 ^{oo}	66.67±1.75 ^c	1.35±0.08 ^c	0.09 ^c	1.42 ^{ab}	1.80 ^c
	34	1.71±0.05 ^a	-	47.2±0.13 ^a	-	-	-	-	-	-

- No se tienen datos ya que los organismos murieron durante la aclimatación de salinidad.

El crecimiento en la mayoría de los tratamientos fueron isométricos excepto los tratamientos 29°C-15g/L (Figura 13b), 24°C-45g/L (Figura 13j) y 34°C-45g/L (Figura 13i).

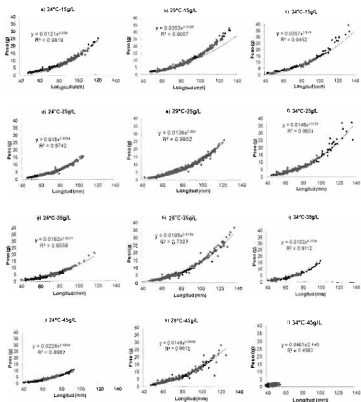


Figura 13. Relación longitud-peso en juveniles de *L. guttatus* en sistemas de recirculación por 154 días en condiciones controladas.

El mayor incremento en longitud-peso se presentó en los tratamientos de 15g/L y 25g/L en la temperatura de 34°C (Figura 14c), mientras que en la temperatura de 29°C presentó un incremento similar en la salinidad de 15 y 25g/L (Figura 14b), el mayor incremento en la temperatura de 24°C se presentó en la salinidad de 15g/L (Figura 14a).

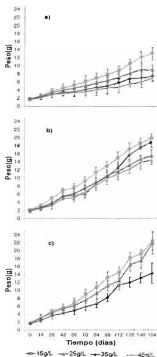


Figura 14. Incremento en longitud y peso de *L. guttatus* cultivados en cuatro salinidades y tres temperaturas por 154 días empleando una aclimatación de temperatura y salinidad de 2°C y 2g/L cada 24 horas.
a) 24°C, b) 29°C y c) 34°C.

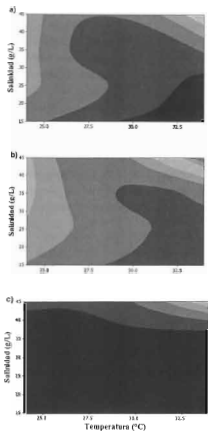


Figura 15. Juveniles de pargo lunarejo *L. guttatus*; a) pesos promedio, b) tasa de crecimiento específica (TCE), c) supervivencia, esto en función de la combinación de la temperatura y la salinidad.

En el gráfico de temperatura-salinidad (Figura 15a) se puede observar que la mayoría de los pesos promedios se encontraron en temperaturas mayores a 29°C y salinidades menores a 35g/L. La mayor tasa de crecimiento específica (TCE) (Figura 15b) se observó en temperaturas mayores a 29°C con la salinidad de 15 y 35g/L. La mayor supervivencia (Figura 15c) se encontró en las tres temperaturas, en salinidades iguales o menores de 35g/L.

6.3 Análisis de proximales

En la mayoría de los tratamientos en músculo (Tabla III) se encontró una alta cantidad de proteína, excepto para los tratamientos de la temperatura de 24°C ya que estos fueron los más bajos; sin embargo en lípidos todos los tratamientos tuvieron valores similares.

Tabla III. Análisis proximales de músculo en *L. guttatus* base húmeda, cultivados en temperaturas y salinidades diferentes por 154 días.

Tratamiento	Humedad	Proteína	Lípidos	Ceniza
0	74.6±0.7 ^a	22.7±0.4 ^a	1.1±0.9 ^a	0.9±0.2 ^a
24-15	74.60±0.52 ^a	18.40±0.01 ^b	6.12±1.04 ^a	0.86±0.21 ^b
24-25	74.72±0.13 ^b	18.11±1.89 ^b	5.87±1.69 ^b	1.20±0.16 ^{ab}
24-35	74.92±0.45 ^b	17.03±0.91 ^b	6.59±0.23 ^a	1.03±0.12 ^{ab}
24-45	74.98±0.60 ^a	17.18±0.47 ^b	6.65±2.03 ^a	1.00±0.24 ^{ab}
29-15	71.91±0.19 ^{ab}	21.02±2.42 ^a	5.35±1.76 ^a	1.62±0.14 ^a
29-25	70.01±0.65 ^b	21.39±2.99 ^a	5.38±1.69 ^a	1.69±0.12 ^a
29-35	70.75±0.14 ^b	21.93±0.74 ^a	4.94±1.58 ^a	1.83±0.08 ^a
29-45	72.89±0.03 ^b	21.19±0.12 ^a	4.01±2.50 ^a	1.05±0.02 ^{ab}
34-15	71.32±0.17 ^{ab}	22.70±0.33 ^a	4.94±0.58 ^b	1.02±0.20 ^{ab}
34-25	67.15±0.19 ^c	22.18±0.01 ^a	4.45±5.09 ^b	1.91±0.11 ^a
34-35	70.35±0.17 ^b	22.01±0.21 ^a	4.05±2.15 ^b	1.80±0.35 ^a

0-Proximales iniciales. (Torres-Herrera *et al.*, 2015).

7. DISCUSIÓN.

7.1 Registro de supervivencia durante 72 horas

Los resultados del primer experimento referente a la exposición a diferentes temperaturas y salinidades por 72 horas indicaron que en transferencia directa los peces tienen una amplia tolerancia a fluctuaciones de temperatura de aproximadamente 5°C y en salinidad son 20g/L. Sin embargo, la transferencia directa a una temperatura menor a 24°C genera un efecto negativo en la supervivencia de los peces, también un efecto negativo en la transferencia directa a una salinidad mayor o igual a 55g/L, en las condiciones y talla de los organismos en este experimento. Debido a los resultados obtenidos, se trabajó con las salinidades de 15, 25, 35 y 45g/L.

7.2 Bioensayo a largo plazo

El promedio de las variables de calidad del agua no presentó diferencia significativa entre los tratamientos durante todo el período experimental y sus concentraciones se encuentran en los intervalos aceptables de cultivo para esta especie (Castillo-Vargasmachuca *et al.*, 2007).

La salinidad además de afectar la fisiología de la etapa temprana de los peces, tiene un efecto directo en su supervivencia y el crecimiento ya que influye en la cantidad de energía necesaria para la osmorregulación (Watanabe, 2000).

Los efectos negativos en supervivencia, observados en el ensayo de 154 días de temperatura y salinidad se debe a que *L. guttatus* en etapas tempranas se encuentra asociado a sistemas con influencia dulceacuicola (estuarios y bocas de ríos) (Allen 1995). La alta mortalidad pudo ser causada por el estrés osmorregulatorio, que disminuyó el consumo de alimento. La mortalidad fue menor

en las temperaturas de 24 y 29°C en combinación con las salinidades de 15, 25 y 35g/L lo que coincide con los porcentajes de supervivencia para juveniles de algunas especies de pargos reportados por Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2013), Anguas-Véles *et al.* (2003) y Stewar-Fielder *et al.* (2005). Para etapas tempranas en el ciclo de vida del *L. guttatus*, Abdo-de la Parra *et al.* (2011) reportaron un alto porcentaje de supervivencia en la eclosión de larvas de esta especie en salinidades de 15 a 40g/L a una temperatura de 29°C, también reportaron bajas supervivencias en salinidades de 45g/L.

Algunos estudios han demostrado que el crecimiento depende fuertemente de los factores ambientales, con la temperatura, salinidad y alimento, así como de los factores biológicos, por ejemplo, la edad y el tamaño del pez, la herencia y la historia ambiental de la especie, especialmente en la vida temprana (Brett; 1979, Castelló-Orvay y Calderer; 1993, Boeuf-Payan; 2001).

El menor crecimiento en peso se encontró en la combinación de 24°C-45g/L posiblemente a consecuencia del estrés en los peces. En esta etapa de los peces, el aumento de una salinidad superior a 35g/L con una temperatura superior a los 34°C afectó negativamente la supervivencia de los peces y una temperatura menor a 24°C afecta de igual manera el crecimiento sin afectar la supervivencia; coincidiendo con Serrano-Pinto y Caraveo-Patiño; 1999, Stewar-Fielder *et al.*; 2005, y Abdo-de la Parra *et al.*; 2011. No existen reportes de estudios en juveniles de *L. guttatus* cercanos a la talla que se reporta en este documento, se han registrado cultivos con juveniles a partir de los 60g (Boza-Abarca *et al.*; 2008, Castillo-Vargasmachuca *et al.*; 2013). Resultados de estudios de la familia de lutjanidos indican que los organismos se pueden cultivar en sistemas de geomembranas y estanques; sin embargo los antecedentes indican que, para obtener un buen crecimiento y supervivencia se requieren diferentes temperaturas y salinidades conforme a su crecimiento.

La mayor tasa de crecimiento en juveniles de *L. guttatus* se presentó en las combinaciones de 34°C-15g/L y 34°C-25g/L con un valor de 0.14 g día⁻¹, menor al reportado por Turano *et al.* (2000) en juveniles de *Ocyurus chrysurus* quien encontró un valor de 0.66g día⁻¹ en un ensayo de 900 días que junto con los resultados del presente estudio, también fueron menores que los reportados por Watanabe *et al.* (1998) en *L. analis* que crecieron 0.78g día⁻¹ en un ensayo de 168 días, Avilés-Quevedo *et al.* (1996) y Garduño-Dionate *et al.* (2010) encontraron resultados similares en *L. guttatus* resultados mayores a los encontrados en este trabajo. Estudios en juveniles de *L. guttatus* realizados por Gutiérrez-Vargas y Durán-Delgado (1999), Hernández-Martínez *et al.* (2007), Avilés-Quevedo *et al.* (2008), Boza-Abarca *et al.* (2008) y Castillo-Vargasmachuca *et al.* (2012) encontraron un crecimiento mayor a los valores del presente estudio realizado en 154 días. Como se pudo observar anteriormente los datos reportados de crecimiento y los encontrados en este trabajo indican que las especies de pargo son relativamente lentas en su crecimiento con respecto al tiempo de cultivo.

El factor de conversión alimenticia (FCA) es importante para el acuicultor en la producción. En este trabajo las combinaciones de 29°C-15g/L y 29°C-25g/L tuvieron los valores más bajos (1.60 y 1.70), correspondientes a una temperatura media y una salinidad baja. Además la combinación de la temperatura de 29°C y la salinidad de 15g/L tienen una de las tasas de crecimiento más alta. Al contrario uno de los factores de conversión alimenticia más altos tubo la tasa de crecimiento más baja corresponde al tratamiento de la temperatura más baja de los tratamientos (24°C) y la salinidad más alta (45g/L), existe una relación entre estas dos variables. Los valores de K de Fulton obtenidos en este ensayo fueron similares a los reportados por Abdo de la Parra *et al.* (2010). La tolerancia a bajas salinidades encontrada para esta especie muestra que *L. guttatus* tiene un alto potencial para crecer en aguas lagunar estuarinas y representa una alternativa para incrementar la acuicultura marina y costera.

Respecto a lo descrito, el efecto causado a los organismos por la interacción entre temperatura y salinidad es buena herramienta para elegir las condiciones ambientales adecuadas para obtener mejores tasas de crecimiento.

7.3. Análisis proximales

Los análisis proximales mostraron resultados mayores a los reportados por Hernández *et al.* (2014) y Silva-Carrillo *et al.* (2012) en la mayoría de los tratamientos. La mayor cantidad de proteína en músculo se encontró en el tratamiento de 34°C-15g/L que coincide con el mayor crecimiento en peso y la mayor tasa de crecimiento. La menor cantidad de lípidos se encontró en las combinaciones de mayor salinidad con temperaturas elevadas, esto debido a que los organismos emplearon la mayoría de su grasa corporal en la homeostasis. Por el contrario la menor cantidad de proteína se encontró en el tratamiento de 24°C-35g/L donde también se encontró la menor tasa de crecimiento y peso final.

8. CONCLUSIONES.

El *L. guttatus* presentó una tolerancia térmica de 24°C hasta los 34°C transfiriendo el pez directamente a una condición térmica distinta a la del medio donde se encontró.

El organismo tiene una tolerancia a la salinidad de 15g/L hasta una salinidad no mayor o igual a 45g/L, transfiriendo a los organismos directamente a condiciones salinas distintas al medio donde se encontró.

El mayor crecimiento en peso se obtuvo en las combinaciones de 29°C-15g/L, 29°C- 35g/L, 34°C- 15g/L y 34°C-25g/L.

La mayor supervivencia se presentó en los tratamientos de 24°C en combinación con las salinidades de 15, 25 y 35g/L; en 29°C la mayor supervivencia se presentó en combinación con las salinidades de 15 y 25g/L, obteniendo supervivencias iguales o mayores al 90% en ambas temperaturas.

La mayor cantidad de humedad y lípidos en músculo se obtuvo en los tratamientos de 24°C, en proteína se encontró en los tratamientos de 29°C y 34°C.

9. LITERATURA CITADA.

Abdo-de la Parra M.I., Martínez-Rodríguez I.E., González-Rodríguez B., Rodríguez-Ibarra L.E., Duncan N. y Hernández C. 2012. Efecto de la temperatura y salinidad del agua en la incubación de huevos de botete diana *Sphoeroides annulatus* Revista de Biología Marina y Oceanografía. 47:147-153.

Abdo-de la Parra M.I., Rodríguez Ibarra L.E., Hernández-González C., Hernández K., González-Rodríguez B., Martínez-Rodríguez I. y García-Ortega A. 2010b. Efecto de diferentes niveles de proteína y lípidos totales en la dieta sobre el crecimiento y supervivencia de juveniles de pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*). Revista de Biología Marina y Oceanografía. 45:433-439.

Abdo-de la Parra M.I., Rodríguez-Ibarra L.E., Campillo-Martínez F., Velasco-Blanco G., García-Aguilar N., Álvarez-Lajonchère L.S. y Voltolina D. 2010a. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento y supervivencia larval del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). Revista de Biología Marina y Oceanografía. 45:141-146.

Abdo-de la Parra M.I., Rodríguez-Ibarra L.E., Velasco-Blanco G., García-Aguilar N. y González-Rodríguez B. 2011. Evaluación del efecto de la salinidad sobre la incubación de huevos y eclosión de larvas del pargo flamenco (*Lutjanus guttatus*). Ciencia Pesquera. 19:29-34.

Ahmad, T.A., El-Dakour, S.M. y El-Zahar, C.R. 2000. Growth and survival of the grouper *Epinephelus coioides* (Hamilton) at different loading rates in tanks. Aquaculture Research. 31:603-608.

Allen, G.R. 1995. Lutjanidae. Pargos. En: W. Fischer, K. Krupp, W. Schneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem (eds.). Guía FAO para la identificación de



-especies para los fines de la pesca. Pacífico Centro Oriental. Volumen III. Vertebrados Parte 2. FAO, Roma, pp: 1231-1244.

Álvarez-Lajonchère L., Reina-Canez M.A., Camacho-Hernández M.A. y Kraut S. 2007. Design of a pilot-scale tropical marine finfish hatchery for a research center at Mazatlán, México. *Aquacultural Engineering*. 36:81-96.

Anderson W.D. 1987. Systematics of the fishes of the family lutjanidae (perciformes: percoidei) the snappers. p. 1-31. In: j. j. polovina and s. ralston (eds.) tropical snappers and groupers: biology and fisheries management. 659 p.

Andron J.W., Grant P.T. y Cowey C.B. 1973. A system for the quantitative study of the learning capacity of rainbow trout and its application to the study of food preferences and behaviour. *Journal Fish Biology*. 5:625-636.

Anguas-Vélez B.H., Civera-Cerecedo R., Goytortúa-Bores E. y Rocha-Meza S. 2003. Efecto de la temperatura y la densidad de cultivo sobre el crecimiento de juveniles de la cabrilla arenera, *Paralabrax maculatofasciatus*. *Hidrobiológica*. 13:309-315.

Arellano-Martínez M., Rojas-Herrera A., García-Domínguez F., Ceballos-Vázquez B.P. y Villalejo-Fuerte M. 2001. Ciclo reproductivo del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en las costas de Guerrero, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 36:1-8.

Avilés-Quevedo A., Mazón-Suástegui J.M. y Castelló-Orvay F. 2008. Avances en el cultivo del pargo flamenco, *Lutjanus guttatus* un ejemplo a seguir de los pescadores de Bahía Concepción, en Baja California Sur. *Acuicultura y Negocios de México* 4.4-7.

Avilés-Quevedo A., Reyes L., Valdés S., Hiraes O., Rodríguez R., McGregor U. y Lizawa M. 1996. Manejo de reproductores y producción de huevos de pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* (Peters, 1869) bajo condiciones de cultivo. In Silva A Merino G. (eds), Acuicultura en Latinoamérica. IX Congreso Latinoamericano de acuicultura. 2° Simposio Avances y Perspectivas de la Acuicultura en Chile. Coquimbo, Chile, pp. 244-247.

Baskerville-Bridges B. y Kling L.J. 2000. Larval culture of Atlantic cod (*Gadus morhua*) at high stocking densities. *Aquaculture*. 181:61-69.

Boeuf G, y Payan P. 2001. How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology. Part C: Toxicology and Pharmacology*. 130:411-423.

Botero J. y Ospina J.F. 2002. Crecimiento de juveniles de pargo palmero *Lutjanus analis* (Cuvier) en jaulas flotantes en islas del Rosario, Caribe Colombiano. *Boletín de investigaciones marinas y costeras*. 31:205-217.

Boza-Abarca J., Calvo-Vargas E., Solls-Ortiz N. y Komen J. 2008. Desove inducido y crecimiento larval del pargo manchado, *Lutjanus guttatus* en la estación de Biología Marina de Puntarenas, Costa Rica. *Ciencias Marinas*. 34:239-252.

Brett J.R. 1979. Environmental factors and growth. In W.S. Hoar, D.J. Randall y J.R. Brett (Eds.), *Fish physiology*, vol. 8, pp. 599-675. Nueva York: Academic Press.

Calderer-Reig A. 2001. Influencia de la temperatura y la salinidad sobre el crecimiento y el consume de oxígeno de la dorada (*Sparus aurata* L.). Tesis de doctorado, Departamento de Biología Animal. Universidad de Barcelona. 206p.

Castelló-Orvay F. y Calderer A. 1993. Growth of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) under different culture conditions. En: *Production, Environment and*

Quality. (G.Barnabé & P.Kestemont Eds.) Bordeaux Aquaculture'92. Ghent, Belgium. E.A.S. Special publication, 18:227-233.

Castillo-Vargasmachuca S., Ponce-Palafox J.T., Chávez-Ortiz E. y Arredondo-Figueroa J.L. 2007. Efecto del peso inicial de cultivo sobre el crecimiento del pargo lunarejo *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en jaulas flotantes marinas. *Biología Marina y Oceanografía*. 42:261-267.

Castillo-Vargasmachuca S., Ponce-Palafox J.T., García-Ulloa M., Arredondo-Figueroa J.L., Ruiz-Luna A., Chávez E. A. y Tacon A. G. 2012. Effect of stocking density on growth performance and yield of subadult pacific red snapper cultured in floating sea cages. *North American Journal of Aquaculture*. 74:413-418.

Castillo-Vargasmachuca S., Ponce-Palafox J.T., Rodríguez-Chávez G., Arredondo-Figueroa J.L., Chávez-Ortiz E. y Sendavi A. 2013. Effects of temperatura and salinity on growth and survival of the pacific red snapper *Lutjanus peru* (Pisces: Lutjanidae) juvenile. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 41:1013-1018.

Chung K. S. 2001. Adaptabilidad ecofisiológica de organismos acuáticos tropicales a cambios de salinidad. *Biología Tropical*.49:9-13.

Cruz-Romero M., Espinoza-Bar E., Mimbela-López J., García-Boa A., Obregón-Alcaraz L. y Girón-Botello E. 1988. Aspectos biológico-pesqueros de tres especies de Lutjanidos en Colima, México. Reporte técnico del CRIP de Manzanillo, Colima. I.N.P. 31pp.

Díaz-Uribe J., Chávez E.A. y Elorduy-Garay J.F. 2004. Evaluación de la pesquería del huachinango (*Lutjanus peru*) en el suroeste del golfo de california. *Ciencias Marinas*, 30:561-574.

DOF (Diario Oficial de la Federación) 2013. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. México.

García-Ortega A. 2009. Nutrition and feeding research in the spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*) and bullseye puffer (*Sphaeroides annulatus*), new species for marine aquaculture. *Fish Physiology and Biochemistry*. 35:69-80.

Garduño-Dionate M., Unzueta-Bustamante M.L., Hernández-Martínez M., Lorán-Núñez R.M. y Martínez-Isunza F.R. 2010. Crecimiento de huachinangos juveniles silvestres (*Lutjanus peru*) en un encierro de engorda en Puerto Vicente Guerrero, Guerrero, México. *Ciencia Pesquera*. 18:93-96.

Gutiérrez-Vargas R. y Durán-Delgado M. 1999. Cultivo del pargo de la mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en jaulas flotantes. *Uniciencia*. 18:27-34.

Handeland S.O., Imsland A.K. y Stefansson S.O. 2008. The effect of temperature and fish size on growth, feed intake, food conversion efficiency and stomach evacuation rate of Atlantic salmon post-smolts. *Aquaculture*. 283:36-42.

Hepher B. 1993. Nutrición de peces comerciales en estanques. Ed. Limusa. México, D.F. 406p.

Hernández C., Osuna-Osuna L., Benítez-Hernández A., Sánchez-Gutiérrez Y., González-Rodríguez B. y Domínguez-Jiménez P. 2014. Replacement of fish meal by poultry by-product meal, food grade, in diets for juvenile spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*). *Latin American Journal of Aquatic Research*. 24:111-120.

Hernández-Martínez M., Garduño-Dionate M., Soto-Aguirre F. y Acosta-Castañeda C. 2007. Efecto de tres alimentos balanceados sobre el crecimiento de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en condiciones de laboratorio. Resúmenes 3° Foro Internacional de Acuicultura. Hermosillo, Sonora. Noviembre de 2007.

Herrera-Ulloa A., Chacón-Guzmán J., Zúñiga-Calero G., Fajardo O. y Jiménez-Montealegre R. 2009. Acuicultura de pargo la mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) en costa rica dentro de un enfoque ecosistémico. *Revista de Ciencias Marinas y Costeras* 1:197-213.

Holtby L.B., Swain D.P. y Yallan G.M. 1993. Mirror-elicited agonistic behaviour and body morphology as predictors of dominance status in juvenile coho salmos (*Oncorhynchus kisutch*). *Canadian Journal of Fisheries and Sciences*. 50:676-684.

Ibarra-Castro L. y Álvarez-Lajonchère L.S. 2009. Improved induced-spawning protocol for the spotted rose snapper (*Lutjanus guttatus*). *The Israeli Journal of Aquaculture*. 61:121-133.

Ibarra-Castro L. y Duncan N.J. 2007. GnRHa-induced spawning of wild-caught spotted rose snapper *Lutjanus guttatus*. *Aquaculture*. 272:737-746.

Ibarra-Castro L., Alvarez-Lajonchère L., García-Aguilar N., Abdo-de la Parra M.I. y Rodríguez-Ibarra L.E. 2012. Cierre del ciclo generacional del pargo flamenco, *Lutjanus guttatus*, en cautiverio. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 47:333-337.

Ibarra-Castro L., Lizarraga-Osuna C.R., Gómez-Gil B. y Alvarez-Lajonchère L. 2012. Tratamientos profilácticos para desinfectar la superficie de huevos del pargo flamenco *Lutjanus guttatus* *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 47:155-160.

Kebus M.J., Collins M.T., Brownfield M.S., Amundson C.H., Kayes T.B. y Malison J.A. 1992. Effects of rearing density on the stress response and growth of Rainbow trout. *Journal of Aquatic Animal Health*. 4:1-6.

MacLean A., Metcalfe N.B. y Mitchell D. 2000. Alternative Competitive strategies in juvenile atlantic salmon (*Salmon salar*): evidence from fin damage. *Aquaculture*. 184:291-302.

Montgomery D.C. 1984. Design and analysis of experiments. Wiley, New York. *Aquaculture Aquatic*. 184:291-302.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish population. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. 191: 1-382.

Rojas J.R. 1997. Dieta del pargo colorado *Lutjanus colorado* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 45:1173-1183.

Rojas J.R. 1997a. Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Revista Biología Tropical*. 44/45:471-476.

Rojas J.R., Maravilla E. y Chicas B.F. 2004. Hábitos alimentarios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Los Cóbanos y Puerto La Libertad, El Salvador. *Revista de Biología Tropical*. 52:163-170.

Rojas-Herrera A.A. 2001. Aspectos de dinámica de poblaciones del huachinango *Lutjanus peru* (Nichols y Mmurgy, 1922) y del flamenco *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Pisces: Lutjanidae) del litoral de Guerrero, México. Tesis de Doctorado, Facultad de Medicina, Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. 194 p.

Rojas-Herrera A.A. y Chiappa-Carrara X. 2002. Hábitos alimenticios del flamenco *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México. *Ciencias Marinas*. 28:133-147.

Rubio E.A., Loaiza J.H., Riascos Z. 2006. Crecimiento y sobrevivencia del Pargo *Lutjanus argentiventris* (Pisces: Lutjanidae) criado en jaulas flotantes con salinidades variables en el Estuario de la Bahía de Buenaventura. IV congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura. 1279-1285.

SAGARPA. 2012. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca: 1-287.

Sarabia-Méndez M., Gallardo-Cabello M., Espino-Barr E. y Anislado-Tolentino V. 2010. Características de la dinámica poblacional de *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Bahía Bufadero, Michoacán, México. Hidrobiológica. 20:147-157.

Serrano-Pinto V. y Caraveo-Patiño J. 1999. Survival of yellow snapper *Lutjanus argentiventris* (Peters 1869) at different salinities in captivity. Aquaculture Research. 30:467-470.

Sha-Yen C., Chih-Sung C. y Jiann-Chu C. 2013. Salinity and temperature tolerance of brown-marbled grouper *Epinephelus fuscoguttatus*. Fish Physiology and Biochemistry. 39:277-286.

Silva-Carrillo Y., Hernández C. Hardy R.W., González-Rodríguez B. y Castillo-Vargasmachuca S. 2012. The effect of substituting fish meal with soybean meal on growth, feed efficiency, body composition and blood chemistry in juvenile spotted rose snapper *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869). Aquaculture. 364-365:180-185.

Soto-Rojas R.L., Mejía-Arana F., Palacios J.A. y Hiramatsu K. 2009. Reproducción y crecimiento del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. Revista Biología Tropical. 57:125-131.

Stauffer G.D. 1973. A growth model for salmonids reared in hatchery environments. Ph. D. thesis; University Washington, Seattle.

Steffens-Werner A.H. 1987. Principios fundamentales de la alimentación de los peces. Editorial Acribia, S. A. Zaragoza, España.

Stewart-Fielder D., Bardsley W.J., Allan G. L., Pankhurst P. M. 2005. The effects of salinity and temperatura on growth and survival of Australian snapper, *Pagrus auratus*. *Aquaculture*. 25 201-214.

Torres-Herrera M. R., Puga-López D., Ponce-Palafox J. T., Arredondo-Figueroa J. L., Chavez-Ortiz E. 2015. Variations in the proximate composition contents in pacific red snapper (*Lutjanus peru*) and spotted rose snapper (*L. guttatus*) cultured in marine floating sea cages. *Veterinarski Arhiv*. (En prensa).

Turano M., Davis D.A. y Arnold C.R. 2000. Observations and techniques for maturation, spawning, and larval rearing of the yellowtail snapper *Ocyurus chrysurus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 31:59-68.

Watanabe O.W. 2000. Salinity. En: R. R. Stickney (ed.). *Encyclopedia of aquaculture*. John Wiley y Sons Inc. New York. pp: 767-771.

Watanabe W., Ellis E., Ellis S., Caves J. y Manfredi C. 1998 Artificial propagation of mutton snapper *Lutjanus analis*, a new candidate marine fish species for aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society*. 29:176-187.

Weatherley A.H. y Gill H.S. 1987. *The biology of fish growth*. Academic Press. Orlando Florida. 443p.

Wuenschel M.J., Jugovich A.R., Hare J.A. 2005. Respuesta metabólica de pargogris juvenil (*Lutjanus griseus*) a la temperatura y la salinidad: el coste

fisiológico de los diferentes entornos. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 321:145-154.